

## 編者絮語

欣逢《清雲學報》革新號第五期出刊之際，感謝學校對教師研究之重視，特別是林教務長仲廉博士在百忙中，仍投入研究工作，強化本刊學術水準，形成著述風氣，致使來稿豐富，計收 37 篇。

本期刊登 24 篇，含校外 5 篇、校內 19 篇，負責論文審查對話者共計 52 位。兩年前，學校期待藉由本刊達成二目標；一為發表論文，帶動教師研究風氣，再者提升學術水平，則非一蹴可幾。謹以未獲刊登之 13 篇為例，除來稿太遲、增補刪削不及，故無法及時刊登外，審查意見分別為：

涉及主題為 common sense、  
缺乏中心思想、  
沒有明確寫作目的、  
架構雜亂無章、  
欠缺文獻依據、  
.....

等等意見，不一而足。且有連續五期均出現之共同問題，歸納並綜合答覆如下：

一、專業知識不足，蕪辭繁枝太多。

“Because of the fundamental problems exhibited in the paper, the reviewer believes that this paper needs careful revision and condensation (to within 20 pages), with its research thesis better focused, its supporting information logically organized, and the irrelevant ideas excluded.”

“A lot of the examples, samples, illustrations etc. are simply repetitious. A good number of them can be deleted without affecting the major arguments of the paper. Substantial reduction of the length of the text is strongly suggested if it is to be accepted for publication in the *Journal of Ching Yun University*.”

二、學報投稿，每期每人以一篇為限，請勿同期投遞兩篇。

三、論文務請註明出處，文獻徵引須明確有據。

四、中英文摘要寫作及標點符號使用應正確。

「摘要務請簡鍊明確；要將研究內容及結果簡要說明於摘要中。」

「本論文的中英文參考文獻有問題；學報、期刊和書名，應作畫線、斜體處理。」

「英文文法與用字，應合乎標準規範。」

### **Revise or Defend；若不修改，務請答辯、說明理由。**

本學報為半年刊，無截止日期，來稿立即處理，從無拖沓情事。本刊所登載之論文，一篇修改三、四次、送審查人複審三、四次亦屬常事。我們煩請審查委員再審、三審時，謹舉部分審查意見如下：

「整體而言，作者對於本人前次審稿意見中，有關資料分析的幾個重要疑問並非都加以修改，但卻也未提出理由說明不予修改之原因，令人不解。

「前次審查，請作者重新思量因素分析表的呈現方式。但作者並未加以處理。若是作者表中之特徵值為各因素加總後之總特徵值，則除了『服務品質』此變項之因素分析結果可採用外，『市場導向型文化』與『轉換型領導』之因素分析結果皆有問題。此因這兩變項之因素中，應有數個因素其特徵值小於 1，這表示作者萃取過多無意義的因素，而這些無意義之因素應予刪除，不宜納入分析。

「本人前次審查意見之 5，6，7，9 點有關研究分析之意見，並未在此修改版本中看到修改，也未提供說明為何無須修改之理由，令人不解。」

於審查委員再審之回件中，三度提及「令人不解」，並謂：

「由於本人對於其資料分析方式，有甚多疑問，因此仍無法評論其研究結果與討論。」故審查結果為「修改後再議」。

我們誠摯期待作者提供本刊寶貴意見，故有任何建議或答辯，均隨即進行雙向匿名轉交審查人。唯不經修正即交回者，徒增編者處理之困難、損耗精力及時間。為爭取時效，甚至編者親自送審稿件至審查人住處。為免審查人責難，若不修改潤飾，亦請說

明理由，我們一定轉交原審查人。

### 若再發現一稿兩投，或重複發表者，將昭告作者姓名！

尤有甚焉者，本期來稿中，有已經發表後，仍投遞本刊，幸經發現，告知作者：「The content of this paper is almost the same as your published paper (ref [1]). The author should explain what difference between these two papers.」最終得以「Authors have followed reviewers' comment and suggestion to modify their manuscript.」予以刊登。

然以本刊有限之人力資源，編者一人檢查數十篇來稿，每篇自收到來稿、回函致謝、邀請審查，電話、傳真、電子郵件、紙本投遞、光碟，甚或親自送審，通知結果、修訂、再審、三審、謝審查人……，最終幾度校稿、排版、刊登，每篇均經手進出若干次，故發現一稿兩投，甚至重複發表，誠令人氣結。是故，若再經發現類此情事，本刊將在下一期公告作者姓名、背景，昭告周知。

### 從「權衡損益、斟酌濃淡」到落實梅迪奇效應 (Medici Effect)

本期刊出論文 24 篇，其中有值得一提者，謹羅列一二，如：經過數次修改，論文由「修改後再議」，成為「本篇嘗試讓燒燙傷患者或是醫療人員，能夠有效且客觀的對受傷部位做出評估，並進一步對復原情形做預測，提供兩大功能：1. 燒燙傷分級，2. 復原情形預測。本論文已影像處理與辨識方法，提供醫療自動化與輔助復原情形預測，值得肯定。」

值此「梅迪奇效應」(The Medici Effect)<sup>\*</sup>在全球研發界甚囂塵上之際，鼓勵造就不同學科領域或文化的異場域碰撞，本期刊出“‘Some Enchanted Evening’: the Nocturne East/West”，雖經論文對話人評曰：

「題目太大，卻僅由三、四首詩判斷，欠缺深入的對比分析。對於其他由東西不同社

---

<sup>\*</sup> 可參看 Frans Johansson, *The Medici Effect*, Harvard Business School Press, January 2004.

會、倫理、宗教觀、人情世故等面向所產生抒情表達的歧異，欠缺深入的對比分析。德國浪漫時期之夜思詩實例相當多，從 Novalis, Eichendorff, 到 Morike 等筆下所產生的名詩，不勝枚舉，實無須溯自巴洛克的詩，畢竟宗教背景不同，C, Weise 的詩與 Brentano, Uhland 詩中的義涵相去頗遠，與 Heine 詩的政治性也有絕大的不同。同理，既然重點放在唐詩，恐無須回溯到屈原離騷的例子，其中表達的意境迥異於唐詩。所選抒情詩實例之代表性如何，未能從文學史的觀點作清楚交代。」

然而，「提供有關中、德『夜詩』的比較論點，有助於讀者對於此類詩歌之形式和主題結構作一般初步的瞭解，值得刊登。」在歷經五位審查以「非專業所及」為由，退還編者之審查邀請，並曾跨海至香港大學尋覓審查人，在最後終於得以圓滿處理。〈經濟全球化對俄羅斯經濟的影響〉、〈燒燙傷疤痕分級與評估系統之研究〉，均遇類此情形。唯在 breakthrough insights at the intersection of ideas, concepts, fields and cultures 之科際整合 (interdisciplinary) 上，本刊已跨出一步。

最後，感謝學校對學報支持，給予本校學生工讀機會，也謝謝資管系畢業班鍾鳳嫦同學五個月來的工讀與幫助，倍極辛勞。

再次謝謝全體論文對話人，多位審查委員身膺學術重任，仍親自參與審查，包括：台灣師大何榮桂教務長、中大資電學院魏慶隆院長、靜宜大學外語學院謝國平院長、聯合大學管理學院張東生院長、政大中文系所王文顏主任、成大電機系許渭州主任、輔大統計資訊系邵曰仁主任、東吳企管系黃家齊主任、東海大學工管系張炳騰主任；亦有同一領域但專業仍有差異，遂轉而推介他人者，如中大光電所孫慶成教授推薦陳啟昌教授、中大電機系綦振瀛教授推薦交大雷添福教授，更有教授 Sabbatical 休假期間，感動於本學報提升學術研究之用心與誠摯，遂接受邀請、親自參與審查者，如台大外文所鄭芳雄教授，在此一併感謝。

《清雲學報》旨在以教育為核心，以學術為生命，激發本校師生創造力，展示高等教育工作者的群體智慧。除常年徵稿，嚴禁抄襲，文責自負，請勿一稿多投，或重

複投遞。本刊遵循「嚴謹、唯實、公開、優質」的方針，實現「與時俱進、理論與實踐兼顧、科技與人文綜合」之特色，成為論文發表的理想園地，熱誠歡迎大學校院教師、研究生、科技管理專業人士會心有得之作，踴躍來稿。

**姚 振 黎 謹 識**  
於清雲館 710 室  
2006 年 2 月 28 日

# 《清雲學報》第二十六卷 第一期

## ～～目錄～～

序	I
The Mechanism Module Functional Analyses of a New Design IC Automatic Inspection System 〈新型 IC 自動檢測系統之機構模式與功能分析〉	
林仲廉、簡万菘	1
土石流模擬與研究	
郭來松、曾凱琦、江佳如	15
微型五軸壓電平台之機構設計與模擬	
林高輝、胡雅慧、黃加閔、傅建榮	25
台灣地區1996年電離層散塊E層的日與季節變化	
李建志、劉正彥、徐浩翔	35
灰預測與田口方法應用於粉塵污染控制及成本效益之研究	
張碧霖、紀慶嘉、吳振源	45
液晶顯示器背光模組之光特性研究	
黃顯川、楊萬隆、楊宗長	65
Laser Scanning Method in the Measurement of Fluid Surface 〈雷射掃描方法在流體表面量測之研究〉	
陳秀文、李正民	75
以Kano二維品質模式探討手機功能品質特性之研究	
李國樑、王嘉偉	83
The Simulation Investigation of the Floating Anode SCR 〈浮接陽極矽控整流器的模擬研究〉	
黃至堯、劉士弘	103
球格陣列基板之電源佈局設計對電源寄生效應的影響	
張茂林、尤芳寬、許裕隆	119
從連續的數位影像中計算車輛的數量及速度的即時演算法	
李鈺華、高智原、洪西進、李鈺泰、莊台寶	131
燒燙傷疤痕分級與評估系統之研究	
周昌民、鍾宜玲	145
金屬薄板受衝擊負載之動態挫曲研究	
陳振堂、蘇侃	157
領導者-成員交換關係品質與追隨者對領導者態度的關聯性—探討追隨者類型的干擾作用	
羅新興、梁成明、余永章	165
MIS人員服務品質缺口對使用者滿意度影響之研究-以H銀行導入催收系統為例	

李正文、劉建宏	177
整合模糊鑑別分析與類神經網路於資料探勘上之應用	
呂奇傑、邱志洲、李天行	199
產品研發初期可靠度與維護度設計整合評估	
許績興	217
願付價值估計結果之修正—起價點偏誤之考量	
葉實文、傅祖壇	231
桃園縣國小體育教師工作壓力與因應策略之研究	
周麗華	245
新竹地區高中校長轉型領導與體育教師工作士氣關係之研究	
風貞豪、何若湯	255
經濟全球化對俄羅斯經濟的影響	
趙俊筌	267
清代臺灣古典詩中土牛之地理書寫	
許玉青	291
“Some Enchanted Evening”：the Nocturne East/West A Comparison of the Nocturne in German Romanticism and Tang Dynasty Poetry 〈“施展魔力之夜晚”--論“夜思詩”之東/西比較研究〉	
Thomas Gwinner、Ron Judy	309
Dealing with Diversity in Teaching--how to manage cross-cultural situations with minority students on the university campus 〈大學校園外籍生之多元文化教學探究〉	
姚振黎	327
《清雲學報》徵稿簡約	343
《清雲學報》著作權讓與同意書	345
《清雲學報》論文撰述體例	347
Information of Contributors Concerning the Rules and Layout of English Manuscripts	351

## 新型 IC 自動檢測系統之機構模式與功能分析

### THE MECHANISM MODULE FUNCTIONAL ANALYSES OF A NEW DESIGN IC AUTOMATIC INSPECTION SYSTEM

**簡万菘**

清雲科技大學 機械工程系  
[wadsong@cyu.edu.tw](mailto:wadsong@cyu.edu.tw)

**林仲廉**

清雲科技大學 機械工程系  
[jlin@cyu.edu.tw](mailto:jlin@cyu.edu.tw)

#### 摘要

本論文是以自行開發的RF微波IC自動檢測設備為基礎，以模組概念分析其機構與功能。首先，討論其自動檢測流程及其遵循的工作路徑。包含IC移轉平台、致動器及感測器單元。其次，為了達到精確高速傳動及精密位置控制，一種新型的檢測裝置將被討論。這種新型的檢測裝置包括測試機構、進出料、及方位辨識檢測系統。功能測試也證實本自行開發之系統具有低成本、高可靠度之功能，極適合應用在未來IC自動檢測系統之設備上。

**關鍵字：**自動檢測系統、辨識系統、位置控制。



## **Abstract**

The purpose of this paper is to develop an automatic inspection system for RF microwave communication IC chip. At first, the specifications of the automatic inspection process and its flow path will be described. The characteristics of the mechanism module including the IC transfer stage, actuator, sensor component and controller will be also discussed. Secondly, in order to reach the exact high-speed transfer mechanism, and precision positioning control, a new design device for IC automatic inspection purpose will be explored. The fashion equipment includes testing mechanism, feeding, and the orientation recognition module. In particular, we explore several different module function analyses. The test results of the experiment show that it is technically and economically feasible to develop a low-cost, reliable automatic inspection system for IC testing using the equipment described in this paper. Hopefully, the modern and smart IC automatic inspection system will have a dramatic impact on the IC testing related fields.

**Key words:** Automatic inspection system, recognition system, position control

## I. INTRODUCTION

In this modern era, electronic equipment and products have become part and parcel of our daily life. Zero failure, high reliability and longevity are the major business issues as well as customer expectation for the electronic goods. In many applications, accuracy and high reliability are essential and life critical as in industrial applications. The key components of an electronic product are integrated circuits (ICs). In IC manufacturing, various physical defects may occur during the numerous physical, chemical and thermal processes. Common defects are particles (small bits of materials that bridge two lines), incorrect spacing (wide or narrow variations in line spacing that may short a circuit), incorrect implant value (due to machine error or blockages), and misalignment. Therefore, accuracy is very important in IC design and manufacturing because even a single error in the final layout can make a chip useless.

Dramatic improvement of integration technology in IC manufacturing is rapidly leading to exceedingly complex, multi-million transistor chips. All the functionalities of an electronic system are being integrated on a single silicon chip in less than  $2 \text{ cm}^2$  area. It is known as system-on-a-chip (SoC) which is the future of the IC technology. This growth is expected to continue in full force in the future years. However, to make its production practical and cost effective, the semiconductor industry roadmaps identify a number of major hurdles to overcome. The key hurdle is related to test and diagnosis. To overcome this challenge, people such as academicians, researchers and manufacturers in the semiconductor technology need to have a clear roadmap with all the information about the problems related to IC and current trends of research for the possible solution.

In today's semiconductor world, integration technology is improving and refining dramatically. With the continuous increase of integration densities and complexities, the problem of IC testing has become much more acute. IC testing is now no more a back-end issue;

rather it has become a front-end burning issue, which needs an economic solution with reliable performance. Otherwise all the benefits of semiconductor technology would be meaningless [1].

Hence, researchers and manufacturers should be aware of the current challenges and directions of IC testing. However, there has been a growing interest over the past few years in high-speed, high precision, flexible systems that are capable of accurately determining the IC automatic inspection system. These systems have been in great demand, since the size, required quality, and the production requirements of the new electronic products have made automatic inspection system (AIS) a necessity [2, 3, 4].

The present paper introduces the design about the control system and multistage thermoelectric module (TEM) cooling system as reported in [5]. This research is concentrated on the equipment with working temperatures in the range  $-55^\circ\text{C} \sim +125^\circ\text{C}$ , by using thermoelectric cooler as cooling or heating units. Moreover, the paper discusses the methodology of thermal transient measurements, including the compensation of second order effects as non-linearity and non-constant powering as demonstrated in [6]. A free-running optoelectronic sampling technique to sample electrical signals without a common phase reference is demonstrated in [7]. The recognized method is applicable to test the passivity of the integrated circuits.

Ever-higher positioning performance is always required because of the need of machining and processing of, for example semiconductors, optoelectronic elements and high-density magnetic memory devices [8, 9]. The control methodologies for high-accuracy positioning systems have been already investigated [10, 11, 12, 13, 14, 15].

Review of these literatures shows that there have been seldom described the automatic inspection system in the current research. However, the reliable inspection

device is the key process of IC testing. It is clear that there is a strong motivation to develop a new inspection system that is reliable and inexpensive to test ICs. Hence, the objective of this paper is to describe a system that meets these characteristics.

We develop an automatic inspection system for RF microwave communication IC chip. At first, the specifications of the automatic inspection process and its flow path will be described. The characteristics of the mechanism module including the IC transfer motion stage, actuator, sensor component and controller are being discussed. Secondly, in order to reach the exact high-speed transfer mechanism, precision positioning control, a new design device for IC automatic inspection purpose is investigated. Hence, the fashion equipment includes testing mechanism, feeding, and the orientation recognition module, etc. In particular, we explore several different module function analyses. The test and results of the system show that it is technically and economically feasible to develop a low-cost, reliable automatic inspection system for IC testing using the equipment described. Hopefully, the modern and smart IC automatic inspection system will have a dramatic impact on the IC testing related fields.

## II. OVERVIEW OF THE SYSTEM ARCHITECTURE

This main objective of this section is to describe the architecture for IC automatic inspection system that is proposed in this research. The methodology involves the use of the mechanism module concept to analyze the function for each module. First of all, the IC automatic inspection task planning will be investigated. Therefore, the mechanism modules and function partitions of the equipment are developed under the task planning, which is defined by the designer. Consequently, the complete device for the automatic inspection system will be integrated from these modules and function partitions.

The automatic inspection system setup is illustrated in Fig. 1. It consists of the following components: parts feeder, linear vibrator, contact probe recognition system, stepping motor, testing bed, and an HP network analyzer. Furthermore, the flow chart explains the process of this automatic inspection system as shown in Fig. 2.

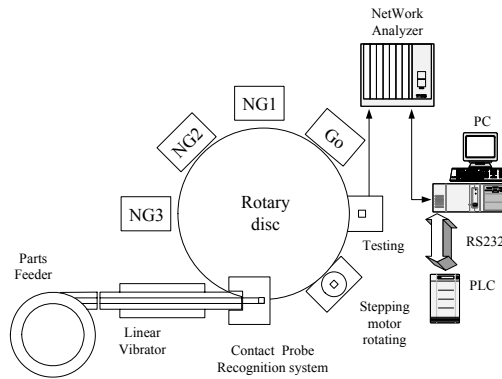


Fig. 1 Conceptual model of IC automatic inspection system

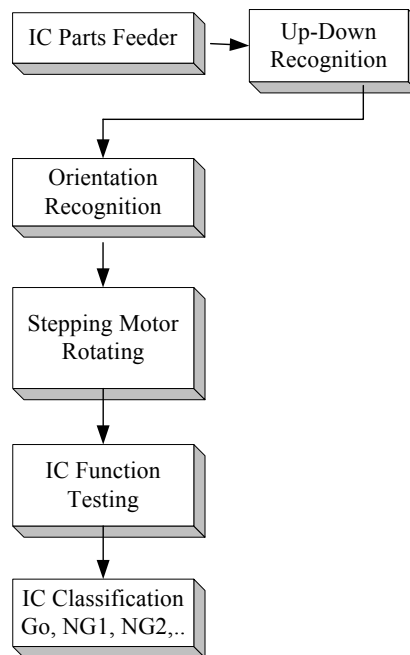


Fig. 2 Flow chart of the IC inspection procedure

## III. DESIGN AND ANALYSIS OF MECHANISM

**MODULE**

phase is shown in the following:

The use of precision positioning technology has become an efficient solution to meeting quality requirements while maintaining acceptable cost levels in the inspection process. However, to make the inspection products practical and cost effective, the analysis of the mechanism module is required. The following sections of this paper illustrate several transfer mechanism module motion analyses of the proposed IC automatic inspection system.

**3.1 Roller-gear Cam Mechanism Module**

Precise positioning systems with high resolution, high speed and long stroke are becoming more important in industrial applications such as semiconductors and ultra-precision machining. There are many types of actuators used in high precision positioning instruments, but it is difficult to find one to satisfy all the requirements. The precision inspection apparatus is highly dependent upon the positioning accuracy of the IC transfer stage. Roller-gear cam mechanism is the most popular driving mechanism in the high-precision positioning stages. Hence, the roller-gear mechanism has been chosen for the proposed mechanism shown in this project.

The basic motion of the roller-gear cam mechanism is applied by the modified sinusoidal curve (MS). This curve is combined with sinusoidal curves of two different periods. It consists of three phases as shown in the Fig. 3.

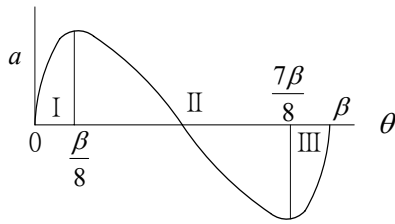


Fig. 3 Modified sinusoidal curve

In addition, the motion of the equation for each

**Phase I:** if  $0 \leq \theta \leq \frac{\beta}{8}$ ,

$$s(\theta) = \frac{h}{\pi + 4} \left[ \pi \frac{\theta}{\beta} - \frac{1}{4} \sin(4\pi \frac{\theta}{\beta}) \right], \quad (1)$$

$$v(\theta) = \frac{\pi h}{\pi + 4} \left( \frac{\pi}{\beta} \right) \left[ 1 - \cos(4\pi \frac{\theta}{\beta}) \right], \quad (2)$$

$$a(\theta) = \frac{4\pi^2 h}{\pi + 4} \left( \frac{\pi}{\beta} \right)^2 \sin(4\pi \frac{\theta}{\beta}). \quad (3)$$

where  $s$ ,  $v$ , and  $a$  represent the position, velocity, and acceleration, respectively.

**Phase II:** if  $\frac{\beta}{8} \leq \theta \leq \frac{7\beta}{8}$ ,

$$s(\theta) = \frac{h}{\pi + 4} \left[ 2 + \pi \frac{\theta}{\beta} - \frac{9}{4} \sin\left(\frac{\pi}{3} + \frac{4\pi}{3} \frac{\theta}{\beta}\right) \right], \quad (4)$$

$$v(\theta) = \frac{\pi h}{\pi + 4} \left( \frac{\pi}{\beta} \right) \left[ 1 - 3 \cos\left(\frac{\pi}{3} + \frac{4\pi}{3} \frac{\theta}{\beta}\right) \right], \quad (5)$$

$$a(\theta) = \frac{4\pi^2 h}{\pi + 4} \left( \frac{\pi}{\beta} \right)^2 \sin\left(\frac{\pi}{3} + \frac{4\pi}{3} \frac{\theta}{\beta}\right). \quad (6)$$

**Phase III:** if  $\frac{7\beta}{8} \leq \theta \leq \beta$ ,

$$s(\theta) = \frac{h}{\pi + 4} \left[ 4 + \pi \frac{\theta}{\beta} - \frac{1}{4} \sin(4\pi \frac{\theta}{\beta}) \right], \quad (7)$$

$$v(\theta) = \frac{\pi h}{\pi + 4} \left( \frac{\pi}{\beta} \right) \left[ 1 - \cos(4\pi \frac{\theta}{\beta}) \right], \quad (8)$$

$$a(\theta) = \frac{4\pi^2 h}{\pi + 4} \left( \frac{\pi}{\beta} \right)^2 \sin(4\pi \frac{\theta}{\beta}). \quad (9)$$

As a result, the roller-gear cam mechanism can be defined as a compound mechanism from the motion analysis Fig. 1 to Fig. 3 as shown in the above. It combines with the periodic motion and up-down motion of the cam mechanism. Moreover, a DC servomotor is connected to the roller-gear cam for the power input. While the input torque done by the motor (150W, gear

ratio 1/25), it can complete three phase motions within a cycle time. Furthermore, the driving mechanism can adjust the motion smoothly by implementing two sets photo-sensors. These photo-sensors are located on the interrupter plate and sense at  $160^\circ$  and  $240^\circ$ , respectively. The detected signals can be fed to the DC servomotor to resolve the motion type, upward or downward. Figure 4 displays the timing chart for the roller-gear cam mechanism module and Fig. 5 shows the schematic for rotary disc. Moreover, the driving mechanism for the roller-gear cam is shown in the Fig. 6.

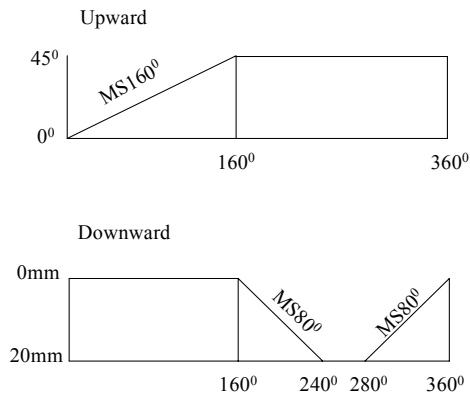


Fig. 4 Timing chart for roller-gear cam mechanism module

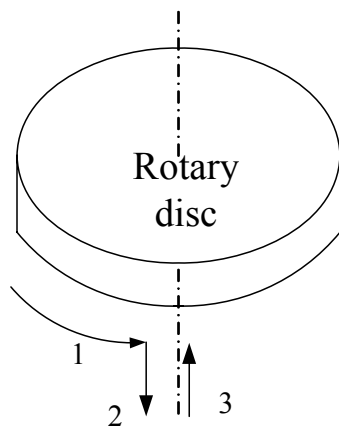


Fig. 5 Schematic for the rotary disc

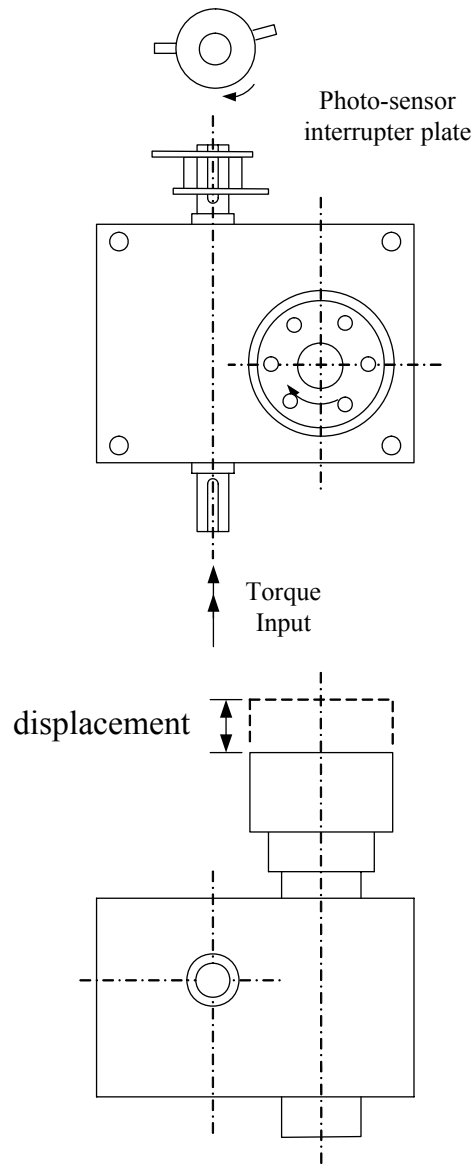


Fig. 6 The driving mechanism for the roller-gear cam

### 3.2 IC Parts-Feeder System

The linear vibrating loading device is an important apparatus for IC parts-feeder system of the inspection processing. Compared to the other loading devices, the linear vibrating loading device has many advantages such as high-speed, stability, reliability, and lower power consumption. This device installs two sets of optical reflection sensors with pneumatic nozzle for recognizing the up-down side of the IC chip. Besides, for the force driven by the vibrators, it also needs the gravity and friction due to the PU coating to impel the IC chip to the chute. In the following subsection, we will discuss the motion analysis for linear loading and curvature loading module.

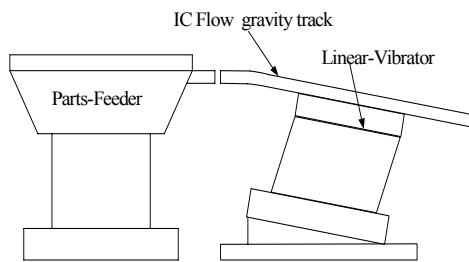


Fig. 7 Automatic parts-feeder device

### 3.2.1 Linear Loading Module

Since the IC chip is very light ( $<1g$ ), it is very difficult to let it fall down to the exact site for inspection purposes only by gravity effect. Therefore, it needs an accessory chute (or gravity track) to the loading location. In this subsection, the equation of motion for the IC chip on a linear loading module is discussed. The straight-line path of IC chip will be defined using a single coordinate axis  $X$  as in Fig. 8. Therefore, the equation of motion on the  $x$ -direction is

$$m\ddot{x} = mg \sin \theta - \mu mg \cos \theta, \quad (10)$$

where

$m$ : the mass of IC chip

$\ddot{x}$ : the acceleration of IC chip

$\mu$ : the coefficient of kinetic friction between the chute and IC chip.

$\theta$ : angle of inclination from the horizontal plane.

Moreover, by integrating equation (10), the velocity and displacement are obtained as

$$v = v_0 + g(\sin \theta - \mu \cos \theta)t, \quad (11)$$

$$S = v_0 t + \frac{1}{2} g(\sin \theta - \mu \cos \theta)t^2, \quad (12)$$

$$v^2 = v_0^2 + 2g(\sin \theta - \mu \cos \theta)S, \quad (13)$$

where  $v_0$  is the initial velocity,  $v$  indicates the instantaneous velocity, and  $S$  is the displacement during a period of  $t$ .

Hence,

$$t = \frac{-v_0 + \sqrt{v_0^2 + 2g(\sin \theta - \mu \cos \theta)S}}{g(\sin \theta - \mu \cos \theta)} = \frac{v - v_0}{g(\sin \theta - \mu \cos \theta)} \quad (14)$$

As seen from Fig. 8, if the IC chip is desired to slip down by self-weight, it needs to satisfy the condition of  $m\ddot{x} = mg \sin \theta - \mu mg \cos \theta > 0$  or  $\theta > \lambda = \tan^{-1} \mu$ . Here,  $\lambda$  is defined as the critical angle of motion.

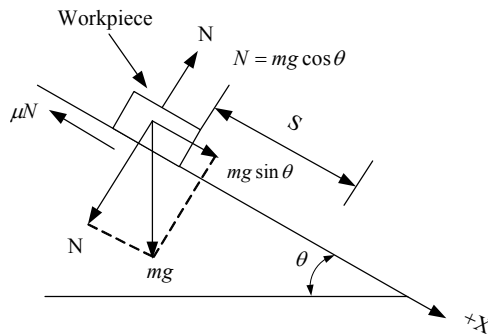


Fig. 8 Linear loading module

### 3.2.2 Curvature Loading Module

Curvilinear motion occurs when the IC moves along a curved path. Considering that the IC chip is located on a space curve as shown in Fig. 9, the equation of motion for the IC moves along the curve is

$$\mu mg \cos \theta < mg \sin \theta, \quad (15)$$

Therefore,

$$\mu < \tan \theta.$$

If the IC chip slips down along the curvature by self-weight, it needs to reach the required minimum angle  $\lambda = \tan^{-1} \mu$ .

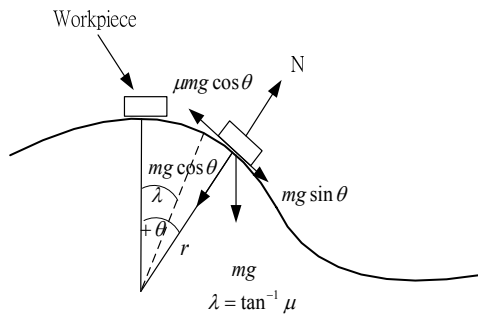


Fig. 9 Curvature Loading Module (I)

When an IC chip is constrained to travel in a circular path, there is a normal force exerted on the workpiece by the constraint in order to change the direction of its velocity. Since this force is always directed toward the center of the path, it is often referred to as centripetal force. If the centripetal force is smaller than the constraint force due to gravity, the IC workpiece will be deorbited from the circular path.

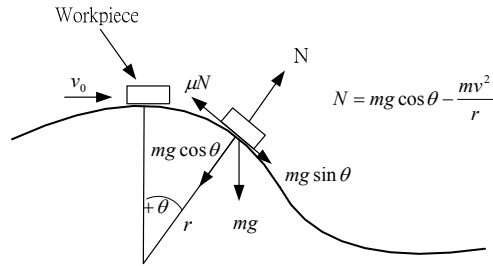


Fig. 10 Curvature Loading Module (II)

The free-body diagram for an IC workpiece, when it is located at the general position  $\theta$ , is shown in Fig. 10. When an IC chip moves over a curved path, which is known, the equation of motion for the IC workpiece may be written in the tangential and normal force forms. Thus, we have

$$\sum F_t = mr\ddot{\theta} = mg \sin \theta - \mu N. \quad (16)$$

$$\sum F_n = \frac{mv^2}{r} = mg \cos \theta - N. \quad (17)$$

Here  $\sum F_t$  and  $\sum F_n$  represent the sum of all the force components acting on the workpiece in the tangent and normal directions, respectively, as in Fig. 10.

Eliminating  $N$  and  $m$  from Eqns. (16) and (17), we obtain

$$r\ddot{\theta} - \mu \frac{v^2}{r} = g(\sin \theta - \mu \cos \theta), \quad (18)$$

$$\text{where } r\ddot{\theta} = \frac{dv}{dt} = \frac{d\theta}{dt} \cdot \frac{dv}{d\theta} = \frac{v}{r} \cdot \frac{1}{2v} \cdot \frac{d^2v}{d\theta^2}.$$

Therefore Eq. (18) can be rewritten as

$$\frac{d^2v}{d\theta^2} - 2\mu v^2 = 2gr(\sin \theta - \mu \cos \theta). \quad (19)$$

The initial conditions for such a motion are given as  $\theta = 0$  and  $v = v_0$ . Hence, the differential equation can be solved as

$$v^2 = v_0^2 e^{2\mu\theta} + 2gr \left( \frac{(1-2\mu^2)(e^{2\mu\theta} - \cos\theta) - 3\mu \sin\theta}{1+4\mu^2} \right)$$

At the instant  $\theta = \theta_{\max}$ , the workpiece leaves the surface of the ramp so that  $N=0$ . Substituting Eq. (20) into Eq. (11) with  $N=0$  and solving for  $\cos\theta_{\max}$  yields

$$\cos\theta_{\max} = \frac{v_0^2 e^{2\mu\theta}}{gr} + 2 \left( \frac{(1-2\mu^2)(e^{2\mu\theta} - \cos\theta) - 3\mu \sin\theta}{1+4\mu^2} \right)$$

When  $\theta = 0$ , if  $v_0$  is very large or the curve of radius  $r$  is very small, there exists a condition  $\frac{v_0^2}{gr} > 1$ , it cause the Eq. (21) do not have any solution. This will result in the IC chip to slip off the surface of the chute. Therefore, to avoid the IC chip to slip off the surface of the chute, the following condition

$$\frac{v_0^2}{r} > g,$$

should be satisfied for the loading procedure while in the design step.

### 3.3 Vacuum Pick and Place Unit

The vacuum pick-place unit consists of a vacuum disc and vacuum generator. The compressed air passing through the vacuum generator generates a negative pressure inside the disc. The negative pressure makes the suction force from the disc to absorb the workpiece. The vacuum pick-place unit is widely applied in micro-fabrication especially in the semiconductor industry. In the following section, we will introduce the vacuum pick-place unit to apply in the proposed automatic inspection system for IC testing work.

#### A. Pick and Place of IC Chip on Vertical Motion

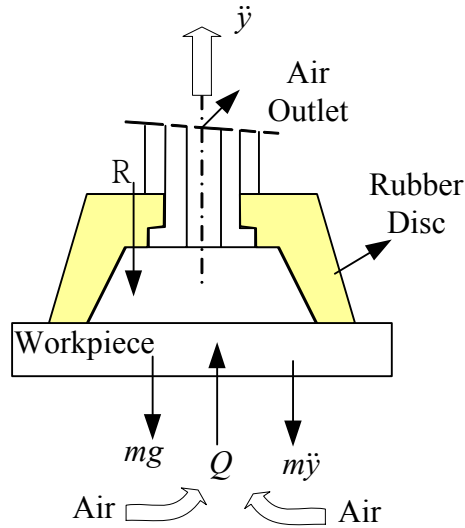


Fig. 11 Pick and place of IC chip on vertical motion (y-axis)

The vacuum disc executes a vertical motion to pick and place the IC chip as shown in Fig. 11. The equations of motion are

$$R = Q - m\ddot{y} - mg \geq 0,$$

$$Q > W \left( \frac{\ddot{y}}{g} + 1 \right).$$

where  $R$  is the resultant force,  $Q$  is the air inlet flow, and  $W=mg$ .

#### B. Pick and Place of IC Chip on Horizontal Motion

The vacuum disc executes a horizontal motion to pick and place the IC chip as shown in Fig. 12. The equations of motion are

$$\mu R - m\ddot{x} \geq 0,$$

$$R = Q - mg,$$

Substituting (26) into (25), we obtain



$$Q > W \left( \frac{\ddot{x} + g}{\mu g} \right). \quad (27)$$

where  $W = mg$ .

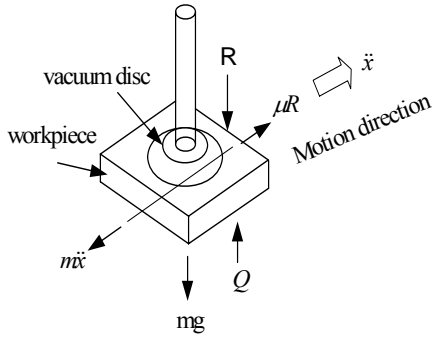


Fig. 12 Pick and place of IC chip on horizontal motion (x-axis)

### C. Pick and Place of IC Chip on Tangent Motion

The vacuum disc moves tangentially to pick and place the IC chip as shown in Fig. 13. As shown in the figure, the vacuum disc rotates about the z-axis to pick and place the IC chip. Consequently, the resultant force  $R$  on the workpiece will through the z-axis, and the gravity direction of IC chip is parallel to the resultant force. Moreover, the roller-gear cam mechanism is attached to the vacuum disc and uses its index plate to determine the angular motion. Assuming the initial condition  $\theta_0 = 0$ ,  $\dot{\theta}_0 = 0$ , and  $\ddot{\theta}_0 = \text{const}$ , and neglecting the inertia mass of the vacuum disc, the equations of motion can be written as

$$\mu R - \sqrt{(mr\dot{\theta}^2)^2 + (mr\ddot{\theta})^2} \geq 0, \quad (28)$$

$$R = Q - mg, \quad (29)$$

Substituting (29) into (28), the condition for the air inlet can be expressed as

$$Q > W \left( \frac{\sqrt{4\theta^2 + 1}}{\mu g} r\ddot{\theta} + 1 \right). \quad (30)$$

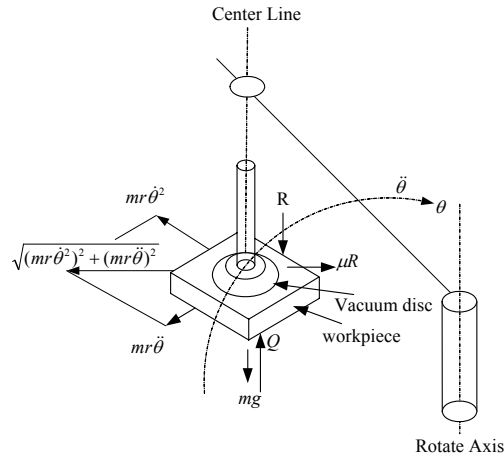


Fig. 13 Pick and place of IC chip on tangent motion

### 3.4 IC Orientation Recognition

It is very important to make sure that the IC chip can reach the precision positioning and exact orientation in the present set up. Therefore, the IC chip needs to recognize the eight ( $2 \times 4$ ) orientations before feeding to the inspection station. The recognition procedure includes two steps: up-down and quarter-orientation recognition, and it will be discussed in the following subsection.

#### A. Face Up-Down Recognition

Fundamentally, the automatic feeding device recognizes the face up-down side for the IC chip accessory by installing two sets of photo-sensors. From

Fig. 14A, we observe the IC pin will deposition or coating on the face-up side. Therefore, the photo-sensor can receive the reflection signal from the face-up side (deposition side). On the other hand, an epoxy resin is coated on the face-down side of the IC chip and there is no signal feedback from the face-down side. By the justification of the sense signal from the photo-sensors, the air nozzle will start working and blow out the face-up side IC chip. Consequently, the up-down side recognition can be drawn from these two sets of photo-sensor that uses an air nozzle to finish the recognition work.

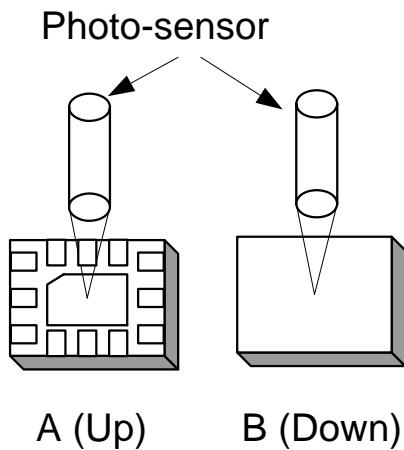


Fig. 14 Up-Down recognition diagram

B. Quarter-Orientation Recognition

The recognition task is highly dependent upon the physical characteristics each IC chip. Therefore, the IC layout plays an important role on the quarter-orientation recognition. The schematic diagram of orientation recognition is shown in Fig. 15. A contact probe is used to detect the IC chip in this recognition system. A micro IC probe, which is a small elastic electrical contact, has been developed to improve integrated circuit testing and reduce its cost. Therefore, we have developed and IC probes to solve the quarter-orientation problem. By using the contact probe to detect the IC chip, the original orientation is set up as 0°. Prior to the next orientation

recognition procedure, it is necessary to finish the quarter-orientation recognition from the coding (1000) to (0001). Table 1 displays the relationship between the coding and orientation.

Table 1. The coding and orientation

Coding	1000	0100	0010	0001
orientation	0°	90°	180°	-90°

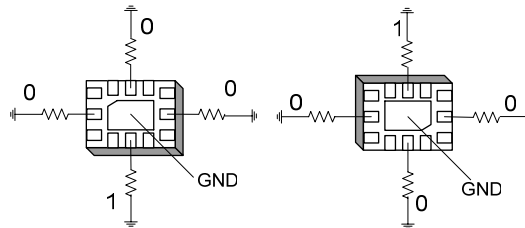


Fig. 15 A

Fig. 15 B

Fig. 15 IC Orientation recognition

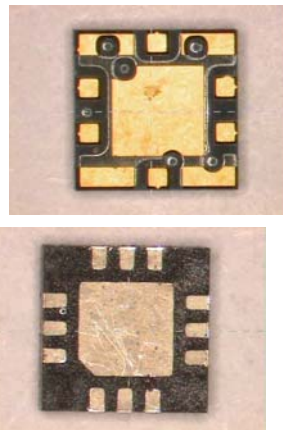


Fig. 16 IC photograph

The contact probe plays an important role on orientation recognition system. The micro scale contact probe is using  $\psi 0.2\text{mm}$  ball-type needle head to directly detect the IC chip. The contact probe hole is attached to the recognition test bed module as shown in Fig. 17. The

IC recognition test bed module is made from multilayer FR4 plate. The bonding of these multilayer FR4 plate is by setting up the pin to the fixed hole.

Having finished the recognition step, it will be automatically generating code number and manipulating the rotating mechanism by a programmable logic controller (PLC). The rotating mechanism adjusts the zero point by implementing photo-sensors. It needs to readjust zero point for every rotating cycle.

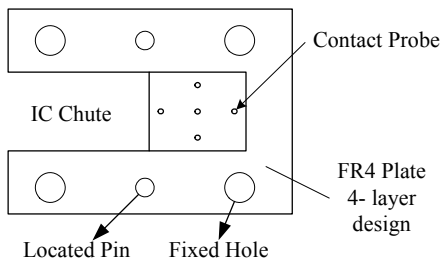


Fig. 17 IC recognition test bed module

### 3.5 IC Testing Mechanism Module

For the proposed inspection system in this project, the IC testing mechanism module consists of a micro-calibration tool, testing circuit board, FR4 plate, and insulation base, as shown in Fig. 18. It is necessary to adjust the position of the test bed module by using a micro-calibration tool before running the automatic inspection system. The main goal for adjustment of the test bed is to let the IC be precisely transferred to the fixed hole of the FR4 plate. The dimension of the fixed hole is the IC outer edge plus 0.03mm. Therefore, the accuracy of the positioning must control within  $\pm 0.01\text{mm}$ . Having finished the IC positioning, the pneumatic cylinder is collocated with the regulator for testing the module pressure. The datasheet of the pressure and diameter of the pneumatic cylinder are required to decide during the experiment.

Moreover, there are various materials available for IC workpiece. In this research, two kinds of the materials are used. One is made from the conducting rubber with matrix circuit inside. The other is a specialized type; it

follows the IC's pin layout design and combines the diamond crystal and rubber material. The material of this specialized type is a gilded metal on the triangular pyramid typed diamond crystal, and let it owns the conductor and strength characteristics. The latter type of the IC workpiece is more expensive than the former. However, the latter type shows longer life, easier to combine with the testing circuit board, and more adaptive for various IC specifications.

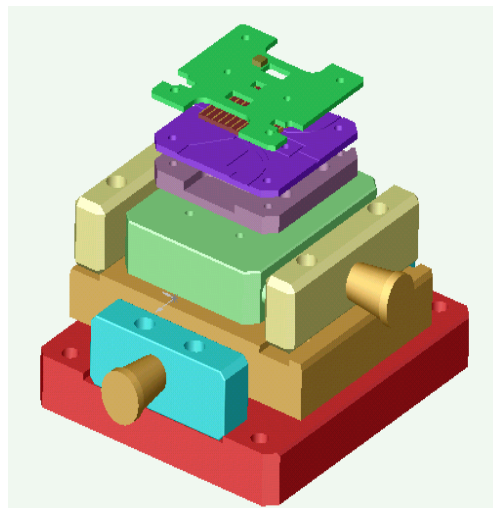


Fig. 18 Micro-calibration base module

## VI. RESULTS AND DISCUSSIONS

In order to reach the exact high-speed transfer mechanism and to precisely control the position, new equipment for automatic IC inspection has been investigated. Table 2 displays the machinery testing data of the automatic inspection system. Moreover, figures 19 and 20 display the automatic IC inspection apparatus, which is developed by the research group at Ching Yun University. However, the system still has some problems that need to be solved.

1. It is very difficult to control the stability of the IC chip on the loading direction due to its lightweight. Moreover, the IC recognition system is

highly dependent upon the quality and specification of the photo-sensor. Furthermore, the color coating of the IC layout, IC feeding rate, the size of the photo-sensor, and signal transmission speed are the most important parameters effective by the photo-sensor. For example, the problem of the distance between size of the emitter light and pitch of IC's pin layout are result in random error. Therefore, a better solution to resolve the random error is by installing two sets of photo-sensors on the recognition system.

2. The main drawback of the IC orientation recognition engineering in this project is the difficulty to fabricate the probe base. Since the diameter of the milling tool is too small ( $< \phi 0.2\text{mm}$ ) and feeding rate is slow, it needs highly accurate of the milling tools for assembling the probe base. Therefore, the clamp design owned high precision fixed hole is strongly desired. To overcome the tooling accuracy problem, the clamp prototype owned precision positioning pin is proposed and finished in our lab. Furthermore, the forthcoming work will be focused on the rapid recognition probe module and on the rapid recognition chip control module.

3. For the automatic inspection system, the mechanism motion cycle is 3.5 seconds. Moreover, the normal cycle time for machine start running and instrument testing is about 2.5 seconds. At the preliminary prototype of this research, it needs a total of 6 seconds for one cycle time of an RF IC chip.

4. The workpiece size of the IC chip is  $5 \times 5 \times 1.5\text{ mm}$ . Owing to the lightweight of the IC chip, it is easy to make a positioning error during the high-speed transfer motion. Fortunately, the positioning error can be controlled within  $\pm 0.01\text{mm}$  in the new design device. However, the positioning error is smaller than the space length of the IC pin and satisfies the basic precision positioning requirement.

Test pressure	3kgf/cm <sup>2</sup>
Test cylinder bore side	$\psi 25\text{mm}$
Position error	$\pm 0.01\text{mm}$
Angular error	5°
Resolution	0.01mm
Flatness for IC test base	0.005mm
Recognition ability for IC pin's pitch	0.2mm

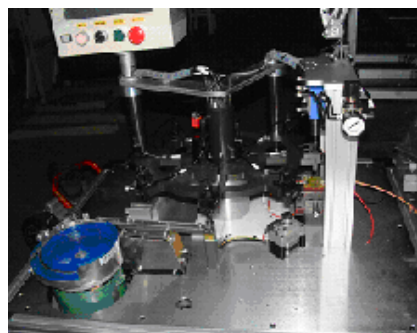


Fig. 19 Automatic IC inspection apparatus (I)

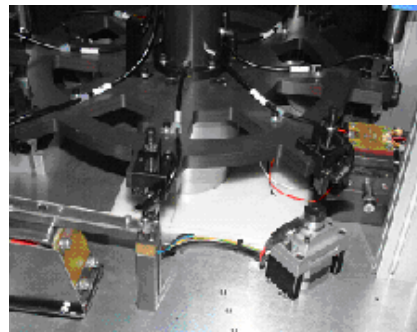


Fig. 20 Automatic IC inspection apparatus (II)

## VII. CONCLUSIONS

Table 2 Machinery testing data of the automatic inspection system

In order to reach the exact high-speed transfer mechanism, and precision positioning control, a new apparatus for IC automatic inspection purpose has been investigated. Hence, the fashion equipment includes testing mechanism, feeding, and the orientation recognition module. A complete inspection system is installed in the Sensor and Control Laboratory at the Department of Mechanical Engineering at Ching Yun University.

In particular, we explore several different module function analyses. The test results of the experiment show that it is technically and economically feasible to develop a low-cost, reliable automatic inspection system for IC testing using the equipment described in this paper.

#### Acknowledgements

The authors would like to thank the National Science Council of the Republic of China, Taiwan for financially supporting this research under Contract No. NSC 91-2622-E-231-018-CC3

#### REFERENCES

1. L. Ali, R. Sidek, I. Aris, B. S. Suparjo, M. A. M. Ali, "Challenges and directions for testing IC," *Integration the VLSI Journal* 37 (2004) 17-28.
2. J. Altet, J.M. Rampnoux, J.C. Batsale, S. Dilhaire, A. Rubio, W. Claeys, and S. Dilhaire, "Applications of temperature phase measurements to IC testing," *Microelectronics reliability* 44 (2004) 95-103.
3. H.G. Feng, K. Gong, and A.Z. Wang, "A novel on-chip electrostatic discharge protection design for RF ICs," *Microelectronics Journal* 32 (2001) 189-195.
4. S. Kawaji, F. Ozaki, R. Higashi, T. Taguchi, N. Yamalawa, J. Shimamura, and M. Arao, "Flexible Inserter for IC Testing based on Force Control", *Proceedings of the 4<sup>th</sup> IEEE International Symposium on Assembly and Task Planning*, Fukuoka, Japan. May 28-29, (2001) 476-481.
5. W.-Q. Hua, L.-Z. Li, Z.-J. Zhong, "The New Equipment for IC Testing," *IEEE* 1998 532-535.
6. V. Székely, "Enhancing reliability with thermal transient testing," *Microelectronics Reliability* 42 (2002) 629-640.
7. G. Sargsian, K. Hempel, B. Altmann, and H. Bergner, "On-wafer testing of ICs using free-running optoelectronic sampling and capacitive coupling," *Microelectronic Engineering* 34 (1997) 187-194.
8. S. Mekid, "High precision linear slide. Part I :design and construction," *International Journal of Machine Tools & Manufacture* 40 (2000) 1039–1050.
9. S. Mekid, O. Olejniczak, "High precision linear slide. Part II : control and measurements," *International Journal of Machine Tools & Manufacture* 40 (2000) 1051–1064.
10. B. A. Awabdy, W.-C. Shih, and D. M. Auslander, "Nanometer Positioning of a Linear Motion Stage Under Static Loads," *IEEE/ASME Transactions On Mechatronics*.3(2) (1998) 113-119.
11. J.S. Chen, I.C. Dwang "A ballscrew drive mechanism with piezo-electric nut for preload and motion control" *International Journal of Machine Tools & Manufacture* 40 (2000) 513-526.
12. E.-C. Park, H. Lim, C.-H. Choi, "Position Control of X-Y Table at Velocity Reversal Using Presliding Friction Characteristics," *IEEE Transactions on Control Systems Technology* 11(1) (2003) 24-31.
13. P. I. Ro, W. Shim, S. Jeong, "Robust friction compensation for submicrometer positioning and tracking for a ball-screw-driven slide system" *Precision Engineering* 24 (2000) 160-173.
14. M.-C. Shih and C.-S. Lu, "Fuzzy Sliding Mode Position Control of A Ball Screw Driven By Pneumatic Servomotor," *Mechatronics* 5( 4) (1995) 421-431.
15. M. Weck, P. Krüger, and C. Brecher, "Limits for controller settings with electric linear direct drives," *International Journal of Machine Tools & Manufacture* 41(2001) 65-88.

## 土石流模擬與研究 Modeling and Study on the Debris Flow

郭來松 曾凱琦 江佳如

清雲科技大學 土木工程系

[lskuo@cyu.edu.tw](mailto:lskuo@cyu.edu.tw)

### 摘要

台灣地區近年來土石流災害頻傳，造成人員及財產的嚴重損失，為探討相關土石流特性的認知與預防，本研究結合流體力學、土壤力學、大地工程等學理，設計及建置土石流試驗模型。分別以砂土、漢白石及砂土與漢白石混合成滲透性不同的試樣作為土石材料，調整不同坡度與降雨量探討土石流的特性。

研究結果發現下列結果：

- (1) 坡度和降雨量為土石流發生的重要因素，若坡度愈大或降雨量愈大則發生土石流的機率愈高。
- (2) 在相同坡度與降雨量條件下，若土石材料之滲透性係數愈大則土石流發生的現象有延遲作用，尤其在高滲透性係數與低降雨量的條件下，此延遲現象愈加顯著。

**關鍵詞：**土石流、模型、滲透性

## **Abstract**

The disasters of debris flow were often happened in Taiwan recently. The damage of personnel and property were very serious. The model of debris flow was set for study. The effects of combination with sand and stone, slope and rainfall were investigated.

It could be concluded from this research that:

- (1) The slope and rainfall are important factors influencing the probability of debris flow. Larger slope and larger rainfall would produce more probability of debris flow.
- (2) An increase of permeability of soil leads to delay happen the debris flow. The situation of delay becomes significant in the cases of condition under both higher permeability and less rainfall.

**Key Words** : debris flow, model, permeability

## 一、前言

台灣位處歐亞板塊、菲律賓板塊及太平洋板塊交界處，地震頻仍。地質屬於新生代，因此，地表的地質多破碎，地形起伏變化又大，僅 20% 為平原，其餘為丘陵或高山，河流自高山上游到下游出海口距離甚短，形成水流湍急。台灣之年平均降雨量（2500 公厘），約為全球年平均降雨量的四倍，且降雨量集中在夏、秋兩季，尤其是颱風來襲時，瞬間降雨量可高達 500 公厘。因為上述地質及水文特殊條件，致使台灣土石流發生的機率相當高，豪雨期間所發生的土石流災害更不可計數。為此本研究依據土石流三多的特性（水多、土石多及坡陡），建置土石流模擬裝置，並以不同的供水量、坡度及土石材料進行土石流試驗，探討這些因素對土石流之影響。

## 二、文獻回顧

國內外發生土石流的實例非常多，亦有多位學者加以研究，其中發現土石流發生的原因大致相似，但影響因子有相當的差異，茲就這些研究略述如下：

### 2.1 何謂土石流

山坡地的災害依其破壞型式大致可歸納為墜落、傾倒、滑動、側滑、流動或由上述兩種以上之組合方式產生破壞〔1〕。

我國水土保持手冊〔2〕明確定義土石流為泥、砂、礫石及巨石等物質與水之混合物，受重力作用後，所產生的流動體。這流動體因其巨大的衝擊力而造成災害、稱為土石流災害。

### 2.2 土石流特性

近年來國內外發生土石流的災害頻傳，啟發諸多學者作進一步的研究與探討。由於土石流發生的原因複雜，何明憲〔3〕曾綜合許多學者的研究結果〔4、5、6、7、8、9、10、11、12〕，整理出土石流的特性說明如下：

1、土石流為濕流的一種，具有高度之集合搬運型態，

不同於一般河床沖刷及表土沖蝕之個別搬運。

- 2、一般土石流流動過程包括發生區、流動區與堆積區。發生區通常為溝谷堆積地質材料的主要來源地區，主要是由於溝谷兩側邊坡或源頭不穩定而產生崩塌。流動區指上游崩塌之地質材料與水混合後形成流體，在運動過程中流體材料向兩側之谷底產生掏刷作用，使部分谷壁產生崩塌，導致溪谷中留下鉅齒或 V 型的痕跡。堆積區為土石流流體因為坡度變緩、流路變寬而產生堆積現象，堆積區通常成扇形。
- 3、土石流含有高比例的粗質碎屑，且粒徑分佈十分廣泛，常發生於陡坡上。發生區的河床坡度大約在  $15^{\circ}\sim 30^{\circ}$ ，流動區坡度大約  $6^{\circ}\sim 15^{\circ}$ ，而堆積區坡度則以  $3^{\circ}\sim 6^{\circ}$  最多，經常於豪雨或突然解凍時發生，尤其是在缺乏植物保護的坡地。
- 4、含水量高，流速約在 3m/sec~20m/sec 之間，常沿溪谷沖下並留下鉅齒或 V 形沖刷痕跡，同時土石流表面之流速明顯的高於其平均流速，這顯示土石流具有表面快而底面慢的速度分佈特性。
- 5、流動時較大的顆粒集中在前端流動成波動狀，甚具衝擊力與直進性，且波之週期不一定。
- 6、土石流一旦開始移動，溪谷的水挾帶高濃度的土石向下運送，沿途所有大小物體或樹木均被捲入，甚至連直徑大至數公尺的礫石也隨之移動，有時一些粗大的礫石會在流路中堆積成天然土壩而阻斷流路，但是土石流後續部份則因慣性而產生堆高，並因壓力之加大而迫使前端再次流動，也就是說土石流具有間歇運動的特徵。
- 7、當溪床坡度變緩且土石含量逐漸變少時，土石流則可能停止流動而開始堆積，停止時保持流下時之型態，後續則為含水量較多的土砂流，且往往越過前端部並繼續向下流動造成更大的災害。
- 8、土石流堆積部的粒徑分佈情形，前端之粒徑較為粗大，而中央及尾部的粒徑較小。

### 2.3 影響土石流的因子

研究學者分別針對影響土石流的因子提出見解與探討，各有不同，但也有其通性，茲整理如表 1 所示：



綜合上述影響土石流的因子，可以歸納為發生土石流的基本條件為足夠多的鬆散土石、足夠的水及坡度夠陡。

#### (1) 足夠多的鬆散土石

土石流的發生首要條件為豐富的流動材料—土石，尤其是愈鬆散的土石愈容易發生移動，甚至在流動的過程中沖刷與侵蝕流動路徑中的土石。其發生原因可分為天然與人為兩大類，其中地質構造破碎褶皺發達或因地震形成稱之為天然形成。山坡地不當的開發、水土保持不完善或棄土堆積則屬於人為因素所形成的鬆散土石。

#### (2) 足夠的水

邊坡或溪流中的土石若無外力作用，通常是處於平衡穩定的狀態，如果土石中增加水流量(包括地表及地下逕流)將使得土石的剪力強度下降，並增加下滑外力，當土石中有足夠的水，土石失去平衡而下滑，造成土石流動。

在自然狀態下，豪雨、解凍、地下水是主要的水份來源，或者因為人為不當開發，改變原先自然平衡的水文條件，提供土石流動所需要水源。因此，影響因子可能包括集水區面積、形狀、降雨量、土石含水量及水土保持狀況等。

#### (3) 坡度夠陡

邊坡或溪流中造成土石流向下移動的作用力包括外力及土石自重，其中地震、水流屬於外力，滑動區塊上土石自身動量在坡面上的分量亦會驅使土石流動，而此驅動力隨著坡度的增加而增加

### 三、土石流試驗模型建置與土石流研究方法及流程

本研究針對邊坡型之土石流特性，建置試驗模型，再以不同比例之漢白石與大漢溪砂混合成不同滲透性係數之土石材料，應用土石流試驗模型進行不同邊坡角度及不同滲流量條件之土石流試驗，探討土石流之相關影響因子，說明如後。

#### 3.1 土石流試驗模型建置

以 60cm 寬\*150cm 長之鐵板製成流槽模擬邊坡，

並用鋼索懸吊之，由鉸盤控制邊坡與水平面之角度(15 度~40 度)。供水管進入支承架上方之儲水槽再以定水頭方式，經溢流槽提供均勻分佈的邊坡流水。水量大小由儲槽進入溢流槽間的閥門控制(79cm<sup>3</sup>/s、187cm<sup>3</sup>/s、256cm<sup>3</sup>/s)。為方便試驗後之土石清除，於坡趾處設置 120cm\*120cm\*40cm 之回收池。其模型建置如圖 1 所示。

#### 3.2 試驗用土石材料

試驗用之土石材料分別採用砂(大漢溪砂)、石(漢白石)及砂與石之 1:0、1:1、2:1、3:1、4:1 與 0:1 體積比混合而成，共計六種不同滲透性係數之試樣。試驗時將試樣鋪陳於邊坡上約 5cm 厚，作為土石流材料。

#### 3.3 試驗方法與條件控制

試樣依序進行濕土單位重、乾土單位重、含水量及滲透性係數之基本性質量測，繼而將試樣鋪陳於邊坡上，量測試樣與邊坡之摩擦角。

其結果如表 2 所示，顯示四種試樣中滲透性係數由小至大依序為砂(k1=1.50\*10<sup>-3</sup>cm/s)、砂：石=4：1(k2=1.92\*10<sup>-3</sup>cm/s)、砂：石=3：1(k3=2.57\*10<sup>-3</sup>cm/s)、砂：石=2：1(k4=3.58\*10<sup>-3</sup>cm/s)、砂：石=1：1(k5=5.47\*10<sup>-3</sup>cm/s)及石(k6=1.02\*10<sup>-2</sup>m/s)；試樣與邊坡之摩擦角依序亦是如此，分別為砂(32<sup>0</sup>)、砂：石=2：1(34<sup>0</sup>)、砂：石=1：1(35<sup>0</sup>)及石(36<sup>0</sup>)

邊坡與水平面之角度控制在 20 度、25 度及 30 度為主，供水流速分為三級，分別為 0.94cm/s、3.87cm/s 與 5.07cm/s。

為便於觀察及記錄土石流現象，在鋪陳於邊坡上之試樣上方，橫斷面每隔 10cm，縱斷面每隔 20cm 之節點處各別置放高爾夫球。於供給水流時開始計時，待節點上之高爾夫球向下移動時各別記錄移動之節點數目所需之時間，直至試樣大半移動為止。

### 四、試驗結果與分析

砂土置於不同角度的邊坡上(20 度、25 度、30 度)，分別注入不同流速的水( $V_1=0.94\text{cm/s}$ 、 $V_2=3.87\text{cm/s}$ 、 $V_3=5.07\text{cm/s}$ )觀察並記錄試樣上移動節點的數目與時間，並繪製成曲線圖，如圖 2 所示，為  $k_1=1.50 \times 10^{-3}\text{cm/s}$  之土石置於 30 度邊坡上每一節點移動之累積時間關係圖。

由試驗之移動節點數與時間發現，土石流發生初期係以漸進方式發生，當水滲流至土石中降低土石的強度，同時增加土石下移的趨動力，移動的土石量範圍漸漸增加，當其達到四個節點(10cm\*20cm 之範圍)後，邊坡上的土石隨即快速且大量的移動，若邊坡上的試樣改為其他不同滲透性係數之土石材料( $k_2\sim k_6$ )，其趨勢皆相同，因此，為統一訂定土石流發生時機，視邊坡土石移動四個節點定義為土石流現象。此結果與郭來松等[16]之試驗結果相一致。

本試驗分別以砂(大漢溪砂)、漢白石及砂與漢白石之不同比例混合作為邊坡上之土石材料，調整角度為 20 度、25 度及 30 度之邊坡，供給流速不同的滲流水( $V_1=0.94\text{cm/s}$ 、 $V_2=3.87\text{cm/s}$ 、 $V_3=5.07\text{cm/s}$ )，觀察邊坡上之節點移動所需時間，並依前述定義土石流發生現象，擷取四個節點被移動所需時間，彙整如表 3 所示。

由表 3 發現，同一土石材料中，在同一邊坡角度時，隨著供水量的增加，土石流愈易發生，其原因為供水量愈大，土石愈快飽和，且向下移動的趨動力也愈大；比較相同土石材料，相同供水量的情形下，邊坡角度愈大，土石流愈易發生，其原因為土石流材料因自重而向下移動的趨動力與邊坡角度呈下列之關係：

$$W_d = W * \sin\theta \quad (1)$$

$W_d$ ：土石自重向下移動的趨動力

$W$ ：土石自重

$\theta$ ：邊坡與水平面之夾角

導致邊坡愈陡，愈容易發生土石流

比較表 3 中不同土石材料發生土石流所需的時

間，結果發現，在相同坡度、相同滲流條件下，土石流發生的先後順序為砂最快(最容易)，其次為砂與漢白石為 4:1、3:1、2:1、1:1 之混合土石，砂與漢白石混合比為 0:1 者最慢。

如圖 3~圖 8 所示。

若將上述不同土石材料之滲透性係數之試驗結果，以滲流速度為橫座標、土石流發生之時間為縱座標，則可得如圖 9~11 所示之曲線。比較在相同邊坡角度條件下，當土石材料之滲透性係數愈低，則土石流隨著滲透性係數之減少而愈易發生，亦即土石材料之滲透性愈高，相對地愈不易發生土石流。其原因為土石流的滲透性係數愈大，邊坡上滲流的水快速流至邊坡底部，在土石中不易累積超額孔隙水壓，導致土石移動的力量較小所致。此現象在低滲流( $v < 0.94\text{cm/s}$ )高滲透性( $k > 9.25 \times 10^{-3}\text{cm/s}$ )的情況下有更明顯的延遲。

## 五、結論

本研究結果可以獲致無限邊坡土石流發生之結論如下：影響土石流發生的條件大致可區分為邊坡、土石材料及降雨條件三部份。其中邊坡條件主要為邊坡角度，邊坡愈陡愈易發生土石流；降雨部份則可分為滲流速度( $v$ )  $\text{cm/s}$  或單位時間降雨量( $Q$ 、 $\text{cm}^3/\text{s}$ )及延時(降雨時間  $t$ )，其中，在相同條件下，滲流速度愈大，發生土石流的機率就愈高，若滲流速度固定，發生土石流所需之降雨時間隨土石材料之摩擦角增加而增加，隨著滲透性係數之減少而減少。土石材料中影響土石流的因子包括土石材料與邊坡之摩擦角及滲透性係數( $k$ )，其中摩擦角愈小愈易發生土石流，滲透性係數愈大則土石流愈不易發生；因此，若欲避免土石流發生，可以減少邊坡坡度，減少雨水滲入土石，或加速排水等措施；如果是填方工程如選擇滲透性愈大的土石材料則其發生土石流的機會愈低。

## 參考文獻

- [1] Varnes, D.J., "Slope Movement: Type and Processes. In Landslides Analysis and Control," Transp. Res. Board,

Spec. Rep. 176, pp.11-33. (1978)

[2] 中華水土保持學會，水土保持手冊，台北，(1992)。

[3] 何明憲，「台灣中部災區坡地型土石流發生特性之研究」，碩士論文，台灣大學土木工程研究所，台北

[4] Varnes, D.J., "Landslides and Engineering Practice", Highway Research Board Special Report 29, National Academy of Science, pp.36-37. (1958)

[5] Takahashi, T., "Debris flow", IAHR.

[6] Johnson, A. M.. with contribution by Rodine, J. R. (1984), "Debris flow" In: Brunsdn, D. and Prior, D. B.(Editors), Slope Instability, Wiley, London, pp257-361 (1991).

[7] Hooke, R., LeB., "Mass movement in semi-arid environments and the morphology of alluvial fans." In: Slope stability edited by Anderson, M.G. and Richards, K.S., John Wiley & Sons Ltd. pp.505-529. (1987)。

[8] Vandine, D.F., "Debris flows and debris torrents in the Southern Canadian Cordillera." Can. Geotech, J. 22, pp.44-68. (1985)。

[9] 游繁結、陳重光，「豐丘土石流災害之探討」，中華水土保持學報，第 18 卷，第 1 期，第 76-92 頁 (1987)。

[10] 張立憲，「土石流特性之探討」，中華水土保持學報，第 16 卷，第 1 期，第 135-141 頁 (1985)。

[11] 林炳森、馮賜陽、李俊明，「礫石層土石流發生特性之研究」，中華水土保持學報，第 24 卷，第 1 期，第 55-64 頁 (1993)。

[12] 蘇育瑞，「地理資訊系統應用於花蓮地區土石流危險溪流判定之研究」，碩士論文，國立台灣大學土木工程研究所 (1995)。

[13] 林森榮，「土石流發生之水文及地文條件應用於土石流預警之研究」，碩士論文，國立台灣大學農業工程學研究所。

[14] 林美聆等人，「土石流危險溪流之潛能分析」，防災國家型科技計畫研究報告，NAPHM 88-18，台

北，(2000)。

[15] 劉哲欣，「土石流潛在勢能及預警之研究」，碩士論文，國立台灣大學農業工程學研究所 (2000)。

[16] 郭來松、曾凱琦、江佳如，「土石流模型建置與土石流研究」，第十一界大地工程研討會，萬里 (2005)。

表 1 影響土石流的因子彙整表

影響因子	研究學者
1、土壤特性 2、坡向、植生 3、坡度	鄭瑞昌 江永哲 〔13〕
1、土壤粒徑分佈，塑性指數，岩層不連續面 2、自然含水量、坡向、植生 3、坡度、水平曲率	Aurer Shakoor 〔13〕
1、地質種類、殘土率、邊坡坡度 2、集水區面積、坡向、溪流長度 3、溪床平均坡度及形狀係數	林美聆 〔15〕
1、土地利用因子，土壤粒徑大於 4 號篩之重量百分比 2、集水區面積、主要河川長度比 3、溪床平均坡度	劉哲欣 〔16〕
1、地質種類，集水區平均坡度殘土率 2、集水區面積，土石流坑溝長度 3、溪床坡度，形狀係數	何明憲 〔3〕

表 2 試樣之物理性質

試樣	摩擦角	乾土單位重(g/cm <sup>3</sup> )	滲透性係數(cm/s)
砂	32°	1.29	1.499*10 <sup>-3</sup>
砂：石 (4：1)	32.5°	1.37	1.919*10 <sup>-3</sup>
砂：石 (3：1)	33°	1.39	2.571*10 <sup>-3</sup>
砂：石 (2：1)	34°	1.43	3.582*10 <sup>-3</sup>
砂：石 (1：1)	35°	1.50	5.473*10 <sup>-3</sup>
砂：石 (1：2)	35.5°	1.56	9.248*10 <sup>-3</sup>
漢白石	36°	1.70	1.020*10 <sup>-2</sup>

表 3 不同土石材料發生土石流之時間

砂 K1=1.50*10 <sup>-3</sup> cm/s
---------------------------------

坡角度 單位 時間降雨量	20°	25°	30°
V <sub>1</sub> =0.94 cm/s	t=80sec	t=50sec	t=33sec
V <sub>2</sub> =3.87 cm/s	t=23sec	t=13sec	t=9sec
V <sub>3</sub> =5.07 cm/s	t=11sec	t=9sec	t=6sec
砂：漢白石=4：1 k <sub>2</sub> =1.92*10 <sup>-3</sup> cm/s			
坡角度 單位 時間降雨量	20°	25°	30°
V <sub>1</sub> =0.94 cm/s	t=86sec	t=56sec	t=35sec
V <sub>2</sub> =3.87 cm/s	t=27sec	t=15sec	t=10sec
V <sub>3</sub> =5.07 cm/s	t=13sec	t=11sec	t=8sec
砂：漢白石=3：1 K <sub>3</sub> =2.57*10 <sup>-3</sup> cm/s			
坡角度 單位 時間降雨量	20°	25°	30°
V <sub>1</sub> =0.94 cm/s	t=90sec	t=59sec	t=36sec
V <sub>2</sub> =3.87 cm/s	t=28sec	t=18sec	t=10sec
V <sub>3</sub> =5.07 cm/s	t=15sec	t=13sec	t=8sec
砂：漢白石=2：1 K <sub>4</sub> =3.58*10 <sup>-3</sup> cm/s			
坡角度 單位 時間降雨量	20°	25°	30°
V <sub>1</sub> =0.94 cm/s	t=95sec	t=61sec	t=38sec
V <sub>2</sub> =3.87 cm/s	t=32sec	t=21sec	t=11sec
V <sub>3</sub> =5.07 cm/s	t=16sec	t=15sec	t=10sec
砂：漢白石=1：1 K <sub>5</sub> =5.47*10 <sup>-3</sup> cm/s			
坡角度 單位 時間降雨量	20°	25°	30°
V <sub>1</sub> =0.94 cm/s	t=103sec	t=63sec	t=54sec

V <sub>2</sub> =3.87 cm/s	t=34sec	t=23sec	t=14sec
V <sub>3</sub> =5.07 cm/s	t=18sec	t=16sec	t=11sec
砂：漢白石=1：2 K <sub>6</sub> =9.25*10 <sup>-3</sup> cm/s			
坡角度 單位 時間降雨量	20°	25°	30°
V <sub>1</sub> =0.94 cm/s	t=143sec	t=112sec	t=90sec
V <sub>2</sub> =3.87 cm/s	t=45sec	t=26sec	t=16sec
V <sub>3</sub> =5.07 cm/s	t=21sec	t=18sec	t=14sec

註：表中 t 之為移動四個節點所需之時間

Q 為移動四個節點所需之滲流量



圖 1 土石流試驗模型

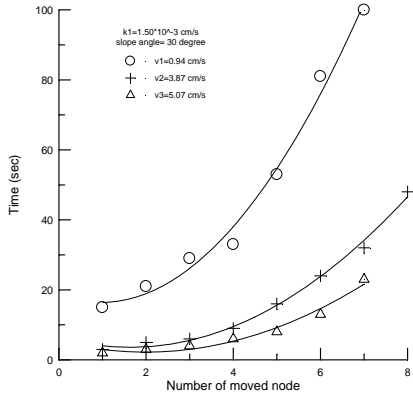


圖 2 節點移動數與滲流時間之關係

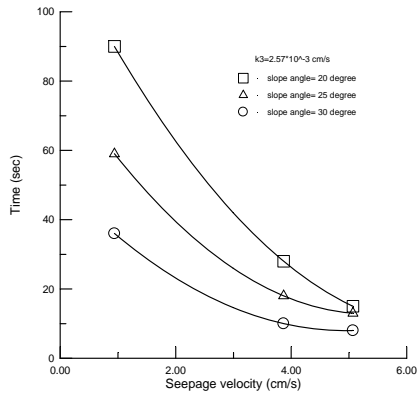


圖 5 滲流速度與發生土石流所需時間之關係(滲透性係數為  $2.57 \times 10^{-3} \text{cm/s}$ )

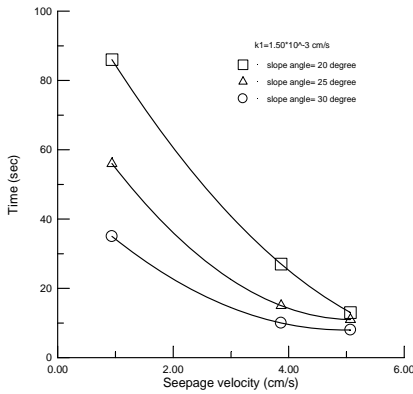


圖 3 滲流速度與發生土石流所需時間之關係(滲透性係數為  $1.50 \times 10^{-3} \text{cm/s}$ )

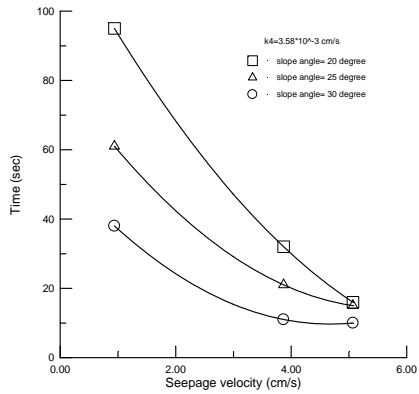


圖 6 滲流速度與發生土石流所需時間之關係(滲透性係數為  $3.58 \times 10^{-3} \text{cm/s}$ )

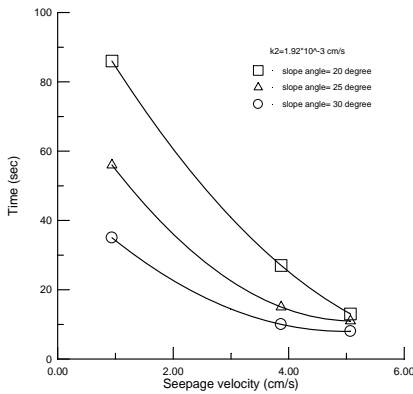


圖 4 滲流速度與發生土石流所需時間之關係(滲透性係數為  $1.92 \times 10^{-3} \text{cm/s}$ )

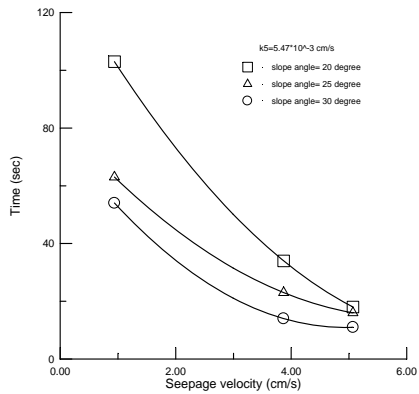


圖 7 滲流速度與發生土石流所需時間之關係(滲透性係數為  $5.47 \times 10^{-3} \text{cm/s}$ )

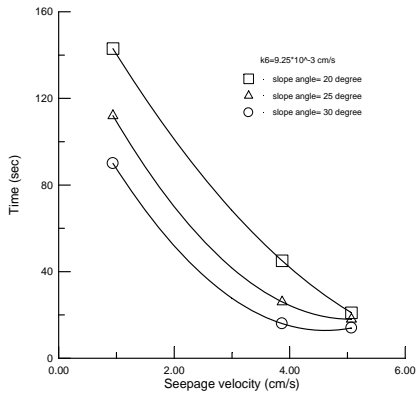


圖 8 滲流速度與發生土石流所需時間之關係(滲透性係數為  $9.25 \times 10^{-3} \text{ cm/s}$ )

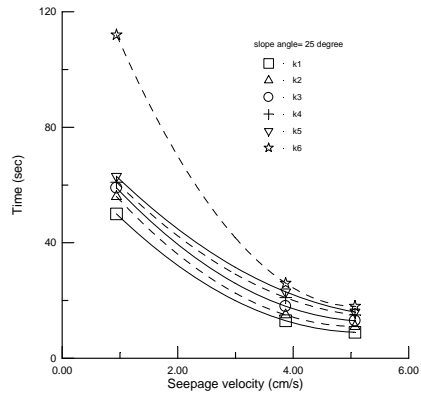


圖 10 坡度為 25 度時不同滲透性土石發生土石流之試驗結果

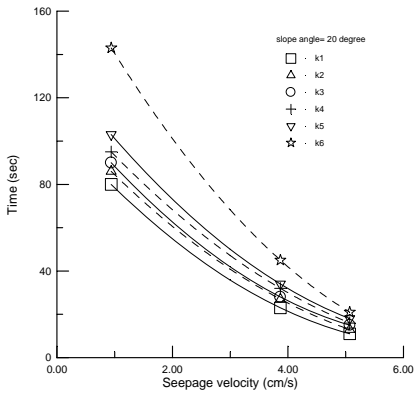


圖 9 坡度為 20 度時不同滲透性土石發生土石流之試驗結果

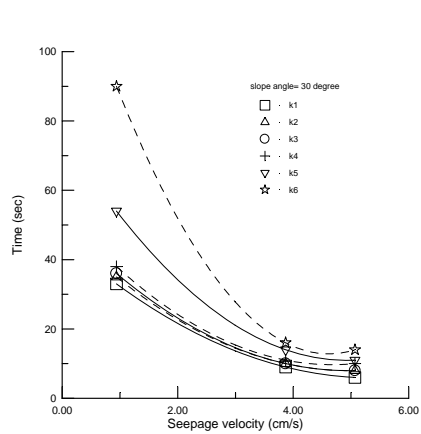


圖 11 坡度為 30 度時不同滲透性土石發生土石流之試驗結果



## 微型五軸壓電平台之機構設計與模擬

### Design and Simulation of Micro 5-Axis PZT Stage

**林高輝**

清雲科技大學 機械工程學系

[khlin@cyu.edu.tw](mailto:khlin@cyu.edu.tw)

**胡雅慧**

南亞技術學院 機械工程學系

**黃加閔 傅建榮**

清雲科技大學 機械工程學系

#### 摘要

近年來隨著精密工業的不斷發展與進步，各種精密產業技術皆朝向微小化、精密化的方向發展，機構的設計越來越精密，因此在精密機械技術中，微形尺度之微奈米精密定位技術研究已成為目前發展的趨勢。雖然光電量測技術的提昇，使得奈米等級之位置回授系統已可達成，但對於奈米級之加工技術及量測所需之微定位平台，卻仍有研究與發展之空間。因此，本研究係採用壓電致動器的方式設計一微型五軸壓電平台，以電腦輔助方式分析其運動力學，並藉由實際量測位移結果與數值模擬結果進行比對。其結果顯示利用壓電致動器所設計之多軸平台係可達到高精度之移動效能

**關鍵詞：** 壓電致動器, 微平台



## **Abstract**

In recent years, with the technology development and progress of accurate industry, the position of micro stage is essential in many of the technology of accurate measurement targeted for use in MEMS. Due to photo-electricity measurement technology promote, the nano-scale position feedback system had been achieved. But there is space of research and development to the high resolution and high repeatability of micro stage. This paper describes the design of five degree stage of piezoelectricity actuator, and kinematics analyzing and calculating with numerical simulation. Comparing the experimental and numerical results of five degree stage with displacement measuring, the correlation is high. The results show the piezoelectric actuator provides good precision in multi-free-degree stage applications.

**Key words:** Piezoelectricity actuator, Micro-stage.

## 1. 前言

近年來隨著精密工業的不斷發展與進步，各種精密產業技術皆朝向微小化、精密化的方向發展，機構的設計越來越精密。而在精密機械技術中，要如何進行微奈米級尺寸的運動與定位是很重要的。且藉由光電量測技術的提昇，目前奈米精密測長回授已可達成。而對於奈米級加工以及量測所需的微定位平台，則仍有研究的空間。尤其是在微形尺度下之微奈米精密定位技術研究。

在許多研究裡或目前使用中之精密微系統中，大數都採用粗動與微動分離的雙行程平台方法，以提高微小範圍之定位精度。其粗動部份係以馬達帶動滾珠螺桿或線性滑軌方式之平台機構運動，而微動則利用壓電元件等組合而成的微動平台。採取這方式進行精密定位時，會因兩種結構組成不同，所要考慮的控制較為不易。而且其組合之機構尺寸較大，不易微型化。

因此，直接藉由放大機構之設計，將微動平台之行程放大，使其平台能夠達到所要求的位移量為本文之研究重點，並且建立微型五軸壓電微平台之機構設計模擬與分析技術。

### 1.1 文獻回顧

在 1965 年，Paros 和 Weisbord [1]發表如何設計撓性結構，透過撓性結構的使用而得到一平滑連續的機械運動的模組。1978 年 Scire 和 Teague[2]利用壓電疊層原理結構作為致動器，設計出一個行程範圍為  $50\mu\text{m}$  的單軸微定位機構。1985 年 Mamin 等[3]利用 Bimorph 壓電陶瓷的變形，配合具有靜電吸引力的腳座，設計出單步位移 25-400nm 之二軸長行程微定位機構。1987 年 Matey 等[4]用 Biomorph 之壓電材料組成的結構體設計一 XYZ 三軸之定位機構，位移敏感度為  $0.3\mu\text{m}/\text{V}$ ，位移行程為  $120\mu\text{m}$ 。1996 年簡宏彰[5]利用有限元素法和模型解析對所設計的平台進行模擬及誤差分析，完成三自由度微定位平台的設計，最大行程大於  $18\mu\text{m}$ ，解析度可達  $0.01\mu\text{m}$ 。2000 年朱怡銘[6]以壓電為致動器設計出三自由度平台，此平台的

X 與 Y 軸最大行程為  $50\mu\text{m}$ 、Z 軸最大行程為  $20\mu\text{m}$ 、解析度為  $10\mu\text{m}$ 。2001 年蔡奇陵[7]研製出一單層六自由度微定位平台，此平台之最大行程為  $7\mu\text{m}$ 、解析度  $8\text{nm}$ ，旋轉解析度為  $0.7\mu\text{rad}$ 。2003 年簡揚昌[8]運用壓電陶瓷材料之壓電效應，作為奈米定位的精密驅動裝置。2003 年吳冬立[9]所研製之並聯式奈米級微定位平台，在電壓 100V 下具有三個軸向  $8\mu\text{m}$  的位移量與  $10\text{nm}$  的解析度，三個旋轉方向  $250\mu\text{rad}$  的旋轉量。雖然上述已有許多的微定位平台的設計，不過其外型尺寸仍太大，並不適合在小空間使用，如電子顯微鏡之量測空間，掃描探針顯微鏡之承載台等。

### 1.2 研究方法與架構

因此，本研究係採用壓電致動器設計一微型五軸壓電平台，並以電腦輔助方式進行運動學分析及實際位移量測等。其中電腦輔助設計的實體參數模型設計與有限元素之電腦輔助分析，作為機構設計之主要研究工具，以確認其剛性並減少加工組裝和系統誤差，進而完成一高精度、小型化之五自由度之微定位平台。

## 2. 壓電式微平台設計

本研究之微平台設計可分為致動器，放大機構，平行導引機構以及 XY 軸組合機構與旋轉機構等。

### 2.1 微平台致動器

本微動平台之致動器使用壓電陶瓷材料，其為一種具有機械能與電能交換性質的材料。在精密定位元件中，由於壓電致動器(PZT)具有體積小、反應快、機電轉換效率高與熱能產生較少等優點，故已廣泛的應用於精密定位機構之驅動器。

### 2.2 平行導引連桿機構

本研究之平行導引機構使用撓性結構，其優點屬於一體成型的機構，不會產生接觸面干涉或磨耗情形且動作平順有連續性與高穩定性，因此極適合應用在微小定位及動作之要求。

本設計中以割痕式撓性結構及平板式撓性結構兩者搭配來進行機構設計的工作，其型式如圖 1(a)(b) 所示。主要利用割痕式撓性機構，使得機構最薄處會產生變形的效果，而藉此達成連桿機構的動作。另外，平板式則是應用於平台的平行導引機構及回復機構設計。

本研究使用雙複合平板式撓性結構，如圖 1(c) 所示，其相對於單平板式撓性結構的優點，主要是能以較小的體積，達到較長的運動行程。

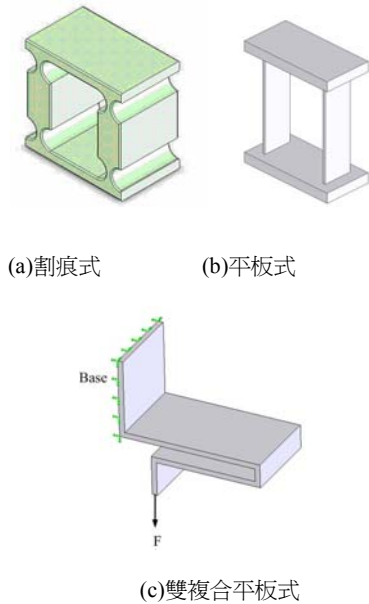


圖 1 撓性結構之基本形式

### 2.3 單軸放大機構

過去在移動平台的設計上，若要達到微量且高精度之運動，其移動行程相對會降低，若需提高其位移量，則無法達到微米或奈米級之運動情形。為克服此問題，採用對稱式的平行放大機構及撓性鉸鍊的變形等作為單軸壓電平台之設計基礎，以達到大行程精密定位之目的。當壓電致動器往兩邊伸長時，由於平行連桿的動作，會使單軸放大機構相對的往中間產生壓縮，而產生放大機構變形，其放大倍率計算：

放大機構所對應輸入輸出位移關係如圖 2 所示由畢氏定理求出  $abc$  建構出的三角形中  $X$  與  $Y$  的伸長量關係式如下：

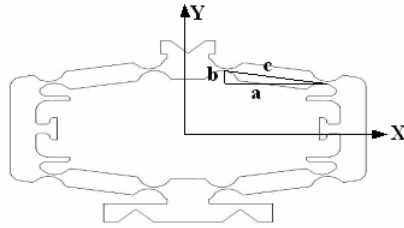


圖 2 輸入輸出位移關係

$$c^2 = a^2 + b^2$$

$$c^2 = (a + \Delta x)^2 + (b - \Delta y)^2$$

$$(b - \Delta y)^2 = c^2 - (a + \Delta x)^2$$

$$(b - \Delta y) = \sqrt{c^2 - (a + \Delta x)^2}$$

推導求得輸入軸變化量與輸出軸變化量的關係式

$$-\Delta y = \sqrt{c^2 - (a + \Delta x)^2} - b \quad (1)$$

表示輸入為  $\Delta x$ ，而輸出行程為  $\Delta y$ 。

其中  $a$ 、 $b$ 、 $c$  為三角形的三邊長，其中  $a$  與  $b$  的夾角為  $90$  度。 $\Delta x$  為  $X$  方向的位移。 $\Delta y$  為  $Y$  方向的位移。

其角度與放大倍率之關係由圖 3 倍率放大圖可得出角度越小放大倍率越大，但是受到材料應力與應變影響本機構採用角度  $10$  度放大倍率  $7.4$ 。在本設計中設定角度  $10^\circ$ ，且長度值各為  $a=9.93\text{mm}$ ， $b=1.75\text{mm}$ ， $c=10.08\text{mm}$ ，假設  $\Delta x$  為  $0.1\text{mm}$  代入(1)式，求得  $\Delta y$  為  $0.74$ ，故可得放大倍率為  $7.4$  倍

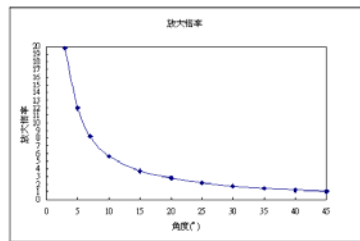


圖 3 放大倍率圖

## 2.4 XY 平移軸之微平台設計

XY 平移軸為兩個平移的單軸，其中 Y 軸是設計於 X 軸內，可說兩者間有串聯的關係，為了能減少機構尺寸大小，設計時考慮兩軸同一平面，而設計出的平台如圖 4 所示，其外型尺寸為 85mm×78mm×8mm。

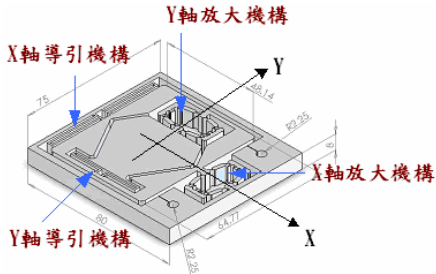


圖 4 X-Y 平台設計圖

## 2.5 Z 軸與傾斜軸微平台之設計

Z 軸的機構設計依然採用與 XY 平移軸微定位平台一樣的放大機構共三組，同時建立 Z 軸移動與二傾斜軸之動作。

其三組放大機構組裝之機構如圖 5 所示。其控制運動方式若壓電致動器施予相同電壓時，三組放大機構會同時產生位移，此時平台會整體做 Z 軸垂直位移。當三組放大機構施予不同電壓時，平台會產生角度傾斜的動作，因此可得到二傾斜軸及 Z 軸三自由度之機構。

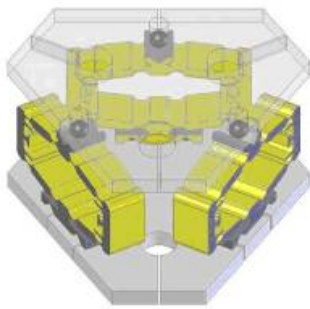


圖 5 Z 軸與傾斜微平台體機構圖

## 3. 有限元素法模擬分析

因撓性結構的變形與放大機構連桿的變形會使得壓電致動器的能量損耗，因此實際位移將會與理想的預測動作有些差距，故本研究採用有限元素法來分析機構受力變形之狀況，來確認機構設計之正確性，減低因設計錯誤所造成的虧損。

### 3.1 元素模型的建立

本研究有限元素法係使用 SolidWorks Cosmos<sup>®</sup>軟體進行分析，由於在建立元件網絡的過程中需考慮機構之尺寸大小，並給予不同之元素與節點之尺寸，當兩者所產生之個數愈多時，計算結果亦愈精準，然而相對之計算時間也愈長，故在電腦硬體許可的範圍內及計算時間的考量下，本機構模型之元素與節點個數均採用 200,000 個以內。

### 3.2 單軸放大機構模擬

為了要了解五軸平台在不同施力條件下的移動情形，首先須針對單軸機構進行模擬分析，在單軸運動模擬條件中，係設定底板為固定端，壓電致動器則設定向外為正之均勻分佈施力，其施力作用點及其位移運動情形如圖 6 所示。其網格式採用實體網格式，設定的元素尺寸為 0.4mm，元素數量為 9035 個、節點數量為 16748 個。

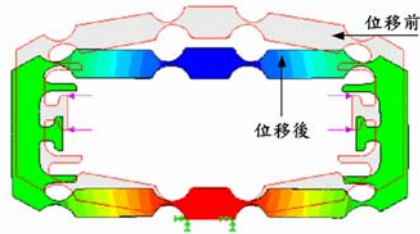


圖 6 放大機構的位移分析圖

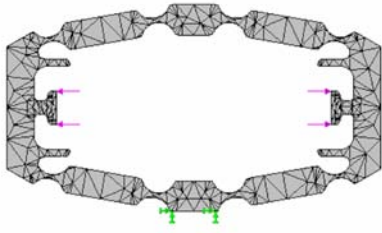


圖 7 放大機構的位移網格圖

模擬位移網格如圖 7 所示，壓電致動器之正向力為 1N 至 20N 之施力範圍，其數值模擬計算結果顯示 PZT 驅動軸位移與放大機構位移如圖 8 所示，係呈一線性比例，故可說明此機構具有良好的線性放大作用。當施力大小為 20N 時，PZT 位移量為 13 $\mu\text{m}$  其所產生之撓性放大機構變形量為 68 $\mu\text{m}$ ，由此可得其放大位移量為原本的 5.2 倍大。

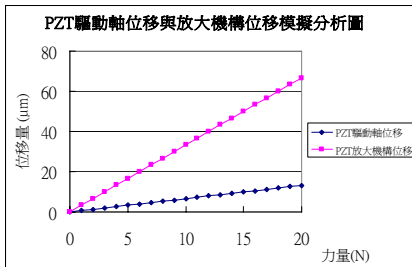


圖 8 PZT 驅動軸位移與放大機構位移模擬分析

### 3.2 XY 平移軸微平台模擬

X、Y 軸平台模型建構圖，如圖 9 所示，其網格類型採用實體網格，設定的元素尺寸為 0.4mm，元素數量為 22267 個、節點數量為 41543 個。

其數值模擬結果顯示 X 軸與 Y 軸之位移量如圖 10 所示。當施力大小為 20N 時，PZT 軸位移量為 12 $\mu\text{m}$  其所產生之 X 軸撓性變形量為 66.7 $\mu\text{m}$ ，Y 軸撓性變形量為 57 $\mu\text{m}$ ，由此可得其放大位移量為原本的 4.75 倍。

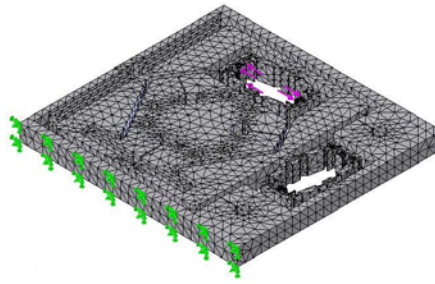


圖 9 X、Y 軸平台之模型建構圖

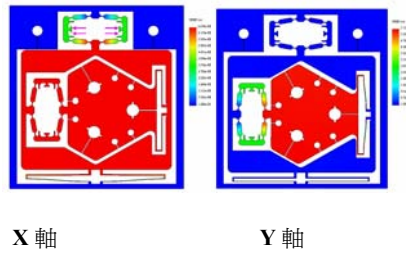


圖 10 X、Y 軸平台之模擬圖

### 3.3 Z 軸與傾斜軸微平台模擬

在進行模擬時，需要將其平台組裝起來，而其中包括三組放大機構、上板及下板。利用 COSMOS 軟體進行分析，模擬當三軸同時施力 20N，Z 軸位移量為 68 $\mu\text{m}$ ，其結果如圖 11 所示。模擬當單軸施力 20N 時另兩軸不施外力，傾斜軸的傾斜角度為 0.12°，其結果如圖 12 所示。

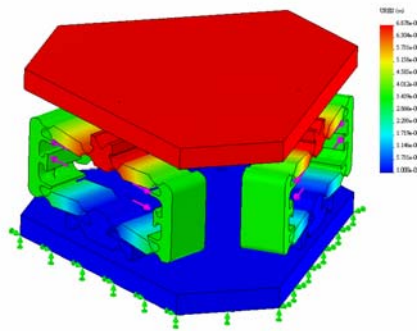


圖 11 Z 軸位移模擬圖

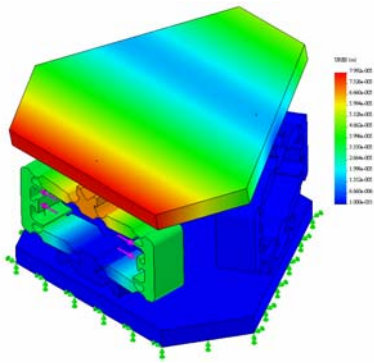


圖 12 Z 軸與傾斜軸之傾斜模擬

#### 4. 實際量測與分析

本實驗中分為兩部份進行，一為 X、Y 軸量測與分析。一為 Z 軸量測與分析，分別針對各軸作量測，並與先前所作的模擬值作比較，就兩方的結果探究是否有所誤差及機構上的特性。

在五軸壓電微平台加工完成後，將壓電致動器分別安裝於機構中，即完成一壓電式五軸微平台機構，其機構實體圖如圖 13 所示，為了驗證數值模擬結果之準確性，本研究分別測試單軸與五軸平台之位移特性，其位移量測使用精度  $0.1\mu\text{m}$  之數位式差動變壓器 (LVDT)作為量測工具。

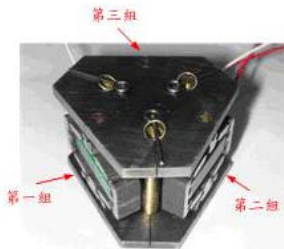


圖 13 五軸壓電微平台

##### 4.1 單軸放大機構實測

本實驗所使用之壓電陶瓷為 NEC TOKIN 之 AE0505D16，其輸入範圍為  $0\sim 100\text{V}$ ，每次間隔  $10\text{V}$  量測一次，往復量測共計三次，分別量測 PZT 的伸長量與單軸平台之輸出伸長量，量測之架構如圖 14 所

示，其結果如圖 15 所示，可得知 PZT 有遲滯之情形。若以平均值計算放大倍率，由此可見實測結果的撓性變形比例約為 5.7 倍的移動量，並可得知輸入電壓與位移關係。

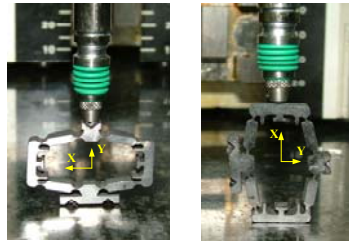


圖 14 LVDT 量測位置示意圖

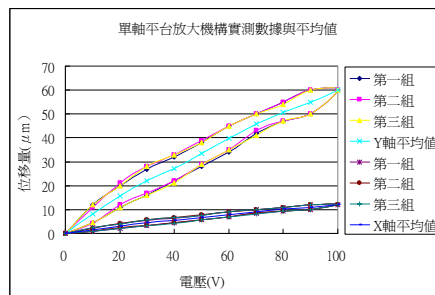


圖 15 單軸平台放大機構實測數據與平均值

##### 4.2 XY 軸平台實測

X、Y 軸平台因製作在同一平面中，在結構上會較複雜，實驗時需要分為 X 軸與 Y 軸來進行，量測如圖 16 所示。在 X 軸部份，經由量測可得到施予電壓  $100\text{V}$  時，可達位移量  $31\mu\text{m}$ ，量測如圖 17 所示。相同的，在 Y 軸部份經由量測可得施予電壓  $100\text{V}$  時，可達位移量  $17\mu\text{m}$ ，量測如圖 18 所示。

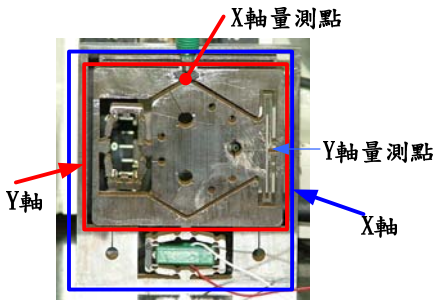


圖 16 X 軸及 Y 軸實際量測位置

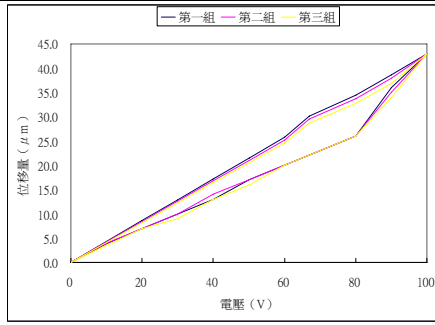


圖 19 Z 軸與傾斜軸之量測圖

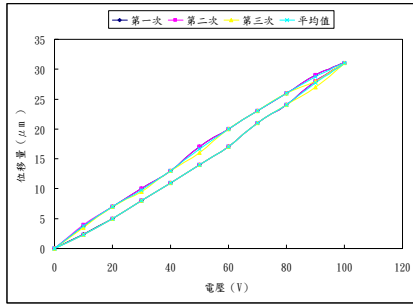


圖 17 X 軸量測數據實測圖

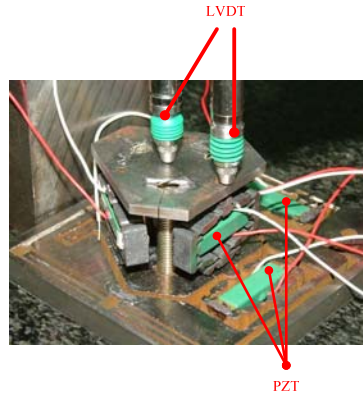


圖 20 Z 軸與傾斜軸之量測圖

傾斜位移量測時，只將其中第一組接上電源，一 LVDT 放置於上平台中心，另一 LVDT 放置於第一組 PZT 單軸平台上方進行角度之量測，如圖 20 所示。利用畢氏定理(1)式進行側邊位置及中間位置角度關係來運算，因此 100V 時的數據可得到角度為  $0.1583^\circ$ 。

## 5. 結論

在本研究中提出微形五自由度壓電微型平台之構思，透過有限元素法的分析，完成設計概念的初步驗證。並利用線切割加工方式製作成平台，經由實驗得到數據來比對，來驗證平台之運動機構。

未來展望中，規劃能夠將其放大機構設計達到更高之放大倍率，且機構本身能夠更小，並加入控制與回授裝置，期能完成一完整而實用化之微型微位移系統。

### 4.3 Z 軸與傾斜軸實測

Z 軸位移實測中，同時二組接上電源，LVDT 置於 Z 軸上方，並由 0V 開始記錄實際之讀值，一直記錄到 100V，其間隔為 10V，並且將其數值作三次，觀察並記錄之結果。將結果繪製成圖表，如圖 19 所示，其在 100V 時最大位移量為  $43\mu\text{m}$ 。

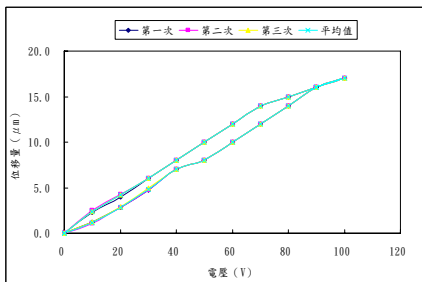


圖 18 Y 軸量測數據實測圖

## 6. 參考文獻

- [1] J. M. Paros and L. Weisbord, "How to design flexure hinge", *Machine Design*, Vol. 37, pp. 151-157, Nov. 25, 1965.
- [2] E. Fredric, E. Scire Clayton Teague, "Piezodriven 50- $\mu\text{m}$  range stage with subnanometer resolution", *Rev. Sci Instrum.*, Vol.49(12), pp. 1735-1740, Dec. 1978.
- [3] H. Jonathon Mamin, David W. Abraham, Eric Ganz, and John Clarke, "Two - Dimensional, Remote Micropositioner for a Scanning Tunneling Microscope", *Rev. Sci. Instrum.*, Vol. 56, No. 11, 1985.
- [4] J. R. Matey, R.S. Crandall, and B. Brycki, "Biomorh-Driven X-Y-Z Translation Stage for Scanned Image Misroscopy", *Rev. Sci. Instrum.*, Vol. 58, No. 4, 1987.
- [5] 簡宏彰, 「三自由度超精密微定位平台之研究」, 國立台灣大學機械工程研究所碩士論文, 民國八十六年。
- [6] 朱怡銘, 「奈米級 XYZ 三自由度微定位平台之設計製造與分析」, 國立台灣大學機械工程研究所, 碩士論文, 民國八十九年。
- [7] 蔡奇陵, 「六自由度超機密奈米定位平台研製」, 國立台灣大學電機工程研究所, 碩士論文, 民國九十年。
- [8] 簡揚昌, 「壓電長行程定位平台驅動控制器之研製」, 國立台灣大學機械工程研究所, 碩士論文, 民國九十二年。
- [9] 吳冬立, 「並聯式六自由度奈米定位平台研究」, 國立台灣大學電機工程研究所, 碩士論文, 民國九十二年。





## 台灣地區 1996 年電離層散塊 E 層的日與季節變化

### DAILY AND SEASONAL VARIATIONS IN THE IONOSPHERIC SPORADIC E-LAYER IN TAIWAN DURING 1996

李建志

清雲科技大學 通識教育中心

[cclee@cyu.edu.tw](mailto:cclee@cyu.edu.tw)

劉正彥 徐浩翔

國立中央大學 太空科學研究所

#### 摘要

本研究論文分析中壢中央大學 (24.91°N, 121.24°E) 數位電離層雷達 (digisonde) 於 1996 年 (太陽活動極小期) 所觀測記錄的一整年電離圖資料, 以研究台灣地區上空電離層中散塊 E 層 (Sporadic E layer, Es 層) 的變化特性。散塊 E 層資料的獲取, 除了利用電腦自動判圖外, 並輔以人工判圖, 以增加資料之可信度。在本論文中分析的參數為散塊 E 層的最大反射頻率 (foEs) 與最低虛高 (h'Es)。研究結果顯示台灣地區於 1996 年期間散塊 E 層出現機率以在夏季較高, 並以白天 (0600-1700 LT 左右) 居多。foEs 以 3~4 MHz 為主, 而於夏季有明顯較高的趨勢。h'Es 主要分布在 100 至 105 公里之間, 冬季 h'Es 之變化幅度較夏季為明顯。另外, 一天 24 小時散塊 E 層出現機率與 h'Es 於不同的月份而有單峰及雙峰的現象。

**關鍵字：**數位電離層雷達、散塊 E 層

## **Abstract**

In this work, we analyze the ionograms recorded by the NCU digisonde (24.91°N, 121.24°E) during 1996 to investigate the variations of sporadic E-layer (Es-layer) in the Taiwan area. The data of Es-layer not only are obtained by the automatic software, but are calibrated by the manual works. The parameters used in this paper are the maximum plasma frequency (foEs) and the minimum virtual height (h'Es) of Es-layer. Results show that the Es-layer appears more frequently in daytime and in summer. The values of foEs are generally 3-4 MHz, and the foEs are larger in summer than in other seasons. For the h'Es, the Es-layer occurs mainly between 100 and 105 km.

**Key words :** digisonde, sporadic E-layer



## 一、前言

電離層是存在於地表以上數十公里至數千公里之大氣層中，其組成分子為大氣中的分子或原子，以及這些中性粒子因太陽的 X 光與紫外線、以及宇宙射線等而游離所產生的帶電粒子（離子與電子，即為電漿）。依據其電漿密度隨高度的分布來分類，電離層可分為幾個副層（sub-layer），即 D 層、E 層和 F 層。各副層的形態與結構會隨日夜、季節、緯度及太陽活動程度而有所變化（Davies, 1990）。其中，D 層出現於電離層的最低層，高度範圍大約從 60 公里到 80 公里，其最大電子濃度約為  $10^9 \text{ el/m}^3$ ，夜晚則幾乎消失；E 層高度約為 90 公里到 140 公里，其最大電子濃度約為  $10^9 \sim 10^{10} \text{ el/m}^3$ ；在 E 層上面則為 F 層，而 F 層有時又可分為 F<sub>1</sub> 層及 F<sub>2</sub> 層。較低的為 F<sub>1</sub> 層，其最大電子濃度約為  $10^{11} \text{ el/m}^3$ ，較高的則為 F<sub>2</sub> 層，其最大電子濃度約為  $10^{12} \text{ el/m}^3$ 。F<sub>2</sub> 層一般為電離層中電子密度最高的一層（Davies, 1990）。

電離層除了經常出現的 D、E、F<sub>1</sub>、及 F<sub>2</sub> 層外，偶爾也有暫態或是非經常性的副層出現，散塊 E 層（sporadic E-layer, Es-layer）即為其中之一。散塊 E 層的產生機制自 1950 年代起陸續被提出與建立。Farley（1963）、Buneman（1963）、和 Sudan et al.（1973）認為在赤道地區所觀測到的 3 公尺之 E 層不規則體主要是由電漿不穩定性（plasma instability）的機制所引發。另外，風切（wind shear）理論在 Dungey（1956）提出之後，已逐漸成為中緯度地區散塊 E 層形成的主要理論，之後並有許多科學家用理論及觀測結果加以證明（Axford, 1961；Whitehead, 1962；MacLeod, 1966；Rees et al., 1976）。

因為散塊 E 層的特性並不固定，科學家通常使用統計方法描述其反射頻率和高度的機率分布。自 1950 年代開始，科學家開始利

用電離層雷達（ionosonde）與特高頻雷達（very high frequency radar, VHF radar）進行散塊 E 層的相關觀測與研究。這些研究主要統計中緯度地區散塊 E 層的日及季變化（Smith, 1957；Davies and Smith, 1959；Matsushita and Reddy, 1967）、散塊 E 層變化與太陽週期（Bossolasco and Elena, 1963）、以及散塊 E 層與地磁變化之關係（McNicol and Gripps, 1951；Morgan, 1966）等。根據以往的研究得知，中緯度地區散塊 E 層通常出現的高度或最低虛高（the lowest virtual height of Es-layer, h'Es）約在 90 至 120 公里處，厚度約為 500 至 2000 公尺左右，其最大反射頻率（the maximum frequency of Es-layer, foEs）可以大至 15~20 MHz，甚至更高（Davies, 1990）。

雖然，之前的科學家已發表了許多關於中緯度散塊 E 層的統計研究報告，但是與赤道異常區散塊 E 層有關的統計研究仍為少數。直至現今，只有黃（1969）及林（1997）這兩篇研究報告。黃（1969）在 1969 年利用中壢觀測台電離層雷達的電離層資料，研究散塊 E 層的出現機率與 foEs 的長期特性，但他並未統計 h'Es 的變化特性。林（1997）分析中壢特高頻雷達的資料進行散塊 E 層的長期研究。因此，為更了解赤道異常區散塊 E 層的特性，本論文利用位於赤道異常區中的中央大學數位電離層雷達（digisonde），進行一整年散塊 E 層出現機率、foEs、與 h'Es 的分析與研究。

## 二、資料處理與分析

本研究中所使用的資料為中壢中央大學（24°58'N, 121°11'E）數位電離層雷達於 1996 年全年中所觀測的電離圖（ionogram）資料，其 1996 年為太陽活動極小期（solar minimum）。在這期間電離層探測儀的觀測模式，有時為每 5 分鐘觀測電離層一次，有時則為每 15 分鐘一次，為求資料分析時的一致性，

全部取15分鐘間隔的電離圖進行分析處理，共計三萬多張。由於此研究的主題為散塊E層的日與季變化，因此以散塊E層的foEs與h'Es作為資料分析的參數。

判讀電離圖的工作，基本上是以電腦自動判圖為主，電腦判圖是利用數位電離層雷達 ARTIST (Automatic Real Time Ionogram Scale True height) 分析軟體 (Reinisch, 1996) 以電腦自動判圖為主。但是散塊 E 層的不規則性有時會使電腦判圖有誤判的情況，因此以人工判圖做為輔助，以提升資料的正確性及可信度。人工判圖的規則，則是依循日本郵電省電波研究實驗室 (Radio Research Laboratory, Ministry of Posts and Telecommunications, Japan) 所製作的電離圖判圖手冊 (Wakai et al., 1987)，來決定 foEs 及 h'Es 的值。接著，以每 15 分鐘作為時間區隔，統計每一時刻於每一月的散塊 E 層出現機率。出現機率 (occurrence probability) 的計算方式，是將每個月各天之同一時刻大於某一特定頻率之 foEs 的次數 N' 除以同一時刻所有的觀測次數 N (即每月之 29, 30 或 31 天) 再乘以 100%，也就是

$$\text{Occurrence probability} = (N'/N) \times 100\%。$$

其中，本論文中所選用的特定頻率分別為 0、3、及 5 MHz，也就是將機率分布的條件分別設定為 foEs ≥ 0、≥ 3、及 ≥ 5 MHz 三個不同的情況下做比較研究。除此之外，本研究也進行了每一個月的 foEs 與 h'Es 的月中位數 (median value) 的計算。

### 三、統計結果

#### ● 出現機率

圖一為台灣地區散塊 E 層於 1996 年 1-12 月各時刻的出現機率。圖中藍色、紅色、及綠色線分別代表 foEs ≥ 0、≥ 3、及 ≥ 5 MHz 時的出現機率。由圖中可以發現，在 1-3 月與 9-12

月期間，散塊 E 層出現機率分布則較集中在白天；而在 5-8 月期間，散塊 E 層 foEs ≥ 0 MHz 與 foEs ≥ 3 MHz 的白天與晚上出現機率則接近；尤其是 foEs ≥ 0 MHz 的出現機率，則於白天與晚上時皆大於 60%。一般而言，散塊 E 層出現的時間大致上以白天居多，大約都是在 0600~1700 LT (Local Time, 地方時) 左右。除此之外，在 6 月之外的其他月份中，可以發現散塊 E 層出現機率有兩個相對極大值出現，一個通常發生在上午 0800-1000 LT 左右，另一個極大值則大致約於 1400-1600 LT 出現，兩峰值間的相對極小值則大約發生在 1200-1300 LT 期間。接著，比較不同特定頻率下的散塊 E 層出現機率，可以發現 foEs ≥ 0 MHz 與 foEs ≥ 3 MHz 之間，在白天 0700-1545 LT 時的差異並不大，尤其 5-8 月間這 2 條曲線幾乎重疊在一起。但是，在 0000-0645 LT 與 1600-2400 LT 這個時段中，foEs ≥ 0 MHz 的散塊 E 層出現機率則顯著地大於 foEs ≥ 3 MHz 出現機率。另外，當 foEs ≥ 5 MHz 時，散塊 E 層的出現幾乎完全集中在中午前後的時段，而且出現機率相當小，除了 5-8 月以外，出現機率幾乎都在 30% 以下，甚至更低。由上述的結果，可以知道中壢地區白天的 foEs 大多在 3-5 MHz 左右，在傍晚至早晨 (1600-0700 LT) 這一時段，0-3 MHz 的 foEs 佔了相當的比例。大於 foEs ≥ 5 MHz 的出現機率則大多出現在夏季的白天。

接著，我們把一天依每 2 小時分成 12 個時刻，分析在不同時刻下散塊 E 層出現機率的季變化。圖二為 1996 年 1-12 月散塊 E 層出現機率於不同時刻的分類統計。圖中藍色、紅色、及綠色線分別代表 foEs ≥ 0、≥ 3、及 ≥ 5 MHz 時的出現機率。由圖二所示，無論是白天或是晚上，散塊 E 層的出現機率皆於 5-8 月較高，於 10-12 月左右最低。就 foEs ≥ 0 和 ≥ 3 MHz 兩條曲線而言，在中午 1000-1400 LT 左右幾乎

重疊在一起，且都在 80% 左右，但  $f_oE_s \geq 5$  MHz 的曲線則沒有此現象。這表示在此時段中各個月份的  $f_oE_s$  主要是分布在 3 MHz 左右，而反射頻率大於 5 MHz 的散塊 E 層則集中在 5 至 8 月間出現。過了 1400LT 之後， $f_oE_s \geq 0$  和  $\geq 3$  MHz 兩條曲線之間在 8 至 12 月有明顯的差異，這似乎表示在這段時間中的散塊 E 層的結構是以小於 3 MHz 的反射頻率為主。

#### ● 散塊 E 層最大反射頻率

圖三為 1-12 月  $f_oE_s$  於各時刻的月中位數。由圖中可知， $f_oE_s$  的最大值均發生在白天（約 1000-1400 LT）。其中， $f_oE_s$  的值在 1996 年幾乎都小於 5 MHz，尤其在 9-12 月期間  $f_oE_s$  甚至會低於 4 MHz，但是在 5-8 月間的最大值則可達到 6 MHz 以上。除此之外， $f_oE_s$  月中數的另一較小的峰值則出現在 2200 LT 左右，此一現象以 4、5、及 8 月較為明顯，9 至 12 月則較不易觀察。整體而言， $f_oE_s$  月中數在白天的值較夜晚大；在夏天的值較冬天大。

接著，統計 1996 年整年的  $f_oE_s$  在不同時刻的出現次數（圖四），12 個時刻的分法與圖二相同。在不同時刻下  $f_oE_s$  的分布情形分別是：0000-0800 LT 間，出現次數的峰值皆出現在 2.5-3 MHz 間；0800 LT 之後，其值開始集中在 3-4 MHz 之間；過了 1600 LT 後， $f_oE_s$  的分布範圍則集中在 2-3 MHz。此項結果也說明了，愈接近中午時分散塊 E 層分布就愈集中在較高的頻率範圍裡。整體而言，散塊 E 層的最大反射頻率  $f_oE_s$  大多在 2.5-4 MHz 之間，8 MHz 以上的  $f_oE_s$  出現次數則相當少。

#### ● 散塊 E 層的高度

圖五為  $h'E_s$  1996 年 1-12 月於各時刻的月中位數。在各個月份中，皆可以發現  $h'E_s$  在 0600-0800 LT 左右開始有漸漸抬升的現象，並

且直至中午前達到最大值；過了中午以後，散塊 E 層的高度有往下降的趨勢，而形成單一峰值的形狀。此一現象在 1、2、10、11、及 12 月尤為明顯，其抬升高度可達到 120 至 140 公里左右。其中在 4-9 月期間， $h'E_s$  則有雙峰（double peaks）的情形，第一個峰值出現時間與其他月份單一峰值的出現時間相雷同，也是在 0600-0800 LT 左右；第二個峰值則出現在大約是日落時分時，也就是 1700 LT 附近。相較之下，較接近夏天的月份（5-8 月）， $h'E_s$  抬升的幅度就沒有其他月份來的明顯。

接著，以與圖四相同的統計方法，分析散塊 E 層整年在不同時刻的高度分布變化（如圖六所示），可以發現在 0600 LT 之前， $h'E_s$  出現次數均集中在 100 公里左右；而在 0600-0800LT 之間， $h'E_s$  的分布明顯的集中在較高的高度範圍中，約 110-115 公里；其後，在 0800-2000 LT 主要分布在 105 公里；2000-2400 LT 間，出現次數的峰值則在 100 公里處。

#### 四、總結

本論文分析台灣地區散塊 E 層的變化，其資料判讀除了電腦判斷外，並輔以人工檢查每一張電離圖，以增加資料的可信度。在資料可信度增加的情況下，本研究進行了散塊 E 層的出現機率、 $f_oE_s$ 、及  $h'E_s$  的日與季變化的統計分析，並得到下列結果。

1. 散塊 E 層出現機率以在夏季較高，並以白天（0600-1700 LT 左右）居多。另外，夜晚的散塊 E 層也以在夏季較高，冬季則明顯較少。
2. 各月份之散塊 E 層出現機率通常會有兩個極大值產生，一發生在 0800-1700 LT，另一個極大值則發生在中午過後 1400-1600 LT 左右。就整年變化而言，雙峰的現象在春秋兩季較為明顯；冬季較集中在白天出

現，屬單峰的分布；夏季則是屬於整日出現機率均高的平緩變化。

3. 白天 (0600-1700LT) foEs 的分布在 3-5 MHz 左右，晚上則以 0-3 MHz 為主。foEs 超過 5 MHz 以上的情形大多出現在夏季的白天時段。
4. 就 1996 年整年 h'Es 的分布來說，台灣地區的散塊 E 層高度主要在 100 至 110 公里，夜晚的高度以 100 公里為主。0600 至 0800LT 時，容易觀測到較高的散塊 E 層產生，高度約 110 至 120 公里。冬季散塊 E 層之高度變化較為明顯，而夏季時則比較平緩，且隨著季節的不同而有單峰及雙峰的變化。

#### 五、參考文獻

- Axford, W. I. (1961). Note on a mechanism for the vertical transport of ionization in the ionosphere, *Canadian Journal of Physics*, **39**, 1393.
- Bossolasco, M. & Elena, A. (1963). Sporadic E layer ionization and sunspot cycle, *Geofis. puraappl.*, **56**, 142.
- Buneman, O. (1963) Excitation of field aligned sound waves by electron streams, *Physics Review Letter*, **10**, 285.
- Davies, K., (1990). *Ionospheric Radio*, Peter Peregrinus Ltd., London, United Kingdom.
- Davies, R. M. & Smith, E. K. (1959). Sporadic E at VHF in the U.S.A., *Proc. IRE*, **47**, 762.
- Dungey, J. W. (1956). The influence of the geomagnetic field as turbulence in the ionosphere, *Journal of Atmospheric and Terrestrial Physics*, **8**, 39.
- Farley, D. T. (1963). A plasma instability resulting in field-aligned irregularities in the ionosphere, *Journal of Geophysical Research*, **68**, 6083.
- MacLeod, M. A. (1966). Sporadic E theory, 1, Collision-geomagnetic equilibrium, *Journal of Atmospheric Science*, **23**, 96.
- Matsushita, S. & Reddy, C. A. (1967). Study of blanketing sporadic E at mid latitudes, *Journal of Geophysical Research*, **72**, 2903.
- McNicol R. W. E. & Gripps, G. de V. (1951). Characteristics of Es region at Brisbane, *Journal of Geophysical Research*, **56**, 17.
- Morgan, A. D., Forecasting auroral sporadic E with a manetometr, *Journal of Atmospheric and Terrestrial Physics*, **28**, 1233, 1966.
- Rees, D., Dorling, E. B., Lloyd, H. K., & Low, C. (1976). The role of neutral winds and ionospheric electric fields on forming stable sporadic E layers, *Planetary Space Science*, **24**, 475.
- Reinisch, B. W., (1996) Modern ionosondes, in *Modern Radio Science*, (edited by H. Kohl, R. Ruester, and K. Schlegel), European Geophysical Society, Katlenburg-Lindau, Germany, pp. 440-458.
- Smith, E. K. (1957). Worldwide occurrence of sporadic E, NBS Circular 582, U.S. Govt. Printing Office, Washington, D. C..
- Smith, L. G. (1966). Rocket observations of sporadic E and related features of the E region, *Radio Science*, **1**, 178.
- Sudden, R. N., Akinrimisi, J., & Farley, D. T. (1973). Generation of small-scale irregularities in the equatorial electrojet, *Journal of Geophysical Research*, **78**, 240.
- Wakai, N., Ohya, H., & Koizumi, T. (1987). Manual of ionogram scaling, third version, *Radio Research*

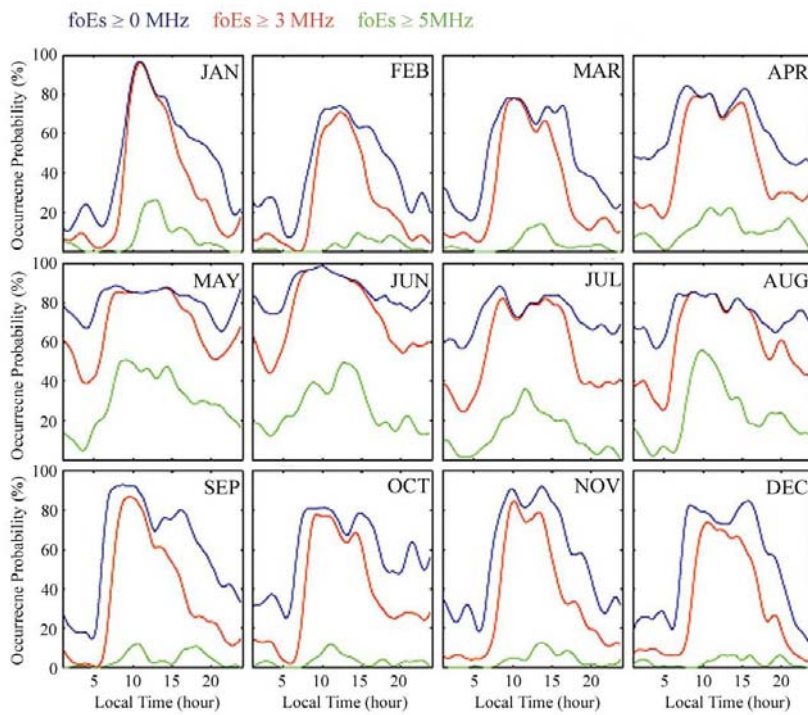


Laboratory, Ministry of Posts and  
Telecommunications, Japan, October.

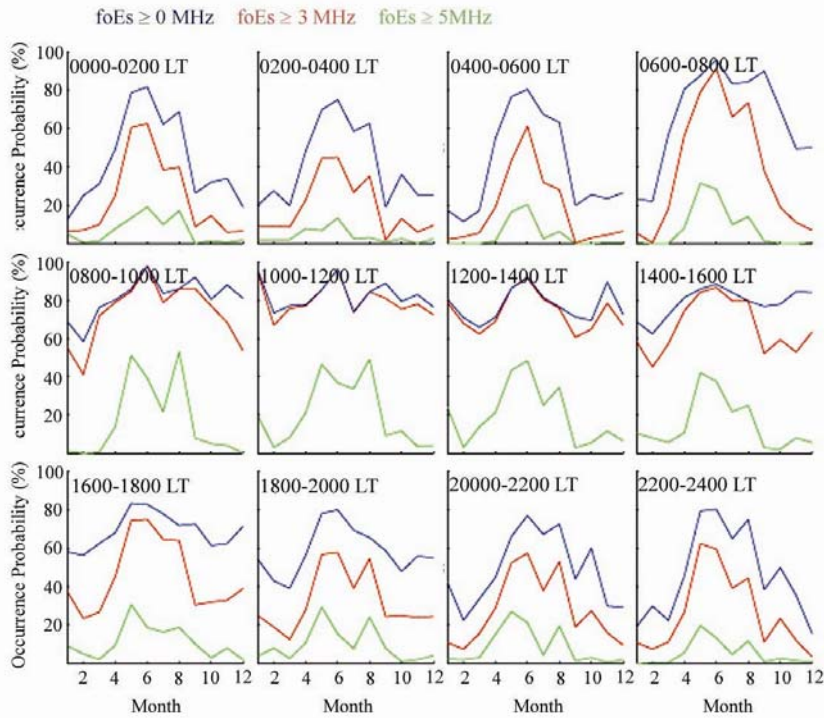
Whitehead, J. D. (1962). The formation of  
a sporadic E layer from a vertical  
gradient in horizontal wind, in  
Ionospheric Sporadic E, edited by E.  
K. Smith and S. Matsushita, p.276,  
Pergamon Press, New York.

林志寬：〈電離層 E 層場列不規則體之季變化  
及其方向靈敏度之研究〉，碩士論文，國  
立中央大學太空科學研究所，1997。

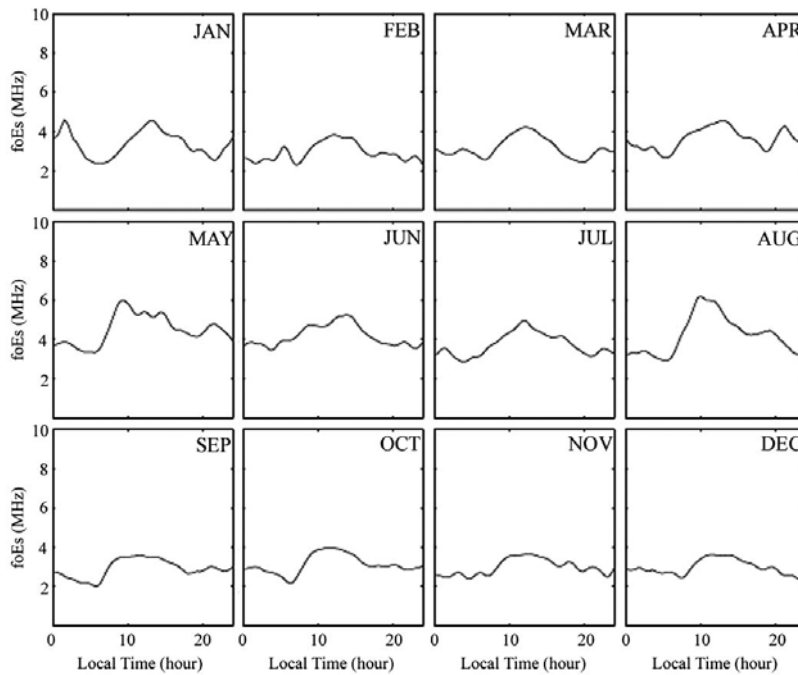
黃胤年：〈台灣電離層 Es 層之變化特性及其形  
成理論之研究〉，台灣電信技術季刊第十  
三卷第三期，1969。



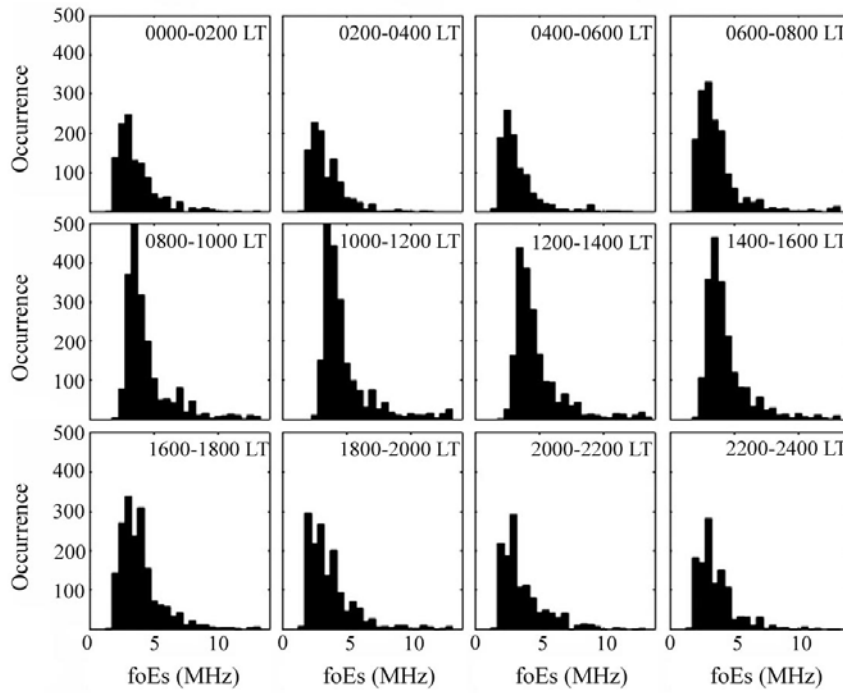
圖一、1996 年 1-12 月散塊 E 層出現機率的日變化。圖中藍色、紅色、及綠色線分別代表 foEs $\geq$ 0、 $\geq$ 3、及 $\geq$ 5 MHz 時的出現機率。



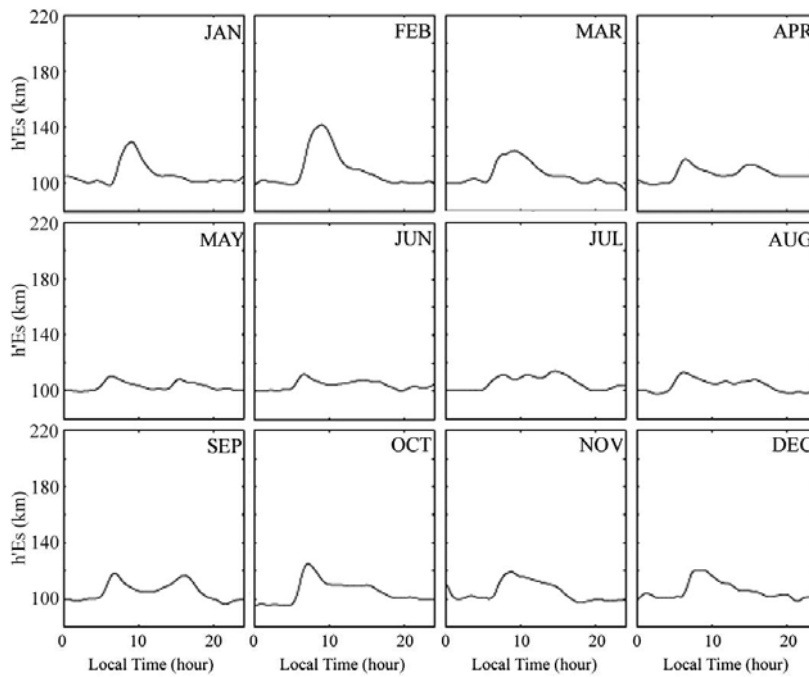
圖二、1996 年各時刻散塊 E 層出現機率的月變化。圖中藍色、紅色、及綠色線分別代表  $foEs \geq 0$ 、 $\geq 3$ 、及  $\geq 5$  MHz 時的出現機率。



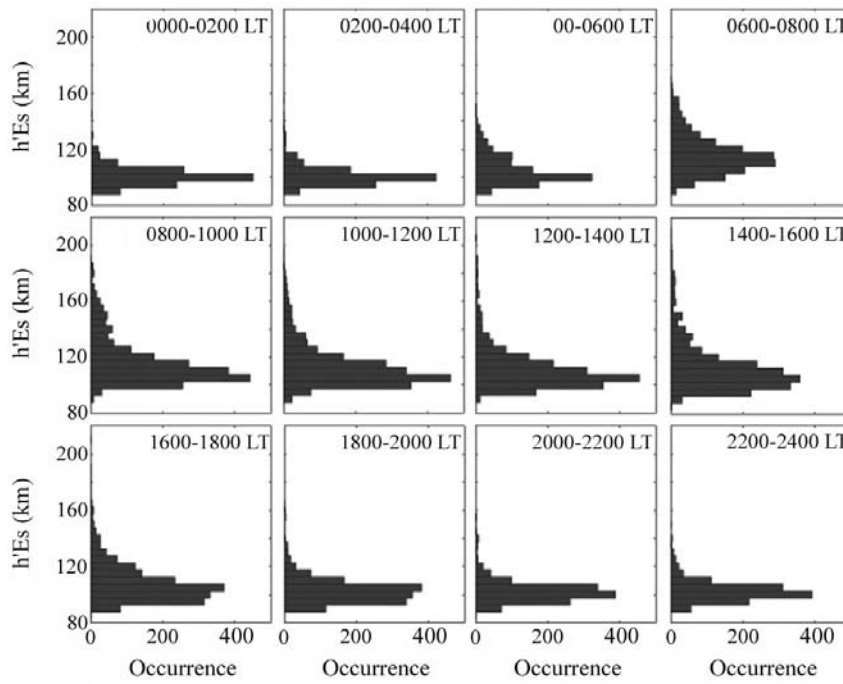
圖三、1996 年 1-12 月  $foEs$  月中位數的日變化。



圖四、1996 年各時刻中不同 foEs 出現次數的分佈。



圖五、1996 年 1-12 月 h'Es 月中位數的日變化。



圖六、1996 年各時刻中不同 h'Es 出現次數的分佈。

**灰預測與田口方法應用於粉塵污染控制及成本效益之研究**  
**The Study of the Dust Pollution Control and the Cost Benefit by Using**  
**Grey Prediction and Taguchi Methods**

**張碧霖**

清雲科技大學 機械工程系

[bchang@cyu.edu.tw](mailto:bchang@cyu.edu.tw)

**紀慶嘉**

清雲科技大學 機械工程系

**吳振源**

鉅祥企業股份有限公司

## 摘要

一般磚窯業在生產的過程中，產生的粉塵污染非常嚴重。本研究利用或然率的概念，以粉塵防制單一控制因子的效率為基礎，推算磚窯全廠的粉塵防制效率，供田口實驗法及全因子實驗法的粉塵防制效率分析之用。並利用常態分佈的觀念，結合非等間距之灰預測以及算術平均基期滾動之灰預測，來檢驗田口實驗法的結果，期能利用較少的實驗數據而得到較多的預測數據，並據此與全因子實驗法做一比較。同時，將磚窯廠目前在粉塵防制措施之成本納入考量，提供磚窯廠業者對於粉塵防制成本效益之參考。

**關鍵字：**田口實驗法，常態分佈，灰預測，成本效益

## Abstract

In general, it is quite serious in the dust pollution due to the shop operating of the brick-kiln factories. The efficiency of the dust pollution control on a whole brick-kiln shop in operation is investigated in this research by using the concept of probability to assess the pollution control efficiency of a single control factor. The efficiency of the pollution control of the whole shop is then

accumulated by the individually single efficiency of control factors. The methods of Taguchi's arrays and the full-factorial arrays are also adopted to evaluate the efficiency concerned. Using the normal distribution, the grey predictions involving the non-equi-gap grey model and the arithmetic mean based rolling grey model are separately presented the results of the accuracy of models in order to verify the fact that one may utilize less experimental data of Taguchi's arrays to achieve that of full-factorial arrays. And then considering the cost of processes of the dust pollution control in the brick-kiln factory at present, one can offer a suggestion in this case to the shop owner with the consultation which makes the cost-benefit well acceptable.

**Key words :** Taguchi's Arrays, Normal Distribution, Grey Predictions, Cost-Benefit.

## 一、前言

隨著科技的發展，環保工作也日益受到關注，目前企業界無不致力於工作環境上的改善與管理上的精進，以達到國際標準組織 ISO 的要求，其所需具備的基本精神是污染預防及持續改善，包含有指導和計劃兩方面以協助業界認同以及參與對環境之關懷。

不過在企業界的實施上，大多選擇成本效益的因子為單一考量因素。在所有環保改善方法所選用的控制因子中，相對於所有的控制因子之總效率來說，單一控制因子的個別使用效率是較為容易實現的，它可藉由廠商的提供或是使用者的經驗獲得。

在一般的工廠中，品質提升與環境保護為一個重要的課程，許多業界常使用田口實驗法來評估，因為此法可以降低實驗的次數以達到省錢省時的目的。不過，田口實驗法的組合並不完整地揭露所有組合。

本文嘗試以磚窯業的粉塵防制措施為研究標的，因為磚瓦業在製造磚塊中所產生的粉塵造成空氣污染相當嚴重，常為社會所詬病。故在磚窯廠的粉塵防制措施上，參考蔣德元[1]並選取空污防制的 7 組控制因子，每一個控制因子中各有 2 個水準，各水準皆為個別空污防制措施被採用時的粉塵防制效率。利用或然率的概念，依照田口實驗法完成直交表  $L_8(2^7)$  與全因子實驗，以前述的粉塵防制效率計算出磚窯廠的粉塵防制效率值做為實驗值。接下來再將田口實驗法直交表中 8 組實驗組合之粉塵防制效率之數據，利用常態分佈的概念取得田口實驗組合的落點位置，再採用非等間距灰預測法求得所有組合的粉塵防制效率值與全因子實驗法之粉塵防制效率值相比較。接下來再將粉塵防制措施之成本納入考量，藉以了解諸

防制控制因素實施成本對整廠環保經費負擔之影響。

## 二、文獻回顧

### 2.1 田口實驗法相關文獻探討

沈怡文[2]對於磚瓦窯的製程有深入的介紹，產製過程所引發的粉塵則污染空氣危害環境。利用田口實驗法提供粉塵防制決策分析為時久矣且眾多，主因為田口實驗法具備了利用較少的實驗次數以求得最佳組合，既省時且省成本，已廣泛地運用在各個領域上[3]。Akgun Alsaran等[4]將田口實驗法運用離子氮化法於 AISI 5140 的鋼鐵製作上，選用三個控制因子分別為製程時間、製程溫度與製程氣體混合比，以這三因子尋找出最適合製作 AISI 5140 的鋼鐵之水準；Shaji等[5]將砂磨機加入潤滑劑後實施表面研磨，找出最佳控制因子，再利用田口實驗法以求出最佳化的製程條件；陳哲萍[6]探討液態金屬在具漩渦內混式霧化器之噴嘴幾何參數控制因子與實驗操作參數控制因子之最佳設計，利用田口實驗法的直交表  $L_{18}$ ，求出最佳化的製程條件；黃臣鴻等[7]，應用田口方法和主成份分析於 PC/ABS 的射出成型製程來找出最佳化，利用三個田口直交表  $L_9$ ，以得到可以兼顧三種品質的最佳化製程。本研究將粉塵污染防制以田口實驗法與全因子實驗法做一比較，並藉以研析田口實驗法的準確度。

### 2.2 等間距灰預測探討

鑒於全因子實驗工程浩大所費不貲，誠非可行之道。如何以經濟可行之方法求得粉塵污染防制之決策亦為本研究之重心所在，田口方法固然可以求得最佳組合，但是，是否也是全因子實驗的最佳組合則有待探討，所以本研究選用灰預測理論來做田口實驗法輔助預測。灰色理論發展至今已成功地應用於各領域，它能



充分地運用有限的數據訊息與不完全訊息以預測未來數據，且一般的預測需要大量的已知數據而灰預測只需要四點的已知數據就可以做預測，採用的方式為逐點方式預測。

張義龍[8]將灰預測運用在台灣地區家用冷氣機持有量的預測，以求得近年來每年家用冷氣機持有量的預測值，瞭解台灣地區家用冷氣機持有量成長趨勢，對於電力事業的負載管理有相當的助益；Hsu[9]分別利用灰預測、時間序列及指數平滑法來預測全球IC產業的需求量以及銷售量的短程預測，其需求量的誤差值為8.485%，銷售量的誤差為9.425%；Lin等[10]利用灰預測預估台灣光電產業的分項生產花費金額，誤差皆在10%以內；羅世杰[11]將灰預測運用到電信帳單需求預測，預測出來的精確度達到94%；陳仕倫[12]將灰預測運用到飛安事故的預測上，以減少飛安事故的發生機率；紀慶嘉等[13]更是將灰色理論中的灰預測與灰關聯，運用到氣體傳動式自動武器洩氣孔性能分析，以提升國防戰力。

因為灰預測基於數學理論為基礎，近年來有相當多的學者試著將灰預測誤差值降低，以期能得到更為準確的預測值。張碧霖等[14]提出算數平均基期與均方根基期的灰預測模式，改善了預測準確度。Lai[15]改進滾動預測做非線性長時間連續預測時，最小平方方法中奇異點所產生的誤差。其修改方式為，在最小平方方法中插入一個非常微小的修改值，以避開最小平方方法所造成的奇異點，且能維持住非線性長時間連續預測的特性；吳漢雄等[16]首創將原本固定的權重值0.5，改為可變動的權重值，藉由最小的平均殘差尋找出權重值的最佳化，使得灰預測模型所得到的誤差值因此降低；而Chang等[17]除了將原本固定的權重值改成可變動的權重值外，並再加入一個變數P，運用在台灣地區半導體產業生產的預測，使得預測值的平均殘差能達到更低。

### 2.3 非等間距灰預測探討

一般所使用的灰預測大部分屬於等間距的灰預測；然而在少數的灰預測裡，若原始序列所產生的時間或是截取點的間距不相同，就產生了非等間距的數列，如果直接地引用此數列卻以等間距的灰預測方式來計算，所造成的誤差相當大，並且預測出來的數值亦不知道其所坐落的位置。所以有些學者以等間距的灰預測為基礎，加入間距的差距值來做非等間距的預測。Deng[18]於1993年提出，即直接加入間距的差值到一階微分方程式來做非等間距的預測，隨後於1994年提出了將所有間距的差值除上數列中最小的間距差值[19]，使得更有規律地降低誤差值；此外又提出了另一種降低誤差值的方法[20]，即是將原始數列直接除上間距的差距值，以此法將數列化為等間距，再以此新的數列來做預測，此法為目前較為精確的方法。不過在上述方法中，在預測間距的差距很大時，往往會因為所得的預測是與指數函數有關連而造成非常大的誤差，於是Chen[21]提出了在原始數列中加入一些假點，加入假點以後再利用Deng所提的非等間距灰預測法，縮小間距差故能降低預測誤差。

### 2.4 間距常態分佈探討

常態分佈為一種最常見的分佈情形，李禎常[22]將常態分佈運用在岩石破裂面的寬度上；姜志和[23]將常態分佈運用到數位IC測試上良率及品質的變化，皆是利用常態分佈的特性做預測運算。本研究有關於磚窯廠的粉塵污染防治措施之運用，諸防治措施下，全廠的粉塵防制效率值近於常態分佈。

## 三、研究相關的理論與方法

### 3.1 或然率

田口實驗法諸多因子間的關聯需要或然率的運作，所以必需先了解Morgan定理。此定理為涉及數個事件及其補事件之法則，當事

件有  $E_1, E_2, E_3, \dots, E_n$  個，則

$$\overline{E_1 \cup E_2 \cup \dots \cup E_n} = \overline{E_1} \cdot \overline{E_2} \cdot \dots \cdot \overline{E_n} \quad (3.1) \quad \sigma = \sqrt{\sigma^2} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (x_i - \mu)^2}{N}} \quad (3.11)$$

又或然率三公理的定義有

(1) 對於樣本空間  $S$  之任意事件  $E$  而言，該事件發生的或然率為：

$$P(E) \geq 0 \quad (3.2)$$

(2) 全事件之或然率為 1，即：

$$P(S) = 1 \quad (3.3)$$

(3) 相加法則：屬於  $S$  之事件  $E_1, E_2$  若為互斥(Mutually Exclusive)，則下式成立：

$$P(E_1 \cup E_2) = P(E_1) + P(E_2) \quad (3.4)$$

由式(3.2)、式(3.3)、式(3.4)之或然率三公理，可以得到下列之公式：

(1) 當有  $n$  個互斥事件為  $E_1, E_2, \dots, E_n$  時，吾人則可以得到：

$$P(E_1 \cup E_2 \cup \dots \cup E_n) = \sum_{i=1}^n P(E_i) \quad (3.5)$$

(2) 利用式(3.3)、式(3.4)兩式，以及互補事件的定理則可得下式：

$$P(\overline{E}) = 1 - P(E) \quad (3.6)$$

(3) 當在非互斥事件之情況下，則下式成立：

$$P(E_1 \cup E_2) = P(E_1) + P(E_2) - P(E_1 E_2) \quad (3.7)$$

當上式推廣到  $n$  個非排斥事件之聯集，利用式(3.1)之 Morgan 定理與式(3.6)，即：

$$P(E_1 \cup E_2 \cup \dots \cup E_n) = 1 - [1 - P(E_1)] \cdot [1 - P(E_n)] \quad (3.8)$$

以數學式表示之，則式(3.8)為：

$$P(E_1 \cup E_2 \cup \dots \cup E_n) = 1 - \prod_{i=1}^n [1 - P(E_i)] \quad (3.9)$$

### 3.2 標準常態分佈

常態分配曲線曲線以  $X \sim N(\mu, \sigma^2)$  表示，其中  $X$  為連續隨機變數， $N$  表示常態分配， $\mu$  與  $\sigma^2$  分別為連續隨機變數  $X$  的平均數與變異數[24,25,26]。

$$\mu = \frac{x_1 + x_2 + \dots + x_N}{N} = \sum_{i=1}^N x_i / N \quad (3.10)$$

採用標準常態分配原理時，必需先將資料標準化，為達到標準化的目的，將該連續隨機變數減去其平均數後，再除以標準差，則標準化後連續隨機變數的平均數便會為 0，而且變異數為 1，假設連續隨機變數  $X$  之平均數為  $\mu$ ，變異數為  $\sigma^2$ ，則可以定義出標準化連續隨機變數  $Z$ ，即：

$$Z = \frac{x - \mu}{\sigma} \quad (3.12)$$

當經過式(3.12)之標準化後，稱為標準常態分配(Standard Normal Distribution)，其機率密度函數表示如下：

$$f(Z) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{Z^2}{2}} \quad (3.13)$$

則標準常態分配函數(Distribution Function)  $\Phi$  為：

$$\Phi(z) = P(Z \leq z) = \int_{-\infty}^z \frac{1}{\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{t^2}{2}} dt \quad (3.14)$$

### 3.3 灰色理論

#### 3.3.1 等間距灰預測

灰預測利用了系統已發生之數列，透過灰累加生成運算，建構灰微分方程即灰色建模進行預測。而本研究採用灰預測中單變量一階微分模式即 GM(1,1)來進行田口實驗計畫區間範圍之預測。此模型[24]的建構步驟以及操作方法如下：

步驟一、原始數列之處理

如果數據中有負值，需要移動原始數據之基準軸線，且需要使原始數據均為正值(大於零)，原始數列需為一等間距的數據，假設原始數列為：

$$x^{(0)} = (x^{(0)}(1), x^{(0)}(2), \dots, x^{(0)}(n)) \quad (3.15)$$

步驟二、將原始數列作累加生成(AGO)

定義  $x^{(1)}$  為  $x^{(0)}$  的累加生成AGO數列：

$$x^{(1)}(q) = \sum_{k=1}^q x^{(0)}(k), \quad q = 1, 2, 3, \dots, n \quad (3.16)$$

將式(3.15)代入式(3.16)後，會得到一組新的數據，表示方法的如下所示：

$$x^{(1)} = (x^{(1)}(1), x^{(1)}(2), \dots, x^{(1)}(n)) \quad (3.17)$$

在處理原始數據後，發現  $x^{(1)}$  會出現遞增趨勢，而具有遞增趨勢函數有直線方程式與指數函數，而指數函數又包含了直線方程式，故  $x^{(1)}$  為一指數函數。

#### 步驟三、建立灰差分方程

GM(1,1)的灰微分方程式又稱之為白微分方程之“影子方程(Shadow Equation)”或是“擬微分方程(Pseudo Differential Equation)”，定義如下：

$$\frac{dx^{(1)}}{dt} + ax^{(1)} = b \quad (3.18)$$

接著根據GM模型的推導可得以下三項：

1.  $\frac{dx^{(1)}}{dt}$  轉化成前後項之差：

$$\frac{dx^{(1)}}{dt} \rightarrow x^{(1)}(k+1) - x^{(1)}(k)$$

2. 經過逆累加生成(IAGO)運算，可得知：

$$x^{(1)}(k+1) - x^{(1)}(k) = x^{(0)}(k+1)$$

3. 在由  $x_1^{(1)}(t)$  的定義可得：

$$x^{(1)}(t) \rightarrow \alpha x^{(1)}(k) + (1-\alpha)x^{(1)}(k-1) = z^{(1)}(k)$$

即是背景值

$$\begin{aligned} z^{(1)}(k) &= \alpha_k x^{(1)}(k) + (1-\alpha_k)x^{(1)}(k-1) \\ &= \alpha_k x^{(0)}(k) + x^{(1)}(k-1) \end{aligned} \quad (3.19)$$

綜合上述GM模型的推導三項，可以得到GM(1,1)模型的灰差分方程式：

$$x^{(0)}(k) + az^{(1)}(k) = b \quad k=2, 3, \dots, n \quad (3.20)$$

其中  $a$ 、 $b$  均為待定係數，即  $a$  為灰發展係數， $b$  為灰作用量，影響GM(1,1)模型誤差的因素為背景值  $z^{(1)}(k)$ ，初期將權重值  $\alpha$  定義為 0.5，近年來很多人研究找尋最佳化的權重值  $\alpha$ ，期望將預測誤差降至最低。

#### 步驟四、利用最小平方方法求得 $a$ 、 $b$

運用GM(1,1)灰差分方程式建構矩陣，並以最小平方方法估計  $a$  與  $b$ 。根據灰差分方程式(3.20)，對所有之  $k = 2, 3, \dots, n$  而言，可得：

$$x^{(0)}(2) + az^{(1)}(2) = b$$

$$x^{(0)}(3) + az^{(1)}(3) = b$$

⋮

$$x^{(0)}(n) + az^{(1)}(n) = b$$

將灰差分方程式移項，得

$$x^{(0)}(k) = -az^{(1)}(k) + b, \text{ 並令：}$$

$$Y = \begin{bmatrix} x^{(0)}(2) \\ x^{(0)}(3) \\ \vdots \\ x^{(0)}(n) \end{bmatrix}, \quad B = \begin{bmatrix} -z^{(1)}(2) & 1 \\ -z^{(1)}(3) & 1 \\ \vdots & \vdots \\ -z^{(1)}(n) & 1 \end{bmatrix}, \quad \hat{a} = \begin{bmatrix} a \\ b \end{bmatrix}$$

則可以得到移項後之灰差分方程式為

$$Y = B\hat{a} \quad (3.21)$$

由最小平方方法估計  $a$  與  $b$ ，將式(3.21)經過移項後為：

$$\hat{a} = \begin{bmatrix} a \\ b \end{bmatrix} = (B^T B)^{-1} B^T Y \quad (3.22)$$

經由式(3.22)，即可求得步驟三中的灰發展係數  $a$  與灰作用量  $b$ 。

#### 步驟五、GM(1,1)模型的預測方程式

將式(3.18)由一般常微分方程求解方法，可以得到離散化的響應式為：

$$\hat{x}^{(1)}(k) = \left( x^{(0)}(1) - \frac{b}{a} \right) e^{-a(k-1)} + \frac{b}{a} \quad (3.23)$$

再將式(3.22)中的  $a$ 、 $b$  代入式(3.23)可以得到預測方程式。

#### 步驟六、利用逆累加生成(IAGO)還原以得到預測值

將式(3.23)所求得之數列，利用逆累加生成以求得所需要的預測值：

$$\hat{x}^{(0)}(k+1) = \hat{x}^{(1)}(k+1) - \hat{x}^{(1)}(k) \quad (3.24)$$

#### 步驟七、殘差檢驗(Residual Checking)

殘差檢驗即是做一檢驗的工作，以檢視預測模型的精度，亦即是定義出灰預測模型的本身誤差，而當預測的點與對應的真實點可以做一比較時，可用下式來做一誤差之比較：

$$e(k) = \left| \frac{x^{(0)}(k) - \hat{x}^{(0)}(k)}{x^{(0)}(k)} \right| \times 100\% \quad (3.25)$$

### 3.3.2 插入假點之非等間距灰預測

假定有一個原始數列為一個非等間距的數列，其間距假定為  $t = (t_1, t_2, \dots, t_n)$ ，利用原始數列得間距的差距：

$$\Delta t_k = t_k - t_{k-1} \neq const. \quad k = 2, 3, \dots, n \quad (3.26)$$

因此得到一組非等間距的數列差，如下：

$$\Delta t = \{\Delta t_2, \Delta t_3, \dots, \Delta t_n\} \quad (3.27)$$

並假定另一組方程式  $y^{(0)}$ ：

$$y^{(0)} = \{y^{(0)}(t_2), y^{(0)}(t_3), \dots, y^{(0)}(t_n)\} \\ = \left\{ \frac{x^{(0)}(t_2)}{\Delta t_2}, \frac{x^{(0)}(t_3)}{\Delta t_3}, \dots, \frac{x^{(0)}(t_n)}{\Delta t_n} \right\} \quad (3.28)$$

上式係以間距除以間距的差距所組成的，以降低因為原間距所造成的誤差，即是將所有的數據盡量轉化成相同的水平間距來做計算。

將式(3.28)代入式(3.20)將其改寫成：

$$y^{(0)}(t_k) + az^{(1)}(t_k) = b \quad (3.29)$$

此即為非等間距的 GM(1,1)預測模。如同式(3.22)利用最小平方法可以求得式(3.29)中之  $a$  與  $b$ 。而非等間距的 GM(1,1)預測模其預測式如下：

$$\hat{x}^{(0)}(t_k) = \frac{b\Delta t_k - ax^{(1)}(t_{k-1})\Delta t_k}{1 + 0.5a\Delta t_k} \quad (3.30)$$

若只單獨利用非等間距的 GM(1,1)預測，當數列中的間距較大時，很容易產生較大的誤差，使得預測值不準確。本文引用插入假點法，假點的數目多寡之選擇，則利用下式：

$$n_k = \text{floor} \left( \left| \frac{\Delta t_k - 0.5\Delta t_m}{\Delta t_m} \right| \right) \quad (3.31)$$

其中之  $\Delta t_m$  為間距  $\Delta t$  中的最小值，且  $n_k$  在運算上如有遇到帶有小數點者取整數部分即

可，而插入的數值以  $t_j^*$  表示之如下式：

$$t_j^* = t_{k-1} + j \frac{t_k - t_{k-1}}{n_k + 1} \quad j = 1, 2, \dots, n_k \quad (3.32)$$

當利用式(3.32)插入假點之後，再利用非等間距的 GM(1,1)預測，可以得到一個較為準確的預測值，所以本文之非等間距的 GM(1,1)預測採用以上的兩種方法，以期能得到一個較佳的預測值。

## 四、實例分析-磚窯廠粉塵防制效率分析

在目前環保意識高漲的年代，空氣污染的防制是相當重要的工作，而磚窯業在磚塊的生產過程中，非常容易造成粉塵的散落，造成嚴重的空氣污染。以目前的磚窯業在隧道窯的生產流程中有三大污染源：第一個污染源為進料區所造成的污染，因為現在的磚窯業大多都採用建築業棄土來當做原料，以節省成本的支出。不過因原料土成份複雜，常造成不良的磚塊污染空氣；第二個污染源為燒結區所造成的污染，主要為隧道窯在燒結中所用之燃料產生的灰燼，其污染程度比較低；第三個污染源為成品區所造成的污染，一般磚塊經過燒結後，此時磚塊上還披附著一層飛灰，再經過人工及機械搬運打包過程中，磚面因振動而不斷崩落粉塵，當風速稍高或載運成品磚塊的卡車經過，成品區即滾滾揚塵。

在隧道窯的生產流程中為了防制前述三大污染源，吾人參考了蔣德元〔1〕對於磚瓦窯礦區，逸散性粒狀物之防制措施減量效率的現場實驗，實驗所得的數據為單一污染防制措施實施前後之比較，所得到的粉塵防制效率值，如表 1 所示。為彰顯本研究對整體粉塵污染防制效率上的差異性，所以從表 1 中所列十種污染防制措施裏，摒除防制措施項下諸防制效率值相同或相近者，僅擷取其中七種防制措施，如表 2 所示。

### 4.1 各控制因子之防塵效能

田口實驗的直交表在選擇上選用  $L_8(2^7)$  直交表，利用田口實驗之方法將防制措施設為控制因子，而每一個控制因子中選擇兩個水準，如表 2 所列。此表中之各項防制措施下配賦有各個防制措施細則以及對應的該項防制效率，各水準說明括號內所附的數值代表各該因子項下的粉塵防制效率值，此效率值定義為  $1 - (\text{落塵量} / \text{原落塵量})$  且介於 0~1 之間為無因次單位。0 值代表粉塵防制措施完全無效；愈接近 1 值則表示粉塵防制措施的成果愈接近粉塵污染防制定義的預期效果。

#### 4.2 田口實驗法

以磚窯廠區整體來看，假設表 2 中之因子為最主要之因子，吾人將表 2 之七種粉塵防制措施之效率假設為等權重後，可以知道每一個因子對全廠的粉塵防制效率各為七分之一。所以計算時，表 2 各水準的防制效率值必需先除上七。而在此實驗中共有七個因子，每一個因子中有二個水準，再利用或然率的概念，將已經除妥七之因子粉塵防制效率值代入式 (3.9)，可以得到表 3 之  $y$  值，8 組實驗所得的  $y$  之算數平均值  $\bar{y}$ ，列示於表 3 之右下方。

由表 3 可求得田口實驗的因子反應表，如表 4 所示，亦可以獲得田口實驗的因子反應圖，如圖 1 所示。圖 1 中，依望大的特性可以知道因子 A、B 應該設定在水準一，而因子 C、D、E、F、G 應該設定在水準二，便能得到最大的粉塵防制效率，故最佳的粉塵防制效率組合為 A1 B1 C2 D2 E2 F2 G2。

#### 4.3 全因子實驗法

從事全因子實驗法時，本例中因為有 7 個因子 2 個水準，所以全因子實驗法有 128 組數據，採用與田口實驗法相同之計算過程，求得全因子實驗的因子反應表如表 5 所示以及因子反應圖如圖 2 所示，依望大的特性可以得到整體最佳的粉塵防制組合為 A1 B1 C2 D2 E2 F2 G2，如同田口實驗法的組合結果。

吾人將全因子實驗所獲得的 128 個磚窯廠粉塵防制效率值，由小到大依序的排序，再和將田口實驗法所使用的八組實驗組合與田口實驗所得之最佳化組合共計 9 個實驗數據一起作圖如圖 3 所示，其中田口實驗法所使用的八組實驗所得之效率值由小到大，依序為之第一組、第八組、第七組、第六組、第二組、第三組、第四組與第五組。由圖 3 可以看出田口實驗法在全因子組合的粉塵防制效率分佈上是沒有規律的，若直接利用此田口實驗法之防制效率值視為等間距數列進行灰預測，預測值誤差將會相當大。為解決此困擾，吾人利用常態分佈來求出田口實驗法 8 組組合於全因子實驗分佈區所在的位置，再利用非等間距假點插入之灰預測法來預測粉塵防制效率，並與全因子實驗法者相比較。

#### 4.4 常態分佈的運用

在求出常態分佈之前，先求出田口實驗法中的平均數與標準差，代入式(3.10)與式(3.11)則可以得到  $\mu = 0.5132$ 、 $\sigma = 0.0285$ ，代入經驗法則，計算出經由經驗法則得到的粉塵防制效率範圍預測為 0.4276~0.5988 之間，即經驗法則粉塵防制效率的最佳值為 0.5988。

將田口實驗法中的平均數與標準差，轉換成標準常態分佈時，必須符合平均數  $\mu = 0$ 、標準差  $\sigma = 1$ ，利用式(3.12)將田口實驗所得到的粉塵防制效率做標準化，以得到所需要的標準化  $Z$  值，再經由標準常態的分配函數式(3.14)來計算出機率值，並利用其機率值乘上所有可能的組合組數 128 組，以算出在所有可能組合中，由小到大排序之落點約略在第幾組，其計算結果如表 6。在表 6 中，田口實驗法的第 2 組與第 6 組經過四捨五入後，全因子實驗組號皆為 87 組，在這裡採取無條件捨去法的方法來計算，故可以得到將田口實驗法中的第 2 組設為全因子實驗法中的第 87 組，第 6 組設為全因子實驗法中的第 86 組，其餘的以四捨五入來處理。

#### 4.5 利用非等間距灰預測

將前述常態分佈方法所得到的預測組號，利用非等間距的灰預測法來預測出組號 9 到組號 109 中間的預測值，再利用一般之灰預測，預測出粉塵防制效率控制因子之所有組合的範圍與最佳的粉塵防制效率。首先必須先知道插入假點的位置在那裡與對應的值，由表 6 的最右一行可以看出田口實驗法的 8 組組合於全因子實驗 128 組組合的編號為  $t = \{9, 14, 28, 86, 87, 97, 102, 109\}$ ，其編號間距  $\Delta t = \{5, 14, 58, 1, 10, 5, 7\}$ ，而編號間距之最小值  $\Delta t_{\min} = 1$ 。接著就可以利用式(3.31)來判斷所需插入的假點點數，並利用式(3.32)計算出每一個插入點的值為多少，再將插入假點後的值利用非等間距預測，求得  $a = -0.0014$ 、 $b = 0.4750$  代入式(3.30)則可得到所需要的預測式：

$$\hat{x}^{(0)}(t_k) = \frac{0.4750 \times \Delta t_k - (-0.0014)x^{(1)}(t_{k-1})\Delta t_k}{1 + 0.5 \times (-0.0014) \times \Delta t_k} \quad (4.1)$$

利用式(4.1)則可以求出所需要的組號 9 至組號 109 之間的預測值，其整體的預測模平均誤差為 0.2186%，實際誤差平均值為 0.2551%，而田口實驗中之八組實驗之實際誤差之平均值為 0.2907%，由此可知，利用本方法來計算相當準確。但光是這樣子並不能求出所需要的最佳防制效率值，因為此法只涵蓋第 9 組到第 109 組而已，然而利用式(4.1)預測第 128 組時，所得到的磚窯廠粉塵防制效率預測值卻為 10.4877，非常的不合理，且此方法沒有辦法求出粉塵防制效率由小到大排序的第 1 組之防制效率，所以本方法並不能得到粉塵防制效率的所有範圍，必須另找方法以求之。

#### 4.6 利用算術平均基期灰預測

從本實例可以發現，經過插入假點以後，因為  $\Delta t_{\min}$  等於 1，使得粉塵防制效率變成了一個等間距的數列，而當運用在其它的實例中，並不一定為一個等間距的數列時，因為

實驗的組號是不可能有小數點的，所以可以將  $\Delta t_{\min}$  的取得改為取  $\Delta t$  的公因數，即能獲得一等間距的數列，續利用算術平均數暫以三個連續數據為一組來做基期，並利用一般之灰預測來做滾動灰建模(RGM)以求得最佳防制效率值，以及其控制因子之所有組合的範圍。利用算術平均基期之灰預測來做滾動灰建模(RGM)，與一般的滾動灰建模(RGM)的不同，在於原始序列由 4 組增加到 6 組，不過，以三個連續數據為一組的算術平均數來做基期後的灰預測值在 1~8 組的粉塵防制效率值及 110~128 組的粉塵防制效率值皆較一般的滾動灰建模為準確，其誤差值如表 7 所示。

利用上述插入假點之非等間距灰預測及算術平均基期灰預測，即可以貫穿前後完成總數 128 組的粉塵防制效率預測，讓它與全因子實驗之所有粉塵防制措施組合之防制效率比較，如圖 4 所示，其整體誤差為 0.3065%，利用這種方法求粉塵防制效率範圍為(0.4556, 0.5587)，其最佳的粉塵防制效率預測值為 0.5587。而全因子實驗即為磚窯廠粉塵防制措施的所有組合，其粉塵防制效率的範圍為 0.4509~0.5699 之間，粉塵防制效率的最佳值為 0.5699。

如前所述，在一般統計所使用的常態分佈經驗法則可以得到粉塵防制效率的範圍為 0.4276~0.5988 之間，粉塵防制效率的最佳值為 0.5988；而利用本研究的方法可得粉塵防制效率的範圍為 0.4556 到 0.5587 之間，粉塵防制效率的最佳值為 0.5587，若以全因子實驗法為基準，本法較一般統計所使用的經驗法則準確些，且其整體誤差只有 0.3065%，可知，利用本研究運算出所有組合的範圍是相當準確的。本研究田口實驗值在全因子組合中的位置分佈，是採用常態分佈所找出來的，若所有的組合可能為另一種分佈時，即代入不同的分佈函數，以求出所在的約略位置，而約略位置越接近所得到的實驗所有組合的範圍則會更精準，以利配合田口實驗法計算出所有實驗組合的範圍。當知道了這些控制因子的所有組合範

圍後，對於一般之磚瓦業或企業界即可以做一個考量與評估，衡量所需要達到的粉塵防制效率目標為何。

### 五、磚窯廠粉塵防制效率加入成本效益考量

成本的計算暫採用固定值推估的方式為之，因為真正的成本是浮動的。以單一因子中各水準所能達到特定磚瓦窯區逸散性粒狀物防制措施之成本來估算，其中並不列入人員操作所需要之成本。若以一般之磚窯廠來計算成本，以一個月的時間做實驗設計，器具的使用年限估計為 5 年來預估所需要支出之成本，以宏泰磚窯廠為例，其廠區之總面積大小約為 14000 坪，長寬各約為 300 公尺、154.27 公尺，砌磚之廠房約為 1000 坪，長寬各約為 82.625 公尺、40 公尺屬於一般之中型廠房。

#### 5.1 各控制因子之防塵效能

經過實際的詢問物價與估算以後，可以得到單月成本表如表 8 所示，括號內之數值代表粉塵防制效率措施實施一個月所需要的金額。由表 8 之各項控制因子水準之成本計入全因子實驗法中。在成本的計算上，每一個控制因子水準之成本並不會互相影響，所以利用累加的觀念直接將表 8 所得到的估算成本直接計入全因子實驗法中，可以獲得 128 組組內每一組合粉塵防制措施所需的成本額。

將粉塵防制效率依由小到大排序之下，其單月成本的分佈、粉塵防制效率與全因子組次之關係如圖 5 所示。圖中右上角之星形符號代表田口實驗之最佳組合的防制效率值，菱形者從左至右依序為田口實驗中的第 1 組、第 8 組、第 7 組、第 6 組、第 2 組、第 3 組、第 4 組、第 5 組。可以看出田口實驗在全因子組合內的散佈情形，以及田口實驗所求出之最佳組合之值所在的位置。

由圖 5 可以看出，在粉塵防制效率的高點區(約從第 113 組到第 128 組)與低點區(約從第 1 組到第 11 組)，成本是較為穩定的，即粉塵

防制效率較高時其成本亦高，而粉塵防制效率低時其相對的成本亦較低。不過在第 12 組到第 112 組之間，其粉塵防制效率與成本之間的關係是變動而且不穩定的，所對應的成本上下起伏震盪很大，詳如圖 5 右邊縱軸之數值。

不過當吾人取第 12 組到第 112 組這之間的較高成本點與較低成本點，將圖 5 之左右縱軸互換且各做曲線擬合得圖 6，可以發現擬合後的上限線與下限線是有規律的，當粉塵防制效率提高時其所需要的成本皆有小幅度的上升。以企業界的選擇上來看，其全因子粉塵防制效率排序為第 112 組(即全因子實驗中之第 28 組 A1 B1 C2 D2 E1 F2 G2)，此組合所需之成本為 57824 元/月，而粉塵防制效率為 0.5488，亦即利用了較低的成本達到一個相當不錯的粉塵防制效率。反之，最不划算的組合為全因子粉塵防制效率排序第 17 組(全因子實驗中之第 101 組)，此組合之各因子水準為 A2 B2 C1 D1 E2 F1 G1，這個組合所需之成本為 72373 元/月，而在粉塵防制效率上僅有 0.4766，此為高成本低效率的組合。

由圖 6 之擬合上下限線之間的成本差距約有 20000 元，最主要原因為控制因子 E 中的水準二之噴灑化學穩定劑所費不貲，如圖 7 所示。圖 7 中之菱形位置即為加入有噴灑化學穩定劑的實驗組合，有噴灑化學穩定劑時其成本額皆達到成本的上限線；反之，當沒有噴灑化學穩定劑時其整體的成本額下降許多。可知，噴灑化學穩定劑與栽種、造林在成本上之花費上貴了許多，相對的在粉塵防制效率上並沒有相對地大大提升。

若吾人將粉塵防制效率依由小到大的排序改為依照成本額由高至低的排序，其趨勢如圖 8 所示，由成本額的分佈線可以看出在成本額的前半段與後半段幾乎呈現一條直線下降，不過在第 64 組到第 65 組之間急遽下降，係與噴灑化學穩定劑的成本有關，使得中間一

段出現急劇的成本落差。不過，從圖上可以看出，粉塵防制效率在圖中除了前半段與後半段(圖中之擬合線)為一個較大的落差外，其餘的粉塵防制效率雖然震盪頗大，不過亦有一種持續下降的現象出現，所以可以得知，在此成本的下降趨勢下，粉塵防制效率亦是下降的。

所以，當磚窯廠在選擇粉塵防制的方法上，有可能是以成本考量為重或者是以粉塵防制效率要求為先。從磚窯廠的觀點來看，假設希望得到最佳的粉塵防制效率，則選擇 A1 B1 C2 D2 E2 F2 G 2 的組合即可以達到最佳的粉塵防制效率 0.5699，不過其單月的成本額為 77757 元；假設磚窯廠以最低成本為唯一考量時，則選擇 A1 B2 C1 D1 E1 F1 G 1 的組合，其成本只需要 51107 元，不過粉塵防制效率僅有 0.4596；如果磚窯廠以取控制因子中的所有組合，粉塵防制高效率取前 20% 中的最低成本額者，則以 A1 B1 C2 D2 E1 F2 G2 組合符合上述之條件，且此組合單月所需之成本為 57824 元，其粉塵防制效率為 0.5488 為一合適的選擇。各磚窯廠針對需要可做不同之評估，在組合的選擇上，很少有公式可資套用，本研究提供完整的推論過程及方法，一旦因子或水準變更，則應重新計算提供決策參考，並可以將成本與粉塵防制效率加入適當的權重值，更可以了解所需要的選擇與組合。

最後，總結本文所計算出之粉塵防制措施組合、粉塵防制措施單月成本與粉塵防制效率之選擇比較，如表 9 所示。

## 六、結論與未來展望

在磚窯廠的粉塵污染防治上，將控制因子的粉塵防制效率以或然率的概念，計算出田口實驗法與全因子實驗法於磚窯廠的整體粉塵防制效率，並利用常態分佈以及灰色理論以求得當只有田口實驗法時的粉塵防制效率值的範圍，並與全因子實驗法做一比較，再將各水

準成本納入考量後，可以得到以下結論：

1. 算術平均基期之滾動灰建模(RGM)比一般的滾動灰建模(RGM)所得的預測值較為準確。
2. 全因子實驗即為磚窯廠粉塵防制措施之所有組合，於本文之粉塵減量措施之空氣污染防治效率為例，所得到的粉塵防制效率的範圍為0.4509到0.5699之間，粉塵防制效率的最佳值為0.5699，而田口實驗所得到的最佳組合之粉塵防制效率為0.5733，兩者相當接近。利用本研究的灰預測方法所得粉塵防制效率的範圍為0.4556到0.5587之間，粉塵防制效率的最佳值為0.5587。所以，此法較一般統計所使用的常態分佈經驗法則(0.4276~0.5988)準確，且其整體誤差只有0.3065%，可以得知，利用本文運算出所有組合的範圍是相當準確的，作法上可提供其它田口實驗法參考。
3. 若計入特定的粉塵污染防治措施之成本時，本例中磚窯廠的粉塵防制措施選擇A1 B1 C2 D2 E2 F2 G 2的組合可以得到最佳的粉塵防制效率0.5699，其單月成本為77757元；以最低成本為唯一考量時，則選擇A1 B2 C1 D1 E1 F1 G 1的組合，其成本只要51107元，惟粉塵防制效率只有0.4596；而A1 B1 C2 D2 E1 F2 G2組合為只需57824元之單月成本，卻可以得到0.5488粉塵防制效率的絕佳選擇。

後續研究建議上有：

1. 本研究所採用之田口實驗法以及全因子實驗法之粉塵防制效率為估算值，後續研究上，可嘗試將所有的組合依權重別另以實驗求證之。
2. 利用本研究的方法運用在田口實驗法中的各個領域，以獲得田口實驗法的所有組合範圍，做為一個參考值。
3. 田口實驗法預測範圍時，田口實驗組合的



位置在本文採用常態分佈原理，對於後續的研究上，可嘗試別種方法來找出田口實驗組合的位置再印證之。

#### 參考文獻

- [1] 蔣德元,「磚窯業粉塵污染控制技術最佳化研究」,私立元智大學機械工程研究所,碩士,民國 89 年。
- [2] 沈怡文,「台灣傳統瓦窯燒製程序之研究」,私立中原大學機械工程研究所,碩士,民國 93 年。
- [3] 李輝煌,田口方法-品質設計的原理與實務,高立圖書有限公司,台北,2004 年 8 月。
- [4] Akgun Alsaran, Ayhan Celik, Cafer Celik, "Determination of the optimum conditions for iron nitriding of AISI 5140 steel", Surface and Coatings Technology, 160, pp. 219-226, 2002.
- [5] S. Shaji, V. Radhakrishnan, "Analysis of process parameters in surface grinding with graphite as lubricant based on the Taguchi method", Journal of Materials Processing Technology, 141, pp. 51-59, 2003.
- [6] 陳哲萍,「超微粒錫粉焊料之噴霧製造研究」,國立成功大學航空太空工程研究所,碩士,民國 93 年。
- [7] 黃臣鴻、鄭銘章、黃俊仁、彭君平、何明雄,「應用田口方法和主成份分析於 PC/ABS 射出成型製程最佳化」,第十九屆機械工程研討會論文集,民國 91 年。
- [8] 張義龍,「台灣地區家用冷氣機持有量預測:三種預測模型之比較」,國立交通大學經營管理研究所,碩士,民國 92 年。
- [9] Li-Chang Hsu, "Applying the Grey prediction model to the global integrated circuit industry", Technological Forecasting & Social Change, 70, pp. 563-574, 2003.
- [10] Chin-Tsai Lin, Shih-Yu Yang, "Forecast of the output value of Taiwan's opto-electronics industry using the Grey forecasting model", Technological Forecasting & Social Change, 70, pp. 177-186, 2003.
- [11] 羅世杰,「應用灰色理論於電信帳單需求預測模式之研究」,大葉大學資訊管理研究所,碩士,民國 92 年。
- [12] 陳仕俞,「飛安事故之灰預測與灰關聯分析」,淡江大學航空太空研究所,碩士,民國 89 年。
- [13] 紀慶嘉、曹魯屏、吳修志、林仲廉,「氣體傳動式自動武器洩氣孔性能分析」,第三屆國防科技學術研討會論文集, pp. 645-652, 民國 91 年。
- [14] 張碧霖、紀慶嘉、吳振源, 2004.11.26, 灰色預測理論於台灣地區家用冷氣機的持有量與座車銷售量研究, 2004 中國機械工程學會第 21 屆全國學術研討會, 中山大學, 高雄, 論文集(III), P.6615-P.6621.
- [15] Chia-Jui Lai, "A Modified Rolling Gray Model for Nonlinear Time Series Forecasting", The Journal of Grey System, 2, pp.133-140, 2002.
- [16] 吳漢雄、溫坤禮、游美利、張廷政,「GM(1,1)模型中 a 值的棒棒分析」,第四屆灰色系統理論與應用研討會研討會論文集, pp. 234-246, 民國 88 年。
- [17] Shih-Chi Chang, Hsien-che Lai, Hsiao-Cheng Yu, "A variable P value rolling Grey forecasting model for Taiwan semiconductor industry production", Technological Forecasting & Social Change, 72, pp. 623-640, 2005.
- [18] Deng Julong, "Grey Differential Equation", The Journal of Grey System, 1, pp. 1-14, 1993.
- [19] Deng Julong, "Modeling for Satisfactory Non-Equigap GM(1,1)", The Journal of

- Grey System, 2, pp. 75-86, 1994.
- [20] Deng Julong, "A Novel GM(1,1) Model for Non-Equigap Series", The Journal of Grey System, 2, pp. 111-116, 1997.
- [21] Chang-Huang Chen, "Non-Equigap GM(1,1) Modeling", 2001 年灰色系統理論與應用學術研討會, pp. A-1-A-7, 2001.
- [22] 李禎常,「破裂岩體地下水流與污染物平均傳輸統計分佈性質之研究」,成功大學資源工程研究所,碩士,民國 93 年。
- [23] 姜志和,「一個直覺式整合測試的工作環境」,中華大學電機工程研究所,碩士,民國 93 年。
- [24] 溫坤禮、黃宜豐、陳繁雄、李元秉、連志峰、賴家瑞,灰預測原理與應用。全華科技圖書股份有限公司,台北,2002 年 9 月,初版。

表 1 磚瓦窯礦區逸散性粒狀物之防制措施減量放率參考表[1]

防制措施	防制措施細則	防制效率
一、清洗措施	a.工地設有專用洗滌車輛或與土石有關機具區域	0.8
	b.清洗路面	0.7
二、鋪設措施	a.鋪設鋼板於裸露道路上	0.6
	b.鋪設礫石於裸露道路上	0.5
三、灑水噴霧	a.開挖地面(每二小時噴灑一次)	0.6
	b.裸露地面或路面(每二小時噴灑一次)	0.6
	c.堆料區或卸料區(每二小時噴灑一次)	0.6
	d.砂石作業	0.6
	e.輸送帶	0.6
四、防塵罩網等措施	a.裸露地表、料堆、運輸卡車鋪蓋防塵網(網徑0.5mm,網距3mm 為參考基準)	0.3
	b.其它規格之防塵網	—
	c.運輸車覆蓋不透氣防塵塑膠布	0.9
五、防塵屏等措施	周界築有高1.8 公尺以上之圍籬	0.4
六、集塵系統 (配有收集導管)	a.重力沉降或衝擊室	0.8
	b.吸塵器、袋式集塵器或噴淋槽	0.9
七、防塵覆被	a.栽種、造林	0.6
	b.植生覆被	0.8
	c.噴灑化學穩定劑	0.85-0.95
八、作業場所	a.半密閉式廠房	0.8
	b.密閉式廠房	0.95
九、管理措施	a.降低行車速度	0.3
	b.改變迎風面坡度	0.35
	c.減少物料掉落高度	0.4
	d.減少土石物料擾動及改變堆積方式	0.5
	e.路邊石及路肩土壤穩固	0.5
十、其它措施	非上述其它防塵措施	—

表 2 磚窯廠逸散性粒狀物實驗的控制因子及水準表

因子符號	說明	水準一 (效率值)	水準二 (效率值)
A	清洗措施	工地設有專用洗滌車輛或與土石有關機具區域(0.8)	清洗路面(0.7)
B	舖設措施	舖設鋼板於裸露道路上(0.6)	舖設礫石於裸露道路上(0.5)
C	防塵罩網等 措施	裸露地表、料堆、運輸卡車舖蓋防塵網(0.3)	運輸車覆蓋不透氣防塵塑膠布(0.9)
D	集塵系統	重力沉降或衝擊室(0.8)	吸塵器、袋式集塵器或噴淋槽(0.9)
E	防塵覆被	栽種、造林(0.6)	噴灑化學穩定劑(0.9)
F	作業場所	半密閉式廠房(0.8)	密閉式廠房(0.95)
G	管理措施	降低行車速度(0.3)	減少土石物料擾動及改變堆積方法(0.5)

表 3 田口實驗法之磚窯廠粉塵防制效率表

EXP.	A	B	C	D	E	F	G	y
1	1	1	1	1	1	1	1	0.4679
2	1	1	1	2	2	2	2	0.5276
3	1	2	2	1	1	2	2	0.5342
4	1	2	2	2	2	1	1	0.5386
5	2	1	2	1	2	1	2	0.5448
6	2	1	2	2	1	2	1	0.5274
7	2	2	1	1	2	2	1	0.4893
8	2	2	1	2	1	1	2	0.4759
								$\bar{y}=0.5132$

表 4 磚窯廠逸散性粒狀物防制效率之田口實驗的因子反應表

	A	B	C	D	E	F	G
Level 1	0.5171	0.5169	0.4902	0.5091	0.5013	0.5068	0.5058
Level 2	0.5093	0.5095	0.5363	0.5174	0.5251	0.5196	0.5206
Effect	0.0078	0.0075	0.0461	0.0083	0.0237	0.0128	0.0148

表 5 磚窯廠逸散性粒狀物防制效率之全因子實驗的因子反應表

	A	B	C	D	E	F	G
Level 1	0.5171	0.5170	0.4904	0.5093	0.5015	0.5073	0.5058
Level 2	0.5093	0.5094	0.5360	0.5172	0.5249	0.5192	0.5206
Effect	0.0078	0.0076	0.0456	0.0079	0.0234	0.0119	0.0148

表 6 利用常態分佈預測田口實驗位於全因子實驗組合之間距表

田口實驗序號	y	z (標準化值)	機率值	田口實驗於全因子實驗組合之間距	四捨五入取得所需之間距
1	0.4679	-1.5878	0.0681	8.7168	9
2	0.5276	0.50519	0.6808	87.1424	87
3	0.5342	0.7360	0.7549	96.6272	97
4	0.5386	0.8898	0.7967	101.9776	102
5	0.5448	1.1074	0.8508	108.9024	109
6	0.5274	0.4970	0.6772	86.6816	86
7	0.4893	-0.8387	0.2177	27.8656	28
8	0.4759	-1.3089	0.1112	14.2336	14

表 7 算術平均基期作滾動灰預測與一般之滾動灰預測之誤差值比較表

	算術平均基期作滾動灰預測	一般之滾動灰預測
1-8 組平均誤差值	0.5819	3.2648
110-128 組平均誤差值	0.4642	0.5522

表 8 粉塵防制措施各水準單一月所需之成本表

因子符號	說明	水準一 (新台幣)	水準二 (新台幣)
A	清洗措施	工地設有專用洗滌車輛或與土石有關機具區域(6667)	清洗路面(8000)
B	鋪設措施	鋪設鋼板於裸露道路上(7590)	鋪設礫石於裸露道路上(6900)
C	防塵罩網等措施	裸露地表、料堆、運輸卡車鋪蓋防塵網(6640)	運輸車覆蓋不透氣防塵塑膠布(7500)
D	集塵系統	重力沉降或衝擊室(7500)	吸塵器、袋式集塵器或噴淋槽(8333)
E	防塵覆被	栽種、造林(10067)	噴灑化學穩定劑(30000)
F	作業場所	半密閉式廠房(8333)	密閉式廠房(11667)
G	管理措施	降低行車速度(5000)	減少土石物料擾動及改變堆積方法(6000)

表 9 粉塵防制措施組合、粉塵防制措施單月成本與粉塵防制效率之選擇比較表

選擇條件	粉塵防制措施組合	粉塵防制措施單月成本(元)	粉塵防制效率
最佳粉塵防制效率	A1 B1 C2 D2 E2 F2 G2	77757	0.5699
粉塵防制效率前 20%中的最低成本	A1 B1 C2 D2 E1 F2 G2	57824	0.5488
單月最低粉塵防制成本	A1 B2 C1 D1 E1 F1 G1	51107	0.4596

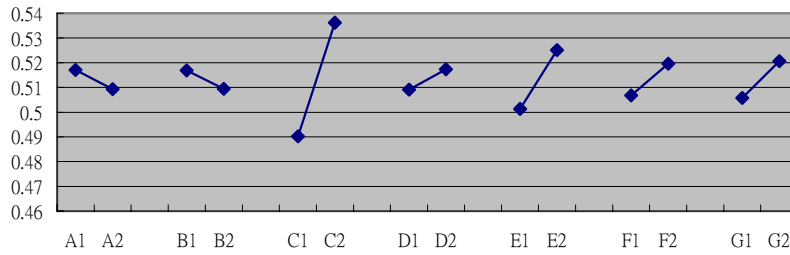


圖 1 磚窯廠逸散性粒狀物防制效率之田口實驗之因子反應圖

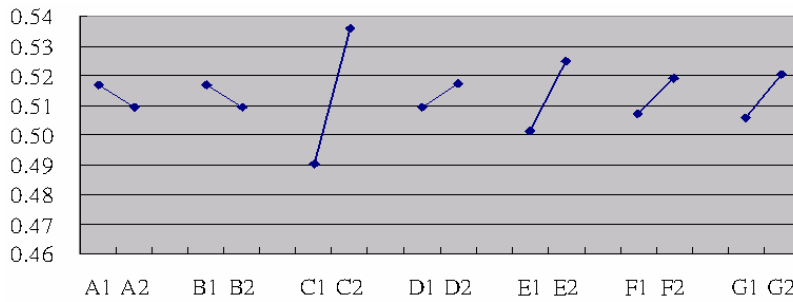


圖 2 磚窯廠逸散性粒狀物防制效率之全因子實驗之因子反應圖

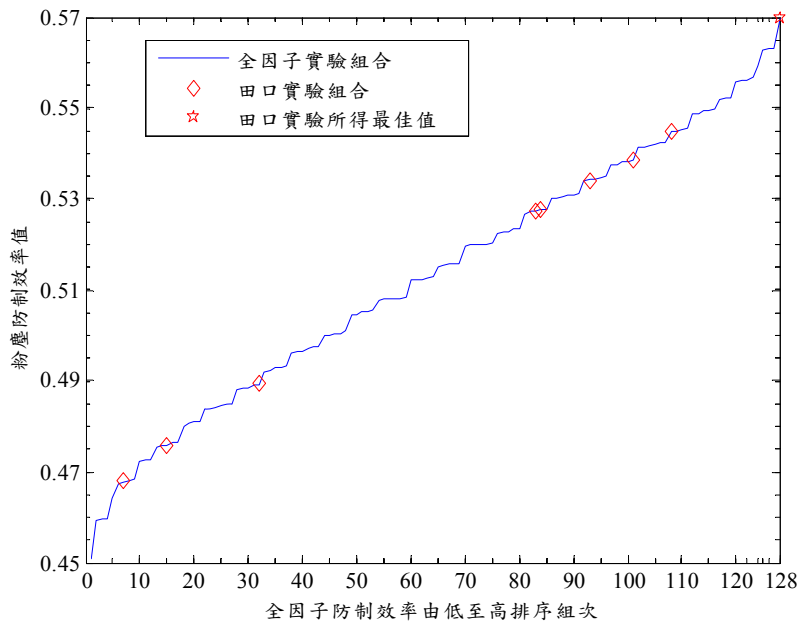


圖 3 全因子實驗之粉塵防制效率由小到大排序與田口實驗之粉塵防制效率關係圖

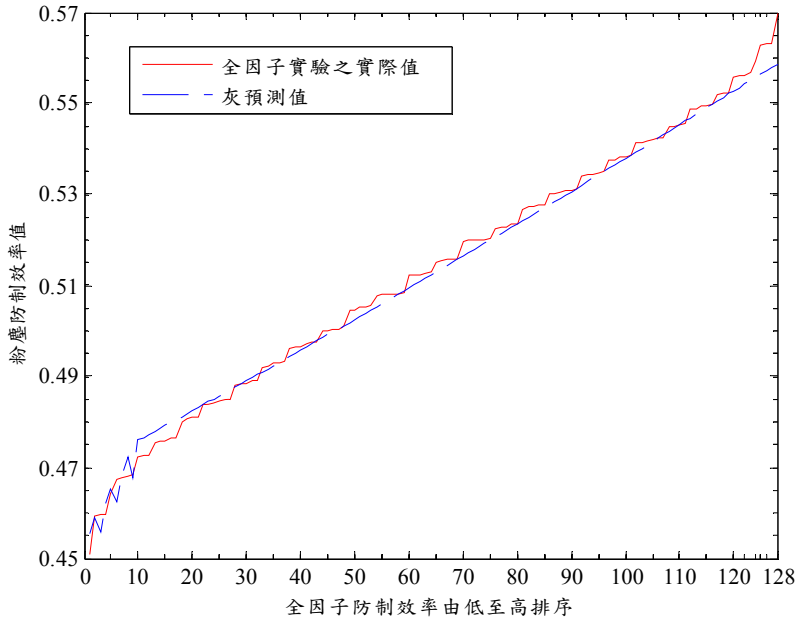


圖 4 粉塵防制效率之實際值與灰預測值比較圖

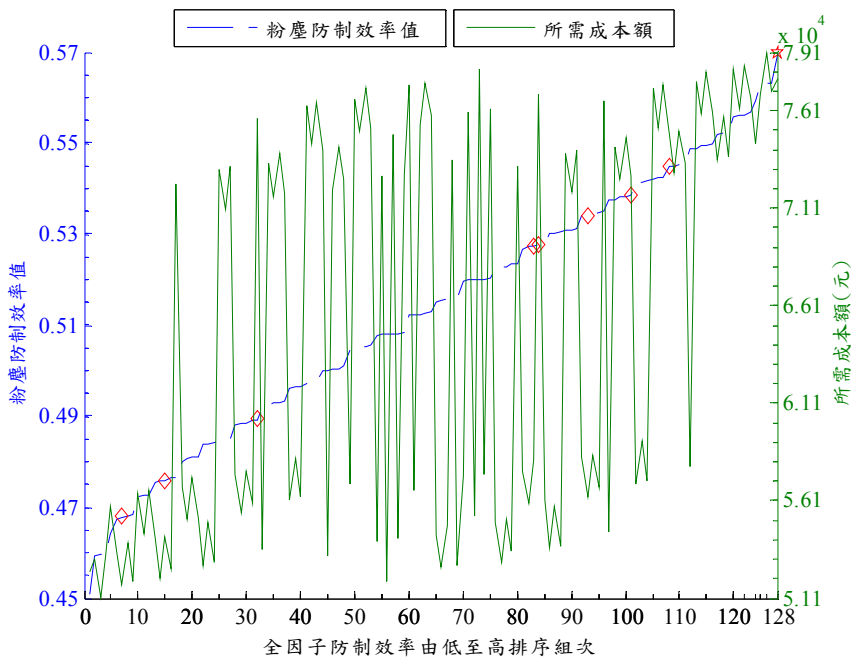


圖 5 粉塵防制效率依由小到大的排序與粉塵防制效率及成本之關係圖

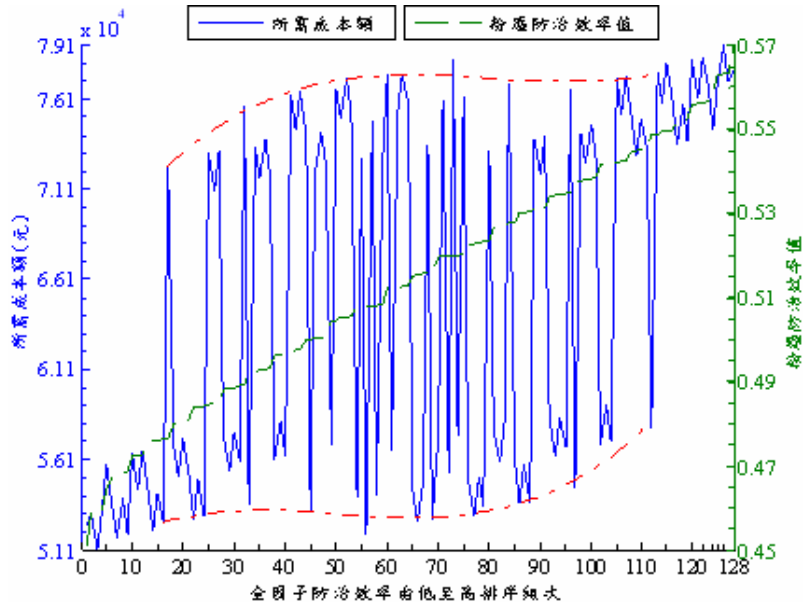


圖 6 粉塵防制效率依由小到大的排序與成本之趨勢圖

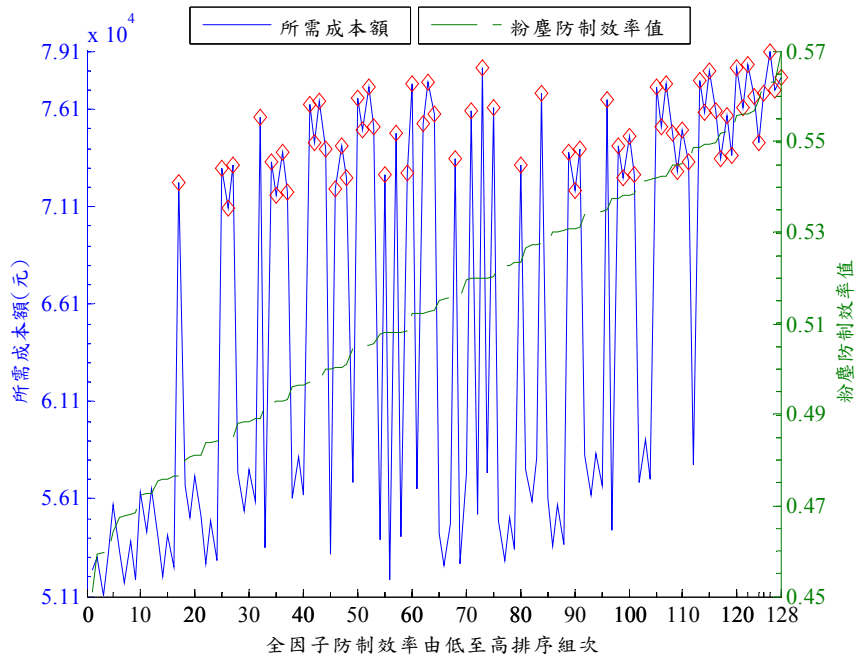


圖 7 粉塵防制效率依由小到大的排序下顯示出噴灑化學穩定劑之組合落於高成本區之圖

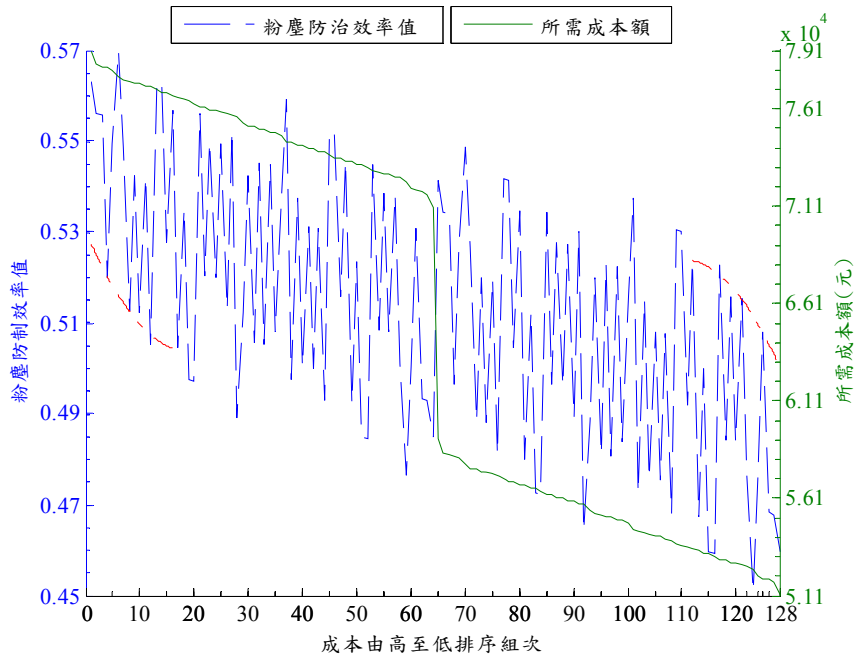


圖 8 成本總額依由大到小的排序與粉塵防制效率之趨勢圖





## 液晶顯示器背光模組之光特性研究

### THE OPTICAL CHARACTERISTIC STUDY OF THE LCD BACKLIGHT

黃顯川 楊萬隆 楊宗長

清雲科技大學 電機工程系

[hchuang@cyu.edu.tw](mailto:hchuang@cyu.edu.tw)

#### 摘要

網點大小及網點密度變化影響背光模組中導光板的設計及分析,我們探討楔形導光板其網點大小及網點密度對於亮度及均勻度的光特性。

我們以 TracePro 光學模擬軟體,對於不同網點大小及網點密度其楔形導光板出光分析作歸納,並運用此分析結果作為網點最佳化設計的準則。以網點大小及網點密度兩種方法為設計,均獲得不錯之亮度平均值及分佈均齊度。

在本論文中,提供了一定範圍的網點對於亮度及均齊度的設計分析,希望藉此提供業者作為背光模組之導光板設計上的參考。

**關鍵詞**：背光模組、楔形導光板、網點、均齊度。

## **Abstract**

The spot size and distributed of dispersion dot are important of the light guide plate design and analysis, we have studied the influence of the wedge-shaped light guide plate.

We used TracePro to analysis the characteristics of the light uniformity by two kind of method, one is fixed the dispersion dot spacing density and changed the dispersion dot size, else is changed dispersion dot spacing density but fixed the dispersion dot size. We are collected the results of the light output, and try to takes a optimization design using the analysis result as a criterion, and obtained the better average of luminance and distributed.

We hoped to give some useful reference for business light guide plate design.

**Key words:** Light Guide Plate, Dispersion Dot, Distribution uniformity.





## 一、前言

由於液晶顯示器本身並不會發光，因此需要背光模組來提供光源，背光模組性能的好壞將直接影響LCD液晶顯示器的顯示品質。然而，液晶顯示器背光模組之光學設計，就所收集文獻及近110篇中外專利，國內業者為迴避專利亦頭痛不已。即使業者有所創新，基於商業機密是不會公布其設計作法的，許多設計上的經驗都必須自行慢慢累計。

背光模組架構上包含有冷陰極螢光管(CCFL)光源、燈管反射罩、導光板、反射板、擴散版、稜鏡片等，如圖1所示。

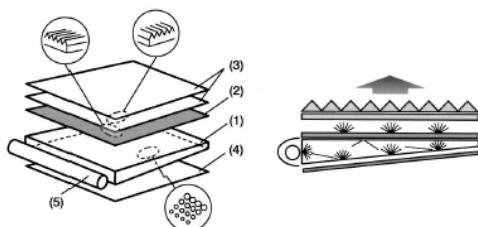


圖1 傳統式背光模組

在背光模組中，導光板扮演品質好壞決定性的角色，主要原因是導光板的功用在於引導冷陰極螢光管光源光的傳遞方向，並將冷陰極螢光管的線性光源轉變成平面光源，使得光線由導光板之出光面均勻出射[1-2]。

一般來說，當光線由冷陰極螢光管光源直接射入背光模組之導光板，或經由反射罩反射再射入導光板。由於導光板折射率高的緣故，光線在導光板中因全反射而無法出光。若想讓光線由導光板出光面射出，必須在導光板的底面利用散射物質（網點）或適當的光學結構設計來破壞全反射的條件，使得光線能經由導光板的出光面射出[3-5]。

散射網點的大小及位置將會影響光源由

線光源轉化成平面光源過程的光的均勻度。所以散射網點大小及位置成為設計導光板的重點，亦是我們研究的重點。本篇文章中我們以15吋液晶面板單一CCFL為研究模擬對象，由於現在液晶顯示器越來越輕薄必須運用有限的空間放置所有組件，最常見的做法就是將導光板做成楔形，楔形導光板成為主要設計方式。

我們將利用TracePro[6]光學模擬軟體模擬背光模組楔形狀導光板及底面各種散射網點之分佈情形，以了解導光板出光面光分布的情形，藉由這些分析來找出較佳的導光板設計。我們並非探討該技術的新穎性，我們是想利用歸納方法提出合理的設計過程，藉由有規律的改變網點的面積或改變網點的密度找出光量度變化的特性，作為設計網點的大小或密度，及網點隨位置變化調整之依據，提出合理的設計條件並於快速達成高均勻度之研究。

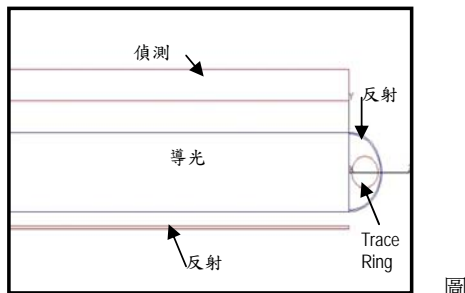
我們是以Lambda Research公司在網路上所提供給大眾作研究範例為基礎，進行調整網點大小或網點密度。至於亮度的評估是以VESA的flat panel display measurements standard所提的規範為參考依據[7]。

## 二、導光板模擬設計

首先，我們必須建立背光模組光學模型，以市面上之15吋面板規格大小為對象，其規格參數如表1。

Denomination	Value
Height	305 mm
Width	230 mm
Thickness	5 mm
Refractive Index (PMMA)	1.49
Radius of a Light Source	1 mm
Wave Length of Light Source	0.55nm
Watts of a Light Source	5 W
Radius of a Reflector	2.5 mm
Raytrace	10000

表1 15吋面板背光模組規格參數  
光學模擬模型以理想單光源邊射式，如圖2所示之。



2 背光模組模型

為了研究導光板的出光效率及均勻性，我們在導光板之底面配置各種網點。當光線遇到網點散射後於導光板出光面透出。我們將擴散網點設計分成：

- (1) 固定網點間距改變網點大小
- (2) 固定網點大小改變網點間距

各以 10 個不同條件的佈局來探討導光板出光面分佈之情形。並對這兩種方式做最佳化設計。

本論文以導光板之傾斜角 $0.25^\circ$ 為設計對象，討論網點的分佈對導光板出光面的亮度及均勻度的影響表現。

## 三、模擬結果與分析

為了讓導光板出光面亮度及均勻度有更加的表现，本章節針對網點的大小、網點的間距等對導光板出光的亮度與均勻度的影響進行分析比較，以取得一最佳化設計準則。

為了作最佳化設計，首先我們進行導光板使用各種不同大小的網點時亮度分佈的情形。瞭解在均勻分佈下的各種大小網點其光分佈特性及差異。

### 3.1 固定網點間距改變網點大小之特性分析

本論文以圓形網點為設計對象，網點面積由  $0.04\pi\text{mm}^2$  為起始值，然後以倍率方式增加直到 10 倍為止。為了便於計算，我們先將轉換成半徑，由  $0.2\text{mm}$  至  $0.63\text{mm}$ 。其對照表如表 2 所示。

等份	擴散點面積 ( $\pi r^2$ )	擴散點半徑 (mm)
一	$0.04 \pi$	0.2
二	$0.08 \pi$	0.28
三	$0.12 \pi$	0.35
四	$0.16 \pi$	0.4
五	$0.20 \pi$	0.45
六	$0.24 \pi$	0.49
七	$0.28 \pi$	0.53
八	$0.32 \pi$	0.57
九	$0.36 \pi$	0.6
十	$0.4 \pi$	0.63

表 2 網點面積轉換表

在導光板底面佈上均勻分佈網點，網點間距大小為  $1.5\text{mm}$ ，厚度設為  $0.1\text{mm}$ ，如圖 3 所示。以便觀察其亮度值變化與網點特性的關係。

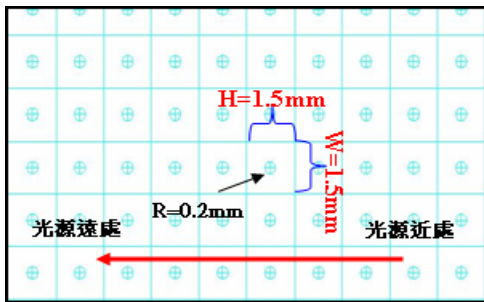
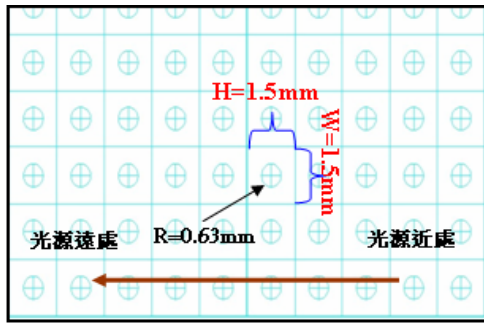


圖3. 網點大小及間距大小

至於導光板亮度分佈，模擬的結果判斷。我們依照一般液晶顯示器亮度標準的 5 點量測法來量測如圖 4 所示。另外也是觀察分佈均齊度(L)，及亮度平均值(P<sub>av</sub>)。

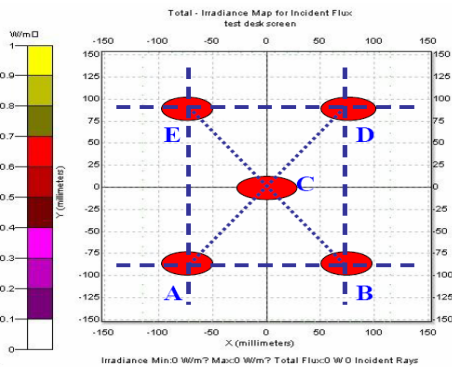


圖 4 五點亮度分析示意圖

圖 5~6 及表 3-4 為網點 R=0.2mm 及 R=0.63m，導光板出光面光分布情形及 5 點量測亮度之結果。

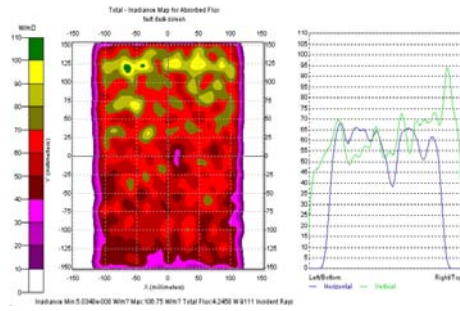


圖5 R=0.2mm之導光板出光分佈情形

偵測點	A	B	C	D	E
亮度平均值(W/m <sup>2</sup> )	54.2	47.5	50.6	75.8	83.3

表3 R=0.2mm之5點亮度分析值

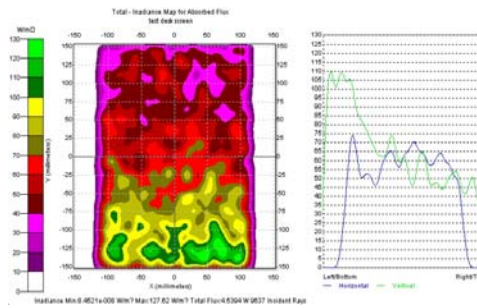


圖6 R=0.63mm之導光板出光分佈情形

偵測點	A	B	C	D	E
亮度平均值(W/m <sup>2</sup> )	91.3	101.75	65.8	38.75	45

表4 R=0.63mm之5點亮度分析值

至於10個由R=0.2mm至R=0.63m的10種網點大小變化情況所得結果，其導光板出光面均齊度的表現，如表5所示。最好大約85.5%，而最壞時大約只有38.1%。



半徑	$P_{av}(W/m^2)$	$P_{min}(W/m^2)$	$P_{max}(W/m^2)$	$P_{max}-P_{min}$	L
R=0.2mm	62.28	B 區 47.5	E 區 83.3	35.8 W/m <sup>2</sup>	57%
R=0.28mm	71.24	A 區 67.5	E 區 78.7	11.2 W/m <sup>2</sup>	85.8%
R=0.35mm	66.1	D 區 60	A 區 75	15 W/m <sup>2</sup>	80%
R=0.4mm	64.6	E 區 46.7	B 區 75	28.3 W/m <sup>2</sup>	62.3%
R=0.45mm	67.92	E 區 55.8	B 區 90	34.2 W/m <sup>2</sup>	62%
R=0.49mm	65.54	E 區 50	B 區 81.9	31.9 W/m <sup>2</sup>	61.1%
R=0.53mm	65.24	E 區 45.8	B 區 90	44.2 W/m <sup>2</sup>	50.9%
R=0.57mm	69.98	D 區 46.9	A 區 98.8	51.9 W/m <sup>2</sup>	47.5%
R=0.6mm	69.66	E 區 48.3	A 區 96.7	48.4 W/m <sup>2</sup>	50%
R=0.63mm	68.52	D 區 38.75	B 區 101.75	63 W/m <sup>2</sup>	38.1%

表 5 平均亮度及均齊度之表現

為了，進一步瞭解及分析亮度特性，我們將整個導光板平分成等間格線如圖7所示，利用此五分等分線亮度求得導光板出光的亮度平均變化。

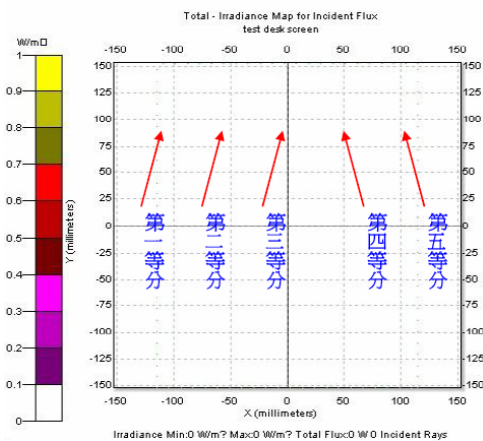


圖 7 亮度分析等分取樣圖

經過計算結果，畫成亮度變化曲線，如圖 8 所示。

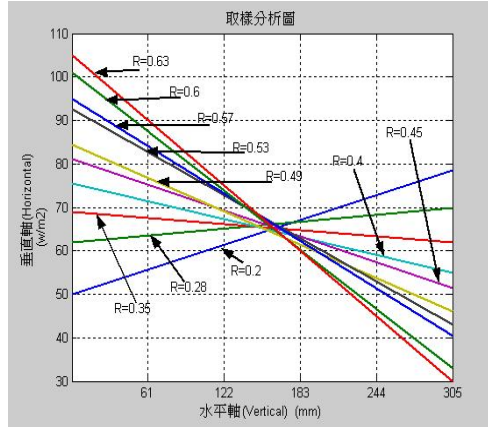


圖 8 R=0.2mm~0.63mm，導光板平均出光亮度之分佈曲線圖

由圖 8 中之線性曲線可以看出在 R=0.2mm、0.28mm 的斜率為正值，換句話說，此時出光量不足。然而，R=0.28mm 時  $P_{max}-P_{min}$  值為 11.2 W/m<sup>2</sup> 亮度差異最小，且平均分佈亮度為 71.24 W/m<sup>2</sup> 最亮及分佈均齊度為 85.8% 為最佳。可是 R=0.28mm 出光量呈現正斜率表示導光板內光能量呈現累積現象，設計上可以將擴散網點再放大些。因此，為了有更佳化設計，我們選用 0.35mm 的網點為起始值條件，0.35mm 的網點過程中出光量會逐漸減少，我們就藉由增加網點大小的方式來做補償。

### 3.2 固定網點間距改變網點大小之最佳化設計

針對 R=0.35mm 作為最佳化設計之半徑為起始值，逐漸增加半徑的方式將網點布於導光板上完成最佳化設計。

藉由增加網點半徑補強導光板出光的減弱以達到出光均勻的設計。首先，我們將整個導光板分成 10 等份，R=0.35mm 為起始值之設計參數表，如表 6 所示。

區域數	一	二	三	四	五	六	七	八	九	十
R	0.35	0.35	0.35	0.4	0.4	0.45	0.45	0.49	0.49	0.53

表 6 R=0.35mm 為起始值之設計最佳化參數

運用此參數表之設計值，經由模擬結果如圖 9。其 5 點量測亮度之結果如表 7 所示。

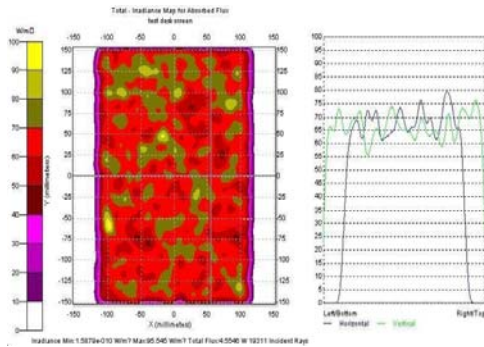


圖9 以R=0.35mm為起始值，調整網點大小之亮度分布圖

偵測點	A	B	C	D	E
亮度平均值(W/m <sup>2</sup> )	67.5	72.5	70.5	70	74.2

表7 R=0.35mm為起始值調整網點大小之5點亮度分析值

由圖 9 得知，R=0.35mm 為起始值之設計，可以發現以整體光出面之效果有不錯的均勻度表現。其中最小亮度在 A 區之 67.5 W/m<sup>2</sup>，最大亮度在 E 區 74.2 W/m<sup>2</sup>，使得其分佈均齊度為 91%，平均亮度為 70.94W/m<sup>2</sup>。

由以上之分析可以瞭解經修改設計後，在平均亮度及分佈均齊度上都大幅提昇，且在均齊度有高達 91%的均勻度。

我們已經討論固定網點間距改變網點大小對導光板出光分布及均勻度的影響。接著，我們將進行固定網點大小改變網點間距的設

計，進而瞭解當網點間距變化時所造成之光特性差異。

### 3.3 固定網點大小改變網點間距之特性分析

由之前分析結果得知，網點固定大小，往往導光板出光量會逐漸下降。除了可藉由增加網點大小來彌補光能量的下降方法外，也可以藉由改變網點之間距作調整，在相同的空間裏有更多的網點以增加光亮度。

我們跟隨前一節的設計條件，將網點其設計條件為 W=1.5mm 固定，而 H 由 0.46mm ~ 1.5mm 的間距作變化，如表 8 所示。其間之關係每次改變為 0.25 倍差，而固定網點大小改變間距之示意圖，如圖 10 所示。而網點半徑固定為 0.2mm，網點與間距 H=0.46mm 及 H=1.5mm 結果，如圖 10~12 所示。亮度之平均值如表 9~10 所示。

等份	差距倍數 (倍)	擴散點間距 (mm)
一	1	1.5
二	1.25	1.2
三	1.5	1
四	1.75	0.86
五	2	0.75
六	2.25	0.67
七	2.5	0.6
八	2.75	0.55
九	3	0.5
十	3.25	0.46

表 8 網點間距變化值

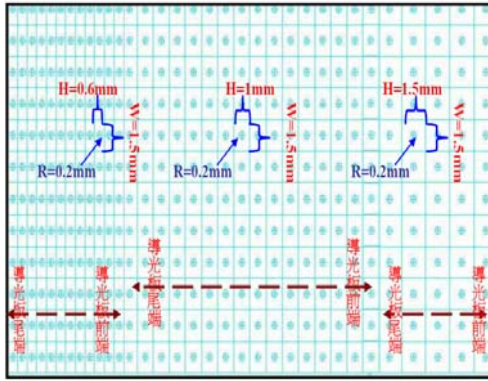


圖10 固定網點大小改變間距之示意圖

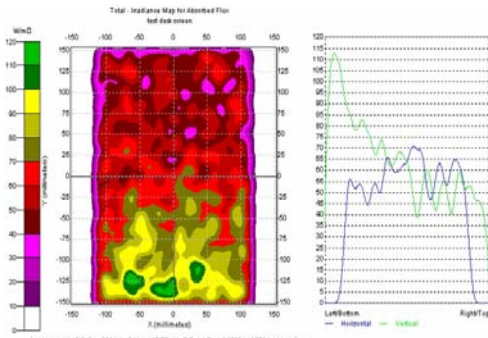


圖11 間距H=0.46mm之導光板出光分佈情形

偵測點	A	B	C	D	E
亮度平均值(W/m <sup>2</sup> )	85	75.8	61.7	55.8	50

表 9 H=0.46mm 之 5 點亮度分析值

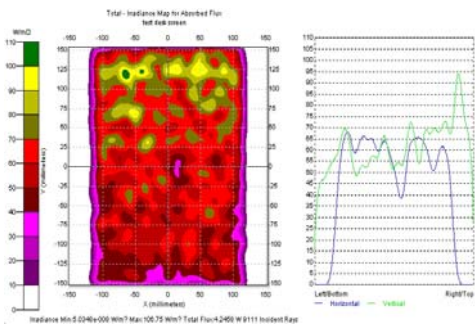


圖 12 間距 H=1.5mm 之導光板出光分佈情形

偵測點	A	B	C	D	E
亮度平均值(W/m <sup>2</sup> )	54.2	47.5	50.6	75.8	83.3

表 10 H=1.5mm 之 5 點亮度分析值

至於，H=0.46mm至H=1.5mm的10種網點距離變化情況所得結果，其導光板出光面均齊度的表現，如表11示。

間距	P <sub>av</sub> (W/m <sup>2</sup> )	P <sub>min</sub> (W/m <sup>2</sup> )	P <sub>max</sub> (W/m <sup>2</sup> )	P <sub>max</sub> -P <sub>min</sub>	L
H=0.46 mm	65.7	E 區 50	A 區 85	35 W/m <sup>2</sup>	58.8%
H=0.5 mm	63.02	D 區 45	B 區 82.5	37.5 W/m <sup>2</sup>	54.5%
H=0.55 mm	72.5	E 區 56.7	B 區 93.3	36.6 W/m <sup>2</sup>	60.8%
H=0.6 mm	71.13	D 區 54.2	B 區 91.25	37.05 W/m <sup>2</sup>	59.4%
H=0.67 mm	68.9	E 區 55	A 區 80.6	25.6 W/m <sup>2</sup>	68.2%
H=0.75 mm	69.5	D 區 63.3	B 區 78.3	15 W/m <sup>2</sup>	80.8%
H=0.86 mm	69.5	A 區 57.5	B 區 74.4	16.9 W/m <sup>2</sup>	77.3%
H=1 mm	69.5	B 區 64.5	E 區 76.3	11.8 W/m <sup>2</sup>	84.5%
H=1.2 mm	64.3	A 區 57.5	E 區 75	17.5 W/m <sup>2</sup>	76.7%
H=1.5 mm	62.28	B 區 47.5	E 區 83.3	35.8 W/m <sup>2</sup>	57%

表11 間距改變之平均亮度及均齊度之表現

我們發現當間距愈小所得到之最大值及最小值差異越大，這乃因為在相同的空間放入的網點愈多使得光源在近光源處迅速出射於出射面所致。

我們由圖 13 得知，當間距 H=0.46mm 時其斜率為負值且傾斜斜率相當大，可看出當 H=0.75mm 時其傾斜斜率為較小，有相當不錯的均勻性。當間距 H=0.75 mm、0.86mm 時有較佳均勻度的表現，因此將運用此分析結果最為最佳化的條件。

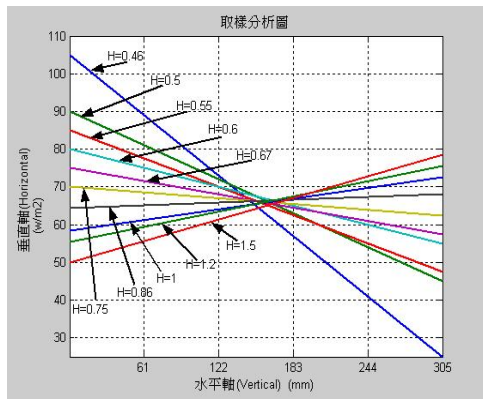


圖13 H=0.46mm~H=1.5mm，導光板平均出光亮度之分佈曲線圖

### 3.4 固定網點改變間距之最佳化設計

由上一節之分析結論得知，當固定網點大小為 0.2mm，而間距以 H=0.75mm 及 H=0.86mm 時光源之均勻性有最佳化設計的可能。有鑑於此，將網點間距 H=0.75mm 為起始間距，同樣將整個導光板分成 10 個等分，較佳化設計參數如表 12。

區域數	一	二	三	四	五	六	七	八	九	十
H	0.75	0.75	0.75	0.67	0.67	0.6	0.6	0.55	0.55	0.5

表 12 H=0.75mm 起始間距之最佳化設計參數

運用此參數表之設計值，經由模擬結果如圖 14。其 5 點量測亮度之結果如表 13 所示。其最小亮度 68 W/m<sup>2</sup>，最大亮度 72 W/m<sup>2</sup>，使得其分佈均齊度為 94.4%，平均亮度為 70.3W/m<sup>2</sup>。由上述之分析可以瞭解經設計後在平均亮度及分佈均齊度上都大幅提昇。

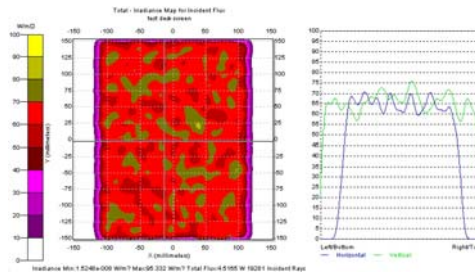


圖14 H=0.75mm為起始值，調整網點間距大小之亮度分布圖

偵測點	A	B	C	D	E
亮度平均值(W/m <sup>2</sup> )	71	70.5	68	72	70

表13 H=0.75mm為起始值調整網點間距大小之5點亮度分析值

### 四、結論

本論文分析光在導光板經傳遞過程及導光板出光面的亮度分佈及均勻度，進而瞭解其最佳的設計。顯然，良好的導光網點設計可以獲得均勻度非常很好的出光特性。利用適當的條件做最佳化網點設計，可獲得不錯的均勻光分布的結果。

由於，本文之模擬光線數僅為10,000條，分析之光場均勻度可能存在潛在的不精確度。然而，本文著重於方法而非數據結果。希望本論文所做的相關分析與討論，希望能提供背光模組之導光板設計上的參考。

### 參考文獻

1. 張自恭、林奇鋒、方育斌，”背光模組光學設計”，光連第49期，2004/1。
2. 方育斌，LCD背光模組之光學最佳化設計，國立成功大學工程科學系碩士論文，民國93年。
3. 杜業炫，背光模組用非印刷式導光結構參數之研究，元智大學電機工程學系碩士論

文，民國92年。

4. 蔣宗樹，導光板導光設計之研究，中原大學機械工程研究所碩士論文，民國91年。
5. 施至柔，背光模組光學模擬技術，國立交通大學光電工程所碩士論文，民國87年。
6. Lambda Research, TracePro 3.2 2004.
7. VESA, "Flat Panel Display Measurements Standard", Version1.0, May. 15 1998.

**雷射掃描方法在流體表面量測之研究**  
**Laser Scanning Method in the Measurement of Fluid Surface**

**陳秀文**

Shiou-Wen Chen

樹人醫護管理專科學校 醫學影像技術科

[swchen@szmc.edu.tw](mailto:swchen@szmc.edu.tw)

**李正民**

Cheng-Min Lee

清雲科技大學 電子系

[cmlee@mail.cyu.edu.tw](mailto:cmlee@mail.cyu.edu.tw)

**摘要**

一個光學掃描的方法被發展出來研究空氣及液體界面之流體表面細微結構，此一掃描方法被應用來研究由水下潛體產生之水面渦流，藉由一個位置感測器可量測出由水下折射出來之雷射光，經過處理投射在該感測器之掃描光斑位置，最後可顯示出水面渦旋二維之細微結構。

**關鍵字：**雷射掃描、渦流流體。

## **Abstract**

An optical scanning method was developed to investigate the fine structure of fluid surface and its fast fluctuation at air water interface. This scanning method was applied to study vortex flow produced by an underwater bluff body. A position sensor was designed to sense the refracted laser beam that vertically emitted below water. The scanned vortex images revealed their two-dimension fine structure on water surface after processing the position of light spots on the sensor.

**Key words** : laser scanning, vortex flow.

## 1. Introduction

Vortex flow controls many geophysical and environmental flow, including mixing of pollutants in rivers as well as heat exchange at the air-sea interface. It also plays an important role in remote sensing of ship wakes. An optical scanning method was investigated to study the fine structure of the fluid surface by non-invasion method (Tang *et al.* 1997). But Chen *et al.* (2003) didn't present the structure of a surface vortex. Therefore, we aim to investigate the water surface features caused by the vortices generated from a submerged sphere under air and aqueous flow conditions in this study.

It is more convenient to use the slope of the water surface rather than the elevation of the mean water level as a parameter for the study of the fine structure of the water surface because high-frequency waves with low amplitude have large slopes (Cox, 1958). In addition, the energy of capillary waves is proportional to the mean square of wave slope (Phillips, 1977). Furthermore, the water surface slopes can be used to investigate free-surface turbulence because free-surface turbulence is related to the elevations of the near-surface flow field.

## 2. Principal of water surface measurement

The resultant slope of the water surface, indicated by the position of

brightness pixel produced by a laser diode vertical upwardly incident on the surface, can be derived from the following equations:

$$n \cdot \sin \Phi = n_a \cdot \sin(\theta + \Phi) \quad (1)$$

$$(n - \cos \theta) \cdot \sin \Phi = \sin \theta \cdot \cos \Phi \quad (2)$$

$$\tan \Phi = \frac{\sin \theta}{n - \cos \theta} = \frac{R_d / R}{n - D / R} = \frac{R_d}{n \cdot R - D} \quad (3)$$

$$R_d = \sqrt{X_c^2 + Y_c^2}, R = \sqrt{D^2 + R_d^2} \quad (4)$$

The geometry of water-surface measurements is as shown in Figure 1. The algorithm is by use of Snell's law (1).  $n$  and  $n_a$  are the indices of refraction of water and air, respectively. Laser beam is vertically upward incident on the water surface, and then is refracted into air.  $\Phi$  is the incident angel and  $(\theta + \Phi)$  is the refracted angel. The geometry relates among the optical path, the water surface, the receiving lens, and the diffuser plane. The total slope of the light spot on the water surface is  $\tan \Phi$ .



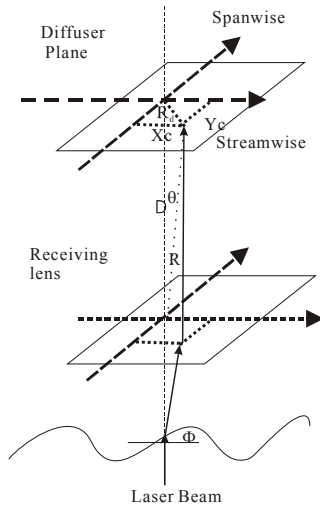


Fig 1. Geometry of water surface slope measurement.

The absolute value of the surface slope,  $\tan\phi$  changes with both the light spot's horizontal distance from the center of the diffuser plane ( $R_d$ ) and the vertical distance from the water's surface ( $R$ ) from eq.(3).  $D$  denotes the distance between the diffuser plane and the receiving lens.  $X_c$  and  $Y_c$  are respectively the stream-wise and span-wise displacements of the brightness pixel from the undisturbed position. Furthermore,  $X_c$  and  $Y_c$  determine the position of the light spot.

### 3. Fundamental of Scanning Laser Slope Gauge

The underlying idea for designing scanning Laser Slope Gauge (SLSG) is to use the optical method that would not distort water flows in the process of mapping two-dimensional surface features. SLSG was developed not only to

visualize water-surface features but also to quantify the slopes of those features. The modification of sea surface roughness was quantified by the slope mapping with upgraded version of the SLSG designed by Li et al. (1993) and Tang et al.(1997).

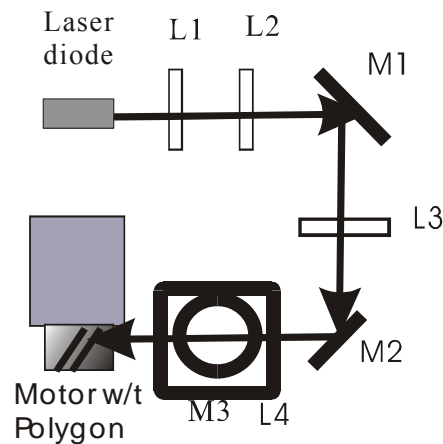


Fig 2. Schematic of the scanned component. L1, L2, and L3 are lenses. M1, M2, and M3 are mirrors. The scanning lines are generated when the laser beam is incident at the fast rotating polygon.

SLSG scans a footprint of  $8.0 \times 8.0 \text{ cm}^2$  on the water surface to map the surface slopes. It is composed of three parts, the underwater optical scanning system, the part of optical sensor system above the water surface, and the third part of a computer and an electronics box which included power supplies, triggers, a scanning driver, an amplifier, and an A/D converter.

SLSG has a 17-facet polygon mirror that rotates at 5743 rpm. Each facet is tilted at different polar angles to produce a frame scan of

17 lines during each revolution. The schematic of SLSG is as shown in Figure 2. The laser light vertically directed by the facets of a rotating polygon in an underwater-insulated box from the bottom of the water tank is incident on the water surface and then is received by a position sensor on the top of the tank. The underwater box consists of a laser diode, a 17-facet polygon, mirrors, and lenses. The light source of this system is a laser diode with power of 10 mW. There are four lenses (L1, L2, L3, L4) in this box used to reshape the size of light spot. The scanning lines are generated when the laser light is incident on every rotating facet. These lines are then projected on the mirror M3 ( $45^\circ$  mirror) that is located beneath the lens L4 ( $f=150$  mm) and then are reflected upwardly to the water surface. The logical triggers in the box are designed to synchronize the data acquisition unit with the polygon revolutions. Two sensors are used to sense the lights from lines and frames signals reflected from the polygon's facets in the underwater box, respectively, and then generate lines and frames triggers. The frame trigger is set off as a signal of a specified scanning line is

received and then the data acquisition unit is started to sample data.

SLSG has a fast frame rate of 100 fps. Therefore, the feature of the mapping area is supposed to be "frozen". Each ray of the scanning beam passing through the wavy surface is refracted and then projected on a focusing lens. Subsequently, the beam is refracted by the focusing lens and forms a light spot on a diffuser plane onto the image plane of the lateral-effect photo diode, the position sensor. The purpose of the receiving lens with focal length 532-mm is due to solving the problem of water surfaces up and down. The diffuser screen is at the focal plane of the focusing lens so the position of the light spot on the diffuser is only determined by the magnitude of the water surface' slopes and will not be affected by the displacements of the water surface. The image lens images the diffuser screen onto the surface of the position sensor, which provides the coordinates of the laser spot on the screen. The interfacing unit provides the location of the brightest pixel in a given frame.

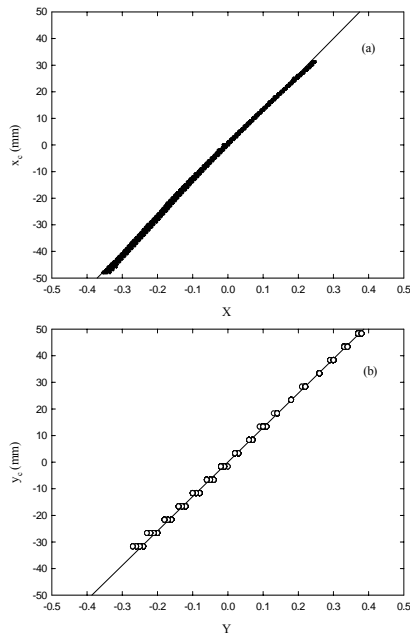


Fig 3. The calibration of SLSG.  $X$  and  $Y$  are the position of light spot at the position sensor.  $X_c$  and  $Y_c$  are the physical position at the water surface.

#### 4. Experimental condition

An experimental run was conducted under the following conditions. A sphere with 5 inch diameter was submerged underwater 11.4 cm at current speed of  $16 \text{ cm s}^{-1}$ . Vortices generated from the sphere convected to the water surface then appeared on the water surface with a vortex pair. Each component of the pair propagated along the stream direction, finally separated and disappeared from the water surface.

Fig 3 is the calibration result of SLSG. The light spot's position on the physical coordinate ( $X_c$ ,  $Y_c$ ) was derived by the transformation of

coordinate at position sensor ( $X$ ,  $Y$ ) by the calibration.

#### 5. Results and Concluding Remarks

Our experimental results reveal that vortex on the water surface can be mapped by the scanned lines as shown in Fig 4. There are  $80 \times 17$  pixels in this image. Each pixel denotes the total surface slope of the laser beam at the water surface. The fine structure of surface vortex on the water surface was mapped by the calculation of surface slope. Surface slope is very small when the water surface is calm and is without surface waves. Surface slope becomes large when a vortex passes through the scanned area because it undulates the water surface. Therefore, the vortex with large slope (white color) can be clearly identified from this image. In this case, the vortex radius approximates 1.0 cm. The range of the surface slope is from minimum value at the environment absent of the vortex (0.002) to maximum value at the vortex (0.081) in this image (Fig.4).

The area of the scanned area is of  $8 \text{ cm} \times 8 \text{ cm}$ . The spatial resolution is 1.0 mm along streamwise direction and 5.0 mm along spanwise direction. Therefore, vortex image and small surface waves can be mapped by this scanning

method.

## References



Fig 4. A vortex image captured from SLSG. White color area is with large surface slope (vortex), and dark area is with small surface slope.

In summary, this scanning method not only can map transparent fine fluctuation on the water surface but also can quantify the physical structure of vortex. Furthermore, pattern recognition method is feasible and is worthy to be developed to analyze sea surface fine structure.

## Acknowledgement

The author would like to greatly thank Dr.

Shih Tang and Prof. Jin Wu's helps and suggestions on the research of optical scanning methods when the first author studied at University of Delaware.

[1] Cox, C. S. "Measurement of slopes of high-frequency wind waves". *J. Mar. Res.* 16, 199-216, 1958.

[2] Phillips, O. M., *The Dynamics of the Upper Ocean*. Cambridge University Press, 1977.

[3] Li, Q., Zhao, M., Tang, S., Sun, S., and Wu, Jin, "Two-dimensional scanning laser slope gauge-Measurements of ocean-ripple structures". *Applied Optics*, 33, 4590-4597, 1993.

[4] S. Tang., S. W. Chen., and J. Wu., *Sea-Surface Features Generated by Submerged Bodies in a Current Field*, Office of Naval Research Workshop on Free-Surface and Wall Bounded Turbulence and Turbulent Flows, California Institute of Technology, Pasadena, California, March 1997.



## 以 Kano 二維品質模式探討手機功能品質特性之研究

### A Study on Application of Kano Model to Explore the Service Quality of the Mobile Phone Function

李國樑

[klee@cyu.edu.tw](mailto:klee@cyu.edu.tw)

王嘉偉

清雲科技大學 工業工程與管理系

#### 摘要

本研究將探討手機使用者對手機功能品質特性之看法，從狩野紀昭(Noriaki Kano)的二維品質的角度來分析，以期望能找出手機商品中，真正吸引使用者之手機功能品質特性要素，而能符合消費者的需求，以提高顧客滿意度，進而創造高度的顧客忠誠度。

本研究首先探討手機的品質特性，然後利用 Kano 二維品質模式的方法設計出調查問卷，找出手機品質的五種不同品質特性。研究發現不同人口統計背景的手機使用者，對手機功能品質特性是有不同的看法的，使用者對於手機功能品質特性的重視度及滿意度是有顯著的相關性的。本研究另外也針對各人口統計變數做了手機功能品質特性二維品質的歸類，並可提供廠商設計產品時的另一種參考。

最後從問卷結果了解手機使用者對手機功能品質特性的觀點以及重視度與滿意度，並利用品質滿意度指標，以提供手機設計或是製造商將來設計或是改善手機功能品質特性之依據，相對提昇手機的品質以及競爭力。

**關鍵字：**服務品質、Kano 二維品質

### **Abstract**

The goal of quality management is to satisfy customer needs. Finding what customers require is very critical to increase the level of customer satisfaction.

The purpose of this study discussed the quality attributes of mobile phone function based on Kano Model. In this study, we applied the Kano's two-dimension model to design a questionnaire collecting the related requirements about the mobile phones. The collecting data included the positive and negative answers. The purpose of the data analysis is to understand what the customers of mobile phones need. The Kano's model classify the quality attributes as must-be quality, one-dimensional quality, attractive quality, indifferent quality and reverse quality. Therefore, the result of this research will provide the directions of function design to the mobile phone manufacturers. It will help firms understand more about the requirements of customers and increase the competitive advantage in the mobile phone market.

**Key words** : Service quality 、 Kano model

## 一、前言

### 1.1 研究背景與動機：

在現今社會裡手機已成爲人們生活必需品，手機廠商無不積極加入這個影音多媒體的潮流，使得手機不再只是個單純的通訊工具，由於近年來手機發展突飛猛進，不但在款式外型上多樣化，在內建功能上亦朝人性化發展，MP3 鈴聲、MP3 播放器、FM 隨身聽，甚至行動卡拉 OK 等影音功能也全部整合在輕薄短小的手機裡，手機儼然已成爲播放音樂的新玩意。在功能性不斷提升的過程中，手機單純的功能勢必無法滿足消費者的需求。因此，如何在競爭激烈的環境中，改善經營績效，繼續立足於手機產業，提升顧客滿意度就成爲很重要的一環，而改善品質水準提供符合顧客需求的產品，將是廠商持續努力的方向。

顧客對於產品的滿意與否，以傳統的觀點來看的話，是與品質屬性的好壞成正比關係的，也就是對於某一個品質要素而言，當其充足時會令人感到滿意；反之，當其不足時就會令人不滿意。這就是所謂一維化的品質觀點。而狩野紀昭 (Noriaki Kano) 等日本學者，則提出了二維品質模式 (Two-Dimension Model)，認爲顧客的滿意或者是不滿意並不是來自於同一個構面，而是來自於不同的構面。也就是將「滿意」以及「不滿意」分開來探討。基於上述想法，本研究將探討手機使用者對手機功能品質特性之看法，從狩野紀昭 (Noriaki Kano) 的二維品質的角度來分析，以期能找出手機商品中，真正吸引使用者的手機功能品質特性要素，而能符合消費者的需求，以提高顧客滿意度，進而創造高度的顧客忠誠度。因此本研究的研究動機有三，分別敘述如下：研究動機之一，在探討手機功能品質特性與衡量顧客的滿意度，藉由顧客的觀點來瞭解手機功能品質特性，以期改善手機功能品質。

研究動機之二，在找出能吸引顧客的品質要素，並探討消費者的購買意願，以試圖提升顧客滿意度。

研究動機之三，將引用 Kano 二維品質模式，盼望能爲手機產品提供另一種品質改善的方向，以做爲未來加強手機功能品質之參考。

### 1.2 研究目的

綜合上述動機，本研究將以 Kano 二維品質模式來探討手機功能品質特性，本研究目的包括：

- 一、從顧客中探討手機產品整體品質是否具有二維之品質特性。
- 二、經由問卷調查找出手機整體品質的二維品質特性，以供廠商更確實衡量產品必備(所需)品質的模式。
- 三、探討手機使用者、廠商二者之間對手機產品整體品質特性的看法，是否有顯著性的差異。
- 四、瞭解手機使用者對手機品質要素的整體滿意度及再購買意願。

本研究的結果能讓手機製造廠商參考，一方面讓手機的設計者了解什麼品質項目對消費者來說是一定要具備的；更進一步來說，找出消費者需要什麼才是讓產品更具有競爭力的主要驅動力。

### 1.3 文獻回顧：

本研究採用 Kano 二維品質模式，來做爲研究分析的指標模式，詳見圖一。而 Kano 二維品質模式是狩野紀昭 (Noriaki Kano) 教授在 1984 年提出。狩野引申二因子理論，對品質的認知也採用二維的模式，即使用者主觀的感受與產品客觀的充分狀態，他將品質要素分爲 (i) 無差異品質 (Indifferent quality)、(ii) 魅力品質 (Attractive quality)、(iii) 一維品質 (One-dimensional quality)、(iv) 必需品質 (Must-be quality) 以及(v)反向品質



(reverse quality) 等五類。這五個構面的意義分述如下：

(一) 魅力 (Attractive) 品質要素：

當此要素充足時會令人感到滿足，而不充足時也可以接受、不會造成不滿意的品質要素，叫做有魅力的品質。

(二) 一元 (One-dimensional) 品質要素：此種要素充足時會令人感到滿足，不充足時便會引起不滿。

(三) 必須 (Must-be) 品質要素：

此種要素充足時被認為是理所當然的，並不會帶來更高的滿意，而不充足時即會引起不滿的品質要素。

(四) 無差異 (Indifferent) 品質要素：

此種要素不論是充足或是不充足都不會造成滿意或是不滿意。

(五) 反向 (Reverse) 品質要素：

此品質要素充足時反而引起不滿，不充足時才令人感到滿意。

而其他的學者採用 Kano 二維品質模式做研究的國外學者 [1,25,26] 和國內學者 [3,4,6,9,10,13,14,15,18,22,23] 相關文獻，將研究結果與理論歸納整理，詳見表一與表二。

#### 1.4 研究架構與問卷設計

本研究的研究架構如圖二所示：首先找出手機的整體產品品質要素，然後再利用 Kano 二維品質模式的方法設計問卷發放給手機使用者來填寫。將手機使用者對手機產品品質要素的看法做 Kano 品質屬性歸類，歸類成五種品質：魅力品質、一維品質、必須品質、無差異品質、反向品質。此外再比較使用者在不同人口統計特性下，對於 Kano 品質屬性的分類上以及滿意度上是否有顯著之不同。

本研究在發放正式問卷前，首先進行問卷的預先測試，其目的是為了測試問卷內容與語句受測者是否了解。因此，在問卷設計完成後，經

由三十位手機的使用者實際填寫問卷，並詢問其建議及意見，經多次修改後，才正式確定問卷。

問卷共分為五部份，第一及第二部份為衡量手機功能品質特性的 Kano 二維品質問卷，第三部份為衡量使用者對手機功能品質特性的重視程度，第四部份為衡量使用者對手機功能品質特性的滿意程度，以及最後的基本資料。

本問卷第一及第二部份採用 Kano 之二維模式為主要問卷方法，回答項共分成五種：滿意 (Satisfied)、理所當然 (It should be that way)、沒感覺 (It is indifferent)、能忍受 (I can live with it)、不滿意 (Dissatisfied)，之後再根據不同的答案來做二維品質的歸納。

## 二、結果分析

### 2.1 問卷調查背景資料結構

問卷調查於 2005 年三月份進行，本問卷主要是針對國內手機使用者來發放，一共發放 300 份傳統紙本問卷，回收 300 份；有效紙本問卷 232 份，總共有效率為 77%；性別方面，女性稍少於男性，女性佔 44.83% 而男性佔 55.17%；年齡方面，在 20-34 歲者最多佔 78.88%；教育程度以大學程度為最多，佔 79.31%；職業以學生及工人為最多都佔 31.47%；個人收入以 20,001~30,000 為最多佔 26.29%。

在本研究問卷量表中，品質要素充足及不充足時之構面各包含 59 個手機產品品質特性問項，故各問項間應該具有一致性，即問項間應存有實質的相關性。手機產品品質特性設計 Kano 品質要素時整體 Cronbach  $\alpha$  值為 0.9418。

### 2.2 整體之 Kano 品質屬性歸類

本研究以 Matzler (1998) 等人所引用的 Kano 二維分類方式為分類之依據，將手機產

品整體品質項目歸類為「魅力品質」、「一元品質」、「必須品質」、「無差異品質」、「反向品質」，並以相對多數人的歸類結果為準則將手機功能之品質特性加以歸類。舉例來說，就「有無通話時間或費用顯示」這項來說，計算結果在「魅力品質」的是佔 14.22%，在「必須品質」的佔 28.02%，在「無差異」的佔 35.78%，在「一元品質」的佔 19.40%，在「反向品質」的佔有 1.72%。依照前述理論區分，此項為「無差異品質」。以此方法可以將本研究中的五十九種品質特性均可以分別歸屬於某一種品質屬性，分別說明如下(詳見表三)：

#### 一、魅力品質：

此部份並無魅力品質的歸類。

#### 二、必須品質：

在五十九種品質特性之中，被歸類為必須品質的有六種：「可否提供螢光顯示按鍵功能」、「操作是否人性化」、「電話簿記憶容量多寡」、「可否傳送多字簡訊」、「可否提供來電振動」、「有無鍵盤鎖或有密碼防護設定或防盜功能」，表示多數使用者對這些的品質要求較高，當這些要素充足時認為是理所當然的，並不會帶來更高的滿意，而不充足時即會引起不滿。

#### 三、無差異品質：

在五十九種品質特性之中，被歸類為無差異品質的佔最多數，共計有三十七種：「有無提供折疊式或滑蓋保護」、「可否提供變換外殼」、「有無隱藏式天線」、「有無吊飾孔」、「有無雙螢幕」、「有無提供快速鍵功能」、「有無多國語言顯示或輸入」、「編輯功能強或弱」、「可否設定來電警衛」、「可否群組分類功能」、「可否聲控拒接或撥號」、「可否提供來電轉接」、「可否提供多方通話」、「有無插撥功能」、「有無免持聽筒功能」、「有無通話時間或費用」、「可否傳送多媒體簡訊」、「可否提供高和絃鈴聲或真人鈴聲」、「可否設定不同人來電之鈴聲」、「可否外接記憶卡」、「有無媒體播放器(影

片、MP3 音樂)或電視功能」、「有無數位相機或數位攝影功能」、「可否聽取廣播功能」、「有無上網功能(可收發信件等網路功能)」、「可否當作對講機」、「有無提供趣味遊戲」、「有無內建 Pictel 文件閱覽器:Word、excel、PDF、PowerPoint」、「有無搭載 Linux 作業系統」、「是否內建 OUTLOOK 功能」、「有無觸控式螢幕及手寫功能」、「可否連結 MSN messenger 功能」、「有無下載功能」、「有無藍芽設計」、「有無紅外線傳輸功能」、「有無附加計算機或鬧鈴及名片簿或日曆或英漢字典」、「有無 GPRS 全球衛星定位系統」、「是否是四頻手機(可在多國使用)」，表示這些品質特性對大部份使用者而言是「不論是要素充足或是不充足都不會造成滿意或是不滿意」的品質。

#### 四、一維品質：

在五十九種品質特性之中，被歸類為一維品質共計有十六種：「機型重量與大小」、「背光亮度與顏色樣式」、「彩色螢幕及畫素」、「螢幕大小、可否顯示字體大或字數多」、「按鍵觸感」、「待機時間長短」、「電池通用性高或低」、「收訊能力與通話品質」、「畫素高低與解析度」、「存取容量大或小(內建記憶卡容量大小)」、「有無耐摔或耐刮」、「有無防水或防潮」、「傳輸速度快或慢」、「電磁波強度大小，有無避免引發腦瘤等疾病的設計或配備」、「有無良好的品牌口碑」、「有無良好的售後服務或保固期限長」，即對消費者而言，「當品質要素充足時，將會增加滿意」，而「品質要素不充足時，則會產生不滿意」。

#### 五、反向品質：

此部份並無反向品質的歸類，顯示使用者大多對手機品質特性有正面評價。

上述所提的二元品質分類，本研究是以此特性被使用者歸類比例最高的那個類別來當作分類依據，例如有最多的 41.81%的使用者認為「機型重量與大小」是一維品質，則「機型重量與大小」就歸類為一維品質。但是對此

種方式而言，第二章也提過，不同之顧客對一維品質屬性可能會有不同之歸類。如某甲認為 A 品質屬性是必須品質，而某乙則認為是一維品質等等。因此使得品質要素之歸類產生問題。一般的處理方式，則是以統計上之「顯著多數」之方式來歸類。

雖然如此，但根據本研究所收集到的資料顯示，有十一種品質特性「機型重量與大小」、「背光亮度與顏色樣式」、「彩色螢幕及畫素」、「螢幕大小、可否顯示字體大或字數多」、「按鍵觸感」、「可否傳送多字簡訊」、「可否提供來電振動」、「可否設定不同人來電之鈴聲」、「有無鍵盤鎖或有密碼防護設定或防盜功能」、「有無附加計算機或鬧鈴及名片簿或日曆或英漢字典」、「有無良好的品牌口碑」，使用者對於這些特性的意見較為分歧，在二維品質的分類上可能造成困擾。

### 2.3 個人基本資料與Kano 品質要素之關聯性檢定

為瞭解個人基本資料與各品質要素間是否有相關性，因此對個人基本資料與品質要素之關聯性進行變異數分析。

#### 一、Kano 二維品質分類-以性別區分

此部分主要是了解個人基本資料中的「性別」與各品質要素的歸類是否有相關聯，因此對個人資料與品質特性歸類之關連性做變異數分析。

不同性別的使用者對於品質特性中的「操作人性化」、「可提供多方通話」、「有插撥功能」、「可提供高和絃鈴聲或真人鈴聲」、「可設定不同人來電之鈴聲」等品質特性有不同的看法。

#### 二、Kano 二維品質分類-以年齡區分

此部分主要是了解個人基本資料中的「年齡」與各品質要素的歸類是否有相關聯，因此對個人資料與品質特性歸類之關連性做變異數分析。

不同年齡的使用者對於品質特性中的「有提供折疊式或滑蓋保護」、「待機時間長」、「可提供來電轉接」等品質特性有不同的看法。

#### 三、Kano 二維品質分類-以教育程度區分

此部分主要是了解個人基本資料中的「教育程度」與各品質要素的歸類是否有相關聯，因此對個人資料與品質特性歸類之關連性做變異數分析。

不同教育程度的使用者對於品質特性中的「電池通用性高」、「操作人性化」、「電話簿記憶容量大」、「內建 Pictel 文件閱覽器:Word、Excel、PDF、PowerPoint」、「有搭載 Linux 作業系統」等品質特性有不同的看法。

#### 四、Kano 二維品質分類-以職業區分

此部分主要是了解個人基本資料中的「職業」與各品質要素的歸類是否有相關聯，因此對個人資料與品質特性歸類之關連性做變異數分析。

不同職業的使用者對於品質特性中的「可提供多方通話」、「有插撥功能」、「內建 OUTLOOK 功能」、「有鍵盤鎖或有密碼防護設定或防盜功能」、「電池波強度小避免引發腦瘤等疾病的設計或配備」等品質特性有不同的看法。

#### 五、Kano 二維品質分類-以每月收入區分

此部分主要是了解個人基本資料中的「收入」與各品質要素的歸類是否有相關聯，因此對個人資料與品質特性歸類之關連性做變異數分析。

不同收入的使用者對於品質特性中的「有隱藏式天線」、「有提供趣味遊戲」、「有鍵盤鎖或有密碼防護設定或防盜功能」、「傳輸速度快」等品質特性有不同的看法。此部份的分析整理如表四。

### 2.4 手機品質特性之重視度與滿意度

在重視程度方面以「收訊能力好與畫質清晰」為最高，其次為「待機時間長」及「有良好的售後服務或保固期限長」。重視「收訊

能力好與話質清晰」表示使用者希望能夠在使用手機使能夠收訊良好，以及可以清晰的聽清楚電話中的對話。

重視「待機時間長」表示使用者希望在使用時可以減少換電池的頻率已降低手機的耗電量，增長手機的待機時間。

重視「有良好的售後服務或保固期限長」的使用者還是較為注重手機有良好的售後相關服務，以及加長手機保固的期限，維持一定的手機品質。

滿意程度方面，是以「有良好的售後服務或保固期限長」為最高，其次為「可提供來電震動」及「待機時間長」。滿意「有良好的售後服務或保固期限長」代表現在的手機廠商都能夠提供讓使用者重視而感到滿意的手機良好售後相關服務，以及滿意的手機保固期限。

滿意「可提供來電震動」代表使用者對於手機功能中能夠提供來電震動所來的便利性及適用性感到有一定的滿意程度。

滿意「待機時間長」由此可以手機廠商知道使用者的重視，相對的為了加強市場的競爭力，也就能盡量提供使用者的重視，讓使用者達到滿意。

顯示當使用者重視程度越高的品質特性被滿足時，相對的滿意程度也高。並且也由此可知。當競爭激烈時，如果能帶給顧客滿意以及加強在市場上的競爭能力，就是由產品本身擴大到相關的支援服務或支援產品了，如「有良好的售後服務或保固期限長」以及「待機時間長」。此部分的分析整理如表五。

## 2.5 品質改善指標分析

Matzler and Hinterhuber (1998) 發展出以Kano 模式為基礎的品質改善指標（如式一、式二）：

$$\text{增加滿意指標} = (A+O) / (A+O+M+I) \dots\dots\dots \text{（式一）}$$

$$\text{減少不滿指標} = (O+M) /$$

$$(A+O+M+I) \dots\dots\dots \text{（式二）}$$

其中A：表魅力品質；O：表一維品質；M：表必須品質；I：表無差異品質。

計算方法是將魅力品質（A）與一維品質（O）的比例以及一維品質（O）與必須品質（M）的總和分別除以四種品質比例（魅力品質、一維品質、必須品質、無差異品質）的總和（A+O+M+I）。

藉由這種方法，將可以分析出改善某項品質要素時，其可能增加的滿意度及減少的不滿意度各為多少，可作為下一步改善手機品質的要點。

以全體使用者來看，當全部五十九種手機品質特性被改善時，以「彩色螢幕及畫素高」、「待機時間長」以及「畫素高或解析度清晰」三種能增加使用者最多的滿意，而以「按鍵觸感佳且不易按錯」、「待機時間長」及「收訊能力好與話質清晰」能減少使用者最多的不滿。表四歸納了各人口統計變數的增加滿意指標及減少不滿指標最高者，由資料中顯示，可以發現增加滿意指標中人口統計變數的不同，統計後「待機的時間」為最多，正好也呼應在分析全體使用者時，「待機的時間」也是增加滿意指標最高的一項。而也可以發現改善不滿指標中人口統計變數的不同，經過統計後是為「收訊能力好與話質清晰」最多，正好也呼應在分析全體使用者時，「收訊能力好與話質清晰」也是增加滿意指標最高的一項。表示相當符合的。

## 三、研究結果

就本研究所得到的結果整理為以下幾點：

一、在全部的五十九種品質特性中，除了反向品質外，其他的四種二維品質（魅力品質、無差異品質、必須品質、一維品質）都有手機功能品質特性是歸類於其中，且大部分的手機功

能品質特性是具有二維品質的屬性的，由此可看出確實手機功能品質特性是具有二維品質特性的，而且各手機功能品質特性也具有不同的 Kano 二維品質歸類。

二、不同人口統計背景的手機使用者，對手機功能品質特性是有不同的看法的。

三、使用者對於手機功能品質特性的重視度及滿意度是有顯著的相關性的。

#### 四、研究結論

本研究探討手機使用者對手機功能各品質特性之看法，並從 Kano 二維品質的角度來分析，將手機產品特性歸類，而研究發現在二維品質的概念下，必須先滿足使用者歸類成「必須」以及「一維」品質的特性，先降低其「不滿意」程度後，再去提高其「滿意」程度，循序漸進的去改善產品的品質。而品質改善指標的建立也可作為管理者在決策時的一項參考。最後，人們對於某項品質特性的 Kano 二維品質歸類並不是永恆不變的，無差異品質會慢慢變為魅力品質，魅力品質又會慢慢變為一維品質，最後變成必須品質。舉例來說，在 Kano (1984) 的研究中，「電視機的遙控器」可是被歸類成魅力品質的，而 20 年後的今天，能想像新買的電視機沒有附遙控器嗎？「電視機的遙控器」在這 20 年間已經從魅力品質轉變為必須品質了。

另外在湯玲郎 (2003) 以 Kano 模式探討國內手機功能與服務品質之研究中，手機功能品質特性中的「彩色螢幕及畫素高」，「螢幕大、可顯示字體大或字數多」，「可提供螢光顯示按鍵功能」可是被歸類成魅力品質的，但是在兩年後的本研究中，手機功能品質特性中的「彩色螢幕及畫素高」，「螢幕大、可顯示字體大或字數多」，「可提供螢光顯示按鍵功能」可是被歸類成必須品質以及一維品質。因此在利用二維品質模式時，需了解到這一點而去經常

的更新資訊。

#### 五、後續研究建議

一、本研究之問卷為了符合 Kano 模式，採用正向與反向分開的問法 (第一部分採正向問法，第二部分採反向問法)，填答者可能會事先預設答案，若將問卷的設計改採正反問項交替，或許可以得到更佳的效果。

二、在抽樣方面，由於金錢、人力及時間的限制，本研究的抽樣對象主要是以北、竹、桃的手機使用者，所以應用於全台應用於全台，可能會有不適用或有偏誤的情形發生，所以若要了解全台的消費者需求可能要考慮到地區性之差異，建議可採分層抽樣，將全台灣劃分為北、中、南、東四區，依照四個區域之人口比率來抽樣，如此獲致之結果將更切合實際情況。

三、另外，Kano 要素之分類會隨著時間的不同而改變，原本屬於魅力要素的項目可能會隨著時間的遞移而變成一維或當然要素，所以每隔一段時間就需再做一次消費者調查，如此才能找出顧客真正的需求。

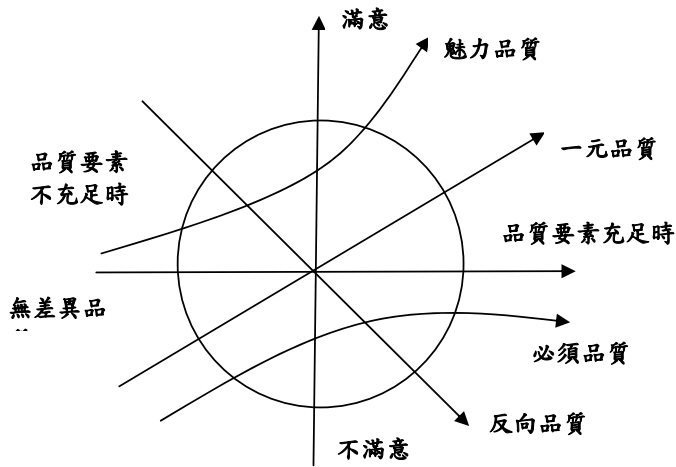
四、隨著手機的產品會不斷的推陳出新，後續的研究可針對新功能的產品做二維品質的探討。

#### 參考文獻

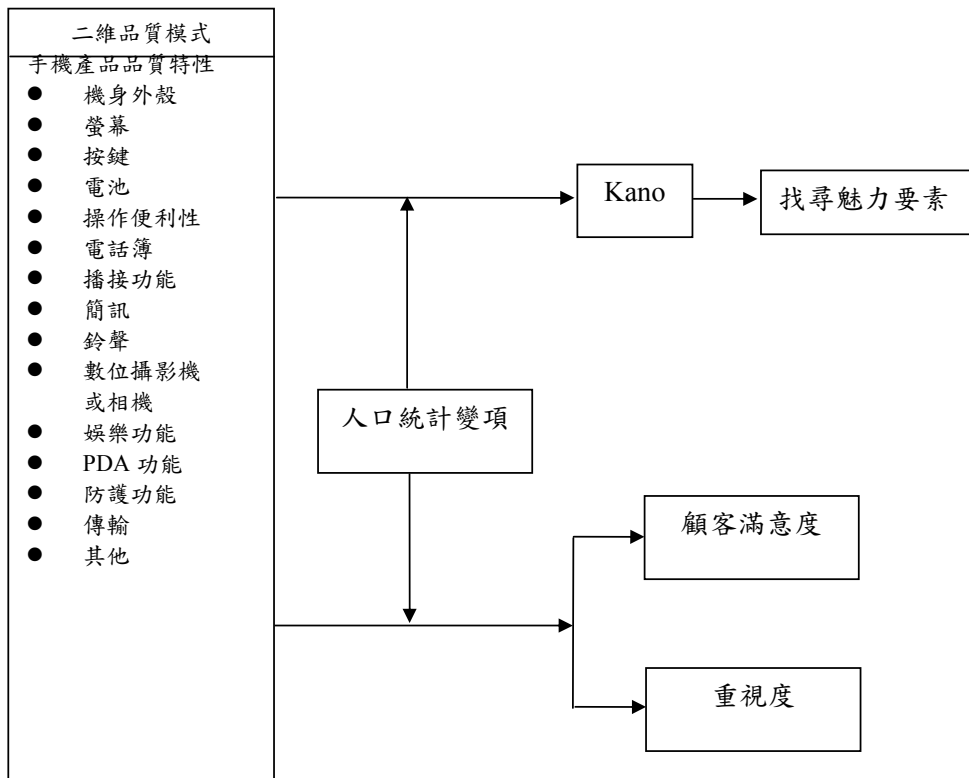
- [1] 狩野紀昭、瀨樂信彥、高橋文夫、新一，「有魅力的品質與應該有的品質」，品質管制月刊，第 21 卷，第 5 期，第 33 至 41 頁，譯自日本「品質」雜誌，vol.14, No.2, p.147 (1984)。
- [2] 吳基輔，「以 Kano 的二維品質模式探討數位相機使用者滿意度之研究」國立東華大學企業管理研究所碩士論文 (1994)。

- [3] 許慧娟,「二維品質模式在服務品質上之應用:銀行存款之實證研究」,國立台灣大學商學研究所碩士論文(1995)。
- [4] 廖靜怡,“二維品質開發評估模式於商品企劃之應用”,私立中原大學工業工程研究所碩士論文,(1995)。
- [5] 戴永久「魅力品質,管理雜誌,第260期」(1996)。
- [6] 王文明,「服務業顧客需求模式之比較-以機車維修業為例」,私立大葉大學事業經營研究所碩士論文(1998)。
- [7] 陳順宇,多變量分析,初版,台北:華泰書局,(1998)。
- [8] 吳成斌,「品質屬性之重要度與滿意度之研究-以東元電機股份有限公司為案例分析」,私立中原大學工業工程研究所碩士論文(1998)。
- [9] 陳廷榮,「行動電話話機的發展現況與趨勢」,新電子科技,第一五二期,134-141頁(1998)。
- [10] 鄭博仁,「以 Kano 品質模式探討醫療服務品質特性」,私立元智大學管理研究所碩士論文(1998)。
- [11] 謝素霞,「行動電話現況與趨勢解析」,新電子科技,第一六四期,156-164頁(1999)。
- [12] 賴順振,「顧客導向品質手法之評析-以選課作業為例」,私立中原大學工業工程研究所碩士論文(2000)。
- [13] 魏錫鈴,「行動電話消費者購買行為及其市場區隔之研究--以北部地區居民為例」,國立交通大學經營管理研究所碩士論文(2000)。
- [14] 郭宜中,「以 Kano 模式探討醫院服務品質與病患滿意度之研究」,私立元智大學管理研究所(2000)。
- [15] 黃素齡,「Kano 應用於筆記型電腦產品整體品質特性之探討」,碩士論文,私立元智大學管理研究所,中壢(2000)。
- [16] 雷章寶,「行動電話手機發展現況與展望」,產業調查與技術,第一三四期,2-16頁(2000)。
- [17] 電子時報,熱門 3C 產品發展趨勢,台北:大橡文化事業股份有限公司,(2000)。
- [18] 郭國亮,「銀行業兼營壽險之行銷研究---從服務品質觀點切入」,私立逢甲大學保險學系碩士論文(2001)。
- [19] 楊文壽,「行動電話手機消費者之涉入程度及購買決策相關因素之關聯性研究」,國立交通大學經營管理研究所碩士論文(2001)。
- [20] 宙航,「品品牌造形風格之識別研究-以行動電話為例」,私立銘傳大學設計管理研究所碩士論文(2002)。
- [21] 林美慧,「消費者知識對手機購買決策之影響」,國立東華大學企業管理研究所碩士論文(2002)。
- [22] 康寧,「以 Kano 模式探討直銷公司物流配送服務品質及直銷商滿意度之研究」,碩士論文,私立元智大學管理研究所,中壢(2002)。
- [23] 莊泰旭,「Kano 模式在汽車市場調查之研究以中、以印汽車業為例」,碩士論文,私立元智大學管理研究所,中壢(2002)。
- [24] 楊錦洲,二維品質模式在服務品質上之應用,品質管制月刊第 29 卷第五期,第 27~33 頁。
- [25] Schvaneveldt, Shane J. Takao Enkawa and Masami Miyakawa, "Consumer Evaluation Perspectives of Service Quality: Evaluation Factors and Two-way Model of Quality", Total Quality

- management , Vol. 2 pp149-161, ( 1991 ) ◦
- [26] Kurt, Matzler and Hans  
H.Hinterhuber, ”How to make  
product development projects more  
successful by integrating Kano’s model of  
customer satisfaction into quality function  
deployment ,” Technovation Vol.18, No.1,  
pp.25-38, ( 1998 )
- [27] Tontini ,G. “Identification of customer  
attractive and must-be requirements using  
a modified Kano’s method :Guidelines  
and case study”, ASQ’s54 Annual  
Congress Proceedings ; p728. ( 2000 )



圖一：Kano 二維品質模式示意



圖二：手機二維品質研究架構



作者及年代	主要研究目的	結論
狩野紀昭 (1984)	採用二維品質模式問卷調查,對於1.電視2.裝飾用座鐘,做研究,藉由找出顧客的觀點來改善產品品質	顧客對於品質認知不單只有一維品質,而是有二維品質的概念,因此認為如果品質單就一維觀念是不能完全了解顧客的品質意識
Schvaneveldt、Enkawa 及 Miyakawa (1991)	針對服務業 1.銀行 2.乾洗店 3.餐廳 4.超級市場進行研究,他們將服務業的品質特性分成五組:績效、保證、完整性、便於使用性以及情緒/環境。並依據顧客感受程度。	對於不同行業,將找出品質的購面,和品質屬性歸類,再做一對一相關性研究,發現行業的不同,各品質構面會相同之品質歸類結果
Matzler 等人 (1998)	針對滑雪橇為研究,先找出顧客需求及期望,再設計 Kano 的問卷,接著對顧客訪談,最後評估並解釋結果。	對於顧客滿意度找出改善指標與品質改善指標和品質機能展開等方法

表一：國外Kano研究彙總表

作者及年代	主要研究目的	結論
許慧娟 (1995)	將銀行服務品質藉由二維品質模式研究歸類，對於欲改善服務項目決定先後順序。	研究的服務品質項目中，以一維化品質為最多，魅力品質則有7項，無差異品質有11項。
廖靜怡 (1995)	研究顧客評估產品與服務品質之品質要素，用定量性之指標表示顧客所期待之商品價值。	顧客對於品質認知與公司人員品質認知有顯著差異。顧客對於不同的產品項目、行業及地區，品質認知也有不同。
王文明 (1998)	針對機車行業以二維品質模式，找出二維品質模式各品質歸類，進行需求模式之研究比較。	研究發現線性服務項目中有較高的重要度，而非線性服務項目中重要度相對較低。
鄭博仁 (1999)	以二維品質模式探討醫療服務品質，是否具有二維品質特性，而不同身分、族群，對各品質項目之特性是否有顯著差異	探討的40項品質項目中，大部分的品質項目的屬性以一維品質特性為最多，當然品質有6項，魅力品質有1項，不同的不同身分、族群對於大部分的品質項目的屬性有顯著不同。
吳成斌 (1999)	研究四種產品和服務品質的品質屬性歸類，以了解顧客需求，也了解公司內部員工、經銷商，和顧客對於品質認知的差異。	將四種產品及服務品質的屬性加以分類1.顧客及經銷商都已經很滿意的2.公司該加以改進3.不需要太費心的。
黃素齡 (2000)	以二維品質模式找出筆記型電腦的品質特性歸類，並探討消費者、經銷商、廠商對於品質特性是否有顯著差異。	不同族群與不同人口統計背景的顧客，對於筆記型電腦品質特性有顯著不同的看法。
楊錦洲 (2000)	以二維品質模式研究電腦公司，探討服務人員與顧客，對於品質特性的認知是否有顯著的不同。	服務人員與顧客的認知有很大的差異，建議業者要多了解顧客的需求。
賴順振 (2001)	以二維品質模式探討選課作業的品質屬性歸類、重要度與滿意度，以及重要的品質特性和業務項目。	探討選課作業中，當然品質有兩項，無差異品質有一項，其餘的項目大多是一維品質。

表二：國內Kano研究彙總表

作者及年代	主要研究目的	結論
郭國亮 (2001)	以二維品質模式探討營壽險商品的服務品質特性，並了解顧客對營壽險整體的滿意度。	不同的族群對營壽險服務品質屬性的認知有顯著差異，而整體的滿意度與再次購買的意願都有顯著差異。
郭宜中 (2001)	以二維品質模式探討醫院服務品質特性歸類以及不同族群對於醫院服務品質的重視度差異，並探討病患對於醫院服務品質的重視度與滿意度的相關性。	不同族群對品質特性歸類及重視程度的認知有顯著差異。不同人口統計變項之病患，對於某些構面的重視度與滿意度有顯著差異。而重視度、滿意度之間有相關性的存在。
康寧 (2002)	以二維品質模式探討顧客、經銷商及公司內部員工對物流配送服務品質歸類及三者之間的差異。	顧客、經銷商及公司內部員工對物流配送服務品質特性歸類大部分有顯著差異的認知。
莊泰旭 (2002)	以二維品質模式對於新開發的汽車設備，是否符合顧客需求。以台灣與印度市場為例，探討不同族群的顧客，對汽車配備的需求是否一致。	台灣市場的擾流板造型、車門飾條造型和下裙板造型，比較沒有達到顧客的需求，在安全方面外部顧客認為倒車攝影機可有可無。印度市場而言，新開發的汽車配備大部份均為外部顧客所接受。

表二：國內Kano研究彙總表(續)

	魅力	必須	無差異	一元	無效	反向	歸類
有無通話時間或費用顯示	14.22%	28.02%	35.78%	19.40%	0.86%	1.72%	無差異
可否傳送多字簡訊	10.34%	31.47%	27.16%	30.60%	0.43%	0.00%	必須/ 一元
可否傳送多媒體簡訊	18.10%	21.55%	40.95%	18.53%	0.00%	0.86%	無差異
可否提供高和絃鈴聲或真人鈴聲	24.14%	13.79%	35.78%	25.86%	0.43%	0.00%	無差異
可否提供來電振動	8.19%	41.38%	12.93%	37.50%	0.00%	0.00%	必須/ 一元
可否設定不同人來電之鈴聲	31.47%	16.38%	31.90%	19.40%	0.43%	0.43%	魅力/ 無差異
畫素高低與解析度	7.76%	28.88%	14.66%	47.84%	0.86%	0.00%	一元
存取容量大或小(內建記憶卡容量大小)	15.95%	25.00%	21.55%	36.21%	0.86%	0.43%	一元
可否外接記憶卡	28.02%	16.38%	38.79%	16.38%	0.43%	0.00%	無差異
有無媒體播放器(影片.MP3 音樂)或電視功能	29.74%	8.19%	49.14%	11.21%	0.43%	1.29%	無差異
有無數位相機或數位攝影功能	32.33%	11.21%	41.38%	14.66%	0.00%	0.43%	無差異
可否聽取廣播功能	21.55%	8.19%	63.79%	4.74%	0.00%	1.72%	無差異
有無上網功能(可收發信件等網路功能)	18.97%	7.76%	61.64%	7.76%	0.86%	3.02%	無差異
可否當作對講機	24.14%	7.76%	58.62%	6.03%	0.00%	3.45%	無差異
有無提供趣味遊戲	11.21%	18.53%	50.43%	17.24%	0.43%	2.16%	無差異
有無內建 Pictel 文件閱覽器:Word、excel、PDF、PowerPoint	22.84%	5.17%	64.22%	3.88%	0.43%	3.45%	無差異
有無搭載 Linux 作業系統	14.66%	3.88%	73.71%	4.31%	0.00%	3.45%	無差異
是否內建 OUTLOOK 功能	21.98%	5.17%	65.95%	4.31%	0.00%	2.59%	無差異
有無觸控式螢幕及手寫功能	27.59%	5.60%	53.02%	10.78%	0.00%	3.02%	無差異

表三：各問項Kano品質特性所佔比例及歸類-全體使用者(表內數字為%)

	魅力	必須	無差異	一元	無效	反向	歸類
可否連結 MSN messenger 功能	28.02%	4.31%	59.05%	6.90%	0.00%	1.72%	無差異
有無鍵盤鎖或有密碼防盜設定或防盜功能	13.36%	35.78%	17.67%	32.76%	0.00%	0.43%	必須一元
有無耐摔或耐刮	9.05%	31.47%	13.36%	43.97%	1.29%	0.86%	一元
有無防水或防潮	13.79%	28.02%	16.81%	39.22%	1.29%	0.86%	一元
有無下載功能	17.67%	17.67%	39.66%	24.57%	0.00%	0.43%	無差異
有無藍芽設計	21.98%	11.21%	51.72%	15.09%	0.00%	0.00%	無差異
有無紅外線傳輸功能	20.26%	13.36%	49.57%	16.38%	0.43%	0.00%	無差異
傳輸速度快或慢	12.93%	26.72%	25.00%	34.48%	0.86%	0.00%	一元
有無附加計算機或鬧鈴及名片簿或日曆或英漢字典	15.52%	25.86%	31.03%	27.16%	0.43%	0.00%	無差異一元
有無 GPRS 全球衛星定位系統	28.88%	11.64%	43.97%	12.50%	0.86%	2.16%	無差異
電磁波強度大小，有無避免引發腦瘤等疾病的設計或配備	8.62%	30.17%	14.22%	43.53%	2.59%	0.86%	一元
是否是四頻手機（可在多國使用）	27.59%	7.33%	50.86%	12.93%	0.43%	0.86%	無差異
有無良好的品牌口碑	15.95%	28.45%	23.71%	31.03%	0.00%	0.86%	必須一元
有無良好的售後服務或保固期限長	9.91%	37.50%	8.62%	43.10%	0.43%	0.43%	一元

表三：各問項 Kano 品質特性所佔比例及歸類-全體使用者（表內數字為%）（續）

人口統計變數      項目名稱      增加滿意指標最高者      減少不滿意指標最高者

性別	全體使用者	彩色螢幕及畫素高 待機時間長 畫素高或解析度清晰	按鍵觸感佳且不易按錯 待機時間長 收訊能力好與話質清晰
	男 女	待機時間長 畫素高或解析度清晰	待機時間長 收訊能力好與話質清晰 機型輕巧與體積小
年齡	19 歲以下	有提供折疊式或滑蓋保護	收訊能力好與話質清晰 可傳送多字簡訊 有下載功能 傳輸速度快
	20~34 歲	待機時間長	收訊能力好與話質清晰
	35~49 歲	畫素高或解析度清晰 螢幕大、字體大或字數多 待機時間長 操作人性化	收訊能力好與話質清晰 機型輕巧與體積小 背光亮度足與顏色多 螢幕大、字體大或字數多
	50~64 歲	有通話時間或費用顯示； 可提供來電振動 內建記憶卡容量大 可當作對講機	按鍵觸感佳且不易按錯 可提供螢光按鍵功能 待機時間長 電池通用性高
		有耐摔或耐刮 電磁波強度小 四頻手機 有良好的品牌口碑	操作人性化 可聲控拒接或撥號 收訊能力好與話質清晰 畫素高或解析度清晰 內建記憶卡容量大 有耐摔或耐刮 有良好的售後服務
教育程度	國中（含以下）	機型輕巧與體積小 畫素高或解析度清晰	收訊能力好與話質清晰 機型機型輕巧與體積小
	高中（職）	有數位相機或數位攝影功能	收訊能力好與話質清晰 有良好的售後服務
	大學專科 研究所以上	待機時間長 有鍵盤鎖或有密碼防護設定	收訊能力好與話質清晰 收訊能力好與話質清晰

表四：品質改善指標歸納

人口統計變數	項目名稱	增加滿意指標最高者	減少不滿意指標最高者
職業	軍公教	待機時間長	操作人性化 收訊能力好與話質清晰 待機時間長 機型輕巧與體積小 電池通用性高

右鍵鎖鎖或右密確防護設定

收入	服務業	收訊能力好與話質清晰	按鍵觸感佳且不易按錯
	自由業	可聲控拒接或撥號	螢幕大、字體大或字數多
		有防水或防潮	收訊能力好與話質清晰
	農	待機時間長	待機時間長
			電池通用性高
	工商	有良好的售後服務	收訊能力好與話質清晰
		有良好的售後服務	畫素高或解析度清晰
	學生	彩色螢幕及畫素高	待機時間長
		可提供高和絃鈴聲	待機時間長
	其他	待機時間長	收訊能力好與話質清晰
	1 萬以下	彩色螢幕及畫素高	收訊能力好與話質清晰
1~2 萬	畫素高或解析度清晰	收訊能力好與話質清晰	
2~3 萬	有良好的售後服務	待機時間長	
3~4 萬	彩色螢幕及畫素高	待機時間長	
4~5 萬	機型輕巧與體積小	收訊能力好與話質清晰	
	待機時間長	按鍵觸感佳且不易按錯	
5~6 萬	可設定不同人來電之鈴聲	待機時間長	
		收訊能力好與話質清晰	
		可提供來電振動	
		畫素高或解析度清晰	
6 萬以上	待機時間長	電磁波強度小	
		操作人性化	

註：“全體使用者”欄位所列為品質改善指標前三高者，其餘均為最高者

表四：品質改善指標歸納（續）

構面	手機功能	Kano 品質特性	重視度		滿意度	
			平均值	標準值	平均值	標準值
機身	機型輕巧與體積小	一維	4.1466	0.7473	4.0216	0.8346
外殼	有提供折疊式或滑蓋保護	無差異	3.7155	0.8709	3.7284	0.8971
	可提供變換外殼	無差異	3.1078	0.8382	3.2888	0.6952
	有隱藏式天線	無差異	3.5431	0.8259	3.5517	0.8812
	吊飾孔	無差異	3.1810	0.9314	3.3405	0.7676
螢幕	有雙螢幕	無差異	3.6552	0.8639	3.7414	0.8387

	背光亮度充足與顏色多樣選擇	一維	3.9095	0.7980	3.8879	0.8656
	彩色螢幕及畫素高	一維	4.1250	0.7878	4.0345	0.8771
	螢幕大、可顯示字體大或字數多	一維	4.0603	0.8143	3.9741	0.9208
按鍵	按鍵觸感佳且不易按錯	一維	4.3233	0.6798	4.1293	0.8781
	可提供螢光顯示按鍵功能	必須	4.1207	0.7967	4.0345	0.8211
電池	待機時間長	一維	4.5216	0.6098	4.2026	0.9747
	電池通用性高	一維	4.3448	0.7907	4.1078	0.9985
操作	提供快速鍵功能	無差異	3.9009	0.7915	3.8233	0.8522
便利	操作人性化	必須	4.1983	0.6928	3.9610	0.8960
性	有多國語言顯示或輸入	無差異	3.5345	0.8622	3.7112	2.7125
電話	電話簿記憶容量大	必須	4.0560	0.8484	3.9526	0.9636
簿	編輯功能強大(姓名.電話.住址等資本資料)	無差異	3.9224	0.8441	3.8448	0.9031
	可設定來電警衛	無差異	3.6422	0.7766	3.6552	0.7628
	可群組分類功能	無差異	3.6897	0.8468	3.6164	0.8499
	可聲控拒接或撥號	無差異	3.4828	0.8269	3.5302	0.7723
通話	收訊能力好與話質清晰	一維	4.6293	0.6383	4.1983	1.0126
	可提供來電轉接	無差異	3.9612	0.8595	3.8319	0.8740
	可提供多方通話	無差異	3.6853	0.8828	3.6250	0.8982
	有插撥功能	無差異	3.9224	0.8744	3.8658	0.8965
	有免持聽筒功能	無差異	3.9224	0.9036	4.0431	2.8479
	有通話時間或費用顯示	無差異	3.9612	0.8794	3.8621	0.8963
簡訊	可傳送多字簡訊	必須	3.9741	0.8824	3.9095	0.8756
	可傳送多媒體簡訊	無差異	3.6940	0.8510	3.6810	0.8788
鈴聲	可提供高和絃鈴聲或真人鈴聲	無差異	4.0000	0.8165	3.9267	0.8919
	可提供來電振動	必須	4.3534	0.7531	4.2155	0.8354
	可設定不同人來電之鈴聲	無差異	4.1681	2.7622	3.9612	0.8745

表五：各品質特性和重視度與滿意度

構面	手機功能	Kano 品質特性	重視度		滿意度	
			平均值	標準值	平均值	標準值
數位	畫素高或解析度清晰	一維	4.3147	0.7148	4.0905	0.9000
攝影	可以存取大容量(內建記憶卡容量大)	一維	4.0603	0.7761	3.9181	0.9385
機或	可以外接記憶卡	無差異	3.5603	0.8456	3.5647	0.8655
相機						
娛樂	有媒體播放器(影片.MP3 音樂)	無差異	3.5388	0.9013	3.6078	0.9053
功能	或電視功能					
	有數位相機或數位攝影功能	無差異	3.8190	0.8983	3.8405	0.9330
	可聽取廣播功能	無差異	3.2586	0.7798	3.4095	0.7676



	上網功能(可收發信件等網路功能)	無差異	3.3491	0.8546	3.4612	0.8261
	可當作對講機	無差異	3.2500	0.8961	3.4052	0.8268
	有提供趣味遊戲	無差異	3.5733	0.9039	3.5905	0.8581
PDA 功能	內建 Pictel 文件瀏覽器:Word Excel、PDF、PowerPoint	無差異	3.1379	0.8669	3.2586	0.7516
	有搭載 Linux 作業系統	無差異	3.0474	0.8178	3.2284	0.6543
	內建 OUTLOOK 功能	無差異	3.1595	0.8606	3.2586	0.7222
	有觸控式螢幕及手寫功能	無差異	3.4181	0.9454	3.5560	0.8560
	可連結 MSN messenger 功能	無差異	3.2759	0.9359	3.3966	0.8258
防護 功能	有鍵盤鎖或有密碼防護設定或防 盜功能	必須	4.1767	0.7609	3.9741	0.8774
	有耐摔或耐刮	一維	4.4095	0.6966	4.1250	0.9701
	有防水或防潮	一維	4.3922	0.7065	4.0952	0.9998
傳輸	有下載功能	無差異	3.8664	0.9325	3.9914	3.4213
	有藍芽設計	無差異	3.6552	0.9127	3.5776	0.8891
	有紅外線傳輸功能	無差異	3.7112	0.9250	3.6638	0.8773
	傳輸速度快	一維	4.1385	0.8171	3.9310	0.9418
其他	有附加計算機或鬧鈴及名片簿或 日曆或英漢字典	一維	4.1724	2.7041	3.9181	0.8863
	GPRS 全球衛星定位系統	無差異	3.4784	0.8971	3.5603	0.8456
	電磁波強度小避免引發腦瘤等疾 病的設計或配備	一維	4.2931	0.8530	4.0043	1.0871
	四頻手機(可在多國使用)	無差異	3.4914	0.9351	3.5431	0.8718
	有良好的品牌口碑	一維	4.2543	0.8322	4.1121	0.8951
	有良好的售後服務或保固期限長	一維	4.5086	0.7147	4.2672	0.9522

表五：各品質特性和重視度與滿意度(續)

## 浮接陽極矽控整流器的模擬研究

### The Simulation Investigation of the Floating Anode SCR

黃至堯 劉士弘

清雲科技大學 電子工程系所

## 摘要

製作於 0.6 微米金氧半製程中的浮接陽極矽控整流器與橫向矽控整流器，藉由元件模擬工具來研究。這些模擬的電性成功地符合實驗結果。浮接陽極矽控整流器的電流電壓結果顯示 15.6V 的維持電壓，與橫向矽控整流器作比較具有鎖定的完全免疫性以及一個好的 4KV 靜電放電保護效果。此浮接陽極矽控整流器的運作關鍵因素是浮接的 P+陽極。因為電子與電洞電流兩者皆流動穿過此電極，熱點發生的區域接近浮接陽極矽控整流器的陽極。此浮接陽極矽控整流器的實際的運作是由埋藏的浮接陽極矽控整流器串聯逆偏壓的二極體以及在基板中寄生的 NPN BJT 控制。

**關鍵詞：** 浮接陽極，矽控整流器，熱電，靜電放電。

## **Abstract**

A floating-anode silicon-controlled rectifier (SCR) and standard lateral SCR fabricated in  $0.6 \mu\text{m}$  CMOS process were investigated by the device simulation tool. These simulated electrical characteristics conform to the experimental results successfully. The I-V result of the floating anode SCR indicates its 15.6V holding voltage ( $V_h$ ) has latchup free immunity as compared with the lateral SCR and also a good 4KV electrostatic discharge (ESD) performance. And most importantly, the key factor in the operation of this floating anode SCR is the floating P+ anode. The hot spot occurs near the anode of the floating anode SCR because both electron and hole current flow through this electrode. The actual operation of the floating-anode SCR is controlled by the buried SCR in series with a reverse-biased diode as well as parasitic NPN BJT in the substrate.

**Key words :** floating anode, SCR, electrothermal, ESD.

## 1. Introduction

A lateral silicon-controlled rectifier (SCR) is commonly regarded as a powerful electrostatic discharge (ESD) protection element for integrated circuits. But, it has several main defects that could lead to weak whole-chip ESD protection performance. It has the defects that switching point voltage ( $V_{ti}$ ) is much higher than the turn-on voltage of the internal circuit, resulting in slow triggering speed, and holding point voltage ( $V_h$ ) is smaller than the operating voltage of the internal circuit that it could be easily triggered into latchup. Therefore, there are many works in literature to overcome the above weaknesses [3][4]. Floating anode/cathode in the SCR was also developed in industry to prevent latchup from environment noise effectively during normal operation. It can be considered equivalently as a bipolar junction transistor with a floating anode/cathode SCR structure buried in it [5]. It was utilized as an ESD protection device in high voltage processes with both sufficient ESD performance and latchup-free capability [6].

This paper investigates the robustness and operation mechanism of a floating-anode SCR by electrothermal numerical simulation. The conventional lateral SCR and floating anode SCR device structures were studied and compared with the experiments. The simulated I-V result reveals the detail triggering voltage ( $V_{ti}$ ), holding voltage ( $V_h$ ) and second-breakdown current ( $I_{t2}$ ) behaviors of the floating anode SCR structure as compared with the lateral SCR. In addition, the operation mechanism of the floating anode SCR are also discovered and discussed in detail.

## 2. Test Conditions and Simulation Structures

Both the standard lateral silicon-controlled rectifier (SCR) and floating anode SCR dimension have total width  $40\ \mu\text{m}$ , P+ anode/floating-P+ width (W)  $4\ \mu\text{m}$ , and P+ anode to N+ anode spacing (L)  $2\ \mu\text{m}$  [6], as shown in Fig.1 (a) and (b). The only difference between the two is the open interconnect at the P+ anode for the floating anode SCR. The devices were fabricated in a  $0.6\ \mu\text{m}$  10V CMOS process. These simulations utilize a two-dimensional device simulator Synopsys MEDICI [1] to establish the simulation structures in order to accurately compute their electrical characteristic behaviors. The transmission-line pulse generator (TLP) I-V curves of the above devices will be compared with the simulation results. The simulation procedure is divided into two steps: The traditional SCR experiment is the first simulated target and the floating anode SCR is the second.

In the first step, the simulated device structure is shown in Fig. 2. Different square-wave current pulses with increasing magnitudes were applied on the semiconductor device in order to extract the I-V property results. The experimental lateral SCR I-V curve in [6] treated as the calibration target was fitted by technology computer-aided design (TCAD) tool. Then these adjusted calibration parameters were further used to simulate high voltage/current behavior of the floating anode device. In Fig. 2, the doping profile and device structure dimensions were carefully adjusted to ensure that they could accurately calculate the following device electrical properties. The SRP measured data were input into the simulator directly as the profiles of the simulated device structure. The n-well doping peak concentration is about  $1.5 \times 10^{17}\ \text{cm}^{-3}$  and its junction

depth is 1.8  $\mu\text{m}$ . The p-well doping peak concentration is  $2 \times 10^{17} \text{ cm}^{-3}$  with junction depth 2.7  $\mu\text{m}$ . The n+ diffusion peak concentration is  $2 \times 10^{20} \text{ cm}^{-3}$  and its depth is 0.13  $\mu\text{m}$ , while the p+ diffusion peak concentration is  $1.2 \times 10^{20} \text{ cm}^{-3}$  with junction depth 0.15  $\mu\text{m}$ . We used lattice -temperature advanced application module (LAT-AAM) including the electro -thermal effect to calculate the lattice self-heating phenomenon. The self-heating will induce the thermal breakdown (second breakdown) finally. The onset of second breakdown occurs due to the electron and hole avalanche current less than the thermal generation current by high temperature in semiconductor device. The coupling among lattice temperature, current densities, mobility, impact ionization, and electric field are very crucial in device electro-thermal simulation. The detail physical models, principles, and equations are in [1]. But in previous investigation, these physical models were not demonstrated above lattice-temperature of 1000  $^{\circ}\text{K}$ , and consequently the high temperature effect will affect accuracy of the related physical coefficients [2]. In general, the related coefficients had been verified at room temperature (300  $^{\circ}\text{K}$ ). The device structure adopts the special boundary conditions to establish the adiabatic boundary around the device structure. For the detail steps of calibration, please refer to [7].

In the second step, we start the device simulation for the floating anode SCR. Based on the previous calibration parameters, the simulated floating-anode structure had been established. The device structure is a three terminal device similar to the SCR, which has an N+ anode, a floating anode (floating-P+) and two N+, P+ cathodes. The current pulses with increasing magnitudes were applied on the anode for the floating anode SCR in the same

way. We also derived the I-V curves by the same way as the lateral SCR case.

### 3. Simulation Results and Discussions

Fig. 3 (a) indicates the calibrated I-V curve of the lateral SCR, most part of the simulated I-V curve matches the experimental curve with only a non-conformable region, the I-V curve does not exist in the negative-resistance transient region between triggering voltage  $V_{t1}$  and holding voltage  $V_{h1}$ , and shows a difference in holding point current  $I_{h1}$ . In real measurement setup, the machine load-line limit due to its series resistance confines the measurement region of holding point current value in an I-V curve plot. Usually the measurement equipment cannot detect too low current level. For the detail reasons one can refer to [8]. Also in principle, during measurement, the minimum low-impedance current, i.e., holding point current, which corresponds to latchup threshold will continue to decrease as voltage increases until junction breaks down. Thus there is no well-defined minimum current in holding region. On the other hand, there is a local minimum in voltage. The holding point property is therefore characterized by voltage usually [9]. The second breakdown current ( $I_{t2}$ ) of the lateral SCR structure almost approaches 3.72A [6]. The  $I_{t2}$  which represents ESD protection capability for the lateral SCR is in very good agreement with the experimental results [6]. Fig. 3 (b) indicates the failure threshold current ( $I_{t2}$ ) about 2.73A of floating anode SCR structure is less than that of lateral SCR, and the triggering voltage ( $V_{t1}$ ) is similar to the lateral SCR, and 15.6V holding voltage is much higher than that of the lateral structure as well as the supply voltage 10V. This large holding voltage is mainly contributed by the reversed voltage bias across the N+ anode and the floating P+ anode. In simulation data, this voltage drop across the N+

anode and the floating P+ anode is 12.4V. Therefore, we can observe the floating anode structure have latchup-free capability and somewhat weaker ESD protection threshold. The HBM ESD threshold for the floating anode SCR is approximately  $2.73A \times 1.5K\Omega = 4.1KV$ . This value is still well above the general acceptable ESD/HBM 2KV standard, although it is a little bit smaller than the lateral SCR.

The increasing pulse stress is injected into the two anodes of the lateral SCR for each I-V bias step. The increasing in the pulse stress will lead the electron/hole carriers to impact ionization and produce thermal heat at N-Well and P-Well junction, as shown in Fig. 4 (a). At this time, the electric field is raised sufficiently to produce the avalanche breakdown phenomenon with many more electron-hole pairs generated, as shown in Fig. 5 (a). In Fig. 6 (a), the generated hole current transports from the P+ anode in N-Well to N-Well, and through N-Well/P-Well junction then toward the P+ contact in P-Well, and produces a bias through the P-Well resistance; in Fig. 7 (a), the generated electron current transports from the N+ cathode in P-Well through P-Well junction, then toward the N+ in N-Well contact and produce a bias through N-Well resistance. Both give rise to the base current to turn on the parasitic PNP and NPN transistors and provide a discharge path at last. The reverse-biased N-Well and P-Well junction is initially in high impedance state. It needs high enough voltage to effectively forward the junction tantamount to 46.2V [6], which is called triggering voltage ( $V_{th}$ ). After triggering, the parasitic transistors in active region are formed with their positive gain loop  $\beta_{NPN} \times \beta_{PNP} \geq 1$ , which drives the two transistors into saturation region later; the anode voltage becomes saturation voltage of

about 2.32V [6], which is called holding voltage ( $V_h$ ). At this moment, the produced discharge path possesses a slightly turn-on resistance ( $R_{on}$ ). It let its I-V curve show a positive-resistance region again at high current level. The voltage in this region begins to increase linearly with the current and the slope of the line represents the inverse of the on resistance  $R_{on}$  of the parasitic BJT. Finally, the increased current is limited to a quite small area near the N+ in N-Well/N-Well junction and this accumulates a great deal of power density, as shown in Fig. 8 (a). The lattice temperature will rise to around temperature 1688 °K of silicon melting point, and then the device burns out. The thermal damages to the device are irreversible and the device fails permanently at the second breakdown point.

The operation mechanism of a floating anode structure is somewhat different from the normal structure. The structure includes a parasitic reverse diode and two parasitic BJT to form the PNPN structure. The outside voltage drops applied across the reverse-biased floating P+ anode/N-Well and N-Well/P-Well junctions. The collision of electron / hole carriers with lattice occurs at both the floating P+ in N-Well/N-Well and N-Well/P-Well junctions producing impact ionization phenomenon, as shown in Fig. 4 (b). Consequently, a great amount of the electron and hole carrier recombination/generation is enhanced due to high reverse-biased electric field, as shown in Fig. 5 (b). In Fig. 6 (b), the generated hole current flows from the floating-P+ anode to the cathode through the P-Well resistor to produce the base-emitter junction voltage, forward bias the parasitic NPN transistor to turn on; in Fig. 7 (b), the generated electron current flows from the cathode toward the anode, and a part of electrons captured by the floating-P+ leads to the parasitic PNP turning on,

the remainder electrons will form the triggering current. The breakdown between the N+ anode and floating P+ anode will be easier than that between the N-Well and P-Well. The left side of the floating-P+/N-Well junction is in slightly forward-biased situation and the hole is injected into N-Well to aid N-Well/P-Well breakdown. Consequently, the impact ionization efficiency will be increased, and then the triggering voltage will be decreased to approximately 44.9V. In the previous, the holding voltage of the SCR is a result of the steady state voltage (saturation voltage) of the parasitic PNP structure. But, the floating anode SCR is formed by a reverse P+/N+ anode diode and a PNP structure. Hence, the holding voltage of floating anode structure could be represented by equation (3.1); the holding-voltage is increased to approach almost 15.6V. During the discharge condition, the PN diode structure is coupled with the PNP structure so that  $R_{on}$  will be increased. According to the previous explanation, the bigger  $R_{on}$  leads to a lower second breakdown current ( $I_{l2}$ ), the on resistance  $R_{on}$  can refer to the equation (3.2). Therefore, the  $R_{on}$  increased then the  $I_{l2}$  decreased to approximately 2.73A, it is related to the power consumption equation (3.3) [7].

$$V_{hold} = V_{PIN\_hold} + V_{SCR\_hold} \quad (3.1)$$

$$R_{on} = R_{PIN\_equal} + R_{SCR\_equal} // R_{npn} \quad (3.2)$$

$$Power = I \times V = I^2 \times R_{on} \quad (3.3)$$

Finally, the increased current is locally limited in the small area of the N+ anode because both electron and hole current are crowded through the electrode or implant, and the parasitic reverse PN diode will let the device lattice temperature quickly overtake temperature 1688 °K of silicon melting

point, as shown in Fig. 8 (b). In addition, this temperature rises faster than the lateral SCR case.

Based on the above analyses, the control factor of the thermal properties is the parasitic floating anode P+/N+ diode. Fig. 8 (a) and Fig. 8 (b) indicate the lattice-temperature 2-D distribution at second breakdown point with the  $I_{l2}$  3.72A and 2.73A for the lateral SCR and floating anode SCR, respectively. The lattice temperature distribution indicates the hot spot of the lateral SCR is located in the P+ in N-Well and N+ in P-Well, as shown in Fig. 8 (a). The hot spot temperature reaches 1688K of silicon melting point at P+ in N-Well (P+ anode) and 1400K~1600K at N+ in P-Well, respectively. They represent the hot spot occurred locations which are the weakest points in term of ESD capability. Fig. 8 (b) indicates the lattice temperature distribution of floating anode structure; the hot spot location now shifts from the P+ in N-Well to the N+ anode in the N-Well. The lattice temperature reaches 1688K of silicon melting point in the N+ region of the reversed floating P+ anode/N+ anode diode. Hence, the large current through the reversed diode will produce a great amount of heat besides the avalanche breakdown.

In addition, we can observe the 2-D total current flow vector distribution of the lateral SCR and floating anode SCR to verify the hot spot location. In Fig. 9 (a), it shows a greater part of the currents flow from the P+ anode in N-Well through N-Well/P-Well to N+ cathode in P-Well as the normal discharge path in the lateral SCR. Hence, the hot spot occurring location at the P+ anode in N-Well and N+ cathode in P-Well. In Fig. 9 (b), it indicates part of the current flows is concentrated through the parasitic reversed diode at the surface. More importantly, a large portion of the current vectors flow from the N+ anode directly through the N-Well bottom to the N+

cathode in the p-substrate. This implies that the NPN parasitic bipolar action play an equally important role in the floating anode SCR breakdown I-V regime besides the PNP structure. While for the lateral SCR case the most part of the current is dominated by the P+ anode. Therefore, the equivalent circuit for the floating anode SCR in Fig.1 (b) is somewhat different from that of the normal SCR in Fig. 1 (a). The collector of the lateral NPN BJT has two connections with one to the normal PNP BJT and the other directly to the N+ anode. Therefore, the operation of the floating anode SCR is dominated by: (1) the floating anode SCR in series with the reverse-biased diode, and (2) the parasitic NPN BJT composed of N+ cathode (emitter), P-Well (base) and N+ anode (collector). So the discharge paths are both from the N+ anode in N-Well through N-Well and through floating-P+ anode to N-Well/P-Well and finally to N+ cathode in P-Well. The hot spot occurring location is in the N+ anode in N-Well near the metal contact. Thus, the parasitic reversed diode will induce the weaker ESD protection capability for the floating anode SCR than the lateral SCR.

According to the above mentioning, we believe the parasitic reversed diode of floating anode SCR is the key point of ESD protection performance. The additional diode represent that the  $R_{on}$  increased so that it leads to the decrease of the second breakdown current ( $I_{t2}$ ) and its voltage drop enables a high holding voltage.

#### 4. Conclusion

The electrothermal simulations provide a convenient analysis way for the floating anode SCR and normal SCR. The floating P+ anode is the key part of the floating anode SCR. It is also shown that the floating anode structure induces heating near the

N+ anode in the N-Well location. We collocate with the total current flow vector distribution, lattice temperature distribution, and analyze the thermal breakdown mechanism. Finally, the results show the triggering voltage ( $V_{t1}$ ) have a lower value, the holding voltage ( $V_h$ ) have a higher value which possess latchup free immunity, and the second breakdown current ( $I_{t2}$ ) exhibits slightly weaker but sufficient ESD capability than that of the lateral SCR.

#### Acknowledgement

The authors would like to thank National Chip Implementation Center of National Applied Research laboratories, and Mr. F.-C. Chiu of technology development department of Winbond Electronics Corp. for providing the process information and testkeys.

#### References

- [1] Synopsys, "MEDICI user guide", Synopsys, pp. 67-262, June 2003.
- [2] Ajith Amerasekera and Charvaka Duvvury, "ESD in Silicon Integrated Circuits", Chapter 10, Second Edition, John Wiley & Sons, 2003.
- [3] C. Duvvury and A. Amerasekera, "Advanced CMOS Protection Device Trigger Mechanism During CDM", Proc. EOS/ESD Symp., p. 162, 1995.
- [4] A. Chatterjee and T. Polgreen, "A Low Voltage Triggering SCR for On-Chip ESD Protection at Output and Input Pads", IEEE Electron Device Letter, pp. 21-22, 1991.



[5] W. F. Chen, C. Y. Hunag, C. C. Chao, L. Y. Lu and S. T. Lin, "Negative Differential Characteristic of a PNP Transistor with an Additional Floating N+ Region", SEMICON Taiwan 2000.

[6] T. L. Chen, F. C. Chiu, J. Y. M. Lee, L. Y. Leu, K. F. Chuang, R. W. Lin, "Characteristics Analysis of a Tunable Holding Voltage Electrostatic Discharge Protection Device in High-Voltage Technology", 2002 Taiwan ESD Conference, pp. 33-36, Sep. 2002.

[7] C. Y. Huang, "Computer-Aided Electro-Thermal Devices Simulation of ESD NMOS", Journal of Ching-Yun University, Vol. 24, No. 2, Sep. 2004.

[8] Jon Barth, Koen Verhaege, Leo G. Herny, John Richner, "TLP Calibration, Correlations, Standards, and New Techniques", Proc. EOS/ESD symp., pp. 85-96, 2000.

[9] G.J. Hu, "A Better Understanding of CMOS Latchup," IEEE Trans. Electron Devices, vol-31, no.1, pp.62-67, Jan. 1984.

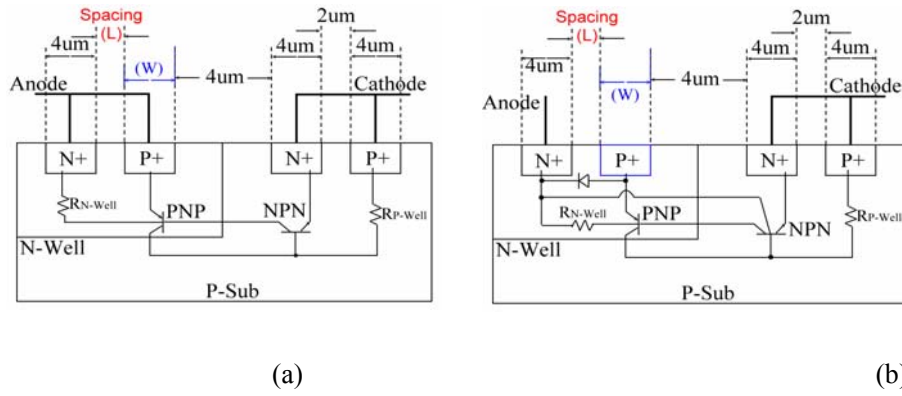


Fig. 1 (a) and (b) The device structures and equivalent circuits for lateral SCR and floating anode SCR, respectively.

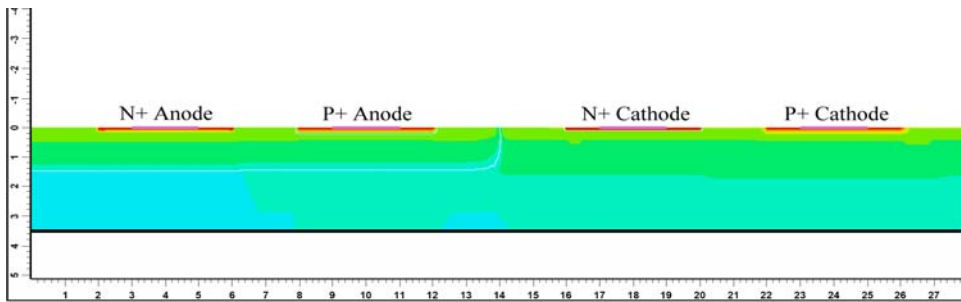


Fig. 2 shows the net doping distribution graph of the lateral SCR.

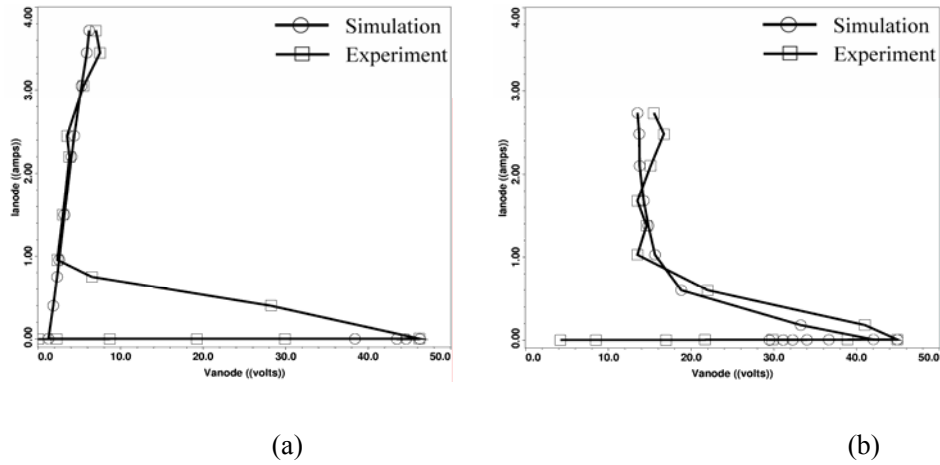
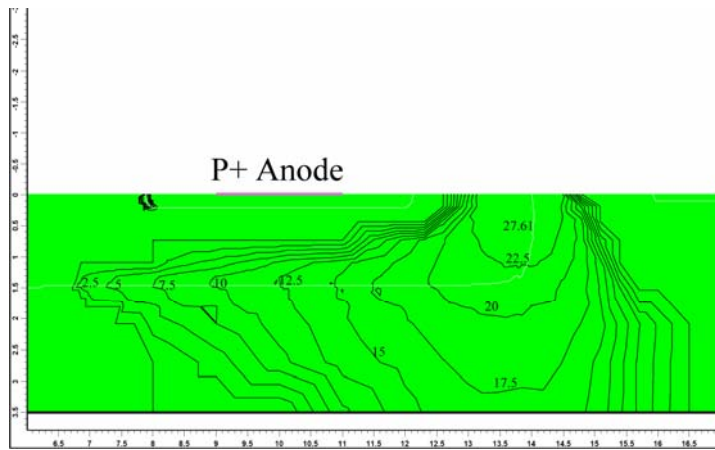
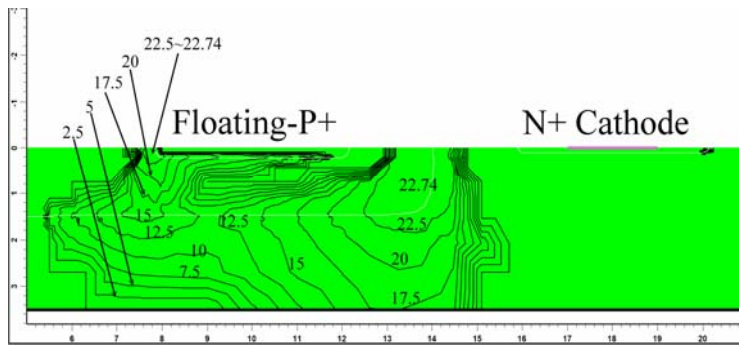


Fig. 3 (a) and (b) show the simulated I-V curve comparison for lateral SCR and floating anode SCR, respectively.

floating anode SCR respectively.

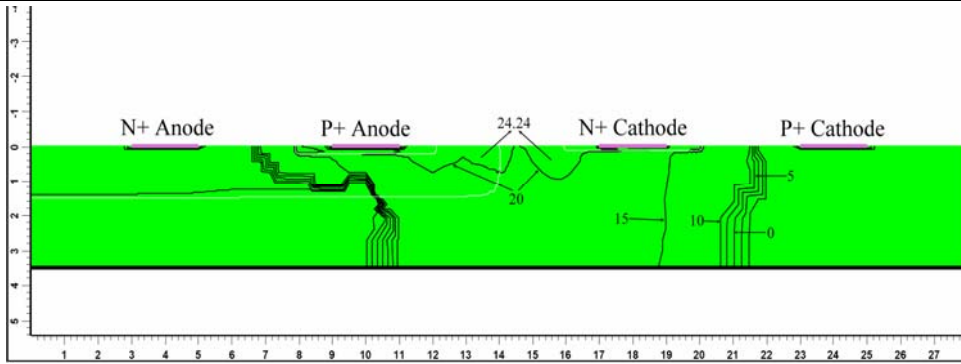


(a)

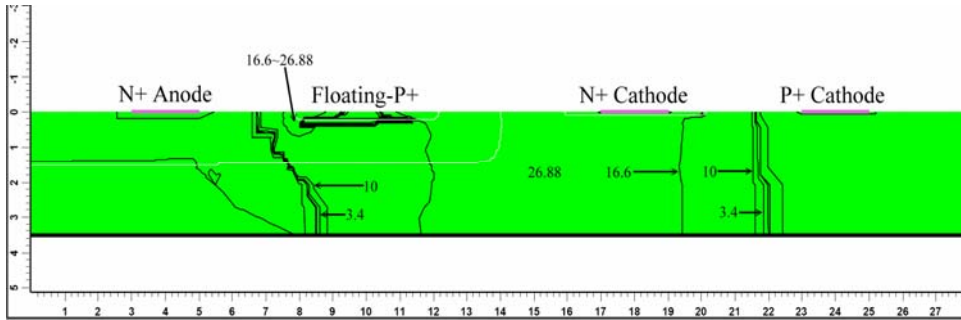


(b)

Fig. 4 (a) and (b) show the impact ionization generation rate distribution for lateral SCR and floating anode SCR at the triggering point respectively.

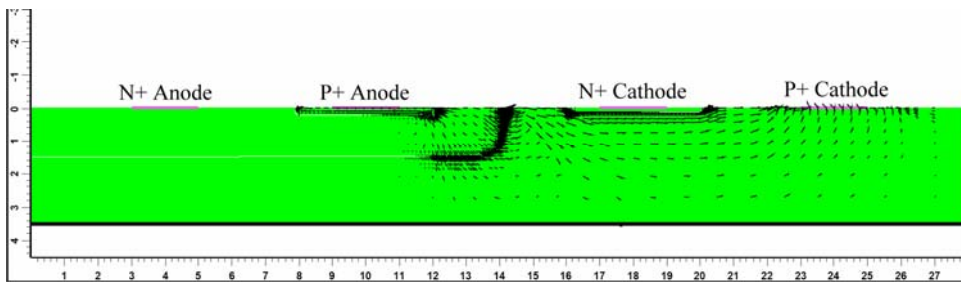


(a)

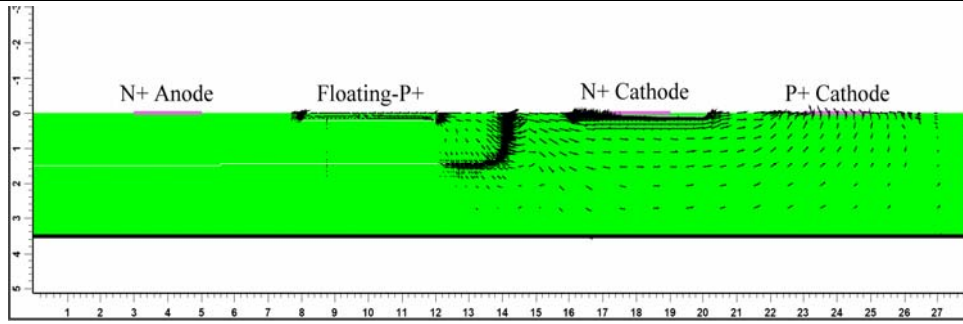


(b)

Fig. 5 (a) and (b) show the recombination/generation rate distribution for lateral SCR and floating anode SCR at triggering point respectively.

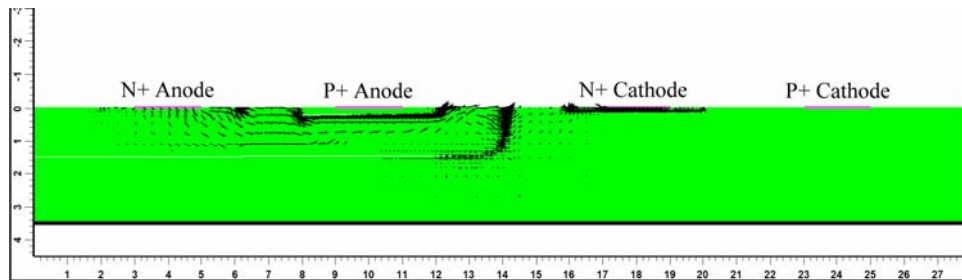


(a)

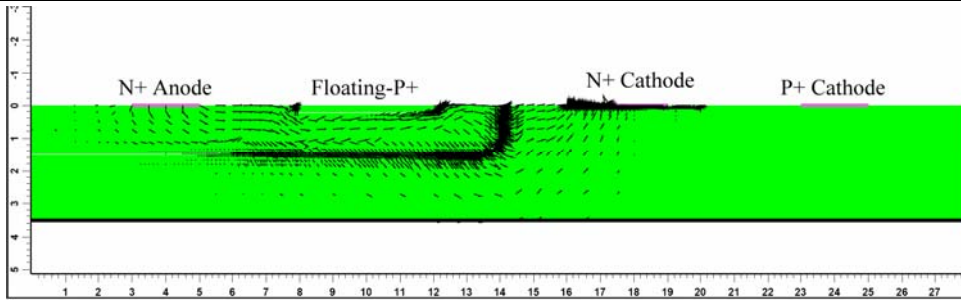


(b)

Fig. 6 (a) and (b) show the hole current flow vector for lateral SCR and floating anode SCR at triggering point respectively.

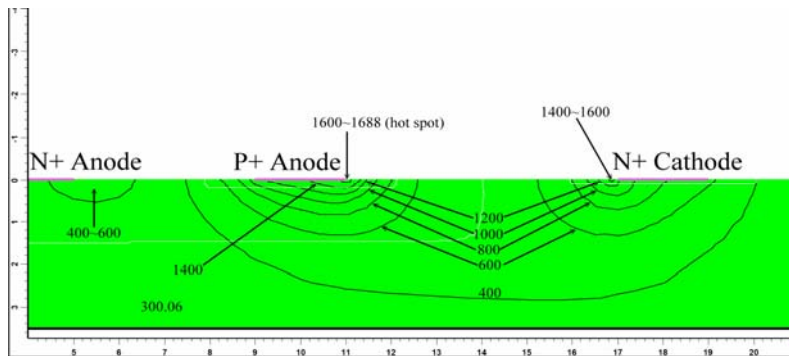


(a)

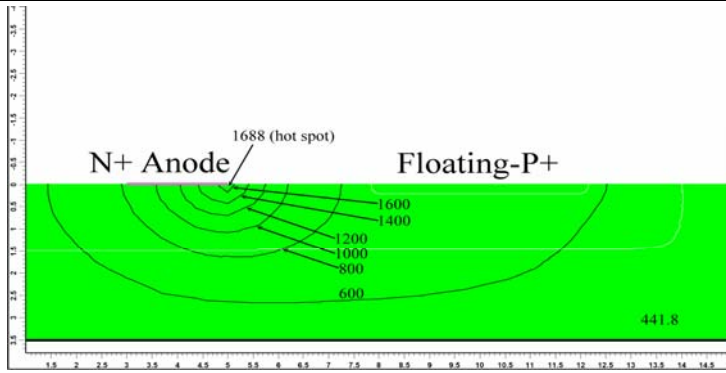


(b)

Fig. 7 (a) and (b) show the electron current flow vector for lateral SCR and floating anode SCR at triggering point respectively.

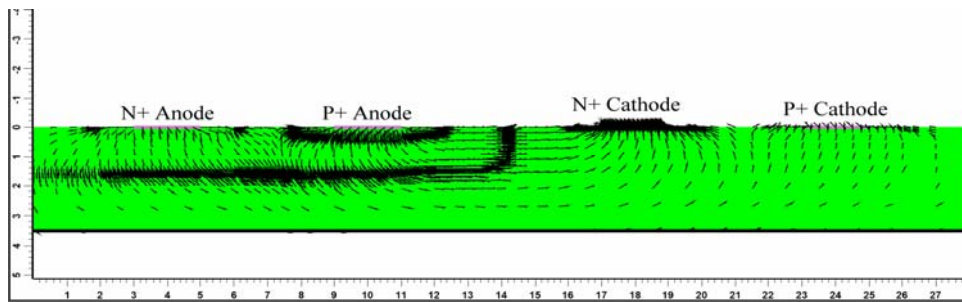


(a)

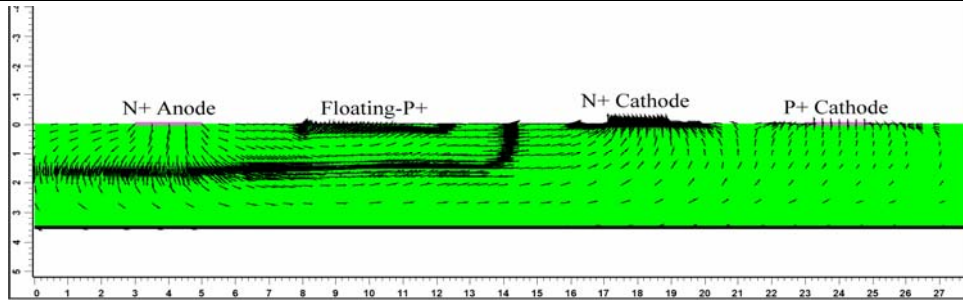


(b)

Fig. 8 (a) and (b) show the lattice temperature distribution for lateral SCR and floating anode SCR at second breakdown point respectively.



(a)



(b)

Fig. 9 (a) and (b) show the total current flow vector and distribution of the lateral SCR and floating anode SCR at second breakdown point respectively.





## 球格陣列基板之電源佈局設計對電源寄生效應的影響 Parasitic Effect of Power Net Due to the Power Layout Design BGA Substrate

張茂林

清雲科技大學 電機工程系

[molin@mail.cyu.edu.tw](mailto:molin@mail.cyu.edu.tw)

尤芳寬

財團法人台灣電子檢驗中心 電磁一部

[a9012083@yahoo.com.tw](mailto:a9012083@yahoo.com.tw)

許裕隆

清雲科技大學 電機工程系

[M9312005@cyu.edu.tw](mailto:M9312005@cyu.edu.tw)

### 摘要

由於積體電路大型化、高速化給構裝設計帶來的是高腳數、高電性效能的要求，因而在承載晶片的基板(substrate)佈局設計上就成爲一個相當重要的課題。目前球腳格狀陣列構裝方式已逐漸普及，然而我們對其電性效能(electrical performance)的表現似乎仍不能完全掌握。主要的原因是 BGA 基板佈局設計比起導線架(lead frame)來說具有更大的自由度。換句話說，同一構裝基板的佈局設計，讓不同的設計者來進行所產出的結果可能會有相當大的差距。也因此電性效能的表現上，很難在同一規格的構裝體上有完全相同(或很近似)的結果。這也造成 IC 設計者及系統廠商對單一元件的規格難以較精確地掌握而使最終產品(或系統)的穩定性產生難以預料的後果。

在影響 BGA 構裝電性效能的眾多因素中，電源佈局有著極爲重要的影響力，而且也是最容易出問題的地方。分別出現在電源導線與接地導線的自感將會因暫態電流而產生電源及地電位跳動，造成雜訊裕度(Noise Margin)降低而使 IC 運作不穩定。

透過 BGA 基板佈局軟體(Cadence APD)及電性模擬分析軟體(Optimal PakSi-E)，針對基板設計上常見的數種電源佈局方法進行分析，萃取出 RLCG 寄生效應。重點放在 Power/Ground 路徑上這些寄生效應因電源佈局方式的不同而產生的變化。觀察這些模擬分析的結果，讓我們能在電源及地電位跳動的問題上，釐清 Power/Ground 路徑產生的影響及找出其主要的影響因素，進而提出有用的電源佈局設計規範。

**關鍵字：**球格狀陣列封裝、電源完整性、訊號完整性、地電位彈跳、同時切換雜訊、寄生效應

## **Abstract**

It is an important issue for BGA substrate layout design to meet the requirements of high I/O pin count and high electrical performance due to high integrated and high-speed packaging. Even though the BGA packaging technology is more and more popular these days, we seem not to be able to completely understand and control the electrical performance of BGA packaging.

The main reason is that there is more freedom for BGA layout design than that for lead frame layout design. In other words, the substrate layouts with same specification designed by the different designers will show us a large difference due to their different design methodology. That's why it is difficult for different designers to complete an identical (or almost identical) layout design in order to get the same electrical performance. Furthermore, IC design houses and system vendors can not control very well the reliability of end product (or system), caused by the uncertainty factor from substrate layout.

Power/Ground layout design is the most important factor among many factors that can affect the electrical performance of BGA package, and it also shows us where the big problem tends to be embedded. The Power/Ground inductances easily lead to Power/ground bounce caused by the transient current flowing on them. The reduction of Noise Margin can make IC's operation unstable.

This paper focuses on the study of power/ground layout design. The electrical performance of power/ground net in the two-layer BGA substrate has been studied and analyzed through BGA substrate layout software (Cadence APD) and RLCG extractor (Optimal PakSi-E). Through these simulation results, we have found out the key factor from many factors that can affect the power integrated problem on the power/ground path. Furthermore, we have also proposed some useful design rules for Power/ground layout design on the BGA substrate.

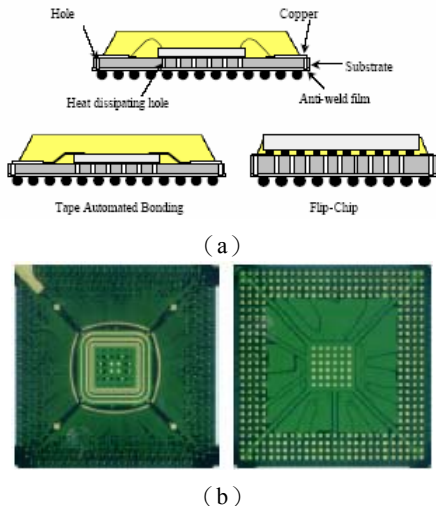
**Key words :** BGA, Power Integrity, Signal Integrity, Ground Bounce, SSN, Parasitic Effect.



## 一、介紹

由於積體電路大型化、高速化給構裝設計帶來的是高腳數、高電性效能的要求，因而在承載晶片的基板(substrate)佈局設計上就成爲一個相當重要的課題。目前球腳格狀陣列構裝方式已逐漸普及，然而我們對其電性效能(electrical performance)的表現似乎仍不能完全掌握。主要的原因是 BGA(Ball Grid Array)基板佈局設計比起導線架(lead frame)來說具有更大的自由度。換句話說，同一構裝基板的佈局設計，讓不同的設計者來進行所產出的結果可能會有相當大的差距。也因此電性效能的表現上，很難在同一規格的構裝體上有完全相同(或很近似)的結果。這也造成 IC 設計者及系統廠商對單一元件的規格難以較精確地掌握而使最終產品(或系統)的穩定性產生難以預料的後果。

在先進的構裝技術中 BGA 能逐漸成爲主流，實乃因 BGA 構裝有相當多的優點。列舉數點如下：(1). 底部包含大量的錫球陣列，其接腳密度遠遠超過傳統的 QFP (Quad Flat Pack) 針腳型構裝。(2). 在相同的 IO 數下其體積比其它構裝元件更小。(3). 電氣效能較佳。其外觀如圖一所示。[1]



圖一：(a)各類 BGA 剖面圖

(b)BGA 基板正反面

由於目前晶片的工作頻率不斷地提高，工作速度也愈快，使信號的上升與下降時間急速的縮短，造成電子系統衍生成爲高速系統，進而衍生出電源完整性 PI(Power Integrity)與信號完整性 SI(Signal Integrity)的問題，因此電源的品質就顯得格外重要。因爲二層板並沒有完整的電源層平面(power/ground plane)，所以其電源只能透過電源環(power/ground ring)、電源佈線(power trace)以及其他如晶片墊(die pad/die flag)的佈局形式來傳遞。在這種情形下電源的佈局設計方法，便會主宰電源的分佈特性。因此，有必要系統化的分析各式設計對電源分佈所產生的影響。

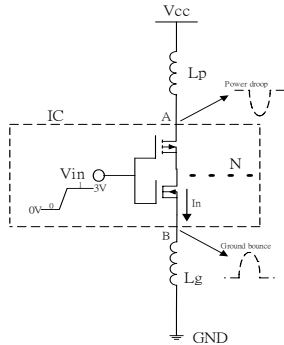
本論文在第一章節裡簡單扼要地介紹了 BGA 以及電源佈局的重要性。與電源相關的不良效應 SSN(Simultaneous Switching Noise)將在第二節裡以理論的陳述來說明其產生的現象及造成的問題。第三節爲研究方法與流程的說明。再來，我們在電源佈局的樣式裡，挑出五種可能會影響電源電感的因素加以模擬分析，並獲得有用的結果。這會在第四節裡呈現。最後，第五節爲結論。

## 二、同時切換雜訊(SSN)

目前高頻電子產品特性是工作時脈頻率愈來愈快(GHz)使得信號的上升時間(rise time)愈來愈短、IC 的 I/O 接腳愈來愈多使得接腳的接線密度(interconnects density)愈來愈高。同時，也使得寄生效應日趨明顯進而嚴重影響電氣特性。通常高速元件的上升時間在 ns 這個數量級時，再加上大量邏輯閘同時轉態切換，便會產生在很短的時間內需求大電流而造成電源不穩定的現象，此即地電位彈跳(Ground Bounce)。電源的不穩定會進一步化身爲干擾源而影響信號的完整性，此即所謂的同時切換

雜訊 SSN(Simultaneous Switching Noise)。

圖二可以完整的說明這個現象。所有驅動器的電源端都接在  $V_{cc}$ ，而接地端都接在 GND，所以任一驅動器轉態所產生的電流皆會流經電源線以及接地線上的寄生電感( $L_p$  和  $L_g$ )。由於通過地回路的電流產生變化時，此電感會產生一個感應電壓。當信號上升時間縮短時，或及電流量增加時，電流的變化率就會增大，地反彈的電壓也就增加，此時地平面(地線)已經不是理想的零電位，而電源端也不是理想的直流電位。當系統的速度愈快，而且為數眾多的邏輯閘同時轉換狀態時就愈容易造成嚴重的電壓陷落(Power Droop)現象(或稱之為地電位彈跳 Ground Bounce)。



圖二：同時切換雜訊示意圖

圖二裡的邏輯閘當其電容負載為 0 時，若輸出狀態由 HIGH 轉變成 LOW，這時的輸出電晶體 PMOS 會由 ON 變成 OFF，而 NMOS 會由 OFF 變成 ON，在轉態的過程中會產生一股小電流

$$I_n = \frac{K}{2}(V_{GS} - V_T)^2 \quad (1)$$

其中  $K = \mu_n C_{ox}(W/L)$ 。

此  $I_n$  會流經 IC 與地之間的  $L_g$  電感上，此時在 B 點上會產生一個電壓脈衝，即為切換雜訊電壓  $V_n$ ，如(2)式所示：

$$V_n = L_g \frac{dI_n}{dt} \quad (2)$$

其中  $L_g$  為訊號線與地線或電源線之間有效雜散電感值。

如果有  $N$  個邏輯閘發生轉態動作時，公式(2)式改寫成(3)式：

$$V_{ssn} = NL_g \frac{dI_n}{dt} \quad (3)$$

由(3)式可知同時切換雜訊( $V_{ssn}$ )與電流變化率( $dI_n/dt$ )成正比。

圖二裡的邏輯閘當其電容負載不為 0 時，則最大切換雜訊電壓發生時間會隨著電容負載的增大而由  $t = t_r/2$  (此時  $t_r$  為上升時間)逐漸移至  $t = t_r$ 。最大的同時切換雜訊電壓  $V_{ssn \max}$ ，如(4)式所示：

$$V_{ssn \max} = V_k + \frac{V_k t_r}{2V_{cc} NL_g K} \left[ 1 - \sqrt{1 + \frac{4V_{cc} NL_g K}{t_r}} \right] \quad (4)$$

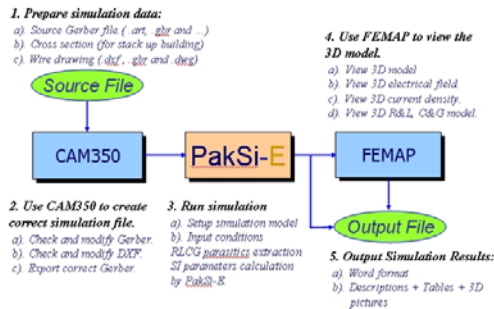
其中  $V_k = V_{cc} - V_T$ 。

當同時切換雜訊電壓過大時就容易造成元件的誤動作進而影響系統的穩定度。若是以一般 CMOS 電路為驅動級而言，當輸出由高電位轉換成低電位時，轉態產生的雜訊會經由 NMOS 的源極傳輸到汲極再耦合到  $L_g$  上，並傳送到遠端的地端。當受干擾的訊號大小大於 NMOS 的臨界電壓(threshold voltage) $V_T$ 時，將會導致邏輯準位誤判。當然，同樣的情形也會發生在 PMOS 上。對於脈衝雜訊而言，其主要原因是由於電源線(power line)及地線(ground line)上有效雜散電感所引起。[2][3]

### 三、研究方法與流程

Cadance APD (BGA 佈局軟體)及 Optimal PakSi-E (BGA 基板電性模擬分析軟體)為研究的主要工具[5][6]。整個模擬分析流程如圖三所示。首先是將設計好的 BGA 佈局，將其轉換成 Gerber 檔 (有 .gbr、.art、.dxf... 等各類副檔名)，並且利用 CAM350 判別基板各層 Gerber 是否正確？若正確無誤再利用 PakSi-E 電性分析軟體將這些 Gerber 檔讀入 (Import)

並設定堆疊順序 (Stackup Sequence)、晶片基板間接線 (Bonding wire) 及錫球 (Solder Ball) ... 等各項參數值後, 即可精確的萃取出 (Extracts) 佈局的各層 (Layers) 雜散電阻 (R)、電感 (L)、電容 (C)、電導 (G)。模擬分析的結果可以將其轉成 Word 格式或 Excel 格式輸出, 以供作成報告使用。或是利用 Femap 輸出 Package 的 3D 佈局實體, 觀察瞭解 3D 佈局實體上的電壓分佈情形及電流方向。



圖三：模擬分析流程圖

#### 四、模擬分析與結果

我們在電源佈局的各種樣式裡, 挑出五種最可能會影響電源電感的因素加以模擬分析。

Case 1 : PGRG (Power/Ground Ring Gap)

Case 2 : DFGO (Die Flag – Octagon)

Case 3 : DFPT (Die Flag – Power Trace)

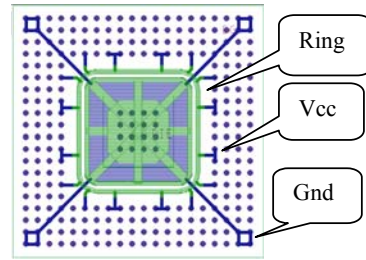
Case 4 : DFTP (Die Flag – Thermal Plane)

Case 5 : PGRW (Power/Ground Ring Width)

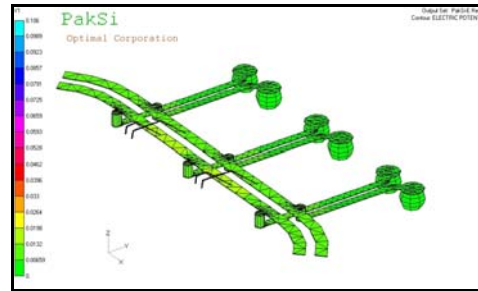
##### 4.1 Case 1 – PGRG

BGA 的電源環為基板上圍繞晶片的二個環狀銅箔線(如圖四), 其寬度約為 15mil, 二環間隙(gap)約為 5mil 左右。電源環, 顧名思義, 是設計給晶片上的電源打上金線之用。其優點為: (1)可以讓電源打線方式及電源數量分佈有更大的彈性, (2)可以平衡由電源錫球流入流出的電流量。由於二層板的 BGA 基板無電層, 因而其電源分佈(power distribution)將完

全由金接線—電源環—電源線—電源錫球(gold bond wire – P/G Ring – P/G Trace – P/G Ball)所決定。



圖四：BGA 電源環



圖五：簡化後的電源佈局

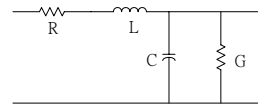
為了使問題簡化, 在設計上做了調整。(1) 取消黏晶區(die-bond area)的晶片墊 (die pad 亦稱為 die flag), (2) 取消散熱錫球(thermal ball)及相連的銅箔區塊, (3)四邊的佈局完全對稱, (4)由電源環至錫球的電源佈線簡化成三對的並行線(如圖五所示)。前二者使電源路徑單純而大大地簡化模型, 而後二者可以使分析工作量大為降低。這樣的簡化雖然與實際情況有差距, 但是仍無損於研究結果。因為此刻關心的是電源環間距對電源擾動的影響, 讓問題簡化反而更易於掌握其產生的效應。圖五以 Femap 顯示出佈局簡化後的立體圖形。

#### 電路模型(Circuit Model)

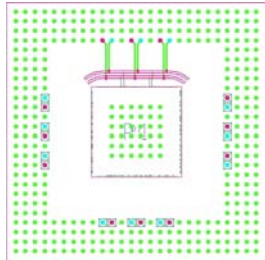
電子構裝對電氣特性的影響主要是來自晶片和外界間的導電路徑, 以及導電路徑間彼此的雜散效應。晶片 I/O Bond Pad 和外界間的導電路徑必須有足夠低的電阻以維持信號所需的電壓位準。在低速的情形下, 對大多數的構裝體而言皆不構成問題, 但是當運作在高速

時，這些原本看起來無足輕重甚至可以忽略的導電路徑卻開始顯現出其影響力。

考慮量化此影響力最直覺而簡便的分析方法，即是採用傳輸線的 RLCG 模型如圖六所示。傳導路徑的寄生效應(parasitic effect)可以藉由軟體分析工具來抽取其等效的 RLCG，並建構成電源網路，再經由 Pspice 的分析而得知其時域及頻域的響應。



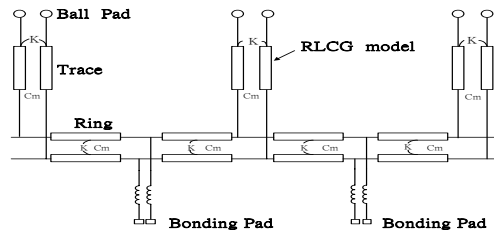
圖六：RLCG 模型



圖七：BGA 分割成四分之一後的電源佈局

因為對稱之故，電源佈局只取四分之一進行分析，其結果會與以完整架構分析所得的結果成線性比例關係，佈局如圖七所示。

其中金接線之 RCG 值很小，故只考慮其電感效應。其他部份則均以完整的 RLCG 模型來建構。其等效 RLCG 電路模型如圖八。



圖八：BGA 電源路徑的等效電路

構裝體中二種主要的雜訊的來源是：(1) 由電源路徑中的電感成分中因暫態電流所產生的電壓跳動，就是所謂的地電位彈跳 (Ground Bounce)。(2) 因鄰近導線間電磁耦合引

起的寄生電容和電感，所產生的感應雜訊，就是所謂的串音效應(Crosstalk effect)。由於這些干擾的雜訊容易造成邏輯準位判斷錯誤，而使系統產生誤動作。

### 模擬分析(Simulation Analysis)

藉由調整電源環間之問隙，可以觀察其耦合程度的不同以及其對電源擾動的影響力大小。以 Cadence APD 調整 P/G Ring 之間隙為 60 $\mu\text{m}$ ，140 $\mu\text{m}$ ，220 $\mu\text{m}$  及 300 $\mu\text{m}$ 。P/G trace 及 Bond wire 雖固定在原位，但其長度仍會受到些微的影響。不過，PakSi-E(RLCG extractor) 可以分層列出電源路徑上的 RLCG 值。故仍可精確地建立這四個不同 gap 值之電源佈局設計的電路模型。[4]

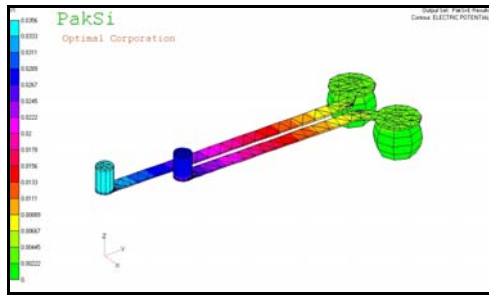
#### (a) RLCG Extraction

表一為這四種電源佈局設計經模擬分析後而得的 RLCG 值，為了觀察電源路徑上不同層面上的寄生效應情形，此表以分層方式顯示。其中 P/G Trace 尚包含了 via 及 ball，詳見圖九。

表一：電源環 RLCG 模擬分析結果

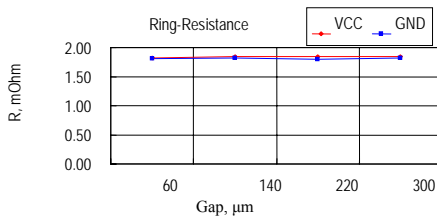
Gap	60 $\mu\text{m}$	140 $\mu\text{m}$	220 $\mu\text{m}$	300 $\mu\text{m}$	
P/G Bond wires	R	71.09/58.42	72.42/56.94	73.66/55.78	74.97/54.60
	L	0.9522/0.7313	0.9911/0.6945	1.018/0.6873	1.034/0.6565
	Lm	0.07874/0.07874	0.07501/0.07501	0.06805/0.06805	0.06413/0.06413
	C	0.09794/0.08162	0.09853/0.07911	0.09946/0.07706	0.1007/0.07522
	Cm	0.01448/0.01448	0.0134/0.0134	0.01246/0.01246	0.00069/0.00069
P/G Ring	G	2.59E-08/2.14E-08	2.64E-08/2.10E-08	2.69E-08/2.05E-08	2.73E-08/2.01E-08
	R	1.8150/1.8100	1.8430/1.8180	1.8420/1.8030	1.8400/1.8190
	L	0.1935/0.1980	0.1932/0.1962	0.1989/0.1961	0.2033/0.1926
	Lm	0.0568/0.0568	0.0466/0.0466	0.0382/0.0382	0.0318/0.0318
	C	1.7990/1.7470	1.3720/1.3120	1.2070/1.1470	1.1250/1.0570
P/G Trace	Cm	1.2490/1.2490	0.7960/0.7960	0.6111/0.6111	0.5079/0.5079
	G	1.88E-05/1.84E-05	1.33E-05/1.28E-05	1.12E-05/1.07E-05	1.01E-05/9.52E-06
	R	21.77/26.45	21.48/26.57	21.31/26.32	21.08/26.55
	L	2.520/3.233	2.476/3.249	2.508/3.208	2.495/3.235
	Lm	1.714/1.714	1.702/1.702	1.699/1.699	1.670/1.670
P/G Trace	C	0.610/0.634	0.586/0.638	0.600/0.635	0.568/0.645
	Cm	0.303/0.303	0.300/0.300	0.295/0.295	0.294/0.294
	G	4.721E-06/4.866E-06	4.487E-06/4.909E-06	4.678E-06/4.786E-06	4.237E-06/4.966E-06
	G	06	06	06	06



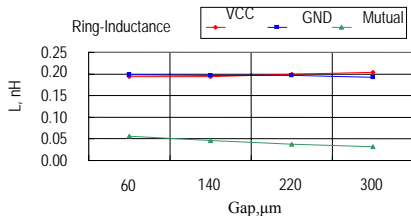


圖九：錫球至電源環間的電源佈線

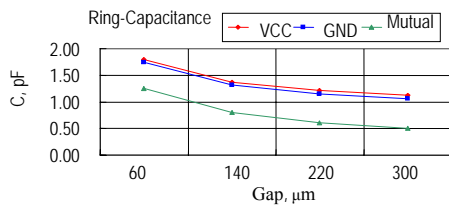
因為重點在觀察與分析電源環間隙產生的效應，故將電源環之 RLCG 特地以折線圖顯示在圖十至十三。電源環之電阻及電感(自感部份)基本上可視為定值，不因間隙的改變而有變化，互感  $L_m$  則略有變化，其幅度約為  $0.0083\text{nH}/80\mu\text{m}$ 。電容及電導則隨著間隙增大而變小，原因是二個環之間的交互影響減弱了。而 CG 值隱含此交互作用所貢獻的值。



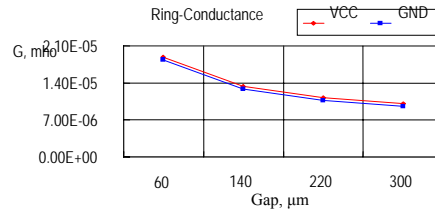
圖十：電源環 R 值 (Ring-Resistance)



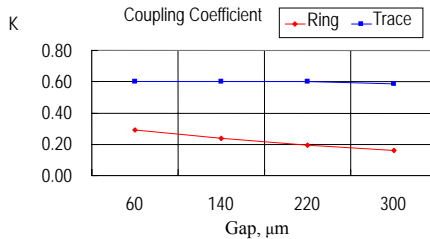
圖十一：電源環 L 值 (Ring-Inductance)



圖十二：電源環 C 值 (Ring-Capacitance)



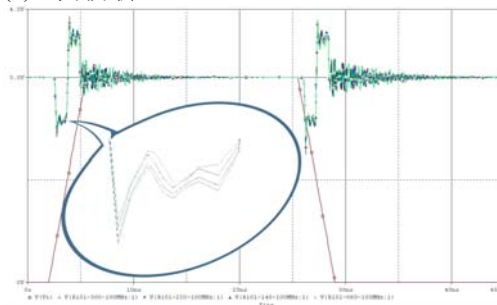
圖十三：電源環 G 值 (Ring-Conductance)



圖十四: Ring 與 Trace 的電感耦合係數(K)值

從表一中可以發現 P/G Ring 之  $L_m$  與 P/G Trace 之  $L_m$  值得探究。為了比較將此二者之 K(耦合係數)值以圖十四顯示。

(b) 時域分析



圖十五：不同間距所獲得的切換雜訊波形圖

(TR 為  $3.5\text{n}$ )

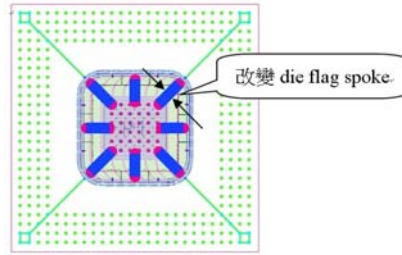
表二：切換雜訊最大的電壓值與佔工作電壓的百分比

Gap	60 $\mu\text{m}$	140 $\mu\text{m}$	220 $\mu\text{m}$	300 $\mu\text{m}$
V <sub>ssn</sub>	0.782V	0.812V	0.849V	0.871V
雜訊%	26.06%	27.07%	28.3%	29.02%

經由 PSpice 作時域分析，結果顯示 P/G Ring 間隙的大小對電源擾動的影響並不大。主要原因是即使在超過基板主流製程的限制下 ( $\text{space} < 75\mu\text{m}$ ) 其耦合係數仍不大

(0.3@60 $\mu\text{m}$ )。因此藉由 P/G Ring gap 的改變來調整耦合係數的大小，其效果自然大為受限。

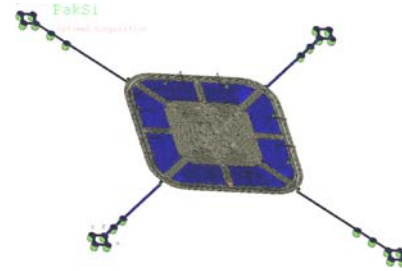
Ring 間的耦合係數遠比 trace 來得小，主要原因是 Bond wire 黏合至 Ring 上，由 Bond wire 而來的電流會左右分流而有磁場相消的現象造成耦合效應較差之故。



圖十六：DFGO 示意圖

#### 4.2 Case 2 – DFGO

這個例子主要是觀察 die flag spoke 寬度改變時對 Ground net 的影響，如圖十六和圖十七所示。表三為經 PakSi-E 分析後所得到的 RLCG 值，折線圖圖十八至圖二十一顯示 die flag 的影響。其 die flag spoke 的大小為 381 $\mu\text{m}$  (w01)、762 $\mu\text{m}$  (w02)、1143 $\mu\text{m}$  (w03)及 1524 $\mu\text{m}$  (w04)的寬度。Die flag 一般而言都是接至地電位 (Ground)，所以主要是觀察 Ground net 所受的影響。Vcc net 之佈局並未做任何修改。

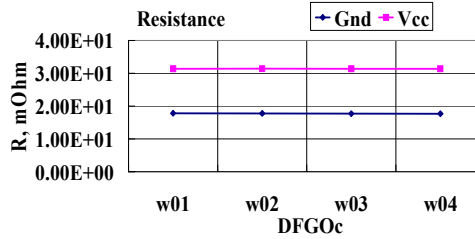


圖十七：DFGO Femap 示意圖

DFGOc	R(m)	L(nH)	Lm(nH)	C(pF)	Cm(pF)	G
Vcc w01	3.14E+01	2.03E+00	1.25E-01	8.61E+00	4.63E+00	3.27E-05
Gnd w01	1.78E+01	3.99E-01	1.25E-01	1.02E+01	4.63E+00	2.61E-05
Vcc w02	3.14E+01	2.05E+00	1.23E-01	8.61E+00	4.63E+00	3.27E-05
Gnd w02	1.77E+01	3.89E-01	1.23E-01	1.02E+01	4.63E+00	2.61E-05
Vcc w03	3.14E+01	2.03E+00	1.21E-01	8.61E+00	4.63E+00	3.27E-05
Gnd w03	1.77E+01	3.88E-01	1.21E-01	1.02E+01	4.63E+00	2.61E-05
Vcc w04	3.14E+01	2.03E+00	1.18E-01	8.61E+00	4.63E+00	3.27E-05

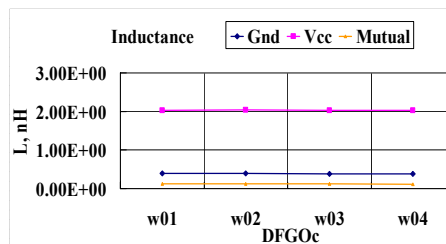
表三：DFGO - RLCG 模擬分析結果

由圖十六可看出 Ground net path 為 Bond wire  $\rightarrow$  Die flag/Ground Ring  $\rightarrow$  為數眾多的 thermal via  $\rightarrow$  Thermal pad  $\rightarrow$  Thermal ball，而 Vcc net path 為 Bond wire  $\rightarrow$  Vcc Ring  $\rightarrow$  via  $\rightarrow$  Vcc Trace  $\rightarrow$  Vcc ball。Vcc net 有延伸至四個角落的長 trace，所以 Ground net 上的 R、L 寄生效應遠較 Vcc net 為小。Ground net 上的 C 值較 Vcc net 為大，其原因是 Ground net 有較大的 metal area。

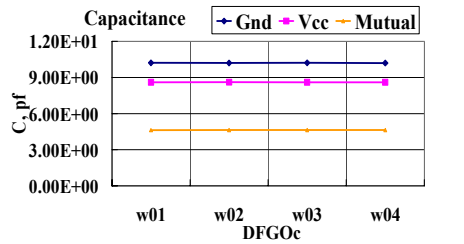


圖十八：DFGO - R 值

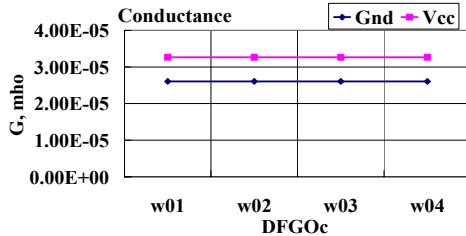
由模擬分析結果可知 RLCG (含互感互容值) 各值可視為固定值，這說明一件事：die flag spoke 寬度改變時對 Ground net 幾乎沒有影響。之所以如此，乃因在 Ground net 路徑上 Bond wire 為主要影響因素，而 die flag spoke 會比 Bond wire 寬上許多，再加上 Ground ring 有 via 直接連至下層的 Ground metal area 因而影響力大減。



圖十九：DFGO - L 值



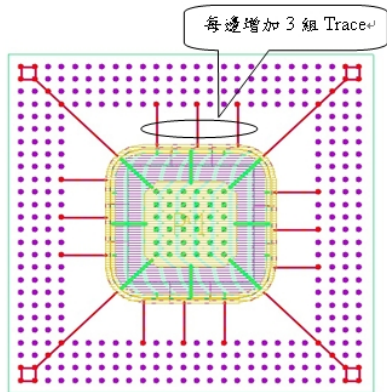
圖二十：DFGO - C 值



圖二十一：DFGO - G 值

### 4.3 Case 3 - DFPT

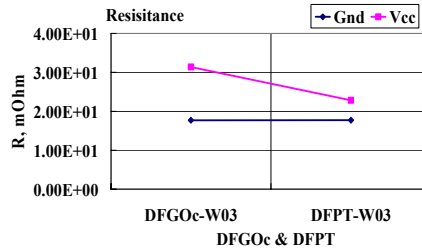
這個例子是以 Case1 為基礎，不同的是在其 Vcc Ring 四邊上加上三條 Trace，如圖二十二所示。Vcc Ring 增加上三條 Trace 時會對系統造成不小的影響。而 Ground net 之佈局未更改，所以其 RLCG 值沒有變化。表四為 PakSi-E 分析後所得到的 RLCG 值。為了容易看出 RLCG 的變化，將數據以折線圖圖二十三至二十六呈現。對 Vcc net 來說每邊增加三條 Trace 後，因為是與原來伸至四個角落的 trace 產生並聯效果，因此在此佈局設計下，Vcc net 的電阻值會減小；電感值減小的幅度更大，而電容值、電導值則因有效面積變大而升高。



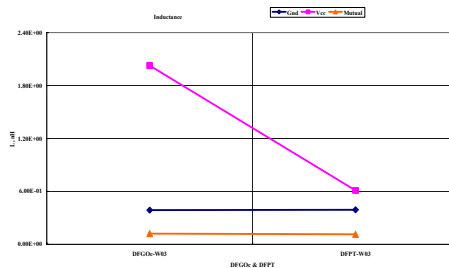
圖二十二：DFPT 示意圖

表四：DFPT-RLCG 模擬分析結果

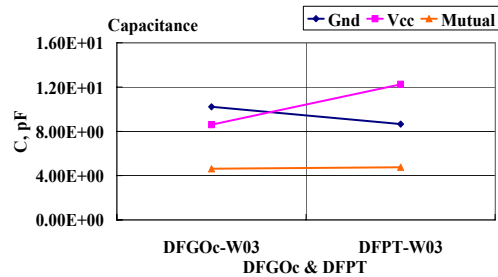
DFPT	R(m)	L(nH)	Lm(nH)	C(pF)	Cm(pF)	G
Vcc w03	1.77E+01	3.92E-01	1.14E-01	8.66E+00	4.76E+00	2.64E-05
Gnd w03	2.28E+01	6.11E-01	1.14E-01	1.23E+01	4.76E+00	3.51E-05



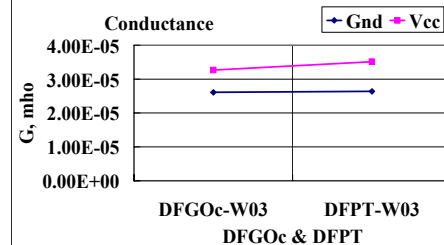
圖二十三：DFGO & DFPT - R 值



圖二十四：DFGO & DFPT - L 值



圖二十五：DFGO & DFPT - C 值



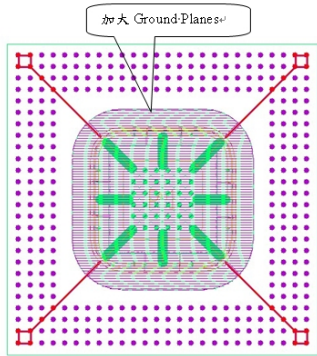
圖二十六：DFGO & DFPT - G 值

### 4.4 Case 4 - DFPT

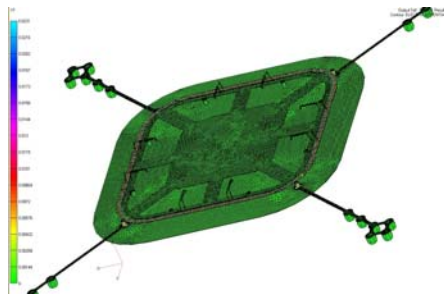
這個例子一樣是以 Case1 為基礎，不同的是改變底層 Ground Area 的大小，如圖二十七和圖二十八所示。如此的改變將會對 Ground net 產生影響。作法是：以電源環為基準，分為比電源環小 (O00)、與電源環相同 (O01)、

比電源環大但較靠近電源環 (O02)、遠比電源環較大 (O03) 等方式作觀察分析 RLCG 值產生的變化會如何? 表五即為 PakSi-E 分析後所得到的 RLCG 值。為了容易看出 RLCG 的變化, 將數據以折線圖圖二十九至三十二呈現。

此種改變 Ground area 大小的佈局方式, Ground net 的 RL, 可視為固定值且遠比 Vcc net 來得低。因為 Ground area 大小變化的部份並不在電流流動的範圍內, 所以對 RL 的影響微乎其微, 圖二十九及三十可以看出這樣的結果。但是對 CG 則有很明顯的影響 (CG 以接近線性的方式升高), 其原因在於對地面積明顯增加了。



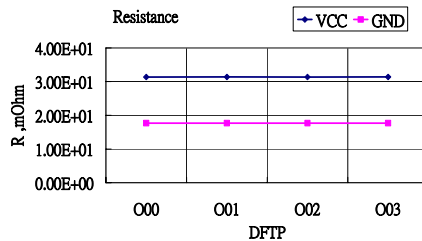
圖二十七: DFTP 示意圖



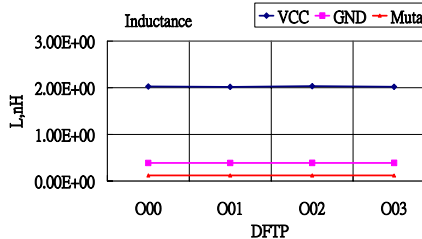
圖二十八: DFTP Femap 示意圖

表五: DFTP - RLCG 模擬分析結果

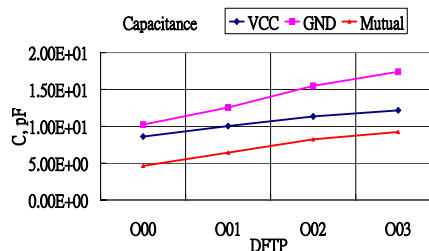
DFTP	R(m)	L(nH)	Lm(nH)	C(pF)	Cm(pF)	G
Vcc w01	3.14E+01	2.13E+00	1.19E-01	9.92E+00	6.32E+00	4.22E-05
Gnd w01	1.77E+01	4.01E-01	1.19E-01	1.13E+01	6.29E+00	3.75E-05
Vcc w02	3.13E+01	2.13E+00	1.18E-01	1.12E+01	8.13E+00	5.09E-05
Gnd w02	1.77E+01	4.01E-01	1.18E-01	1.53E+01	8.13E+00	4.93E-05
Vcc w03	2.87E+01	1.97E+00	1.01E-01	1.13E+01	8.23E+00	5.16E-05
Gnd w03	1.51E+01	3.52E-01	1.01E-01	1.55E+01	8.23E+00	5.00E-05
Vcc w04	3.13E+01	2.13E+00	1.17E-01	1.20E+01	9.07E+00	5.58E-05
Gnd w04	1.77E+01	4.02E-01	1.17E-01	1.72E+01	9.07E+00	5.49E-05



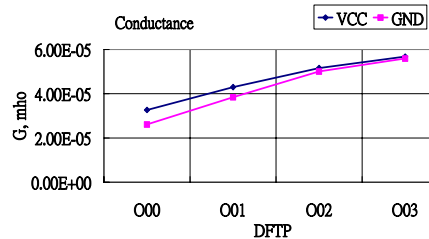
圖二十九: DFTP - R 值



圖三十: DFTP - L 值



圖三十一: DFTP - C 值



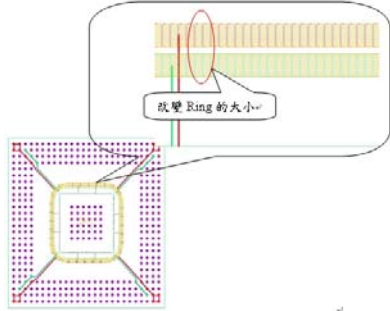
圖三十二: DFTP - G 值

#### 4.5 Case 5 - PGRW

如圖三十三所示, 我們想要瞭解增加電源環的寬度時會產生的影響。表六為 PakSi-E 分析後所得到的 RLCG 值。將數據以折線圖圖三十四至三十八呈現, 可以更容易看出 RLCG 這些數據的變化及其含意。

電源環所有的 RLCG (含互感互容值) 等各值基本上可視為固定值, 主要原因為: 電源環的寬度可調範圍不大, 再加上電源環在整個 P/G 電流路徑影響力並不大。因為影響 RL 的

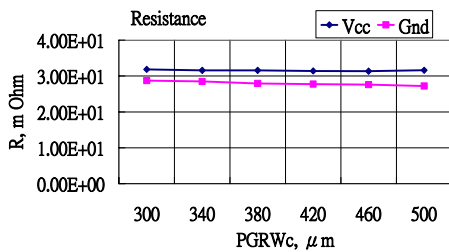
主要因素是電流路徑，而其中以 Bond wire 為主要影響者，電源環並非要角。影響 CG 的主要因素是對地的銅箔面積。所以增加電源環的寬度對 Power/Ground net 影響並不大，但耦合係數 K 略微降低（如圖三十八），是因 Power/Ground Ring 寬度增加，使得彼此之間的耦合作用減少的影響而降低之故。



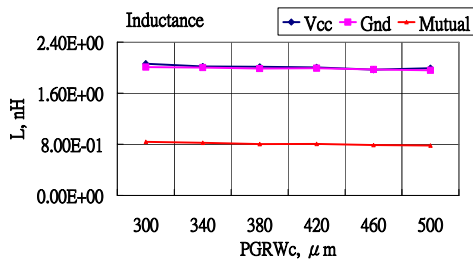
圖三十三：PGRW 示意圖

表六：PGRWc - RLCG 模擬分析結果

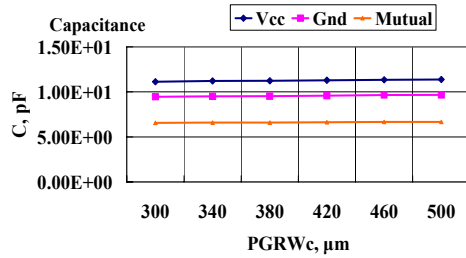
PGRWc	R(m)	L(nH)	Lm(nH)	C(pF)	Cm(pF)	G	
300	Vcc	3.18E+01	2.06E+00	8.39E-01	1.11E+01	6.56E+00	4.25E-05
	Gnd	2.87E+01	2.01E+00	8.39E-01	9.46E+00	6.56E+00	4.08E-05
340	Vcc	3.16E+01	2.02E+00	8.24E-01	1.12E+01	6.59E+00	4.27E-05
	Gnd	2.85E+01	2.00E+00	8.24E-01	9.51E+00	6.59E+00	4.10E-05
380	Vcc	3.16E+01	2.01E+00	8.05E-01	1.12E+01	6.59E+00	4.27E-05
	Gnd	2.79E+01	1.99E+00	8.05E-01	9.52E+00	6.59E+00	4.09E-05
420	Vcc	3.14E+01	2.00E+00	8.07E-01	1.13E+01	6.63E+00	4.29E-05
	Gnd	2.78E+01	1.99E+00	8.07E-01	9.58E+00	6.63E+00	4.11E-05
460	Vcc	3.13E+01	1.97E+00	7.87E-01	1.13E+01	6.66E+00	4.31E-05
	Gnd	2.76E+01	1.97E+00	7.87E-01	9.65E+00	6.66E+00	4.12E-05
500	Vcc	3.16E+01	1.99E+00	7.82E-01	1.14E+01	6.68E+00	4.31E-05
	Gnd	2.72E+01	1.96E+00	7.82E-01	9.66E+00	6.68E+00	4.12E-05



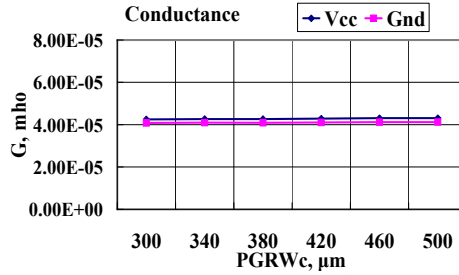
圖三十四：PGRW - R 值



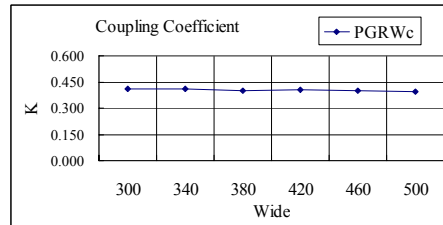
圖三十五：PGRW - L 值



圖三十六：PGRW - C 值



圖三十七：PGRW - G 值



圖三十八圖八：PGRW 電感耦合係數 (K)值

BGA Power 及 Ground 的佈局有一個大致上固定的規範可參考，但因佈局設計的自由度較大所以有很多可變化的細節會影響 RLCG 寄生效應的大小，然而我們並不很清楚這些細節對寄生效應的影響情形。

現經由各種不同佈局的研究分析。大致可以獲得如下的結果可以做為設計的參考：

- (1) Ring Gap 的大小對互感影響並不如預期的大，因為電流在 ring 上左右分流之故，所以利用縮小電源環的間隙，使得 Lp&Lg 電感藉由互感增加而互消的方法，來降低電源電感量並非很有效。
- (2) 改變 die flag spoke 的大小與改變 P/G Ring 寬度的大小，對有效雜散電感值的影響不大。
- (3) 若改變 P/G Ring 的寬度，雖然有影響，但不如預期影響的大。

(4) 增加 Vcc Traces 對有效雜散電感值則有很大的影響(會降低許多)。

(5) Ground area 增加, 由於面積增加會增加與 Vcc net 間的耦合電容值。

(6) 就電感效應來說, 主要影響來自 Bond wire。如何縮短其長度是一個可深入研究的問題。Flip Chip 是其中的一個很好的方法。

由這個研究, 可以發現在二層 BGA 基板佈局上有二個主要因素在影響電源電感值。(1) 晶片基板間之接線(Bonding wire), (2) 電源環與錫球間之佈線(P/G traces)。這二個因素牽涉到 IC 晶片 IO pad 數量及分佈, 以及 BGA 錫球數、P/G ball 數量及分佈的問題。最佳化必須由這二者下手, 這將是未來研究的主題之一。

## 五、結論

就以上的研究分析, 可知在很多的情形下, 同時切換雜訊主要決定於兩個因素:

- (1) 地線與電源線上的有效雜散電感。
- (2) 電路上電流變化率。

所以要減少雜訊必須朝這兩個方向來作改善[5]。若是要朝電流變化率的方向來改善切換雜訊, 由方程式得知則必須限制同時轉態的邏輯閘數以及降低驅動電路的速度(即增加上升時間  $t_r$ ), 但如此一來則會降低系統效能, 所以很少用此方法來控制切換雜訊。因此朝向減少有效雜散電感值, 用以降低雜訊的方式是較被常拿來使用的方法。

現在, 有許多特殊應用的積體電路的時脈速度, 已邁入數百 MHz 甚至達到 GHz 以上, 在如此高速的情形下, 不當的佈局設計, 會增加構裝體的寄生效應而影響數位系統的穩定性。未來朝超大型積體電路發展是必然趨勢的情況下, 由於耗電量大增, 因此針對 BGA 乃至於其他的構裝體的電源佈局設計對電源擾動的影響, 將是未來刻不容緩主要議題之一。

## 參考文獻

- [1] J. H. Lau, "Ball Grid Array Technology", McGraw-Hill, New York, 1995.
- [2] R. Senthinathan and J. L. Prince, "Simultaneous switching ground noise calculation for packaged CMOS devices," IEEE Trans. Solid-State Circuits, Vol.26, No.11, Nov.1991, pp.1724-28.
- [3] Arun Vaidyanath, Birgir Thoroddsen, and J.L. Prince, "Effect of CMOS Driver Loading Conditions on Simultaneous Switching Noise," IEEE Trans. On Components, Packaging, and Manufacturing Technology – Part B, Vol.17, No.4, Nov.1994, pp.480-485.
- [4] Kumares Bathey, Madhavan Swaminathan, L. D. Smith, T. J. Cockerill, "Noise Computation in Single Chip Packages," IEEE Trans. On Components, Packaging, and Manufacturing Technology, May 1996, pp.350-358.
- [5] Cadence APD V15.2 Training Manual.
- [6] Optimal PakSi-E User Guide, Ver 2004.12.
- [7] Luc Martens, "High-Frequency Characterization of Electronic Package," Kluwer Academic, 1998.
- [8] Stephen H. Hall, Garrett W. Hall and James A., "High-Speed Digital System Design A Handbook of Interconnect Theory and Design Practices", McCall, John Wiley & Sons Inc. 2000.
- [9] Mark I. Montrose, "EMC and the Printed Circuit Board." Piscataway, NJ: IEEE Press, 1998.
- [10] Mark I. Montrose, "Printed Circuit Board Design Techniques for EMC Compliance." Piscataway, NJ: IEEE Press, 1996.

## 從連續的數位影像中計算車輛的數量及速度的即時演算法 The Real-Time Algorithms For Vehicle Number and Speed Estimation From Sequential Digital Images

**李鈺華**

清雲科技大學 資訊工程系  
[yuhualee@cyu.edu.tw](mailto:yuhualee@cyu.edu.tw)

**高智原**

台灣科技大學 資訊工程研究所

[sky82@aptg.net](mailto:sky82@aptg.net)

**洪西進**

台灣科技大學 資訊工程研究所  
[horng@mouse.ee.ntust.edu.tw](mailto:horng@mouse.ee.ntust.edu.tw)

**李鈺泰**

華梵大學 機電工程研究所  
[M9142027@cat.hfu.edu.tw](mailto:M9142027@cat.hfu.edu.tw)

**莊臺寶**

清雲科技大學 資訊工程系  
[tpchuang@cyu.edu.tw](mailto:tpchuang@cyu.edu.tw)

### 摘要

本論文中提出一種可應用於智慧型運輸系統(Intelligent Transportation System; ITS)中的車輛交通監控之即時影像分析處理系統，提出能自動從連續的影像中即時擷取出交通資訊的技術。主要目的在於只使用一般普通的攝影裝置，配合本系統所發展的演算方法，可即時地獲得道路上車輛之數目、速度等資訊，提供用路人即時準確的道路交通狀況。在擷取交通資訊的過程中，我們從攝影機輸入的交通影像序列中，利用分析連續畫面之像素差異法得到影像中移動物體之特徵，計算車道上經過之車輛數目及瞬間速度，由車輛數及車行速度可再推算出許多交通資訊提供給用路人即時的交通資訊。我們利用在交通道路上拍攝之監視影像驗證所提出的方法，證明即時處理速度與正確率都能達到令人滿意的結果。

**關鍵字：**智慧型運輸系統、影像分析、交通資訊、ITS

## **Abstract**

In this paper, we developed a traffic monitoring system based on real-time image analyzing and processing. We propose a technique which can extract traffic information from the images automatically. The main purpose lies in utilizing existing traffic photography equipment, cooperating with this system to get vehicle numbers and vehicle speed information. To offer passerby and drivers the real-time traffic status information. During the process of extracting traffic information, we utilize the traffic image sequence input from camera. By analyzing the pixels' difference between consecutive image frames, we can get the moving object's characteristics and count the number of the passing vehicles. We can obtain the traffic information by counting the number and the velocity of the vehicles and provide them to the users. our developed system can run in real-time without using any special image processing hardware. In order to verify the proposed approach, we capture the traffic flow using the digital video (DV) camera, then analyze the image sequences. The experiment result shows the real-time processing speed and the correctness are very promising.

**Key words:** computer vision, machine vision, intelligent transportation system, ITS, real-time, traffic monitoring, traffic management, image processing, image analyzing

## 一、前言



目前全世界各地的大都市的交通系統因著人口的高度集中及現代化的發展，存在許多嚴重的問題。其中，快速增加的車輛數目是造成道路時常壅塞的原因，此外，由於原先的交通系統並未規劃道路嚴重壅塞與事故發生時處理因應的相關設備或機制，往往導致在交通事故發生時或交通流量大時需要冗長的處理時間而使交通大亂，智慧型交通系統(Intelligent transportation System, 簡稱ITS)就是為了因應上述的問題而提出的構想[1-6]。

ITS的幾個主要目標包括：加強新一代導航系統(navigation system)的發展、快速道路電子收費系統的建置、交通動線最佳化管理、以及透過資訊快速傳輸將駕駛人、道路及車輛三者間的緊密互動關係給連結起來等等[1]。美國交通部也曾做過一項調查，報告中說每年美國全國因交通壅塞造成20億小時的工時損失，另外該報告還預估西元兩千年後該數字會增至80億小時。另外德州交通研究所對美國39個大城市所做的研究報告亦指出，美國在90年代因交通壅塞所造成的生產力損失每年大約是400億美元 [3][4]。在日本方面，他們評估在一九九三年後因為交通高度發展使交通事故大增，造成超過一萬人因交通事故而喪生。另外，因交通壅塞所造成的經濟損失大約值12兆日元[3]。

為因應未來交通發展的需求，必須提昇交通的效率及安全才能解決上述的問題，而ITS將是達到該目標的關鍵。發展ITS的首要目標即是利用資訊及控制等科技，輔助駕駛人行車，以增進交通效率與安全，此外，藉由先進交通控制系統的佈設，可以有效減少延滯及旅行時間，提昇道路服務品質，對降低交通事故率及增進交通安全亦能有顯著的貢獻[1][4]。

台灣由於經濟的迅速發展，車輛數量持續的快速成長，交通的進步帶來了台灣的經濟繁榮，但是在交通工具數目大量成長的同時，交通擁擠問題也成了都市人最大的惡夢。近年來政府積極推廣智慧型運輸系統，企圖對都會運輸的交通尖峰獲得改善，但侷限交通建設發展的程度跟不上汽車持有率增加的速度，都市地區交通壅塞問題日益嚴重，因此如何解決都市交通問題之有效方法是大眾所關心重視的議題，也是研究人員應要努力研究的項目[1][2]。

智慧型交通建設的第一步就是要偵測及得到道路上車流之資訊，傳統交通監測系統多利用在地面埋設磁感應感測器的方式做為量測車輛數目及車輛平均速率的方式，此種感測方式使用壽命不長久，且其因埋設於路面下，在安裝及維修時易生阻礙具有維護上困難處。近年來，越來越多的系統是利用攝影機及影像處理系統做為交通資訊的量測，其與磁感應式感測器同為非接觸性感測系統，但其感測方式為由影像中解析出所需的資訊，進並可依需求改變其影像範圍內偵測區之大小、區位及形狀，在安裝及維修時不會阻礙交通，因此利用影像處理系統做為交通參數擷取之應用，可使系統較為彈性[7-11]。

本論文以即時影像追蹤系統應用於交通參數擷取，其主要方法是解析影像，了解影像偵測區中目前車輛的移動狀態，進而求得所需的交通參數。在解影像時所關注的是車輛移動速率及數目，由計算每一台車輛在偵測區域進入的時間、離開偵測區域的時間及其行走的距離，則可求出所需的交通資訊參數，因此此影像處理系統主要的功能為自動偵測並擷取出經過車輛之數目與行駛速度。相關的影像處理文獻及方法眾多，目前有許多方法我們可以應

用在車輛偵測、流量分析上，分別在下面說明之。

交通大學的 S. T. Tseng 等人在道路上架設攝影機，分析畫面上出現車輛之速度和數量 [7]，首先在路面車道上定義一區域對進入車輛作分析處理，此區域分成進入之偵測線，和中間之輪廓分析區及停止偵測線，利用輪廓學原理比對進入物體之外觀，在完整進入輪廓分析區內前持續分析物體外型，抓取物體之外型後依照此輪廓持續偵測，直到車輛離開偵測區域。本法可以得到車輛在畫面上之位置，車道上經過之車輛數目，且可藉由車輛在此區域之停留時間判定移動速度。此後隔年他們將此方法應用在多車道處理上 [18][19]，原本單車道偵測方法套用到多車道同時偵測，不過執行運算較複雜，在即時處理上可能還要多加考量，實驗數據也較不充足。

Collins 在卡內基美濃大學 (Carnegie Mellon University) 的研究團隊，提出一套完整的監視系統 (VSAM, Video Surveillance and Monitor) [8][9]，利用各種不同的攝影機，分別架飛機上和學校各處，透過網路及分散式系統連接，並能自動偵測、追蹤、辨識更大的範圍的多個人及車輛，攝影機之間也有交握 (Handoff) 的功能，搭配資料庫系統作紀錄，3D 動畫的顯示模擬實際場景 [8]。

D. W. Lim 等人 [10]，在十字路口旁架設兩隻攝影機在同一個柱子上，距離地面 12 公尺的類比式攝影機作監視路口車子的行徑方向，距離地面 5 公尺的數位式攝影機作汽車的車牌辨識，並對兩輛車子通過十字路口，分析汽車通過路口交錯分開後，兩輛汽車行徑之間的方向關係。

M. Greiffenhagen 等人 [11]，建立一套由兩攝影機所組成的系統，先把一台攝影機放在實驗室的中央，鏡頭對準天花板上的圓形凸面鏡，從天花板得到實驗室的場景影像，再用背景相減法偵測出移動的人，並算出移動目標物的座標位置，傳給另一台可動式攝影機，拍攝目標人臉做紀錄。S. Gupte 等人 [12]，利用三角函數，找出攝影機及馬路上的車子相對應的座標關係，並推導出車子的長寬，辨別車子是屬於卡車或轎車。以上兩種方法，都在找目標物的特徵及位置。

S. Goto [13]，在東京當地警察總部推行的交通計畫中，曾經利用在交通道路上方設置紅外線接收和放射系統，在每個車道上方利用發射出去之紅外線偵測進入之車輛，並利用發射出去之兩紅外線光束分析經過車輛之數量與速度，這是移動偵測方法應用一例。

M. Zanin 在交通堵車偵測處理方面也有不錯的表現 [14]，首先求出路面上車輛邊緣點數，利用比例的方法來分析判定堵車情況。M. Y. Siyal 在交通分析上算是相當有經驗的學家，提出使用一種基於視窗的 (Window based) 路口車輛偵測方法 [15]，偵測出經過預設的視窗內車輛之數量和速度，算是兼顧了執行速度和正確率的不錯方法。

F. Y. Wang 在 2005 年 IEEE 會報中提中有關這幾年有關智慧交通系統的成果報告 [20]，針對相關論文主要研究方向和趨勢作了概略的分析，也對最近幾年的新技術成長發展作了基本分析討論，說明出智慧型交通系統的研究正成爲大家關注的焦點之一。

另外國內學者王俊明發表的論文中 [30]，在監視系統的研究上，提出一種能快速偵測出

影像中前景和背景的方法，他主要利用背景相減的原理，來找出目前畫面上的前景，這也是許多研究者常常使用的方法之一。

另外 Van Leeuwen 也提出一種車輛偵測方法[25]，論文中使用的移動偵測法和本論文也有相關之處，皆有利用像素變化資訊來分析道路資訊，不過其方法是基於區塊偵測原理分析車輛，與本論文所提出的方法不同。

綜觀這些發表過的影像追蹤方法相關的論文所使用的方法可歸類成以下幾種：第一種是以 3D 模組為基礎(3D model based)的追蹤方法，它可以有較高的正確率在追蹤車輛，然而它的缺點為需要較詳盡的車輛幾何資訊，且較困難得到道路上所有車輛的狀態[8][9]；第二種是以物體結構為基礎之輪廓追蹤法(Contour Tracking)即著名之蛇行(Snake)法，它主要會利用到雲形曲線(B-spline curve)估計法，此法第一步會在物體邊緣的外側標示一圈控制點(Control Point)集，而這些控制點即可利用雲形曲線集予以串接成一個最原始的輪廓，此方法的缺點為當物體某部分被其他物體阻擋時，車輛之切割步驟就會出現問題[18]；第三種為特徵比對(Feature-Based)法，使用特徵點來表示追蹤的物體，然而特徵點的數目會對追蹤的效能有所影響，且此方法較為花費運算時間。另一種區塊分析(Region-Based)法在車流量較為緩和時執行上有不錯的表現，但當車輛較多時比較不能分辨個別車輛。另外還有很有名的就是背景差異法和時間差異法，本論文將使用時間差異法來偵測移動車輛，在第二節中將會對此方法作進一步詳細的說明。

本論文中提出一種新穎且快速準確的偵測方法，能夠準確地得到即時交

通資訊狀況，藉由分析輸入影像中車輛之像素變化，在取得畫面像素資料後，經過臨界值比對與考慮陰影光度影響等誤判情況後，結合漸進式像素變化分析之方法，正確辨別車輛之數量與速度，在第三節中對於所提出的系統及其處理方法有詳細描述。此外，在第四節中進行系統的分析與討論，使用實際的交通影像測試本系統，而演算法的設計的目標就是期望測試結果達到高偵測率與低誤報率，亦藉此可證明此系統之實用性，也期望本系統日後可為交通壅塞之抒解有所助益。最後，在第五節中將整理出一些結論及未來的展望。

## 二、移動偵測方法

在人的視覺上，我們能夠快速找出有興趣的目標區域，但在電腦視覺的處理上，需要透過攝影機連續擷取數位影像，找出連續影像間的差異或變化，逐一比對找出移動的目標物。目前處理方法主要是以減法為基礎，延伸出三種常用的移動偵測方法來找出移動目標物，分別為背景相減法(background subtraction)、光流偵測法(optical flow)及時間差異法(temporal differencing)。

背景相減法，事前把淨空的影像準備好，就是背景影像，而前景影像是由背景影像和移動目標物的組合，當前景影像和背景影像相減時，其差異就在於移動物體的地方，也就是要找尋的移動目標物。背景相減法最大的毛病在於一旦光源不穩定，極易造成誤判，此外因為其為處理範圍較大需要處理花費計算時間也較為久，在即時處理方面需要較多的考量及硬體。光流偵測法利用兩連續圖片找出光流的變

化，簡單的說，移動物影像是由許多點所組成，找出同一移動物上的點，在前後影像間的位移向量，此向量即稱為光流，也代表著移動的目標。

時間差異法是將連續的兩張影像做相減，以求出影像中移動物體的變化量，再累積相加連續影像微量的變化，經過分析後就可找出目標物的範圍。時間差異法為移動物分割的典型方法之一，本篇論文所提出的即時演算法是基於時間差異法的概念所發展出的演算法，以下詳述時間差異法的基本方法：

對某兩幅影像 $I_1(x,y)$  以及 $I_2(x,y)$ 間的差分影像 $I_3(x,y)$  定義為

$$I_3(x,y) = I_1(x,y) - I_2(x,y) \quad (2-1)$$

若 $I_1(x,y)$  以及 $I_2(x,y)$  的像素值為 0~255 之間時，則 $I_3(x,y)$  的像素值變化會在 -255~255 間，因此將式(2-1)做0~255 正規化的動作，如式(2-2)所示。

$$I_3(x,y) = |I_1(x,y) - I_2(x,y)| \quad (2-2)$$

時間差異法的實際使用，和取樣頻率 (sample rate) 有很大的關係，若取樣頻率太慢，移動物體的微量變化資訊得到的資料太少，所得的資訊可能會被誤判為雜訊，若取樣頻率太快，移動物體的微量變化資訊得到的資料太多，所得資訊可能會造成一個目標物變為兩個，此外，時間差異法在對多個不同移動速度物體偵測時需要做更多的考量，才可能避免判斷錯誤的狀況發生。

### 三、系統及處理方法說明

#### 3.1 車輛偵測演算法

為了考量系統處理的即時性，且不必使用特殊的影像硬體計算處理單元，本論文提出了

一個利用時間差異法去做移動物體偵測的方法，且此演算法只需要分析特定位置的像素 (pixel) 變化，不需要比對整張畫面，因此處理速度非常快速，計算量也很小。首先要設定一臨界值 $T$ ，當連續影像之像素變化超過臨界值時才將之認定為有物體進入之情況，其優點為處理速度快且可靠度高，對於光影變化之改變影響較小。

本方法不但能夠有效地避免雜訊干擾且能準確度地找出車道車輛速度與數量，同時能夠保有抗光源變化與避免誤判的特性，此方法能很有效地應用在監控系統，經由實驗的結果証明了此方法的處理速度快及實用性佳。

本系統主要設備有一影像輸入裝置，輸入格式為 640 \* 480 大小之彩色影像，我們應用程式將影像持續抓取，每秒抓 30 張畫面 (frame)，並對這些畫面作分析找出是否有移動物體之特徵。利用連續畫面間像素微小差異來得到移動資訊，演算法分成幾個主要步驟：

(1). 影像抓取；(2). 像素變化偵測；(3). 移動偵測判定；(4). 雜訊干擾判定及移除；(5). 計算車輛數量及速度。

要判定是否有車輛經過，首先要設定一些參數資訊(臨界值  $T$ 、測量距離、每秒畫面數、抓取位置...)，我們知道兩連續畫面相減可找出畫面中像素值有變化之處，也就是找出移動物體邊緣，當連續畫面之間像素變化累計值超過臨界值  $T$ ，此時可判定有物體經過，臨界值之設定可將許多雜訊移除以減少誤判的機率。事先在畫面上設定要分析的特定位置，接著檢查此位置是否有車輛經過的特徵(累計值超過臨界值  $T$ )。圖 1 中，兩紅線位置標示了我們所設定要分析之位置，第一分析線為車輛首

先經過的位置，第二分析線為車輛經過第一分析線後離開畫面的位置，在圖 1 中分別指定為距離畫面左端 600 及 100 像素距離的列像素，我們根據此兩位置之像素資料即可分析車輛通過之數量與速度。當然此分析線可依據實際量測時，車輛行進的方向及位置而做不同的設定。

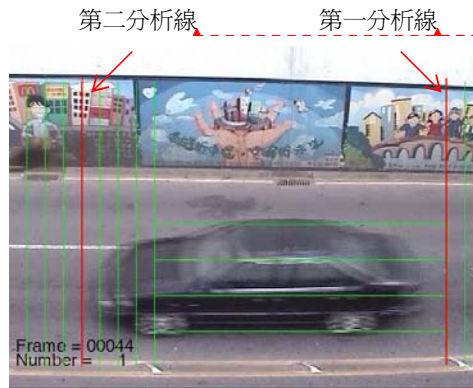


圖 1:分析線設定位置

### 3.2 像素資料分析處理

整個演算法的處理流程如圖2所示，系統持續抓取監視器畫面並計算此路段之車流量資訊，一張畫面影像實際上為一個二維的函數，因此可以用二維的函數陣列表示，我們在抓取每個畫面之後會將其轉換至二維陣列中。根據設定的分析線位置將相對應位置之陣列資料做處理，在車輛剛進入之位置之分析線我們稱之為第一分析線，此例中設定此線在距離畫面左端第600像素的位置；車輛離開畫面之位置我們稱之為第二分析線，設定在距離畫面左端第100像素的位置。接著，計算連續兩畫面分別在此兩處之像素變化值，判斷是否有超過臨界值T，若此變化值狀態不合理則判定為雜訊將重新讀取下一張輸入畫面資料，若變化值狀態皆在正常合理範圍之內則將車輛數累計並計算車輛速度。

圖3為依據本論文所提出的演算法所實作的車道偵測系統的畫面，圖左上角為偵測之道路畫面，右方為工具按鈕區，下方為所擷取之交通資訊，有經過車輛數目、車輛速率以及經過車輛平均速率等。圖4為本處理系統的詳細處理流程圖，此處理流程圖乃是基於圖2所描述的演算法的細部實作所獲得的。

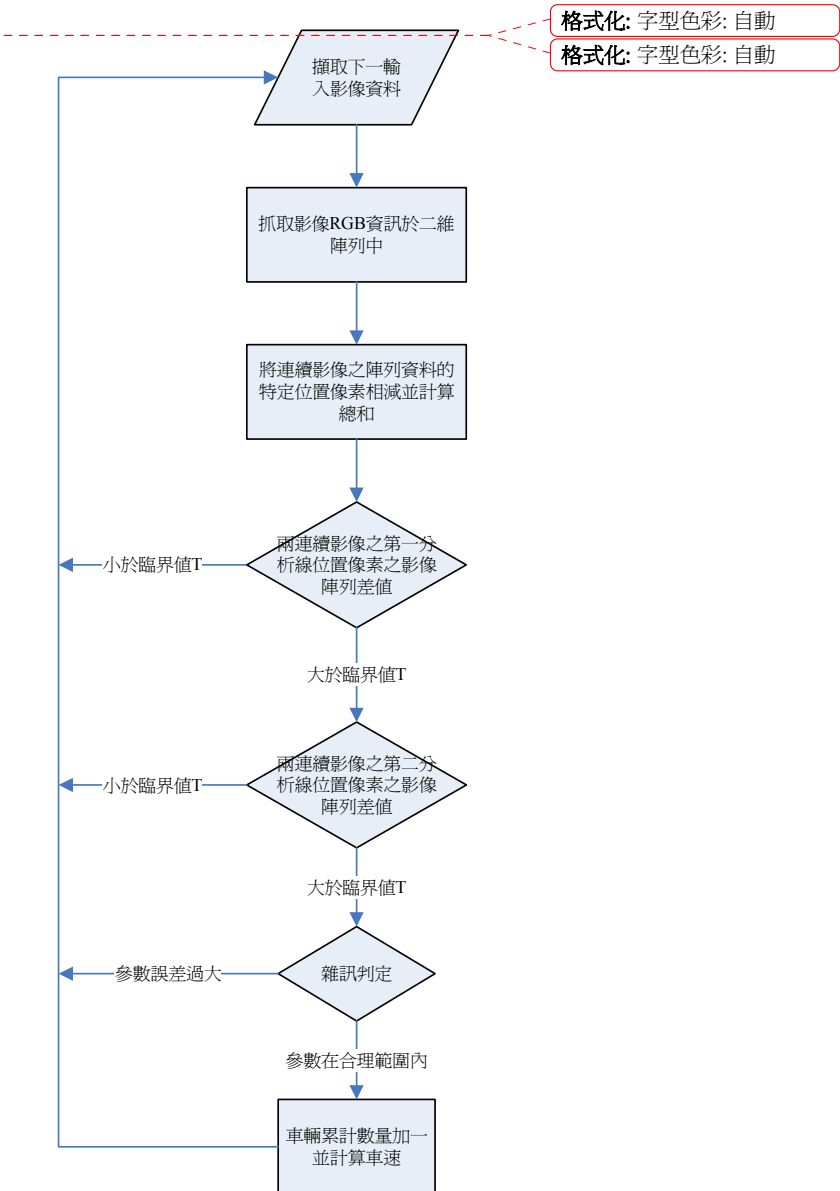


圖2: 車輛偵測演算法流程圖

格式化: 字型色彩: 自動  
格式化: 字型色彩: 自動



圖3: 車輛交通資訊處理系統

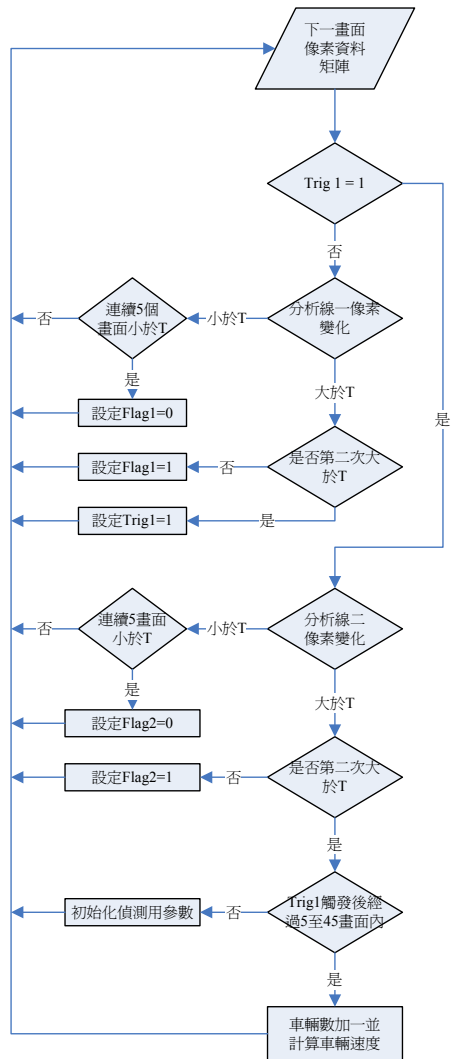


圖4: 車輛交通資訊處理系統處理流程圖

當無車輛進入時，系統會持續檢查第一分析線像素變化值是否大於臨界值，當發現第

一次大於臨界值時程式會觸發有車輛進入之程序，繼續等待下一畫面之資料檢查是否有第二次大於臨界值T的情況出現，若無則之前的觸發狀態視為雜訊，也就是說至少要有兩次大於T才判定為有車輛進入的狀態，此次數可視為系統參數，依實際狀況做調整，不必一定要設為兩次。接著，當判定為有車輛進入的狀態後，連續五個畫面內沒有大於臨界值情況出現時，可判定車輛已通過第一分析線，此次數可視為系統參數，依實際狀況做調整，不必一定要設為五次，至此系統就判定通過一輛車，將經過之車輛數目累加一。如果發現第一分析線位置有車輛經過時，就啟動第二分析線位置之像素處理機制，判定車輛是否通過第二分析線的計算方法與通過第一分析線的方法相同，並同時計算出車輛通過第一分析線與第二分析線的畫面數差，利用車輛經過此兩分析線所經過之畫面數差來推導出車速，至此完成一車輛的數量累計及其速度計算。接著再持續偵測等待下一車輛進入，系統會持續監控並可提供經過車輛之平均速率給使用者。

### 3.3 車輛數量及車輛速度的計算方法

車輛數量的判定是根據圖2及圖4中的演算法流程，並配合參數資訊(臨界值T、測量距離、每秒畫面數、抓取位置...)計算後可獲得，只要設定好適合的參數就可正確的判定出通過分析線的車輛數目，而合適的參數值與背景的光影變化及有很大的關係，主要的目的就是要濾除雜訊。雜訊的來源有畫面瞬間的光影變化、攝影機的靜態雜訊及小物體通過畫面等。而參數的設定只要在系統架設好後，進行量測前，抓取無車輛經過時的畫面的變化量即可輕易獲得，不需特別的儀器。

車輛速度(v)量測的方式,主要利用實際的車輛行走距離(S)除以行車時間(T),如式(3-1)所示:

$$v = S / T \quad (3-1)$$

式(3-1)中,S是實際量測現場第一分析線與第二分析線的實際距離;T是無法直接量測的,但可藉由參數資訊計算獲得,其計算方法如式(3-2)或式(3-3)所示:

$$T = \text{frame number} / \text{frame rate} \quad (3-2)$$

$$T = \text{frame number} * \text{frame period} \quad (3-3)$$

在式(3-2)中,frame number為車輛經過兩分析線所經過的畫面差,frame rate為每秒抓取的畫面(frame)數量,若每秒抓取30個畫面,則frame rate=30(frame/sec);而在式(3-3)中frame period為擷取一個畫面所需的時間,同樣的若每秒抓取30個畫面,則frame period=0.03333(sec)。

以圖5為例,若交通影像拍攝之速度為30 frames/sec(frame period = 0.033 sec),畫面為高度480 像素之畫面,第一分析線設定在距畫面上端450pixels位置,第二分析線在距離畫面上端50pixels位置,拍攝現場畫面中心垂直距離大約是7公尺,兩線距離為400 pixels,所以兩分析線之間距離為  $7 * 4/4.8 = 5.83$  公尺(S=5.83 m),再假設車輛經過兩分析線共相差10個畫面(frame number=10),其速度計算可使用式(3-3):

$$\begin{aligned} \text{車輛速度 } v &= S / (\text{frame number} * \text{frame period}) \\ &= 5.83 / (10 * 0.03333) = 17.66 \text{ (m/sec)} \\ &= 63 \text{ (km/hr)} \end{aligned}$$

在本論文中所做的測試,我們預先在系統中的參數設定,frame number必須 >5畫面

及 < 45畫面,所以此系統所量測出的速度範圍在時速15-130 km/hr,設定此範圍的目的為避免過慢或過快速的物體通過畫時影像系統處理的穩定,當然此參數是可根據現場架設的實際需求做設定的,本論文所提出的方法可量測的速度範圍是沒有限制,但若所使用的只是一般性能的攝影裝置,事先作好合理的速度範圍限定確實可增強系統運作的準確性及穩定性。且本系統可依據所量測到的車輛速度整理出平均車流速度,提供使用者得知此路段之車流資訊。

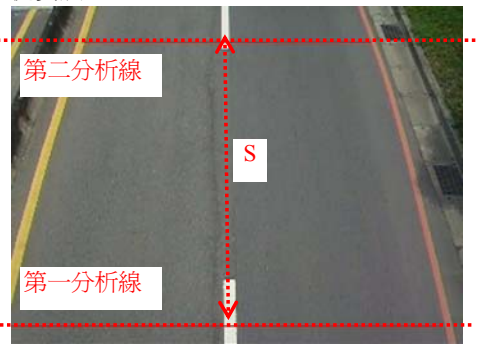


圖5: 車道分析線位置圖

### 3.4 漸進式偵測方法

為了更精確判定所經過之畫面數目,我們提出一種利用虛擬方式插入補點的方法,我們都是在分析線位置上作以下動作,其步驟如下:

- (1).首先前兩個畫面的像素變化值將之求出儲存(第一像素差值);
- (2).第三畫面進入後求出與第二畫面之像素變化值(第二像素差值);
- (3).此時我們在這兩值中間插入虛擬點,判斷插入點上之像素值的精確變化。

亦即本來我們只分析連續兩畫面之像素變化變成三個,來分析求畫面間更精確的變化過程,我們用個例子說明。

如圖6所示,假設補插點數目為4,邊界值

T是6000,第一像素差值為3000,第二像素差值為9000(超過臨界值),首先計算其差距再除以插入點數目: $(9000-3000)/4=1500$ ,此時新插入點之像素值可求出如下

第1補差點值: $3000+1500*1 = 4500$ ,

第2補差點值: $3000+1500*2 = 6000$ ,

第3補差點值: $3000+1500*3 = 7500$

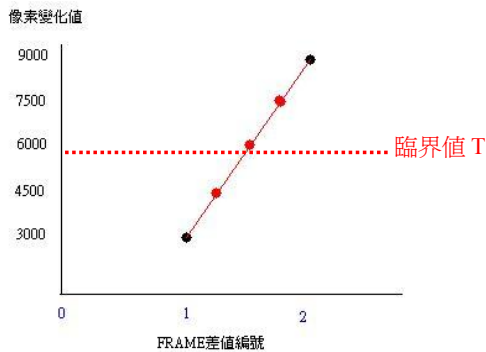


圖6: 補插點值

此時可發現原本是第二像素差值才超過臨界值之前況變成編號第1.5像素差值就超過,因此將1.5定為觸發開始之畫面編號。此漸近式偵測法可依據需求設定之插入點之數目,但插入點數目越大表示所需的計算量也大,可依據實際使用狀況設定合適的插入點數目以提昇精確度,利用此方法可將車輛速率精確度提昇最多一個畫面(沒有使用此方法時最多誤差也只有一个畫面)。

#### 四、系統分析與討論

如圖7為系統實驗所拍攝之道路初始畫面,一開始為無車輛經過之車道畫面。



圖7: 初始影像畫面

圖8為車道分析線位置圖,系統會在畫面'1':做出兩條虛擬分析線,偵測到車輛從畫面下方進入分析線後即開始分析畫面資訊。



圖8: 車道分析線位置圖

圖9(a)至(c)為車輛進入畫面之移動偵測情況,(a)及(b)為連續之兩張交通畫面,(c)為兩張連續畫面作相減動作之結果,可以清楚發現物體移動的改變特徵,進而找出移動物體的位置。

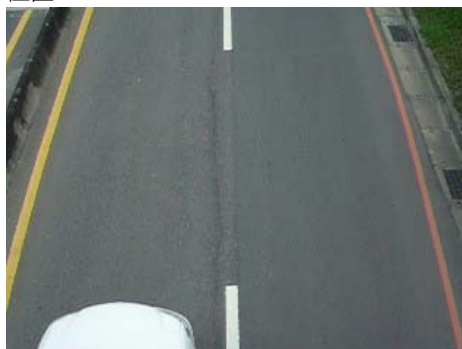


圖9(a) 車輛移動偵測



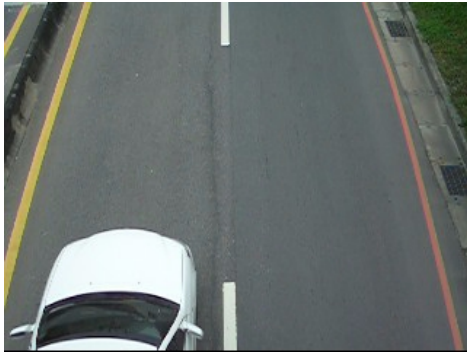


圖9(b) 車輛移動偵測



圖9(c) 車輛移動偵測

以下將利用一個網路攝影機(web camera)由台北市堤頂大道與敬業一路正上方所拍攝回的影像，長度為 58 分鐘的交通影像，每秒擷取30張畫面總共擷取了104625張畫面，每張畫面解析度為640x480，所使用之網路攝影機本身無光學光圈可供調整，所以僅利用網路攝影機的驅動程式的內建畫面自動調整功能進行調整，在一般的日間光線皆能攝得可用之畫面，若是攝得之畫面品質太差會使得的正確率降低，整個實驗結果說明如下：

#### 1. 車輛數

- 以人工計算總共經過的車輛數目：1138 輛
- 以本系統計算車輛數目：1138 輛

- 總共誤差數：0 輛
- 正確率：100 %

#### 2. 車速

車速的判定較為煩瑣，圖10 為車輛速度結果比較圖，在此圖中總共分析了134輛車的速度，利用所拍攝回影像，經由人工計算(manual count)每輛車經過第一分析線及第二分析線所耗費的畫面數，再帶入公式計算出，在圖中為manual count speed曲線，此曲線視為精準車速，另外program count speed曲線為利用本系統所計算出的車速曲線，與manual count speed曲線比較。

圖11為車輛速度結果誤差百分比圖，由此圖較易了解所量測出的車速與精準車速的差異。此圖示利用圖10中的以 manual count speed 曲線及 program count speed 曲線計算而獲得，以 manual count speed 精準車速，計算 program count speed 與其差值的百分比，藉此表示出本系統車速量測的誤差率，兩者量測誤差大多在8.0%以內，其計算方式如下式(4-1)：

$$(PCS - MCS) / MCS * 100\% \quad (4-1)$$

其中 PCS = program count speed,

MCS = manual count speed

進一步的分析這些樣本結果，因為只要計算出測量值與精準值間的差異量，故先求出誤差的量(取其絕對值)，否則其中的負值會影響分析結果，接著再分別求得其取絕對值後的平均誤差值為4.66% (2.7km/hr)、最大誤差為 12.6% (8.5km/hr)、誤差標準變異數(Standard Deviation) 為2.30% (1.58km/hr)。

## 五、結論與未來展望

本論文中提出一種新穎且快速準確的偵測方法，能夠準確地得到即時交通資訊狀況。藉由分析輸入影像中車輛之像素變化，結合漸進式像素變化分析之方法，正確辨別車輛之數量與速度。

為了考量系統處理的即時性，且不必使用特殊的影像硬體計算處理單元，本論所提出的移動物體偵測的演算法只需要分析特定位置的像素變化，不需要比對整張畫面，因此處理速度非常快速，計算量也很小。

再者，為了更精確判定所經過兩分析線之畫面(frame)數目，在論文中也提出一種利用虛擬插入補點的方法提高車輛速度量測的精確度，再本論文中對於車輛數目的計算正確率為 100%。對於車速的正確率也作了詳盡的分析。

此外，本論文也完成了一個即時車流分析的系統，並完成線上測試，可線上即時處理交通影像資訊，並即時的提供所設定之交通資訊，如車速、車流量、平均速度等，本系統可即時的將路況資訊提供用路人參考，在出門或行車途中得到道路資訊進而選擇最佳路徑。在本論文中所完成之自動交通資訊整合系統，其主要特性如下所示：

- 功能數據完整之道路交通資訊統計，可即時由影像分析結果，取得設定之交通參數(車輛數、車速、平均速度)。
- 利用移動偵測方法多車道效率高節省計算時間。
- 不需要額外硬體支援，每秒可處理30張640\*480大小畫面。
- 對於光影雜訊的變化有濾除的功能，

系統穩定性高。

- 系統操作簡單，並有誤判排除，實用性及穩定性高。
- 可作為統計分析用，對交通相關研究大有助益。

本系統對於車輛偵測已經有了不錯之成果，未來希望可以使用速度更高之攝影設備來提升速度正確率，或者使用紅外線攝影機，相信都能會讓效能更為提昇。此外對於每輛車的瞬間速度希望可藉由高精度儀器做精準的量測，以便進行長時間大量資料的分析比對。

## 參考文獻

- [1] 交通部運輸研究所智慧型運輸系統網站 <http://www.iot.gov.tw/mp.asp>
- [2] 社團法人中華智慧型運輸系統協會 <http://www.its-taiwan.org.tw/>
- [3] 中研院資工所智慧型運輸系統之尖端資訊科技研究 <http://its.iis.sinica.edu.tw/>
- [4] ITS Cooperative Deployment Network (ICDN) <http://www.ntoctalks.com/icdn>
- [5] Virginia Tech Center for Transportation Research <http://www.ctr.vt.edu/>
- [6] University of Minnesota's ITS Institute <http://www.its.umn.edu/>
- [7] S. T. Tseng and K. T. Song, "Real-time Image Tracking for Traffic Monitoring," Proceeding of the IEEE 5<sup>TH</sup> International Conference on Intelligent Transportation System, 2002, pp. 1-6.
- [8] R. T. Collins, A. J. Lipton, H. Fujiyoshi, and T. Kanade, "Algorithms for Cooperative Multisensor Surveillance," Proceeding of the IEEE, vol. 89, Issue 10, Oct. 2001, pp. 1456 – 1477.
- [9] R. T. Collins, A. J. Lipton, T. Kanade, H. Fujiyoshi, D. Duggins, Y. Tsin, D. Tolliver, N. Enomoto, O. Hasegawa, P. Burt, and L. Wixson, "A System for Video Surveillance and Monitoring," The Robotics Institute,

- Carnegie Mellon University,  
CMU-RI-TR-00-12, 2000.
- [10] D. W. Lim, S. H. Choi, and J. S. Jun,  
“Automated Detection of all Kinds of  
Violations at a Street Intersection Using  
Real Time Individual Vehicle tracking,”  
Proceeding of the Fifth IEEE Southwest  
Symposium on Image Analysis and  
Interpretation, 7-9 April 2002, pp. 126-129.
- [11] M. Greiffenhagen, D. Comaniciu, H.  
Niemann and V. Ramesh, “Design, Analysis,  
and Engineering of Video Monitoring  
System : An Approach and a Case Study,”  
Proceeding of the IEEE, vol. 89, Issue 10,  
Oct. 2001, pp. 1498-1517.
- [12] S. Gupte, O. Masoud, and N. P.  
Papanikolopoulos, “Vision-Based Vehicle  
Classification,” Proceedings of the IEEE  
Intelligent Transportation Systems, 1-3 Oct.  
2000, pp. 46-51.
- [13] S. Goto, “Witnessing the Field Testing of  
the Optical Vehicle-Velocity Sensor,”  
Proceeding of the 1999 IEEE/IEEE/JSAI  
International Conference on Intelligent  
Transportation Systems, 5-8 Oct. 1999, pp.  
176-180.
- [14] M. Zanin, “An Efficient Queue Detection  
System Based on Image Processing,”  
Proceedings of ICIAP'03, 12th International  
Conference on Image Analysis and  
Processing, 17-19 September 2003, pp.  
232-237.
- [15] M. Y. Siyal and M. Fathy, “A  
Window-Based Image Processing Approach  
for Real-Time Road Traffic Analysis,” 7th  
International Conference on Image  
Processing and Its Applications, 13-15 July  
1999, pp. 681- 685.
- [16] M. Perera, “An Automatic System for  
Counting and Capturing the Pictures of  
Moving Vehicles in Real-Time,” Proceeding  
of the IEEE on Intelligent Vehicles  
Symposium, 9-11 June 2003, pp. 85-89.
- [17] Q. Z. Wu, H. Y. Cheng, “Motion Detection  
Based on Two-Piece Linear Approximation  
for Cumulative Histograms of Ratio Images  
in Intelligent Transportation System,”  
Proceeding of the IEEE 2004, International  
Conference on Network, Sensing & Control,  
21-23 March 2004, pp. 309-314.
- [18] J. C. Tai and K. T. Song, “Automatic  
Contour Initialization for Image Tracking of  
Multi-Lane Vehicles and Motorcycles,”  
Proceeding of the 2003 IEEE on Intelligent  
Transportation Systems, 2003, vol.1, pp.  
808-813.
- [19] C. P. Lin, J. C. Tai and K. T. Song, “Traffic  
Monitoring Based on Real-Time Image  
Tracking,” Proceedings of the 2003 IEEE  
International Conference on Robotic &  
Automation, 14-19 September 2003, pp.  
2091-2096.
- [20] F. Y. Wang and P. B. Mirchandani, “Guest  
Editorial Advanced Traveler Information  
Systems and Vision-Based Techniques for  
ITS,” IEEE Transactions on Intelligent  
Transportation System, March 2005,  
Volume 6, pp. 1-4.
- [21] R. Stephens, “Visual Basic Graphics  
Programming SE” Published by John  
Wiley & Sons, Inc, 2000
- [22] Y. M. Wu, X. Q. Ye and W. K. Gu, “A  
Shadow Handler in Traffic Monitoring  
System,” Vehicular Technology Conference,  
VTC Spring 2002, IEEE 55<sup>th</sup>, 6-9 May 2002,  
vol. 1, pp.303-307.
- [23] X. Clady, F. Collange, F. Jurie and  
Martinet, “Cars Detection and Tracking  
with a Vision Sensor,” Proceeding of the  
IEEE on Intelligent Vehicles Symposium ,  
9-11 June 2003, pp. 593-598.
- [24] A. J. Lipton, H. Fujiyoshi and R. S.  
Patil, “Moving Target Classification and  
Tracking from Real-Time Video,”  
Proceeding of the 4th IEEE Workshop on  
Applications of Computer Vision, 19-21 Oct.

1998, pp. 8-14.

[25] M. Y. Siyal, "A Novel Image Processing Based Approach for Real-Time Road Traffic Applications," TENCON 2004. 2004 IEEE Region 10 Conference, Volume A, Nov. 21-24, 2004, pp. 447-450.

[26] M. B. Van Leeuwen and F. C. A. Groen, "Vehicle Detection with a Mobile Camera: Spotting Midrange, Distant, and Passing Cars," Robotics & Automation Magazine, IEEE Volume 12, Issue 1, March 2005, pp. 37 - 43

[27] R. P. Avery, Y. Wang, Scott Rutherford, "Length-based Vehicle Classification Using Images from Uncalibrated Video Cameras,"

Proceeding of the 7th International IEEE Conference on Intelligent Transportation Systems, 3-6 Oct. 2004 , pp. 737-742.

[28] J. Kato, T. Watanabe, S. Joga, Y. Liu and H. Hase, "An HMM/MRF-Based Stochastic Framework for Robust Vehicle Tracking," IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems, Volume 5, Issue 3, Sept. 2004, pp.142-154.

[29] 林清波, "基於即時影像追蹤之交通監測系統,"國立交通大學電機與控制工程系碩士論文 2002.

[30] 王俊明,陳世旺"漸進式背景影像的建構,"師大學報：數理與科技類 2002.

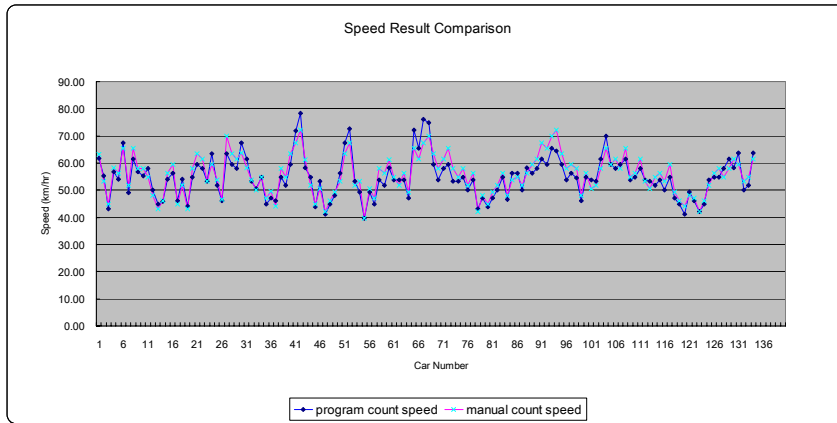


圖10: 車輛速度結果比較圖

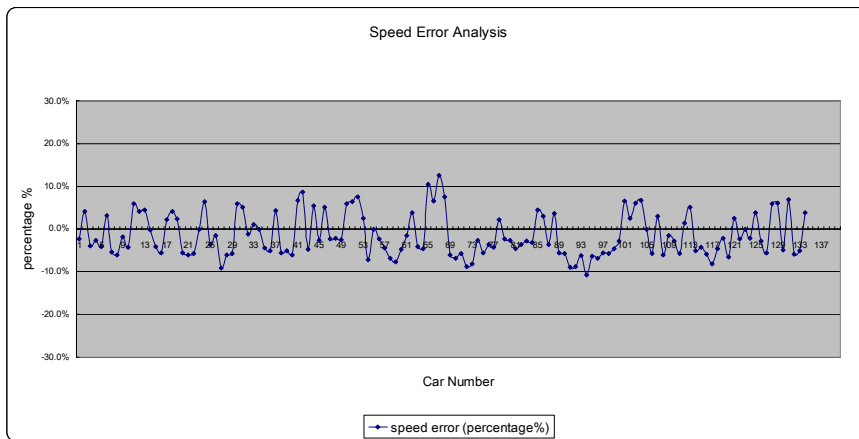


圖11: 車輛速度結果誤差百分比圖

**燒燙傷疤痕分級與評估系統之研究**  
**A STUDY ON BURN SCAR RATING AND EVALUATION SYSTEM**

**周昌民**

清雲科技大學 電子工程系

[changmin@cyu.edu.tw](mailto:changmin@cyu.edu.tw)

**鍾宜玲**

清雲科技大學 電子工程系

[ling@cyu.edu.tw](mailto:ling@cyu.edu.tw)

**摘要**

燒燙傷的意外事件，會對皮膚造成程度不一的損傷，輕者可在短期內痊癒，且不會留下疤痕，重者則需要長期的追蹤治療，並實施植皮等手術，最後仍難免留下明顯的疤痕外觀。如何在燒燙傷意外發生後，於治療前對燒燙傷做分級，評估相對應的治療方式，或進一步的對復原情形做預測，一直以來多是由醫護人員用人工的方式來做推測，而缺乏一個統一的標準。在本篇論文當中，我們建立一個以電腦影像為基礎的燒燙傷疤痕評估系統，以客觀的方式對患者受傷情形做燒燙傷分級，並建立資料庫來做電腦模擬訓練，建立疤痕顏色與時間關係的變化表，作為日後在類似疤痕醫療上之參考依據。

**關鍵字：**疤痕醫療、燒燙傷分級、疤痕評估

## **Abstract**

Burn accidents usually cause various levels of injury to human skin. A long-term healing of grafts is often necessary for severe burn scar treatment. The burn scar is an important index for indicating the condition of recovery and for introducing a proper wound healing technique. However, the clinical assessment of burn scars is limited due to the lack of an accurate technique for measuring tissue stiffness and function. In this paper, we build an automatic burn scar evaluation system based on the knowledge of a number of scar images. We objectively rated the burn scars into different levels and build a look-up table for predicting the scar recovery process.

**Key words** : scar assessment, burn scar rating, scar evaluation

## 一、緣由與目的

### 1.1 燒燙傷的分級：

一般在燒燙傷醫療在患者在受傷之後，接受治療時必須先對其受傷程度做分級，以對該患者做出相對應的治療與後續復建等工作，分級的方式是由醫師或患者對受傷部位的外觀、分佈和反應做出主觀的判斷。受傷部位的復原情形也是由醫療人員依經驗及治療方式來預測。我們提出的做法是希望藉由電腦圖學的方式做出自動化的分級和預測。

燒燙傷依照受傷部位的深淺，可分為三級 [1][2]。一級燒燙傷只傷害到皮膚的最表淺層，受傷皮膚發紅、疼痛，可能有一些小水泡，通常三、四天內癒合。二級燒燙傷侵犯到部份的真皮層，會疼痛、起水泡，需要 10 至 21 天才會癒合，有可能產生疤痕。三級燒燙傷破壞整層皮膚，甚至侵犯皮下組織，受傷部位麻木無感覺，呈現珍珠白、透明或焦黑，需要植皮。詳細的分級資料如表一所示。燒燙傷破壞皮膚的完整性，容易造成細菌感染與體液流失，導致致命的敗血症與休克。通常二級燒燙傷面積超過 10-15%，三級燒燙傷面積超過 20%。

燒傷面積的大小是以燒傷面積所佔身體表面積的百分比來表示，通常採用九則計算法 (rule of nines) 來估算。九則計算法之計算方式，即是將身體表面積估為一百等分，再劃分身體各部份所佔相對面積為數個 9%。依此估量，便可計算出燒傷的面積。但嬰兒與孩童因頭部所佔面積為少，故應用九則計算法時亦須稍加修正，取其近似值，如圖 1[3]所示。

### 1.2 疤痕的治療：

燒傷的皮膚在表皮傷口癒合後，疤痕組織開始增生。疤痕的特性是增厚、變硬，而且

會有向心攣縮的拉力，所以患者會有緊繃感，在關節處甚至會影響肢體活動。疤痕攣縮的力量會大到可以把肢體拉成各種奇怪的樣子：手指關節容易變形、腋下長出一整片疤痕、臉頸部疤痕攣縮、五官拉變形、下巴失去形狀、限制頸部活動，甚至影響咬合吃東西、嘴巴閉不緊、流口水等等！

預防疤痕成熟前的過度增生、肥厚，必須每天穿著壓力衣，避免疤痕增生。現在醫學研究已經證實，早期經由外在長久均勻施壓於未成熟的疤痕上，可以減輕組織腫脹，膠原纖維的生長及排列會比較正常整齊，疤痕亦會變得比較平薄及柔軟，顏色變淺，疤痕的痛楚及搔癢感也會減輕，關節活動能力也會增加。所以正確使用彈性衣於燒燙傷後的新生皮膚上，有預防及降低增生性疤痕出現的機會。

一般燒傷患者出院後，癒合的傷口需要細心照顧。傷口照顧不周常易引起諸多後遺症和生活上的困擾。從傷口癒合一直到完全穩定，平均需要一年到二年左右的時間。在這段時間內，除了必須耐心、細心及恆心的照顧，另外還要各方面的配合，才能避免各種後遺症的發生，並使後遺症減到最低程度。

### 1.3 疤痕評估系統：

疤痕常為燒燙傷治療過程中一個重要的參考依據，它的外觀與正常皮膚的不同點包括：顏色、紋理、高度、以及形狀等各方面。疤痕的外觀常隨著時間而變化，尤其是在初受到傷害的十八個月裡面，疤痕外觀上的變化也就代表著其復原的狀態。近年來，隨著醫護人員對於疤痕復原期間的外觀形狀愈來愈了解，也就更能精確地對疤痕施以適切的治療。

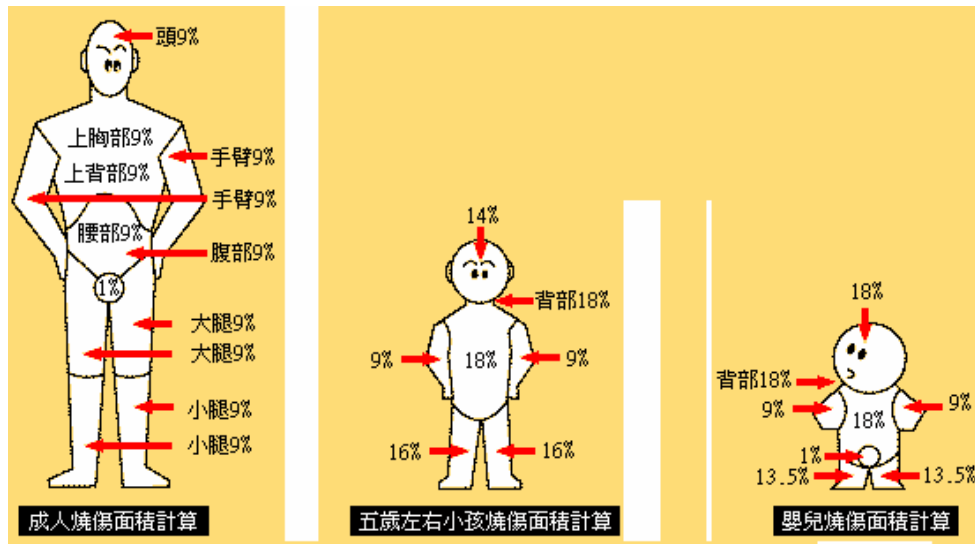


圖 1 九則計算法 (rule of nines) 示意圖

治療的程序與方法包含使用各種不同形式的壓力衣、藥物治療、甚至是手術治療等等。雖然有許多新的研究發展致力於加速復原進度、減小疤痕面積以及疤痕所造成的影響，卻只有極少數的研究致力於發展客觀性的疤痕評估系統[4]。

大部分的疤痕評估取決於來自於醫護人員或是病患本身主觀性的判斷。Sullivan 等人 [5] 於 1990 年提出建立一個可信度高、標準一致的客觀性疤痕分級的構想，主要是希望用疤痕表面的色素、血管分布狀態、以及疤痕高度作為評估準則。而此一標準也就是後來所謂的 Vancouver 疤痕評估準則，被普遍地應用於整形外科之上。無論如何，使用此一準則在皮膚顏色的評估以及比較上仍然需要主觀的判斷。McHugh 等人 [6] 致力於研究燒燙傷皮膚在復健時，正常皮膚企圖協助疤痕收斂的種種變化，特別強調需要更精確的疤痕評估標準，才能將疤痕收斂的各種變化情形更精密地加以量化，以助於在疤痕的治療上有所貢獻。Tsap 等人 [7] 提出一個使用動態輪廓 (active

contours) 搜尋法增進較複雜的燒燙傷疤痕痕理性分析的精確度，此一法則可以成功地將疤痕區分為數個區塊，再依其疤痕特性，各別地加以分析。

疤痕評估與預測系統在國內屬於剛起步的階段，內政部於民國 90 年 11 月起委託財團法人陽光社會福利基金會 (簡稱陽光基金會) 設置「顏面損傷輔具資源推廣中心」[8]，其研究項目之一即為疤痕評估軟體，此一評估軟體在疤痕色澤評估的程式開發上，主要係藉由疤痕治療前與治療後的顏色 (灰階) 深淺分佈情形來評估疤痕的恢復程度，並以灰階直方圖 (histogram) 表示之。在疤痕柔軟度評估的程式開發，則以應變分析方式評估疤痕恢復情況，並以灰階圖示呈現正常皮膚與疤痕表面的軟硬分佈狀況。因為此一研究計畫的主要目標為顏面損傷輔具的製作與開發，目前其疤痕色澤與柔軟度評估指標之程式尚處初步開發階段。

## 二、建立疤痕評估系統

### 2.1 建立圖形識別/紋理辨識模組：



我們建立的系統主要目的即是為了讓燒燙傷患者或是醫療人員能夠有效且客觀的對受傷部位做出評估，並進一步對復原情形做預測，所以我們的系統主要提供兩大功能：1. 燒燙傷分級，以患者受傷部位的影像做為輸入數據，做出燒燙傷分級；2. 復原情形預測，由輸入影像為依據，預測在接受治療後 180 天內的受傷部位顏色變化情形。

整個系統建立的數據來源，主要都是由陽光社會福利基金會提供的大量影像資料基礎，而這些影像都是用數位相機拍攝而來的數位影像，如此一來我們可以十分便利的對這些影像做處理和分析，但為了做到復原情形的預測，我們必須先將輸入的影像做分析，找出影像中真正屬於患者受傷部位的區域，再對這些區域做顏色變化預測。

因為輸入的影像通常除了患者受傷部位外還包含拍攝時的背景，所以在做預測處理的第一步要先將我們有興趣的區域(前景)和背景分離，前景背景的分離有一些不同的做法，例如先利用 Canny[9]提出的的邊緣偵測找出前景的邊，再判斷每個像素該屬前景還是背景，但若要做到精確則過程十分複雜且運算量大。我們實驗發現了一個簡單又有效的方法，我們的做法是把輸入的 RGB 彩色影像轉換成黑白影像，藉由不同門檻值的調整，就可以把背景變成黑色，而我們有興趣的前景則變成白色。能用這種做法的前提是影像中的物體和背景的颜色差異要大，在我們得到的影像資料中背景多是白色，所以可得到令人滿意的結果，若影像中有其它不必要的背景可先用影像編輯軟體將它去除。

轉換的方式是先把彩色影像先轉換成灰階影像，再由灰階轉換成黑白影像。彩色影像轉換成灰階影像的方法是把 RGB 影像轉換到

NTSC 座標空間於是每個像素變成由色調(hue)、飽和度(saturation)和亮度(luminance)來表示，再來便把色調和飽和度設成 0 之後再轉換回原來的空間，於是原本若由 24-bit 表示的 RGB 像素，R、G、B 個佔 8 個 bits，轉換成灰階後就成為 8-bit，0-255 兩百五十六種灰階變化的像素，再由使用者依需要調整給定一個門檻值，灰階影像中亮度低於門檻值的像素就轉換成黑色，反之成為白色。

如圖 2 所示，轉換後的影像白色的區域就是我們要處理的前景。以上的轉換可以讓使用者一邊控制門檻值，一邊觀查所得到的結果再即時做調整來得到最好的效果，如圖 3。



圖 2 左為輸入影像，右為轉換後的黑白影像

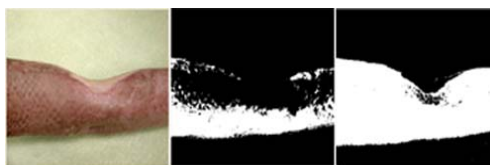


圖 3 不同門檻值所取得的前景，左圖為原始影像，中間門檻值為 0.38，右圖門檻值為 0.59

## 2.2 建立疤痕紋理影像資料庫：

整個系統資料庫建立的數據來源，主要是以陽光社會福利基金會提供的大量影像資料為基礎。目前陽光社會福利基金會所提供的影像資料約有 300 人次，不同時間、不同部位、以及不同燒燙傷程度的各種醫療紀錄影像，資料量約達 1.5G Bytes。然而其所提供的影像資料並非全部符合我們研究之需求。例如，同一人次不同燒燙傷部位而無時間關係的影像資料，即無法滿足我們研究之所需。經過篩選之

後，符合我們研究所需，亦即對於同一人次相同燒燙傷部位且紀錄一定時間關係的醫學影像，約有五十人次，紀錄時間為半年至一年，每人約有 4~5 張影像紀錄。例如圖四、圖五即為具有時間關係的影像紀錄。

### 2.3 建立疤痕紋理/復原時間關係對照表：

在針對前景處理之前，我們要先建立一個做為顏色變化基準的疤痕紋理/復原時間關係對照表 (Lookup Table)，這個對照表可讓我們的程式直接對每個像素查詢出在不同時間點的顏色變化，所以對照表建立的好壞直接會影響到預測的結果。我們建立對照表的方法是利用由陽光福利基金會所提供的影像資料庫做為建立的依據，對同一受傷部位不同時間的影像，由人工的方式找出同一點在不同時間的 RGB 顏色變化記錄在對照表上。

因為我們取得的影像資料為沒有每天的記錄，所以在對照表上我們將真實數據儘可能填上，未填上的天數和顏色再利用內插法填滿，於是就得到了一張縱軸為 0-255 種灰階值，橫軸為第一天到第一百八十天變化的表格，如表二所示。

在實驗中，我們試著用兩種的記錄方式來得到對照表，第一種是把 R、G、B 三種顏色分開來記錄，然後在做顏色變化時，就把前景裡的每個像素 R、G、B 分別取出對映到對照表中的各個顏色不同時間點相對的強度，接著把三個色彩的顏色再組合出該像素模擬出來的顏色，以此類推便可模擬出前景在不同時間點的顏色。例如：取得像素的 R channel 強度是 143，對映到對照表的橫軸 143，欲模擬 40 天後 R channel 的強度，縱軸便對映到 40，相當於對照表(143,40,R)得到 155，另外查出 G、

B 的強度即可模擬出該像素在 40 天後的顏色。第二種方式則是把 R、G、B 三個 channel 轉成一個灰階的色調再記錄到表格中，而在產生模擬結果時也是先把前景裡的每個像素轉換成單一 channel 再對映到對照表，最後利用公式 1 來得到欲模擬的顏色。

$$\begin{aligned} simR_{dayK} &= R * Gray_{dayK} / Gray_{day1} \\ simG_{dayK} &= G * Gray_{dayK} / Gray_{day1} \\ simB_{dayK} &= B * Gray_{dayK} / Gray_{day1} \end{aligned} \quad (1)$$

例如：取得像素的 R、G、B 是(143,90,87)轉換成灰階後的值是 100，查對照表(100,40)的結果是 120，於是可模擬出該像素 40 天後的顏色是(172,108,104)。我們發現第二種記錄方式模擬出來的結果較為逼真，可能是因為第一種記錄方式會造成模擬時因三個 channel 沒有關聯性而使得結果失真。

### 三、結果與討論

此系統的操作步驟敘述如下：

1. 讀入任意的傷患資料影像。此時系統會顯示出該影像的灰階分佈圖及傷患的燒燙傷分級資料，如圖六左方圖形所示。
2. 選取受傷部位。圖七顯示出選取燒燙傷部位的情形，藉由圖形下方可拉式橫桿調整門檻值找出我們所要處理的燒燙傷疤痕區域。
3. 顯示預測結果。此一步驟可以由使用者選擇欲模擬的天數，即時的顯示出模擬結果和灰階分佈圖。圖八為一燒燙傷疤痕之預測模擬結果，在圖八中，左上方為讀入之原始燒燙傷影像資料，右上方則為預測模擬所得之結果，用以預測該燒燙傷疤痕在一定天數之後的療癒情形，圖形下方有一可

拉動式的橫桿，預設天數為 1 至 180 天，上方的預測圖形則隨著橫桿所拉動的天數不同而變化。中間部分為其所對應上方影像之灰階分佈圖，下方的文字敘述則是針對該影像所做的電腦自動分級以及對該影像燒燙傷情形的相關敘述。

我們的模擬結果是根據疤痕紋理/復原時間關係對照表來做預測，但預測的結果和實際傷患的疤痕仍有部份不同，圖九顯示出預測結果與實際療癒情形之間的差異性。例如，在圖九中，(b)、(c)、(d)三張為復原預測影像，預測手腕部分皮膚的顏色應會隨著療程而逐漸淡化，而由(e)、(f)、(g)三張實際復原影像可看出手腕部分皮膚的黑色色素並沒有如預期一般轉淡。將這個預測結果與醫護人員討論，可以得知有兩個因素造成此差異：其一為此案例的復原狀況並不理想，醫護人員可藉由預測影像與實際疤痕復原狀況的不同而調整醫護方式，或是要求病患做好配合療癒的工作；另一可能是因為在不同的區域會有不同程度的疤痕顏色變化，同樣顏色的像素在手背和手指的變化情形可能就有所不同，使用相同的預測模組會造成實際變化情形與預期結果之間的差異。改善的方法是將來可以再對我們的前景做分區，不同區域對照到不同的關係對照表，以提高預測模組的精確度。期望能透過我們建立的系統，提供醫護人員對於傷患的受傷程度和復原情況較為便利的評估模式。

不同的患者之間存在有個別差異，不同的年齡層也會在疤痕的復健過程中呈現不同的問題。例如，小孩子由於骨骼還在成長階段，燒燙傷的疤痕往往會抑制手腳、甚或頭骨的成長發育，而老年人的疤痕癒合較慢，耗時較久，相對的疤痕增生的情形也就往往較不嚴

重。所以下一步的目標是建立年齡分級疤痕復原資料庫，藉由此疤痕紋理資料庫的建立，進一步建立分齡疤痕紋理復原預測模組，針對各種不同背景（不同性別、不同年齡...）的傷友做復健情形的預測。另外，目前本系統對於燒燙傷的分級仍採用人工目測方式完成，未來可導入圖形識別的技術，用更客觀的角度來對病患及醫師提供意見。

在醫療方面，紋理辨識可被應用在超音波影像的識別[10]、活體組織病變的辨識[11]、皮膚病變的區分[12]等方面。所採用的紋理辨識法則包含了 SGLDM (Spatial Gray-Level Dependence Matrices)、FPS (Fourier Power Spectrum)、GLD (Grey-Level Difference statistics)、以及 TEM (Texture Energy Measures) 等方法。將來，我們希望能以離散小波轉換 (DWT) 為基礎的紋理辨識法，將其應用在燒燙傷的疤痕辨識上。目標則是辨別疤痕在復健過程中的各種變化情形，與正常皮膚互相對照比較，藉以建立疤痕紋理資料庫與疤痕復原預測模組，期能對日後燒燙傷的醫療復健能有所助益。

**致謝：**感謝陽光社會福利基金會提供的大量影像資料以供研究。本研究由國科會所補助，計畫編號：NSC 91-2626-E-231-004。

#### 參考文獻

- [1] 陽光社會福利基金會：  
<http://www.sunshine.org.tw/>
- [2] TrustMed 健康醫網：  
<http://www.trustmed.com.tw/>
- [3] KingNet 國家網路醫院：  
<http://www.webhospital.org.tw/>
- [4] Leonid V. Tsap, Dmitry B. Goldgof, Sudeep Sarkar, and Pauline S. Powers, "A Vision-Based Technique for Objective

- Assessment of Burn Scars,” IEEE Transactions on Medical Imaging, vol. 17, NO. 4, pp. 620-633, AUGUST 1998.
- [5] T. Sullivan J. Smith, J. Kermode, E. McIver, and D. J. Courtemanche, “Rating the burn scar,” J. Burn Care, Rehab., vol. 11, pp. 256–260, 1990.
- [6] A. A. McHugh, B. J. Fowlkes, E. I. Maevsky, D. J. Smith Jr., J. L. Rodriguez, and W. L. Garner, “Biomechanical alterations in normal skin and hypertrophic scar after thermal injury,” J. Burn Care, Rehab., vol. 18, pp. 104–108, Apr. 1997.
- [7] Tsap, L.V., D.B. Goldgof, S. Sarkar, and P. Powers, "A Method for Increasing Precision and Reliability of Elasticity Analysis in Complicated Burn Scar Cases," International Journal of Pattern Recognition and Artificial Intelligence, 14 No. 2, pp. 189-210, 2000.
- [8] 顏面損傷輔具資源網站：  
<http://facial-at.moi.gov.tw>
- [9] Canny, John. "A Computational Approach to Edge Detection," IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence, 1986. Vol. PAMI-8, No. 6, pp. 679-698.
- [10] A.Youssef and R. Shehada, “Ultrasound textural parameters for hepatic masses evaluation,” Engineering in Medicine and Biology Society, 1989. Images of the Twenty-First Century, Proceedings of the Annual International Conference of the IEEE Engineering, pp. 415-416 vol.2, 1989 .
- [11] A. Mojsilovic, M. Popovic, S. Markovic, and M. Krstic, “Characterization of visually similar diffuse diseases from B-scan liver images using nonseparable wavelet transform,” IEEE Transactions on Medical Imaging, vol. 17, issue 4, pp. 541 –549, Aug. 1998.
- [12] L. Wu, M. Jackowski, A. Goshtasby, C. Yu, D. Roseman, and S. Bines, “Segmentation of Skin Cancer Images,” Image and Vision Computing, 17(1), pp. 65-74, 1999.



(a) (b) (c) (d)  
圖 4 具有時間關係的影像紀錄，(a)第 1 天 (b) 第 38 天(c) 第 87 天(d) 第 114 天



圖 5 同一受傷部位在不同時間點的影像，左邊的是第 0 天，右邊的是 182 天後。



圖 6 讀入傷患資料影像，顯示該影像的灰階分佈圖及傷患的燒燙傷分級資料。

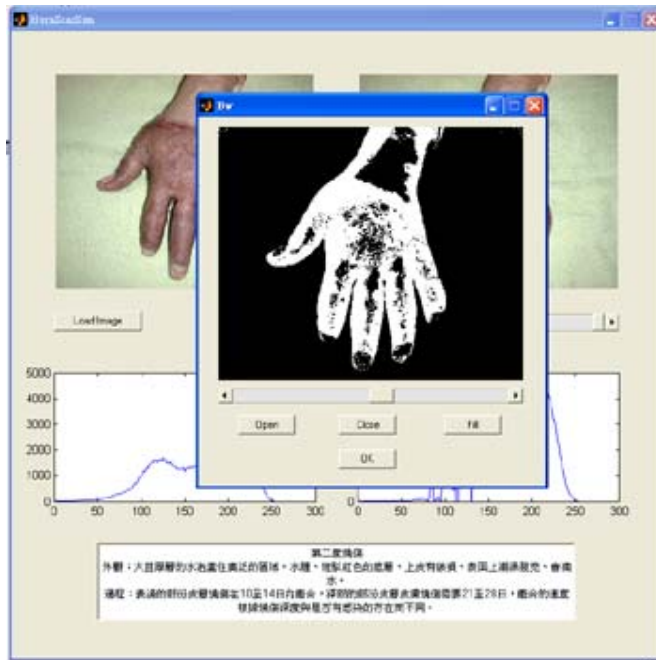


圖 7 前景的選取

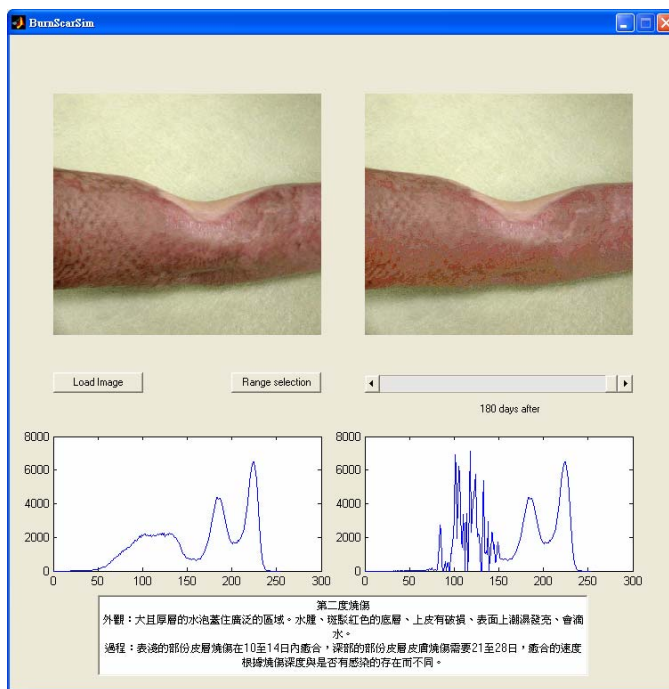


圖 8 燒燙傷疤痕之預測模擬結果

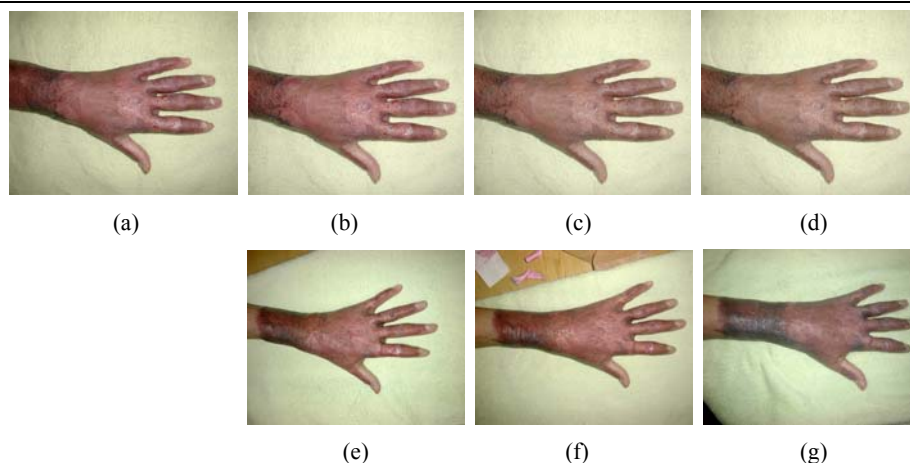


圖 9 預測結果與實際療癒情形之間的差異性：(a)為第 1 天之傷痕影像，(b)、(c)、(d)分別為第 38 天、第 87 天、第 114 天之預測傷痕影像，(e)、(f)、(g)則分別為第 38 天、第 87 天、第 114 天之實際傷痕影像。

表一 燒燙傷分級表

	外觀	知覺	過程
第一度	輕度至重度的紅斑、皮膚受壓變蒼白、皮膚乾燥、細小且薄的水泡。	疼痛、感覺過敏、麻辣感，冷可以緩和疼痛。	不適會持續 48 小時，3 至 7 日內脫皮。
第二度	大且厚層的水泡蓋住廣泛的區域。水腫、斑駁紅色的底層、上皮有破損、表面上潮濕發亮、會滴水。	疼痛、感覺過敏、對冷空氣會敏感。	表淺的部份皮層燒傷在 10 至 14 日內癒合，深部的部份皮層皮膚燒傷需要 21 至 28 日，癒合的速度根據燒傷深度與是否有感染的存在而不同。
第三度	不同變化，如深紅色、黑色、白色、棕色、乾燥表面及水腫。脂肪露出、組織潰壞。	幾乎不痛、麻木的。	全層皮膚壞死，2、3 週後化膿且液化，不可能自然癒合，癩痕引起畸形或失去功能，在焦痂下面，微血管叢生成纖維細胞。

表二 針對各個起始灰階值(0~255)之 180 天期疤痕灰階值變化表

	day1	...	Day60	...	day180	
灰	0	...	0	...	0	
	1	...	1	...	1	
	2	...	2	...	2	
	3	...	3	...	3	
	4	...	4	...	5	
	5	...	5	...	7	
	6	...	6	...	9	
	7	...	7	...	10	
	8	...	9	...	12	
	9	...	10	...	14	
階	...	...	...	...	...	
	98	...	101	...	107	
	99	...	101	...	106	
	100	...	102	...	106	
	101	...	103	...	105	
	值	102	...	103	...	104
		...	...	...	...	...
		251	...	248	...	242
		252	...	249	...	245
		253	...	251	...	247
254		...	252	...	250	
255		...	254	...	253	
255		...	255	...	255	



**金屬薄板受衝擊負載之動態挫曲研究**  
**Investigation of Dynamic Buckling of the Grooved Plates under Impact Loading**

**陳振堂**

Jeng-Tang Chen

清雲科技大學 機械系

[jtchen@cyu.edu.tw](mailto:jtchen@cyu.edu.tw)

**蘇侃**

Hon So

國立台灣大學 機械系

**摘要**

本文探討具肋槽薄板受到沿軸向瞬間高速撞擊時，動態挫曲的臨界負載和吸收能量的變化。經過一系列的實驗結果，可明顯看出，具肋槽薄板較之長直無肋槽薄板不論在臨界負載和吸收能量方面，均有很明顯的增加；另外，肋槽的數量和深度也是影響動態挫曲臨界負載和吸收能量的重要因素。隨著肋槽數量的增加，使得薄板的動態臨界挫曲負載和吸收能量能力均增加，尤其是能量吸收能力的增幅更加顯著，此一現象，在長／寬比愈大的薄板其結果特別明顯。

**關鍵字：**動態挫曲，臨界負載，具肋槽薄板。

## **Abstract**

The primary objectives of the present study are to investigate the critical load of dynamic buckling and the corresponding energy absorption performance of the grooved plates subjected to high-rate axial impact loads. From the experimental results, both of the critical load and the energy absorption for grooved plates were higher than that without groove. Moreover, the quantity and the depth of the grooves are important parameters to the dynamic buckling critical loads and the energy absorption. The numbers of the grooves increase results in the increases of the dynamic buckling critical load and the energy absorption ability.

**Key words** : dynamic buckling, critical load, grooved plate



## 1.前言

動態挫曲研究過去大多屬於圓管受軸向力而產生挫曲的問題。Florence and Goodier [1-3] 等研究者;對於受衝擊而產生大變形的問題加以討論, Jones [4]和Key and Hancock [5]指出幾何形狀的改變和行為拘束情況將對薄管的動態分析產生明顯的影響,並提出相當完整理論。隨後,有些研究者對薄壁方管受力而產生大變形的現象進行探討 [5-7]。在能量吸收能力方面的探討,有Johnson and Reid [8]和Wirsching等人 [9,10]也都有加以討論,但多侷限於圓管、方管和截頭體等幾何對稱形狀加以分析。至於平板的動態挫曲研究方面,自從Chai [11]首先對平板做邊界受拘束的影響研究,發現邊界的剛性拘束可提高板片挫曲抵抗力33%, Lindberg and Florence [12]對平板受高速撞擊現象,假設此為固態—固態衝擊並且做了理論分析和實驗 [13],近來有關板片的動態挫曲研究如Cui等人 [14]提出平板受流—固體猛烈衝擊的動態挫曲做理論與計算分析之研究,以愈高速撞擊,獲得動態挫曲臨界負載愈大,實驗過程中,薄板若先降伏後挫曲可吸收較多衝擊能,此一結果更給我們提醒加強結構設計以提高其挺性和強度的重要性。其他尚有許多研究者 [15-17]也對平板的各種邊界條件狀況,做彈—塑性理論分析和實驗。但是,對於非軸對稱之幾何開口橫切面結構,例如:角形、槽形等較複雜形狀的應力作用與能量吸收狀況的研究則較少。由於日常生活中金屬薄板結構的應用相當廣泛,例如:陸上交通工具之車體引擎蓋、車廂、貨櫃外殼及一般生活中的容器等,尤其當小車和大車輛撞擊時,小車底盤以上大多會脫落或嚴重變形,由力學觀點分析,除了點焊數目與強度不足以抵抗板金發生動態挫曲變形的作用力外,針對此一問題,我們可設計具肋槽之金屬薄板來進行實驗及理論分析,期能提供業界在進行安全設計時,藉以增加薄板挺性與最佳化參數設計之參考。

## 2. 研究方法

此研究共使用 21 種不同參數條件的試片,其

參數條件如表一所示,試片長度  $L$ 、寬度  $B$ 、厚度  $t$ 、肋槽深度  $d$  和肋槽數目,同時,在表一.中也列出了以上試片的慣性矩  $I^*$ 、動態高速臨界挫曲負載  $P_{cr}$  和動態挫曲吸收能量  $E_f$  結果,將於後面再予討論。

### 2.1 儀器設備

實驗過程中,所有試片的上、下夾持端均以夾治具緊密夾持住,實驗機台為可控制衝頭之速度與行程的高速材料試驗機 MTS Model 810 Materials Test System,其最高速度可達 17 m/s,將訊號傳到高速數位存取示波器 Gould Ultima 500,再以 Famos 軟體加以整理分析。

### 2.2 試片

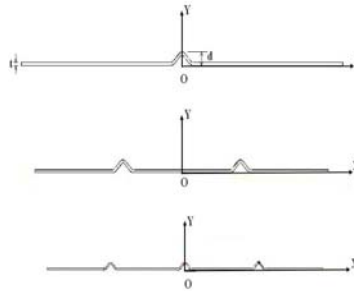
此研究中所採用的試片為室溫 spcc 鋼鐵板片厚度 1 mm 抗拉強度 303 MPa.[依據 JIS Z2241(1998), 2244(1992)規範執行]試驗方法 ASTM E415-99a。將此試片尺寸及其參數設計規格如表一.所示,可將此 21 種條件大概區分成七類:(a).無肋槽不同寬度  $B$ , CCP01~CCP03; (b).試片寬 210 mm 有 1 肋槽,不同槽深  $d$  CCP04~CCP06; (c).試片寬 210 mm 有 2 肋槽,不同槽深  $d$  CCP07~CCP09; (d).試片寬 210 mm 有 3 肋槽,不同槽深  $d$  CCP10~CCP12; (e).試片寬 140 mm,有 1 肋槽,不同槽深  $d$  CCP13~CCP15; (f).試片寬 140 mm,有 2 肋槽,不同槽深  $d$  CCP16~CCP18; (g).試片寬 70 mm 有 1 肋槽,不同槽深  $d$  CCP19~CCP21。以上試片槽深的肋槽間距為 55 mm,厚度 1 mm,肋槽形狀為 V 型,夾角  $90^\circ$ ,經由 NC 摺床成型。

圖一.顯示試片在實驗過程中上下夾持端以夾治具夾住負載由上往下施力  $P$ ,作用到試片上;由圖二.試片截面顯示出肋槽深度以及肋槽間隔與肋槽數不同時肋槽配置的位置,由圖一.可看出作用力方向是沿著試片的  $L$  方向亦即圖二.所示的  $Z$  方

向作用。

表一. 金屬薄板試片之各項參數尺寸與試驗結果

編號	尺寸 (mm)		肋槽數	槽深 (mm)	慣性矩 (mm <sup>4</sup> )	臨屆負載 (kN)	吸收能量 (Joules)	
	L	B						
CCP01	300	70	1	0	23.33	9.66	47.85	
CCP02	300	140	1	0	46.67	28.43	179.69	
CCP03	300	210	1	0	70	53.73	254.56	
CCP04	300	210	1	1	4	135.48	70.22	303.78
CCP05	300	210	1	1	7	405.83	64.02	440.63
CCP06	300	210	1	1	10	1009.79	64.66	654.99
CCP07	300	210	1	2	4	187.37	80.43	494.16
CCP08	300	210	1	2	7	708.95	70.67	593.81
CCP09	300	210	1	2	10	1926.54	69.51	861.38
CCP10	300	210	1	3	4	236.88	82.29	518.86
CCP11	300	210	1	3	7	1013.26	77.39	1057.85
CCP12	300	210	1	3	10	2828.45	82.68	1093.33
CCP13	300	140	1	1	4	136.74	36.38	275.06
CCP14	300	140	1	1	7	389.79	34.49	328.45
CCP15	300	140	1	1	10	1041.43	38.06	419.01
CCP16	300	140	1	2	4	196.83	43.43	334.65
CCP17	300	140	1	2	7	681.37	45.77	590.57
CCP18	300	140	1	2	10	1945.11	53.31	800.27
CCP19	300	70	1	1	4	102.49	14.66	126.82
CCP20	300	70	1	1	7	304.70	15.53	187.55
CCP21	300	70	1	1	10	1009.53	19.85	323.21



圖二. 具不同肋槽數之試片斷面

### 2.3 進行步驟

首先，將試片的上、下夾持端均緊密夾住且在每次衝擊前，衝頭與試片上的挾持機構均保持以同一高度、同一速度且上夾持機構在沿導柱下滑的過程中均為很平滑的移動，瞬間擊發的衝頭以 10 m/s 高速撞擊上夾持機構，接著，上夾持機構沿導柱向下運動，其間的作用力經過負載量測量器量得，並將訊號傳到高速數位存取示波器上加以分析。主要量測負載及位移與時間的關係，同一參數試片均重覆實驗三次以上，確認其重現性無疑慮。

，也就是說此衝擊的負載和能量可準確量得，經由如公式估計〔18〕

$$EI^*v'' = M \dots\dots\dots(1)$$

$M$  是彎矩， $v''$  為受力後沿  $y$  方向的變形微分二次， $EI^*$  表示(flexural rigidity)當彎曲沿  $x$ - $y$  平面時，此時，沿  $Z$  方向的軸向力  $P$  如圖二所示，由於水平方向並無其他外力作用於支持端，因此可得

$$M + Pv = 0 \dots\dots\dots(2)$$

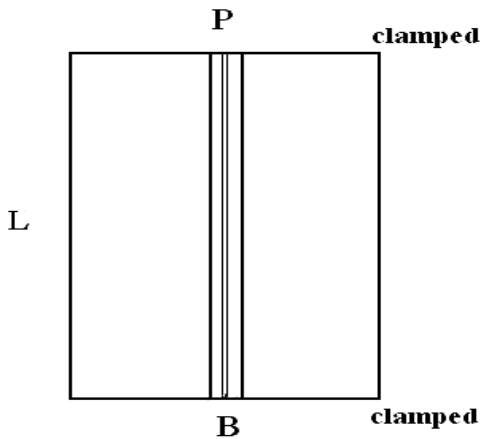
將(1)代入(2)中可得

$$EI^*v'' + Pv = 0 \dots\dots\dots(3)$$

其中  $v$  表示在截斷面如圖二所示的  $y$  方向撓曲變形， $E$  為板材楊氏係數  $I^*$  為慣性矩，而此過程中薄板所吸收的能量  $E_i$  即可由下式估計得

$$E_i = \int_{t_i}^{t_f} P(t) \cdot S(t) dt \dots\dots\dots(4)$$

其中  $t_i$ 、 $t_f$  分別表示起始和終了時間， $S$  表



圖一. 薄板試片

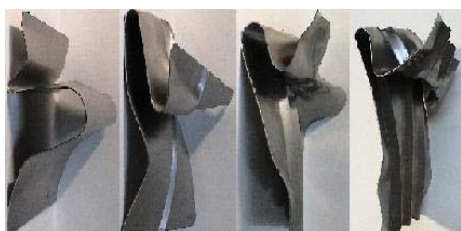
示位移， $P$  表示負載，如此即可得到在各種參數條件下的負載  $P$  和吸收能量  $E_i$ 。

### 3. 試驗結果和討論

實驗薄板試片經過高速撞擊實驗後試片之照片(a)無肋槽(b)具一肋槽(c)具二肋槽(d)具三肋槽，前視圖和側視圖分別如圖三.和圖四.所示，由圖三.(a)和圖四.(a)顯示其變形情況有類似細長圓柱的挫曲現象出現類似正弦波形 [ 18 ]，由圖三.(b)(c)(d)顯示肋槽在彎曲部分有特殊的扭曲現象，此一現象使得薄板在  $X$  方向瞬間受力而快速變形時左右相鄰之肋槽產生建設性干涉，因而更進一步強化其剛性，增進薄板在受力發生挫曲現象時的抵抗力，此結果和薄管行為相同 [ 3, 7 ]，隨後由表一.的數據中可進一步明顯看出，尤其是在挫曲吸收能量部分，茲將實驗結果分類討論如下：



(a) CCP03 (b) CCP06 (c) CCP09 (d) CCP12  
圖三. 實驗後試片照片前視圖.



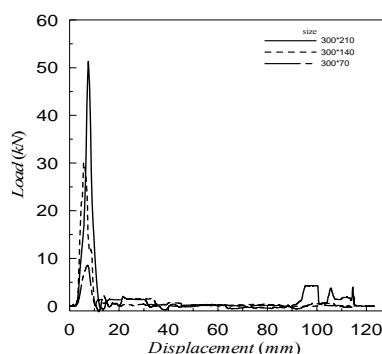
(a) CCP03 (b) CCP06 (c) CCP09 (d) CCP12  
圖四. 實驗後試片照片側視圖.

#### 3.1 不同高/寬(L/B)比值的影響

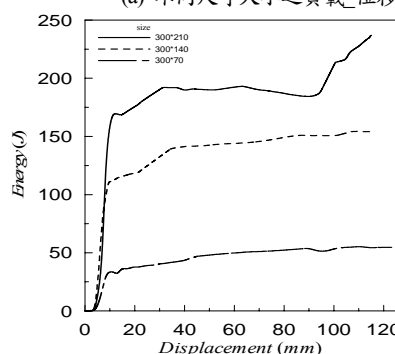
在此實驗與研究探討中，包含了 21 種不同參數條件的長方形薄板如表一.所示，實驗過程的衝擊視為移動的質量或剛體瞬間撞擊 [ 13 ]，試片的

上、下二端分別被固定夾具緊夾住，當瞬間衝頭以 10 m/s 高速撞擊上夾持端機構時，此上夾持機構很平滑的沿導柱滑下，使試片產生大變形，量測出相對的負載—時間與位移—時間關係數據加以分析。

由圖五.顯示出不同  $L/B$  比值 4.29、2.14 和 1.43 對無肋槽薄板的動態挫曲影響圖五.(a) 最大負載和  $L$  軸向位移關係有如拋物線形般隨位移增加呈現衰減現象。顯示出，高/寬比值愈大，則動態挫曲之臨界負載  $P_{cr}$  愈小，由表一試片 CCP01~ CCP03 的結果可看出，其臨界負載為 9.66~53.73 kN，相對的，動態挫曲吸收之能量為 47.85~254.56 Joules，此一結果顯示出，在高速撞擊時，若高/寬比值增為 3 倍將使得動態挫曲時的臨界負載  $P_{cr}$  和動態挫曲吸收能量  $E_i$  降為原來的 1/6 倍左右。而且，在撞擊的第一個瞬間負載—位移的正弦波圖五.(a)中即可產生很大的差異性，其作用力峯值最大且佔總吸收能量的比例最多，此提供我們在結構設計時需特別值得留意的地方。



(a) 不同尺寸大小之負載\_位移



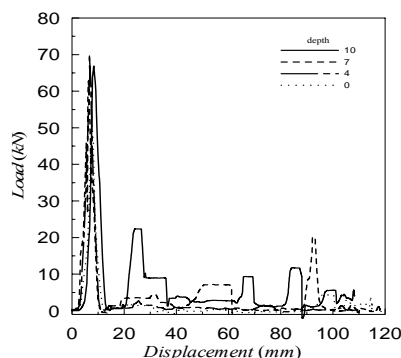
(b) 不同尺寸大小之吸收能量\_位移曲線

圖五. L/B 比值對無肋槽金屬薄板之影響

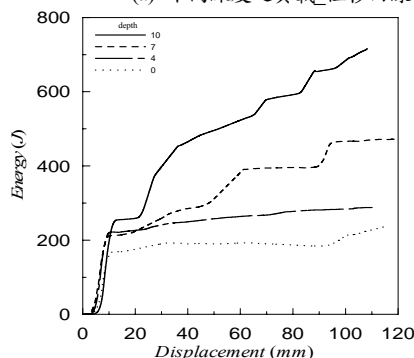
### 3.2 不同肋槽深度的 d 影響

在高速撞擊實驗過程中,如果將薄板試片做肋槽的設計如圖二.所示,其他邊界條件均保持相同;實驗結果顯示,肋槽的深度如果改變將會導致動態臨界屈曲負載  $P_{cr}$  和屈曲吸收能量  $E_i$  產生變化。如圖六.所示尺寸大小為  $300*210\text{mm}^{**}2$  具 1 肋槽在不同肋槽深度的薄板的受力結果,圖六.(a)顯示臨界負載  $P_{cr}$  並沒有很大的差異,但是(b)顯示出它在動態屈曲的過程中,吸收能量  $E_i$  的能力有著明顯變化;隨著肋槽深度加深,屈曲能量吸收能力也明顯增加;從表一.的試片 CCP04~CCP06 可看出,當肋槽深度由 4 mm 增為 10 mm 時,雖然,它們的臨界屈曲負載  $P_{cr}$  並沒有很大的差異,但是,它的屈曲能量吸收能力提昇約為原來的 2 倍;另外,從表一.也可看出大試片  $300*210\text{mm}^{**}2$  具相同肋槽數目的 CCP07~CCP09 和 CCP10~CCP12 的結果也可看出相同的趨勢;我們由表一.的 CCP 11 和 CCP12 的屈曲吸收能量數值發現,它們相當接近,此二個實驗條件唯有肋槽深度不同,分別為 7 mm 和 10 mm,再由實驗結果照片如圖三.和圖四.肋槽附近發生屈曲的現象觀察發現,由於肋槽彼此間的屈曲變形有互相影響,在 X 方向變形時產生建設性干涉,因而更進一步強化其剛性所致,使抵抗繼續變形的能力增強。

同理,對於中試片 CCP13~CCP15 和 CCP16~CCP18 也具有以上相同趨勢。對於小試片  $300*70\text{mm}^{**}2$  具 1 肋槽板片,肋槽深度的改變對它的影響更加明顯,隨著肋槽深度增加,使得臨界屈曲負載也增大,尤其能量增加趨勢更加的明顯,由表一.中的數據也可更明確顯示 CCP21 肋槽深度 10 mm 較 CCP19 肋槽深度 4 mm 的能量吸收能力提昇為 2.55 倍,CCP21 更較之無肋槽 CCP01 的能量吸收能力提昇為 6.76 倍,更加突顯出肋槽設計對結構挺性的強化作用及屈曲能量吸收能力的增強效果。



(a) 不同深度之負載-位移曲線



(b) 不同深度之吸收能量-位移曲線

圖六.肋槽深度對大試片具 1 肋槽金屬薄板之影響

### 3.3. 具肋槽數量的影響

由表一.中材料 CCP03、CCP04、CCP07 和 CCP10 的結果數值明顯看出肋槽數量分別為 0、1、2 和 3 的薄板臨界負載  $P_{cr}$  和吸收能量  $E_i$  有一個趨勢,隨著肋槽數愈多,對薄板的強化效果愈大。由 CCP12 和 CCP03 的實驗結果,告訴我們一項很值得注意的訊息,亦即,對於大試片  $300*210\text{mm}$  薄板,若在機構設計上使之含有 3 個深 10 mm 的肋槽,將使得它在沿 Z 方向的臨界負載  $P_{cr}$  強度提昇 54%而且動態屈曲時能量吸收能力增強約 330%,在已發表的一些有關動態屈曲方面研究的文章,尚未有人對此做過詳細探討,這是一項很有趣的發現!

### 3.4. 其他

由表一 CCP16-CCP18 及 CCP19-CCP21 之結果顯示，臨界負載會隨著槽深的增加而增大。然而在 CCP04-CCP06，CCP07-CCP09，CCP10-CCP12 及 CCP13-CCP15 則因此較淺肋槽深度 4 mm 相對於薄板厚 1 mm 使得此處有如厚度增大之物理現象一般，使薄板在承受高速負載時的剛性有明顯增強之現象發生，因此，臨界負載抵抗能力有顯著增加；較深的肋槽深度 7 和 10 mm 相對於薄板厚 1 mm 此處之物理現象效應，相較於深度 4 mm 較不明顯；此外，CCP16-CCP18 及 CCP19-CCP21 則因為長/寬比對薄板剛性的影響抵消部份此深/厚比物理現象效應，使得臨界負載仍會呈現隨著槽深的增加而增大的趨勢。在相同的薄板寬度與肋槽數量時，挫曲吸收能量 CCP04-CCP06，CCP07-CCP09，CCP10-CCP12，CCP13-CCP15，CCP16-CCP18 及 CCP19-CCP21 結果顯示，薄板挫曲吸收能量之能力會隨肋槽深度增加而增加。

CCP07-CCP09 顯示臨界負載及吸收能量成反比關係，然而 CCP16-CCP18 及 CCP19-CCP21 之結果顯示，臨界負載及吸收能量成正比關係，透露動態挫曲之臨界負載除了會隨肋槽數量與深度增加而增加以外，同時，深/厚比與長/寬比效應也明顯影響。由 CCP07，CCP10 及 CCP12 之臨界負載與吸收能量顯示，肋槽數量與深度增加對臨界負載提昇雖然有達到飽和現象，但是，吸收能量之能力顯示仍然可以有明顯增加。

#### 4. 結論

在此研究中，具槽形肋薄板，其上、下端的邊界均固定夾持情況下，經由一定的高速 10 m/s 撞擊而引致挫曲的現象，實驗結果顯示，槽形肋的設計可使薄板承受臨界負載  $P_{cr}$  增加以及薄板在動態挫曲時吸收能量  $E_i$  的能力也增加；顯示出，經由外形的改變，例如：增加肋槽數、肋槽深度等，可使得薄板片在長軸(Z)方向(如圖二)的動態臨界負

載  $P_{cr}$  與吸收能量  $E_i$  能力明顯增加，尤其是  $E_i$  吸收能量的增幅更明顯。結果分述如下：

1. 不論試片的大小，若槽肋數量增加，則薄板的動態臨界負載  $P_{cr}$  也隨之增加，尤其是挫曲吸收能量  $E_i$  的能力增加更明顯。
2. 不論試片的大小，若槽肋的深度增加，雖然薄板的動態臨界負載  $P_{cr}$  差異不大，但是，挫曲吸收能量  $E_i$  增加明顯。
3. 大試片槽肋數量 3、深度 10 mm 的薄板較無肋槽同尺寸之薄板在動態挫曲時所吸收的能量多 3.3 倍。
4. 中試片槽肋數量 2 且深度 10mm 的薄板較無肋槽同尺寸之薄板在動態挫曲時所吸收的能量多 3.45 倍。
5. 小試片槽肋數量 1 且深度 10mm 的薄板較無肋槽同尺寸之薄板在動態挫曲時所吸收能量多 5.75 倍。

綜合以上結果，顯示一個趨勢，隨著槽肋數量和深度的增加，即是，薄板的動態臨界負載  $P_{cr}$  與挫曲時所吸收的能量  $E_i$  隨之增加；尤其是，挫曲時吸收的能量  $E_i$  的增幅更是顯著，此項結果的應用可用來提高結構強度，藉以提高設計的安全性並減輕結構體重量，應用在運輸工具方面，可達到結省能源的目的。

#### 5. 謝誌

感謝行政院國家科學委員會對本研究的贊助 NSC 91-2212-E-002-237，同時，也感謝台大固力實驗室的協助。

#### 6. 參考文獻

- [1] Florence, A.L. and Goodier, J. N., Dynamic Plastic Buckling of Cylindrical Shells in Sustained Axial Compressive Flow. Trans ASME J. Applied Mechanics, 35 (1968), pp.



- 80-86.
- [ 2 ] Mamalis, A.G. and Johnson, W., The Quasi-Static Crumpling of Thin-Walled Circular Cylinders and Frusta Under Axial Compression. *Int. J. Mech. Sci.* 25, No.9-10, pp. 713-732, 1983.
- [ 3 ] Birch, R. S. and Jones, N., Dynamic and Static Axial Crushing of Axially Stiffened Cylindrical Shells, *Thin-Walled Structures*, 9(1990), pp. 29-60.
- [ 4 ] Jones, N., The Influence of Large Deflection on the Behavior of Rigid-Plastic Cylindrical Shells Loaded Impulsively, *Trans ASME J. Applied Mechanics*, 37(1970), pp. 416-425.
- [ 5 ] Key, P. W. and Hancock, G. J., A Finite Strip Method for the Elastic-Plastic Large Displacement Analysis of Thin-Walled and Cold-Formed Steel Sections, *Thin-Walled Structures* 16(1993), pp. 3-29.
- [ 6 ] Meng, Q., Al-Hassani, S.T.S. and Soden, P. D., Axial Crushing of Square Tubes, *Int. J. Mech. Sci.* Vol. 25, No. 9-10, pp. 747-773, 1983.
- [ 7 ] Ishiyama, S., Takagi, J., Yamamoto, K. and Nishimura, T., Impact Response of Thin-Walled Frame Structures, *Int. J. Impact Engng.* Vol.7, No.2, pp. 197-212, 1988.
- [ 8 ] Johnson, W. and Reid, S. R., Metallic Energy Dissipating Systems, *Applied Mechanic Reviews*, Vol.31, No.3, March 1978, pp. 277-288.
- [ 9 ] Wirsching, P. H. and Slater, R. C., The Beer can as a Shock Absorber, *J. Engng. Mat. Tech.* 95, pp.244 (1973).
- [ 10 ] El-Sobky, H., Singace, A. A. and Petsios, M., Mode of Collapse and Energy Absorption Characteristics of Constrained Frusta under Axial Impact Loading, *Int. J. Mech. Sci.* Vol.43, pp. 743-757. 2001.
- [ 11 ] Chai, H., Contact Buckling and Post Buckling of Thin Rectangular Plates, *Journal of the Mechanics and Physics of Solids* 49 (2001), pp. 209-230.
- [ 12 ] Lindberg, H. E. and Florence, A. L., *Dynamic Pulse Buckling-Theory and Experiment.* Dordrecht: Martinus Nijhoff Publishers, 1987.
- [ 13 ] Cui, S., Hao, H. and Cheong, H. K., Numerical Analysis of Dynamic Buckling of Rectangular Plates Subjected to Intermediate-Velocity Impact, *Int. J. Impact Engng.* 25(2001), pp. 147-167.
- [ 14 ] Cui, S., Cheong, H.K. and Hao, H., Experimental Study of Dynamic Buckling of Plates under Fluid-Solid Slamming, *Int. J. Impact Engng.* 22(1999), pp. 675-691.
- [ 15 ] Wang, C. M., Xiang, Y. and Chakrabarty, J., Elastic/Plastic Buckling of Thick Plates, *Int. J. Solids and Structures*, 38(2001), pp. 8617-8640.
- [ 16 ] Loughlan, J., The Shear Buckling Behavior of Thin Composite Plates with Particular Reference to the Effects of Bend-Twist Coupling, *Int. J. Mech. Sci.* 43(2001), pp. 771-792.
- [ 17 ] Petry, D. and Fahlbusch, G., Dynamic Buckling of Thin Isotropic Plates Subjected to In-Plane Impact, *Thin-Walled Structures* 38(2000), pp. 267-283.
- [ 18 ] Gere, J. M., *Mechanics of Materials*, Fifth Edition, Brookscole, CA, Ch. 11, pp. 745-748, 2001.

領導者-成員交換關係品質與追隨者對領導者態度的關聯性  
—探討追隨者類型的干擾作用

**The Relationship between LMX and Follower's Attitudes to Leaders:  
The Moderating Effect of Follower's Type**

**羅新興**

Hsin-Hsin Lo

清雲科技大學 企管系

[hhlo@cyu.edu.tw](mailto:hhlo@cyu.edu.tw)

**梁成明**

Chen-Ming Liang

國防大學 國防管理學院

**余永章**

Yung-Chang Yu

國防大學 軍事學院

**摘要**

本研究在探討領導者—成員交換關係（以下簡稱 LMX）與追隨者對領導者態度的關聯性，同時分析追隨者類型是否會干擾二者間的關係。分析國軍基層連隊所回收之 317 份有效問卷發現：1.高 LMX 的追隨者對領導者的特質評價、能力評價、喜歡程度和認同程度等態度均顯著高於低 LMX 者；2.追隨者類型會對於 LMX 與追隨者對領導者態度的關聯性產生干擾作用，其中 LMX 高的服從型追隨者對其領導者的特質評價、能力評價、喜歡程度和認同程度高於其他組合類型。本研究並針對研究發現提出國軍基層領導實務的建議。

**關鍵字：**LMX, 追隨者類型, 追隨者對領導者態度

## **Abstract**

This study explored the relationship between LMX and follower's attitudes toward leaders. And, We also explored the moderating effect of follower's type about the relationship between LMX and follower's attitudes toward leaders. We fined following results after analysis the 317 effective questionnaires from military unit. 1.LMX and follower's attitudes toward leader have positive relations. 2.The follower's type as a moderating variable that the relationship between LMX and follower's attitudes toward leaders. That is, high LMX and obey-type follower have positive attitudes toward leader more then other type followers. This study presented suggestion for military leadership by the finding above-mentioned.

**Key words:** LMX, follower's type, follower's attitudes toward leader

## 壹、緒論

領導者與成員的交換關係品質 (Leader-Member Exchange, 以下簡稱 LMX; Dansereau, Graen, Haga, 1975) 是衡量領導者與追隨者間對偶關係品質的重要指標, 通常與領導者關係密切的內團體 (in-group) 追隨者, 會受到較多的信任與報償, 也可能對領導者有較大的滿意度; 相對地, 與領導者關係較為疏遠的外團體 (out-group) 追隨者, 則獲得較少的領導者信任與報償, 他們與領導者的互動關係是建立於正式的職權上。依據社會交換理論 (social exchange theory; Blau, 1964), 人們會與他人進行經濟交換或情感交換, 乃是基於認為自己的付出將預期獲得對等的回報。因此, 是否 LMX 會影響追隨者對領導者的評價呢? 意即與領導者關係品質較佳的圈內人, 對領導者的能力評價、特質評價以及對領導者的認同與喜歡程度, 是否會高於關係品質較差的圈外人呢? 是為本研究首先想驗證的問題。

Kelley (1992) 認為傑出的追隨者也是領導效能的重要影響因素。過去許多領導文獻大多以探討領導者對領導結果變相的影響, 經常忽略了追隨者角色的重要性。Kelley (1992) 歸納出「參與積極性」及「思考獨立性」兩種追隨者特性, 參與積極性係指追隨者能夠對領導者所賦與的任務積極達成的程度, 思考獨立性則為追隨者能夠獨立思考並提供建設性意見的程度。Kelley (1992) 並依據參與積極性及思考獨立性二

構面的行為特性, 將追隨者區分為疏離型、服從型、務實型、消極型和模範型等五種類型。

本研究懷疑不同類型的追隨者是否會使得 LMX 與其對領導者態度評價間的關聯性產生不同變化呢? 例如服從型與疏離型的追隨者, 其 LMX 與領導者評價間的關係是否會不同呢? 本研究推測不同類型的追隨者會使得 LMX 高低與追隨者對領導者態度評價間的關聯性產生差異。基於所述, 本研究的目的歸納如下:

一、探討 LMX 高低與追隨者對領導者態度評價間的關聯性。

二、探討追隨者類型對 LMX 與追隨者對領導者態度評價間關聯性的干擾作用, 意即追隨者對領導者態度評價是否因為 LMX 高低及追隨者類型的不同組合而有差異。

## 貳、文獻探討與研究假說

### 一、LMX 與追隨者對領導者態度的關係

費孝通 (1947) 差序格局觀點指出每個人會根據與他人關係的親疏, 來判斷他人在自己人際關係網路中的地位, 並據此地位來認定彼此間的角色關係, 進行適當的互動行為。Dansereau 等人 (1975) 依據 LMX 理論認為, 在領導者與追隨者之間互動的早期, 領導者即會暗中將部屬歸類為「圈內人」或「圈外人」, 而這種關係通常具有相當的穩定性; 領導者會依部屬的某些個人特質 (如年齡、性別、性格) 或較具勝任能力來挑選, 屬於內團體的部屬將會獲得較高的績效評估

以及較高的工作績效、工作滿意及組織承諾 (Gerstner & Day, 1997)。研究也指出領導者與部屬間的互動關係發展乃循序從認知信任、行為信任而至情感信任(Bauer & Green, 1996)。

從社會交換理論(Blau,1964)觀點推論，當追隨者知覺領導者對其信任或偏愛，則會以正面態度來回報。依據結構學派的看法，態度包括認知要素、情感要素與行為意圖要素(Crires Jr., Fabrigar, & Petty,1994)，本研究選擇二個認知要素(特質評價、能力評價)以及二個情感要素(喜歡程度、認同程度)的指標作為效標。依據前述本研究推測假說一如下：

假說一：高 LMX 追隨者對領導者的態度(特質評價、能力評價、喜歡程度與認同程度)均高於低 LMX 追隨者。

## 二、追隨者類型對 LMX 與領導者態度間關係的干擾作用

有關追隨者分類的過去文獻中，鄭伯壘 (1995) 研究指出華人企業主持人會依據「關係」、「忠誠」、「才能」三個構面將員工進行歸類，「關係」係指員工與企業主管之間是否具有血緣或疑似血緣的倫理關係，「忠誠」是指員工對企業主管的赤誠效忠與無條件的服從，「才

能」則指員工完成組織或企業主管所指示之目標的勝任能力與動機。鄭伯壘 (1995) 依據關係親疏、忠誠度高低及才能強弱，將員工歸類為經營核心、業務輔佐、恃才傲物、不肖子弟、事業夥伴、耳目眼線、防範對象、邊緣人員等八種類型。以上鄭伯壘 (1995) 的追隨者分類並未脫離 Dansereau 等人(1975)的領導者觀點，而 Kelley (1992) 則從觀察追隨者的研究者觀點，依據追隨者的「參與積極性」與「思考獨立性」將追隨者區分為五種類型(如圖 1)：

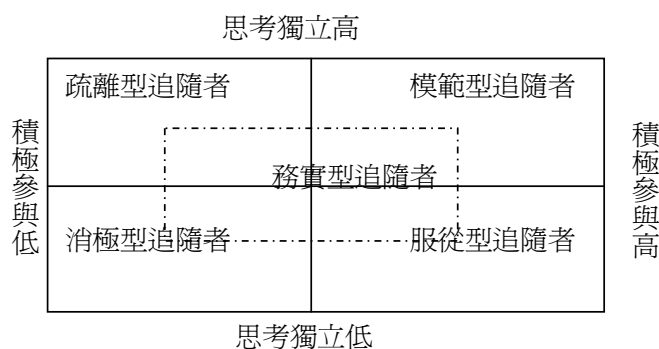


圖 1: Kelley 追隨者類型區隔示意圖  
資料來源：楊幼蘭(民 83)譯，逆領導思考。

格式化: 字型: 新細明體

第一類型參與積極性低且思考獨立性高的疏離型追隨者 (alienated follower)；第二類型為參與積極性高且思考獨立性低的服從型追隨者 (conformist follower)，這類型追隨者與疏離型追隨者剛好相反，對領導者服從而不會質疑權威正當性。第三類型參與積極性與思考獨立性均中庸的務實型追隨者 (pragmatic follower)，他會為了追求自身最大利益，規避各種可能發生的風險。第四類型為參與積極性低且思考獨立性低的消極型追隨者 (passive follower)，凡事仰賴領導者指示，做事敷衍且缺乏責任感。第五類型為參與積極性與思考獨立性均高的模範型追隨者 (effective follower)，此類型的追隨者能身體力行，充滿理想與熱情，追求創新改變，不會規避風險，願意發揮自己的長才為組織貢獻心力。

如果依據 Dansereau 等人 (1975) 的「互動關係」觀點將追隨者區分高 LMX 的圈內人與低 LMX 的圈外人，同時也依據 Kelley(1992)的「行為特性」觀點將追隨者歸類為五種類型，將會形成十種不同的組合類型。那麼哪種組合類型的追隨者對領導者的評價、喜歡以及認同程度會最高呢？就追隨者的特性推測，高度參與積極性的追隨者對於領導者的態度會比高度思考獨立性的追隨者較為正面。因為思考獨立性高的追隨者比較具有批判性，他比較有個人的創意想法，不一定會完全認同領導者的各種決策；反之，高度參與積極性的追隨者可能會因為積極參與而更了解領導者的各種想法。據此推測，在五種追隨者類型中，可能是參與積極性高且思考獨立性低的「服從型追隨者」，對於領導者的態度最正面。同時，服

從型追隨者如果又是與領導者關係品質良好的圈內人，則其對領導者的態度可能更為正面。因此，本研究推測不同類型的追隨者，其 LMX 與領導者態度間的關係具有差異。本研究提出假說二如下：

假說二：與領導者高 LMX 之「服從型追隨者」，對於領導者的態度(特質評價、能力評價、喜歡程度與認同程度)，會相對高於其他各種組合。

## 參、研究方法

### 一、衡量工具

本研究問卷包括 LMX 量表、追隨者特性量表、JDI (Job Description Index) 主管量表、喜歡量表與認同量表。題項均採用 Likert 5 尺度衡量，由「非常不同意」至「非常同意」分別給 1 至 5 分。其中 LMX 量表依據基層部隊特性修正 Bauer & Green(1996)量表的題項，用以衡量受試者與連長之間的交換關係品質。追隨者特性量表修改自 Kelley (1992)所編製的問卷，計有「參與積極性」和「思考獨立性」兩個構面。領導者特質與能力評價的衡量乃取自 Smith 等 (1969) 所編製的 JDI 量表。原量表共包括工作、薪水、升遷狀況、工作伙伴及主管等五個部分，本研究僅採用「主管」部分，並將其「主管」修改為部隊中的「連長」，請連隊士官兵對其連長進行評價。經因素析後，將量表區分為領導者「能力」評價及領導者「特質」評價二個構面。喜歡(liking)的衡量採用 Chi & Lo(2003)的衡量題目，旨在衡量連隊士官兵對連長的喜歡程度。認同量表則修改自鄭伯壘、鄭紀瑩 (1999) 所編製的效忠主管量表之「認同內化」構面。

## 二、研究對象與抽樣方法

本研究以陸軍連隊的連長與士官兵對偶關係為研究情境，雖然連長是士官兵的直屬主管(排長)的主管，但基於作者對於部對特性的多年參與觀察，連長是連隊所有士官兵心目中的核心領導者，因此本研究的情境是連長為領導者，所領導的士官兵追隨者。調查對象包括戰鬥、戰鬥支援、勤務支援三種部隊型態，計九個北、中、南

的基層連隊。研究者於事前準備已黏貼雙面膠信封套，由每個施測連隊採便利抽樣遴選士官及士兵共 40 員填寫問卷，填畢自行將問卷置信封內密封回收。問卷發放 360 份，剔除無效問卷 43 份，有效問卷 317 份，回收率 88%。本研究樣本分佈情形如[表 1]，有效樣本中義務役佔 89%、士兵佔 70%、高中職學歷佔 65%較多，大致上符合基層連隊士官兵結構配比實況。

表 1：有效樣本基本資料

區別	類別	數量	比例
役別	志願役	34	11%
	義務役	283	89%
職務階級	士官	94	30%
	士兵	223	70%
學歷	國中(含)以下	35	11%
	高中職	206	65%
	專科大學	76	24%
與連長共事時間	半年內	94	30%
	半年至一年	118	37%
	一年以上	105	33%

## 三、資料分析方法

本研究將回收有效問卷資料首先統計研究對象之年齡、役別、階級、學歷、與主管共事時間、連隊性質等個人基本資料，並進行各變項衡量結果的內部一致性分析以檢測衡量信度。其次，統計各研究變項的平均數與標準差，以初步瞭解各變項的資料概況。最後在假說驗證方面，利用皮爾森積差相關分析各變項間的相關程度，以多變量變異數分析(MANOVA)檢定 LMX

與追隨者類型對各領導者態度的影響，探討高低交換關係品質與不同類型追隨者組合之領導者態度是否具有顯著差異。

## 肆、資料分析結果

### 一、衡量信度與研究變項間的敘述統計

本研究的變項包括 LMX、參與積極性、思考獨立性、領導者特質評價、領導者能力評價、喜歡程度、認同程度，各變項的平均值、標準差、

Cronbach's  $\alpha$  值以及變項間的簡單相關係數如[表 2]。

表 2：研究變項之平均數、標準差、信度及變項間之相關係數

變項	Mean	SD	1	2	3	4	5	6	7
1.LMX	2.91	0.61	(0.81)						
2.參與積極性	3.34	0.53	.40***	(0.80)					
3.思考獨立性	3.36	0.44	.27***	.47***	(0.65)				
4.特質評價	2.82	0.73	.35***	.14**	-.10*	(0.81)			
5.能力評價	3.70	0.67	.28***	.35***	.14**	.30***	(0.80)		
6.喜歡程度	2.88	0.94	.56***	.23***	.04	.60***	.35***	(0.82)	
7.主管認同	3.00	0.64	.62***	.36***	.12**	.63***	.46***	.75***	(0.90)

註：括弧內數字為量表信度；\* $p < .05$  \*\* $p < .01$  \*\*\* $p < .001$ ；N=317

以上[表 2]資料分析結果顯示，除思考獨立性的 Cronbach's  $\alpha$  值為 0.65 外，其餘各變項衡量結果的 Cronbach's  $\alpha$  值均大於 0.8，顯示其內部一致性尚穩定。就各變項的平均數來看，參與積極性 (M=3.34)、思考獨立性 (M=3.36)、領導者能力評價 (M=3.70) 等均高於 3 分平均水準，而 LMX (M=2.91)、領導者特質評價 (M=2.82)、喜歡程度 (M=2.88) 等則均低於 3 分平均水準，整體來說，顯示基層部隊追隨者對其領導者的能力評價較高，但對領導者特質評價、喜歡領導者程度與 LMX 卻相對較低。在簡單相關係數方面，大致呈現追隨者的 LMX 愈高以及參與積極性愈高，則對領導者特質和能力的評價會愈高，愈喜歡與認同領導者。對思考獨立性而言，與領導者能力評價和領導者認同程度呈現正相關，而與領導者特質評價呈現負相關。

## 二、假說檢定分析

本研究為驗證假說，以 LMX、追隨者類型分別對領導者特質評價、領導者能力評價、喜歡程度及主管認同等進行多變量變異數分析 (MANOVA)，將 LMX 依據平均數區分為高低兩群，追隨者類型則依據 Kelley 的方式，區分為高參與積極性且高思考獨立性之「模範型追隨者」、高參與積極性且低思考獨立性之「服從型追隨者」、低參與積極性且高思考獨立性之「疏離型追隨者」、低參與積極性且低思考獨立性之「消極型追隨者」、中度參與積極性且中度思考獨立性之「務實型追隨者」。本研究為避免各連隊特性或連長的差異會影響追隨者對連長態度的評價，本研究將受試者的單位別作為控制變項納入模式分析，資料分析結果如[表 3]、[表 4]、[表 5]以及[圖 2]所示。

表 3：LMX、領導者類型對領導者態度的 MANOVA 分析結果

依變項	特質評價	能力評價	喜歡程度	主管認同	Wilks' $\lambda$
自變項					
連隊別	6.36***	9.15***	10.61***	7.54***	0.609***
LMX	30.16***	11.27***	94.53***	111.30***	0.718***



追隨者類型	1.29	4.32**	0.57	2.15	0.893**
LMX*追隨者類型	2.76*	0.05	4.75**	2.69*	0.907*

註：表內數值為 F 值；\* $p < .05$  \*\* $p < .01$  \*\*\* $p < .001$ ；N=317

表 4：高低 LMX 追隨者的領導者態度平均數

依變項	特質評價	能力評價	喜歡程度	主管認同
LMX				
高	3.04	3.84	3.31	3.32
低	2.56	3.54	2.39	2.63

註：\* $p < .05$  \*\* $p < .01$  \*\*\* $p < .001$ ；N=317

[表 3]的 MANOVA 分析結果發現，LMX(Wilks'  $\lambda = 0.718$ ,  $p < 0.001$ )及追隨者類型(Wilks'  $\lambda = 0.893$ ,  $p < 0.01$ )對領導者態度的總檢定均達顯著水準，顯示此二個變項均對四個領導者態度變項具有整體預測力。接下來的單變量變異數分析(ANOVA)結果顯示，高低 LMX 追隨者對領導者的特質評價( $F = 30.16$ ,  $p < 0.001$ )、能力評

價( $F = 11.27$ ,  $p < 0.05$ )、喜歡程度( $F = 94.53$ ,  $p < 0.001$ )及認同程度( $F = 111.30$ ,  $p < 0.001$ )均具顯著差異，在[表 4]中顯示高 LMX 者對領導者態度之平均數均高於低 LMX 者。即追隨者與領導者關係較好的圈內人，對領導者的特質評價、能力評價、喜歡及認同程度皆高於圈外人。因此假說一獲得支持。

表 5：LMX 與不同追隨者類型之領導態度平均值

		領導者特質評價				
追隨者類型	模範型	服從型	疏離型	消極型	中庸型	
LMX 高	3.04	3.40	2.74	3.14	2.93	
低	2.52	2.32	2.45	2.68	2.54	
		領導者能力評價				
追隨者類型	模範型	服從型	疏離型	消極型	中庸型	
LMX 高	3.98	4.07	3.53	3.63	3.83	
低	3.81	3.69	3.47	3.38	3.71	
		喜歡程度				
追隨者類型	模範型	服從型	疏離型	消極型	中庸型	
LMX 高	3.30	3.74	3.06	3.27	3.22	
低	2.55	1.83	2.20	2.44	2.66	
		認同程度				
追隨者類型	模範型	服從型	疏離型	消極型	中庸型	
LMX 高	3.41	3.52	3.30	3.15	3.25	
低	2.80	2.46	2.50	2.60	2.80	

\* $p < .05$  \*\* $p < .01$  \*\*\* $p < .001$ ；N=308

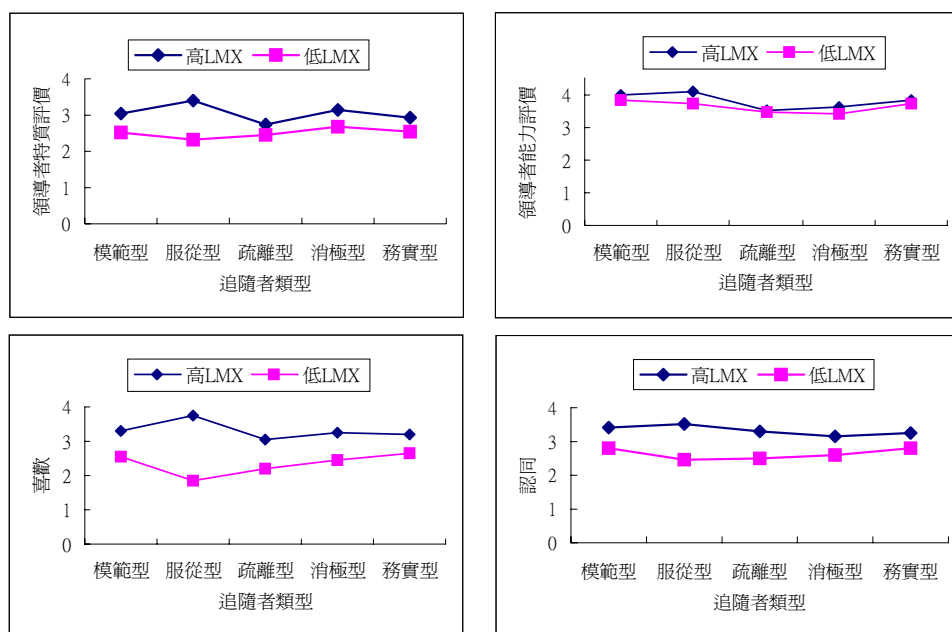


圖 2: LMX 與不同追隨者類型的領導者態度平均數之折線圖

在交互作用方面(見[表 3])，在追隨者對領導者特質評價( $F=2.76, p<0.1$ )、喜歡程度( $F=4.75, p<0.01$ )及認同程度( $F=2.69, p<0.1$ )三者均有顯著差異，而於領導者能力評價上則未達顯著差異水準( $F=0.059, p>0.1$ )。為更進一步瞭解高低 LMX 與不同追隨者類型組合的領導者態度差異，本研究列出各分類的平均值如[表 5]。並據以描繪出[圖 2]，以比較各種類型追隨者的差異。

觀察[圖 2]可以發現，高 LMX 追隨者的領導者態度評價高於低 LMX 者。當受試者為服從型追隨者時，由於高參與積極性對領導者態度產生正面影響，低思考獨立性則對領導者態度不會產生負面影響，加總後應呈現最高水準的整體評價態度。因此，高 LMX 的服從型追隨者對於領導者的各種態度均大致呈現最高平均水準。此外，[圖 2]可以觀察到一個趨勢，即低 LMX 的服從型追隨者，他對領導者特質評價、喜歡程度與認同程度都相對最低，而且與高 LMX 服從型追隨者

產生對比，表示對於服從型追隨者而言，是否與領導者維持良好的交換關係，會使得他對領導者的態度產生二極化的變化。綜觀整體資料，本研究假說二獲得部份驗證(各種組合的兩兩事後多重檢定僅部份顯著)。

## 伍、結論與建議

### 一、結論

本研究以陸軍基層部隊士官兵為調查對象，探討 LMX 及追隨者類型如何影響追隨者對領導者的態度。就回收的 317 份有效問卷分析結果顯示，領導者和追隨者間互動關係品質會顯著影響追隨者對領導者特質評價、能力評價、喜歡程度以及認同程度，領導者與追隨者關係品質愈佳，則追隨者對領導者抱持的態度愈正面。此外，高低 LMX 與不同追隨者類型的組合，其對領導者特質評價、喜歡程度及認同程度具有顯著的影響。其中與主管關係較佳的服從型追隨者，其對領導者的特質評價、喜歡程度與認同程度在

各種類型組合中最高。

## 二、建議

本研究建議實務領導者應維持與追隨者間保持良好關係，亦即領導者理想上應該將每位追隨者均視為圈內人，Bauer & Green (1996) 指出 LMX 是經由領導者與被領導者長期互動逐漸發展形成的信任關係。領導者與追隨者維持彼此間高度的信任關係，能夠轉換追隨者的意志從而追求共同願景，將有助於組織任務的推展。其次，本研究建議領導者應針對不同追隨者而表現不同領導行為，領導者應展現具彈性的領導作為，例如對思考獨立性高的部屬較多授權與鼓勵參與，對參與積極性高者更多的支持與指導。領導者尤其應該與服從型追隨者建立高品質的 LMX。

本研究採用便利抽樣是解釋研究結果的重要限制，便利抽樣可能使得樣本的代表性不足，而限制了研究結果的一般化程度。或許本研究的結論僅適合於解釋軍隊的連長與士官兵的對偶關係，建議後續研究可以針對企業組織的對偶關係進行探討，以擴展研究的外部效度。

由於本研究是以陸軍基層連隊士官兵為研究對象，受試者回答的領導者均為他們的連長，本研究總計抽樣九個連隊，意即僅有九位領導者，研究結果也顯示不同領導者，追隨者對其態度亦有顯著差異存在，建議後續研究可以朝向不同性質單位進行探討。此外，後續研究也可以針對不同類型追隨者對於不同領導風格主管的態度反應。最後，建議未來對偶關係的研究不應忽略了追隨者的因素，亦可朝向契合度(fit)的研究途徑發展更精緻的領導理論。

## 參考文獻

- 楊幼蘭（譯，Kelley 著），*逆領導思考：傾聽追隨者的工作哲學*，台北：時報文化出版公司。
- 費孝通（1947），*鄉土中國*，香港，鳳凰。
- 鄭伯壘（1995），差序格局與華人組織行為，本  
*士心理學研究*，第三期，頁 142-219。
- 鄭伯壘、鄭紀瑩（1999），「效忠主管：概念建構與測量」，中國心理學會工商心理學組專題研究計畫成果報告。
- Bauer, T. N., & Green, S.G.(1996), "Development of leader-member exchange: A longitudinal test". *Academy of Management Journal*, Vol.39, No6, pp.1538-1567.
- Blau, P.(1964), *Exchange and Power in Social Life*, Wiley, New York.
- Chi, Shu-Cheng & Lo, Hsin-Hsin(2003), "Taiwanese Employees' Justice Perception on Co-Workers's Punitive Events", *The Journal of Social Psychology*, Vol.143, No.1, pp.27-42.
- Crites Jr., S. L., Fabrigar, L. R., & Petty, R. E.(1994), "Measuring the Affective and Cognitive Properties of Attitudes: Conceptual and Methodological Issues", *Personality and Social Psychology Bulletin*, December, pp.619-634.
- Dansereau, Graen, Haga, (1975), "A vertical dyad linkage approach to leadership with formal organizations -a longitudinal investigation of the role making process1". *Organizational Behavior and Human Performance*, Vol13, pp.46-78
- Gerstner, C. R. & Day, D. V.(1997), "Meta-analytic review of leader-member exchange theory: Correlates and construct issues". *Journal of*

*Applied Psychology*, Vol.82, pp.827-844.

Kelley, Robert E. (1992), *The power of  
followership: how to create leaders people  
want to follow and followers who lead  
themselves*, New York : Doubleday.

Robinson, S.L.,(1996) "Trust and Breach of the  
Psychological Contract" *Administrative  
Science Quarterly*, Vol.41,pp.574-5



## MIS 人員服務品質缺口對使用者滿意度影響之研究 — 以 H 銀行導入催收系統為例

### Service Quality Gap of MIS Staffs and User Satisfaction using Debt Collection System in H Bank

李正文

中原大學國際貿易學系

[chengwen@cycu.edu.tw](mailto:chengwen@cycu.edu.tw)

劉建宏

#### 摘要

本研究應用 Parasuraman et al.(1988)提出服務品質缺口模式，對國內 H 銀行實際導入催收系統的成效進行調查，以全省 173 家分行催收人員(含經辦及主管)為調查對象，由於 H 銀行在民營化後，基於提升催收效率目標下，自行開發及導入催收系統，在催收業務繁重且人力精簡的前提下，內部資訊(MIS)人員扮演極重要的角色，故本研究以催收人員預期與實際感受到 MIS 人員提供之服務品質缺口(SERVQUAL)為自變數，以催收人員感受滿意度為依變數，進行迴歸分析。本研究利用因素分析修正後的 SERVQUAL 22 個題目，衡量 MIS 人員之服務品質構面為有形性、可靠性、反應度、信賴感以及關懷度等五構面。研究發現有形性與可靠性對使用者在使用催收系統時，在系統層面的滿意度有顯著的影響，亦即系統產出及資訊品質將左右使用者在系統層面的滿意度，而反應度、信賴感與關懷度對使用者與 MIS 人員的溝通與互動滿意度有顯著影響。此研究結果顯示系統層面與人際關係層面的滿意度，受到不同的服務品質因素的影響。

**關鍵詞：**催收系統、服務品質缺口、MIS 人員

## **Abstract**

To reduce heavy work loading and human resource waste in debt collection, this research applied debt collection system in H bank (Parasuraman et al.,1988) to examine the relationship correlation between service quality gap of MIS staffs and users satisfaction. Through a benchmarking questionnaire, the analysis data were gathered from 173 branch offices of H bank located in Taiwan. Adopting the service quality gap (SERVQUAL revised) of MIS staffs as independent variables, and the satisfaction level of debt collecting staffs as dependent variables, we used regression analysis to obtain the results.

The research results demonstrated that the factors of tangibles and reliability significantly influenced the satisfaction of users applying the system. Besides, the factors of responsiveness, assurance and empathy also significantly influenced the mutual-communication of users. Consequently, this research analyzed service quality gap on system application and highlighted the importance of establishing inter-organizational relationship.

**Key words** : debt collection system, service quality gap, MIS staffs





## 壹、緒論

我國銀行業自 1992 年起，政府開放新銀行設立，從 1992 年的 32 家快速成長至 2001 年的 56 家，分支機構更成長近三倍，總數達 3038 家，金融業整體生態劇變，加上政府持續推動金融自由化、國際化，使得銀行間產生過度競爭(over banking)，故各家銀行以各種優惠條件爭取客戶，以提升本身市場佔有率，無論是企業金融或消費金融不斷的融資，造成過度的信用膨脹，授信品質惡化，亦是銀行造成逾期放款(non-performing loan; NPL)不斷攀升。

行政院金監會銀行局統計資料顯示全體本國銀行廣義逾期放款比率於 2001 年 12 月達到最高 11.27%，但從 2002 年起，政府強力要求金融機構降低逾期放款比率，直至 2005 年 9 月全體本國銀行廣義逾期放款比率已降為 2.80%，其中金融機構降低逾期放款方式之一為加強本身催收能力，故催收系統的建置或升級是重要的環節。目前 C 銀行已採用 IBM 開發之催收系統，其逾放比率已從採用前 2002 年 6 月 2.22%降到 2005 年 9 月 1.49%，應歸功於採用催收系統所提昇之效率。

H 銀行成立日據時代，並於 1946 年由國民政府接收，於 2001 年改制為公司組織，2004 年 12 月 22 日經中華信用評等公司對其長期債信評等為 twAA，短期債信評等為 twA-1，從中央銀行統計資料顯示，截至 2006 年 6 月 30 日止，達 1,954,019 佰萬元，放款餘額為 1,543,832 佰萬元，收款項餘額亦是名列前茅，達 45,101 佰萬元，其對政府機關及金融保險不動產業授信比重僅 25%左右，其餘都是對民間的授信，故其授信產生不良放款的機率亦不低，而 H 銀行現對 NPL 仍採行人工紀錄方式，常使人力負荷過重致有疏忽遺漏之處，為有效掌控 NPL 進度，該行計劃自行由內部 MIS 人員開發催收系統以提升管理效率。目前 H 銀行 NPL

金額約有 1300 億元分佈於一百多家分行，系統可將 H 銀行數十年來之呆帳案件及目前逾期放款案件納入管理，藉此可精簡人事成本、提高呆帳管理效益及管理品質並增加市場競爭力，乃逾期放款及呆帳管理上一大革新，若能成功導入資訊化催收系統，將有助於銀行達到即時化(real time)及資源整合(integration)。但由於導入催收系統的成本所費不貲，導入後所顯現的系統功能效益也難以衡量，因此成為目前實務及學術界熱烈討論的研究議題。

服務品質對於衡量資訊系統成功而言是主要的參考指標之一(Moad, 1989; Rockart, 1982)，有關服務品質的良窳來自於使用者的感受，因此衡量資訊部門之使用者滿意度，最主要的理由是為改善其所提供之服務品質(Conrath and Mignen, 1990)。相較於資訊系統成功，以衡量白領工作者的生產力觀點來看，廣泛且明顯的主張就是品質與服務(Deming, 1981-82; DeLone and McLean, 2003)。這些學者認為整體性的服務品質來自於服務本身的提供者，無論是企業內部的資訊部門或是其他組織單位或者是採取外包方式的網際網路業者(internet service provider)，提供不當的服務支援品質將導致顧客的流失及收入的減少。當今電子商務(e-business)的環境下，舊有資訊系統成功模式的適用性不斷地被學者提出討論及挑戰(顏永森，民 89；許立武，民 91)。

有鑑於外部環境及內部使用者等所扮演角色加速變化。DeLone and McLean(2003)在資訊系統成功模式中，提出衡量「服務品質」應如同「資訊品質」及「系統品質」般地視為資訊系統成功的要項。此外，依 DeLone and McLean (2003)修正的資訊系統成功模式，並強調以內部資訊人員衡量服務品質。故本研究乃著眼於衡量內部服務品質構面與成功導入催收系統因素之關連性分析，藉以提供後續研究者對於衡量導入催收系統之成功模式及各

項關鍵因素有更廣泛及深入的認識。

## 貳、文獻探討

### 一、催收系統的功能

銀行辦理授信業務時，難免發生借戶到期無法依約償還之情事，謂之不良授信，依財政部所訂之「銀行資產評估損失準備提列及逾期放款催收呆帳處理辦法」定義所謂不良授信係指各項放款、貼現、票據承兌、保證及外匯授信等已屆清償期或未屆清償期，但借款人之信用狀況，財務情形顯著惡化，債權已失安全性，如期收回顯有困難者，均屬之，並依其逾期期間及收回可能性，劃分為逾期放款、催收款、呆帳，依財政部而催收系統即是銀行在追討上述不良授信時可應用的一種電腦系統，其整合銀行內部主機系統、會計系統及資料庫等作為進行追索的應用資訊平台，並能及時地維護銀行資產品質。

H 銀行為即時掌握催收戶帳務資料及繳息狀況，提供總行及營業單位催收人員相關資料，便利催收作業之進行及記錄催收工作之重要參考資料，並讓催收人員具有訴狀格式之列印，以解決操作面人工處理之煩瑣，特建立催收系統以支援催收工作順利進行。

催收系統設計時，概念區分成基本功能及追加功能二部分 (如圖 1)。基本功能包括：

#### (一)具有分案功能：分案有彈性

- 1.可依照分行別及區域別分案
- 2.可設定是否要固定人員負責處理曾發生狀況之客戶
- 3.可選擇只分給某特定人員(如主管)
- 4.可人工分案將被分配案件轉給其他人員
- 5.具有強迫催收功能(未發生延滯但仍可強迫進入催收系統)
- 6.可依照產品別分案(選擇性)

7.可依不良狀態別分案(延滯,逾期,催收,呆帳)

#### (二)催收事件管理作業

- 1.催收分配工作查詢：依據分案之功能及參數設定，主機每日下傳催收主檔，保證人檔，擔保品檔資料，顯示在被指定分案後各催收人員之工作項目下。
- 2.催收主要工作執行：催收人員開機後在個人之分配工作查詢下，可選擇預計催收之案件，進入後可看到催收之明細並執行催收工作。
- 3.催收相關作業執行：主要是指輔助主要工作以外之其他工作，如借保戶查詢、重要記事作業、徵信作業查詢、催收案件歸戶等。
- 4.歷史交易查詢：包括催收員異動資料查詢、繳款歷史資料查詢和截息日查詢。

#### (三)法律費用查詢作業

#### (四)催收績效管理作業

#### (五)催收主管管理作業

(六)催收作業維護及維護查詢：此部含催收管轄區域、催收單位編組催收人員、授信產品分類、催收程序等維護及維護查詢。

#### (七)催收其他功能

(八)BASEL II 需求：1998 年 BASEL 協定為確保國際銀行有其適當本資本水準並建構公平競爭條件，要求銀行依各其風險情況衡量其資本適足率，其資本適足率至少維持 8% 的最低標準。

系統可視情形隨時追加功能，其涵括：(1)須具有 ID 歸戶之功能，即該客戶有一帳戶已進入催收階段則所有授信帳戶都須進該系統。(2)須具有企業團歸戶之功能，即該客戶有一帳戶已進入催收階段則所有被設定該集團下授信帳戶都須進該系統。(3)須具有強迫催收之功能，即除了系統轉入功能外，還須有人工轉列將非延滯戶轉進催收系統之功能。(4)被強迫催收之帳戶，若要轉出催收系統回歸授信系統，

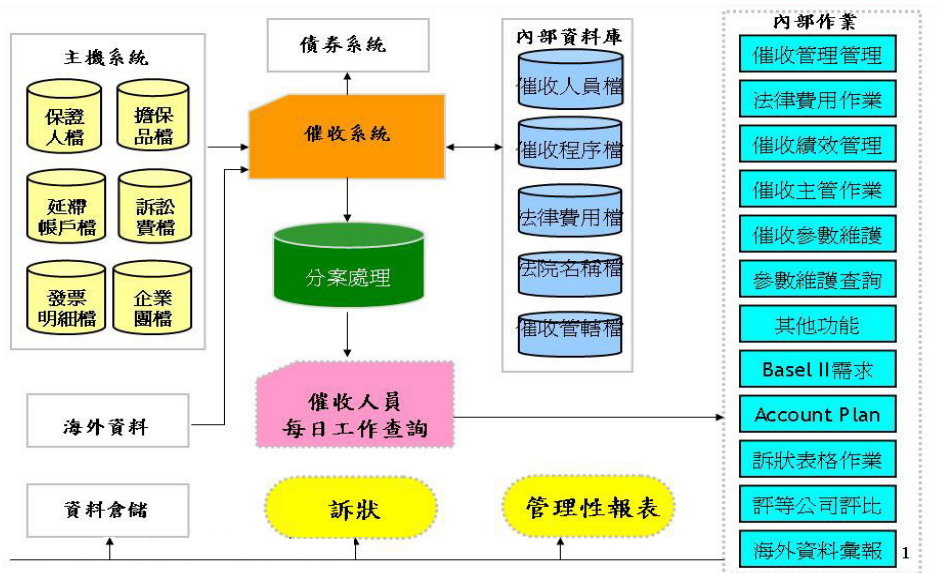
則須維護其狀態，系統於批次會處理，否則將繼續留在催收系統，其處理之原則與一般延滯戶之方式不同。(5)當日重新分案時必須有即時生效之功能，不須等批次處理隔日生效之限制。(6)由於有歸戶之功能，故催收人員對某筆催收作業時，系統同時也對其他帳戶作業，且催收作業之歷史資料也同時複製到其他帳戶，以利追蹤查詢。(7)增加建檔畫面，供輸入評估可收回，部分收回及收回無望等金額，並可帶入主機。(8)將損失評估金額及時效屆滿日顯示在催收主檔畫面。(9)已進行之催收程序，催收人員分別建檔後可以歸納顯示在一個畫面，以便主管查閱。(10)增加債權憑證時效控管報表(月報)，提示“時效屆滿日”、“到期”。(11)增加欄位輸入擔保品資料，以供日後分析擔保損失率(擔保品坐落地址、擔保品種類、郵遞區號、拍定金額、受償金額損失率)。(12)潛在風險性客戶登錄，以隨時分析了解協議清償案件整體金額(統一編號、放款帳號、餘額、原利率、變更利率、原到期日、變更到期日、協議清償條件)。(13)控管承受物處理之進度。

催收系統在完成設計及建置後，有八大功能，其詳細內容如下：

1.催收管理作業：包括了催收分配工作查詢、

催收執行、催收相關作業執行、歷史交易查詢及借戶保證人通訊資料維護等功能。

- 2.法律費用查詢作業：可依不良放款戶的統一編號或帳號查詢及登錄其法律費用的明細及總數。
- 3.催收績效管理作業：可依個人別、營業單位別等不同查詢條件，查詢催收人員不同期間的催收績效，以利主管考核。
- 4.催收主管作業：可依主管權限，對不同案子進行案件重分配、強迫催收及還原、異動交接等作業。
- 5.催收參數維護作業：可對催收管轄區域、單位編組、人員、授信產品分類、催收程序及法律費用分類進行維護，此一功能多為資訊提供單位所使用。
- 6.催收參數維護查詢作業：此一功能係在參數維護之前，所進行的查詢作業。
- 7.其他功能作業：包涵了對債權損失評估、債權憑證控管及擔保品資料的登錄維護等作業。
- 8.BASEL II 需求：依 BASEL II 協定將不同的授信產品及其品質計算備抵呆帳準備及應予觀察放款列入控管。



資料來源：H 銀行資訊處

圖 1 催收系統架構圖

## 二、服務品質

過去許多文獻對服務定義及特性多有著墨，却鮮少有人將之加以彙總整合，直到 Parasuraman, Zeithaml and Berry (1988)將服務的本質及特性歸納出：(1)無形性(intangibility)：由於服務是一種無形的產品，購買者無法在使用前，看到其具體形式的表現，進而判斷其好壞，也因其具備此一特質，使得購買者需要承擔知覺風險，所以品牌形象、企業形象及口碑宣傳將會對預期的服務品質產生重大的影響。(2)不可分割性(inseparability)：服務不若一般實體產品，要經過製造、銷售、消費等流漸進流程，而是生產和消費同時發生，同時存在不可分割，因此服務人員與消費者間的互動相當頻繁，所以在服務的傳遞的過程中，如何管理與控制，乃是一決定服務品質優劣的重要因素。(3)異質性(heterogeneity)：因為服務提供的人員、時間或地點的不同，常會有不同的服務效果，使得服務具有高度的變動性，亦是其異質性的來源。(4)易逝性(perishability)：由於服務無法儲存，亦無法透過存貨的調節來因應市場的需求變化，且若無法及時使用，將形成浪費，所以如何維持適當的服務生產力，則需要事前精密的規劃。

由以上四種特性可知，服務品質難以控制，所以亦難有客觀的評估標來評判其良窳(王怡舜、湯宗益、湯宗泰，民 91)。Crosby(1979)對於「品質」的定義，乃為使產品與顧客之要求達成一致性，因為品質在生產流程中可以被控制及工程化，生產較良好的產品較能夠符合顧客的需求。所以，精準的品質控制流程在製造業中非常快速地發展著(Garvin, 1983)。除了產品之外，若以衡量白領工作者生產力的觀點來看，廣泛且明顯的主張就是品質與服務(Deming, 1981-82)。然而，衡量服務品質與衡

量製造產品品質所面臨的問題截然不同；因為生產流程中的品質可以經由實體及活動本身快速回饋反應加以衡量，但是服務品質卻沒有一定的衡量方法及指南。「服務」在本質上似乎較偏向於顧客導向或實際表現的層面，想要以精準規範來衡量非制式的服務更顯得難以建立規格與強化控制(Kettinger and Lee, 1994)。除此之外，在許多不同性質的服務中，「品質」發生於服務的傳送及顧客與服務提供者之間的接觸(Bitner, 1990; Chase, 1983)。Zeithaml, Berry and Parasuraman(1988)認為服務品質發生於服務的傳送過程中，通常存在於顧客與服務提供者之間的接觸；基於此理由，服務品質高度仰賴於員工的表現，本質上不同於工程化的實體商品，服務品質是組織資源中不可控制的部分。

因此，Parasuraman et al.(1988)定義「服務品質」為使用者對服務的預期與使用者接受服務後的感受二者間的差距，即「服務品質＝預期的服務－感受的服務」，並進一步的認為，服務品質是使用前的預期、感受的過程品質及感受的結果品質三項乘積，同時將知覺服務品質視為一連續帶，由預期被滿足的程度來決定感受的服務品質在此一連續帶的落點，並提出了服務品質缺口模式(Service Quality Gap Model)，其發現服務傳遞過程中有五道缺口(gaps)存在，其中缺口一至缺口四是起因於組織內的問題，屬於服務提供面的缺口，而缺口五則是消費面的缺口，是由於顧客的預期與實際感受的差異。

有關五個缺口之說明：(1)缺口一：顧客預期的服務與管理階層對顧客期望的知覺間的差異，此缺口源自於管理階層未能真正瞭解使用者所期望的服務品質的程度。(2)缺口二：管理階層對顧客預期的知覺與管理階層知覺轉化為服務品質規格間的差距，此缺口有可能是

因資源、市場條件的限制或管理階層本身的疏失導致無法達到應有的服務品質。(3)缺口三：管理階層所制定的服務品質規格與實際服務傳遞間的差異，服務在傳遞時，未能標準化，使得品質程度與預期有落差。(4)缺口四：服務人員實際傳送的服務品質與顧客實際感受的差異，過度渲染的服務，往往使顧客充滿過高的期望，當覺得期望無法被滿足時，將使消費者有負面的影響。(5)缺口五：顧客預期的服務與實際感受的服務間的差異，差距的來源多來自於顧客的期望過高或過低所致，此一缺口即是 Parasuraman et al.(1988)所定義的服務品質，顧客對服務的預期及實際接受服務後所產生的感受差異，缺口五是缺口一到缺口四的函數，即  $Gap5 = F(Gap1, Gap2, Gap3, Gap4)$ 。

缺口一至四均來自服務提供者本身，可說是提供服務品質的主要障礙，而缺口五則由顧客的預期及感受間的差距來決定，也是說預期的服務品質是受到顧客本身的需求、經驗及口碑影響，所以若顧客實際感受高於預期，則其對服務品質將有較高的評價水準，反之則將下降。

Garvin(1984)視服務品質為一主觀認定的品質，完全由使用者決定，並不是一種客觀的評定。由此可知，服務品質是包含了提供服務的過程、方式及結果，且服務品質是由預期的服務與感受的服務所組成，二者的差距代表了服務品質的良窳，如果預期的服務水準大於感受的服務水準，則表示服務品質不佳，反之亦然。

### 三、服務品質之衡量

由於服務品質沒有一定的衡量方法，且服務品質的探討又以服務行銷的領域最被廣為研究之議題(Fisk et al., 1993)。許多行銷文獻指出，感受到的服務品質可再區分為兩個部分：技術績效及功能績效(Kettinger and Lee,

1994)。整體而言，多位學者認為以技術(產出)品質來涵蓋整個服務品質不見得正確，技術品質雖然是其中要素，但有時卻無法充分代表服務品質，整體感受到的服務品質仍須視達成顧客滿意等功能(表現)品質的狀況而定(Maddox, 1981; Swan et al., 1976)。

有鑑於服務品質缺乏正確衡量工具，Parasuraman et al.(1988)根據 Churchill(1979)的觀念性架構試圖整合其他學者之相關研究，並對電器維修業、銀行、長途電話公司、證券經紀商及信用卡中心等五種服務業的 200 位顧客進行反覆的調查分析，最後透過這樣的實證分析之後歸納整理出 45 個問題、3 大部分及 5 個構面用來做為衡量服務品質的工具(SERVQUAL)。此外，經由分析 4 個獨立樣本群資料後，歸納出 22 項衡量尺度並且彙總成 5 個服務品質的構面如下：(1)有形性(tangibles)：實體的外表包括設備、人員及有關任何通信之產物。(2)可靠性(reliability)：有實現服務承諾之能力及提供正確的服務。(3)反應度(responsiveness)：樂於幫助顧客並且提供快速的服務。(4)信賴感(assurance)：員工具有足夠知識、誠懇與自信的態度及獲取顧客信任的能力。(5)關懷度(empathy)：有照料顧客個別需求的意圖及充分服務準備。

在 SERVQUAL 的衡量方法中，每個構面的服務品質是用“G”來代表每個項目感受到的品質差距；“P”代表實際感受的服務品質；“E”代表預期的服務品質；實際感受與預期的差距( $G=P-E$ )為整體服務品質的評價(Leyland et al., 1995)。

其次，Parasuraman et al.(1988)研究的對象為大型銷售經理人及顧客群，以面談及重點小組會議方式進行調查，其研究發現無論服務的形態如何，顧客基本上使用類似的項目來衡量服務品質，這些必要項目也因此涵蓋所有服務的構面(Kettinger and Lee, 1994)；這個發現描

繪且定義出整體服務品質的重要內涵，並提供一個衡量服務品質的基本架構。

基於服務品質對行銷的重要性，在學術研究的議題方面，許多學者認同以 SERVQUAL 做為衡量服務品質 (Brown et al., 1993; Parasuraman, Zeithaml and Berry, 1991, 1994)。Parasuraman et al.(1988) 則認為 SERVQUAL 提供一個衡量服務品質的基本架構，以預期及感受的格式為指南，來描述服務品質五個構面的情況，此架構也可因應其他特定團體對象研究的需要，在必要時予以引用或作為研究補充工具。

SERVQUAL 有系統地發展出衡量服務品質尺度構面，作為了一般業界衡量服務品質的重要依據及學術界研究服務品質的重要參考基礎，截至目前為止，仍是一受廣泛應用之理論。

過去許多學術研究亦證明隨著產業型態的不同及改變，衡量服務品質的因素構面將隨之改變，故在進行服務品質評估時，必須將產業的特性加以考慮，即 SERVQUAL 量表的問項及用句應依產業別之不同適時予修正，才能有較佳的適用性，因此本研究將以 SERVQUAL 五項構面為基礎，參考相關文獻，從而找出具有衡量催收系統服務品質的構面，來衡量其服務品質。

本研究認為在「有形性」上，催收系統的整體外在表現，如其畫面表現是否有視覺享受的效果、系統的功能是否完備及強大、資訊產出的品質是否符合使用者的需求等種種，均會直接影響使用者的使用意願，進而影響其對催收系統的評價。

在「可靠性」上，MIS 人員應該讓使用者每次的使用，都能其想要達成的目標，且 MIS 人員應完成其所承諾的事宜，儘可能地使催收系統在服務時間內，保持無失誤的最佳狀態正

常運作，便能提高使用對該系統的信任程度。

在「反應度」上，MIS 人員應熱誠且迅速地回應使用者的需求，讓催收系統能提供專業及完善的服務，並指派具有專業知識的 MIS 人員作為與營業單位溝通的窗口，方能增加彼此良性的溝通與互動，使得使用者增加對資訊單位的信心，進而對催收系統充滿期待，發揮其功效。

在「信賴感」上，MIS 人員應隨時充實其本身學識智能，並以謙遜的態度面對所有的困難與問題，讓使用者對 MIS 人員的行為有信心，讓其在與 MIS 人員溝通與互動的過程充滿了安全感，相對提昇了對 MIS 人員所設計開發的資訊系統其使用時滿意度。

在「關懷度」上，MIS 人員若能依個別使用者對系統的需求，適時予以關懷瞭解，不但能讓使用者產生使用興趣，更能彼此在未來的溝通互動上建立良好基礎，若以後系統有所瑕疵時，使用者的包容度亦相對提高，此舉對系統的開發及維護上能有加分的作用。

#### 四、使用者滿意度

在資訊系統方面，利用率(utilization)及使用使用者滿意度是兩項最常被用來衡量資訊系統成功的指標(Kim et al., 1998)，但 DeLone and McLean(1992)指出，當使用者是被迫來利用資訊科技時，利用率則與績效無顯著相關性。

探討使用者滿意度的相關文獻中，Cyber(1963)首先提出使用者滿意度的概念，認為資訊系統若能提供符合使用者需求的服務，便提高了使用者的滿意度，反之，則滿意度將減低。Ives et al.(1983)認為使用者滿意度的定義為使用者視資訊系統符合其需求之程度，資訊滿意度取決於使用者認知，而非系統的技術品質。Malone(1989)認為使用者滿意度與「認知需要」、「系統接受度」、「認知有用

性」、「系統評價」、「使用者態度」等概念所含之意思息息相關。DeLone and McLean(1992)已驗證資訊系統成功之多重構面，歸納整理出六大構面包括有系統品質、資訊品質、使用、使用者滿意度、個人衝擊及組織衝擊，其中系統品質及資訊品質會直接影響使用者滿意度。DeLone and McLean(2003)提出修正的資訊系統成功模式，指出，除了原本系統品質及資訊品質等二構面會直接影響使用者滿意度外，亦納入了服務品質構面。

## 五、使用者滿意度的衡量構面

早期資訊品質的研究，大多著重在資訊系統輸出資訊的品質(Mahmood 1987, Miller and Doyle, 1987)。然而，資訊部門的角色已由過去產品提供者逐漸演變為服務提供者，所以，許多對資訊品質的研究便加入了「使用者滿意度」此衡量準則(Goodhue, 1998)。Bailey and Pearson(1983)在衡量使用者滿意度時，將其區分為四個因素構面，(1)資訊系統產出：能達到使用者的需求，且能符合對資訊的時效性、正確性、有用性及完整性等要求，使用者的使用滿意度便能提昇。(2)系統功能：大多數的系統使用者都未具有專業技術背景，對系統設計時的軟硬體並未十分了解，故容易學習及使用的介面乃是影響使用者接受該系統的重要因素之一，進而影響使用滿意度，另外系統的反應速度、穩定性及功能的全面性亦會影響使用者滿意度。(3)資訊人員的溝通與互動：使用者在使用資訊系統中，過程中若發生障礙或問題時，第一時間將會找尋資訊人員的幫助，此時與資訊人員的溝通與互動良好與否，將會直接影響使用者對系統的使用態度，進而影響使用滿意度。(4)知識與參與：由於多數的系統使用者都未具有專業技術背景，但在適當的後勤支援下，如教育訓練、師徒相傳、完整的操作手冊等，仍可使其對系統具備一定的了解，而使用者對系統知識的了解及參與程度，影響其對

系統接受度，進而造成滿意度的改變。

Klenke(1992)指出使用者滿意度係包含了系統評價、資訊人員的溝通與互動、知識與參與等三個構面，其中系統評價即涵括 Bailey and Pearson(1983)所提出的資訊系統產出及系統功能等構面。

## 參、研究方法

### 一、研究架構

本研究係以 H 銀行催收系統為例，由各分行端使用者對催收系統供應者內部 MIS 人員之服務品質滿意的觀點部份修正 DeLone and McLean (2003)系統成功模式；以使用者實際感受的服務品質與預期的服務品質二者相差的缺口作為觀察變數，分析服務品質缺口構面與使用者滿意度之關連性。本研究之觀念研究架構如圖 2 所示。

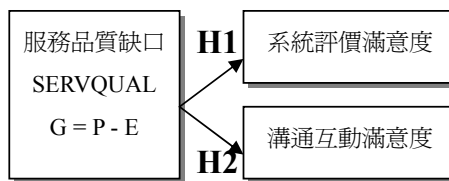


圖 2 觀念性研究架構

### 二、研究假說

基於本研究欲了解 H 銀行導入催收系統時，MIS 人員提供的服務品質缺口對其滿意度的影響。本研究依據文獻探討將各構面間的關聯性整理後，提出欲驗證之研究假說，以利實證之檢測與分析。

衡量使用者滿意度的相關研究中普遍缺乏基本理論的支持，許多學者引用及驗證 SERVQUAL 做為衡量資訊系統成功之工具(Kettinger and Lee, 1994; Pitt et al., 1995)。Fisk et al.(1993)於檢視七篇相關研究文獻之後，指出一般學者大多同意採用 SERVQUAL 作為衡量整體性服務品質之良好工具。而最近的研究

提出更多的實證支持，Jiang et al.(2002)實地調查 168 位使用者及 168 位資訊人員滿意度之後，結論證實採用 SERVQUAL 衡量使用者滿意度是極有價值的分析工具。本研究所稱之缺口即為實際感受的服務品質減去預期的服務品質，故若該缺口為正表示實際感受的服務品質大於預期的服務品質；同理，缺口為負，表示實際感受的服務品質小於預期的服務品質。

在衡量使用者滿意度的研究中，Klenke(1992)指出使用者滿意度係包含了系統評價、資訊人員的溝通與互動、知識與參與等三個構面，本研究係在研究 H 銀行催收系統使用者的滿意度，而該催收系統的開發設計大多由 H 銀行內部 MIS 人員一手包辦，僅有少數終端使用者參與其中，故本研究在衡量使用者滿意度時僅考量系統評價、資訊人員的溝通與互動等二個構面。DeLone and McLean(2003)所提出修正的資訊系統成功模式，指出，服務品質構面亦會直接影響使用者滿意度。

所以在參考 Jiang et al.(2002)、Klenke(1992)及 DeLone and McLean(2003)，本研究共推論出二個研究假說，分別為：

H1：MIS 人員提供的服務品質缺口為正時，對使用者的系統評價滿意度有顯著正面影響

H1.1：有形性服務品質缺口對使用者的系統評價滿意度有顯著影響

H1.2：可靠性服務品質缺口對使用者的系統評價滿意度有顯著影響

H1.3：快速反應服務品質缺口對使用者的系統評價滿意度有顯著影響

H1.4：信賴感服務品質缺口對使用者的系統評價滿意度有顯著影響

H1.5：關懷度服務品質缺口對使用者的系統評價滿意度有顯著影響

H2：MIS 人員提供服務品質缺口為正時，與

催收人員溝通互動滿意度有顯著正面影響

H2.1：有形性服務品質缺口與催收人員溝通互動滿意度有顯著影響

H2.2：可靠性服務品質缺口與催收人員溝通互動滿意度有顯著影響

H2.3：快速反應服務品質缺口與催收人員溝通互動滿意度有顯著影響

H2.4：信賴感服務品質缺口與催收人員溝通互動滿意度有顯著影響

H2.5：關懷度服務品質缺口與催收人員溝通互動滿意度有顯著影響

本研究根據 Parasuraman et al.(1988, 1991, 1994)、Brown et al., 1993、Kettinger and Lee(1994)等學者對服務品質缺口的定義，並根據 Malone(1989)、Klenke(1992)、DeLone and McLean(1992)、DeLone and McLean(2003)等學者對使用者滿意度的定義，將變數的衡量分為服務品質的構面及使用者滿意度的構面，有關研究構面變數的定義及衡量說明於表 1。



表 1 研究構面變數定義及衡量

衡量構面	衡量構面定義	研究變數	操作型定義	學者(年代)
服務品質 缺口	使用者在享受過服務後，主觀的認定服務所給予感受與其預期的服務品質二者的差距缺口	有形性缺口	實際感受 MIS 人員提供具有形性服務比預期來的好(例:提供服務的軟硬體)	Parasuraman et al.(1988, 1991, 1994)
		可靠性缺口	實際感受 MIS 人員提供具可靠性服務比預期來的好(例:提供者可靠且正確的服務)	Brown et al., (1993) Kettinger and Lee(1994)
		反應度缺口	實際感受 MIS 人員提供具反應性的服務比預期來的好(例:能夠迅速反應使用者的要求並提供熱心的服務)	
		信賴感缺口	實際感受 MIS 人員提供具信賴感性的服務比預期來的好(例:提供的服務能使用者對其有信心)	
		關懷度缺口	實際感受 MIS 人員提供具關懷度的服務比預期來的好(例:能滿足使用者特定需求並使其產生興趣)	
使用者 滿意度	使用者在使用後對產品或服務之主觀評價結果	系統評價滿意度	催收人員在使用催收系統後，對系統產出及功能感到滿意	Malone(1989) Klenke(1992)
		溝通互動滿意度	催收人員在使用催收系統後，對 MIS 人員的服務感到滿意	DeLone and McLean(1992, 2003)

#### 四、問卷設計

本研究依據研究目的與架構將問卷分為四個部分：(第一部分)受訪者基本資料：目的在調查使用催收系統之營業單位內部使用催收系統的情形，包括填答者基本資料、營業單位基本資料等問題。(第二部分)預期的服務品質：目的在調查填答者心目中所期待卓越的催收系統 MIS 人員應具備的服務品質，包括有形性、可靠性、反應度、信賴感及關懷度共 22 項。(第三部分)感受到的服務品質：目的在調查填答者心目中實際感受到催收系統 MIS 人員所提供的服務品質，包括有形性、可靠性、反應度、信賴感及關懷度共 22 項。(第四部分)滿意度：目的在調查 H 銀行各分行使用催收系統的情形，包括對 MIS 人員之滿意度。

#### 五、抽樣設計

目前 H 銀行無論在資產總額、授信總餘額及不良放款總數皆名列國內前三大，在市場頗具有領導指標之作用，本次研究樣本之選擇乃根據正在導入及使用催收系統 H 銀行全省計 173 個營業單位，作為本次調查之樣本，在問卷寄發前，委託兩家營業單位資深催收人員

進行前測，並針對問卷內容調整不適當的題目，以提高本問卷之內容效度。經過初步修改後，樣本選取標準以全省 173 家營業單位為受測單位，並寄發二份問卷。調查時間為 2005 年 10-11 月份。並持續以電話詢問方式，請受訪對象填寫問卷，受訪對象再以郵件或及傳真問卷的方式回收問卷，以利調查與資料蒐集。總共發出 346 份問卷，回收 169 份，扣除重複及無效的部份問卷後有效問卷為 152 份，問卷回收率為 48.84%，有效回收問卷率為 43.93%。

針對本研究的範圍及研究方法有如下四點的研究限制：(1)採問卷方式進行研究，可能會受到訪談對象之主觀意見影響而有所偏差，本研究假設訪談對象所填寫問卷之內容皆屬實。(2)衡量服務品質的方式很多，本研究則採用 SERVQUAL 作為衡量服務品質工具，為避免無法有效衡量之目的，本研究以題項分析與因素分析進行驗證及改良，以提升參考之價值(Jiang et al., 2002)。(3)本研究變數之衡量，係依 Likert Scale 量表分為五個等級並假設等級間差距皆相等，且每使用者間並無差異性存在，這與實際狀況有出入。(4)本研究僅研衡量 Parasuraman, Zeithaml and Berry(1985)服務品

質缺口五，缺口五來自缺口一至缺口四的累積，礙於時間因素，並不對缺口一至缺口四作探討。

## 六、資料分析方法

本研究之資料分析係使用 SPSS 11.0 版，依各個研究變項來進行基本分析，使用到之統計方法分別為：(1)敘述性統計分析：用來說明回收有效樣本的特性，並呈現樣本基本資料分配的情形，亦是將問卷資料進行單一變數間之敘述性分析，及對各變數之平均值作一概略性描述。(2)Cronbach's  $\alpha$  值信度分析：採用此統計方法目的，在於衡量催收系統使用者滿意度量表各構面之信度，以確認各衡量工具內部之一致性，即是指一份測驗所測得的結果之穩定性或一致性。(3)相關分析：主要目的研究在使用催收系統下，使用者滿意度與服務品質各因素間是否有顯著相關性，本研究使用 Pearson 相關係數來探討各變數間之相關性。(4)因素分析：其目的在於用少數幾個因素，去描述許多指標之間的關係，即將相互間關連性較強的幾個變數歸在同一類，本研究將 22 個問卷項目中具有信度之衡量認知服務品質題目，利用因素分析的主成分分析方法，以及最大變異法及斜交轉軸法萃取服務品質構面。(5)迴歸分析：本研究將使用者滿意度作為應變數，預期與感受到催收系統 MIS 人員所提供的服務品質之差距作為自變數，利用迴歸方法，找出較有預測作用的預測變數，依此決定具有預測作用的標準化迴歸方程式，並探討使用者滿意度可由服務品質構面解釋的程度。

## 肆、資料分析與結果

### 一、敘述統計分析

本章節主要目的是希望瞭解樣本的基本資料結構，依據問卷設計之第一部分：受訪分行基本資料描述及分析問卷回收的結果(表 2)，茲分述如下：

### (一)基本資料

如表 2 顯示，本研究調查之營業單位，平均位於北、中、南部，其中營業單位員工人數以介於 11~30 人者及 31~50 人者約佔 4/5，放款量介於 10 億~<50 億元佔 33.5%，介於 50 億~<100 億元佔 42.8%，故填答者所服務的營業單位有 2/3 以上屬於中型營業單位。此外，營業單位成立年數介於 20~<30 年佔 23%，介於 30~<40 年佔 29.6%，介於 40~<50 年佔 9.2%，50 年以上佔 8.5%，顯示所調查之營業單位營業年數 20 以上者超過七成，各方面業務均已成熟穩定。

如表 3 顯示，本研究調查對象以經辦人員佔 75%，受訪者學歷大學以上佔 56.6%，第一線工作人員約有 2/3 屬於高學歷者。此外，受訪者的金融年資介於 11~<15 年佔 31.6%，介於 15~<20 年佔 23.7%，介於 20 年以上佔 18.4%，顯示 2/3 以上的工作人員具有豐富的金融從業經驗。然而，受訪者的催收年資 5 年以下者佔有五成以上，此由於 H 銀行對於行員的工作輪調，仍依公營銀行的傳統，需從最基層的存匯、外匯及徵授信部門等一步步歷練，待熟悉銀行大部分的業務後，方有能力擔任催收人員此一職位。

表 2 樣本營業單位基本資料

所在位置	次數	有效百分比	成立年數	次數	有效百分比
北部(含新竹以北)	53	34.9	10 年以下	12	7.9
中部(含嘉義以北)	51	33.5	10~<20 年	28	18.4
南部(嘉義以南)	48	31.6	20~<30 年	35	23.0
員工人數	次數	有效百分比	30~<40 年	45	29.6
10 人(含)以下	0	0	40~<50 年	14	9.2
11~30 人	70	46.0	50 年以上	13	8.5
31~50 人	62	40.8	遺漏值	5	3.4
51 人以上	20	13.2	催收人數	次數	有效百分比
放款量	次數	有效百分比	1 人	13	8.6
10 億元(不含)以下	4	2.6	2~5 人	137	90.1
10 億~<50 億元	51	33.5	6~10 人	2	1.3
50 億~<100 億	65	42.8	催收人員參加教育訓練比例	次數	有效百分比
100 億(含)以上	32	21.1	25%以下	21	13.8
預計使用催收系統人數	次數	有效百分比	25%~<50%	71	46.7
1 人	18	11.8	50%~<75%	39	25.7
2~5 人	134	88.2	75%以上	21	13.8

表 3 受訪者基本資料

職級	次數	有效百分比	金融年資	次數	有效百分比
襄理級(含專員)	38	25.0	5 年以下	16	10.5
經辦人員	114	75.0	5~<10 年	24	15.8
學歷	次數	有效百分比	11~<15 年	48	31.6
高中(含)以下	12	7.9	15~<20 年	36	23.7
專科	54	35.5	20 年以上	28	18.4
大學	76	50.0	催收年資	次數	有效百分比
研究所	10	6.6	5 年以下	78	51.3
理想的提升工作效率	次數	有效百分比	5~<10 年	59	38.8
20%以下	24	15.8	11~<15 年	15	9.9
20%~<40%	62	40.8	接受教育訓練時數	次數	有效百分比
40%~<60%	40	26.3	4 小時以下	17	11.2
60%~<80%	19	12.5	4~<8 小時	28	18.4
80%以上	7	4.6	8~<12 小時	36	23.7
			12 小時以上	71	46.7

## 二、服務品質缺口構面分析

此部分主要是分析原始問卷的服務品質預期與實際感受調查情況，主要是分析系統使用者對原始問卷的 22 個問項之實際感受與預期的平均數，並以 T 檢定檢測二者間是否有存在顯著差異，如表 4 所示。顯示在 22 個題項中，除了 3、4、5、9、16 等 5 個題項無顯著差異外，其餘 17 個題項均達顯著差異，且大多使用者實際感受到的服務均大於其所預期的服務，惟 MIS 人員在解決問題的態度及幫助人的意願上，使用者的實際感受平均數小於預期服務水準，表示仍有改善空間。

表 4 服務品質預期與實際感受調查情況

問卷題項	預期平均數 (E)	實際平均數 (P)	差異平均數 Q=P-E	T 值
1.及時更新設備	2.86	3.03	0.17	4.165***
2.持續不斷提供設備	2.79	2.95	0.16	4.367***
3.設備在視覺上吸引人	2.89	2.92	0.03	0.920
4.MIS 人員穿著是適當	3.11	3.11	0.00	0.000
5.會如期達成所承諾的事	3.15	3.15	0.03	0.110
6.抱著誠懇態度解決問題	2.51	2.35	-0.16	-2.210*
7.MIS 人員是可信賴	2.55	2.63	0.08	2.395*
8.按承諾時間提供服務	3.81	3.96	0.15	5.031***
9.MIS 人員保有零錯誤記錄	2.95	2.95	0.00	0.000
10.正確告知服務時間	3.14	3.19	0.05	1.621
11.樂於幫助人	2.68	2.48	-0.20	-5.502***
12.提供快速服務	2.74	2.94	0.20	6.015***
13.不因忙碌而未回應需求	2.52	2.74	0.22	6.609***
14.MIS 人員行為讓人有信心	2.16	2.26	0.10	3.623***
15.服務讓人有安全感	2.30	2.41	0.11	4.248***
16.有足夠專業知識	2.77	2.79	0.02	0.873
17.保持謙遜態度	2.69	2.80	0.11	3.241***
18.服務讓人產生個人興趣	2.20	2.58	0.38	7.374***
19.有令人印象深刻員工	2.54	2.64	0.10	3.274***
20.服務讓人感到興趣	2.61	2.73	0.11	3.422***
21.服務讓人感到便利	2.73	2.89	0.16	4.839***
22.瞭解使用人員特定需求	2.90	3.12	0.22	7.395***

註：\*P<0.05；\*\*\*P<0.001

### 三、服務品質缺口的因素及信度分析

首先，檢驗本研究使用者對服務品質缺口量表，以 Bartlett 球形檢定及 KMO 檢定，其值分別為 599.074 和 0.726，P 值小於 0.05，得知量表題項間具有共同因素，適合進行因素分析。服務品質缺口的因素分析結果(表 5)，解釋變異量分別為有形性(26.196%)、可靠性(15.161%)、反應度(11.034%)、信賴感(9.087%)以及關懷度(8.301%)，累積解釋變異量為 69.779%。

由表 5 得知，所萃取出的服務品質因素與 Parasuraman et al. (1988)所探討的因素相符合，其中第一個因素包含「及時更新設備」、「設備在視覺上能吸引人」、「持續提供實體設備」等題項，綜觀彼此間的關連性，將此因素命名為「有形性」。第二個因素包含「承諾能於時間內達成」、「能秉持著誠懇的態度來解決問題」、「MIS 人員是可依靠的」、「承

諾時間內提供服務」等題項，綜觀彼此間的關連性，將此因素命名為「可靠性」。第三個因素包含「正確告知服務時間」、「提供快速服務」、「MIS 人員是樂於幫忙」、「不因忙碌而忽略使用人員的請求」等四個題項，綜觀彼此間的關連性，將此因素命名為「反應度」。第四個因素包含「MIS 人員行為讓人有信心」、「讓使用人員有安全感」、「MIS 人員保持謙遜態度」、「MIS 人員有足夠專業知識」等四個題項，綜觀彼此間的關連性，將此因素命名為「信賴感」。第五個因素包含「讓使用人員產生興趣」、「服務時間讓人感到便利」、「MIS 人員是讓人印象深刻」、「瞭解使用人員特定需求」等多個題項，綜觀彼此間的關連性，將此因素命名為「關懷度」。

研究之信度乃用來反應測量結果的一致性，通常衡量信度採用 Cronbach's  $\alpha$  作為指標，在選取內部一致性的題項方面，係藉由刪除該題項後的  $\alpha$  值(Alpha if deleted)高於該分

類的 Cronbach's  $\alpha$ ，以提高問卷的信度的作法，經刪除不適當的題項後，所有題項  $\alpha$  值均低於該分類的  $\alpha$  值，且信度亦較原先未刪除不適當題項時為高，本研究先將 SERVQUAL 22 項量表中，實際感受服務品質與預期服務品質

的差距(G=P-E)進行信度(reliability)分析，如表 5，其中所檢測出的 Cronbach's  $\alpha$  值均大於 0.6 以上，表示本研究問項具有信度。

表 5 服務品質缺口的因素分析

題目	題目摘要	負荷量	特徵值	解釋變異%	累積解釋變異%	因素命名	Cronbach $\alpha$
1	及時更新設備	0.878	3.667	26.196	26.196	有形性	0.857
4	持續不斷提供設備	0.772					
2	設備在視覺上吸引人	0.761					
3	MIS 人員穿著是適當	0.553					
5	會如期達成所承諾的事	0.835	2.121	15.161	41.357	可靠性	0.687
6	抱著誠懇態度解決問題	0.744					
7	MIS 人員是可信賴	0.743					
8	按承諾時間提供服務	0.738					
9	MIS 人員有零錯誤記錄	0.519					
10	正確告知服務時間	0.807	1.546	11.034	52.391	反應度	0.818
12	樂於幫助人	0.793					
11	提供快速服務	0.735					
13	不因忙碌而未回應需求	0.683					
14	MIS 人員讓人有信心	0.806	1.273	9.087	61.478	信賴感	0.704
15	服務讓人有安全感	0.742					
17	有足夠專業知識	0.726					
16	保持謙遜態度	0.683					
18	服務讓人產生個人興趣	0.788	1.164	8.301	69.779	關懷度	0.742
20	有令人印象深刻員工	0.771					
21	服務讓人感到興趣	0.739					
19	服務讓人感到便利	0.723					
22	瞭解使用人員特定需求	0.699					

Klenke(1992)所討論的因素相符合。

#### 四、滿意度的因素及信度分析

檢驗本研究滿意度量表之效度，以 Bartlett 球形檢定及 KMO 檢定，其值分別為 224.510 和 0.751，P 值小於 0.05，得知量表題項間具有共同因素，適合進行因素分析(林師模、陳苑欽，民 93)。滿意度的因素分析結果(表 6)，解釋變異量分別為系統評價(42.681%)、溝通互動(28.237%)，累積解釋變異量為 70.918%。由表 6 得知，所萃取出來的滿意度項目因素與

其中第一個因素包含「系統品質」、「系統產出品質」、「對系統感到滿意」等三個題項，綜觀彼此間的關連性，將此因素命名為「系統評價」。第二個因素包含「對 MIS 人員服務感到滿意」、「經常使用系統」等四個題項，綜觀彼此關連的，將此因素命名為「溝通互動」。本研究將兩個概念的滿意度分別為系統評價滿意度三個題目與溝通互動滿意度四個題目，進行信度(reliability)分析。

表 6 滿意度的因素分析

題目	題目摘要	負荷量	特徵值	解釋變異%	累積解釋變異%	因素命名	Cronbach $\alpha$
3	對資訊品質感到滿意	0.759	2.315	42.681	42.681	系統評價 滿意度	0.688
5	對系統感到滿意	0.703					
2	對系統品質感到滿意	0.688					
4	經常使用該系統	0.753	1.382	28.237	70.918	溝通互動 滿意度	0.670
7	提升單位營運績效	0.752					
6	提升人員工作績效	0.707					
1	對所提供服務感到滿意	0.696					

### 五、樣本特性與滿意度變異數分析

將不同使用者的背景特性對滿意度進行單因子變異數分析(one-way ANOVA)，希望分析不同的基本資料背景，是否會對滿意度產生顯著差異，本研究將對使用者的職級、學歷及服務單位所在地的不同進行單因子變異數分析。

#### (一)地區別對滿意度之變異數分析

如表 7 所示，不同地區使用者對系統評價滿意度有明顯的不同；進行 Scheffe 多重比較法作事後比較分析，發現以北部地區對系統評價滿意度較高，係由於北部地區的營業單位不良放款情況較中、南部地區嚴重，催收人員使用催收系統，可達到降低不良放款的效率，故對系統評價滿意度較高。在溝通互動滿意度方面，在地區別中則沒有明顯的差異。

表 7 地區別對滿意度之變異數分析

整體衡量項目	平均數(標準差)			F 值	Scheffe
	A 北部	B 中部	C 南部		
系統評價滿意度	3.67 (0.38)	3.54 (0.44)	3.58 (0.41)	4.37**	A>B, C
溝通互動滿意度	3.71 (0.31)	3.69 (0.37)	3.7 (0.35)	0.682	

註:\*\*表示 p<0.01；平均數：1 極不同意, 2 不同意, 3 普通  
4 同意, 5 極為同意

#### (二)學歷對滿意度之變異數分析

如表 8 所示，不同學歷使用者對系統評價滿意度及溝通互動滿意度均有明顯的差異。本研究進行 Scheffe 多重比較法作事後比較分析，發現研究所學歷使用者與專科以下學歷使用者之間有明顯差異，研究所使用者對系統評價滿意度及溝通互動滿意度均高於專科以下使用者，大學學歷與其他二者之間無明顯差異。由於較高學歷使用者對資訊系統的瞭解較深入，相對在和 MIS 人員溝通時能有較佳的互動。

表 8 學歷對滿意度之變異數分析

整體衡量項目	平均數(標準差)			F 值	Scheffe
	A 專科以下	B 大學	C 研究所		
系統評價滿意度	3.57 (0.42)	3.61 (0.40)	3.66 (0.39)	4.447**	A<C
溝通互動滿意度	3.65 (0.43)	3.73 (0.29)	3.78 (0.35)	3.936**	A<C

註:\*\*表示 p<0.01；平均數：1 極不同意, 2 不同意, 3 普通  
4 同意, 5 極為同意

#### (三)職級對滿意度之變異數分析

如表 9 所示，不同職級使用者對系統評價滿意度及溝通互動滿意度有明顯的不同，其中以經辦人員對系統評價滿意度及溝通互動滿意度較主管來得高，係因催收系統多由第一線經辦人員操作較多，若使用時發生疑問，亦多由經辦人員和 MIS 人員溝通較多，所以經辦人員無論對系統或 MIS 人員均較主管人員為熟悉，較易獲得正面評價。

表 9 職級對滿意度之變異數分析

整體衡量項目	平均數(標準差)		t 值
	A 經辦人員	B 襄理以上	
系統評價滿意度	3.69(0.33)	3.33(0.51)	4.202**
溝通互動滿意度	3.72(0.34)	3.63(0.43)	4.465**

註:\*\*表示 p<0.01；平均數：1 極不同意, 2 不同意, 3 普通  
4 同意, 5 極為同意

### 六、相關分析

探討 SERVQUAL 的構面對於系統評價滿意度及與 MIS 人員溝通互動滿意度是否會有顯著關係，首先以相關矩陣分別分析系統評價滿意度與服務品質五個構面的因素彼此間是否存在相關且顯著的關係(表 10)及與 MIS 人員溝通互動滿意度與服務品質五個構面的因素彼此間是否存在相關且顯著的關係(表 11)。

表 10 系統評價滿意度與服務品質缺口之  
相關係數矩陣

系統 評價 滿意度	有形性 缺口	可靠性 缺口	反應度 缺口	信賴感 缺口	關懷度 缺口	
系統 評價 滿意度	1					
有形性 缺口	0.346*	1				
可靠性 缺口	0.589**	0.512**	1			
反應度 缺口	0.435*	0.647**	0.599*	1		
信賴感 缺口	0.157	0.552*	0.558*	0.621*	1	
關懷度 缺口	0.181	0.564*	0.394*	0.413*	0.662*	1

註: \*表示  $p < 0.05$ , \*\*表示  $p < 0.01$

表 11 與 MIS 人員溝通互動滿意度與  
服務品質缺口之相關係數矩陣

溝通互 動滿意 度	有形性 缺口	可靠性 缺口	反應度 缺口	信賴 感 缺口	關懷 度 缺口
溝通 互動 滿意度	1				
有形性 缺口	0.257	1			
可靠性 缺口	0.248	0.512**	1		
反應度 缺口	0.384*	0.647**	0.599**	1	
信賴感 缺口	0.409**	0.552*	0.558**	0.621*	1
關懷度 缺口	0.557**	0.564**	0.394*	0.413*	0.66 2** 1

註: \*表示  $p < 0.05$ , \*\*表示  $p < 0.01$ , \*\*\*表示  $p < 0.001$

本研究發現有形性、可靠性、反應度等三個構面與系統評價滿意度間具有高度關連及顯著的關係，而有形性、信賴感、關懷度等三個構面與 MIS 人員溝通互動滿意度間具有高度關連及顯著的關係。接著，採用逐步迴歸的方式檢定服務品質與系統評價滿意度的差異情形(表 12)及服務品質與 MIS 人員溝通互動滿意度間的差異情形(表 13)。

在顯著水準設為 0.05，結果發現除了與有形性、可靠性具顯著關係之外，其他三個構面均未對系統評價滿意度有顯著的關係，在顯著水準設為 0.05，結果發現除了與反應度、信賴

感、關懷度具顯著關係之外，其他二個構面均未對與 MIS 人員溝通互動滿意度有顯著的關係。

表 12 SERVQUAL 與系統評價滿意度之  
迴歸係數分析表

	$\beta$	標準誤	標準化 $\beta$ 係數	P-Value
(常數)	3.732	0.089		
有形性缺口	0.137	0.082	0.225*	0.048
可靠性缺口	0.139	0.079	0.238*	0.039
$R^2$	0.225			
調過後的 $R^2$	0.166			
估計的標準誤	0.379			
F 檢定	3.985*			
Durbin-Watson	1.791			

註: \*表示  $p < 0.05$

表 13 SERVQUAL 與 MIS 人員溝通互動  
滿意度之迴歸係數分析表

	$\beta$	標準誤	標準化 $\beta$ 係數	P-Value
(常數)	3.8	0.09		
反應度缺口	0.259	0.089	0.344**	0.003
信賴感缺口	0.0959	0.013	0.129**	0.042
關懷度缺口	0.0984	0.06	0.218**	0.031
$R^2$	0.287			
調過後的 $R^2$	0.139			
估計的標準誤	0.371			
F 檢定	3.812*			
Durbin-Watson	1.071			

註: \*\*表示  $p < 0.01$

## 伍、結論與建議

### 一、研究結論

在本研究假說中，H 銀行導入催收系統時，MIS 人員所提供服務品質之有形性、可靠性、反應度、信賴感及關懷度的五項缺口對系統評價滿意度以及與 MIS 人員溝通互動滿意度均有顯著影響。從實證結果發現，服務品質之有形性、可靠性正向缺口對系統評價滿意度有正向的直接影響，顯示使用者對 MIS 人員提供服務品質之有形性、可靠性的實際感受程度大於預期程度越高時，則會正面提升對系統評價的滿意度，故本研究 H1.1 和 H1.2 成立；而 MIS 人員服務品質之反應度、信賴感及關懷度三項缺口經驗證後，發現對使用者與 MIS 人員溝通互動滿意度有正向的迴歸係數，故本

研究推論使用者感受到該三項服務品質的實際程度比預期服務品質為高時，則與 MIS 人員溝通互動滿意度會越高，故本研究 H2.3、H2.4 和 H2.5 成立。

本研究的研究假說並非如預期的推論，大都為部分成立，此原因乃由於如受訪者基本資料所示，催收人員大都具有相當資歷(年紀稍長)的金融從業人員，對新事物的導入會有抗

拒心理或學習困難的壓力，加上催收流程電腦化，可能損及其工作機會，故在人心惶惶之下推動此一新系統，使用者普遍存在著觀望態度，並不對此一新催收系統存有太大的期待，故預期心態往往不佳。本研究假說之實證結果彙整於表 14。

表 14 本研究假說之實證結果

研究假說	實證結果
H1：MIS 人員提供的服務品質缺口為正時，則對使用者的系統評價滿意度有顯著正面影響	部分成立
H1.1：有形性服務品質缺口對使用者的系統評價滿意度有顯著影響	成立
H1.2：可靠性服務品質缺口對使用者的系統評價滿意度有顯著影響	成立
H1.3：快速反應服務品質缺口對使用者的系統評價滿意度有顯著影響	不成立
H1.4：信賴感服務品質缺口對使用者的系統評價滿意度有顯著影響	不成立
H1.5：關懷度服務品質缺口對使用者的系統評價滿意度有顯著影響	不成立
H2：MIS 人員提供服務品質缺口為正時，則與催收人員溝通互動滿意度有顯著正面影響	部分成立
H2.1：有形性服務品質缺口與催收人員溝通互動滿意度有顯著影響	不成立
H2.2：可靠性服務品質缺口與催收人員溝通互動滿意度有顯著影響	不成立
H2.3：快速反應服務品質缺口與催收人員溝通互動滿意度有顯著影響	成立
H2.4：信賴感服務品質缺口與催收人員溝通互動滿意度有顯著影響	成立
H2.5：關懷度服務品質缺口與催收人員溝通互動滿意度有顯著影響	成立



由於先前 H 銀行的催收系統仍停留在人工及簡易電腦處理方式，使得處理流程顯得格外緩慢，例如帳務資料的取得，訴訟流程的控管，皆需由催收人員用人工來進行，常因人為疏忽，導致整個催收文書流程曠日費時，但在新的催收系統導入後，穩定的系統產出及資訊品質，使得在作業流程可以化繁為簡，節省人力，所以催收人員在接觸此一新系統時，對催收流程效率的改變將有明顯不同的感受，高於其所預期，因此在系統評價方面，有形性及可靠性的服務品質是催收人員所關注的重點，故對系統評價有顯著影響。相對而言，能提供可靠的系統前提下，反應度、信賴感、關懷度之服務品質的優劣，催收人員的感受較不深刻。

在與人員互動層面，由於 H 銀行早期為一公營銀行，催收人員多為資深的從業人員，已對公家機關的文化已較為習慣，且同事之間的互動也較為熟悉，然而 H 銀行在民營化後，高階管理階層即不斷要求提升人員的服務品質，以提高競爭力，尤其以第一線工作人員為要求對象，而因 MIS 人員不需直接面對客戶，僅在資訊系統出現問題時，才需面對銀行第一線使用同事，故其服務品質的提升較不受高層主管的關注，也較令人垢病，所以系統使用者對其服務品質不會有太高的預期，然而因新催收系統的導入會受到高層的注意，且其與同事的接觸較為頻繁，故 MIS 人員的反應度、信賴感、關懷度之服務品質的改變，原本與其頗熟悉的催收人員，在與其溝通互動時，將可明顯感受到，所以反應度、信賴感、關懷度對溝通互動有顯著影響，而有形性及可靠性方面，由於催收人員已經習慣其運作方式，將較不為注重，感受較不明顯。

## 二、研究發現

研究結果發現影響滿意度可區分為系統層面與人員互動層面兩種，而影響系統層面的滿意度之因素為「有形性」及「可靠性」服務

品質，顯示催收人員在面臨金融環境劇變動之下，不得不選擇適應新的催收系統，在傳統 H 銀行體系之下，催收人員的公務人員心態逐漸淡化，因此當導入新的催收系統時，也希望 MIS 人員能提供出一套品質穩定且所有疑難雜症都能迅速的催收系統，讓其能安心使用。畢竟，催收系統的導入並不會絕對降低催收數字，尚需平時持續不斷催收工作的進行，故在人力精簡、工作量不減輕的前提下，MIS 人員適時提供可靠且又零失誤的服務，將會影響催收人員對系統評價的滿意度。

本研究的另一個發現為催收系統的實質效能(涵蓋軟硬體以及 MIS 人員確實有效及時處理問題)將有助於雙方的互動關係。例如催收系統硬體設施的穩定運行，將有助於催收人員的操作使用，進而提昇工作效能，甚至能夠與 MIS 人員相互討論其系統功能，提升整體催收系統的效益。而 MIS 人員及時提供可靠的服務方式，將有利於催收人員的接受程度，此舉對於 H 銀行的整體資訊化的導入將扮演舉足輕重的角色。

## 三、研究貢獻

本研究結果將有助於提供未來準備導入催收系統之金融機構，在進行實際規劃與導入作業時，無論第一線的 MIS 人員或者外包之系統廠商，均應該提供充分的教育訓練以及適當的事後協助操作，以降低雙方認知的差距，如此才能夠創造雙贏的局面，以利系統的順利上線。

本研究首次調查國內金融機構導入催收系統 MIS 人員提供服務品質與催收經辦人員認知的滿意度之關係，藉此研究結果將有助於未來金融機構導入類似系統的一項重要參考依據。

若服務提供者(例如：MIS 人員)之服務品質不佳，將容易導致使用人員在操作催收系統

時並未發揮應有之功能，亦會造成資訊系統及企業組織的運作有問題，而現今的資訊系統往往是經由許多相互依賴之支援系統來運作，這些因素均影響資訊與系統之可用性；例如：MIS 人員提供之網際網路服務應包含確保網路的暢通，或是系統運作之硬體與作業系統等維護工作，當失去網際網路服務會造成資訊中斷，也會影響到催收人員的使用效率。

#### 四、研究建議

本研究調查的時間點為 H 銀行正在導入催收系統的階段，故尚無法判斷催收系統成功與否，惟僅能利用 H 銀行自行導入催收系統的 MIS 團隊所提供的服務品質來調查催收經辦人員之滿意度，建議後來有意調查類似議題之研究者，將可涵蓋導入後的狀況，如此將可完整呈現催收系統導入的週期狀況，甚至進行導入前後的比對以及效益的提升幅度。

本研究僅調查 H 銀行導入催收系統，而未對其他金融機構進行調查，故尚無法全盤了解國內整體金融機構使用催收系統的效益，建議未來研究者可針對國內已經導入催收系統之金融業進行大規模調查，此舉將有助於通盤呈現催收系統對催收數據的影響性。

#### 參考文獻

- [1]王怡舜、湯宗益、湯宗泰(民91)，「電子商務之服務品質衡量模式：以數位行銷為例」，中華管理學報，第3卷，第3期，頁75-94。
- [2]林師模、陳苑欽(民93)，多變量分析管理上的應用，雙葉書廊。
- [3]許立武(民91)，證券業網路下單消費者行爲與服務品質之探討，東華大學企業管理學系碩士論文。
- [4]顏永森(民89)，銷售網站服務品質對消費者態度影響之研究，政治大學企業管理學系博士論文。
- [5]Bailey, J.E. and Pearson, S.W. (1983), "Development of a tool for measuring and analyzing computer user satisfaction," *Management Science*, 29(5), pp.530-545.
- [6]Barooudi, J.J. and Orlikowski, W.J. (1988), "A short- form measure of user information satisfaction: a psychometric evaluation of notes on use," *Journal of Management Information Systems*, 4(4), pp.44-59.
- [7]Bashein, B.J., Markus, M., and Riley, P. (1994), "Preconditions for BPR success and how to prevent failures," *Information Systems Management*, 13(1), pp.7-13.
- [8]Bitner, M. (1990), "Evaluation service encounters: the effects of physical surroundings and employees relations," *Journal of Marketing*, 54(2), pp.69-82.
- [9]Chase, R.B., and Tansik, D.A. (1983), "The customer contact model for organization design," *Management Science*, 29(9), pp.1037-1050.
- [10]Churchill, G.A. (1979), "A paradigm for developing better measures of marketing concept," *Journal of Marketing Research*, 16, pp.64-73.
- [11]Conrath, D.W. and Mignen, O.P. (1990), "What is being done to measure user satisfaction with EDP/MIS," *Information & Management*, 19(1), pp.7-19.
- [12]Cyber, R.M. and March, J (1963), *A behavior theory of the firm*, London: Blacewell.
- [13]DeLone, W.H. and McLean, E.R. (1992), "Information systems success: the quest for the dependent variable," *Information Systems Research*, 3(1), pp.60-95.
- [14]DeLone, W.H. and McLean, E.R. (2003), "The DeLone and McLean model of information systems success: a ten-year update," *Journal of Management Information Systems*, 19(4), pp.9-30.
- [15]Deming, W.E.(1981-82), "Improvement of Quality and Productivity through action by management," *National Productivity*

- Review, pp.12-22.
- [16]Ferguson, J.M. and Zawacki, R.A. (1993), "Service Quality: A critical success factor for IS organizations," *The Executive's Journal*, 9(2), pp.24-30.
- [17]Fisk, R.P., Brown, S.W., and Bitner, M.J. (1993), "Tracking the evolution of the services marketing literature," *Journal of Retailing*, 69(1), pp.61-103.
- [18]Garvin, D.A. (1984), "What does Product Quality Really Mean?" *Sloan Management*, Vol.26, pp.25-43.
- [19]Ives, B., Olsen, M.H., and Baroudi, J.J. (1983), "The measurement of user information satisfaction," *Communications of the ACM*, 26(10), pp.785-793.
- [20]Jiang, J.J., Klein, G., and Carr, C.L. (2002), "Measuring information systems service quality: SERVQUAL from the other side," *MIS Quarterly*, 26(2), pp.145-166.
- [21]Joshi, K.(1990), "An investigation of equity as a determinant of user information satisfaction," *Decision Science*, 21(4), pp.786-807.
- [22]Kettinger, W.J. and Lee, C.C. (1994), "Perceived service quality and user satisfaction with the information services function," *Decision Sciences*, 25(5-6), pp.737-765.
- [23]Kim, C., Suh, K. and Lee, J. (1998), "Utilization and User Satisfaction in End-User Computing: A Task Contingent Model," *Information Resources Management Journal*, 4(4), pp.11-24
- [24]Klenke, M. (1992), "Construct and critique of user satisfaction and user involvement instructions," *INFOR*, 4(3), pp.325-348.
- [25]Li, E.Y. (1997), "Perceived importance of information system success factors: A meta analysis of group differences," *Information & Management*, 32(1), pp.15-28.
- [26]Malone, N.P. (1989), "A theoretical assessment of the user-satisfaction construct in information systems research," *Management Science*, 36(1), pp.76-91.
- [27]Moad, J. (1989), "Asking users to judge IS," *Datamation*, 35(21), pp.93-100.
- [28]Parasuraman, A., Zeithaml, V.A., and Berry, L.L. (1988), "SERVQUAL: a multiple-item scale for measuring consumer perceptions of service quality," *Journal of Retailing*, 64(1), pp.12-40.
- [29]Parasuraman, A., Zeithaml, V. A., and Berry, L. L. (1991)., "Refinement and reassessment of the SERQUAL scale," *Journal of Retailing*, 67(4), pp.420-450.
- [30]Parasuraman, A., Zeithaml, V.A., and Berry, L.L. (1994), "Reassessment of expectations as a comparison standard in measuring service quality: implications for further research," *Journal of Marketing*, 58(1), pp.111-124.
- [31]Pitt, L.F., Watson, R.T., and Kavan, C.B. (1995), "Service quality: a measure of information systems effectiveness," *MIS Quarterly*, 19(2), pp.173-188.
- [32]Raymond, L.(1987), "Validating and applying user satisfaction as measure of MIS success in small organizations," *Information & Management*, 12(4), pp.173-179.
- [33]Rockart, J.F. (1982), "The changing role of the information systems executive: a critical success factors perspective," *Sloan Management Review*, 24(1), pp.3-13.
- [34]Saunders, C.S., and Jones, J.W. (1992), "Measuring performance of the information system function," *Journal of Management Information Systems*, 8(4), pp.63-82.

- [35]Seddon, P.B. and Kiew, M.Y. (1996), "A partial test and development of DeLone and Mclean's model of IS success," Australian Journal of Information Systems, pp.90-109.
- [36]Van Dyke, T.P., Kappelman, L.A., and Prybutok, V.R. (1997), "Measuring information systems service quality: concerns on the use of the SERVQUAL questionnaire," MIS Quarterly, 21(2), pp.195-208.
- [37]Wilkin, C. and Hewitt, B. (1999), "Quality in an expectation of DeLone and McLean's IS success model," in M. Khozrowpour (ed.), Proceedings of 1999 IRMA International Conference, Hershey, PA: Idea Group Publishing, pp.663-672.
- [38]Zeithaml, V.A., Berry, L.L., and Parasuraman, A. (1988), "Communication and control process in the delivery of service quality," Journal of Marketing, 52(2), pp.35-48.





## 整合模糊鑑別分析與類神經網路於資料探勘上之應用 Integrating Fuzzy Discriminant Analysis And Neural Networks In The Application Of Data Mining

呂奇傑

清雲科技大學工業工程與管理系

[jerrylu@cyu.edu.tw](mailto:jerrylu@cyu.edu.tw)

邱志洲

台北科技大學商業自動化與管理研究所

李天行

輔仁大學管理學研究所

### 摘要

隨著資訊科技的進步以及電子化時代的來臨，各企業所儲存的消費者資料量越來越龐大。在這種情況下，企業的焦點已從以往的資料蒐集與整理，轉變成如何有效的利用資料庫進行資訊的獲取與儲存。換言之，企業如何因應外界的競爭，能快速且有效的從資料庫中取得有用的資訊，並反應市場或消費者的需求，已成為各企業急於解決的重要議題之一。本研究嘗試提出一整合模糊鑑別分析與類神經網路之兩階段模式建構程序(整合模式)，進行資料探勘中判別模式的建立。主要的研究重點乃針對類神經網路學習時間較長的缺點進行改善，希望藉由整合來自模糊鑑別分析結果的額外資訊以提供類神經網路一個良好的起始原點，並提昇類神經網路的學習、辨識能力，進而建立一更為快速、精確的判別模式。為驗證提出方法的可行性，本研究針對兩組不同資料進行判別模式的建構，其一為統計教科書中常用的鸚尾花資料；另一則為台灣某大型銀行的信用卡客戶使用資料。研究結果顯示，在二組實證資料下，類神經網路與模糊鑑別分析判別結果的績效是優劣互見。而本研究所提之整合模式，不論在鸚尾花或是銀行信用卡的資料方面，其判別結果均較單純使用類神經網路者為佳，且網路收斂速度也較快；再者，與模糊鑑別分析相較，演化式模糊類神經網路分類技術在鸚尾花資料的判別結果上與模糊鑑別分析相同；但在銀行信用卡資料上，判別結果則遠較模糊鑑別分析為佳。

**關鍵字：**資料探勘、模糊鑑別分析、類神經網路、分類問題

## **Abstract**

Data mining is an art of finding patterns in data and is a new approach based on a general recognition that there is undraped value in large databases and utilities data-driven extraction of information. The artificial neural network is becoming a very popular alternative in the prediction and classification tasks due to its associated memory characteristic and generalization capability. However, neural network has been criticized by its long training process in the application of modeling the classification problems. In order to solve the above-mentioned drawback, the proposed study trying to explore the performance of data classification by integrating the artificial neural networks technique with the fuzzy discriminant analysis approach. To demonstrate the inclusion of the classification result from the fuzzy discriminant analysis would improve the classification accuracy of the designed neural networks, classification tasks are performed on two data sets, the often used Iris data and one practical bank credit card data. As the results reveal, the proposed integrated approach provides a better initial solution and hence converges much faster than the conventional neural networks. Besides, in comparison with the traditional neural network approach, the classification accuracies increase for both cases in terms of the proposed methodology. Moreover, the superiority of the proposed technique can be observed by comparing the classification results using only fuzzy discriminant analysis approaches.

**Key words** : data mining, fuzzy discriminant analysis, neural network, classification



## 一、緒論

由於企業競爭的全球化與白熱化，以及資訊科技與管理技術的一日千里，對產業帶來了巨大的衝擊。企業的競爭優勢已不只是單純的建構在豐厚的資金或是龐大的土地上，而亦將取決於能否善用所擁有的資訊，使其成為企業競爭的利器。而在電腦科技與資料庫技術快速進步的今日，企業雖較以往擁有更大量的資料，然而對於經營或是行銷方面的決策，卻仍不盡完善。深究其原因，不難發現癥結在於資訊的利用不足。因此，如何利用資訊技術管理及分析所擁有的資料，使其成為有用的資訊，並作為企業決策時的參考依據，已成為現代企業所必須重視的課題。

資料探勘(data mining)是目前資料庫(database)應用的領域中，一項熱門的研究議題，主要是從資料庫、資料倉儲(data warehouse)或其他資訊儲存體的大量資料中，將有價值的隱藏知識發掘出來的過程，而這些讓人感興趣的知識常以樣式(patterns)、關聯性(associations)、變化(changes)、不規則且重要的架構(anomalies and significant structures)等方式呈現[1]。換言之，資料探勘著重的是資料庫的再分析，包括模式的建構或是資料樣式的決定，主要目的是發現資料庫擁有者先前關心卻未曾知悉的有價值資訊(Hand, 1998)。有關資料探勘的應用則可概分為分類問題(classification)、趨勢分析(trend analysis)、分群模式(clustering)、關聯分析(association)以及順序型樣(sequence pattern)等五大類型[2]。其中分類問題是根據事先定義的屬性針對資料進行分類處理；趨勢分析則利用現有的數值預測未來的數值；分群模式則是以資料屬性的相似

性為根據，將資料分為幾個群組，使群組成員間屬性的相似度能呈現群內差異小、群間差異大的狀況；而關聯分析則是在交易資料中找出各物件間的關聯性，用以發掘出購買者的消費行為模式；順序型樣則是找出經常發生的關聯順序，用以瞭解某時段內的可預期行為特徵。在上述的應用議題中，有關分類問題的討論一直是社會科學中最受重視的範疇之一。截至目前為止，針對此一應用已發展出許多的分類工具，包括了統計、無母數以及人工智慧方法。在統計方法方面以羅吉斯迴歸(logistic regression)以及鑑別分析(discriminant analysis)最常被引用，而相較於其他方法而言，鑑別分析是最常被用於分類問題的統計方法[3]。然而鑑別分析常被運用於針對已知樣本點，進行完全屬於或完全不屬於某一群組的二元分類，是以該方法對於資訊不明確，或群組劃分界線有重疊(overlapping)現象的資料，往往無法得到良好的結果。為解決上述問題，文獻中已有模糊鑑別分析(fuzzy discriminant analysis)技術的發展，其相關研究可參考 Watanabe *et al.*[4]及 Chen *et al.*[5]。而在無母數統計與人工智慧的分析方法中，亦已發展出許多的技術，其中當然包含了近年來常被討論的類神經網路模式(artificial neural networks, ANNs)。由於類神經網路沒有傳統統計方法建構模式時需要滿足許多假設條件的要求，且具備了建構非線性模式的優越能力，因此，類神經網路已逐漸被引用於解決分類問題上。雖然如此，相對於其他資料探勘的技術而言，類神經網路的主要缺點為訓練、學習時間較長 [6]。

為了解決類神經網路方法現有的缺點並增加模式判別的精確度，本研究嘗試提出一整合模糊鑑別分析與類神經網路的兩階段判別模式建構程序。即先利用模糊鑑別分析進行分

類模式之建構，再將其辨別之結果作為類神經網路的額外輸入資訊，以提供類神經網路一個良好的起始原點，再透過類神經網路的學習、辨識能力，發展一個更為快速、精確的判別模式。為驗證所提方法的可行性，本文針對兩組不同資料進行判別模式的建構，一為統計教科書中常用的鳶尾花(iris)資料[7]；另一資料則為台灣某大型銀行的信用卡客戶使用資料，在本研究中，將根據此資料建構判別模式，以分辨信用卡擁有者的使用狀況。

本研究共分為五部分：第一部份為緒論，說明本文的研究動機、目的及論文的整體架構；第二部分則回顧資料探勘、類神經網路及模糊鑑別分析的相關文獻；第三部分針對模糊鑑別分析與類神經網路模式做一簡單之介紹；第四部分的實證則描述模糊鑑別分析、類神經網路模式以及整合類神經網路與模糊鑑別分析所得之判別結果；最後，第五部分則為本研究的結論。

## 二、文獻回顧

### 2.1 資料探勘(Data Mining)

為因應商業環境的快速變遷以及資訊科技的發展，許多企業引進資訊技術，期望透過資訊科技的應用為企業帶來競爭優勢。隨著時間的累積，各企業的資料儲存量隨之增加，在這龐大的資料中，常隱藏許多超出直覺想像的有用資訊，雖然企業會利用傳統的資料查詢和統計功能進行資料的解析，但儘管如此，似乎不容易找到未知的資訊特徵以及關係。因此，如何透過特定的程序以及方法，從大量資料中萃取出以往未知的有用知識與資訊，作為企業決策時的參考依據，是相當重要且刻不容緩的事。資料探勘(data mining)是目前資料庫應用領域中相當熱門也重要的一個技術，其目的就

是從大量資料中，尋找出事前未知、有效可以付諸行動的規則或知識[8-10]。

Berry and Linoff [2] 認為資料探勘是針對大量的資料，利用自動化或半自動的方式進行分析，以尋找出有意義的關係或法則。Cabena *et al.* [8] 則認為資料探勘是將先前不知道、有效的資訊從大型資料庫抽出的過程，並且將萃取出出的有用資訊提供給主管做為決策時的依據。Fayyad *et al.* [9] 則嚴格定義資料探勘與知識發現 (knowledge discovery in database, KDD) 的不同，認為知識發現的過程是從理解所要應用的領域開始，經過資料的選取、處理後，再進行資料轉換以及資料探勘，最後經過解釋與分析後成為有用的知識。而上述程序是一種循環的關係，也是一種不斷重複的步驟。換言之，知識發現是一種不間斷的程序，而資料探勘是其中的一個重要步驟。此外 Fayyad *et al.*[9] 認為資料探勘是依據使用者需求，自資料庫中選擇合適資料，加以處理、轉換、探勘至評估的一連串步驟，其目的在於尋找真實世界運行時隱含於內的運作現象，並用以輔助解決現實之問題。因此進行資料探勘時，先選取輸入資料，並指定進行探勘和分析的對象；之後進行資料轉換的工作降低資料量；待資料轉換完成後，便可使用如分類、趨勢分析、關連等資料探勘的相關方法執行探勘功能；最後將資料探勘的結果利用文字及圖形呈現。有關資料探勘時的流程如圖 1 所示。

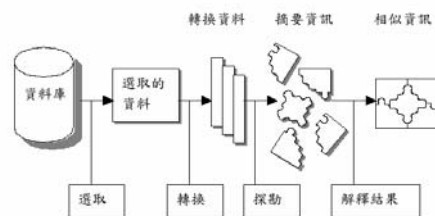


圖 1：資料探勘流程

資料來源：Fayyad *et al.*[9]

根據上述說明，我們可以瞭解資料探勘是從資料庫中，運用相關的分析技術發掘出新的、未知的樣式或規則，並且透過資料探勘的應用，發掘出超越歸納範圍外的資料間關係型態。隨著資料探勘技術的漸受重視，其所應用的範圍也越來越廣泛。直至今日為止，資料探勘技術的範圍涵蓋了金融、保健、行銷、通訊、科學、教育、甚至新產品的研發等。而主要的應用則包含分類問題、趨勢分析、分群模式、關聯分析及順序型樣等幾大類[2,11]。

而在選擇資料探勘的相關技術時，使用者須考慮所要達成的目標以及能產生的績效作為衡量的基準，目前較常被應用的方法包含資料的統計分析(statistical analysis of data)、類神經網路(neural networks)、專家系統(expert systems)、模糊邏輯(fuzzy logic)、智慧代理人(intelligent agents)、多維度分析(multidimensional analysis)、資料視覺法(data visualization)及決策樹(decision trees)等[6]。

## 2.2 模糊鑑別分析

模糊理論(fuzzy theory)是為了解決真實世界中普遍存在的模糊現象發展出來的一門學問，是由Zadeh [12]首先提出的一種定量表達工具，其目的是表現某些無法精確定義之模糊概念。而所謂模糊集合(fuzzy set)則是利用隸屬函數(membership function)描述一個變數的特質，並使用0和1之間的數值表示某元素屬於某一概念的程度，此數值稱為元素對集合的隸屬度(grade of membership)。亦即，一個元素屬於某集合的程度越大，則其隸屬度愈接近1，否則愈接近0。由於模糊理論沒有繁複的計算

過程，且具備了獨特的模糊表達方式，在管理科學、決策支援、圖形辨識、醫療診斷、經濟預測、人工智慧、自動控制及投資評估等各相關的研究領域逐漸受到重視。

鑑別分析是1930年代中期由費雪(Fisher)提出一種劃分群體的技術，根據預測變數的某些特性將研究對象區分為兩個以上的群體，其目的是找出預測變數的線性組合，並建立一套判別模式，使此線性區別模式具有區別群體的最佳效果。換言之，即是在所有資料點歸屬群組已知的情況下，求取最能將各群組資料點區別清楚的鑑別函數(discriminant function)，並以此函數對新的資料點做歸類或預判其最可能之結果[13]。雖然鑑別分析已是廣為人知的統計技術，但是在某些特殊情況下，例如某一等級定義不明確，或連續性的計量變值之群組劃分及有重疊現象的資料等情況，若直接採用傳統的鑑別分析，常無法得到良好的判別結果[4, 5]。為了解決這樣的問題，文獻已有研究者提出引進模糊集合的觀念減低重疊資料點的影響，即採用模糊鑑別(fuzzy discrimination)的方式進行資料分析。如Watanabe *et al.* [4]使用模糊鑑別分析於醫學問題上，診斷心臟辨膜的疾病；Chen *et al.* [5]亦曾將模糊鑑別分析用於環境污染的偵測以及胃癌資料的判別上，且獲得比傳統鑑別分析為佳的結果。

## 2.3 類神經網路

近年來有關類神經網路的研究都顯示類神經網路具有強大的樣式區隔(pattern classification)及樣式辨認(pattern recognition)的能力[14]，並且可以廣泛的應用於監督式(supervised)或非監督式(unsupervised)的學習問題當中。由於類神經網路具有嚴謹的數學基礎、巨量平行的處理能力、容錯能力、高聯想

力以及能過濾雜訊等特性，且對於傳統統計方法建構模式時所要求的許多假設條件亦可予以彌補[15]，因此在相關領域的應用中，已有許多文獻被發表，例如市場區隔、股價指數預測、匯率/利率預測、破產預測、信用預測、信用評估及保險問題中的道德危機等[2, 3, 14-16]。

類神經網路發展至今已有多數成熟的模式被提出，可依學習策略分為監督式學習、非監督式學習與聯想式學習(associate learning)等三類網路架構。而在眾多網路模式中，以屬於監督式學習的倒傳遞類神經網路(back-propagation network, BPN)最具代表性、應用也最為廣泛。根據 Vellido *et al.*[16]的研究指出，於 1992 到 1998 年間，在商業領域中使用類神經網路作為研究方法者，約有 78%的高比例使用倒傳遞類神經網路，且由於倒傳遞類神經網路具有學習準確度高、回想速度快、高容錯能力等優點，故本研究中將以倒傳遞類神經網路作為分析之工具。

### 三、研究方法

為了發展一更快速、精確的判別模式，本研究提出一整合模糊鑑別分析與類神經網路的兩階段模式建構程序，以進行判別模式的建立。即先使用模糊鑑別分析針對資料進行分析並得到結果後，再將此分析的預測結果併入倒傳遞類神經網路的輸入層變數，作為額外的輸入資訊，最後以類神經網路的輸出值作為最後之判別結果，希望能獲得比單純使用模糊鑑別分析或類神經網路之情況下，更佳的判別結果。以下對模糊鑑別分析及倒傳遞類神經網路作一簡單之介紹：

### 3.1 模糊鑑別分析

研究者從事鑑別分析時，希望能找出擁有最佳判別效果的變數組合以建構最佳的判別模式[17]。Fisher 提出之線性鑑別函數，重點在於發展一判別模式使得樣本組間變異相對於樣本組內變異之比值最大。但由於傳統的鑑別分析常會忽略一些不明確的訊息，或對模糊交界性資料，較難進行清楚的群組分割，因而造成鑑別結果不如預期。再者一些定義不明確的語意變數(linguistic variable)，也無法納入傳統的鑑別分析之中。基於這樣的需求，再加上模糊理論的應用日趨廣泛，因此便有多種模糊鑑別的分析方法被成功的發展出來。

Okuda *et al.* [18]提出關於資料處理中含有模糊狀態和模糊訊息的鑑別問題處理方法，將鑑別分析的問題概分為：明確的狀態和明確的訊息(exact state and exact information)；模糊的狀態和明確的訊息(fuzzy state and exact information)；明確的狀態和模糊的訊息(exact state and fuzzy information)及模糊的狀態和模糊的訊息(fuzzy state and fuzzy information)四類。其中的第一類問題即為傳統的鑑別分析問題，其餘三類則為含有模糊資訊的鑑別問題，而在模糊鑑別的問題中，主要的作法是將貝氏機率準則作為模糊推展的基礎(fuzzified Bayesian formulas)。

Chen *et al.* [5]則為了解決化學資料中常有的重疊性問題，將模糊理論引入傳統的鑑別分析中，提出模糊線性鑑別分析(fuzzy linear discriminant analysis, FLDA)技術。主要的觀念是讓不同的資料點有不同的重要程度，尤其讓具有重疊性質的資料點分配到較少的鑑別資訊。換言之，資料點的貢獻度與其重疊資訊的多寡成反比，並使用 K-nearest-

neighbor(KNN)法則進行計算過程中隸屬函數的轉換。

本研究所使用的模糊鑑別分析方法是以費雪的線性鑑別模式為基礎，使用 Gustafson and Kessel [19]所提出之模糊變積矩陣(fuzzy covariance matrix)法，其詳細的過程列示於附錄中。模糊變積矩陣法是將傳統鑑別分析的組間、組內變異之比值加入模糊數學的權數觀念，在利用 Lagrange 函數考慮各變數之限制因子，求出各變數之間的關係式後，代入已知資料點進行運算，求得各未知點的初始隸屬度，最後再由迭代(iterative)運算，求出各未知樣本點之最適隸屬度及各變數的加權組合。

### 3.2 倒傳遞類神經網路

類神經網路是目前發展極為迅速的一門學科，其最大的優點是除可應用於建構非線性之模式外，且能彌補傳統統計方法建構模式時須設立許多假設條件的缺點 [14]。而類神經網路的原始想法及基本構造皆和神經生物學中的神經元 (neuron) 構造相似。一般來說，類神經網路中神經元的作用和真實的神經元相仿，是將外界的輸入值依相對重要性的不同給予權數 (weights)，加總後再經由神經元中的激發函數 (activation function) 轉換，而得到一輸出值，其構造如下圖：

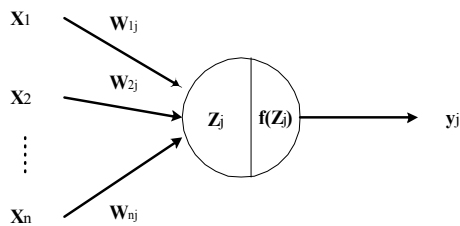


圖2：神經元之構造

其中  $X_1, X_2, \dots, X_n$  代表輸入值； $W_{ij}$  代表連

接鍵的權數； $Z_j = \sum W_{ij} * X_i$  代表加權和； $f(Z_j)$  則是代表一激發函數；最後  $y_j$  則為神經元的輸出值。

類神經網路的網路型態有許多類，而其中又以倒傳遞類神經網路為最具代表性、應用最廣的模式之一。倒傳遞類神經網路乃隸屬於監督式學習網路模式的一種，其資料是以順向(forward)之方式向前傳遞。其網路結構一般而言包含三層神經元：輸入層 (input layer)、隱藏層 (hidden layer) 及輸出層 (output layer)。一般而言，輸入層神經元的數目即為欲輸入的變數數目；輸出層神經元的數目則為欲得之結果變數個數；而在隱藏層方面，通常包含一個或多個隱藏層。圖 3 為一包含單一隱藏層之倒傳遞類神經網路模式，由於增加了隱藏層的概念，不但解決了當初 ADALINE 所無法解決的 EXOR (exclusive or) 的問題，更能將資料形態描述的更好；缺點則是需要花較長的時間來訓練該網路模式。倒傳遞類神經網路的演算流程是由輸入層將資料傳給隱藏層，經計算與轉換後送到輸出層，計算與實際值的差距後，再回傳給隱藏層去修正連接鍵的權數，使得輸出層之輸出值與真實值的均方誤差最小，此訓練過程會重複至誤差收斂至假設之條件為止。倒傳遞類神經網路模式使用的激發函數是 Sigmoid function，其型式為  $f(x) = (1 + \exp(-x))^{-1}$ ，而訓練的過程採用最陡坡降法 (gradient steepest descent method) 來調整權數變動的幅度 ( $\Delta W_{ij}$ )，可以下式表示：

$$\Delta W_{ij} = -\eta ( \partial E / \partial W_{ij} )$$

其中  $\eta$  為學習率 (learning rate)； $E$  為誤差函數，定義為  $E = \frac{1}{2} \sum (T_j - A_j)^2$ ；而  $T_j$  表實際值； $A_j$  表網路輸出值。

類神經網路對於變數的選取有較大的自由度，沒有如迴歸分析般的限制，研究者須以文獻探討、專家意見判斷或經由統計方法處理，來選取輸入層之輸入變數。而在輸入層之變數決定後，對於網路結構中的隱藏層數目、隱藏層中神經元數目、訓練的學習率大小等，都需要以主觀邏輯判斷，或以不同組合加以測試，並沒有一定理可資遵循，有關上述參數如何決定及其餘神經網路模式之種類與應用可參考 Anderson and Rosenfeld [20]與 Tang and Fishwick [21] 等人之著作。

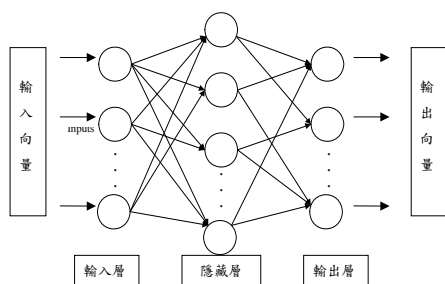


圖 3：倒傳遞類神經網路之構造

整體而言，文獻中尚未有任何一種可適用於所有系統的網路結構，且多數文獻在探討如何改善倒傳遞類神經網路的學習精確度與速度[16]。在本研究中，嘗試提出一新的判別分析技術，即整合模糊鑑別分析與類神經網路進行模式的建構工作，希望先利用模糊鑑別方法進行分析，再將其辨別之結果當作類神經網路的額外輸入資訊，以提供類神經網路一個良好的起始原點，再透過類神經網路的學習、辨識能力，發展一個更為快速、精確的判別模式。

#### 四、實證研究

為驗證提出之整合模糊鑑別分析與類神經網路兩階段建構模式方法之有效性，本研究利用兩組不同類型的資料作為實證研究的測試對象。第一組為傳統多變量教科書上介紹鑑

別分析常使用之鳶尾花資料，其變數間的關係較為單純，資料包含 4 個預測變數，分別為萼片長度、寬度(sepal length and width)、花瓣長度、寬度(petal length and width)及 1 個準則變數-3 種不同之花卉品種，共 150 筆資料。本研究於 150 筆資料中隨機抽出 100 筆作為訓練模式之用，而剩下之 50 筆則保留為測試資料。第二組的實證資料則為某銀行信用卡部門所提供之信用卡使用狀況資料，其變數間之關係較為複雜，資料共包含 9 個預測變數以及 1 個準則變數，共 6000 筆資料。其中預測變數分別為性別、婚姻狀況、教育程度、職位、職業、信用額度、年薪、自有住宅以及年齡等 9 個人口統計變數，而準則變數則為信用卡使用狀況，分為準時繳款、使用循環信用及沒有帳單(呆卡)3 種狀況。同樣地，根據資料的型態，本研究於 6000 筆資料中隨機抽出 4000 筆作為訓練模式之用，而剩下的 2000 筆資料則保留為測試之用。

在應用環境方面，類神經網路模式以 Vesta 出版之 Qnet [22]軟體進行分析，而實証的工作則於 CPU 為 Pentium 1.2 GHz 之 IBM 相容個人電腦上進行。

在結果說明方面，本研究利用 {1-1} 代表原本分類為 1 類的資料被分類器 (本研究中為模糊鑑別分析、類神經網路及所提之整合模式等三種) 判別成第 1 類的資料個數 (或正確率)，{2-2} 代表原本分類為 2 類的資料被分類器判別成第 2 類的資料個數，而 {3-3} 則代表原本分類為 3 類的資料被分類器判別成第 3 類的資料個數。個別之分析結果如下：

#### 4.1 花卉資料

針對花卉資料，本研究首先使用模糊鑑別模式建構分類模式，依據萼片長度、寬度及花

瓣長度、寬度等 4 個變數區分 3 種花卉之品種。模糊鑑別分析的進行方式為每次設定 1 個待判樣本及 149 個已知樣本，以平滑參數  $\alpha=2$  進行待判樣本隸屬度的計算；換言之，是以交叉確認法(cross-validation)估算判別正確率。由表 1 可知，整體的判別正確率為 98.00%，而個別品種的判別正確率以 {1-1} 的正確率 100% 最高，亦即建構之模糊鑑別模式能將隸屬第 1 類的花卉完全正確的判別出來；而 {2-2}、{3-3} 的正確率較低，分別為 96.00% 及 98.00%。

而於類神經網路模式之網路結構部分，因 Zhang et al. [14]、Cybenko[23] 及 Horink et al.[24] 指出包含單一隱藏層之類神經網路模式已可提供足夠的精確度，因此建構之倒傳遞類神經網路將只包含單一隱藏層；而由於輸入層只包含 4 個神經元，因此隱藏層中神經元的個數則設定為 7、8、9 和 10 等四種組合進行測試；最後在網路的輸出層部分則只包含 1 個神經元：花卉的品種。在網路參數的相關設定中，因 Rumelhart et al.[14] 建議較小的學習率通常會得到較佳的學習結果，且學習率在 0.3 以上之結果都無法收斂，因此將測試 0.05、0.1、0.2 及 0.3 等四種組合。而於網路訓練準則方面以訓練資料的 RMSE (root mean squared error) 值小於或等於 0.0001，或最多訓練 1000 次為訓練終止條件，且設定有最小測試資料 RMSE 值之網路結構為最終的網路結構。

表 2 為不同神經元及學習率組合下類神經網路判別模式結果之比較，由表 2 可知當網路結構為 {4-8-1}：即輸入層、隱藏層及輸出層分別包含 4、8 及 1 個神經元且學習率為 0.2 時有最小的測試 RMSE 值。圖 4 為訓練樣本之 RMSE 趨勢圖，由圖 4 可知建構模式之訓練資料 RMSE 值收斂情況良好。表 3 為 {4-8-1}

類神經網路模式所得的判別結果。由表 3 可知，整體的判別正確率為 96.00%，而個別品種的判別正確率以 {1-1}、{3-3} 的正確率最高，都為 100%；而以 {2-2} 的判別正確率較低，為 88.89%。

表 1：花卉資料之模糊鑑別分析結果

原始群體	判別後群體		
	1	2	3
1	100.00%	0.00%	0.00%
2	0.00%	96.00%	4.00%
3	0.00%	2.00%	98.00%
整體判別正確率：98.00%			

表 2：類神經網路模式不同參數組合之預測結果-花卉資料

隱藏層節點	學習率	Training RMSE	Testing RMSE
7	0.05	0.063083	0.071289
	0.1	0.061628	0.069040
	0.2	0.060634	0.068512
	0.3	0.237690	0.068576
8	0.05	0.063240	0.071701
	0.1	0.061370	0.068543
	<b>0.2</b>	<b>0.060824</b>	<b>0.068225</b>
	0.3	0.061788	0.069251
9	0.05	0.063918	0.072954
	0.1	0.061418	0.068479
	0.2	0.060573	0.068362
	0.3	0.061188	0.068302
10	0.05	0.063836	0.072700
	0.1	0.061550	0.068707
	0.2	0.061041	0.068381
	0.3	0.062032	0.068508

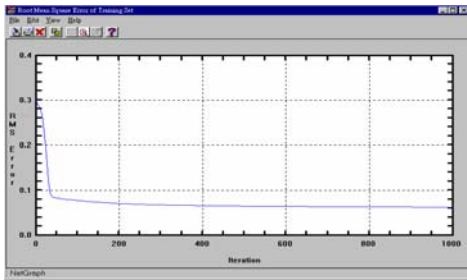


圖 4：{4-8-1}類神經網路模式之訓練樣本 RMSE 趨勢圖-花卉資料

表 3：花卉資料之類神經網路模式判別結果

原始群體	判別後群體		
	1	2	3
1	100.00%	0.00%	0.00%
2	0.00%	88.89%	11.11%
3	0.00%	0.00%	100.00%
整體判別正確率 96.00%			

而在整合模糊鑑別分析與類神經網路模式(整合模式)的建構方面，由於整合模式必須加入模糊鑑別分析之判別結果作為輸入層的額外資訊，因此整合模式之輸入層將包含 5 個神經元；而隱藏層中神經元的數目則選擇 9、10、11、12 和 13 等五種組合進行測試；最後在網路的輸出層部分則仍只包含 1 個神經元：花卉的品種。在網路參數的相關設定中，由於學習率在 0.3 以上之結果亦都無法收斂，因此將測試 0.05、0.1、0.2 及 0.3 等四種組合。而有關網路訓練準則方面也以訓練資料的 RMSE 值小於或等於 0.0001，或最多訓練 1000 次為條件。

表 4 為不同神經元及學習率組合下整合模式之分析結果，由表 4 可知當網路結構為 {5-11-1}：即輸入層、隱藏層及輸出層分別包含 5、11 及 1 個神經元且學習率為 0.05 時有最

小的測試資料 RMSE 值。圖 5 為訓練樣本之 RMSE 趨勢圖，由圖 5 可知整合模式之 RMSE 值其收斂速度較單純使用類神經網路模式快(約在訓練次數為 100 時便已收斂)，且收斂情況良好。表 5 為 {5-11-1} 整合模式所得之判別結果，由表 5 可知整體的判別正確率為 98.00%，而個別品種的判別正確率以 {1-1}、{3-3} 的正確率最高，都為 100%；而 {2-2} 的正

確率較低，為 94.44%。此結果與單純使用模糊鑑別分析所得數據相同。換言之，雖然來自模糊鑑別分析的額外輸入資訊，縮短了整合模式的訓練時間，但其判別結果並無顯著差異。

為了比較三種模式分類績效的差異，將各模式的整體判別正確率以及個別的判別正確率整理於表 6。由表 6 可知整合模式與單純使用模糊鑑別分析的整體判別正確率都為 98.00%，比單純使用類神經網路模式的整體正確率 96.00% 為高。而在各類別的判別正確率方面，在 {1-1} 部分，三者皆為 100%；在 {2-2} 部分，以模糊鑑別分析的 96.00% 為最高，其次為整合模式的 94.44% 及類神經網路模式的 88.89%；而在 {3-3} 部分，則以整合模式以及類神經網路模式的 100% 為最高，均高於模糊鑑別分析的 98.00%。整體而言，整合模式之判別結果比單純使用類神經網路模式之結果為佳，收斂之速度也較快，但其判別精確度與單純使用模糊鑑別分析相同。



表 4：整合模式在不同參數組合之預測結果-花卉資料

隱藏層節點	學習率	Training RMSE	Testing RMSE
9	0.05	0.054968	0.029959
	0.1	0.054524	0.031805
	0.2	0.053681	0.034779
	0.3	0.053149	0.035543
10	0.05	0.054928	0.029791
	0.1	0.054366	0.032439
	0.2	0.054227	0.033211
	0.3	0.052805	0.036407
11	<b>0.05</b>	<b>0.055160</b>	<b>0.029770</b>
	0.1	0.054687	0.031427
	0.2	0.054014	0.033816
	0.3	0.052798	0.036653
12	0.05	0.055145	0.030092
	0.1	0.054691	0.031280
	0.2	0.054269	0.033198
	0.3	0.053699	0.034490
13	0.05	0.055151	0.030010
	0.1	0.054650	0.031184
	0.2	0.053979	0.033925
	0.3	0.052822	0.037215

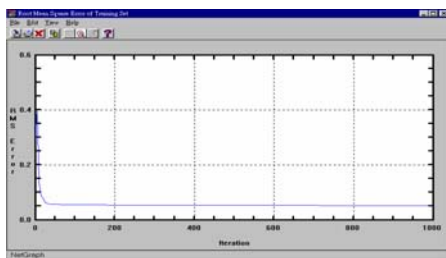


圖 5：{5-11-1}整合模式之訓練樣本 RMSE 趨勢圖-花卉資料

表 5：花卉資料之整合模式判別結果

原始群體	判別後群體		
	1	2	3
1	100.00%	0.00%	0.00%
2	0.00%	94.44%	5.56%
3	0.00%	0.00%	100.00%
整體判別正確率：98.00%			

表 6：花卉資料之三種模式判別結果比較表

分析方法	判別結果			
	{1-1}	{2-2}	{3-3}	整體正確率
模糊鑑別分析	100.00%	96.00%	98.00%	98.00%
類神經網路	100.00%	88.89%	100.00%	96.00%
整合模式	100.00%	94.44%	100.00%	98.00%

表 7：銀行資料之模糊鑑別分析結果

原始群體	判別後群體		
	1(準時繳款)	2(使用循環信用)	3(呆卡)
1(準時繳款)	39.18%	22.68%	38.14%
2(使用循環信用)	10.00%	53.00%	37.00%
3(呆卡)	10.68%	32.04%	57.28%
整體判別正確率：50.00%			

#### 4.2 銀行資料

由於在第二個實證範例當中，銀行信用卡資料的影響因子眾多，為取得較精簡的輸入變數，本研究使用逐步鑑別(stepwise discriminate)的方法刪減變數，將性別、婚姻狀況、教育程度、職位、職業、信用額度、年薪、自有住宅以及年齡等 9 個影響變數刪減成婚姻狀況、職

業、教育程度、以及年齡等 4 個較為顯著的變數，之後利用這 4 個變數建構銀行信用卡申請者使用狀況之判別模式。

在模糊鑑別分析部分，仍以平滑參數  $\alpha=2$  進行待判樣本隸屬度的計算，並且採用交差確認法估算判別正確率，其結果彙整如表 7。由表 7 可知，整體的判別正確率為 50.00%，而個別的判別正確率以 {3-3} 的比率最高，為 57.28%；即原始群體為第 3 類（呆卡）的樣本正確的被判別到第 3 類（呆卡）的比率為 57.28%；而 {1-1} 的判別正確率較低，即原始群體為第 1 類（準時繳款）的樣本正確的被判別到第 1 類（準時繳款）的比率為 39.18%。換言之，模糊鑑別分析對準時繳款客戶的判別正確率較低，而對申請後不使用信用卡（呆卡）客戶的判別正確率較高。

在類神經網路模式的建構方面，仍選擇包含單一隱藏層之網路架構；而在輸入層神經元方面，根據逐步鑑別變數篩選之結果，只採用婚姻狀況、職業、教育程度、及年齡 4 個變數作為類神經網路的輸入變數，而由於輸入層只包含 4 個神經元，因此隱藏層中神經元的數目則選擇 9、10、11、12 和 13 等五種組合進行測試；最後在網路的輸出層部分則只包含 1 個神經元：銀行信用卡擁有者的使用狀況。在網路參數的相關設定中，由於學習率在 0.09 以上之結果都無法收斂，因此將測試 0.03、0.05、0.07 及 0.09 等四種組合，而有關網路停止訓練準則方面則以訓練資料的 RMSE 值小於或等於 0.0001，或最多訓練 3000 次為條件，並以擁有最小測試 RMSE 值之網路結構為最終的網路結構。

表 8 為不同神經元及學習率組合下類神經網路判別模式之結果，由表 8 可知當網路結構為 {4-11-1}：即輸入層、隱藏層及輸出層分

別包含 4、11 及 1 個神經元且學習率為 0.07 時有最小的測試 RMSE 值。圖 6 則為 {4-11-1} 網路模式之訓練樣本 RMSE 趨勢圖，由圖中可知建構模式之收斂情況良好。表 9 為 {4-11-1} 類神經網路模式所得的判別結果，由表中可知整體的判別正確率為 56.00%，而個別的判別正確率則以 {2-2} 的比率最高，為 69.23%：即原始群體為第 2 類的樣本能正確的被判別到第 2 類的比率為 69.23%；而 {1-1} 的正確率較低，為 45.45%。換言之，類神經網路對準時繳款客戶的判別正確率較低，而對使用循環信用客戶之判別正確率較高。

在整合模式方面，建構之倒傳遞類神經網路仍將只包含單一隱藏層；而在輸入層的神經元方面，由於整合模式必須加入模糊鑑別分析之結果作為輸入層的額外資訊，因此輸入層將包含 5 個神經元；而隱藏層中神經元的數目則選擇 12、13、14、15 和 16 等五種組合進行測試；最後在網路的輸出層部分則仍只包含 1 個神經元：銀行信用卡擁有者的使用狀況。在網路參數的相關設定中由於學習率在 0.09 以上之結果亦都無法收斂，因此將測試 0.03、0.05、0.07 及 0.09 等四種組合，而有關網路停止訓練準則方面仍以訓練資料的 RMSE 值小於或等於 0.0001，或最多訓練 3000 次為條件。

表 10 為不同神經元及學習率組合下整合模式之結果，由表中可知當網路結構為 {5-15-1}：即輸入層、隱藏層及輸出層分別包含 5、15 及 1 個神經元且學習率為 0.05 時有最小的測試 RMSE 值。圖 7 為 {5-15-1} 網路模式之訓練樣本 RMSE 趨勢圖，由圖中可知，建構模式 RMSE 值之收斂速度較單純使用類神經網路模式快，且收斂情況良好。

表 11 為 {5-15-1} 整合模式所得的判別結

果，由表中可知整體的判別正確率為 65.00%，而個別的判別正確率以{2-2}的比率最高，為 87.18%：即原始的群體為第 2 類的樣本能正確的被判別到第 2 類的比率為 87.18%；而{1-1}的判別正確率較低，為 45.45%。同樣的，對準時繳款客戶的判別正確率較低，而對使用循環信用的客戶其判別正確率較高。

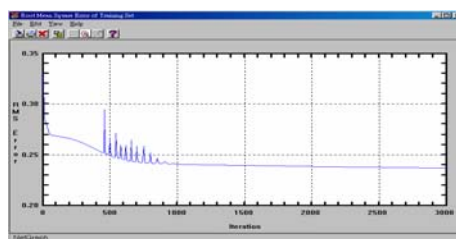


圖 6：{4-11-1}類神經網路模式之訓練樣本 RMSE 趨勢圖-銀行資料

表 8：類神經網路模式不同參數組合之預測結果-銀行資料

隱藏層節點	學習率	Training RMSE	Testing RMSE
9	0.03	0.237211	0.250188
	0.05	0.234198	0.248512
	0.07	0.234167	0.248247
	0.09	0.227007	0.268521
10	0.03	0.237424	0.249779
	0.05	0.236247	0.249040
	0.07	0.233764	0.248548
	0.09	0.231508	0.251143
11	0.03	0.239137	0.249974
	0.05	0.234568	0.249021
	<b>0.07</b>	<b>0.233335</b>	<b>0.247467</b>
	0.09	0.231510	0.249975
12	0.03	0.238415	0.249602
	0.05	0.234827	0.247579
	0.07	0.234496	0.248314
	0.09	0.231857	0.249111
13	0.03	0.238148	0.249945
	0.05	0.234610	0.248837
	0.07	0.232581	0.249110
	0.09	0.232474	0.250315

表 9：銀行資料之類神經網路模式判別結果

原始群體	判別後群體		
	1 (準時繳款)	2 (使用循環信用)	3 (呆卡)
1 (準時繳款)	45.45%	42.42%	12.12%
2 (使用循環信用)	12.82%	69.23%	17.95%
3 (呆卡)	10.71%	39.29%	50.00%
整體判別正確率：56.00%			

表 10：整合模式不同參數組合之預測結果-銀行資料

隱藏層節點	學習率	Training RMSE	Testing RMSE
12	0.03	0.246600	0.240070
	0.05	0.239824	0.239767
	0.07	0.238568	0.239205
	0.09	0.239019	0.241648
13	0.03	0.247959	0.238355
	0.05	0.241443	0.239493
	0.07	0.238154	0.242400
	0.09	0.236301	0.252060
14	0.03	0.247224	0.238937
	0.05	0.244115	0.237095
	0.07	0.236385	0.246158
	0.09	0.241820	0.250597
15	0.03	0.249336	0.237348
	<b>0.05</b>	<b>0.244948</b>	<b>0.236877</b>
	0.07	0.239113	0.243390
	0.09	0.238372	0.244314
16	0.03	0.253014	0.240369
	0.05	0.243989	0.237089
	0.07	0.282733	0.238541
	0.09	0.239281	0.241259

表 11：銀行資料之整合模式判別結果

原始群體	判別後群體		
	1(準時繳款)	2(使用循環信用)	3(呆卡)
1(準時繳款)	45.45%	39.39%	15.15%
2(使用循環信用)	2.56%	87.18%	10.26%
3(呆卡)	3.57%	39.29%	57.14%
整體判別正確率：65.00%			

爲了比較三種模式分類績效的差異，將各模式的整體判別正確率以及個別判別正確率整理於表 12。根據表 12 的結果可知，整合模式的整體判別正確率爲 65.00%，比類神經網路的 56.00%以及模糊鑑別分析的 50.00%都來得高；並且整合模式的個別判別正確率分別爲 45.45%、87.18%及 57.14%，在{1-1}及{2-2}的個別正確率皆有優於單純使用類神經網路模式或模糊鑑別分析的結果，而在{3-3}的分類結果亦只略遜於模糊鑑別分析。因此整合模式之分析結果，可驗證本研究先前之假設，換言之，由於信用卡資料變數間的關係較爲複雜，整合模式的整體判別結果較模糊鑑別分析的判別正確率高出許多，並且也比單純使用類神經網路模式爲佳，收斂的速度也較快。

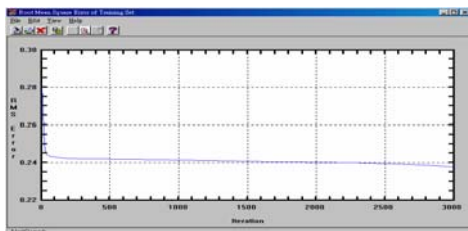


圖 7：{5-15-1}整合模式之訓練樣本 RMSE 趨勢圖-銀行資料

此外發卡銀行所重視的消費者使用狀況，主要在於消費者有無使用循環信用以及信用卡是否爲呆卡。由於一般信用卡的循環利息遠高於銀行的牌告利率，若信用卡持有者使用循環信用的情形越普遍，則銀行的收益越高；反之，若信用卡的使用狀況爲呆卡，則銀行的發卡成本及相關費用將無法回收。因此銀行若能正確的辨別這兩種類型的顧客，則可提出對應的策略增加收益及降低成本或損失。由表 12 可知，整合模式在{2-2}類別(使用循環信用)

的判別正確率為 87.18%，遠高於模糊鑑別分析的 53.00%以及類神經網路模式的 69.23%，若與單純類神經網路相較，約可提昇 17.95%的判別正確率；而在{3-3}類別(呆卡)的判別正確率為 57.14%，雖略遜於模糊鑑別分析的 57.28%，但卻高於類神經網路模式的 50.00%，並且可提昇 7.00%的判別正確率。因此，整合模式在判別循環信用的使用者方面，績效明顯較單純使用類神經網路及模糊鑑別分析為佳，而在呆卡的判別方面，也能有良好的正確率。

表 12：銀行資料之三種模式判別結果比較表

分析方法	判別結果			
	{1-1}	{2-2}	{3-3}	整體正確率
模糊鑑別分析	39.18%	53.00%	57.28%	50.00%
類神經網路	45.45%	69.23%	50.00%	56.00%
整合模式	45.45%	87.18%	57.14%	65.00%

整體而言，相較於單純使用類神經網路模式與模糊鑑別分析，本研究所提之整合模式確實能得到較佳的判別結果。除此之外，由上述的花卉資料及信用卡資料的實證中可以發現，當個別方法已具高整體正確判別率時（如花卉資料），整合方法的效用較小，無法提升整體的正確判別率，但當個別方法之整體判別正確率較低時（如銀行資料），整合方法則可明顯的提高整體的判別正確率。

爲了驗證此一結果，本研究從銀行之信用卡部門獲得額外的 6000 筆客戶資料。同樣地，使用的預測變數爲婚姻狀況、職業、教育程度、以及年齡等 4 個變數，準則變數則爲準時繳款、使用循環信用及沒有帳單(呆卡)等 3 種信用卡使用狀況。根據資料的型態，本研究同樣於 6000 筆資料中隨機抽出 4000 筆作爲訓

練模式之用，而剩下的 2000 筆資料則保留爲測試之用。

在利用如同 4.1 與 4.2 節中的訓練與測試過程後，模糊鑑別分析、類神經網路以及整合模式的整體判別正確率以及個別判別正確率整理於表 13。由表 13 的結果可知，整合模式的整體判別正確率爲 63.00%，都比模糊鑑別分析的 40.00%及類神經網路的 48.00%來得高，並且分別可提升 23%及 15%的判別正確率；並且整合模式在{1-1}、{2-2}及{3-3}的個別正確率分別爲 43.25%、86.45%及 56.23%，皆優於單純使用模糊鑑別分析或類神經網路模式的結果。因此整合模式的確可在個別方法之整體判別正確率較低時，明顯的提高整體及個別類別的判別正確率。

表 13：額外信用卡資料之三種模式判別結果比較表

分析方法	判別結果			
	{1-1}	{2-2}	{3-3}	整體正確率
模糊鑑別分析	25.12%	37.00%	55.13%	40.00%
類神經網路	31.25%	60.64%	48.50%	48.00%
整合模式	43.25%	86.45%	56.23%	63.00%

## 五、結論

本研究所提之整合模糊鑑別分析與類神經網路的兩階段模式建構程序，主要目的是希望先經由模糊鑑別之方法進行分析，再將其判別之結果作爲類神經網路的額外輸入資訊，希望能提供類神經網路一個良好的起始原點，再透過類神經網路的學習、辨識能力，發展一個更爲快速、精確的區隔模式。此外，爲驗證所提模式之有效性，本研究利用兩

組不同型態的資料進行實證研究，資料其一為變數間關係較為單純之鸚尾花資料，此資料基本上為線性的資料結構，被用來驗證模式的線性鑑別能力；另一組資料則為台灣某大型銀行的信用卡客戶使用資料，其變數間之關係較為複雜，被用來驗證模式之非線性關係的鑑別能力。

研究結果顯示，在二組實證資料下，類神經網路與模糊鑑別分析判別結果之績效是優劣互見，而本研究所提整合模糊鑑別分析之類神經網路模式(整合模式)，不論在變數間關係較為線性的鸚尾花資料或是變數間關係較為複雜的銀行信用卡資料上，其判別結果均較類神經網路為佳，網路收斂速度也較快；再者，與模糊鑑別分析相較，整合模式在鸚尾花資料的判別結果上與鑑別分析相同；但在銀行信用卡資料上，判別結果則遠較模糊鑑別分析為佳。因此，整合模式不論在變數關係較符合線性的鸚尾花資料或是較符合非線性關係的銀行信用資料上，均能提供一個更為快速、精確的區隔模式。此外，整合模式除了在整體的判別正確率能提供較佳結果外，在考量各類別的判別正確率對發卡銀行的效益方面，整合模式在銀行較重視的使用循環利息使用者與呆卡持有者這兩個類別均能有較高的判別正確率，尤其在能提高銀行收益的使用循環信用者部分，整合模式提高的正確率更為明顯。因此，整合模式確實能有效的提供更為精確的判別結果，提供實務工作者另一個方便的分析工具。

#### 參考文獻

- [1] Han, J. "Data Mining", in Urban, J., Dasgupta, P. (Editors), Encyclopedia of

Distributed Computing, Kluwer Academic Publishers, 1999, pp.1-7.

- [2] Berry, M. J. A. and Linoff, G. Data Mining Technique for Marketing, Sale, and Customer Support, Wiley Computer, 1997.

- [3] Lee, H., Jo, H. and Han, I. "Bankruptcy Prediction Using Case-Based Reasoning, Neural Networks, and Discriminant Analysis", Expert Systems With Applications, Vol.13, 1997, pp. 97-108.

- [4] Watanabe, H., Yakowenko, W. J., Kim, Y. M., Anbo, J. and Tobi, T., "Application of Fuzzy Discriminant Analysis for Diagnosis of Valvular Heart Disease", IEEE Transactions on Fuzzy Systems, Vol. 2, 1994, pp. 267- 276.

- [5] Chen, Z. P., Jiang, J. H., Li, Y., Liang, Y. Z. and Yu, R.Q. "Fuzzy Linear Discriminant Analysis for Chemical Data Sets", Chemometrics and Intelligent Laboratory Systems, Vol. 45, 1999, pp.295-302.

- [6] Chung, H. M. and Gray, P., Guest Editors "Special Section: Data Mining", Journal of Management Information Systems, Vol.16, 1999, pp. 11-16.

- [7] Johnson, R. A. and Wichern, D. W., Applied Multivariate Statistical Analysis, Fourth Edition by Prentice-Hall Inc., 1998.

- [8] Cabena, P., Hadjinaian, P. O., Stadler, DR. J., Verhees, J. and Zanasi, A. Discovering Data Mining from Concept to Implementation, Prentice Hall, 1998.

- [9] Fayyad, U., Piatetsky-Shapiro, G. and Smyth, P. "The KDD Process for Extracting Useful Knowledge from Volumes of Data", Communications of the ACM, Vol.39, November 1996, pp. 27-34.

- [10] Chen, M. S., Han, J. and Yu, P. S., "Data

- Mining: An Overview from a Database Perspective”, IEEE Transactions on Knowledge and Data Engineering, Vol.8, 1996, pp.866-883.
- [11] Fu, Y. “Data Mining Task, Technique and Applications”, IEEE Potentials, October/November 1997.
- [12] Zadeh, L. A., “Fuzzy Sets”, Information and Control, Vol. 8, 1965, pp.338-353.
- [13] Cooper, D. R. and Emory, C. W. Business Research Method, Orlando: Dryden, 1995.
- [14] Zhang, G., Patuwo, B. E. and Hu, M. Y. “Forecasting with Artificial Neural Networks: The State of the Art”, International Journal of Forecasting, Vol.14, 1998, pp.35-62.
- [15] Fish, K. E., Barnes, J. H. and Aiken, M. W. “Artificial Neural Networks: A New Methodology for Industrial Market Segmentation”, Industrial Marketing Management, Vol.24, 1995, pp. 431-438.
- [16] Vellido, A., Lisboa, P. J. G. and Vaughan, J. “Neural Networks in Business: A Survey of Applications (1992-1998)”, Expert Systems With Applications, Vol. 17, 1999, pp. 51-70.
- [17] Kleckla, W. R., Discriminant Analysis SAGA Publications, Inc. California, 1980.
- [18] Okuda, T., Tanaka, H. and Asai, K. “Discriminant Problem with Fuzzy States and Fuzzy Information”, TIMS/Studies in the Management Sciences, Vol. 20, 1980, pp. 97-106.
- [19] Gustafson, D. E. and Kessel, W. C. “Fuzzy Clustering with a Fuzzy Covariance Matrix”, Proceedings of IEEE CDC., 1979, pp.761-766.
- [20] Anderson, J. A. and Rosenfeld, E. Neurocomputing: Foundations of Research, MIT Press, Cambridge, MA, 1988.
- [21] Tang, Z. and Fishwick, P. A. “Feedforward Neural Nets as Models for Time Series Forecasting,” ORSA Journal on Computing, Vol. 5 (4), 1993, pp. 374-385.
- [22] Qnet 97 – Neural Network Modeling for Windows 95/98/NT, Vesta Services, Winnetka, IL, 1998.
- [23] Cybenko, G. “Approximation by Superpositions of a Sigmoidal Function”, Mathematical Control Signal Systems, Vol. 2, 1989, pp. 303-314.
- [24] Hornik, K., Stinchcombe, M. and White, H. “Multilayer Feedforward Networks are Universal Approximations”, Neural Networks, Vol. 2, 1989, pp. 336-359.

附錄

本研究所使用的模糊鑑別分析方法是以前費雪的線性鑑別模式為基礎，引用 Gustafson and Kessel [19]為解決模糊集群(fuzzy clustering)問題，提出之模糊變積矩陣(fuzzy covariance matrix)觀念，其作法可整理如下：

1、令  $\mu_i(x)$  為觀測點  $x$  屬於第  $i$  群的隸屬度，則

$0 \leq \mu_i(x) \leq 1, \quad i=1, \dots, c$  ( $c$  為群組數)，且

$$\sum_{i=1}^c \mu_i(x) = 1 ;$$

2、以  $d_i(x) = d(x, g_i)$  表示點  $x$  到第  $i$  群 ( $g_i$ ) 的距離，其中  $d_i(x) > 0$  且  $g_i$  為第  $i$  群的群平均；

3、 $J(\mu, g) = \sum_{i=1}^c \sum_{k=1}^n \mu_{ik}^\alpha d_{ik}$ ， $\alpha \geq 1$  為群內加權距離總值，其中  $d_{ik} = d_i(x_k)$ ， $u_i(x_k) = \mu_{ik}$ ， $g = (g_i)$ ， $u = (u_{ik})$ ， $\alpha$  為控制模糊度的參數，稱為平滑參數(smoothing parameter)。

藉著最小化群內加權距離(以點屬於各群之隸屬度加權)總值  $J(\mu, g)$ ，利用迭代(iterative)運算，可求得各樣本點屬於各群組之隸屬度最適值。

傳統之鑑別分析在引用上述之觀念後，可將組間、組內變異之比值加入模糊數學的權數觀念，利用 Lagrange 函數考慮各變數之限制因子，求出各變數之間的關係式，代入已知資料點進行運算，求得各未知點的初始隸屬度，再由迭代運算後，求出各未知樣本點之最適隸屬度及各變數的加權組合。即首先利用式(1)及式(2)求出群間離均差平方和矩陣(between groups sums of cross products)及群內離均差平方和矩陣(within groups sums of cross products)，其次利用式(3)求出群間離均差加權平方和與群內離均差加權平

方和比值。之後在限制條件式(4)、式(5)及式(6)下使用 Lagrange 最優化法求使式(3)比值最大之各  $u_{ik}$  值，則可得式(7)之 Lagrange 函數。

$$B = \sum_{i=1}^c \sum_{k=1}^n u_{ik}^\alpha (g_i - m)(g_i - m)'$$

(1)

$$W = \sum_{i=1}^c \sum_{k=1}^n u_{ik}^\alpha (x_k - g_i)(x_k - g_i)'$$

(2)

其中， $g_i$  為第  $i$  群樣本平均， $m$  為樣本總平均， $\mu_{ik}$  為第  $k$  個樣本屬於第  $i$  群的隸屬度。

$$\frac{a' B a}{a' W a} = \frac{\sum_{i=1}^c \sum_{k=1}^n \mu_{ik}^\alpha a (g_i - m)(g_i - m)' a}{\sum_{i=1}^c \sum_{k=1}^n \mu_{ik}^\alpha a (x_k - g_i)(x_k - g_i)' a} \quad (3)$$

$$\sum_{i=1}^c \mu_{ik} = 1 \quad k = 1, \dots, n \quad (4)$$

$$0 \leq \mu_{ik} \leq 1 \quad i = 1, \dots, c ; \quad k = 1, \dots, n \quad (5)$$

$$a' W a = \sum_{i=1}^c \sum_{k=1}^n \mu_{ik}^\alpha a' (x_k - g_i)(x_k - g_i)' a = 1 \quad (6)$$

$$L_\alpha = \sum_{i=1}^c \sum_{k=1}^n \mu_{ik}^\alpha a' (g_i - m)(g_i - m)' a - \lambda \left( \sum_{i=1}^c \sum_{k=1}^n \mu_{ik}^\alpha a' (x_k - g_i)(x_k - g_i)' a - 1 \right)$$

$$- \sum_{k=1}^n \beta_k \left( \sum_{i=1}^c \mu_{ik} - 1 \right) - \sum_{k=1}^n \sum_{i=1}^c \gamma_{ik} (\mu_{ik} + u_{ik}^2) \quad (7)$$

由於 Lagrange 函數(式 7)待估計之係數過多無法直接求解。為解決此問題，可將  $u_{ik}$  值以正、餘弦函數的型式轉換替代，以進行求解之工作。最後，本研



究將上述之模糊鑑別分析之觀念與演算流程以 Visual 工作。

Basic 進行程式的撰寫，並且據以進行模糊鑑別分析的

## 產品研發初期可靠度與維護度設計整合評估

### The Integrated Assessment of Reliability and Maintainability Design for Product Development

許績興

清雲科技大學 工業工程與管理系

[chh@cyu.edu.tw](mailto:chh@cyu.edu.tw)

#### 摘要

可靠度與維護度兩者互為產品可用度的指標，並構成整體後勤的關鍵基礎。在產品設計之初，秉著同步工程的整合理念，使產品兼具可靠度與維護度設計，建構可行的整合方式，為本文探討的主題。研究中就設計整合提出四個層面的整合：管理層面、工程技術層面、程序層面、供應體系層面的整合，以供實務推展的參考。並以案例分析說明產品研發初期的評估方式，藉由模糊理論與灰色關聯分析來處理研發初期資訊不完整的設計評估。

**關鍵字：**可靠度、維護度、整合模式、灰色關聯分析

## **Abstract**

Reliability and maintainability are the core factors of availability and logistic support. In concurrent engineering environment, to integrate both reliability and maintainability design as a feasible framework is the main task of this research. The feasible integrate framework involve the following four aspects: management, engineering, process, and supply chain. An example for product development is illustrated; the evaluation algorithm is by fuzzy theory and grey relational analysis to treat the incomplete information.

**Key words:** Reliability; Maintainability; Integration Model; Grey Relational Analysis

## 一、前言

可靠度是產品達成任務的關鍵指標，美國太空梭挑戰者號於1986年1月28日升空後爆炸；美國太空梭哥倫比亞號於2003年2月1日返回大氣層時爆炸，均造成七名太空人罹難，這些事件均與可靠度有關。

可靠度設計係考量產品在既定的時間內，於特定的使用條件下執行特定性能或功能，成功達成任務的機率。維護度係考量產品在失效或維修時，依照指定的程序及方法進行維護工作，並能在允許的時間內，使產品在規定環境下，恢復作用的機率。兩者互為產品可用度的指標，並構成整體後勤的關鍵基礎。在產品設計之初，秉著同步工程的整合理念，使產品兼具可靠度與維護度設計，建構可行的整合方式，為本文探討的主題。研究中就設計整合提出四個層面的整合：管理層面、工程技術層面、程序層面、供應體系層面的整合，以供實務推展的參考。

本研究的具體目的如下：(一)探討可靠度、維護度的相關性質，整理出兩者整合的可行架構。(二)藉由同步工程的整合理念，比較可靠度與維護度工作的項目，探討整合的方法。(三)藉由管理層面、工程技術層面、程序層面、供應體系層面等四個層面的整合理念，探討可靠度與維護度設計的評估架構。(四)以案例分析說明產品研發初期的評估方式，藉由模糊理論與灰色關聯分析來處理研發初期資訊不完整的設計評估。

## 二、可靠度設計的主要工作

「可靠度」係指產品在規定的條件下和規定的時間內，達到功能需求的能力。「可靠度」設計的要索有四項：操作環境、設計功能、統計機率及任務時間。可靠度的度量，常用的特徵量有：故障機率、故障密度、平均壽命等。

而可靠度係以平均失效時間(Mean Time Between Failure, MTBF)為比較基準。若以廣義的「可靠度」定義而言，則包括狹義的「可靠度」與「維護度」(徐維新，秦英孝，1988)。

「維護度」係考量產品在失效或維修時，依照指定的程序及方法進行維護工作，並能在允許的時間內，使產品在規定環境下，恢復作用的機率。而維護度係以平均維修時間(Mean Time To Repair, MTTR)為比較基準。

自美國政府於1943年成立可靠度研究小組開始，可靠度的研究已經有長期的歷史。國際間一些標準化組織也訂定很多有關可靠度的標準，例如：國際電工委員會標準-IEC 60300系列，美軍標準規範MIL-STD-785「系統與裝備研發與生產可靠度計畫」、MIL-STD-756「可靠度模式與預估」、MIL-STD-2068「可靠度發展實驗」、MIL-HDBK-217「電子件可靠度預估分析」等。可靠度的領域很廣，舉凡可靠度的管理、可靠度的設計分析、可靠度的實驗均為研究的領域。以可靠度的設計工作而言，包括：可靠度模式的選擇及建立、可靠度配當、可靠度預估、失效模式與效應分析、失效樹分析、電子零件及電路容錯分析、潛藏線路分析、可靠度成長分析、料件標準化、可靠度關鍵項目訂定等工作。以可靠度的實驗工作而言，依據產品發展階段：設計驗證階段、全型發展階段、先導生產及鑑定階段、正式生產階段的的不同，可靠度的實驗目的主要包括：性能實驗、發展實驗、鑑定實驗、生產實驗等目的；而可靠度的實驗可再分成八個類別：性能實驗、環境應力篩選實驗、環境發展實驗、可靠度發展及成長實驗、環境鑑定實驗、可靠度鑑定實驗、環境接收實驗、可靠度接收實驗等工作。(楊慶宗，1995)

依據美軍 MIL-STD-785B 標準規範，以產品發展過程需進行的可靠度設計與管理的工作包括：(1)可靠度工作規劃與工作計畫書之訂

定、(2)對分系統與合約商之監督與管制、(3)可靠度工作計劃書之審查、(4)可靠度模式之建立、(5)可靠度配當、(6)可靠度預估、(7)失效模式與效應分析、(8)電子零件及電路容錯分析、(9)潛藏線路分析、(10)料件標準化與料件管制、(11)可靠度關鍵項目訂定、(12)可靠度發展及成長實驗、(13)可靠度鑑定實驗、(14)環境應力篩選檢查、(15)可靠度接收實驗、(16)失效分析與改正報告、(17)失效評審會組成與執行。

有關可靠度在工程實務上的應用，童絢遠教授（1992）強調有三個重要的部份：(1)可靠度工程設計、(2)可靠度實驗、(3)數據系統及數據分析與回饋。其中可靠度實驗項目包括：(1)環境應力篩選實驗、(2)田口參數設計實驗、(3)田口容差設計實驗、(4)單元燒入實驗、(5)系統組合實驗、(6)系統接收實驗、(7)可靠度展示實驗等項目，若系統通過可靠度展示實驗則可進入量產階段。韓慧林等(1993)曾遵循美軍MIL-STD-785標準規範，以飛彈發動機外殼為案例，進行可靠度工程設計與管理的分析。鄧文港(2001)曾以IDF0 (Icam DEFinition)程序模型建構飛彈系統研發可靠度的作業程序，其中包括：(1)可靠度發展實驗、(2)聯合可靠度評估作業、(3)缺失報告作業、(4)構型變更作業等四大項目。產品在研發的過程中，以層級架構而言，一般包括產品級、總成級、次總成級、模組級、元件級等不同層別。當考量到所有「產品結構檔」的不同階層之整合時，可產生不同的可靠度設計方案。而整合的過程中，界面的整合是關鍵的重點，例如：元件與元件之間的組合，模組與模組之間的組合均需考慮界面問題。一般的產品界面問題包括：硬體與硬體的界面，硬體與軟體的界面，軟體與軟體的界面，人與產品的界面等。

### 三、維護度設計的主要工作

依據美軍 MIL-STD-470A,471,及 472 標準規範，以產品發展過程需進行的維護度設計與管理的工作包括(中科院,1991):

(1)維護度工作規劃與工作計劃書之訂定、(2)維護度工作計劃書之審查、(3)維護度模式之建立、(4)維護度配當、(5)維護度預估、(6)維護度資料輸入之準備工作、(7)維護度分析、(8)維護度設計準則之研訂與執行、(9)對分系統與合約商之監督與管制、(10)維護度驗證、(11)維修資料之收集、分析與評估。

維護度工作需考量有限資源的配合，使「設計特性、修理策略、及維修資源三者做最佳組合」，以符合最低壽期成本的限制條件，達成預定的維護度水準。維護度工作的重要目標為：(1)降低系統失效時間、(2)提高維護度水準，減少維護時間、(3)降低維護成本、(4)降低維護工作的複雜度、(5)減少維護人員的需求、(6)減少維護人員的工作錯誤。

維護度工程必須與其他專長工程結合，例如：系統工程分析、人因工程、壽期成本理論、系統安全等。維護度工程結合這些方法在產品設計中進行維護度之配置、維護度預估、維護度與硬體設計、維護度之測試與驗證。其結果是使設計本身最佳化，而符合使用者之期望，同時降低壽期成本。Luxhoj(1997)等強調維護工作必須考量人力、成本的限制，經營標竿維護目標，建立學習性組織，提昇維護技術能力。

維護度的計量指標，經常被採用的是「平均修理時間」(MTTR)，而修理時間包括失效偵測與診斷時間、拆裝時間、換修時間及調整測試時間等。平均修理時間短，即代表維修之成本低。產品可能使用十年、廿年，使用期中除維護費用外，其他後勤備份料件，以及相關的支援設施等均需要成本。若平均修理時間降低時，則可降低維護成本，提高產品的妥善率

(或可用度, Availability), 壽期成本也得以降低。

維護政策的類別, 區分為定期和不定期的維護保養方式:(1)預防性維修(Preventive Maintenance)是一種定期的, 有系統的維修行動, 它包含檢查、測試、保養等工作, 來預防失效的發生。(2)改正性維修(Corrective Maintenance)是一種非定期的、偶發性的維修行動, 使失效後之系統恢復至預定之功能。

維修工作的規劃應包括維護度分析。維護度分析, 主要是對維護度目標的達成進行分析與評估, 並可包括維修階層分析、失效模式與效應分析(FMEA)、故障之偵測與隔離、與維護度參數之取舍分析等。

維修階層分析係將維修工作予以合理分層, 以符合最佳系統效益與生命週期成本的標準。例如分為 O-層次(Organizational)、I-層次(Intermediate)、D-層次(Depot), 或是第一層、第二層、第三層。

維護度分析的過程中, 應包括維護度設計的基本準則之研訂。這些基本準則包括進手的需求、工具的使用、測試點、工具的標準化、模組化等。維護度設計準則可概分為兩大類, 即機械類與電子電機類。主要的維護度設計準則, 例如: 模組化設計、維修人員進手方便性、互換性設計、進手點及測試點等宜標註清楚、安全防護設計、可運輸性、方便測試、考量「自我測試」之設計等準則。

一般維護度常用的特徵量(徐維新, 秦英孝, 1988):

(1)平均維修之間隔時間 MTBM (Mean Time Between Maintenance): 包含預防性及改正性的維修需求, 它包含 MTBR (Mean Time Between Replacement)。

(2)平均更換間隔時間 MTBR (Mean Time Between Replacement): 表示維修行動中更換

零件的頻率, 代表備份件的需求程度。

(3)平均維修時間  $\bar{M}$  (Mean Maintenance Time): 包含平均預防性修復時間  $\bar{M}^p$  及平均改正性修復時間  $\bar{M}^c$ 。

(4)平均預防性維護時間  $\bar{M}^p$  (Mean Preventive Maintenance Time): 係指每次定期維修保養所花費之平均時間。

(5)平均改正性維修時間  $\bar{M}^c$  (Mean Corrective Maintenance Time): 係指每次不定期維護所花費的平均時間。

(6)平均修護時間 MTTR (Mean Time To Repair): 係指每次平均維修所花費之時間。

另外常用的重要計量指標及公式, 可參考相關文獻(徐維新, 秦英孝, 1988)。

#### 四、可靠度與維護度的關係與整合

可靠度是機率的數據, 不能保證產品有 100% 的可靠度, 所以當系統發生故障的時候, 必需藉由維護度(系統維修能力), 以增進系統妥善率。為使系統長久發揮功能而正常運作, 必須使可靠度與維護度密切配合, 以充分發揮產品在整個壽命週期中的效益, 並降低運作與支援成本。

可靠度與維護度應在研發設計階段, 就設計到產品之中。可靠度工程努力的方向是延長產品操作時間, 減低維修頻率, 而維護度工程則是著重於縮短產品失效後所需的維修工時(即提昇系統妥善率), 並研析產品之必要預防性維護頻率, 期能延長產品壽命, 保持產品可靠度。

可靠度與維護度共同構成產品的可用度指標。可用度 A (Availability) 係指失效後之系統或產品在理想支援下, 在任一個時刻能圓滿執行任務之機率。若是不計其維修等候時間(如待料、代工、停機、定期保養、行政手續等), 則固有可用度 A (Inherent Availability):

$$A = \frac{MTBF}{MTBF + MTBM}$$

可靠度與維護度的作業模式在基本上很類似，都是在概念定義階段中即參加設計規格之訂定，設計方案的擇優分析，可行性研究；在設計發展階段則執行可靠度/維護度之配當及預估，設計準則應用，可靠度/維護度分析，參與設計審查；在製造階段中執行設計修改審核，及可靠度/維護度鑑定試驗；在售後服務階段則收集失效與維修數據以作為品質趨勢分析及開發新產品時之參考。

以下就整體後勤支援(ILS)觀點、美國空軍R&M 2000 程序、可靠度為中心之維修技術、全面品質管理(TQM)觀點等層面來探討可靠度與維護度整合的重要性:

#### (一)以整體後勤支援(ILS)觀點而言

整體後勤支援(Integrated Logistics Support, ILS)係確保一個系統在其壽命週期中有效果的經濟資源組合的所有考慮。美國國防部定義為:用來規劃、分析、設計和管理所獲得系統與後勤支援結合的一個完整的系統方法。整體後勤支援(又稱運籌支援)的主要工作包括:(1)可靠度、(2)維護度、(3)系統安全、(4)維修規劃與後勤支援分析、(5)供應支援、(6)人力、人員與訓練、(7)技術資料、(8)支援與測試裝備、(9)設施、(10)包裝、搬運、儲存與運輸、(11)電腦資訊支援等。其中可靠度與維護度是關鍵的項目，是整體後勤支援制度規劃的基礎。

#### (二)以美國空軍R&M 2000 程序而言

美國空軍R&M 2000 程序係1988年所發行的文件，強調「可靠度/維護度是戰力效益的乘數」，文件內容包括五個目標、五個原則、及二十一項行動項目。五個目標為：增加戰力、增加戰鬥支援系統的存活性、減少

每單位的機動需求、減少每單位的人力需求、減少成本。五個原則及所屬項行動項目：

(1)管理階層的參與、(2)激勵:資源的選擇、以績效為基礎的發展、誘因與保證書、(3)需求:明確的需求、技術人員透明化、簡單化、模組化、可靠度/維護度計畫、公司政策與實行、(4)設計與成長:系統工程程序、配置與預測、分析、成長管理、零件選擇、降額設計、電腦輔助工具、測試/分析與設定、(5)維持:可靠度及維護度變異縮減程序、可靠度及維護度環境應力篩選、系統測試、回饋。其中要求產品可靠度加倍提升，以達成維護行動減半(Double R/ Halve M)的重要理念。相關的理念:簡單化的設計、模組化的設計，這是提高可靠度最實際的做法。在變異縮減部份可以結合品質機能展開、田口品質工程方法、六倍標準差方法來進行改善。而透過管理階層的參與、以績效為基礎的發展、系統工程程序等，可逐步建立全面品質管理(TQM, Total Quality Management)的制度。

#### (三)以可靠度為中心之維修技術而言

以可靠度為中心之維修技術(Reliability-Centered Maintenance, RCM)係以系統化的評估分析方法，決定預防維護的時機和範圍。其理論基礎的特性為:(1)維持系統設備應有功能、(2)功能異常時能確認可能失效的模式、(3)經由失效模式分析決定功能需求的優先次序、(4)決定適合的預防維修措施。其執行的步驟為:(1)系統選定和資訊蒐集、(2)定義系統邊界、(3)建立系統說明及功能方塊圖、(4)建立系統功能及功能失效矩陣、(5)失效模式與影響分析、(6)邏輯決策樹分析、(7)維修工作選定。(奚臺甫、王耀卿,2001)

#### (四)以全面品質管理(TQM)觀點而言

品質是現代工商業成敗的關鍵基礎，全面

品質管理(TQM)以滿足顧客的需求為努力的目標。「品質」可分為產品品質與服務品質兩大類,可再細分為設計品質、製造品質及服務品質。而系統可靠度、維護度、安全度、支援度、經濟效益等特性,均可視為品質的範疇。在這些特性中,尤以可靠度與維護度的配合最為重要。一個系統裝備是否優良,主要表現在其服務品質(服務時是否能有效發揮其最佳功能),而服務品質的高低,則取決於設計品質與製造品質。所以在設計初期就必須把可靠度與維護度設計進去。高可靠度使系統不易故障,高維護度使系統雖會有失效但能迅速復原,兩者均高時,始可確保系統長期處於高績效的運作狀況,使系統充分發揮功能而達成最高效益。

經由上述的分析,更進一步瞭解可靠度與維護度設計整合的關係,可提供本研究建構一個可行的整合評估模式的參考。

## 五、可靠度與維護度的整合架構

有關可靠度與與維護度設計整合的可行方式,以下就設計整合提出四個層面的整合方向:管理層面、工程技術層面、程序層面、供應體系層面的整合(如圖1),以供實務推展的參考。整合的架構係以同步工程的方法來考量,結合各相關部門來推動研製工作。並藉由計畫任務、設計分析、試驗比較、型態管制等程序產生不同的設計方案(如圖2)。

### (一)管理層面的整合

企業組織中,雖然可靠度設計相當重要,但是可能受限於企業組織中與功能性設計部門分別屬於不同的獨立部門,部門間彼此分隔而較少溝通整合,所以儘早加以整合是重要的課題,若能組成專案工作團隊,可有效的處理設計界面協調的問題。

可靠度與與維護度設計在管理層面上有

相對的工作內容,可在管理層面加以整合,包括:訂定工作計畫書,研訂各任務所需人力、經費、設備、技術等資源需求,擬定工作編組,訂定工作程序,規劃資訊回饋制度,規劃工作之督導、管制、整合、與管理程序;規劃界面協調程序等。

### (二)工程技術層面的整合

可靠度與維護度在工程技術的工作項目有共通的設計方法,例如:(1)可靠度模式之建立、維護度模式之建立:均需要納入各種計量參數,並發展而建立其數學模式,以便經由數值分派與計量估算法,評估各系統層次(零件、組零件、分系統或全系統)之可靠度、維護度。由可靠度模式、維護度模式可提供可靠度配當、維護度配當、可靠度預估、維護度預估參考。(2)可靠度配當、維護度配當:把系統裝備的可靠度、維護度預定目標值,適當配置到各下一層次,由全系統的需求值適當地分配於各分系統或裝備,直到最低層次的零組件為止。(3)可靠度預估、維護度預估:估算所設計的系統/分系統/裝備之可靠度、維護度,需利用相關數學模式。(4)可靠度試驗、維護度試驗:相關試驗的產品和裝備可共同使用,獲得的試驗數據可共同分析,共同參與失效模式與效應分析(FMEA)、並建立共用的資料庫。

可靠度與維護度在工程技術層面有共通的設計特性及目標,例如:(1)簡單化的設計:儘量減少零件及界面組件數量。(2)模組化與標準化的設計:採用模組化以利於拆卸、組合及檢修。(3)材料與零件的選用設計:要適合使用目的、具有驗證標準,考量壽限問題。(4)環境設計:考量對環境的適應性,諸如:壓力、溫度、日曬、雨淋、溼度、沙塵、霉菌、振動、衝擊、跌落、加速度、噪音、輻射、靜電、電磁干擾等。(5)可測試性設計:提昇產品的檢修、保養、故障隔離,增加可用度。(6)操作、儲存與運輸設計:提昇產品的使用壽限。(7)人因工



程設計: 在於結合人體與機器、軟體的界面, 提昇產品的整體使用效能, 有助於提昇裝備系統的可靠度。(8)容錯設計: 在於預防產品的失效, 減少失效的發生與危害。

### (三)程序層面的整合

在產品研究發展的程序中, 可用同步工程的方法來進行, 以縮短產品開發的時程, 降低產品開發的成本。依據美國國防分析研究院定義:『同步工程是一種系統方式, 用以整合、同步設計產品及相關製程, 包括製造及支援。這種方式在於使開發者, 考慮產品生命週期的各要項, 從概念設計到淘汰, 包括了品質、成本、時程及使用者需求』。因此, 運用同步工程的概念, 在產品設計開發之初, 就考慮到所有產品生命週期中的各項要素, 如規格、設計、品質、成本、製程、製造、組裝、測試、維護、汰換等項目, 便可適度地減低各階段在產品開發執行上的困難。

同步工程的整合環境中, 必須考量到使用者多目標且不確定的需求, 必須同時考量到所有產品生命週期的各項設計要素, 這些目標與要素往往具有衝突性。衝突性的問題可能來自於有限資源的分配, 一般藉由會議溝通來解決問題, 或透過設計審查、群體決策方式建立協調機制。一般的研究報告, 以討論「設計與製造」間的整合居多, 而逐漸已討論到易組裝性、易測試性、人因工程、環保性、經濟層面(江行全, 許績興, 2000)的整合問題。就顧客的立場而言, 他們並不關切產品的研發及製造過程; 而產品使用時的可靠度與維護度才是他們關心的重點。所以應儘早將產品使用時的可靠度與維護度設計在產品之中, 才能開拓產品的市場。另外, 產品的生產及使用成本幾乎在開始設計之時就已被決定70%左右, 所以建立先期設計規劃和決策的能力是關鍵的工作。

### (四)供應體系層面的整合

供應體系層面的整合, 國防上常用的名詞為整體後勤支援(ILS), 而企業組織中常用的名詞則為:供應鏈管理、物流管理。物流管理源自於二次大戰的軍事後勤學(Logistics)。物流管理通常以企業的角度, 探討商品的運輸、存貨、倉儲及資訊等相關活動; 探討商品由原物料, 經過生產、配送等附加價值活動, 傳遞至消費者的管理。

供應鏈整合的目的, 在於提昇物品流通的效率, 增強通路成員的聯盟關係, 降低流通的成本, 提高顧客服務的水準, 以圓滿成功的達成任務。企業界進行整合的方式, 經常透過(1)企業內部、(2)企業外部進行整合。企業內部的整合, 例如:訂單作業的資訊化、出貨的共同運送等; 企業外部的整合, 例如:共同倉庫、共同資訊系統、共同配送等。供應鏈整合之普遍架構包括:參與成員之層面(主要通路成員、專業通路成員)與流通作業之層面(商流、金流、資訊流、物流、人流)的整合。

隨著電腦科技的進步, 相關電子商務、增值網路、自動提款機、閉路監視系統、行動電話通訊、地理資訊系統、全球衛星定位系統也逐漸為供應鏈業者所引用。以供應鏈系統參與成員與流通作業層面之廣泛, 加以電腦科技的普及應用、全球運籌的發展趨勢, 供應鏈系統的可靠度與維護度工作已愈形複雜, 也愈加重要。

經由上述探討產品可靠度與維護度設計的關係, 本研究試著建構一個可行的整合評估模式(如圖2), 藉由計畫任務、設計分析、試驗比較、型態管制等程序產生不同的設計方案, 可據以評估方案。整合評估模式(圖2)的基本考量因素與執行程序為:

- (1) 由計畫需求建立「產品結構檔」做為

型態管制的基準，發展不同的可靠度與維護度設計方案：產品在研發的過程中，以層級架構而言，一般包括產品級、總成級、次總成級、模組級、元件級等不同層別。「產品結構檔」是產品設計的型態基準，可藉以推展物料籌備、製程規劃、製造生產等工作，並做為可靠度與維護度設計的參考。當考量到所有「產品結構檔」的不同階層之整合時，可產生不同的可靠度與維護度設計方案，並據以評估方案，但是各層別的基本資料需逐步建立。

(2) 確定可靠度與維護度設計的準則、衡量的參數基準：除了產品平均故障時間、平均修護時間的準則外，相關的後勤支援需求、計畫資源的限制都是設計的評估準則。可靠度與維護度設計需考量成本的因素：高可靠度/低成本；而衡量的成本基準可採用生命週期成本分析或作業為基的成本分析模式(Lee,1993)。

(3) 展開可靠度與維護度的同步工程整合設計：本項工作強調可靠度與維護度在產品設計開始就要納入考量。當考量生命週期中各項功能性目標的同步設計時，在整合的過程中(如圖1)，與功能性界面(易製造性、易組裝性、易測試性、人因工程、環保性等)的整合是關鍵重點。經由系統特性與設計參數之取舍分析與評估，以選定適合方案。

(4) 經由驗證來評估產品的可靠度與維護度設計方案：執行產品各層級的可靠度與維護度驗證，包括：性能實驗、發展實驗、鑑定實驗、生產實驗等測試驗證。本項工作強調可靠度與維護度在產品設計時必須經由驗證來確認其能力，最好經由場地測試實際驗證。

(5) 建立型態管制資料庫：資料庫包括型態項目分類、型態文件、型態變更管理、型態稽核等資料。本項工作除了重視產品設計、實驗測試的資料外，並進一步彙整使用者於系統服務階段實際發生的「操作與維修資料」，建

立「維修資料蒐集/分析系統」，有利於使用者的操作與維修服務，並改進未來產品的設計。

在產品開發之初的「概念設計」評估階段，因為面臨的資料可能不夠完整，且具有模糊性的語意資料，所以結合模糊理論來建立設計評估模式是可行方式(Hsu, and Jiang, 1999)。本研究的案例將說明在「概念設計」階段，利用模糊理論與灰色理論來建立評估模式的可行方向，可供實務問題的參考。

## 六、案例探討

本案例係探討一般工業用的儲運箱設計，儲運箱的設計需具備儲存、運送、水密性的功能。案例係探討箱體材料的選擇，規劃製作的儲運箱(1公尺立方箱體及蓋子)可供電子儀器及測試裝置使用，有兩項設計方案：(1)鋁合金箱體及(2)複合材料箱體的選用。鋁合金箱體採用鋁合金的蒙皮，外部附有加強樑焊接製作而成。複合材料箱體採用玻璃纖維強化樹脂(FRP)製作而成。

評估項目，考量儲運箱之可靠度、維護度、製造難易度、與製造成本等四個項目。本案之評估係在概念設計階段進行，所以評估時資料並不够完整，有些量化的數據必須再進行試驗來獲得。評估時以藉由歷史的經驗為主，因資料並不够完整，所以大部份數據以語意函數表示。為處理語意函數，則運用模糊理論轉換成量化的數據。另外，本案在概念設計階段進行，評估時資料少並不够完整。而灰色理論正適合處理：數據少及不確定性的問題；所以上述評估的問題進一步藉由灰色關聯性分析(Grey Relational Analysis)方法來處理。本案例計有兩項方案：(1)鋁合金箱體及(2)複合材料箱體的選用。主要評估準則有四個項目：(1)可靠度、(2)維護度、(3)製造難易度、與(4)製造成本。

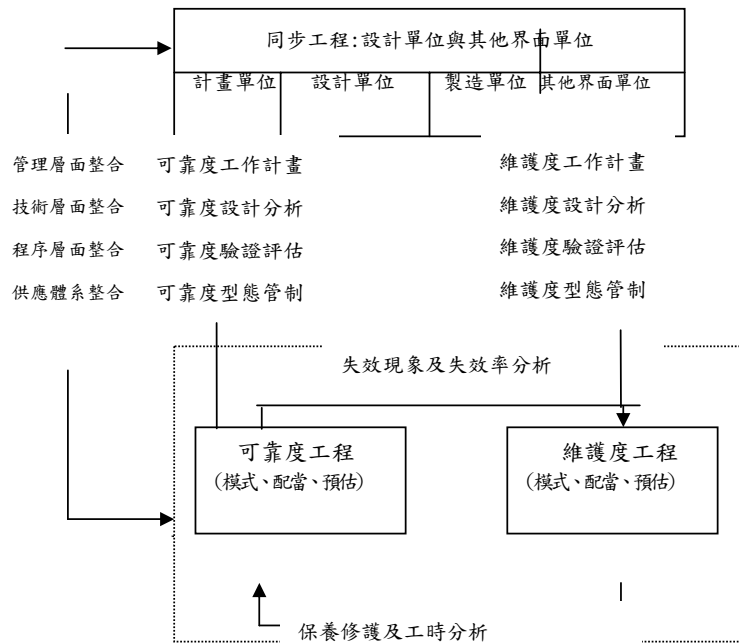


圖 1：可靠度與維護度系統整合示意圖

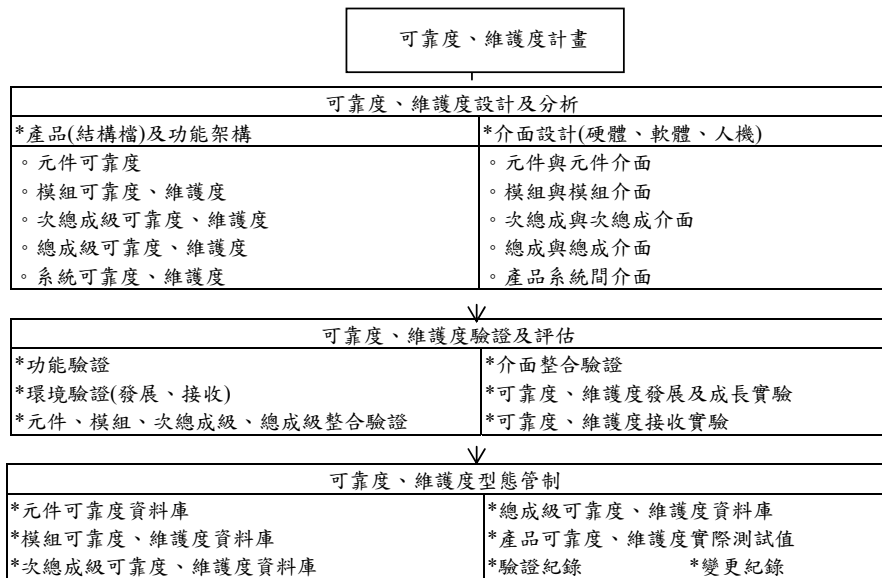


圖 2：可靠度與維護度整合評估的架構

以上各準則的權重係以相對的重要性考量，各準則的權重為同等的重要，亦即權重值相等。有關各準則評分值的語意函數相對應於三角模糊數，各有五種等級。

準則(1)可靠度:以耐壓強度及儲用年限為考量。其評分值的語意函數及對應的三角模糊數:很低(0,0,0.3)，較低(0,0.25,0.5)，普通(0.3,0.5,0.7)，較高(0.5,0.75,1)，很高(0.7,1,1)。

準則(2)維護度:以修理及整補的難易度為考量。其評分值的語意函數及對應的三角模糊數:很難(0,0,0.3)，較難(0,0.25,0.5)，普通(0.3,0.5,0.7)，較容易(0.5,0.75,1)，很容易(0.7,1,1)。

準則(3)製造難易度:其評分值的語意函數及對應的三角模糊數:很難(0,0,0.3)，較難(0,0.25,0.5)，普通(0.3,0.5,0.7)，較容易(0.5,0.75,1)，很容易(0.7,1,1)。

準則(4)製造成本:其評分值的語意函數及對應的三角模糊數:很高(0,0,0.3)，較高(0,0.25,0.5)，普通(0.3,0.5,0.7)，較低(0.5,0.75,1)，很低(0.7,1,1)。

有關評估方案(m)的準則(n)、評分值( $\tilde{p}_{ij}$ )經過整理的數值如表1所示，評分數值均愈大愈好。其中包括評分值的語意函數及對應的三角模糊數，為利於模糊數之加總整合運算，解模糊數的方法採用重心法，相對應的重心值如表1所示。

	(1)可靠度	(2)維護度	(3)製造難易度	(4)製造成本
方案一 鋁合金 箱體	較高 (0.5,0.75,1) 重心值0.75	較容易 (0.5,0.75,1) 重心值0.75	普通 (0.3,0.5,0.7) 重心值0.5	較高(0.25,0.5) 重心值0.25
方案二 複合材 料箱體	普通(0.3,0.5,0.7) 重心值0.5	普通(0.3,0.5,0.7) 重心值0.5	較難 (0.025,0.5) 重心值0.25	較低(0.5,0.75,1) 重心值0.75

表1：儲運箱設計方案與評估準則數值

有關灰色關聯性分析的主要定義與計算公式為(鄧聚龍，2000):

令  $X$  為灰關聯因子空間， $x_0 \in X$  為參考序列， $x_i \in X$  為可比較序列， $x_0(k)$  與  $x_i(k)$  分別表示  $x_0$  與  $x_i$  在第  $k$  個因子的數值。若  $\gamma(x_0(k), x_i(k))$  與  $\gamma(x_0, x_i)$  為實數且滿足規範性、偶對稱性、整體性、接近性四項公理 (Axiom)，則：

$$\gamma(x_0, x_i) = \frac{1}{n} \sum_{k=1}^n \gamma(x_0(k), x_i(k))$$

$\gamma(x_0(k), x_i(k))$  為灰關聯係數， $\gamma(x_0, x_i)$  為灰關聯度，一般表示為  $\gamma(x_0(k), x_i(k))$  之平均數。

若任一序列均可作為參考序列，其他序列為比較序列時，則灰關聯係數的公式：

$$\gamma(x_i(k), x_j(k)) = \frac{\Delta_{\min} + \xi \Delta_{\max}}{\Delta_{ij}(k) + \xi \Delta_{\max}}$$

其中  $i = 1, 2, \dots, m$ ， $j = 1, 2, \dots, n$ ； $x_i$  為參考序列， $x_j$  為其比較序列。

$\Delta_{ij}(k) = |x_i(k) - x_j(k)|$  表示參考序列與比較序列在第  $k$  個因子的距離。 $\zeta$  為辨識係數且  $\xi \in [0, 1]$ ，表示背景值與待測物之間的對比關係，數值之大小可依實際情況作調整。

$\gamma(x_0, x_i)$  為灰關聯度的值，若  $\gamma(x_0, x_j), \gamma(x_0, x_p), \dots, \gamma(x_0, x_q)$  等灰關聯度滿

足  $\gamma(x_0, x_j) > \gamma(x_0, x_p) > \dots > \gamma(x_0, x_q)$

關係，則可得灰關聯順序如

$$x_j \succ x_p \succ \dots \succ x_q。$$

為進一步藉由灰色關聯性分析來處理，有關評估方案的準則、評分值經過整理的序列數值如表2所示。其中參考序列的數值採

用1.0，各方案的序列數值為解模糊化後的重心值；序列數值的評分值愈大愈好。

	(1)可靠度 K=1	(2)維護度 K=2	(3)製造難 易度K=3	(4)製造成 本K=4
參考序列, $x_0(k)$	1.0	1.0	1.0	1.0
方案一: 鋁合金 箱體 $x_1(k)$	0.75	0.75	0.5	0.25
方案二: 複合材料 箱體 $x_2(k)$	0.5	0.5	0.25	0.75

表2：儲運箱設計方案與評估準則的序列值

先計算  $\Delta_{0i}(k) = |x_0(k) - x_j(k)|$  的序列數值，其中參考序列的數值  $x_0(k)$  採用 1.0，亦即  $\Delta_{0i}(k) = |1 - x_j(k)|$ 。計算的數值：

$$\Delta_{01}(k) = (0.25, 0.25, 0.5, 0.75)$$

$$\Delta_{02}(k) = (0.5, 0.5, 0.75, 0.25)$$

其中  $\Delta_{\max}$  值 =  $\Delta_{02}(3) = 0.75$ ， $\Delta_{\min}$  值 =  $\Delta_{01}(1) = 0.25$ 。

進而計算灰關聯係數(設  $\xi = 0.5$ )：

$$\gamma(x_i(k), x_j(k)) = \frac{\Delta_{\min} + \xi \Delta_{\max}}{\Delta_{ij}(k) + \xi \Delta_{\max}}$$

得出

$$\gamma(x_0(k), x_j(k)) = \frac{0.625}{\Delta_{0j}(k) + 0.375}$$

$$\gamma(x_0(k), x_1(k)) = (1, 1, 0.714, 0.556)$$

$$\gamma(x_0(k), x_2(k)) = (0.714, 0.714, 0.556, 1)$$

最後計算灰關聯度：

$$\gamma(x_0, x_i) = \frac{1}{n} \sum_{k=1}^n \gamma(x_0(k), x_i(k))$$

得出

$$\gamma(x_0, x_1) = 0.25 * (1.0 + 1.0 + 0.714 + 0.556) = 0.817$$

$$\gamma(x_0, x_2) = 0.25 * (0.714 + 0.714 + 0.556 + 1) = 0.746$$

本案例灰關聯度的值愈大愈好，所以選擇方案一：鋁合金箱體。

為確認其他評估方法的計算結果，本案例另以模糊多準則決策方法加以比較：

有關評估方案(m)的準則(n)、權重(w)、評分值( $\tilde{p}_{ij}$ )之加總整合(R)採用模糊多準則決策運算方法：

$$R = A \otimes W^T = \begin{bmatrix} \tilde{p}_{11} \otimes \tilde{w}_1 \oplus \tilde{p}_{12} \otimes \tilde{w}_2 \oplus \dots \oplus \tilde{p}_{1n} \otimes \tilde{w}_n \\ \tilde{p}_{21} \otimes \tilde{w}_1 \oplus \tilde{p}_{22} \otimes \tilde{w}_2 \oplus \dots \oplus \tilde{p}_{2n} \otimes \tilde{w}_n \\ \vdots \\ \tilde{p}_{m1} \otimes \tilde{w}_1 \oplus \tilde{p}_{m2} \otimes \tilde{w}_2 \oplus \dots \oplus \tilde{p}_{mn} \otimes \tilde{w}_n \end{bmatrix}$$

符號 A 表示：對應準則的評分值

$\otimes$  表示：乘積運算

$\oplus$  表示：加法運算

經由準則、權重、評分值的模糊數運算加總整合後，可以計算出各方案的整合數值，在本案例中整合數值愈大愈好。最後再由各方案的整合數值解模糊化，以重心值來解模糊化、排序，評估及選擇最佳方案(許續興，江行全，2001)。評估準則模糊數(如表1)與權重(相等權重)相乘，再以重心值來解模糊化計算的結果：

1. 方案一：鋁合金箱體

$$(0.5, 0.75, 1) * 0.25 + (0.5, 0.75, 1) * 0.25 + (0.3, 0.5, 0.7) * 0.25 + (0.25, 0.5) * 0.25 = (0.325, 0.5625, 0.8)$$

解模糊化之值: 0.5625

2. 方案二：複合材料箱體

$$(0.3, 0.5, 0.7) * 0.25 + (0.3, 0.5, 0.7) * 0.25 + (0.25, 0.5) * 0.25 + (0.5, 0.75, 1) * 0.25 = (0.275, 0.5, 0.725)$$

解模糊化之值: 0.5

以方案一之值較高，選擇方案一為佳。

以上兩種方法的計算，均顯示方案一之值較高，所以選擇方案一：鋁合金箱體。

## 七、結論

可靠度與維護度共同構成產品的可用度指標，也是顧客關心的重點。所以應儘早將產品使用時的可靠度與維護度設計在產品之中，才能開拓產品的市場。可靠度與維護度相關研究的領域很廣，例如：以可靠度為中心之維修技術(RCM)、供應鏈體系層面的整合等；都值得進一步的探討。

有關後續研究之方向，例如：

1. 研究同步工程環境中整合可靠度、維護度設計及其他功能性設計的可行方式：從產品的特性、製程的設計中更詳細分析其他功能性的設計準則，考量在同步工程環境中與其他功能性目標進行整合與評估。

2. 研究以可靠度為中心之維修技術的整合評估方式：可利用平衡計分卡指標來衡量產品的維修設計特性、評估維修目標績效。

3. 研究產品供應鏈體系的可靠度與維護度整合問題：結合供應鏈體系參與成員之層面與流通作業之層面的整合，探討可靠度與維護度的整合模式。

4. 發展結合模糊理論與類神經網路之整合評估模式：可採用模糊理論結合灰色理論、類神經網路之分析架構(Lin, and Lee, 1996) (Hsu, Jiang and Lee; 1999)，建立具有智慧型的決策模式。

### \* 致謝：

承蒙國科會計畫 NSC92-2213-E-231-007 支持，特此致謝。

### 參考文獻

[1] 中科院編，「整體後勤支援作業手冊」，中科院系統維護中心，1991.11，

- [2] 江行全、許續興，「同步工程環境中產品開發決策模式之建立」，國科會決策分析方法與應用研討會論文集，台北市，銘傳大學，215-233頁，2000。
- [3] 徐維新、秦英孝編，「可靠性工程」，電子工業出版社，中國大陸，1988。
- [4] 奚臺甫、王耀卿，「可靠度中心式維修技術之績效評估研究」，第四屆可靠度與維護度技術研討會論文集，台北市，7-17頁，2001。
- [5] 許續興、江行全，「整合可靠度與環保性設計之探討」，第四屆可靠度與維護度技術研討會論文集，台北市，173-180頁，2001。
- [6] 童絢遠，「談可靠度工程」，品質管制學會第二十八屆年會徵文集，台中市，東海大學，119-124頁，1992。
- [7] 楊慶宗，「系統工程管理」，設計家雜誌社，臺灣，1995。
- [8] 鄧文港，「飛彈系統研發階段可靠度探討」，中正理工學院兵器系統工程研究所碩士論文，2001。
- [9] 鄧聚龍，「灰色系統理論與應用」，高立圖書公司，臺灣，2000。
- [10] 韓慧林、吳森琪、張起明，「可靠度工程設計與管理-以飛彈發動機外殼為例」，品質管制學會第二十九屆年會徵文集，台北市，政治大學，347-352頁，1993。
- [11] C.H. Hsu and B.C. Jiang, Fuzzy multiple attribute decision making using a simplified centroid-based arithmetic process, *Inter-national Journal of Industrial Engineering*, Vol.6, 1999, pp.61-71.
- [12] C.H. Hsu, B.C. Jiang and E.S. Lee, Fuzzy neural network modeling for product development, *Mathematical and Computer Modelling*, Vol.29, 1999, pp.71-81.
- [13] P.M. Lee, Incorporating Concurrent Engineering and Design Economics in a

- Decision Support System, PhD. Thesis,  
Virginia Polytechnic Institute and State  
University, 1993.
- [14] C.T. Lin and C.S.G. Lee, Neural Fuzzy  
Systems, Prentice-Hall, New York, New  
York, 1996.
- [15] J.T. Luxhoj, J.O. Riis, and U.  
Thorsteinsson, Trends and perspectives in  
industrial maintenance management, Journal  
of Manufacturing Systems, Vol.16, 1997,  
pp.437-453.
- [16] S. B. Moorhead, The latest in ship weapon  
launchers – the vertical launching system,  
Naval Engineers Journal, April, 1981,  
pp.90-96.
- [17] USAF R&M2000 Process, Headquarters,  
United States Air Force, Office of the  
Special Assistant for R&M, Washington,  
1988.

## 願付價值估計結果之修正一起價點偏誤之考量 The Correction for the Estimate of WTP in View of the Starting Point Bias

葉寶文

清雲科技大學 財務金融系

[pwveh@cyu.edu.tw](mailto:pwveh@cyu.edu.tw)

傅祖壇

中央研究院調查研究專題中心

### 摘要

在 CVM 研究中，旅遊休憩、環境品質與身體健康改善等係目前從事願付價值經濟效益評估之熱門議題。問卷設計上，不論是依循 Hanemann(1984)間斷的單界二分選擇模型或 Hanemann et. al.(1991)雙界二分選擇模型，往往會令受訪者產生事前的正面主觀認知，即受訪者將主觀認為所支付的代價係用來改善其身體健康或其生活品質，使得此一代價的支付多呈現偏高或多傾向願意支付的現象。因此本文之研究目的在於修正此一主觀之定錨效果(anchoring effect)或認同偏誤(yea-saying bias)所造成的願付價值的偏差，希望進而能得到一個更合理且更貼近受訪者心中的真實願付價值。本研究欲以支出極小(minimum expenditure)概念為評估價值函數之設定，利用 Aigner et al. (1977)之隨機邊界模型(stochastic frontier model)，先將定錨效果定義後，再將此二種效果引入願付價格之概似函數中進行估計。本研究之資料來源為台灣之竹東鎮與朴子鎮兩地區心臟血管疾病之社區型追蹤整合調查資料(CVDFACTS)(2000)，詢問家庭經濟主要負擔者對於預防高血壓疾病之願付價格，經由定錨效果與認同偏誤調整後，本文提出一個具有效率且更為適切的改善健康狀況之願付價值。

**關鍵字：**假設市場評估法(CVM)、願付價值(WTP)、二分選擇模型(dichotomous choice model)、隨機邊界模型(stochastic frontier model)、定錨效果(anchor effect)、認同偏誤(yea-saying bias)

**JEL 分類代號：** D10, I12



## **Abstract**

In present CVM research, the popular topics for evaluation of WTP and economics benefit are recreation, environment and health improving, and so on. No matter following the single-bound or the double-bound dichotomous choice, the respondents will to pay higher price to improve their health or quantity of life. This is because respondents' prior subjective perceptions are influenced in positively by the theme of a study and contents of its questionnaire design. To correct the bias of WTP that comes from anchoring effect and yea-saying bias is the purpose of this research, in order to get a closer real WTP of respondents. We adopt the stochastic frontier model of Aigner et al.(1977) to set an evaluation function of WTP under minimum expenditure that includes two biases of anchoring effect and yea-saying bias. We use the data from CVDFACTS(2000) of Taiwan and investigate the main householder about the WTP for hypertension prevention. After adjusting, we can get a more efficient and adaptive WTP for improving health situation.

**Key words:** contingent valuation method (CVM) 、willingness to pay (WTP) 、dichotomous choice model 、stochastic frontier model 、anchor effect 、yea-saying bias

**JEL classification :** D10 、I12

## 1 前言

當前在對非市場財貨與勞務價值 (non-market valuation method) 評估時常用的方法多為假設市場評估法 (contingent valuation method, CVM), 其中又以二分選擇法(dichotomous choice, 或稱封閉式法(close-ended))為最普遍的方式。在實際運作時, 是以問卷設計各種假設狀況, 進而瞭解一般民眾心中願意支付 (willingness to pay, WTP) 的價值評估, 由於 CVM 為一種事前(ex ante)的判斷, 具有相當大的調整彈性, 故得以對市場中不存在交易的財貨, 如健康財、公共財或環境財等之存在價值(existence value), 進行評估(Cameron and Carson, 1989)。在問卷調查的過程中, 對受訪者僅詢問一次對某一假設狀況的 WTP, 稱為單界二分選擇 (single-bound dichotomous choice), 若繼續引導受訪者根據第一次所回覆的答案, 進一步詢問下一個比第一次更高或更低的 WTP 的支付意願, 則稱之為雙界二分選擇 (double-bound dichotomous choice)。

本文採用二分選擇法之理由在於, 一來為研究者可做效經濟個體在傳統市場中決定交易要不要進行的決策制定, 此一決策不僅容易決定, 亦可避免產生模糊不清的情況(Herriges and Shogren, 1996); 二來則是當採用雙界二分選擇時, 將比使用單界二分選擇進行評估時的資訊為多, 而且支付金額範圍將能更為明確的區隔後再詢問受訪者, 如此可以改善估計結果, 使其更有效率(Hanemann et al., 1994; Cameron and Quiggin, 1994)。

雖然雙界二分選擇較單界二分選擇具有效率, 然而在調查進行時, 由於受訪者對於問題本身可能出現的認同感(yea-saying)、厭倦感(weariness), 以及受訪者不能確定自身真實

WTP 時, 都將使得雙界二分選擇之 WTP 估計結果異於單界二分選擇之結果(Hanemann et al., 1994; Kanninen, 1995; McFadden and Leonard, 1995), 無法一致化的原因是由於起價點偏誤(starting point bias)所致, 起價點偏誤是指起價點的高低會影響受訪者最終願意支付價格, 而起價點偏誤的主要來源可分為定錨效果(anchoring effect)與認同偏誤(yea-saying bias)兩種(Mitchell and Carson, 1989) :

定錨效果是指受訪者心目中對於某一假設狀況所對應的合宜價值(amenity's value)並不確定, 但往往以研究者提供的價格做為其心中最適價格, 是為受訪者事前之主觀認知, 若研究者再進一步提供更多資訊, 諸如“專家相信...”等訊息, 則將使受訪者修正其事前的心中最適價格, 此為事後認知。然而在 CVM 研究中, WTP 估計關注的是受訪者的事前主觀認知, 而非修正的事後認知。Herriges and Shogrens(1996)發現其研究中存在非常強烈的定錨效果, 此一效果對於 WTP 之估計具有高估的現象。

認同偏誤則是指受訪者面對有可能改善本身生活品質的非市場性財貨如公共財, 基於個人滿足的提升或社會或專家的認可, 往往會對給予此一非市場性財貨正面的評價, 即受訪者傾向對問題本身給予正面的認同而不管問題的內容為何, 此一偏誤亦導致受訪者之願付金額有向上調整的傾向(Blamey, et al., 1999)。

CVM 在近來的健康經濟文獻中, 已多被應用於 WTP 估計之普遍方法, 然由於疾病的預防、醫藥療程或創新的研究, 本身具有增進人類健康、提高福祉之特性, 因此在針對這些非市場性交易財貨的醫療行為進行經濟效益評估時, 實應考量調查時間卷本身或金額設定

是否會帶來偏誤的問題。故本文擬以家戶為單位，以家庭領導人為主要的訪問對象，以問卷方式詢問受訪者為了降低自身或家中四十歲以上之長輩罹患高血壓疾病的機率，每年願意支付的金額，我們事前隨機設定金額，先以單界二分選擇法對受訪者進行第一次支付意願的詢問，讓受訪者單純地回答願意支付或不願意支付，隨即以第一次金額為基礎，提高或降低金額進行第二次詢問受訪者的支付意願，經過兩次支付意願的詢問，是為雙界二分選擇法，如此在同時考量定錨效果和認同偏誤之下，進行降低罹患高血壓疾病的健康願付價值之評估。

在本節中，除了敘述本文之研究動機及目的外，提出了一些與本文有關的研究方法及相關文獻的介紹；在第二節中，將說明本文之理論架構、以及實證估計的模型設定；於第三節，說明本文所使用的資料及問卷設計；本文實證結果分析與比較，並將推估之降低罹患高血壓疾病的健康價值揭示於第四節；最後一節為本文的結論。

## 2 理論架構與實證模型

醫療消費行為並非單純是個人消費行為，生病會造成個人及家庭的福利減損及金錢耗費，因此不論個人或是家庭，都會產生避免罹病的動機。根據 Becker(1974 及 1991)的設定，家庭領導人(可視為一個家庭經濟主要負擔者，如父母)與家庭有著極密切的關係，由於家中幼兒、在學中的青少年、及無退休撫卹金安養的老年人等，皆無能力自行支付本身的醫療費用，必須由所屬的家庭代其支付，因此家庭領導人必須將家中其他成員的醫療費用支付包含在自身的支出函數中，透過其所得或家庭地位之優勢，將全戶所得或資源移轉分配至自身及家戶的其他人，使得家戶的福利得以全面提升。

假設在其他條件不變下， $W_1$  為第一次詢價時，受訪者(即家庭領導人)事前的願付價格，

$$W_1 = W^* + U = XB + V + U = XB + \varepsilon \quad (1)$$

$W^*$  為受訪者心目中無法事先觀察之 WTP； $XB$  為可觀察到且能影響受訪者 WTP 的部份，如個人之所得水準、教育程度、年齡等因子； $V$  為一服從  $E(V)=0$ 、 $Var(V) = \sigma_V^2$  之常態分配之隨機誤差項； $U$  係在第一次詢價受認同偏誤影響的干擾程度，為一非隨機誤差且服從  $E(U) = \sqrt{2/\pi} \sigma_U$ 、 $Var(U) = (\pi - 2/\pi)\sigma_U^2$ 、 $U > 0$  之半常態分配(Aigner, et al., 1977)。受訪者面對第一次詢價之決策，表示如下：

$$d_1(b_1) = \begin{cases} 1 & \text{if } W_1 \geq b_1 \text{ or } V+U \geq b_1 - XB \\ 0 & \text{if } W_1 < b_1 \text{ or } V+U < b_1 - XB \end{cases} \quad (2)$$

Aigner et al. (1977)之隨機邊界模型(stochastic frontier model)假設  $V$  與  $U$  互相獨立， $Cov(V, U)=0$ ，故  $\varepsilon$  之聯合機率密度函數為：

$$f(\varepsilon) = \frac{2}{\sigma} \phi\left(\frac{\varepsilon}{\sigma}\right) \Psi\left(\frac{\varepsilon\lambda}{\sigma}\right) \quad (3)$$

其中， $\sigma = \sqrt{\sigma_V^2 + \sigma_U^2}$ 、 $\lambda = \sigma_U / \sigma_V$ 、 $\phi(\bullet)$  與  $\Psi(\bullet)$  分別為標準常態之機率密度函數與累積分配函數，而  $\varepsilon$  之平均數即為認同偏

$$E(\varepsilon) = E(U) = \sqrt{2/\pi} \sigma_U$$

誤之平均值，即

$$= \sqrt{2/\pi} (\lambda / \sqrt{1+\lambda^2}) \sigma$$

以及

$$Var(\varepsilon) = (\pi - 2/\pi)\sigma_U^2 + \sigma_V^2$$

$$= \left\{ 1 + \left[ (\pi - 2)\lambda^2 / \pi \right] \right\} \sigma^2 / (1 + \lambda^2)$$

單界二分選擇法僅以第一次的詢價結果進行願付價格之估計，模型之概似函數為：

$$\ln L = \sum_{d_i=1} \ln P_1 + \sum_{d_i=0} \ln P_0 \quad (4)$$

其中

$$P_1 = \text{prob}(d_1 = 1) = 2 \int_{b_1 - XB}^{FMINC} \phi\left(\frac{t}{\sigma}\right) \Psi\left(\frac{t\lambda}{\sigma}\right) dt \text{ if } W_1 \geq b_1$$

$$P_0 = \text{prob}(d_1 = 0) = 2 \int_0^{b_1 - XB} \phi\left(\frac{t}{\sigma}\right) \Psi\left(\frac{t\lambda}{\sigma}\right) dt \text{ if } W_1 < b_1$$

，FMINC 為家戶所得，為 WTP 之上界。

當模型擴展至雙界二分選擇法，必須討論第二次詢價的決策，可表示為：

$$d_2(b_2) = \begin{cases} 1 & \text{if } W_2 \geq b_2 \\ 0 & \text{if } W_2 < b_2 \end{cases} \quad (5)$$

$b_2$  係第二次詢價時隨機設定的金額， $d_2$  為第二次詢價時受訪回答願意(1)或拒絕(0)之指標性變數。Herriges and Shogren(1996)提到受訪者在第二次詢價會受到第一次詢價影響，出現定錨效果，因此我們令

$$W_2 = (1 - \gamma)W_1 + \gamma b_1 \text{ where } 0 \leq \gamma \leq 1 \quad (6)$$

$\gamma$  代表定錨效果，重新將式(5)表示如下：

$$d_2(b_2) = \begin{cases} 1 & \text{if } W_2 \geq b_2 \text{ or } V + U \geq \frac{b_2 - \gamma b_1}{1 - \gamma} - XB \\ 0 & \text{if } W_2 < b_2 \text{ or } V + U < \frac{b_2 - \gamma b_1}{1 - \gamma} - XB \end{cases} \quad (7)$$

當  $\gamma=1$  時，表示第二次的詢價全然受第一次詢價之影響，即受訪者完全忽略其心中事前的 WTP，此時  $W_2 = b_1$ ；當  $\gamma=0$  則代表定錨效果不存在，第二次詢價不受第一次詢價影響，即受訪者心目中的 WTP 完全由事前的認知決定，此時  $W_2 = W_1$ 。此時模型之概似函數則可表示為<sup>1</sup>：

$$\ln L = \sum_{\substack{d_1=1 \\ d_2=1}} \ln P_{11} + \sum_{\substack{d_1=1 \\ d_2=0}} \ln P_{10} + \sum_{\substack{d_1=0 \\ d_2=1}} \ln P_{01} + \sum_{\substack{d_1=0 \\ d_2=0}} \ln P_{00} \quad (8)$$

其中

$$P_{11} = \text{prob}(d_1 = 1, d_2 = 1) = 2 \int_{\frac{b_2 - \gamma b_1}{1 - \gamma} - XB}^{FMINC} \phi\left(\frac{t}{\sigma}\right) \Psi\left(\frac{t\lambda}{\sigma}\right) dt \text{ and } b_1 < b_2$$

$$P_{10} = \text{prob}(d_1 = 1, d_2 = 0) = 2 \int_{b_1 - XB}^{\frac{b_2 - \gamma b_1}{1 - \gamma} - XB} \phi\left(\frac{t}{\sigma}\right) \Psi\left(\frac{t\lambda}{\sigma}\right) dt \text{ and } b_1 < b_2$$

$$P_{01} = \text{prob}(d_1 = 0, d_2 = 1) = 2 \int_{\frac{b_2 - \gamma b_1}{1 - \gamma} - XB}^{b_1 - XB} \phi\left(\frac{t}{\sigma}\right) \Psi\left(\frac{t\lambda}{\sigma}\right) dt \text{ and } b_1 > b_2$$

$$P_{00} = \text{prob}(d_1 = 0, d_2 = 0) = 2 \int_0^{\frac{b_2 - \gamma b_1}{1 - \gamma} - XB} \phi\left(\frac{t}{\sigma}\right) \Psi\left(\frac{t\lambda}{\sigma}\right) dt \text{ and } b_1 > b_2$$

此外，願付價值若不受定錨效果與認同偏誤的影響，則假設受訪者事前不可觀察到的願付價格為  $W^* = XB + V$ ，實證時其概似函數則表示為(Chien, et al., 2000)：

$$\begin{aligned} \ln L = & \sum_{\substack{d_1=1 \\ d_2=1}} \ln \Phi\left(\frac{W^* - 0}{\sigma_V}\right) \\ & + \sum_{\substack{d_1=1 \\ d_2=0}} \ln \left[ \Phi\left(\frac{b_2 - W^*}{\sigma_V}\right) - \Phi\left(\frac{b_1 - W^*}{\sigma_V}\right) \right] \\ & + \sum_{\substack{d_1=0 \\ d_2=1}} \ln \left[ \Phi\left(\frac{b_1 - W^*}{\sigma_V}\right) - \Phi\left(\frac{b_2 - W^*}{\sigma_V}\right) \right] \\ & + \sum_{\substack{d_1=0 \\ d_2=0}} \ln \left[ 1 - \Phi\left(\frac{FMINC - W^*}{\sigma_V}\right) \right] \end{aligned} \quad (9)$$

在下一節願付價值的實證模型中，不論是單界或雙界二分選擇模型，將以家庭領導者之年齡、教育程度、及個人或家庭成員的罹病之健康特徵、家戶貨幣所得、社會經濟變數、個人醫療認知程度或信念及其疾病治療狀況等(Dickie et al., 1996)做為願付價格決定之主要影響變數，以進行估計，進而推估願付價格，這些變數之定義與基本統計量，將在下一節說明。

<sup>1</sup> 概似函數之推導可參見(Chien, et al., 2000)

### 3 資料說明與問卷設計

#### 3.1 資料說明

本文是利用“台灣地區心臟血管疾病風險因子研究之調查”(Cardiovascular Disease Risk Factors Two Township Study, CVDFACTS)(延續 Yeh, et al. 於 1994 之調查研究)進行願付價值研究。這個調查是選取竹東及朴子兩個市鎮做為心臟血管疾病之社區追蹤整合研究之對象，依據城鄉差異與氏族分佈為分層抽樣的原則，選樣時以民國 75 年之「台閩地區人口統計」為本，採隨機取樣的方式，選取臺灣地區之內人口特性相近、遷移率低、地理位置合適且民眾合作意願高之城市區、客家鄉、閩南鄉、山地鄉各一，以做為研究地區。基本上，在研究地區的選擇上，儘可能以人口穩定、地理位置合適與否為基本原則。原初步選定台北市大安區、新竹縣竹東鎮、嘉義縣朴子鎮及台東縣卑南鄉為研究地區。經過實際的收案後，因台北市大安區居民配合度低及台東縣卑南鄉位置偏遠致使訪員難尋等實際上的研究限制，造成收案上的困難。所以最後選定客家鄉鎮之新竹縣竹東鎮及閩南鄉鎮之嘉義縣朴子鎮兩個地區為研究地區。本文的願付價值調查的期間為 89 年 7 月至 90 年 12 月，共計成功樣本有 1712 戶，剔除回答不完整或資料缺失的樣本，最後作為本文經濟效益推估之有效樣本為 962 戶。

表 1 之內容為本文實證研究所用的主要變數及其定義與敘述統計量，由此觀察，居住在竹東鎮(CHUTUNG)的家庭樣本略多於住在朴子鎮，約有 57.1%；家庭領導人多為男性(SEX)(超過 78%)，已婚(MARRY)佔了絕大多數；家庭領導人之平均年齡(AGE)約 55-56 歲，尤其 56 歲以上的佔了六成五以上；受教

育年數(EDUYR)平均 9.8 年，約 62%的受訪者教育程度為國中畢業；約六成的家計主要負擔者目前有工作(JOB)；平均每個家庭人口數(FMSIZE)約為 3 人，家戶平均所得(FMING)約在 5.5-5.6 萬元，超過 88%的家戶每個月收支(BALAN1 及 BALAN2)能維持結餘或平衡的狀況，約 75%的家庭目前生活水準(LEVSAME)和去年差不多。

從健康知識的認知程度來看，有 95%及 85%的受訪者對於高血壓疾病會導致中風(PERHB1)及心肌梗塞(PERHB2)有正確的醫療認知；從個人或家庭成員的健康狀況方面來觀察，目前有高血壓病人家庭的約有 32%，相當於 310 個家庭裏有成員為高血壓患者(FMHPRS)；另外，我們還發現罹患高血壓且目前持續服藥(FDRUGHP)的比例並不是很高，僅有 23.3%，而 27.7%的家庭其成員覺得吃藥可以有效控制高血壓的症狀(FCTRLHP)。

表 1 樣本之敘述統計量及變數定義

變數名稱	定 義	平均值	標準差
AGE	年齡，單位：歲	55.994	12.892
SEX	性別，虛擬變數，男為 1，女為 0	0.788	0.409
MARRY	婚姻狀況，虛擬變數，1 已婚，0 其他	0.865	0.342
EDUYR	受教育年數，單位：年	9.807	4.721
JOB	受訪者有沒有工作，虛擬變數，1 是有，0 是沒有	0.616	0.487
CHUTUNG	虛擬變數，1 為居住在竹東鎮，0 為居住在朴子鎮	0.571	0.495
LFMINC	Log(FMINC)，家戶所得取對數，單位：元	10.928	2.830
BALAN1	虛擬變數， 1 為家庭領導者認為家中平均每個月收支有結餘	0.365	0.482
BALAN2	虛擬變數， 1 為家庭領導者認為家中平均每個月收支平衡	0.521	0.500
LEVHI	虛擬變數， 1 為家庭領導者認為目前家庭生活水準比去年高	0.110	0.313
LEVSAME	虛擬變數， 1 為家庭領導者認為目前家庭生活水準和去年差不多	0.746	0.435
FMSIZE	家庭人口數，單位：人	2.945	1.274
PERHB1	虛擬變數，高血壓可不可能導致中風？ 1 可能，0 其他	0.947	0.233
PERHB2	虛擬變數，高血壓可不可能導致心肌梗塞？ 1 可能，0 其他	0.845	0.433
FMHPRS	虛擬變數，家中有沒有高血壓病人？1 有，0 沒有	0.323	0.468
FDRUGPH	虛擬變數，1 為家庭成員中有高血壓症狀並持續服藥	0.233	0.423
FCTRLHP	虛擬變數， 1 家庭成員表示覺得吃藥可以有效控制高血壓	0.277	0.448

樣本數

962

### 3.2 問卷設計

本文問卷設計係於訪問進行前，訪員先對家庭領導者說明腦中風與急性心臟病之危險性及罹患機率(Kannel et al., 1987)，同時亦說明高血壓是造成這些疾病的主要原因，再進行願付價格問題的詢問，問卷中隨機設定的金額，在僅問一次的情況下，讓受訪者直接地回答願意支付或不願意支付，此為單界二分選擇；再者，若受訪者於第一次時對問題回答願意支付(或不願意支付)，至第二次詢問時提高兩倍(或減少一半)之金額再次請受訪者回答願意或不願意支付，此即雙界二分選擇。現將問題敘述如下：

說明：

醫學上已證實，高血壓是造成腦中風或急性心臟病之主要原因。目前

台灣之高血壓患者，年齡 40 歲以上，未來 5 年內患中風機率約為 9 % (即 100 人中有 9 人)，患急性心臟病的機率為 2%，(即 100 人中有 2 人)。

問題：

如果您或您家中之任一長輩(40 歲以上)，有高血壓的毛病，假若有一種需長期服用之新藥，可以使患中風以及急性心臟病的機率與一般正常人相同(亦即發生中風的機率為 100 人中有 1~2 人，患急性心臟病的機率為 100 人中有 1 人)；不過，這種藥比較貴且必須「自己付錢」。請問您是否願意每年自己付 X 元，來購買服用該新藥？【請注意：您在其它方面之花費將因此少了 X 元。】

1.  (1) 願意(請續答 2)  
 (2) 不願意(請續答 3)  (3) 不知道
2. 您願意付 2X 元/年？  
 (1) 願意  (2) 不願意
3. 您願意付(1/2)X 元/年？  
 (1) 願意  (2) 不願意

雙界二分選擇下，我們則是以假設性問題連續詢問家庭領導者兩次，爲了避免心臟血管相關疾病的罹患，在其面對不同願付金額之意願，回答狀況有：(願意，願意)=(Y, Y)=(d<sub>1</sub>=1, d<sub>2</sub>=1)、(願意，不願意)=(Y, N)=(d<sub>1</sub>=1, d<sub>2</sub>=0)、(不願意，願意)=(N, Y)=(d<sub>1</sub>=0, d<sub>2</sub>=1)及(不願意，不願意)=(N, N)=(d<sub>1</sub>=0, d<sub>2</sub>=0)四類，此四類回答之人數及其比例，彙整在表 2。我們發現，家庭領導者在第一次回答願意者，第二次

也回答願意的比例，隨著願付金額越高而下降；而家庭領導者在第一次回答不願意者，第二次繼續回答不願意的比例，則呈現隨著願付金額越高而上升的趨勢。同時我們也觀察到，在分配比例上，家庭領導者對於兩個問題的詢問，連續回答相同答案的比例(即 YY%與 NN%之和)，幾乎都超過了該組願付金額下之分配人數之 80%以上，可知家庭領導者的第二次回答本質上的確受第一次回答的影響。

表 2 高血壓願付價格之次數分配表

願付金額(元) 第一次(第二次) <sup>a</sup>	分配 人數	YY <sup>b</sup> NY <sup>d</sup>	YN <sup>c</sup> NN <sup>e</sup>	YY(%) <sup>f</sup> NY(%) <sup>h</sup>	YN(%) <sup>g</sup> NN(%) <sup>i</sup>
5000(2500/10000)	99	51 3	13 32	51.52 3.03	13.13 32.32
10000(5000/20000)	108	45 3	10 50	41.67 2.78	9.25 46.30
15000(7500/30000)	107	42 4	12 49	39.25 3.74	11.21 45.79
20000(10000/40000)	89	25 8	9 47	28.09 8.99	10.11 52.81
30000(15000/60000)	86	27 8	9 42	31.40 9.30	10.47 48.83
40000(20000/80000)	89	21 6	15 47	23.60 6.74	16.85 55.29
60000(30000/120000)	101	26 5	12 58	25.74 4.95	11.88 57.43
80000(40000/160000)	98	29 5	11 53	30.07 5.10	11.22 54.08
100000(50000/200000)	101	22 6	17 56	21.78 5.94	16.83 55.45
150000(75000/300000)	84	18 4	13 49	21.43 4.76	15.48 58.33
全部樣本	962				

說明：a、分別表示表示第一次與第二次之詢價金額，括號內爲第二次的詢價金額，該次是根據第一次回答來決定，如果第一次“不願意”，則第二次金額即減少一半(即斜線前之金額)，否則金額將提高 2 倍(斜線後之金額)。

b、表示二次的回答都是“願意”的人數。  
c、表示第一次的回答是“願意”，第二次爲“不願意”的人數。

d、表示第一次的回答是“不願意”，第二次爲“願意”的人數。

e、表示二次的回答都是“不願意”的人數。

f、g、h、i 各別爲 b、c、d、e 回答狀況下之人數，佔該隨機設定金額的人數之比例。

#### 4 實證結果

本文對於事前無法觀察到的願付價格  $W^*$  採取自然對數的方式進行實證分析，即  $\ln(W^*)=XB+V$ ，因此，式(1)在取自然對數型式後修改成  $\ln(W_1)=\ln(W^*)+U=XB+V+U$ ，且原先線型化的定錨效果(式(6))亦修正為  $\ln W_2=(1-\gamma)\ln W_1+\gamma \ln b_1^2$ ，故式(2)與式(7)將重新修改為<sup>3</sup>

$$d_1(b_1) = \begin{cases} 1 & \text{if } \ln(W_1) \geq \ln(b_1) \\ & \text{or } V + U \geq \ln b_1 - XB \\ 0 & \text{if } \ln(W_1) < \ln(b_1) \\ & \text{or } V + U < \ln b_1 - XB \end{cases} \quad (10)$$

$$d_2(b_2) = \begin{cases} 1 & \text{if } \ln(W_2) \geq \ln(b_2) \\ & \text{or } V + U \geq \frac{\ln(b_2) - \gamma \ln(b_1)}{1 - \gamma} - XB \\ 0 & \text{if } \ln(W_2) < \ln(b_2) \\ & \text{or } V + U < \frac{\ln(b_2) - \gamma \ln(b_1)}{1 - \gamma} - XB \end{cases} \quad (11)$$

表 3 分別列出四種願付價值評估模型之估計結果。模型一為單界二分選擇、僅考慮認同偏誤，估計結果顯示，受訪者年齡(AGE)越輕、女性(SEX)、教育程度(EDUYR)越高、居住在朴子(CHUTUNG)地區，在僅針對第一次詢問的願付價格越高。家戶所得(LFMINC)越高，願意支付的價格越多；每個月家庭收支有結餘(BALAN1)及收支平衡(BALAM2)的家庭、以及生活水準相較去年高(LEVHI)與維持一般水平(LEVSAME)的家庭，其願付價格也顯著地較高。對於高血壓疾病可不可能導致中風(PERHB1)及心肌梗塞(PERHB2)的先驗主觀認知越正確、以及家中高血壓病人目前持續服藥(FDRUGPH)、且服藥能獲得有效控制

(FCTRLHP)的家庭，其家庭領導者的願付金額也越高。

由於事前無法觀察到的願付價格  $W^*$  採自然對數，因此  $E(W_1) = E(W^*) \cdot E(\exp^U)$ ，我們進一步得以求出認同偏誤之平均值為  $E(W_1) - E(W^*) = E(W^*)[E(\exp^U) - 1]$ <sup>4</sup>，在模型一中認同偏誤顯著的存在，偏誤的平均金額為 23,221 元/年(見表 4)。

<sup>2</sup> 對事前的 WTP( $W^*$ )取自然對數後，其  $W_1$  與定錨效果之原式應為幾何平均型式，即

$$W_1 = W^* \cdot \exp^U \text{ 與 } W_2 = W_1^{1-\gamma} b_1^\gamma。$$

<sup>3</sup> 此一推導請參見 Herriges and Shogren(1996)。

<sup>4</sup> 其中

$$E(\exp^U) = 2 \exp(\sigma_U^2) \psi(\sigma_U) \\ = 2 \exp[\lambda^2 \sigma^2 / 2(1 + \lambda^2)] \psi(\lambda \sigma / \sqrt{1 + \lambda^2})$$

，推導請參見 Lee and Tyler(1978)、Chien et al.(2000)。



表 3 高血壓願付價值評估函數之估計結果

模型	單界二分選擇		雙界二分選擇					
	模型一 僅有 認同偏誤		模型二 無定錨效果與 認同偏誤		模型三 僅有 定錨效果		模型四 考慮定錨效果 與認同偏誤	
解釋變數	估計值	T-value	估計值	T-value	估計值	T-value	估計值	T-value
CONSTANT	6.418	10.916***	10.133	29.642***	10.523	45.575***	9.706	12.269***
AGE	-0.029	-2.231**	-0.006	-1.493	-0.003	-1.139	-0.083	-2.706***
SEX	-0.100	-1.800*	-0.122	-1.330	-0.060	-0.893	-0.145	-1.849*
MARRY	0.457	1.188	0.208	1.825*	0.056	1.778*	0.185	2.104**
EDUYR	0.129	4.155***	0.021	2.338**	0.020	3.231***	0.030	3.313***
JOB	0.540	1.571	0.133	1.337	0.070	1.053	0.078	1.014
CHUTUNG	-0.246	-1.951*	-0.157	-2.000**	-0.101	-1.970**	-0.114	-1.943*
LFMINC	0.061	1.741*	0.020	2.431**	0.057	6.422***	0.082	6.798***
BALAN1	1.158	2.630***	0.376	2.751***	0.272	2.889***	0.442	2.933***
BALAN2	0.731	1.899*	0.243	1.920*	0.169	1.954*	0.242	2.579***
LEVHI	1.634	2.134**	0.434	2.813***	0.191	1.867*	0.312	2.690***
LEVSAME	0.670	1.931*	0.254	2.259**	0.123	1.682*	0.184	2.318**
FMSIZE	0.254	1.639	0.020	0.613	0.160	3.787***	0.125	2.852***
PERHB1	0.923	1.912*	-0.431	-2.669***	-0.187	-1.645*	-0.458	-1.893*
PERHB2	0.624	1.992**	0.103	1.206	0.023	0.408	0.072	0.104
FMHPRS	0.698	1.120	0.365	1.455	0.197	1.516	0.324	1.718*
FDRUGPH	0.974	1.950*	0.372	2.541**	0.189	1.996**	0.228	2.030
FCTRLHP	1.268	1.720*	0.161	0.759	0.137	0.787	0.137	0.774
Sigma( $\sigma$ )	2.984	16.289***	2.911	41.791***	2.223	7.154***	8.791	9.159***
Gamma( $\gamma$ )	-	-	-	-	0.434	12.336***	0.482	8.103***
Lamda( $\lambda$ )	0.417	8.332***	-	-	-	-	0.621	17.040***
Log-likelihood	-1021.492		-1186.835		-1096.485		-1102.176	
N	962							

說明：\*、\*\*、\*\*\*分別表示 10%、5%及 1%之顯著水準。

表 3 中模型二~四為雙界二分選擇：模型二為未考慮定錨效果與認同偏誤之估計結果，即不考慮起價點偏誤時，整個模型變數的顯著水準相較模型一有很大的差異，年齡(AGE)、性別(SEX)、高血壓導致心股梗塞的認知(PERHB2)及家中高血壓病人目前服藥且能獲得有效控制(FCTRLHP)的顯著水準下降，而婚姻狀況(MARRY)則為顯著影響願付價值之變數。根據 Hausman 的設定檢定(specification test)<sup>5</sup>，我們在雙界二分選擇下，進行檢定考量定錨效果或認同偏誤調整後估計之參數是否相同，模型二分別與模型三(僅考慮定錨效果)與模型四(同時考慮定錨效果與認同偏誤)之檢定統計量為 24.81 與 29.86，在 0.1 的顯著水準下，模型二之估計參數顯著異於模型三與模型四，從表 3 估計結果也顯示，經過了定錨效果與認同偏誤調整後的參數估計，變數的影響程度較模型二未調整前更為顯著，定錨效果(即 Gamma( $\gamma$ )參數)對於願付價格均具顯著的影響力(模型三為 0.434、模型四為 0.482)，認同偏誤(Lambda( $\lambda$ )參數)在模型四中亦為非常顯著，偏誤的平均金額為 10,124 元/年(見表 4)。

表 4 揭示各種模型下願付價值之平均值/變異數、願付價值之中位數/變異數，我們發現在雙界二分選擇之下，經過定錨效果與認同偏誤調整過後的願付價值，均較未調前來得低且更有效性，即模型三與模型四之 WTP 平均值分別為 60,858 元/年及 46,228 元/年，皆小於模型二的 62,476 元/年，且變異數亦較

小，這顯示家庭領導人高估了其事前不可觀察的願付價值( $W^*$ )，也就是說，如果進行 WTP 估計時不考量定錨效果與認同偏誤所產生的起價點偏誤，那麼將會嚴重的高估了 WTP 之估計結果。

<sup>5</sup> Hausman 設計檢定統計量為

$(\hat{\beta}_i - \hat{\beta}_{i+1})(\hat{V}_i - \hat{V}_{i+1})^{-1}(\hat{\beta}_i - \hat{\beta}_{i+1})$ ，其中 i 代表不同模型，V 為估計參數的共變異數矩陣，此檢定統計量為卡方分配，臨界值為  $\chi^2_{90\%,17} = 24.77$ 。

表 4 高血壓疾病預防之願付價值估計

WTP	單界二分選擇		雙界二分選擇	
	模型一 僅有 認同偏誤	模型二 無定錨效果與 認同偏誤	模型三 僅有 定錨效果	模型四 考慮定錨效果與 認同偏誤
Mean WTP	47,646.79 (21,954.23)	62,476.39 (43,448.19)	60,858.14 (30,845.76)	46,228.34 (19,337.62)
Median WTP	56,105.53 (34,588.01)	61,450.00 (38,645.87)	58,606.85 (29,472.82)	65,145.50 (25,816.09)
Mean of Yea-saying bias	23,221.43 (8,994.56)	-	-	10,124.01 (5,190.27)

1、單位：元／年。 2、括號內為變異數。

## 5 結論

本研究利用 CVDFACTS(2000)資料，試圖採用一個考慮定錨效果與認同偏誤之一般化起價點偏誤模型，進而得到一個更適切且更有效率的願付價格，此一結果可使得我國的藥品價格的制定更為合理，以及主管當局對病患醫藥成本補貼能更貼近民眾的需求，並能鼓勵民眾使用具有更佳醫療效果之藥品的使用，進而達到人們改善其健康狀態以追求更好的生活品質。

在本研究中，我們假設以支出極小為評估函數的設定，同時以單界二分選擇與雙界二分選擇進行願付價值的偏誤調整。在單界二分選擇中，即模型一，得到認同偏誤顯著地存在，表示即使只是進行一次的詢價，家庭領導者對整個問卷調查仍有正面的肯定與期待，之於問題本身與內容並不在意，此時調整後估計之 WTP 平均值為 47,646 元/年，且認同偏誤平均值為 23,221 元/年。同傅祖壇等(2003)之單界二分選擇未經認同偏誤調整得到的願付價格為 52,400 元/年相較，本文調整後的 WTP 相對較低，顯示在單界二分選擇之下，家庭領導者是高估其自身事前無法觀察到的願付金額。

在雙界二分選擇下，本文從忽略兩種偏誤來源的模型二、到僅有定錨效果的考量的模型三、到同時考慮定錨效果與認同偏誤的模型四，得到定錨效果非常顯著且強烈(模型三為 0.439、模型四為 0.482)地影響 WTP 之估計，表示家庭領導者第二次詢價願付金額的確受到第一次詢價金額的影響，此與傅祖壇等(2003)以雙元 Probit 模型(bivariate probit model)方式進行分析之結果一致。

此外，認同偏誤亦顯著地存在於模型四之中，故經由調整偏誤後於模型三與模型四中推得的 WTP，與調整前的模型二之 WTP 相較之下都要來得低，表示家庭領導者高估了其事前不可觀察的願付價值，換句話說，如果進行 WTP 估計時不考慮這兩類起價點偏誤，將會嚴重的高估了 WTP 之估計，此一結果與 Herriges and Shogren(1996)有著一致的結論，然而與 Chien et al. (2000)卻呈現相反的看法，這有可能是由於所應用的資料性質不同，以及包含起始金額設定的問卷設計方式的差異等因素所致。

參考文獻

- 傅祖壇、葉寶文(2005)，“應用 CVM 在健康效益之評估－高血壓疾病預防之願付價值”，*經濟論文叢刊*，33:1，1-32。
- 潘文涵，“心臟血管疾病之社區追縱整合研究－致病機轉、社會因素、統計模型、及經濟效益評估，”中央研究院主題研究與高級人才培育之主題計畫，民國 88 年 7 月至民國 91 年 6 月。
- Aigner, D., K. Lovell and P. Schmidt (1977), “Formulation and Estimation of Stochastic Frontier Production Models,” *J. Econometrics*, 6(1), 31-37.
- Alberini, Anna (1995a), “Optimal Designs for Discrete Choice Contingent Valuation Surveys: Single-Bound, Double-Bound, and Bivariate Models,” *Journal of Environmental Economics and Management*, 28, 287-306.
- Alberini, Anna (1995b), “Efficiency vs Bias of Willingness-to-Pay Estimates: Bivariate and Interval-Data Models,” *Journal of Environmental Economics and Management*, 29, 169-180.
- Beker, G.S. (1974), “A Theory of Social Interactions,” *Journal of Political Economy*, 82(6), 1063-1093.
- (1991), *A Treatise on the Family: An Enlarged Edition*, Cambridge, Mass.: Harvard University Press.
- Blamey, R.K., J.W. Bennett and M.D. Morrison (1999), “Yea-saying in Contingent Valuation Surveys,” *Land Economics*, 75,126-141.
- Cameron M.R. and Carson R.T. (1989), *Using Surveys to Value Public Goods: The Contingent Valuation Method*, Washington, D.C., Resources for the Future.
- Cameron, T.A. and J. Quiggin (1994), “Estimation Using Contingent Valuation Data From a Dichotomous Choice with Follow-up Questionnaire,” *Journal Environmental Economics and Management*, 27, 218-234.
- Chien, Y.L., C. Huang and D. Shaw (2000), “A General Model of Starting Point Bias in Double-Bounded Dichotomous Contingent Valuation Survey,” in the Kobe Conference on Theory and Application of Environmental Valuation, at the Kobe University, Japan, Jan. 22-23, 2000.
- Dickie, M. and S. Gerking (1996), “Formation of Risk Beliefs, Joint Production and Willingness to Pay to Avoid Skin Cancer,” *the Reivew of Economics and Statistics*, 451-463.
- Hanemann, W.M. (1984), “Welfare Evaluation in Contingent Valuation Experiments with Discrete Responses,” *American Journal of Agricultural Economics*, 66(3), Nov., 332-341.
- Hanemann, W.M., J. Loomis, and B. Kanninen (1991), “Statistical Efficiency of Double-Bounded Dichotomous Choice Contingent Valuation,” *American Journal Agricultural Economics*, 73, 1255-1263.
- Herriges, J.A. and J.F. Shogren (1996), “Starting Point Bias in Dichotomous Choice Valuation with Follow-Up Questioning,” *Journal of Environmental Economics and Management*, 30, 112-131.
- Kannel, W.B., W.P. Castelli, T. Gordon and P.M. Mcnammara (1987), “Fibrinogen, Cigarettes Smoking, and Risk of Cardiovascular

- Disease: Insight from the Framingham Study," *American Heart Journal*, 113(4), 1006-1110.
- Kanninen, B. (1995), "Bias in Discrete Response Contingent Valuation," *Journal of Environmental Economics and Management*, 28, 114-125.
- Kenkel, W.F. (1960), *The Family in Perspective*, New York, Meredith Corporation.
- Lee, L.F. and W. Tyler (1978), "The Stochastic Frontier Production Function and Average Efficiency," *J. Econometrics*, 70(4), 385-389.
- McFadden, D. and G. Leonard (1995), "Issues in the Contingent Valuation of Environmental Goods: Methodologies for Data Collection and Analysis", in *Contingent Valuation: A Critical Assessment*, J.A. Hausman, Ed., North Holland, Amsterdam.
- Mitchell, R.C. and R.T. Carson (1989), *Using Surveys to Value Public Goods: The Contingent Valuation Method*, Washington, D.C., Resources for the Future.
- Yeh, C.J., W.H. Pan, C.H. Bai (1994), "Curvilinear Relation Between Age and Hemostatic Parameters in Chinese," *Thromb Haemost*, 72(2), 239-243.

## 桃園縣國小體育教師工作壓力與因應策略之研究

### A STUDY OF THE JOB STRESS AND COPING STRATEGIES AMONG THE ELEMENTARY SCHOOL PE TEACHERS IN TAOYUAN COUNTY

周麗華

Lee-Hua Chou

清雲科技大學 體育運動組

[lhchou@cyu.edu.tw](mailto:lhchou@cyu.edu.tw)

#### 摘要

本研究主要目的在探討桃園縣國小體育教師之工作壓力與因應策略之關係，並瞭解桃園縣國小體育教師個人背景變項對於其工作壓力知覺與因應策略之影響。本研究以桃園縣 385 位國小體育教師為研究對象，以結構式問卷進行橫斷調查研究，共發出研究問卷 500 份，計回收有效問卷 385 份，有效問卷回收率為 77%，所得資料以 SPSS8.0 統計軟體進行分析，研究結果顯示：一、桃園縣國小體育教師之工作壓力屬於中等程度，「工作負荷」是最大的工作壓力來源。二、桃園縣國小體育教師之工作壓力因應策略屬於中上程度，顯示桃園縣國小體育教師在面對工作壓力時，能夠積極的面對與因應。三、桃園縣不同教學年資與學歷之體育教師，所感受之工作壓力有顯不同。四、桃園縣不同性別與教學年資之體育教師，其工作壓力因應策略有顯著不同。五、桃園縣國小體育教師工作壓力之「工作負荷」構面與因應策略各構面有顯著正相關，而工作壓力之六個構面與因應策略之「自我調適」構面有顯著正相關。

**關鍵字詞：**工作壓力、因應策略

## **Abstract**

The purpose of this study was to explore the job stress and coping strategies among the elementary school PE teachers in Taoyuan County. The structured questionnaire was used to collect data. A total of 500 questionnaires were distributed and 385 were completed. The response rate was 77%. The SPSS for Window 8.0 was applied as the tool for statistic analysis in this study. Findings of this study are as the followings. 1. The consciousness level of job stress is middle among the elementary school PE teachers. 2. The use of coping strategy is above the average among the elementary school PE teachers. 3. Job stress of the elementary school PE teachers shows significant differences by seniority and education. 4. Coping strategy of the elementary school PE teachers shows significant differences by gender and seniority. 5. There is no significant difference between overall job stress and coping strategies. But the correlation between part of job stress and coping strategy shows significantly.

**Key words:** job stress, coping strategies.

## 壹、緒論

### 一、研究背景與動機

工作壓力是個體因為與工作有關的任何內、外在因素，所造成身心層面的負擔，進而產生不舒服、不愉快的感覺，並急於脫離此一情境之心理反應（Dunham,1992；李瑞文，2002）。教育從業人員之工作壓力主要來自於「與學校之關係」、「學生學習」、「角色衝突」、「工作負荷」、「學生管教」、「專業發展」等部分（Friesen & Williams, 1985；程一民，1996；黃義良，1999；梁玉秋，2002），而由體育運動領域相關之實證研究可以發現（林靜怡，2003；吳政融，2002；梁玉秋，2002），體育從業人員均感受到中等以上程度之工作壓力，究竟桃園縣國小體育教師之工作壓力現況為何？其工作壓力來自於哪些層面？也成為本研究動機之一。

因應策略是當壓力發生時，個人尋求解除壓力的因應對策，以抒解壓力並減輕壓力對個體身心的傷害。而工作壓力之因應策略不外乎「解決問題」、「尋求支援」、「理性思考」、「自我調適」等四種策略（Dewe, 1986；李瑞文，2002；林純文，1996）。體育教師倘若無法適應工作壓力，將影響體育教學工作之推展，更將影響莘莘學子之體育課受教權益。工作壓力既然是生活與職場中不可避免的一部份，即應針對體育教師所面臨的各種工作壓力情境，尋求最佳之因應對策，讓體育教師能用最佳的因應策略去調適工作壓力，進而保持愉悅的心

情，積極的推展學校體育教學工作。究竟國小體育教師工作壓力之因應策略為何？是否有最佳的工作壓力因應策略？也成為本研究動機之二。

既然工作壓力對於體育教師體育教學工作之推展有負面影響，且體育教師之工作壓力因應策略又如此重要，研究體育教師工作壓力及因應策略就有其價值與意義。因此，為了解國小體育教師所面對之工作壓力，以及其工作壓力之因應策略，本研究以桃園縣 176 所國小之體育教師為研究對象，希望能將研究結果提供教育行政主管機關及國民小學，作為減輕國小體育教師工作壓力，並增強體育教師運用因應策略對抗工作壓力之參考。

### 二、研究目的

- (一) 瞭解桃園縣國小體育教師工作壓力之主要來源。
- (二) 瞭解桃園縣國小體育教師工作壓力之因應策略。
- (三) 瞭解不同背景變項之桃園縣國小體育教師，其工作壓力之差異情形。
- (四) 瞭解不同背景變項之桃園縣國小體育教師，其工作壓力因應策略之差異情形。

### 三、研究對象

本研究以九十二學年度服務於桃園縣 176 所國民小學，且實際從事體育教學工作之教師為研究對象（不含代課教師及實習教師）。



#### 四、名詞操作性定義

##### (一) 工作壓力

工作壓力係指體育教師因為與工作有關的任何內、外在因素而造成體育教師身心層面的負擔，進而產生不舒服、不愉快的感覺，並急於脫離此一情境之心理反應。本研究將體育教師工作壓力分為「與學校之關係」、「學生學習」、「角色衝突」、「工作負荷」、「學生管教」、「專業發展」等六個構面，並以自編問卷「桃園縣國小體育教師工作壓力與因應策略調查問卷」第一部份「體育教師工作壓力調查問卷」之得分，來代表國小體育教師感受工作壓力之程度。

##### (二) 因應策略

因應策略係指體育教師感受到工作壓力時，如何調整自己的心態與作法，以適應或解除壓力，平復情緒，並恢復正常的工作情況。對於自己的教學能力能否發揮影響力之認知與信念。而本研究所稱之教學效能，本研究將工作壓力之因應策略分為「解決問題」、「尋求支援」、「理性思考」、「自我調適」等四個構面，並以自編問卷「桃園縣國小體育教師工作壓力與因應策略調查問卷」第二部份「體育教師工作壓力因應策略調查問卷」之得分高低，來表示國小體育教師在各個工作壓力因應策略使用之頻率。

#### 貳、研究方法

##### 一、研究工具發展

本研究工具訂名為「桃園縣國小體育教師工作壓力因應策略調查問卷」。第一部份「體育教師工作壓力調查問卷」及第二部份「體育教師工作壓力因應策略調查問卷」之編製，係參考林純文（1996）、程一民（1996）、黃義良（1999）、郭峰偉（2000）、梁玉秋（2002）、吳政融（2002）、林靜怡（2003）等人所編製之教師工作壓力問卷，並參酌國民小學實際狀況編擬而成，第一部份「國小體育教師工作壓力調查問卷」計有 6 個構面 42 個題目，第二部份「國小體育教師工作壓力因應策略調查問卷」計有 4 個構面 40 個題目，研究工具第三部份為「個人基本資料」，包含了受試者之性別、年資、擔任職務、學歷等四個題目。

本研究問卷採用李克特（Likert）五等級量表計分，選項「總是如此」、「經常如此」、「有時如此」、「很少如此」、「從不如此」分別給予 5 分至 1 分，受試者在第一部份「國小體育教師工作壓力調查問卷」之得分越高，代表其所感受之工作壓力愈高，受試者在第二部份「國小體育教師工作壓力因應策略調查問卷」之得分愈高，代表其愈常運用策略來因應工作壓力。

##### 二、研究工具之信度與效度

預試問卷問卷於回收整理並刪除無效問卷後，以電腦統計軟體進行因素分析、內部一致性 Cronbach's 信度分析及效度考驗，以檢測研究工具之信度與效度。第一部份「國小體育教師工作壓力調查問卷」之 6 個構面 42 個題目經因素分析後，各題目之因素負荷量分別介於 .51 至 .81 之間，累計解釋變異量達 62.33%；第二部份「國小體育教師工作壓力因應策略調查問卷」4 個構面 40 個題目，各題目之因素

負荷量分別介於.45 至.79 之間，累計解釋變異量達 58.15%，顯示本研究工具具有良好之建構效度。此外，研究問卷題目與其分量表之相關係數皆大於.30 以上，決斷值 (CR) 亦均大於 3.5 以上，研究問卷各構面分量表之  $\alpha$  係數介於.77 與.92 之間 (總量表為.90)，顯示本研究問卷題目之一致性與穩定性頗高，具有良好的信度。

### 三、研究程序

本研究於研究工具初稿編擬完成後，於九十三年一月隨機選擇桃園縣 30 所國小進行預試，共發出預試問卷 100 份，回收有效問卷 58 份。預試問卷題目經統計分析顯示具有良好之信度與效度，所有題項均予保留。本研究於九十三年三月進行正式問卷施測，依各行政區之班級數比例隨機抽取研究樣本，共發出研究問卷 500 份，剔除無效問卷 21 份，計回收有效問卷 385 份，有效問卷回收率為 77%。

### 四、統計分析

本研究採用 SPSS 8.0 視窗版資料分析統計軟體，將回收有效問卷資料輸入處理分析，主要採用描述性統計分析、t 檢定、單因子變異數分析、皮爾遜積差相關等統計方法驗證研究假設。

## 參、結果與討論

### 一、桃園現國小體育教師工作壓力之現況分析

由表一可以看出，桃園縣國小體育教師在工作壓力各構面上，以「工作負荷」之單題平均數得分 3.13 最高，其他依序為「角色衝突」(3.03)、「學生管教」(2.86)、「專業發展」(2.71)、「學生學習」(2.65)、「與學校之關係」

(2.23)，而各構面整體之單題平均數為 2.77，略高於量表中之數。顯示桃園縣國小體育教師之工作壓力屬於中等程度，且工作負荷是體育教師工作壓力的最大來源。此一研究發現，與吳政融(2002)、康純怡(2002)、楊靜芳(2004)、姜韻秋(2005)之研究結果相符，但與鄭及宏(2004)研究發現花東地區國小體育教師工作壓力偏低之結果不同。

表一 國小體育教師工作壓力現況統計分析表

構面	題數	平均數	標準差	單題平均數	排序
與學校之關係	7	15.61	4.27	2.23	6
學生學習	7	18.55	5.12	2.65	5
角色衝突	7	21.21	4.85	3.03	2
工作負荷	7	21.91	5.21	3.13	1
學生管教	7	20.02	4.87	2.86	3
專業發展	7	18.97	4.12	2.71	4
整體工作壓力	42	116.27	23.55	2.77	

### 二、國小體育教師之工作壓力因應策略現況分析

由表二可以看出，桃園縣國小體育教師在工作壓力因應策略各構面上，以「尋求支援」之單題平均數得分 3.85 最高，其他依序為「解決問題」(3.73)、「理性思考」(3.57)、「自我調適」(3.11)，而各構面整體之單題平均數為 3.57。顯示桃園縣國小體育教師之整體工作壓力屬於中上程度，之最常使用「尋求支援」及「解決問題」作為因應工作壓力之策略，且國小體育教師在面對工作壓力時，能有效運用因應策略，來面對工作壓力，但在「自我調適」策略的運用則有待加強。研究結果顯示，國小體育教師之工作壓力因應策略與吳政融(2002)、康純怡(2002)、李秀穗(2003)等人之研究結果相類似。

表二 國小體育教師之工作壓力因應策略

現況統計分析表					
構面	題數	平均數	標準差	單題平均數	排序
理性思考	10	35.73	5.65	3.57	3
解決問題	10	37.31	5.77	3.73	2
尋求支援	10	38.52	5.89	3.85	1
自我調適	10	31.14	5.11	3.11	4
整體因應策略	40	142.71	16.37	3.57	

### 三、體育教師工作壓力之分析

#### (一) 性別對體育教師工作壓力感受之差異分析

本研究發現，不同性別國小體育教師在工作壓力各構面及整體工作壓力之得分並無顯著差異，顯示國小體育教師之工作壓力感受並不因性別不同而有差異，此一研究結果，與 Onifade&Odedeyi(2001)、吳政融(2002)、李秀穗(2003) 研究發現性別並不會影響工作壓力之結果相同。

#### (二) 教學年資對體育教師工作壓力感受之差異分析

由表三得知，不同教學年資的國小體育教師，在「角色衝突」、「工作負荷」與「專業發展」等三個構面，其得分平均差異達.05 之顯著水準。經雪費(Scheffe) 法事後比較發現，在「角色衝突」構面，教學年資為「3-10 年」與「11-25 年」之體育教師感受之工作壓力顯著高於教學年資為「26 年以上」之體育教師；在「工作負荷」構面，教學年資為「2 年以下」與「3-10 年」之體育教師感受之工作壓力顯著高於教學年資為「26 年以上」之體育教師；在「專業發展」構面，教學年資為「3-10 年」之體育教師感受之工作壓力顯著高於教學年

資為「2 年以下」與「11-25 年」之體育教師。整體而言，資淺體育教師之工作壓力高於資深體育教師，可能是由於資淺體育教師對於學校環境與教學工作還在適應階段，對於同時且稱職的扮演多個角色也還在摸索階段，因此在工作壓力「角色衝突」、「工作負荷」與「專業發展」等三個構面感受程度較高。此一研究結果，與 Onifade&Odedeyi(2001)、林純文(1996)、吳政融(2002)、康純怡(2002) 等人研究發現資深人員在工作壓力各構面顯著低於資淺人員之結果相同，但與劉榮聰(1994) 研究發現國中體育教師年資愈長工作壓力愈大之結果不同。

表三 教學年資對體育教師工作壓力感受之變異數分析摘要表

構面	分組	人數	平均數	標準差	F 值	事後比較
角色衝突	1.2 年以下	56	20.87	5.23	3.73*	2,3>4
	2.3-10 年	197	21.37	4.89		
	3.11-25 年	105	21.32	4.73		
	4.26 年以上	27	20.33	4.57		
工作負荷	1.2 年以下	56	22.18	5.33	4.83*	1,2>4
	2.3-10 年	197	22.17	5.13		
	3.11-25 年	105	21.58	5.07		
	4.26 年以上	27	20.73	4.89		
專業發展	1.2 年以下	56	17.99	4.02	5.12*	2>1,3
	2.3-10 年	197	19.56	4.15		
	3.11-25 年	105	18.68	3.98		
	4.26 年以上	27	17.83	3.78		

\*p<.05

#### (三) 職務狀況對體育教師工作壓力感受之差異分析

本研究發現，不同職務狀況國小體育教師在工作壓力各構面及整體工作壓力之得分並無顯著差異，顯示國小體育教師之工作壓力感受並不因職務不同而有差異，此一研究結果，

與吳政融（2002）、楊靜芳（2004）之研究結果不同，是否因學制不同而造成此一研究差異，有待後續研究進一步探討。

#### （四）學歷對體育教師工作壓力感受之差異分析

由表四得知，不同學歷的國小體育教師，在「工作負荷」、「學生學習」與「學生管教」等三個構面，其得分平均差異達.05 之顯著水準。經雪費（Scheffe）法事後比較發現，在「工作負荷」、「學生學習」與「學生管教」等三個構面，學歷為「碩士以上」之體育教師感受之工作壓力均顯著高於學歷為「專科」與「大學」之體育教師。此一研究結果，可能是由於碩士以上學歷之國小體育教師多為資淺教師，初入職場對於學校環境與教學工作不甚熟悉，因此感受到較高的「工作負荷」壓力；此外，「碩士以上」之體育教師由於較為資淺，對於教學工作的準備以及學生管教的技巧還在學習階段，也會因此在「學生學習」與「學生管教」構面感受到較高的工作壓力。此一研究結果，與江鴻鈞（1995）、葉龍源（1998）研究發現學歷愈高者所感受之工作壓力愈高之結果相同，但與程一民（1996）、李明宗（2000）之研究結果不同。

表四 學歷對體育教師工作壓力感受之變異數分析摘要表

構面	分組	人數	平均數	標準差	F 值	事後比較
工作負荷	1.專科	88	21.44	5.37	5.57*	3>1,2
	2.大學	239	21.79	5.17		
	3.碩士以上	58	23.12	4.98		
學生學習	1.專科	88	17.68	5.21	5.37*	3>1,2
	2.大學	239	18.55	5.11		
	3.碩士以上	58	19.87	4.87		
學生	1.專科	88	19.27	5.22	6.12*	3>1,2

管教	2.大學	239	19.97	4.83
	3.碩士以上	58	21.37	4.65

\*p<.05

#### 四、體育教師工作壓力因應策略之分析

##### （一）性別對體育教師工作壓力因應策略之差異分析

由表五可以得知，不同性別國小體育教師在工作壓力因應策略之「解決問題」與「尋求支援」構面之得分達.05 之顯著差異。男性體育教師在「解決問題」構面之得分明顯高於女性體育教師，而女性體育教師在「尋求支援」構面之得分則顯著高於男性體育教師，顯示不同性別體育教師之工作壓力因應策略在這兩個構面截然不同，可能是由於女性體育教師面對壓力時，較容易傾向找尋親友提供支援與協助，而男性體育教師則傾向勇於面對問題，並藉由解決問題來來抒解工作壓力。與謝琇玲（1989）、林純文（1996）等人之研究結果相符。

表五 性別對體育教師工作壓力因應策略之變異數分析摘要表

構面	組別	人數	平均得分	標準差	t 值
解決問題	男性	130	38.37	5.93	-3.62*
	女性	255	36.77	5.58	
尋求支援	男性	130	37.66	5.99	2.68*
	女性	255	38.96	5.81	

\*p<.05

##### （二）教學年資對體育教師工作壓力因應策略之差異分析

由表五可以得知，不同教學年資國小體育

教師在工作壓力因應策略之「理性思考」與「自我調適」構面之得分達.05 之顯著差異。教學年資為「11-25 年」之體育教師，在「理性思考」與「自我調適」兩個構面之得分明顯高於教學年資為「2 年以下」與「3-10 年」之體育教師。可能是由於教學年資為「11-25 年」之體育教師較為資深，較資淺體育教師能夠運用「理性思考」與「自我調適」之策略來因應工作壓力，此一研究結果，與黃義良（1999）、林純文（1996）之研究結果相類似，但與謝琇玲（1989）、江鴻鈞（1995）之研究結果不同。

表六 教學年資對體育教師工作壓力因應策略之變異數分析摘要表

構面	分組	人數	平均數	標準差	F 值	事後比較
理性思考	1.2 年以下	56	35.27	5.51	3.27*	3>1,2
	2.3-10 年	197	35.12	5.72		
	3.11-25 年	105	36.97	5.66		
	4.26 年以上	27	36.32	5.89		
自我調適	1.2 年以下	56	29.92	4.83	3.36*	3>1,2
	2.3-10 年	197	30.88	5.25		
	3.11-25 年	105	32.22	5.12		
	4.26 年以上	27	31.37	4.98		

\*p<.05

### (三) 職務狀況對體育教師工作壓力因應策略之差異分析

研究結果發現，不同職務狀況國小體育教師在工作壓力因應策略各構面及整體工作壓力因應策略之得分並無顯著差異，顯示國小體育教師之工作壓力因應策略並不因職務不同而有差異，此一研究結果，與林純文（1996）、程一民（1996）等人之研究結果相符，但與謝

琇玲（1989）之研究結果不同。

### (四) 學歷對體育教師工作壓力因應策略之差異分析

研究結果發現，不同學歷國小體育教師在工作壓力因應策略各構面及整體工作壓力因應策略之得分並無顯著差異，顯示國小體育教師之工作壓力因應策略並不因學歷不同而有差異，此一研究結果，與謝琇玲（1989）、江鴻鈞（1995）、程一民（1996）等人之研究結果相符。

### 五、國小體育教師工作壓力與工作壓力因應策略相關情形分析

由表七可以發現，國小體育教師整體工作壓力與整體因應策略之相關並未達.05 之顯著水準，但由工作壓力與工作壓力因應策略各構面來看，工作壓力之「工作負荷」構面與因應策略之「理性思考」、「解決問題」、「尋求支援」、「自我調適」有顯著正相關，顯示國小體育教師之知覺到愈高的工作負荷壓力時，愈會採用「理性思考」、「解決問題」、「尋求支援」、「自我調適」等策略來因應；而由工作壓力六個構面來看，均與因應策略之「自我調適」構面有顯著正相關，顯示國小體育教師在遭遇不同來源之工作壓力時，普遍會運用「自我調適」策略來抒解工作壓力，此一研究結果，與李瑞文（2002）、楊麗香（2004）等人之研究結果相類似。

表七 國小體育教師工作壓力與工作壓力因應策略之積差相關分析表

理性思考	解決問題	尋求支援	自我調適	整體因應策略

與學校之關係	-.102	-.129*	-.027	.024*	-.033
學生學習	-.220*	-.217*	.071	.324*	-.062
角色衝突	-.031	-.004	.129*	.238*	.092
工作負荷	.032*	.134*	.227*	.361*	.230*
學生管教	-.083	-.051	.029	.227*	.027
專業發展	-.149*	-.114	.079	.246*	-.013
整體工作壓力	-.105	-.055	.131*	.358*	.079

\*p<.05

## 肆、結論與建議

### 一、結論

- (一) 桃園縣國小體育教師之工作壓力屬於中等程度，「工作負荷」是最大的工作壓力來源。
- (二) 桃園縣國小體育教師之工作壓力因應策略屬於中上程度，顯示桃園縣國小體育教師在面對工作壓力時，都能夠積極的面對與因應。
- (三) 桃園縣不同教學年資與學歷之體育教師，所感受之工作壓力有顯不同。
- (四) 桃園縣不同性別與教學年資之體育教師，其工作壓力因應策略有顯著不同。
- (五) 桃園縣國小體育教師工作壓力之「工作負荷」構面與因應策略各構面有顯著正相關，而工作壓力之六個構面與因應策略之「自我調適」構面有顯著正相關。

### 二、建議

#### (一) 減輕國小體育教師之工作負荷

由本研究發現，桃園縣國小體育教師工作壓力最大的來源來自於工作負荷。隨著生育率降低，家長對於學童教育品質的要求更加重

視，家長望子成龍的用心無形也造成體育教師工作負荷上的壓力，此外，由本研究抽樣結果可以看出，多數體育教師均為級任教師，亦有近 2 成體育教師兼任行政工作，在學生生活照顧、課業輔導、教學準備、行政工作、校隊組訓、學生社團等負荷下，國小體育教師也必須有高度的工作熱忱，與良好的工作壓力因應策略，才能應付高度工作負荷所伴隨而來的工作壓力，建議教育行政主管機關能夠檢討目前國小體育教師之工作負荷量，並研商具體的方式，如減課、聘用專業運動教練等作法，才能有效降低國小體育之工作負荷與工作壓力。

#### (二) 體育教師應善用所有因應策略，以減輕工作壓力

研究結果發現，國小體育教師知覺到愈高的工作負荷壓力時，愈會採用因應策略各構面來因應，但在工作壓力之其他構面則較無運用因應策略。雖然說工作壓力並無所謂「最佳」之因應策略，端視運用者之現況來做調整。國小體育教師在繁重的工作背後，累積高度的工作壓力是必然的現象，建議國小體育教師應善用壓力之各種因應策略，針對問題來思索解決之道，或暫時離開現有環境，換個角度來思考問題，才能有效抒解工作壓力。

#### (三) 資深體育教師應做經驗傳承

研究結果發現，資深體育教師在工作壓力之「角色衝突」、「工作負荷」與「專業發展」等三個構面之感受程度低於資淺體育教師，顯示資深教師對於工作壓力之因應優於資淺體育教師。建議學校可以建立研究會或讀書會之機制，由資深體育教師及身兼行政工作之體育教師進行經驗傳承與分享，提供新進教師生活、教學、行政等各方面的建議與諮詢，以減

輕資淺體育教師之工作壓力。

## 參考文獻

### 中文部分

- [1] 江鴻鈞 (1995)。台灣省國民小學初任校長工作壓力與因應方式之研究。國立台中師範學院初等教育研究所碩士論文(未出版)。
- [2] 李瑞文 (2002)。國立大學校院人事人員工作壓力與因應策略之研究。國立屏東師範學院國民教育研究所碩士論文(未出版)。
- [3] 李明宗 (2000)。桃園縣國民小學校長領導行為與教師工作壓力之關係研究。國立台北師範學院國民教育研究所碩士論文(未出版)。
- [4] 李秀穗 (2003)。大專院校體育室主管的工作壓力因應方式與職業倦怠關係之研究。國立體育學院體育研究所碩士論文(未出版)。
- [5] 林純文 (1996)。國民中學組織氣候、教師工作壓力及其因應方式之研究。國立屏東師範學院國民教育研究所碩士論文(未出版)。
- [6] 林靜怡 (2003)。台灣地區公立高中舞蹈班教師工作壓力與職業倦怠關係之研究。中國文化大學舞蹈研究所碩士論文(未出版)。
- [7] 吳政融 (2002)。大學體育教師工作壓力及因應方式之研究。國立台灣師範大學體育研究所碩士論文(未出版)。
- [8] 郭峰偉 (2000)。國中教師工作壓力與教師效能關係之研究。國立成功大學教育研究所碩士論文(未出版)。
- [9] 姜韻秋 (2005)。台灣地區中等學校桌球教練工作壓力與工作倦怠之相關研究。台北市立體育學院運動科學研究所碩士論文(未出版)。
- [10] 梁玉秋 (2002)。國民中學棒球教練工作

壓力與工作倦怠之研究。輔仁大學體育學系碩士班碩士論文(未出版)。

- [11] 康純怡 (2002)。國小舞蹈教師工作壓力、因應方式與工作倦怠之研究。國立台灣體育學院體育研究所碩士論文(未出版)。
- [12] 黃義良 (1999)。國小兼任行政工作教師的工作壓力與調適方式之研究。國立屏東師範學院國民教育研究所碩士論文(未出版)。
- [13] 程一民 (1996)。國民小學教師工作壓力與因應方式之研究。台北市立師範學院教育研究所碩士論文(未出版)。
- [14] 葉龍源 (1998)。國民小學主任工作壓力與因應方式之研究。國立台中師範學院教育研究所碩士論文(未出版)。
- [15] 楊靜芳 (2004)。台北市國中體育教師工作壓力與工作倦怠關係之研究。台北市立體育學院運動科學研究所碩士論文(未出版)。
- [16] 楊麗香 (2004)。高職餐飲管理科教師工作壓力、因應策略與教學效能之研究。國立屏東科技大學技術及職業教育研究所碩士班碩士論文(未出版)。
- [17] 鄭及宏 (2004)。花、東地區國小體育教師自我效能與工作壓力之研究。國立台東大學教育研究所碩士論文(未出版)。
- [18] 劉榮聰 (1994)。不同背景國中體育教學工作壓力之分析研究。藝術學報, 54, 373-402。
- [19] 謝琇玲 (1989)。國民中學學校組織氣氛教師工作壓力及其因應方式之調查研究。國立高雄師範大學教育研究所碩士論文(未出版)。

### 英文部分

- [20] Dewe, P. J. (1986). Coping with work stress: An investigation of teacher's action. *Research in Education*, 33, 27-40.
- [21] Dunham(1992). *Stress in teaching*. New York: Routledge.
- [22] Friesen, D. & Williams, M. J. (1985).

- Organizational stress among teachers. physical education teachers. Journal of the  
Canadian Journal of Education, 10(1), International Council for Health, Physical  
13-33. Education, Recreation, Sport, and Dance,  
[23] Onifade, A. & Odedeyi, O. O. (2001). 37 (3), 6-10.  
Occupational stress factors among Nigerian

## 新竹地區高中校長轉型領導與體育教師工作士氣關係之研究

### A STUDY ON THE RELATIONSHIP BETWEEN THE PRINCIPALS' TRANSFORMATIONAL LEADERSHIP AND PHYSICAL EDUCATION TEACHERS' MORALE IN SENIOR HIGH SCHOOLS IN HSINCHU

風貞豪

親民技術學院 體育運動組

[fjh@ms.chinmin.edu.tw](mailto:fjh@ms.chinmin.edu.tw)

何若湯

清雲科技大學 體育運動組

[jtho@mail.cyu.edu.tw](mailto:jtho@mail.cyu.edu.tw)

#### 摘要

本研究旨在探討高中校長之轉型領導行為與體育教師工作士氣之間的關係。本研究以新竹地區高中體育教師為研究對象，以「新竹地區高中校長轉型領導與體育教師工作士氣關係調查問卷」為工具進行研究，正式施測採普查方式進行，共發出研究問卷 93 份，回收有效問卷 75 份，問卷結果以 SPSS 統計軟體進行統計分析，得到以下結論：一、新竹地區高中校長對於轉型領導之運用屬於中高程度，且體育教師感受到校長最多之「魅力領導」行為。二、新竹地區高中體育教師之工作士氣屬於中高程度，且體育教師在「工作投入」構面有最高之工作士氣。三、新竹地區高中體育教師所知覺之校長轉型領導行為，並不因性別、婚姻狀況而有所不同，僅在教學年資與職務上有顯著差異。四、新竹地區高中體育教師之工作士氣，並不因性別、婚姻狀況而有所不同，僅在教學年資與職務上有顯著差異。五、新竹地區高中校長之轉型領導行為與體育教師工作士氣之間有顯著正相關，亦即新竹地區高中校長之領導行為愈偏向轉型領導，則體育教師之工作士氣愈高。



**關鍵字詞：**體育教師、轉型領導、工作士氣

### **Abstract**

The main purpose of this study was to investigate the relationship between the principals' transformational leadership and physical education teachers' morale in senior high schools in Hsinchu. There were 93 physical education teachers participated in this study by using a well-developed instrument. The survey data was analyzed by using statistical methods of percentile, mean, standard deviation, and one-way ANOVA. The results of this study are summarized as the follows : 1. The level of physical education teachers' perception of principals' transformational leadership is upper-intermediate in Hsinchu. 2. The level of physical education teachers' morale is upper-intermediate in Hsinchu. 3. The conception of transformational leadership of principals was affected by the years of the teaching of the physical education teachers, as well as physical education teachers' duty. 4. The morale of the physical education teachers was affected by the years of the teaching of the physical education teachers, as well as physical education teachers' duty. 5. There is a significant positive relationship between principals' transformational leadership and physical education teachers' morale.

**Key words :** PE teachers, transformational leadership, morale

## 壹、緒論

### 一、研究背景

轉型領導 (transformational leadership) 是一種強調變革的領導模式 (Burns, 1978)，在學校環境中，校長是推動學校行政事務與學生學習的掌舵者，校長可以透過轉型領導行為，展現個人的領導魅力，與學校教師共同建構學校未來願景，鼓勵教師自我超越，發揮潛能，來共同實現組織願景。因此，轉型領導主要強調「轉化歷程」(Howell, 1993 ; Geist, 2001)，也就是領導者必須透過本身的魅力與領導行為，來引導並誘發組織成員產生更高層次的需求，共同實現組織目標。因此，國小校長如能充分運用轉型領導，就能讓體育教師自我超越，發揮潛能，共同來達成學校體育之願景。究竟目前高中校長之轉型領導現況為何？能否有效提振體育教師之工作士氣？值得深入探討。

教師工作士氣是教師在教學工作上所展現出積極、熱忱與自動自發的工作精神 (Bhella, 1982；曾榮華, 1997)，學校體育要能成功推動，取決於體育教師是否願意配合，若體育教師工作士氣低落，要成功的推動學校體育無異是緣木求魚，學者 Remple & Bentley(1970)亦認為，有高昂工作士氣的教師，其教學更有效

能，與學生有較好的關係，而且較能信任他人，並與他人合作，由此也可以看出教師工作士氣的重要性。目前體育運動領域已普遍運用轉型領導行為來進行體育從業人員領導行為之研究 (涂志賢, 1998；周佳慧, 2001；陳增朋, 2001；李明昭, 2003；張玄論, 2005)，但有關校長轉型領導行為與體育教師工作士氣關係之研究目前仍付之闕如，究竟高中校長之轉型領導行為現況為何？高中校長運用轉型領導行為對於體育教師工作士氣之影響為何？也成為本研究之主要動機。

綜上，本研究即以新竹地區高中體育教師為研究對象，希望藉由高中校長轉型領導行為與體育教師工作士氣關係之研究，來瞭解新竹地區高中校長轉型領導行為與體育教師工作士氣之現況，並探究校長轉型領導行為與體育教師工作士氣之關係，期望能將研究結果提供給高中校長，作為領導體育教師及提振體育教師工作士氣之參考。

### 二、研究目的

本研究之研究目的如下：

- (一) 探討新竹地區高中體育教師知覺校長轉型領導行為之現況。
- (二) 探討新竹地區高中體育教師工作士氣之現況。
- (三) 探討不同背景變項高中體育教師知覺校長轉型領導行為之差異情

形。

(四) 探討不同背景變項高中體育教師工作士

氣之差異情形。

(五) 探討新竹地區高中校長轉型領導與體育教師工作士氣之關係。

### 三、研究對象

本研究以九十二學年度任職於新竹縣市 21 所公私立高中職之體育教師為研究對象。

## 貳、研究方法

### 一、研究工具發展

本研究工具訂名為「新竹地區高中校長轉型領導與體育教師工作士氣關係調查問卷」。第一部份「校長轉型領導行為問卷」，係參考涂志賢（1998）、周佳慧（2001）、陳增朋（2001）、李明昭（2003）、張玄諭（2005）等人有關轉型領導之研究問卷編擬而成，包含「魅力領導」、「願景提出」、「智力啟發」、「個別化關懷」等四個構面 28 個題項，得分愈高代表校長之轉型領導行為愈明顯。

第二部份「體育教師工作士氣問卷」參考徐韶佑（2000）、葉香汝（2003）、黃斐琪（2004）、林龍和（2005）等人有關教師工作士氣之研究問卷編擬而成，包含「組織認同」、「團隊精神」、「工作投入」、「需求滿足」等四個構面 32 個題項，得分愈高表示體育教師之工作士氣愈高。

第三部份為體育教師個人背景變項，包含了體育教師之性別、婚姻狀況、教學年資、擔任職務等四個題目。

### 二、研究工具之信度與效度

研究問卷於預試結束後，隨即採用「決斷值檢驗」、「同質性檢驗」、「因素分析」、「信度分析」等統計方式來刪除不適當之題目，並考驗研究工具之信度與效度。第一部份「體育教師知覺校長轉型領導行為問卷」，選取特徵值（eigenvalue）大於 1 的因素，因素分析結果共萃取 4 個因素，可以解釋總變異量 69.58%；第二部份「體育教師工作士氣問卷」，因素分析結果共萃取 5 個因素，可以解釋總變異量 73.88%，顯示本研究量表具有良好之建構效度；信度分析結果發現，第一、二部份問卷題目各構面及整體內容之 Cronbach  $\alpha$  值分別為介於 0.85 與 0.93 之間，代表本研究量表具有良好的信度。

### 三、計分方式

本研究採用李克特式（Likert-type）五點量表計分，根據受試者的實際知覺與感受之符合程度填答，平均得分 4 分以上表示高程度，3-4 分表示中上程度，2-3 分表示中低程度，1-2 分表示低程度。

### 四、研究程序

本研究以簡單隨機抽樣方式，於九十二年十一月抽取新竹地區 35 位高中體育教師進行預試，計回收有效問卷 25 份，回收率 71.42%，預試問卷隨即進行因素分析、信度分析等統計分析，於修正不適當題目後編製成為正式問卷（研究問卷第一部份原為四個構面 30 題，修正為 28 題；第二部份原為四個構面 35 題，修正為 32 題）。正式問卷發放於九十三年三月採普查方式進行，以新竹地區所有高中體育教師為研究樣本，採郵寄方式發放問卷，共發出

研究問卷 93 份，經二次電話催收後回收有效問卷 75 份，有效問卷回收率為 80.64%。

### 五、統計分析

本研究採用 SPSS for Windows 8.0 版統計套裝軟體進行相關資料之分析與驗證，主要採用描述性統計分析、t 檢定、單因子變異數分析、Scheffe 事後多重比較檢定、皮爾遜積差相關等統計方法進行分析。

## 參、結果與討論

### 一、高中校長轉型領導之現況分析

由表一可以看出，新竹地區高中體育教師在「校長轉型領導行為問卷」上所知覺校長轉型領導每題平均得分為 3.16，各構面的每題平均數介於 3.37 和 2.89 之間，得分高低依序為魅力領導、願景提出、智力啟發、個別化關懷，顯示新竹地區高中校長對於轉型領導之運用屬於中高程度，且體育教師感受到校長最多之「魅力領導」行為，但對於校長之「個別化關懷」感受最低，顯示新竹地區高中校長對於體育教師所展現之關懷行為仍有加強之空間，校長如能展現發自內心的誠摯關懷，就能讓體育教師心悅誠服，更能強化其領導效能。此一研究結果，與周佳慧（2001）黃斐琪（2004）、張玄諭（2005）之研究結果相符，建議高中校長應給予體育教師誠摯的關懷，以彌補其轉型領導在「個別化關懷」部分之不足，就能讓體育教師心悅誠服，更加強化校長之領導效能。

表一 高中校長轉型領導各構面之平均數

與標準差摘要表					
構面	題數	平均數	標準差	各題平均得分	排序
魅力領導	7	23.59	4.04	3.37	1

願景提出	7	22.82	3.77	3.26	2
智力啟發	7	21.77	3.39	3.11	3
個別化關懷	7	20.23	3.11	2.89	4
整體轉型領導	28	88.41	14.75	3.16	

### 二、高中體育教師工作士氣之現況分析

由表二可以看出，新竹地區高中體育教師在「體育教師工作士氣問卷」上每題平均得分為 3.65，各構面的每題平均數介於 3.87 和 3.37 之間，得分高低依序為工作投入、組織認同、團隊精神、需求滿足，顯示新竹地區高中體育教師之工作士氣屬於中高程度，且體育教師在「工作投入」構面展現出最高之工作士氣，但在「需求滿足」構面之得分則仍有加強的空間，教育行政主管機關應正視高中體育教師在「需求滿足」構面得分較低之現象，並藉由提升體育教師在「需求滿足」，來提升高中體育教師之整體工作士氣。此一研究結果，與嚴靜娜（2001）、黃斐琪（2004）、徐文彬（2005）之研究結果相符，但與許幼靜（2001）研究發現高中、國中、國小舞蹈才能班教師工作士氣低落之結果不同，究竟是何原因造成此一研究差異，有待後續研究證實。由於體育教師之工作士氣攸關其教學效能（Remple & Bentley, 1970），教育行政主管機關與高級中學應設法提升體育教師工作士氣之各構面，才能夠藉由體育教師工作士氣之提升，讓學校體育之推展更具成效。

表二 高中體育教師工作士氣各構面之平均數與標準差摘要表

構面	題數	平均數	標準差	各題平均得分	排序
工作投入	8	30.96	3.83	3.87	1
組織認同	8	29.76	3.66	3.72	2
團隊精神	8	29.20	3.75	3.65	3
需求滿足	8	26.96	3.43	3.37	4

整體工作 士氣	32	89.92	11.71	3.65
------------	----	-------	-------	------

### 三、不同背景變項高中體育教師知覺校長轉型 領導之差異分析

#### (一)不同性別高中體育教師知覺校長轉型領 導之差異分析

男性體育教師在校長轉型領導各構面之得分雖低於女性體育教師，但並未達統計上之顯著水準 ( $p>.05$ )，顯示新竹地區高中體育教師所知覺之校長轉型領導行為並不因性別不同而有差異。此一研究發現，與黃斐琪(2004)之研究結果相符，但與周佳慧(2001)、葉香汝(2003)之研究結果不同。

#### (二)不同教學年資高中體育教師知覺校長轉 型領導之差異分析

由表三可以看出，教學年資「1-6年」之高中體育教師在轉型領導之「魅力領導」與「願景提出」構面之得分明顯高於教學年資為「11年以上」之高中體育教師 ( $p<.05$ )。可能由於資淺體育教師初進入學校服務，對於教育工作懷抱著高度的期許與願景，有較高的可塑性，因此較能夠感受到校長轉型領導之「魅力領導」與「願景提出」，高中校長應加強與資深體育教師在領導作為上之溝通，才能強化資深體育教師對於校長轉型領導行為之知覺。此一研究結果，與周佳慧(2001)、葉香汝(2003)之研究結果相同，建議高中校長應加強與資深體育教師在領導作為上之溝通，才能強化資深體育教師對於校長轉型領導行為之知覺，進而強化整體領導效能。

表三 不同教學年資高中體育教師知覺校長  
轉型領導之變異數分析摘要表

構面	分組	人	平均數	標準差	F 值	Scheffe
----	----	---	-----	-----	-----	---------

		數		事後比較		
魅力 領導	1.1-6年	26	24.24	4.22	4.37*	1>3
	2.6-11年	16	23.51	3.93		
	3.11年以上	33	23.12	3.91		
願景 提出	1.1-6年	26	23.43	3.85	4.21*	1>3
	2.6-11年	16	22.73	3.76		
	3.11年以上	33	22.38	3.68		

\* $p<.05$

#### (三)不同婚姻狀況高中體育教師知覺校長轉 型領導之差異分析

研究結果發現，新竹地區高中體育教師知覺之校長轉型領導行為並不因婚姻狀況不同而有差異 ( $p<.05$ )。此一研究結果與簡政為(2005)之研究結果相類似，但與沈杏熾(2004)之研究結果不同。

#### (四)不同職務高中體育教師知覺校長轉型領 導之差異分析

由表四可以看出，職務為「體育教師兼行政」之高中體育教師在轉型領導之「願景提出」與「個別化關懷」構面之得分明顯高於體育專任教師 ( $p<.05$ )，顯示兼任行政工作之體育教師較能感受到校長轉型領導行為之「願景提出」與「個別化關懷」，由於兼任行政工作之體育教師，在處理行政業務上會與校長有許多機會接觸，因此較能感受校長所運用之轉型領導行為，高中校長應加強與未兼任行政職務體育教師在領導作為上的溝通，才能強化未兼任行政職務體育教師對於校長轉型領導行為之知覺。此一研究結果，與周佳慧(2001)、葉香汝(2003)研究結果相同。建議高中校長應加強與未兼任行政職務體育教師在領導作為上的溝通，才能強化未兼任行政職務體育教師對於校長轉型領導行為之知覺，進而強化整體領導效能。

表四 不同職務高中體育教師知覺校長轉型  
領導之 t 考驗結果摘要表

構面	分組	人數	平均數	標準差	t 值
願景 提出	1.體育專任教師	49	22.63	3.58	-3.01*
	2.體育教師兼行政	26	23.18	3.89	
個別化 關懷	1.體育專任教師	49	20.04	2.99	-2.89*
	2.體育教師兼行政	26	20.58	3.17	

\*p<.05

#### 四、不同背景變項高中體育教師之工作士氣差異分析

##### (一)不同性別高中體育教師之工作士氣差異分析

男性體育教師在工作士氣各構面之得分均微幅高於女性體育教師，但並未達統計上之顯著水準 ( $p>.05$ )，顯示新竹地區高中體育教師之工作士氣並不因性別不同而有差異，此一研究結果，與楊振昇(1990)之研究結果相符，但與嚴靜娜(2001)、葉香汝(2003)、徐文彬(2005)之研究結果不同。

##### (二)不同教學年資高中體育教師之工作士氣差異分析

由表五可以看出，教學年資「6-11年」之高中體育教師在工作士氣之「組織認同」構面之得分高於教學年資為「11年以上」之高中體育教師，且在「團隊精神」構面之得分高於教學年資為「1-6年」與「11年以上」之高中體育教師，且達統計上之顯著水準 ( $p<.05$ )。可能是由於資深教師已屆退休之齡，在工作士氣上容易有遞減的趨勢，而中等年資(6-11年)之體育教師，正處於人生之顛峰時期，對於學校環境較資淺教師熟悉，且在教學工作上也累積一定的經驗，在處理各種事物的態度與方法

也較成熟，因此會有在工作士氣之「組織認同」與「團隊精神」有罪高之得分，高中校長應體認到資淺體育教師與資深體育教師在工作士氣上的差異，並運用不同的策略加以強化，才能整體提升體育教師之工作士氣。此一研究結果，與楊振昇(1990)、許幼靜(2001)、葉香汝(2003)之研究結果相類似，建議高中校長應體認到資淺體育教師與資深體育教師在工作士氣上的差異，並運用不同的策略加以強化，才能整體提升體育教師之工作士氣。

表五 不同教學年資高中體育教師工作士氣  
之變異數分析摘要表

構面	分組	人數	平均數	標準差	F 值	Scheffe 事後比較
組織 認同	1.1-6年	26	29.90	3.58	3.83*	2>3
	2.6-11年	16	30.51	3.77		
	3.11年以上	33	29.28	3.56		
團隊 精神	1.1-6年	26	28.87	3.68	4.55*	2>1,3
	2.6-11年	16	30.13	3.83		
	3.11年以上	33	29.01	3.71		

\*p<.05

##### (三)不同婚姻狀況高中體育教師之工作士氣差異分析

研究結果發現，新竹地區高中體育教師在工作士氣各構面之得分並不因婚姻狀況不同而有差異 ( $p>.05$ )，顯示新竹地區高中體育教師之工作士氣並不因婚姻狀況不同而有差異。此一研究發現，與楊樹權(1992)之研究結果不同。

##### (四)不同職務高中體育教師之工作士氣差異分析

由表六可以看出，兼任行政工作體育教師在工作士氣之「組織認同」與「團隊精神」構面之得分高於體育專任教師，且達統計上之顯著水準 ( $p<.05$ )。由於兼任行政工作之體育教師，除了平日專注在體育教學工作上，還必須付出額外心力在所兼任之行政職務上，而兼任行政工作之體育教師之所以願意在繁重的教學工作之外再額外付出，應是其對於教育工作抱持著相當大的熱忱，對學校組織也懷抱著美好的願景，進而反應在工作士氣之「組織認同」與「團隊精神」之得分上，高中校長應體認到職務對於體育教師在工作士氣上的影響，並運用不同的策略加以強化，才能整體提升體育教師之工作士氣。此一研究結果，與楊振昇 (1990)、嚴靜娜 (2001)、葉香汝 (2003)、徐文彬 (2005) 之研究結果相類似，建議高中校長應體認到職務對於體育教師工作士氣之影響，並運用不同的策略加以強化，才能整體提升體育教師之工作士氣。

表六 不同職務高中體育教師工作士氣之 t 考驗結果摘要表

構面	分組	人數	平均數	標準差	t 值
組織	1.體育專任教師	49	29.41	3.56	-3.33*
	2.體育教師兼行政	26	30.42	3.81	
團隊	1.體育專任教師	49	28.87	3.78	-3.12*
	2.體育教師兼行政	26	29.83	3.69	

\* $p<.05$

#### 五、高中校長轉型領導與體育教師工作士氣之相關分析

由表七可以發現，體育教師在「校長轉型領導行為問卷」總問卷得分與「體育教師工作士氣問卷」總問卷之得分，呈顯著正相關 ( $r=.628, p<.05$ )，且新竹地區校長轉型領導行

為各構面與體育教師工作士氣各構面之間亦存在正相關，均達 .05 之顯著水準，顯示新竹地區高中校長之領導行為愈偏向轉型領導，則體育教師之工作士氣愈高。此一研究結果，與徐韶佑 (2000)、葉香汝 (2003)、黃斐琪 (2004)。建議教育行政主管機關應加強高中校長之轉型領導知能，而高中校長也應將轉型領導運用在實際領導作為中，就能有效提升體育教師之工作士氣，進而提升其教學效能。

表七 新竹地區高中校長轉型領導與體育教師工作士氣之積差相關分析摘要表

	工作投入	組織認同	團隊精神	需求滿足	整體工作士氣
魅力領導	.523*	.612*	.487*	.583*	.587*
願景提出	.519*	.613*	.501*	.588*	.590*
智力啟發	.537*	.625*	.526*	.611*	.613*
個別化關懷	.512*	.643*	.510*	.599*	.605*
整體轉型領導	.548*	.647*	.530*	.617*	.628*

\* $p<.05$

#### 肆、結論與建議

##### 一、結論

- (一) 新竹地區高中校長對於轉型領導之運用屬於中高程度，且體育教師感受到校長最多之「魅力領導」行為，校長之「個別化關懷」仍有待加強。
- (二) 新竹地區高中體育教師之工作士氣屬於中高程度，且體育教師在「工作投入」構面有最高之工作士氣，在「需求滿足」部分仍有待加強。

(三)新竹地區高中體育教師所知覺之校長轉型領導行為，並不因性別、婚姻狀況而有所不同，僅在教學年資與職務上有顯著差異。教學年資「1-6年」之高中體育教師在轉型領導之「魅力領導」與「願景提出」構面之得分明顯高於教學年資為「11年以上」之高中體育教師；兼任行政工作之體育教師較能感受到校長轉型領導行為之「願景提出」與「個別化關懷」。

(四)新竹地區高中體育教師之工作士氣，並不因性別、婚姻狀況而有所不同，僅在教學年資與職務上有顯著差異。教學年資「6-11年」之高中體育教師在工作士氣之「組織認同」構面之得分高於教學年資為「11年以上」之高中體育教師，且在「團隊精神」構面之得分高於教學年資為「1-6年」與「11年以上」之高中體育教師；兼任行政工作體育教師在工作士氣之「組織認同」與「團隊精神」構面之得分高於體育專任教師。

(五)新竹地區高中校長之轉型領導行為與體育教師工作士氣之間有顯著正相關，亦即新竹地區高中校長之領導行為愈偏向轉型領導，則體育教師之工作士氣愈高。因此，新竹地區高中校長應善用轉型領導行為，來提升體育教師之工作士氣。

## 二、建議

(一)強化高中校長對於轉型領導之瞭解與應用  
本研究發現，新竹地區高中校長之領導行為

為愈偏向轉型領導，則體育教師之工作士氣愈高。職是之故，教育行政主管機關應定期舉辦高中校長研習會，將轉型領導之內涵、功能與應用納入討論，或由熟捻轉型領導之高中校長進行經驗分享，以提升高中校長整體之轉型領導之能，進而提振體育教師工作士氣，才能讓學校體育之推展更具成效。

(二)校長應強化轉型領導之「個別化關懷」構面

研究結果發現，高中校長在轉型領導之「個別化關懷」構面得分最低，顯示高中校長對於體育教師之關懷仍有改進之空間。建議高中校長在運用轉型領導時，能強化轉型領導之「個別化關懷」構面，真誠的關心每一位體育教師，尊重體育教師之個人感受，並適當的給予體育教師協助，但必須注意的是，不可偏愛某些成員，才能促進團隊合作，達成組織目標 (Bass & Avolio, 1990)。

(三)加強與體育教師之領導溝通

研究結果發現，兼任行政工作之體育教師較能感受到校長轉型領導行為之「願景提出」與「個別化關懷」，顯示未兼任行政工作之體育教師較無法感受到校長之轉型領導行為，建議高中校長能夠利用升旗、校務會議、研習活動、自強活動等場合，加強與所有體育教師之領導溝通，才能有效提升整體轉型領導效能，以提振體育教師整體之工作士氣。

(四)鼓勵體育教師參與行政工作

研究結果發現，兼任行政工作體育教師在工作士氣之「組織認同」與「團隊精神」構面之得分高於體育專任教師，顯示兼任行政工作



之體育教師有較高的工作士氣。建議學校可以輔導體育教師參與學校行政工作，讓體育教師有更多機會參與校務運作，一方面讓工作內容更為充實，一方面讓體育教師有自我實現之機會，更可以讓體育教師因為與學校有共同的願景，而提升其工作士氣。

## 參考文獻

### 中文部分

- [1] 李明昭 (2003)。高職運動教練領導行為與領導效能關係之研究。國立彰化師範大學工業教育學系碩士論文 (未出版)。
- [2] 沈杏熾 (2004)。國民中學校長轉型領導、交易領導與兼行政教師職業倦怠關係之研究-以桃園縣為例。國立政治大學學校行政碩士班碩士論文 (未出版)。
- [3] 周佳慧 (2001)。國小體育教師知覺校長領導風格及工作滿意之相關研究。國立體育學院體育研究所碩士論文 (未出版)。
- [4] 林龍和 (2005)。高雄市國民小學校長家長式領導與教師服務士氣關係之研究。國立高雄師範大學教育學系碩士論文 (未出版)。
- [5] 徐文彬 (2005)。南投縣國民中學校長教學領導行為與教師工作士氣關係之研究。國立暨南國際大學教育政策與行政學系研究所碩士論文 (未出版)。
- [6] 徐韶佑 (2000)。國民小學校長轉型領導與教師服務士氣關係之研究-以台北市、台北縣及桃園縣為例。國立台北師範學院國民教育研究所碩士論文 (未出版)。
- [7] 陳增朋 (2001)。大學校院體育主管領導型態、體育教師內外控取向與體育教師組織承諾關係之研究。國立台灣師範大學運動休閒與管理研究所碩士論文 (未出版)。
- [8] 涂志賢 (1998)。運動教練領導風格與運動代表隊團隊文化關聯性之研究。國立體育學院體育研究所碩士論文 (未出版)。
- [9] 許幼靜 (2001)。舞蹈才能班教師工作士氣之調查研究。台北市立師範學院國民教育研究所碩士論文 (未出版)。
- [10] 曾榮華 (1997)。教師聘任政策與國民小學教師工作士氣之研究。台北市立師範學院國民教育研究所碩士論文 (未出版)。
- [11] 葉香汝 (2003)。國民小學校長轉換型領導方式對教師服務士氣之影響：以彰化縣國民小學為例。國立彰化師範大學商業教育學系在職進修專班碩士論文 (未出版)。
- [12] 黃斐琪 (2004)。國立大學校長互易、轉型領導對職員工作士氣之研究。國立屏東師範學院國民教育研究所碩士論文 (未出版)。
- [13] 張玄諭 (2005)。台北地區國民小學體育組長知覺校長領導風格與組織承諾關係之研究。國立台北師範學院教育政策與管理研究所碩士論文 (未出版)。
- [14] 楊振昇 (1990)。國民小學教師參與學校行政決定與工作士氣關係之研究。國立台灣師範大學教育研究所碩士論文 (未出版)。
- [15] 楊樹權 (1992)。國民小學校長的權力類型、教師參與決定與工作士氣關係之研究。國立高雄師範大學教育研究所碩士論文 (未出版)。
- [16] 簡政為 (2005)。國民中學校長轉型領導與教師組織承諾相關之研究。中華大學科技管理研究所碩士論文 (未出版)。
- [17] 嚴靜娜 (2001)。國民小學教師工作士氣及其影響因素之研究。台北市立師範學院國民教育研究所碩士論文 (未出版)。

### 英文部分

- [18] Bass, B. M., & Avolio, B. J. (1990). The implications of transactional and transformational leadership for individual,

- team, and organizational development  
Research. Organizational Change and  
Development, 4,231-272.
- [19] Bhella, S. K. (1982). Principal's leadership  
style: Does it affect teacher morale?  
Education, 102(4), 369-376.
- [20] Burns, J. M. (1978). Leadership. New York:  
Harper & Row.
- [21] Geist, A. L. (2001). Leadership and  
followership in NCAA Division II athletic  
directors. Eugene, OR: Microform  
Publications, University of Oregon.
- [22] Howell, J. M., & Avolio, B. J. (1993).  
Transformational leadership, transactional  
leadership, locus of control, and support  
innovation: Key prediction of  
consolidated-business-unit performance.  
Journal of Applied Psychology, 78(6),  
891-902.
- [23] Remple, A. M. & Bentley, R. R. (1970) .  
Teacher morale: Relationship with selected  
factors. The Journal of Teacher Education,  
21 (4) ,33-37.





## 經濟全球化對俄羅斯經濟安全的影響 The Impact of Economic Globalization on Russia's Economic Security

趙俊荃

Jiun-Chuan Chao

淡江大學 俄羅斯研究所法學碩士

國立中山大學 大陸研究所法政組博士生

[chaoeric@tpts6.seed.net.tw](mailto:chaoeric@tpts6.seed.net.tw)

### 摘要

本文主要探討經濟全球化對俄羅斯經濟安全的影響。本文將經濟全球化分為生產全球化、金融全球化、貿易全球化等三個面向，對應經濟安全也分成三部份，分別是：產業安全、金融安全、貿易安全。由於金融全球化是經濟全球化的核心，金融安全也是經濟安全最主要的部份，所以本文將焦點集中在影響俄羅斯金融安全的因素，本文提出金融、銀行、金融工業集團等問題是影響因素。

最後舉出俄羅斯金融風暴的例子，嚴重打擊俄羅斯的經濟安全，最主要的因素是金融體系與銀行部門的問題，再加上亞洲金融危機的影響，俄羅斯也遭到池魚之殃。從這裡本文很清楚表明，開發中國家與經濟轉型國家，在面對經濟全球化的衝擊，只有逐步開放國內市場，發展健全的金融體系，才能維護一國的經濟安全。

**關鍵詞：**俄羅斯、經濟全球化、經濟安全、金融風暴

## **Abstract**

In this article, we will discuss that economic globalization to the impact of Russia` s economic security. There are three dimensions about economic globalization; they are industrial globalization, financial globalization and trading globalization. On the other hand, there are three parts about economic security; they are industrial security, financial security and trading security. In fact, financial globalization is the core to economic globalization. Otherwise, financial security is the key fact to economic security. This article will focus on what is the key fact to the Russia `s financial security. In my view, the key facts are financial system, banking system and financial industrial groups.

Finally, take the financial crisis for example; it created negative impacts to Russia, we will know that the problems of financial system and banking system in Russia. So, if the country will open the market, we will have good financial system.

**Key words** : Russia, Economic Globalization, Economic Security, Financial Crisis

## 一、前言

經濟全球化是全球化一個重要面向，全球化與經濟發展有密切關係。冷戰結束後，各國為融入全球經濟體系，對於經濟全球化只有逐步接受。在此過程中，各國必須調整相關法規，基礎建設，適應經濟全球化帶來的衝擊。對於俄羅斯這個轉型經濟國家，在共產經濟封閉長達七十年後，積極邁向經濟全球化，同時也要維護本身的經濟安全。所以，俄羅斯政府與學術界也針對這個議題，進行廣泛的研究討論，甚至於是立法形式公佈俄羅斯經濟安全的需求，以及衡量參數，這促使本文的研究動機。

本文的研究目的：1. 探討經濟全球化與經濟安全的主要架構，尋求影響其發展的核心。2. 尋求影響俄羅斯經濟安全的因素。3. 在經濟全球化下對俄羅斯經濟安全的影響。本文的研究限制：經濟安全有三大面向，分別是產業安全、貿易安全、金融安全，但是金融安全因為資本的流動性，資本任意往來國家間，對於開發中國家金融體制不健全，將會重創其國民經濟，威脅經濟安全，所以本文最後集中討論影響俄羅斯金融安全的因素，分別從金融體系、銀行體系、金融工業集團來分析。

本文的章節安排：第一節前言，論述研究動機、研究目的、研究限制。第二節經濟全球化與經濟安全的關係，本文首先論述經濟全球化的起因與爭論，以及從全球化產生的安全意義，再配合冷戰後時期綜合國家安全的發展，探討兩者關係，可以從金融全球化與金融安全、生產全球化與產業安全、貿易全球化與貿易安全來分析。第三節影響俄羅斯金融安全的因素，從第二節本文發現經濟全球化與經濟安全的核心是金融全球化與金融安全，故本文在第三節探討俄羅斯金融安全，分別從銀行體系的問題與金融體系的問題，以及金融工業集團來討論。但是銀行也是金融體系的一部份，本

應該合併討論，由於銀行改革從前蘇聯末期就已經著手進行，其改革意義對俄羅斯經濟有深遠影響，故獨立討論。第四節俄羅斯與金融風暴，本文以「分析層次」探討俄羅斯金融風暴的起源，藉由金融風暴印證金融安全對俄羅斯的重要性。第五節小結。

## 二、經濟全球化與經濟安全的關係

冷戰結束後，貿易與投資障礙的消除、低度開發國家的工業化與全球生產能力的增加、技術轉變降低運輸與通訊成本，表明全球化的起因是由經濟推動政治<sup>1</sup>全球化的過程是世界經濟的跨國合作，以及逐漸提升區域整合的情況，並且取得龐大的經濟利益，也對轉型國家（俄羅斯、中共、印度），帶來機會與挑戰。

俄羅斯對全球化的詮釋是有爭議的。有些認為：全球化的過程是統一世界經濟，這是給俄羅斯與先進西方國家聯合，進入世界體系的機會。左派人士認為，全球化是資本主義社會經濟發展的新階段，被視為是先進國家的超級帝國主義與新殖民主義。全球化是促使俄羅斯引進技術與銷售產品，最後整合進入世界經濟的過程。<sup>2</sup>

全球化產生地理終結的擴大效果，使各地均難以跳脫其影響，以往的思辯，主要集中在全球化本身，以及本土化意識的崛起。若從地理的視角來說，就是關於「疆界」以內的問題，還是以外的「邊疆」問題。這兩個地理範圍上不同的區位，也影響到傳統安全與非傳統安全

<sup>1</sup> Harris, Richard G. (1993), Globalization, Trade, and Income. *The Canadian Journal of Economics*, 26, 4, pp. 763-766.

<sup>2</sup> Titarenko, Mikhail (2002), Russia, China and India in a Globalization World. *International Affairs: A Russian Journal of World Politics, Diplomacy & International Relations*, 49, 1, pp. 59-62.

的領域。<sup>3</sup>

就第一種安全意義而言，全球化是關切本土安全。這是從疆界以外的威脅著手，進而思考疆界內的安全議題。這套把國家作為傳統安全的思考架構，主要是思考內部安全問題，以及外部傳統軍事威脅。第二種則是認為，全球化所關切的安全議題，應走出國家地理上的疆界，把焦點放在邊疆地區。在這個意義上，安全也被視為向外拓展的過程，這套超越國家地理疆界的思考架構，呈現出非傳統的思維，也就是關切地理上所謂邊疆問題、建構跨越疆界的認同以及因應非傳統威脅的內部防衛。

「超越邊界」的論述則從非傳統安全來加以解釋，其中包括資源、環境、人口與疾病等社會經濟問題的影響。全球化的意義，就表現風險與威脅的跨越邊界的效果，在這兩種意義下，全球化的安全議題就產生典範的轉移，安全本身包括國家邊界之內的範疇，也包括國家邊界以外的內容，更包括全球與本土的建構關係，兩者之間存在辯證與互補的作用。<sup>4</sup>

冷戰結束與資訊科技的發展，確立綜合國家安全的開始。綜合國家安全包括物質面與精神面的力量，國家間競爭主要是綜合國力的競爭，而綜合國力的核心是經濟競爭，維持國家

經濟利益與經濟安全就非常重要，經濟安全的重要性已經上升到國家安全的核心地位。<sup>5</sup>經濟安全是由經濟全球化產生，一個經濟動盪可能導致國民財富的損失，金融危機是典型的現象，維護經濟安全是制度安排、開放戰略、經濟政策的問題，對於開發中國家的挑戰是很嚴峻的，因為脆弱的金融體系，使金融安全問題十分緊迫，經濟全球化不僅帶來經濟安全問題，並已經拓展到政治安全、文化安全、國家安全與國際安全領域。<sup>6</sup>

開發中國家日益融入全球經濟體系，深化國家間的相互依賴，這表示國家安全易受外來因素（非軍事性）的威脅，融入全球經濟體系的過程中，外部的政治經濟利益必然會與該國的經濟主權與國家利益產生衝突，產生負面影響：人口成長、環境問題、毒品氾濫、洗錢、集團犯罪、難民潮以及國際金融交易體系的脆弱性等問題，都可以對國家造成空前的災難。全球化也使許多人感到經濟上的不安全，例如：就業機會的減少、外來的競爭等，都可能對國家帶來威脅，而用軍事手段應付這些威脅是很難發生效果，必須要用非軍事手段，尤其是經濟手段來處理。<sup>7</sup>

經濟全球化就總體與長期而言，是有利於生產力的發展與經濟成長。但是，經濟全球化

<sup>3</sup> 非傳統安全要探討的是，軍事意義之外影響國家生存穩定發展的問題，構成因素包括綜合安全、多元安全或新安全觀。非傳統安全威脅的種類：1. 全球化的影響 2. 種族與宗教衝突 3. 經濟安全問題 4. 能源問題 5. 環境保護 6. 社會問題 7. 移民與人口問題 8. 資訊攻擊 9. 跨國犯罪。所以，新安全威脅應該是來自彼此安全關係的相對強度，以及處理威脅之意願與能力是否適當的問題。資料來源：傅梵孜（1999），〈從經濟安全角度探討『非傳統安全』的看法〉，《現代國際關係》3，頁 1-2。黃秋龍（2004），〈非傳統安全的理論與實踐〉，《展望與探索》2：4，頁 12。

<sup>4</sup> 王崑義、蔡裕明（2004），〈全球化、人類安全與後 SARS 時代：兩岸非傳統安全的新議題〉，《遠景基金會季刊》5：2，頁 159-160。

<sup>5</sup> 胡聯合、胡銘（1999），〈經濟全球化與國家安全簡論〉，《華中理工大學學報》1，頁 33。

<sup>6</sup> 國家安全是指一國的自衛能力。國際安全是國家間追求共同安全的可能性。全球安全是在世界體系下確保各國安全。資料來源：Mandel, Robert (1994), *The Changing Face of National Security: A Conceptual Analysis*. Westport, Connecticut: Greenwood Press. 張幼文（2000），〈全球化衝擊下的新問題〉，《世界經濟》11，頁 5。張婷（2000），〈經濟全球化下的國家安全問題〉，《中南工業大學學報》6：2，頁 107。

<sup>7</sup> 張幼文、周建明 等著（1999），〈經濟安全：金融全球化的挑戰〉，頁 61-67，上海：上海社會科學院出版社。



也是「雙刀劍」，在發展中是充滿競爭與風險，這種國際性的破壞力與影響規模，遠遠大於許多單一國家的抵抗能力。面對經濟全球化，各國都有利益與代價、機遇與挑戰，任何國家既要經濟發展，又要維護經濟安全，經濟安全已成為國家生存發展的重大問題。<sup>8</sup>

### (一) 金融全球化與金融安全

隨著經濟全球化趨勢的增加，金融一體化的程度，也伴隨著金融自由化浪潮不斷加深，表現在國際資本流動全球化、貨幣體系全球化、金融市場全球化、金融機構全球化，以及金融監督與協調全球化。經濟越發展，各國的經濟互賴增加，金融化的程度也加深，金融對於經濟的推動力也越大。所以，金融化在推動經濟發展的同時，不斷累積金融風險，成為影響經濟安全甚至是國際安全的因素。由此觀之，經濟安全的核心是防範金融風險，保障金融安全。經濟越全球化、金融越一體化，蘊藏的金融風險越大，其對經濟安全的威脅也越大。<sup>9</sup>

在金融資本流動增加的同時，隨之而來的則是貨幣危機。從 1990 年代，歷次的貨幣危機，投機性衝擊的目標是金融體系與財政狀況不佳，以及外債比例不合理的國家。<sup>10</sup>近年來國

際金融主要的變化及趨勢可分成：

金融全球化。隨著世界經濟一體化、區域化以及跨國企業的發展，國家間與區域間的經濟聯繫日益密切，尤其是金融關係難以分割。金融活動形成全球性的金融市場，因而國際資本的流動增加，加大國際金融風險。金融全球化主要在於國際資本不斷證券化，資本國際流動更加自由化，形成全球一體化的資本市場，隨著衍生性金融商品與金融市場的膨脹，使國際金融體系與生產體系分離。<sup>11</sup>

金融自由化。布列敦森林體系的崩潰，代表金融管制時代的結束，金融自由化，成為當今世界金融制度變革的主流。金融自由化主要表現在利率自由化、匯率自由化、金融業務多元化。前兩者是金融自由化的基礎，後者是依賴前者。金融自由化為國際金融投機提供便利條件，金融安全得不到保障。利率自由化是指國家開放對銀行存放款利率的管制，實施利率市場化，即由資本市場的資金供需來決定利率，並且利率自由化是金融自由化最早進行的項目，在相當程度上金融自由化就是利率自由化，正由利率自由化的進一步拓展，才推動匯率自由化，進而引發金融業務多元化。<sup>12</sup>

---

低關係政權的經濟基礎；資產價值是以貨幣衡量，貨幣貶值是對資產的掠奪；市場若是由個人利益集團掌握，就有可能造成混亂，威脅政府運作；匯率的變動，影響財政清償能力。資料來源：曾康霖（1999），〈金融安全與國際金融制度建設〉，《杭州金融管理幹部學院學報》3，頁 9-10。李羽（2003），〈論國家金融安全〉，《國際政治研究》3，頁 112-115。

<sup>11</sup> 張瀾濤，〈經濟全球化與國家經濟安全〉，頁 38。

<sup>12</sup> 金融業務多元化，這可分三方面：首先，打破銀行、保險、證券以及信託機構之間的經營限制，實施混業經營。其次，放寬金融服務業市場進入限制，允許外資的投入。最後，鼓勵國內金融機構的海外投資。這些都是在利率自由化、匯率自由化基礎上進行。資料來源：王瑛（2004），〈經濟安全-中國面

<sup>8</sup> 張瀾濤（2000），〈經濟全球化與國家經濟安全〉，《國際關係學院學報》4，頁 39。

<sup>9</sup> 徐良平（2000），〈經濟全球化背景下的金融安全、經濟安全與國家安全〉，《青海金融》5，頁 4-5。

<sup>10</sup> 國際資本投機性衝擊的因素之一是泡沫經濟，其原因是過度投機產生的虛假繁榮，導致銀行危機。第二個因素是當一國發生國際收支逆差時，外匯需求大於供給，導致本國貨幣貶值。第三個因素是外債規模過大，在償債時外匯需求增加，造成國家外匯存底的減少，由於投資人的預期心理，貨幣就會貶值，使資本大規模外移，投機客就會發動攻勢，就可能引起金融危機，嚴重的話，國家政權是會受到金融威脅，具體來說：物價漲跌影響收入分配，再影響民心；資產價值高

資本的國際流動是金融業發展的內生因素，金融自由化推動金融國際化<sup>13</sup>的發展，資金流向提供最高報酬率的地方，不再受到國界限制，各國金融市場將成為國際金融市場的一部份，這是金融一體化的出現。金融一體化正逐漸打破民族國家的界限，融合獨立的國內金融體系，形成統一的貨幣體系與金融市場。<sup>14</sup>

金融業的創新。這指的是衍生性金融商品，使金融市場集資更方便。由於金融業的創新，使金融管理更為複雜，管理難度增加，為金融投機提供可乘之機，同時使金融市場的穩定性與安全受到威脅。

金融證券化。這造成股票市場的規模越來越大，發行量增加，流入股市的資金變多，也使風險不斷增加，並且證券投資具有方便、選擇性大、流動性高的特點，在國際金融市場上，證券融資已經成為主要的融資方式。<sup>15</sup>

正如國家安全的意義，隨著時代的發展不斷擴大，經濟安全的概念也隨著經濟情勢的變化不斷延伸。當國際資本流動日益自由，金融機構投資人的實力不斷擴張，金融投機風潮不停發生，一個個國家爆發金融危機，金融安全成為經濟安全重要內容，金融安全是保護本國金融市場不受外國資本投機性衝擊的損害，<sup>16</sup>其核心是規避金融風險，主要目的在於防範金融危機，<sup>17</sup>這是指一國金融業對來自國內外不

利因素有足夠的抵抗力，也就是該國有較強的國際競爭力，能夠化解各種金融風險，避免發生金融危機。<sup>18</sup>

國家的金融風險與對外依存度為正比：對外依存度越高，從中獲益越多，同時面臨的金融風險就越大，反之亦然。隨著社會生產力的發展，工業資本的比例越來越低，金融資本反而佔有絕對優勢，形成虛擬經濟與實體經濟呈現脫離的趨勢。經濟全球化的實質是全球範圍的資本主義化，是資本主義由先進國家為中心向外傳播，從而使整個世界範圍實現資本主義化的過程，科技的發展是經濟全球化的前提，而資本擴張是經濟全球化的內在動力，對高額利潤的追求，驅使資本向世界市場的擴張，積極利用優勢，促使本國政府採用利誘或制裁等手段，迫使實施保護主義的國家對外開放，使資本在世界市場的流動，經濟全球化因此全面展開。

隨著經濟全球化的加速，財富的累積更容

風險與系統金融風險。個別金融風險是指金融資產投資人的實際收益與預期收益的差距，也就是投資人在金融活動遭受損失的可能性。系統金融風險則是那些可能導致整個金融體系陷入支付危機、貨幣貶值危機，以及內外投資人信心危機的可能性。然而，系統金融風險發展到一定程度就會轉為金融危機。

<sup>18</sup> 金融安全主要內容是金融機構安全、證券市場安全、外匯市場安全。金融機構安全是指銀行與非銀行金融機構，能化解在經營過程中，出現的風險，保持正常運作。主要是針對其所經營的業務：銀行資產組合的安全，其不安全表現在資產負債的不配合，資金來源的非流動性。銀行經營安全，包括銀行面對衝擊能力、獲利能力。環境安全，包括外在環境對銀行經營與的影響。證券市場安全是指面對各種金融衝擊時，證券市場不會在長期內出現大的震盪，仍舊可以平穩運行。外匯市場安全指維持本國貨幣的穩定，以及外債的可控性。匯率的穩定取自於外匯存底的多少，外債安全主要是外債發行規模與GDP的總額。資料來源：王瑛，《經濟安全-中國面臨的挑戰》，頁 118-122。

臨的挑戰》，頁 115-116，太原：山西經濟出版社。

<sup>13</sup> 1957年，前蘇聯對美國防範的心理，將其出口的原物料所得的美元，存入法國銀行。從此，造成歐洲美元市場的出現，開始金融國際化的時代。

<sup>14</sup> 馬杰（2000），《經濟全球化與國家經濟安全》，頁 29-34，北京：經濟科學出版社。

<sup>15</sup> 王逸舟 主編（1999），《全球化時代的國際安全》，頁 172-174，上海：上海人民出版社。  
王瑛，《經濟安全-中國面臨的挑戰》，頁 111。

<sup>16</sup> 李羽，〈論國家金融安全〉，頁 112。

<sup>17</sup> 在金融風險的分析中，首先要區分個別金融

易，資本的國際擴張不斷強化國家優勢，在進入開發中國家後，由於金融自由化的情況下，資本自由流動，通行無阻。經濟全球化加速實體經濟與虛擬經濟的分離。資本擴張是種內驅力，使這兩種經濟分離，金融全球化反而不斷強化資本擴張，使資本出現自我循環、自我膨脹的虛擬化，如果國力不強、金融體制不健全、又缺乏完善的風險管理，不能及時而有效處理金融脆弱性，資本的跨國移動可能會釀成金融危機。<sup>19</sup>

開發中國家的金融體制與市場的不健全，面對金融全球化的浪潮，更應該重視金融安全，金融領域將面對兩種問題：過快的金融市場開放會導致整個國民經濟體系的混亂，逐漸開放的速度又很難把握，因為既要有利於國內金融市場引入競爭機制，又不能讓外資控制市場。顯然，只有在國內金融業與金融機構發展成熟後，才能降低金融開放風險。<sup>20</sup>金融全球化對開發中國家，首先是金融依賴的風險，包括全面性依賴與局部性依賴。<sup>21</sup>其次是國內金融機構不穩定的風險，由於金融全球化加深了國內金融市場的競爭，脆弱的金融機構可能無法承受壓力，導致降低利潤，被迫要拓展新業務。<sup>22</sup>

## (二) 生產全球化與產業安全

在經濟全球化下，國家產業安全問題隨著

國際投資自由化<sup>23</sup>的發展，而顯得日益突出，因為隨著商品與生產要素在國際間自由流動，將增加民族國家產業發展的風險性與不確定性。因此，國家產業安全<sup>24</sup>是指一國產業對來自國內外不利因素，具有足夠的抵抗力，各產業可以依賴本國的資本、技術與品牌得以發展，產業間能夠保持均衡協調的比例，同時主要產業具有較強的國際競爭力，具體的表現：

第一，國家經濟命脈是否被外資控制，其進入關鍵產業是否保持在合理的範圍，並要注意保持民族產業的發展。

第二，國內市場結構情況。主要指外商企

<sup>23</sup> 國際投資自由化對國家產業安全的衝擊，最主要的是外資進入對民族工業的發展的影響。外資的具體控制，包括：第一，產業別控制。外資掌握產業部門的經濟支配權，形成壟斷，造成產業經濟獨立性下降，繼而產業安全性降低。第二，技術控制。跨國企業對投資國的技術轉移有兩種模式，一種是次新技術轉移模式。對外直接投資應該從投資國已經或將陷入比較劣勢的產業進行，這些產業對於被投資國有比較優勢，而投資國具有資本、技術與管理經驗。另一種是新技術轉移模式，即將世界市場視為同質市場，根據不同國家的比較優勢，將資源在全球進行分配。無論是那種方式，對於被投資國來說，都在一定程度對外資存在技術依賴。同時為確定一家企業是否屬於民族工業的原則有兩個：首先，企業所有權的歸屬。若是由本國個人、法人或政府所有的企業，都是民族工業。若是由外國所控制就屬於外資企業。其次，技術控制權的歸屬。如果，核心技术是由外國控制，就是外國企業。相反的若由本國控制，則屬於民族工業。資料來源：王瑛，《經濟安全-中國面臨的挑戰》，頁 24-26。

<sup>24</sup> 另外有相近的是民族產業安全，這是指在國際交往和競爭中，由該國國民擁有與控制的民族產業，尤其是關係國計民生的產業，其地位與權益可能受到外國企業的影響。而民族產業具體政策，可以從資本、品牌與技術等多層面加以設定，才能更好地為本國經濟取得良好的環境，與外國企業競爭。資料來源：周肇光（2003），〈如何在開放中維護國家經濟安全〉，《當代經濟研究》9，頁 27。

<sup>19</sup> 陸忠偉 主編（2003），《非傳統安全論》，頁 137、141-142、145-147，北京：時事出版社。

<sup>20</sup> 張幼文，〈全球化衝擊下的新問題〉，頁 5。

<sup>21</sup> 全面性依賴是因為國內金融體系的先天不足，金融資源配置要依靠外資。局部性依賴是指本國金融業某一業務領域或部門被外資所控制，這往往與本國相關領域發展落後有關。

<sup>22</sup> 李建軍（2003），〈發展中國家參與金融服務業貿易全球化的風險與對策〉，《武漢金融》4，頁 45。

業佔市場的比重，透過市場結構分析，可以衡量國家對國民經濟體系的控制力。

第三，產業結構安全。國家所具有的安全性的產業結構，應當是在國際分工體系中，建立處於有利地位的產業結構，可以使國民經濟持續成長，不依賴外國產業移轉而自身可以不斷升級，並能抵抗外部經濟動盪與衝擊。

第四，產業技術安全。國家主要產業的發展，是否極度依賴技術移轉，本國的技術是否能支持產業發展的需要，以及是否具有自主研發與自我創新能力。<sup>25</sup>

產業安全可以分為，以下三種。

第一種，強調以國民為主體的產業安全。產業安全的準確說法應為國民產業安全，國民產業安全指一國在國際競爭中，達到國民產業權益與在國內部份的最佳組合，目的是要使國民的產業權益在國際競爭中得到保證不受損害。

第二種，強調控制力的產業安全。這種觀點是著重於本國資本對產業的控制能力，故產業安全是指一國在對外開放的條件下，在國際競爭的發展過程中，具有保持民族產業持續生存與發展能力，始終保持對產業主體的控制。就開發中國家而言，一方面希望得到跨國企業的直接投資，另一方面又擔心跨國企業對本國經濟與產業的控制，危害經濟自主與發展，進而影響政治獨立，只有保持以國內資本對本國產業的控制，才能使經濟獨立發展。第三種，強調競爭力的產業安全。這是指對國內重要產業的控制力，以及該產業抵抗外部威脅能力。

<sup>26</sup>

<sup>25</sup> 王瑛，《經濟安全-中國面臨的挑戰》，頁 24-26。

<sup>26</sup> 景玉春（2004），〈產業安全概念探析〉，《當代經濟研究》3，頁 29-30。

另外的說法，從負面說明，稱為產業不安全，可分為產業缺失型、產業滯後型、產業脆弱型、產業失控型。產業缺失型的不安全。本國沒有的產業，而它又是國民經濟未來發展所必須的，這自然產生廣義的產業安全問題。產業滯後型的不安全。本國產業在與別的國家比較中處於並駕齊驅，而就當前來看該產業是安全的，但由於未來競爭而生的衝突，導致可能滯後發展而生的安全問題。產業脆弱型的不安全。本國的產業規模小，基礎薄弱，技術老舊，缺乏國際競爭力，這種產業安全問題就很明顯。產業失控型的不安全。這與產業脆弱型的不安全相似，只是該國引進技術來改進產業，但是引進的部份是否有助目標的實現，甚至於威脅本國的產業生存。

所以，國家對產業的創始、調整與發展，如果擁有相對的自主權或控制權，則該產業在該國是安全的。因此，衡量產業安全與否的標準，即是創始權、調整權與發展權。<sup>27</sup>對於開發中國家來說，缺乏創始權、調整權，但是與已開發國家相比較，具有「學習優勢」，也就是開發成本的降低，若再能吸收新技術，這樣的過程導致內化，最後是技術創新，縮短差距。<sup>28</sup>

<sup>27</sup> 創始權是指，國家對某一產業的出現或生成及形成規模的相對權利。調整權是指，為適應本國社會、經濟、技術變化，而對產業做出相應調整的能力與所擁有的權利。如果本國對產業的升級換代，擁有順其自然而調整與引導的能力，也是被視為擁有此一權利。發展權是指，如果國家能在產業的未來發展中，使某一產業能領先其他國家，並由此取得該產業在國際競爭中的優勢，則可認為該國擁有產業競爭的制高權，也就是產業發展權。資料來源：于新東，〈產業保護與產業安全的理論分析〉，《上海經濟研究》11，頁 35。

<sup>28</sup> 于新東，〈產業保護與產業安全的理論分析〉，頁 34-36。

### (三) 貿易全球化與貿易安全

國際貿易的巨大變化是經濟全球化最重要的表現，正是由於經濟全球化的發展推動國際貿易的成長，加快各國的商品、勞務、技術及其他生產要素的流動，使各國得以發揮生產商品或提供服務的優勢，減少資源配置與價格扭曲的問題，加速技術移轉，促進國家的經濟發展，提高競爭力。科技的發展與經濟整合，將改變生產，促進經濟與國際貿易的發展。就制度經濟學而言，經濟成長與發展，應該是制度進步過程與結果，經濟現代化就是制度現代化，故國際貿易的成長與發展，是受到良好的貿易政策的影響。

貿易政策的作用在於是否具有調控國內與國家間的利益，國際貿易是作為國家間商業交易活動，為消除與減弱有損交易的不確定，對於一個類似於世界性國際貿易政策的需求是重要，才能使國家間交易公平，不受損害。公平的競爭環境，只有貿易自由化才能實現。開發中國家若忽視本國現有體制盲目開放，所帶來的可能是更大的傷害，故應該慎重選擇自己融入貿易自由化的途徑，制定適當的國際貿易政策。然而開發中國家面臨雙重壓力，一方面因為管理貿易的存在，使本國的國際貿易活動受到限制。另一方面，貿易自由化使已開發國家，要求開發中國家無條件開放市場，給民族工業很大的壓力，影響經濟發展，最後拉大兩種國家的差距，制約進一步發展與擺脫貧困的可能性，從而影響經濟安全。<sup>29</sup>

經濟全球化使國家的經濟發展都離不開國際市場，各國的商品、服務、資金與技術交易，都是在競爭激烈的國際市場進行。國際貿易對經濟的拉動作用是毋庸置疑，若是貿易領域發生問題，將直接影響國民經濟的發展，所以貿易安全是經濟安全的重要內容。貿易安全

是指一國對外貿易在受到來自國內外不利因素的衝擊時，依然能保持競爭力或有足夠的抵抗力，並受經濟自由化、國際產業分工、資訊科技的發展與關切國家整體競爭力。<sup>30</sup>因此，建立貿易安全的兩大模式，第一，貿易政策新體系，包括：良好的稅制、出口有利的產品等。第二，建立和規範國家貿易新秩序，主要措施：強化反傾銷政策的應對、強化國際競爭力等。<sup>31</sup>

貿易全球化與貿易安全關切國家間的貿易，尤其是大國與小國間的互動。大國使用關稅來限制貿易的現象，小國在自由貿易的環境中，以專業化來得到競爭利益。對於大國在專業化不容易取得貿易利得，所以就課徵關稅做為策略的一部份。另一方面，小國缺市場多樣性，當其在貿易自由化下保有一些領域專精化競爭優勢時，可以有最佳的競爭力。世界貿易組織（WTO）的建立，致力於縮小貿易障礙與交易成本的標準化，以鼓勵彼此管理防止霸權國家利用權力來增進貿易。<sup>32</sup>所以，貿易全球化是世界貿易高速發展，其自由化程度與範圍不斷加深與擴大。貿易形式多樣化與服務業迅速發展，有力地推動國際分工與世界產業升級。世界貿易組織的建立，表示世界貿易進一步規範化、制度化與多邊貿易體制的形成，從而為經濟全球化奠定基礎。<sup>33</sup>

貿易自由化推動貿易全球化，貿易安全是指國家在受到來自國內外不利因素的衝擊

<sup>29</sup> 馬杰，《經濟全球化與國家經濟安全》，頁 76-80。

<sup>30</sup> 夏興國、王瑛（2001），〈論經濟全球化下的國家貿易安全〉，《經濟評論》6，頁 118-119。

<sup>31</sup> 周肇光，〈如何在開放中維護國家經濟安全〉，頁 28-29。

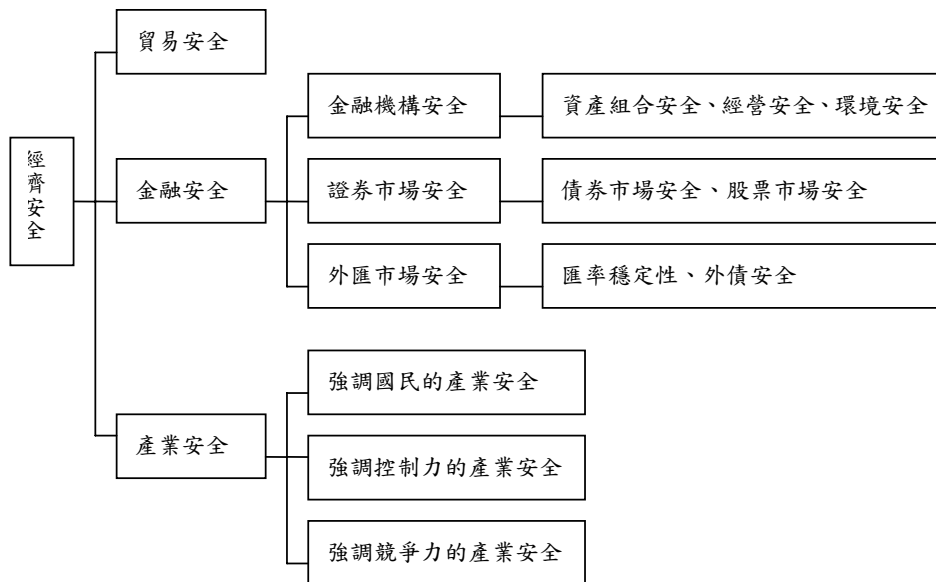
<sup>32</sup> 譚門（Ronald L. Tammen）、古格樂（Jacek Kugler）等著，國防部史政編譯室譯（2003），《權力轉移：二十一世紀的戰略》（Power Transitions: Strategies for the 21<sup>st</sup> Century），頁 186-187，台北：國防部。

<sup>33</sup> 張瀾濤，〈經濟全球化與國家經濟安全〉，頁 38。

時，依然能夠保持較強的國際競爭力，或具有足夠的抵抗力，貿易額能維持在一個穩定的水準，具體含義：第一，國家的貿易發展與貿易利益不受內外部的威脅與侵害。第二，貿易發展要有良好的內外環境。第三，避免國家經濟發展受到來自貿易要素的影響，而產生重大動蕩。第四，保障國家在參與國際競爭的過程中，貿易能維護國家利益，提高經濟效益與經濟成長。

貿易安全主要表現在國家的貿易競爭力，這是國家競爭力的一部份，指標包括：貿易平衡、進口傾向、貿易成長率、出口成長率、貿易依存度、平均關稅稅率等。對於貿易競爭力的影響，包括：貿易壁壘、技術創新。<sup>34</sup>貿易自由化對貿易安全的正面影響：經濟成長效應、資源有效配置、產業調整效應等。負面影響：高貿易依存度與低國際競爭力的問題、區域貿易競爭力失衡、主要貿易國的保護主義。

圖 2-1 經濟安全的分類圖



<sup>34</sup> 技術創新是貿易競爭力的基礎，可以分為：創造新技術的能力、新舊技術的擴散、人的技能等。

### 三、 俄羅斯金融安全影響因素

#### (一) 金融體系問題

金融體系是由資本市場、貨幣市場、外匯市場組成，也是投資人將可用的有價證券相互移轉的場所，主要將資金做非生產性的使用，但是卻有極高的經濟效益。<sup>41</sup>金融市場的活動對於投資人與企業是最直接的效益，如同現代經濟的血液傳輸系統，一旦其穩定運行發生問題，整個經濟體系就會出現動盪不安。<sup>42</sup>俄羅斯的資本市場，可分為政府證券、聯邦主體證券、私有化企業的股票與債券、銀行證券、私人企業的證券。股票與債券都屬於有價證券，所以證券市場也是資本市場的一部份，其作用是集資與動員投資人，將資金投入高價值的產業，並將私人資本供國家與企業所用。<sup>43</sup>本文將要討論的是俄羅斯股票市場與債券市場的發展與結構，其中債券市場是以國家債券為主，其他企業債券等的並不討論。

#### 1. 股票市場

1992 年，俄羅斯股票市場開始小規模的交易。1993 年，股票開始發行，交易量增加，產生數千個新企業，股東透過在莫斯科的經紀商、銀行、投資基金進行頻繁的交易，這是資本形成的重要手段。俄羅斯的股票市場經歷兩個階段 1994 年-1996 年是市場形成階段，特性為緊縮、流動性不高的銷售面結構；股東權益

不易受到保障；缺乏國內投資人。但每月約有 50 億美元的外資湧入，主要產業（鋁業、石油、通訊、電力部門）每月漲幅 30%。第一個股票指標是由 19 支股票組成的「羅斯指數」（ROS Index），1994 年最初為 116 點，曾經漲到 1706 點，1995 年跌為 600 點。因為，外資發現俄羅斯股市在註冊、管理、追索權等方面的缺點，同時缺乏買主，所以脫手不易。

其次，高投機性階段。「俄羅斯交易系統指數」（RTS Index）是第二階段衡量股市的工具，其走勢為 1996 年的 66.7 點，最高攀登到 1997 年的 571.7 點。俄羅斯交易系統指數是俄羅斯版的那斯達克指數，平均日交易量為 200 萬-300 萬美元，最高為 21 億美元。然而，第二階段存在內外問題。外在問題：受到「亞洲病」（Asian flu）與 1994 年-1995 年墨西哥「龍舌蘭效應」（tequila effect）的影響。內在問題：受到政治鬥爭的影響。因此，1997 年 10 月末，俄羅斯股市再度重創，股市總值縮水超過 3/4，1998 年跌到 134.8 點，日交易量為 1 億美元。接著受到政局不穩的影響下，股市暴跌到 38.53 點，日交易量減為 1000 萬美元，最後是 16.3 萬美元。

俄羅斯股市是透過莫斯科的「俄羅斯證券交易所」，經由電話與電腦進行交易。過去證券市場存在兩個問題，首先：指揮體系的重疊，<sup>44</sup>因此 1996 年成立俄羅斯證券市場聯邦委員會（Federal Commission of the Russian Securities Market）居中協調。<sup>45</sup>第二個是執行

<sup>41</sup> Mishkin, Frederic S. (1998), *The Economics of Money, Banking, and Financial Markets*. New York, Addison Wesley.

<sup>42</sup> 馬冰 (2001), 〈關於國家金融安全問題的現實思考〉, 《甘肅金融》2, 頁 3。

<sup>43</sup> Lapidus, Mikhail K. (1997), *Understanding Russian Banking: Russian Banking System, Securities Markets, and Money Settlements*. Kansas, Mir House International, Inc. Rautava, Jouko ed. (1996), *Russia's Financial Markets and the Banking Sector in Transition*. Helsinki, Bank of Finland.

<sup>44</sup> 主管機關包括：財政部、經濟發展暨貿易部（Ministry of Economic Development and Trade）、國有財產委員會（State Property Committee）、中央銀行、反壟斷委員會（Anti-Monopoly Committee）等。

<sup>45</sup> 成立證券市場聯邦委員會與制定《俄羅斯證券市場法》，目的都是要保障投資人買賣證券的權益，並處理相關活動，建立投資人自由交易的基礎。證券市場聯邦委員會是要執行證券市場的法令規章，包括：投資人、捐

問題。由於缺乏法律基礎，無法保障投資人的權益，處理投資詐騙的情況，因此在 1996 年通過《俄羅斯證券市場法》(Law on the Russian Securities Market)，由「國家證券市場參與者協會」(NAUFOR)的仲裁法院執行。<sup>46</sup> 1997 年，俄羅斯也採用美國的道瓊工業指數，形成俄羅斯道瓊證券指數，與俄羅斯交易系統指數一起運作。

本文認為，俄羅斯的股票市場逐漸由混亂毫無章法，慢慢走向較有法制化，制定《俄羅斯證券市場法》與設立俄羅斯證券市場聯邦委員會管理整個股市，對於股價指數從羅斯指數，到現在的俄羅斯交易系統指數與俄羅斯道瓊證券指數並存，慢慢與西方的股市接軌，使股市更加完備。

## 2. 債券市場

俄羅斯的債券可以分為政府債券，包括：中央銀行發行的國家短期債券 (GKO)、財政部的聯邦債務債券 (OFZ) 與國庫券 (KO)、對外經濟銀行的「泰卡」(Taiga) 債券；地方債券又稱為聯邦主體債券，由各聯邦主體發行債券；公司債券指的是企業自行發放的債券。所以，俄羅斯的債券以公債與私債為主。但是，對於國民經濟體系與經濟安全來說，政府債券的影響比較大，最明顯的例子是 1998 年盧布貶值危機，就是因為債券到期，並且國際油價重挫，政府無法償還所造成。衡量俄羅斯經濟安全，內債與外債佔 GDP 的比重，也是一項重要指標。

---

客、企業的活動，以及股票發行的準則，但是卻沒有主管聯邦政府發行國債的事務。資料來源：Lapidus, Mikhail K. (1997), *Understanding Russian Banking: Russian Banking System, Securities Markets, and Money Settlements*.

<sup>46</sup> Gustafson, Thane (1999). *Capitalism Russian-Style*. 許新 主編，《葉利欽時代的俄羅斯·經濟卷》，頁 249。

發行 GKO 目的是填補預算赤字、降低通貨膨脹，穩定盧布、正式確認對企業投資的權益、建立國家證券市場體系與架構。<sup>47</sup> 另外，1992 年俄羅斯發行對前蘇聯國債進行轉換的債券，屬於長期債券，與高通貨膨脹的環境不相適合，發行失敗。1995 年，決定實施軟赤字政策，透過發行短期債券彌補預算赤字。1996 年-1997 年債券市場蓬勃發展，目的是要降低通貨膨脹下進行投資並彌補預算赤字，最後卻發生新興市場危機。然而，債券市場快速成長是受到兩方面影響：國際面是俄羅斯在 1997 年中期發行的歐洲債券 (eurobond)，得到 40 億美元；國內面是 1993 年開始發行兩種債券，分別是美元與盧布債券。美元債券是由對外經濟銀行發行的財政部債券 (MinFin bond)，盧布債券是指 GKO 與 OFZ，GKO 是公開的短期零票面的債券，由財政部責成中央銀行發行，整個債券是一年期。OFZ 是 1995 年開始發行，每季付息，以先前 GKO 月收益為指標。1997 年末，盧布債券達到 600 億美元，佔 GDP 的 13%，俄羅斯的實質利率過高讓投資人對債券市場的承受力感到懷疑，過高的利率是會排擠私人部門的投資，並且債券的流動性高於實體投資，產生金融危機的根源。GKO 市場成長快，收益高，使企業投資國家短期債券勝於繳稅更勝於投資實體經濟。<sup>48</sup>

債券市場最大的買主是銀行，莫斯科的大銀行在國家的支持下，可以低價買進，比地方銀行更容易購買債券，這只是一種短期的調控，不是功能性的調適。俄羅斯銀行仍是以短期借貸為主，1997 年總放款為 200 億美元，其中只有 1.2% 為長期貸款。俄羅斯銀行的投

---

<sup>47</sup> Lapidus, Mikhail K. (1997), *Understanding Russian Banking: Russian Banking System, Securities Markets, and Money Settlements*.

<sup>48</sup> Willer, Dirk (2001), *Russia's Post-Communist Economy*. New York, Oxford University Inc. 許新 主編 (2001), 《葉利欽時代的俄羅斯·經濟卷》，頁 250，北京，人民出版社。



資以貿易與運輸為主，並提供薪資與購買政府證券，很顯然並沒有投入生產部門，表示缺乏長期放款的經驗，也反映出對貨幣政策的不信任。<sup>49</sup>俄羅斯的債券在 1997 年東南亞金融風暴時期，中央銀行總裁杜比寧（Sergei Dubinin）與帕拉摩諾娃（Tatyana Paramonova）將 GKO 收益率由 17% 提高到 35%，並投入 60 億美元維持盧布。1998 年，收益率攀升到 55%，將聯邦預算的 17% 當做利息使用，最後增加到 35%。

當時總理基里延科（Sergey Vladimirovich Kirienko）提撥 1100 億盧布維持經濟情勢，其中 600 億盧布是由增稅而來，另外的 500 億盧布是精減政府開支得來，但是只爭取到 260 億盧布，為償付利息提撥聯邦預算的 17%，增加到 100%，再融資率也由 42% 升到 1998 年 150%。1997 年-1998 年，投入 250 億美元維持盧布，1999 年剩 110 億美元，其中 1/3 是黃金儲備與流動性通貨，當盧布持續貶值，就無法償付 GKO，債務就會像滾雪球般不斷增加。<sup>50</sup>

GKO 每日在莫斯科國際通貨交易（Moscow International Currency Exchange）進行交易，1993 年發行總值為 2.3 兆盧布（GDP 的 0.1%），1994 年為 205 兆盧布（GDP 的 3.2%），預算赤字為 731 兆盧布，其中發行 126 兆盧布的 GKO 來填補，佔 GDP 的 6%。政府債券承諾以高利率低風險償還，並以免稅增加購買意願，故銀行願意投資債券勝於產業計畫。另外，一般投資人缺乏有效的投資能力，並且追求低風險投資，自然選擇政府債券，總比把錢都放在「床下」（under the mattress）。GKO 平均期間是 2.5 個月，平均期間越短，越

不穩定，總共 330 兆盧布的國內債券，全部是短期的，將會威脅資本市場。<sup>51</sup>

1995 年，財政部發行 OFZ，首次發行期間是 378 天，總共是 5.7 兆盧布，年收益率 GKO 的 64%，月收益的 4.2%。1993 年對外經濟銀行也發行泰卡美元債券，總共發行 78 億美元。財政部也發行一年期的盧布債券的國庫券，證券化政府從預算中對企業投資的欠款，確保聯邦預算投入企業，利率 40%，總共是 120 兆盧布。國庫券是企業間有效移轉，或是成為聯邦預算現金支付的管道。因此，國庫券變成準貨幣（quasi money），數量多於現金，最後產生通貨膨脹的影響，1996 年停止發行。<sup>52</sup>

本文認為，俄羅斯的債券種類繁多，舉新債還舊債，所以債務像滾雪球般的擴大。新債包括向內舉借，也向國外發行，所以整個債券市場是被國內商業銀行與國外資本家所掌握，等於是政府舉債治國，當無法償還債務，就會發生金融危機，波及整個金融市場與體系的穩定，威脅金融安全。債券市場是以短期債券為主，從 1995 年開始數量攀升，1996 年-1997 年是整個債券市場最發達的階段，國家以債券吸引國內的資金，依照開發中國家的發展模式，國家的資金應該全力進行生產建設，提高國家競爭力，而不是彌補預算赤字。預算赤字過高、債務龐大、國家無競爭力，這三者都是從債券市場出發影響金融體系，威脅俄羅斯經濟安全的因素。債券掌握在商業銀行，當無法得到還款，銀行倒閉-危險。債券掌握在外資，受制於人-危險，故債券市場一直處於危險狀態。

<sup>49</sup> Gustafson, Thane (1999), *Capitalism Russian-style*.

<sup>50</sup> Aganbegian, A. G. (2000), Russia on the Path to an Equilibrium Market Economy. *Russian Social Science Review*, 41, 6, pp. 84-86.

<sup>51</sup> Rautava, Jouko ed. (1996), *Russia's Financial Markets and the Banking Sector in Transition*.

<sup>52</sup> Granville, Brigitte, Peter Oppenheimer eds. (2001), *Russia's Post-Communist Economy*. Rautava, Jouko ed. (1996), *Russia's Financial Markets and the Banking Sector in Transition*.

從發行債券的單位來看，政府債券就有財政部、中央銀行、對外經濟銀行，因此造成財政部、中央銀行向人民集資，發行盧布債券。對外經濟銀行向國外舉債，發行美元債券，這些債券以 GKO 為最大宗，數量由 2.3 兆盧布增加到 400 兆盧布，該種債券是屬於短期債券，表示只解決短期問題，而不是長期規劃，對於經濟成長幫助有限，若是到期無法還款，就發生金融危機。

## (二) 銀行體系問題

前蘇聯時期的銀行是以「單一銀行體系」為主，當時只有國家銀行 (State Bank)、建設銀行、對外經濟銀行與儲蓄銀行。國家銀行類似西方的中央銀行與國家商業銀行，服務對象為政府、銀行、企業等。1987 年銀行改革，新的體系由國家銀行與專業銀行組成。國家銀行的功能偏向中央銀行，對貨幣體系進行集中計畫管理，分配貸款，執行統一的貨幣政策。原來的放款業務交由專業銀行辦理，只保留部份非生產領域的放款業務。

1992 年開始向市場經濟過渡，銀行體系改革是以建立市場經濟為主的兩級制銀行，形成以中央銀行為領導，商業銀行為主體，多種金融機構並存的金融體系，法源基礎是《俄羅斯銀行與銀行活動法》(On Banks and Banking Activities in the RSFSR) 與《俄羅斯中央銀行法》(Law on the Central Bank of the RSFSR)。<sup>53</sup>總歸銀行體系改革的重點：轉向兩級制銀行、實現中央銀行的功能、發展多種所有制銀行、健全銀行的金融服務等。<sup>54</sup>

### 1. 中央銀行

<sup>53</sup> 許新 主編，《葉利欽時代的俄羅斯：經濟卷》，頁 230-231。

<sup>54</sup> 張森 主編 (2003)，《俄羅斯經濟轉軌與中國經濟改革》，頁 201-202，北京：當代世界出版社。

1990 年，公佈《俄羅斯中央銀行法》使其成為俄羅斯主要銀行，蘇聯解體後，中央銀行接管國家銀行所有功能-控制貨幣供給，印鈔與盧布匯率，規範俄羅斯的金融部門。1992 年，俄羅斯中央銀行開始監管商業銀行的業務，並為財政部銷售 GKO，以及商業銀行主要的貸款來源。新銀行的發起人通常都是政府高層人士，舉例來說，「橋」銀行的成員多半來自前蘇聯對外經濟銀行，但是俄羅斯卻對外商銀行管制嚴格，其總資本是不可以超過國內銀行資本的 12%，也限制購買 GKO，目的是要防止熱錢的快速流出，造成貨幣市場與債券的不穩定。<sup>55</sup>

國有企業通常將勞工基金存入前蘇聯國家銀行與其分行，這些銀行的股東也是與企業經理人有所來往，所以很容易中飽私囊。在俄羅斯沒有國家財政體系來調節政府部門的收支情況，而是利用商業銀行進行調節。稅收、關稅、退休金是透過銀行的「自由貸款」(free loans) 進行管理，銀行可以透過此獲利。同時在金融危機時，90% 的政府基金是透過特許 (authorized) 商業銀行週轉，這可以解釋銀行危機會影響稅收與政府債務。

俄羅斯銀行普遍存在兩項缺點，首先是放款以短期貸款為主，1993 年-1997 年佔銀行貸款總額的 90%-95%。主要原因是居民存款屬於短期存款、貸款是用於資本流通領域，而不是生產領域、資本過於分散、高通貨膨脹不宜長期投資。其次是經常性費用高，例如：興建豪華辦公室。1991 年-1995 年是俄羅斯銀行最興盛時期，銀行開始放高利貸，炒作外匯，進行套利交易，私人銀行家在這種環境下，往往

<sup>55</sup> Naray, Peter (2001), *Russia and the World Trade Organization*. New York, Palgrave. Granville, Brigitte, Peter Oppenheimer eds.(2001), *Russia's Post-Communist Economy*.

使用不法手段。<sup>56</sup>

1993 年府會鬥爭，中央銀行也成為雙方角力的工具，相互競爭國家貸款給予地方，希望得到支援。格拉呈科採取寬鬆的貨幣政策，因此並不受改革者與西方國家的歡迎。當政府取得勝利後，採取緊縮性貨幣政策（tight-money policy），格拉呈科（Viktor Vladimirovich Gerashchenko）也就在 1994 年去職，繼任者為帕拉摩洛娃與杜比寧強力支持低通貨膨脹與穩定的匯率。所以，中央銀行的貨幣政策在 1995 年前是緊縮性，當 1996 年通貨膨脹率降為 22%，為解決貨幣供應過少的問題，並增加生產性投資，改採擴張性貨幣政策。

中央銀行採用西方的金融工具調節貨幣供給，1993 年-1995 年配合緊縮性貨幣政策，開始持續增加法定存款準備率。<sup>57</sup>另外，重貼現率也隨著緊縮性政策而提高最高為 200%。1996 年後，改用擴張性貨幣政策，降為 30%。公開市場操作是指中央銀行在次級市場買賣有價證券，調節貨幣供給量，1992 年首次在市場上進行債券交易，1993 年後發行 GKO，填補赤字，但債務成本已經增加到政府收入的 1/3。為規範金融機構，對新銀行執照發放嚴格；加強限制資金的運用與信用狀的發放；提高設立銀行的最低資本的門檻。<sup>58</sup>

1994 年，中央銀行撤銷數百家銀行的執照，逐漸淘汰弱勢銀行，限制新銀行的發展。1998 年金融危機後，商業銀行的數量由 2500

家減為 1550 家，被撤銷執照的都是規模小而且已經停止營業的銀行，當大型銀行陷入困境，中央銀行試著以行政干預解決問題。1998 年共有 800 家銀行執照被撤銷，52 家可以重新登記。換句話說，1998 年之前存在太多不適當的銀行。<sup>59</sup>

俄羅斯中央銀行存在兩大缺失，首先沒有建立有效的全國體系，缺乏透明度，因此在 1998 年金融危機後，原本負責國家稅收的商業銀行，因為營運發生困難，造成國家稅收短少。第二個缺失是沒有建立存款保險機制，保障存戶。存款保險機制可以保障存戶，當金融機構發生危機時候能保障其權益。

## 2. 商業銀行

商業銀行從業務範圍來看，可以分為「分離式銀行制度」與「全能式銀行制度」。根據《俄羅斯銀行與銀行活動法》，商業銀行可以從事有價證券業務，屬於全能式銀行制度。由於法律過於自由，銀行業從 1991 年-1993 年數量成長 7 倍，在 1998 年金融危機之前，銀行體系中有 44% 的股份制銀行，其餘是合股銀行。總結俄羅斯銀行存在的問題，首先是官商勾結，大型銀行依靠其政治優勢，並不遵守相關規定，由於「全權委託銀行制度」的實行大型銀行逐漸走向金融工業集團（Financial Industrial Groups）的「金融壟斷資本」。其次，在第一階段俄羅斯銀行私有化後，產生許多體質不良的銀行，大型商業銀行貸款給不良企業，小型銀行由於規模小，自有資本不足，<sup>60</sup>非常脆弱，隨著對外貿易的好壞影響銀行營運。

<sup>61</sup>1999 年，43.6% 的工廠受到金融風暴影響而

<sup>56</sup> 許新 主編，《葉利欽時代的俄羅斯：經濟卷》，頁 242。Gustafson, Thane (1999), *Capitalism Russian-Style*.

<sup>57</sup> 依規定法定存款準備率：活期存款為 20%，一年期以上的定期存款為 15%，外匯存款為 2%。

<sup>58</sup> 最低法定資本起初是 50 萬-500 萬盧布，1993 年增加為 1 億盧布（10 萬美元），1994 年提高到 20 億盧布，直到 1999 年為 500 萬歐元。

<sup>59</sup> 許新 主編，《葉利欽時代的俄羅斯：經濟卷》，頁 237-238。

<sup>60</sup> 1993 年自有資本不足 5 億盧布的銀行佔 98%，5 億盧布-50 億盧布佔 49%，超過 300 億盧布佔 2.8%。

<sup>61</sup> Gustafson, Thane (1999), *Capitalism Russian-Style*.

損失 545 億盧布。沒有政府可以接受龐大的破產所造成的經濟損失，因此政策上要維持政治與經濟穩定。在貨幣領域，政府力保盧布來維持政商運作，雖然允許企業破產，但是為了失業與貧窮的社會問題，工廠還是繼續雇用員工，銀行依然扮演交易角色。

由於直接交易與限制開信用狀與匯票，造成國家稅收上的困難，這表示盧布失去交易中介的角色，人民已經失去對盧布的信心，故 1999 年現金交易只佔 47.3%，非現金為 52.7%。<sup>62</sup>另外的問題，包括：資產負債結構不合理，付息債務佔 17.1%，無息債務佔 70%。最後，軟預算迫使中央銀行透過商業銀行，向績效不良的企業放款，商業銀行不過是貸款傳送器。商業銀行也進行投資事業，並利用存款彌補債務，這已經動搖其信用基礎，同時把大量資金投入非生產領域，增加風險程度。<sup>63</sup>

### (三) 金融工業集團的形成

金融寡頭現在掌握俄羅斯的經濟、自然資源、銀行與媒體，透過金錢與媒體操控選舉，並且賄賂政府部門，企圖影響政策。在總統大選時，政治獻金的上限是 300 萬美元，卻提供給葉爾欽高達 1 億美元。寡頭只對有價值的產業投資，將資金投入股市，利用旗下的銀行非法移轉資金到海外，形成資本外移 (capital flight) 的現象。<sup>64</sup>

俄羅斯的金融寡頭可以分為「十大」(Big Ten) 整合式財團 (Integrated Business

Groups)，又可稱為金融工業集團，其中最具有權力的是「天然氣工業集團」(Gazprom) 總裁是齊諾米爾丁 (Viktor Stepanovich Chernomyrdin)，曾經擔任過總理。<sup>65</sup>1993 年，金融工業集團誕生，<sup>66</sup>1995 年第一家跨國金融工業集團成立。1993 年-1996 年，總共有 62 個集團產生，包括 1000 家企業與超過 90 家金融機構。1996 年，金融工業集團的產值佔 GDP 的 10%，比 1995 年增加五倍。其中有兩家成為俄羅斯的「宮廷銀行」(court banks) 分別是奧涅克辛銀行與尤科斯的梅捷列普 (Menatep)。

1990 年代中期，這些銀行與國家保持良好的關係，目的是要掌握經濟利益，確保政治地位。金融工業集團的興起，激化宮廷銀行對私有化議題的鬥爭，政府高層介入這場「銀行戰爭」(bank war)，即使是總統本身也參與其中，無法置身事外。1996 年末，俄羅斯基於政治生存的利益考量，降低對銀行部門的依賴，1997 年，調整貨幣與貸款政策，緊接著提高銀行法定資本率。

1998 年債券市場瓦解後，銀行失去主要獲利來源。危機發生前，大型銀行如果不投資債券市場，就無法對客戶提供應該有服務。危機發生後，深化並擴大俄羅斯銀行危機。金融工業集團的發展伴隨著銀行業的興起，這些集

<sup>65</sup> James R. Millar (2002), Normalization of the Russian Economy: Obstacles and Opportunities for Reform and Sustainable Growth. *NBR Analysis*, 13, 2, pp. 23-24.

<sup>66</sup> 相關文件：1993 年的俄羅斯第 2096 號總統令《關於在俄羅斯聯邦境內成立金融工業集團》(O sozdaniy finansovo-promyshlennyh grupp v Rossii)，以及根據該令制定的聯邦政府令《關於金融工業集團及其成立程序》(O finansovo-promyshlennyh I poryadkye ih sozdaniya)。由這些文件，俄羅斯第一個金融工業集團「烏拉爾廠」(Uralskiye zavody) 成立。資料來源：蔡秋如 (2002)，〈論俄羅斯成立金融工業集團之經濟動機〉，《共黨問題研究》28：1，頁 45。

<sup>62</sup> Lane, David (2004.6.4.), "The Evolution of Post-Communist Banks in Russia," [www.bussiness.mmu.ac.uk/research/met/papers/dlane.pdf](http://www.bussiness.mmu.ac.uk/research/met/papers/dlane.pdf).

<sup>63</sup> 張森 主編，《俄羅斯經濟轉軌與中國經濟改革》，頁 212-216。

<sup>64</sup> Klein, Lawrence R.、Marshall Pomer eds. (2001), *The New Russia: Transition Gone Awry*. California, Stanford University Press.

團逐漸掌握國家的資源，成為獨佔者，使國家缺乏金融資源，當債券市場瓦解後，導致金融寡頭在政治與經濟方面的挫敗<sup>67</sup>

金融工業集團是舊制度的遺產，以及經濟轉型過程產生的結果，是企業與國家傳統關係的恢復，與官僚腐敗、內部人交易，瓜分政經權力密切相關。俄羅斯的金融工業集團與西方的金融資本集團，表面上非常類似，事實上相去甚遠，首先工業資本與銀行資本的結合，通常發生在高度集中的企業，由於生產規模的擴大，對資本的需求增加，迫使企業加強與銀行的聯繫，擴大銀行支付中介，增加利潤累積，促使銀行資本的擴大，形成銀行壟斷資本。另一方面，由於銀行集中社會上閒散的資金，增強對企業貸款的能力，反而加速工業資本的集中。兩大資本的結合是生產力發展的自然過程。反觀俄羅斯的金融工業集團的出現，則根本不同，在多年計畫經濟體制下，企業壟斷程度與資本集中程度很高，但是在蘇聯解體後，工業資本集中程度急遽下降，全面陷入生產性危機，沒有大量的閒置資本去充實銀行資本，更主要的原因是銀行資本的集中，處於原始的起步階段，金融工業集團的形成大多數是透過銀行收買企業的股份，並非正常的結合。<sup>68</sup>

俄羅斯學者對於金融工業集團的詮釋：首先，金融工業集團視為不同資本形式的整合或集合體，也就是大型組織架構內，工業資本與銀行資本的結合。其次，視為企業的總合，為一種法人。從法律觀點說明，這是由企業與金融機構結合而成的經濟組織，具有法人性質，主要動機在於活絡產業活動，提升生命力，使企業成為發展經濟的主力，途徑是結合金融機構暢通循環體系，增加金融機構參與投資生產

活動，使金融資本成為企業生產的動力。

金融工業集團可以分為兩大類，分別是銀行主導型（bank-led）與產業主導型（industry-led）。銀行主導型是透過私有化收購股份，主要傾向經營出口與消費性工業。產業主導型建立在產業網路與都會分支，形成主體是處於衰退情況的地區性產業部門，通常擁有由企業直接控制的地區性銀行。根據法令規定銀行只能加入一個金融工業集團、只能擁有集團內任何公司的股票不超過 10%、金融工業集團內公司不可超過 20 個、每個公司員工不可超過 25000 名、整個集團員工不可超過 10 萬名。由於法令對正式登記的金融工業集團沒有具體利益，因此大部份都是未登記的。

銀行主導型的金融工業集團是以銀行為中心，成立控股公司，各有其掌握的媒體。早期著重於建築、紡織與化學等輕工業，後來轉為出口業，尤其是石油與金屬。累積財富方式是透過金融投機、從中央銀行獲得低利貸款、銀行間短期借貸、投資獲利高達 250% 的國家債券。1993 年政府開始推動產業發展，舊行政機關負責將產業轉成公司或協會，使產業主導型的金融工業集團產生，目的是讓企業主繼續掌握所有權以及降低經濟風險。<sup>69</sup>

金融工業集團在法律上是公司法人的總合，擁有規定的權利義務。在經濟角色上是結合企業的協調體，有個中央管理與協調機制，其決定對參與企業不具強制力，決定的執行在於企業間的默契與共識。在目的與自主關係上是為了結合企業與銀行資金，以提高企業的循環信用，便於重建生產結構與更新設備，提高生產力。在資本屬性上，由於是自發組成，且是獨立自主的公司法人，期能對總體經濟產業穩定與成長，金融工業集團是要將資本生產導

<sup>67</sup> Tikhomirov, Vladimir (2000), *The Political Economy of Post-Soviet Russia*. New York, St. Martin's Press, INC.

<sup>68</sup> 張森 主編，《俄羅斯經濟轉軌與中國經濟改革》，頁 91-92。

<sup>69</sup> 王定士 (2001)，〈俄羅斯金融寡頭在民主化與經濟改革的角色：1992-1999〉，《俄羅斯學報》1，頁 32-34。

引到長期投資的機制，促使經濟與財政情況轉好。<sup>70</sup>

理想中亦有現實的缺憾，組成金融工業集團的立意良好，實際上存在許多問題，阻礙成功運作的因素，可以分爲：組織結構零散，企業股權分散，缺乏自我集資的能力，這些企業加入集團是爲了得到國家資金的援助，或是想要取得來自其他參與企業資金的融通，以因應惡化的生產條件及國內經濟情勢，故金融工業集團是屬於過渡、無奈與人爲的結合，無法擁有長期發展前景，由於具有過渡性質，時常出現解體、重組改建的情況。另外，銀行與企業之間不能形成有效的關係網。企業不健全、不穩定、支付能力低落，銀行與金融機構對企業循環信用失去安全感，相對也缺乏生產性投資。目前，銀行只扮演消極、被動的角色，失去金融資本與工業資本結合的目的。<sup>71</sup>

第二個特徵是政治權力與壟斷資本，也就是權錢的結合。金融工業集團的形成有明顯的「暴富」的性質，表示金融工業集團與政府有密切的聯繫，即在政府中有代表，或是企業本身就有舊官僚。第三個特徵是金融工業集團伴隨著「尋租活動」的泛濫。<sup>72</sup>由於行政權可以塑造尋租的條件，也就是利用制度轉變過程，以權力進行「設租」活動，由尋租到設租，構成腐敗的惡性循環。<sup>73</sup>金融工業集團是高度的權錢複合體，1996 年總統大選之後，金融寡頭得到應有的酬庸。1995 年-1996 年後，資本

擁有者直接取得權力，資本權力化，權力資本化，共同瓜分國家的財富與社會經濟資源，這是俄羅斯金融工業集團的特點。<sup>74</sup>

本文認爲，俄羅斯的國有企業私有化只是由政府的一隻手轉到另一隻手。金融工業集團還是擁有濃厚的政治味，並沒有達到真正私有化目的。國有企業私有化基本上是失敗的，同時也將資金集中於資本流通領域，造成金融資本集中化，生產領域資金嚴重不足，無法脫離產業衰退的困境。因此，俄羅斯的經濟安全的最大威脅是兩個領域嚴重脫離，一方面資金過於集中化，同時也無法有效運用資金進行生產建設，只爲官僚利益，增加國家經濟脆弱性。金融工業集團的投資只限於戰略性產業，忽視其他產業，造成舶來品眾多，搶奪市場。金融寡頭的金融工業集團對內掠奪國家資產，威脅經濟安全；對外利用銀行體系的缺失，透過經濟全球化下資本流動的特性，將不法手段取得的財富，藉由旗下的銀行源源不絕的流出海外，掏空國庫。由此看來，金融工業集團成爲經濟全球化與威脅俄羅斯經濟安全的連結。

#### 四、 俄羅斯與金融風暴

金融風暴的起因是經濟改革不順利，國民經濟體系嚴重惡化，國家競爭力低落，這些都屬於國家層次的問題。國際層次是因爲延續 1997 年亞洲金融風暴，國際市場對原物料的需求不足，價格嚴重下跌，原本依靠出口原料的俄羅斯影響最深，同時內外債全部到期，投資人要求還本，在外匯不足情況下，全面棄守債券市場，金融風暴就此產生。

1997 年開始，國際經濟情勢不佳影響到俄羅斯，亞洲金融風暴造成 80% 的出口品價格下降，惡化經濟。國際金融環境的不確定與脆弱，增加財政政策的不平衡。1998 年第二

<sup>70</sup> Gustafson, Thane (1999), *Capitalism Russian-Style*. 蔡秋如，〈論俄羅斯成立金融工業集團之經濟動機〉，頁 46-47。

<sup>71</sup> 蔡秋如，〈論俄羅斯成立金融工業集團之經濟動機〉，頁 59-60。

<sup>72</sup> 尋租活動是指得到權力以取得「租金」的活動，租金是指少數特權進行不公平競爭取得的超額利潤，利用合法與非法手段，進行權錢交易，取得高額收入。

<sup>73</sup> 王定士，〈俄羅斯金融寡頭在民主化與經濟改革的角色：1992-1999〉，頁 40-41。

<sup>74</sup> 張森 主編，〈俄羅斯經濟轉軌與中國經濟改革〉，頁 98-99。

季，經濟衰退再度產生，由於沒有硬預算的限制，以及預算盈餘，造成增加預算赤字，必須由外籌措資金，但向外貸款的條件越來越困難，促使政府增加 GKO 的利率，這是打平預算赤字的主要來源。盧布在外資逐漸撤離 GKO 市場的情況下，產生不穩定，這是因為外資感受高風險。俄羅斯只有提高收益率，吸引投資，減輕貶值壓力。<sup>75</sup>

1998 年的俄羅斯金融風暴，分為兩個階段：第一階段是金融市場的劇烈變動，外資大量拋售，引起債券與股票指數下跌，政府採取各種措施提高重貼現率，並向 IMF 借款，穩定金融市場，保住盧布不貶值，但中央銀行的儲備少到無法維持現行的匯率，盧布終於貶值。第二階段是在 1998 年 8 月 17 日，政府與中央銀行宣佈，進入新的政治與經濟危機。因為：第一，經濟景氣惡化與預算收入不足，使國家債務處理問題困難。第二，在稅收不足的情況下，償還債務與利息，對預算有嚴重負擔。第三，國際原油價格下挫，導致對俄羅斯債券毫無信心，意即無法減輕負擔。最後，外匯存底的減少，銀行體系陷入困境。

基於以上的情況，俄羅斯聯邦政府宣布：第一，放寬「外匯走廊」，就是浮動匯率上下限為 6-9.5 盧布比 1 美元。第二，將國內債券更換為新債券，在此之前，停止債券市場的交易。第三，暫停俄羅斯人民從事資本性質的外匯作業。第四，支持銀行間成立外匯清算聯盟，鞏固銀行體系，利用行政手段管制外匯，防止外匯大量流出。所以，第二階段的情況是債市停止交易，股市大幅下跌，盧布貶值 70%，重傷進出口貿易。消費者物價指數降低 80%；進出口分別下降 16%與 18%，40%的人在貧窮線以下；出口價格下降 18%。<sup>76</sup>

<sup>75</sup> Naray, Peter (2000), *Russia and the World Trade Organization*.

俄羅斯的金融風暴不是憑空產生，而是由種種的因素，經過時間的變遷而累積下來，等到適當的機會就爆發危機。首先，1998 年開始，實體經濟部門開始緊縮，產出只有 1989 年的 50%。1989 年-1998 年，實體經濟部門外債與欠款不斷增加，非現金交易已經支配整個部門，企業以非現金支付 1994 年佔 GDP 的 20%，1998 年為 70%；非現金收入 1994 年為 20%，1998 年 45%。

其次，商業銀行的數量急速成長，從 1988 年的 100 家，1994 年為 2400 家，1998 年為 2500 家。儘管銀行數量很多，並且在實體經濟部門交叉持股，但是銀行貸款在實體經濟部門下降 60%，當時盧布放款利率很高。1997 年末，俄羅斯商業銀行將 3/4 的盧布存款投入債券市場，故私人部門的貸款 1994 年佔 GDP 的 12%，到 1998 年為 8%。<sup>77</sup>最後，資本流通領域特點是高利率高風險，交易獲利性高，可以達到數百倍。生產領域持續衰退，農業、機械製造業、運輸業幾乎沒有成長，製造業全體只成長 5% -10%。實體經濟部門投資有效度，<sup>78</sup>1995 年與 1991 年相比衰退 67%，並且持續衰退。

俄羅斯經濟不均衡的情況下，生產領域與資本流通領域已經有解體的趨勢，兩者的收益性存在很大的差距，造成資金大量導入資本流通領域。現存的銀行體系，流通廉價資源，並

<sup>76</sup> 王承宗 (1999)，〈俄羅斯財政困境與金融問題〉，《美歐季刊》13：2，頁 206-207。許新 主編，《葉利欽時代的俄羅斯：經濟卷》。Naray, Peter (2000), *Russia and the World Trade Organization*.

<sup>77</sup> Huang ,Haozhou、Dalia Marin and Chenggang Xu (2004), Financial Crisis, Economic Recovery, and Banking Development in Russia, Ukraine, and Other FSU Countries. *IMF Working Paper. WPI04/105*, pp. 2-6.

<sup>78</sup> 投資有效度是新投資每一盧布額外產出的數量。

投資於有獲利性的投機交易。流通領域決定貨幣資產的價格，排除自由資本進入生產領域。長期來看，借貸市場的利率高於生產領域的收益，資本流出導致工資短缺，與預算危機的產生。透過國家預算將資本由生產領域移轉到流通領域，在這情況下，國家再分配支持 GKO，確保資本流通領域的穩定。事實上，資本不正常的流動，影響貨幣的供需，造成通貨膨脹，根據專家表示，貸款已經失去對補充企業帳戶的重要性，因為資金投入其他的經濟部門，減少銀行貸款給企業的数量。

由於流動性危機 (liquidity crisis)，導致企業的金融困境逐漸惡化，盧布貶值的幅度超過自然壟斷支付利息的價格，以及國家壞帳的成長。因此，生產領域的貨幣流通率只有資本流通領域的 1/3，在這種情況下，大約 3/4 的企業有壞帳。1996 年上半年，平均每月欠款增加 10%，平均月通貨膨脹為 2%，無力付款的數量超過商品消費的價值，追根究底原因是企業壞帳達到 450 兆盧布，造成生產領域的貨幣短缺。<sup>79</sup>

引發金融風暴還有政治面所成的憲政危機。1998 年 3 月，基里延科的總理任命案經過三次才通過，接著因為基里延科對經濟問題處理失當，又被免職，代以前總理齊諾米爾丁，國會譁然，再不願意接受擺佈。國家杜馬 (State Duma) 第一次否決任命案，股票市場大跌。葉爾欽仍然堅持繼續提名齊諾米爾丁。在第二次表決前，盧布與美元比貶值到 17:1，而在國會又否決任命案後，盧布貶值到 20.8:1。為了使俄羅斯的經濟免於崩潰，葉爾欽終於妥協，改提名普利馬可夫 (Yevgenii Maksimovich Primakov) 為總理，國會也願意接受，盧布與美元比回到 8.7:1。

<sup>79</sup> Glazev, Sergei Iurevich (1997), *The Basis for Economic Security: An Alternative Reform Policy. Problems of Economic Transition, 40, 3*, pp. 66-68.

普利馬可夫內閣的馬斯留可夫 (Yurii D. Maslyukov) 擔任副總理主管經濟，葛拉呈科回任中央銀行總裁，這兩人主掌經濟大權代表俄羅斯大幅度地轉回保護主義的路線。原本在 1996 年總統大選後，俄羅斯的經濟改革已經有起色：GDP 在 1996 是 -3%，1997 年出現成長 0.8%，工業產值成長 1.9%，通貨膨脹在 1994 年高達 215%，到了 1997 年為 11%，這些成果得來不易，相當程度是改革派緊縮性政策，努力擺脫財團的控制，並且也受到 IMF 的肯定，在 1998 年給予 226 億美元的貸款。但是，危機一發生，俄羅斯經濟本身的內在缺陷完全顯露出來，而其結果是主張保護主義的力量增強，俄羅斯經濟離改革的目標越來越遠了。<sup>80</sup>

最後是國際因素。俄羅斯對外貿易依存度高，GDP 的 20% 是靠對外貿易來實現，出口結構極度不合理，70% 以上是能源與自然資源，進口 30% 的食品與消費品，故國際市場的價格波動對經濟的影響非常大。1998 年上半年，國際石油價格下跌 41%，導致出口減少 14.4%，收入減少 90 億美元，出口與外匯全都減少，對俄羅斯國際收支的惡化與金融危機產生決定性的影響。<sup>81</sup>

本文以「分析層次」探討俄羅斯發生金融風暴的原因：首先就「國家層次」，企業在 1994 年後因為總體經濟不佳，所以開始以物易物與欠款，造成國家稅收不足，無法有效解決預算赤字的問題。其次，金融風暴後銀行紛紛倒閉，銀行與企業都有流動性危機，生產領域與資本流通領域嚴重分離，投機性投資大於生產性投資，生產領域在危機發生後，產出就大大減少。就「國際層次」而言，亞洲金融風暴後，

<sup>80</sup> 吳玉山 (2000)，《俄羅斯轉型 1992-1999：一個政治經濟學的分析》，頁 270-271，台北：五南。

<sup>81</sup> 許新 主編，《葉利欽時代的俄羅斯：經濟卷》，頁 87-88。



全球景氣低迷，原物料的需求下降，價格重挫，對於以出口自然資源為主的俄羅斯，受創頗重。「個人層次」而言，葉爾欽與國會因為總理任命案，造成府會政爭不斷，同時頻頻因為經濟問題而撤換總理，引發憲政危機，由這三個層次可以對俄羅斯的金融風暴做分析。

在經濟全球化下，任何的國際因素都會對國家的經濟安全造成影響，俄羅斯金融風暴受到 1997 年亞洲金融風暴的餘波盪漾，這就很明顯的說明，受經濟全球化影響的全球經濟體系，當某個國家發生危機，鄰近地區都不能倖免。從國際因素而言，面臨油價下跌，依靠石油出口的俄羅斯自然受到波及。

## 五、小結

經濟全球化的核心是金融全球化，經濟安全最主要關切的是金融安全，所以維持金融安全就是一國達到經濟層面的國家安全，故本文探討就是以金融全球化與金融安全為中心，生產全球化、貿易全球化所產生的產業安全、貿易安全為輔。金融全球化的來源，可以從金融自由化、金融國際化、金融一體化，逐步演變而來，本文歸納出自由化、國際化、一體化、全球化等步驟，換句話說，自由化推動全球化的發展。

影響俄羅斯金融安全，可以從金融體系、銀行體系、金融工業集團來探討。從金融體系下的債券市場與股票市場，可以發現俄羅斯的資本流向過度集中在資本流通領域，嚴重的與生產領域分離，造成生產建設資金不足，無法快速有效提振經濟。大量舉借外債與內債，使得債務如滾雪球般增加，永遠無法彌補預算赤字，這是一種惡性循環，故債券數量是影響俄羅斯金融安全的重要因素，到期未能還本，自然就會發生金融風暴，1998 年的盧布貶值危機就是一例證。

針對銀行體系，分為中央銀行與商業銀行的問題。從蘇聯末期的銀行改革，逐漸發展出符合市場經濟的兩級制銀行，俄羅斯中央銀行接收前蘇聯的國家銀行，真正扮演類似西方的中央銀行的角色。由於銀行改革的影響，商業銀行蓬勃發展，一夕間銀行林立，多為規模小、資本不足、基本面不佳，多從事短期貸款，而不是生產建設所需的長期貸款。銀行體系又是債券市場最大的買家，金融風暴的重創債券市場與銀行，等於是銀行體系與金融體系的不良問題引發金融風暴，然後再波及兩大體系。

金融工業集團也是金融體系的特例，高度集中金融資本，投入資本流通領域，造成與生產領域的分離，未能有效利用資本進行生產，產生虛擬經濟，整個經濟體系不穩定。金融工業集團不但集中資本，而且介入政府運作，又是形成權錢結合的現象，在政壇可以呼風喚雨，影響政事。

本文回顧金融安全是包括：金融機構安全、證券市場安全、外匯市場安全，然而從這裡本文發現銀行體系牽涉到金融機構安全；金融體系牽涉到證券市場安全；金融風暴則是反映出外匯市場安全，至於金融工業集團則是橫跨金融安全的主要部份，對於俄羅斯來說是影響金融安全的重要部份。經濟全球化與俄羅斯經濟安全的關係，最明顯是由金融風暴來說明，這個起因除了國內因素，亦有國際因素。本文認為，俄羅斯在面對經濟全球化下的衝擊，國內的金融體系、銀行體系、金融工業集團問題，並未得到解決，貿然開放市場，則會導致災難性的結果。

參考文獻

中文部份

專書

1. 王瑛 (2004),《經濟安全-中國面臨的挑戰》,頁 115-116,太原:山西經濟出版社。
2. 王逸舟 主編 (1999),《全球化時代的國際安全》,頁 172-174,上海:上海人民出版社。
3. 吳玉山 (2000),《俄羅斯轉型 1992-1999:一個政治經濟學的分析》,頁 270-271,台北:五南。
4. 馬杰 (2000),《經濟全球化與國家經濟安全》,頁 29-34,北京:經濟科學出版社。
5. 張森 主編 (2003),《俄羅斯經濟轉軌與中國經濟改革》,頁 201-202,北京:當代世界出版社。
6. 張幼文、周建明 等著 (1999),《經濟安全:金融全球化的挑戰》,頁 61-67,上海:上海社會科學院出版社。
7. 陸忠傳 主編 (2003),《非傳統安全論》,頁 137、141-142、145-147,北京:時事出版社。
8. 許新 主編 (2001),《葉利欽時代的俄羅斯,經濟卷》,頁 250,北京,人民出版社。
9. 譚門 (Ronald L. Tammen)、古格樂 (Jacek kugler) 等著,國防部史政編譯室 譯 (2003),《權力轉移:二十一世紀的戰略》(Power Transitions: Strategies for the 21<sup>st</sup> Century),頁 186-187,台北:國防部。

期刊

1. 傅梵孜 (1999),〈從經濟安全角度探討『非傳統安全』的看法〉,《現

代國際關係》3,頁 1-2。

2. 黃秋龍 (2004),〈非傳統安全的理論與實踐〉,《展望與探索》2:4,頁 12。
3. 王崑義、蔡裕明 (2004),〈全球化、人類安全與後 SARS 時代:兩岸非傳統安全的新議題〉,《遠景基金會季刊》5:2,頁 159-160。
4. 胡聯合、胡銘 (1999),〈經濟全球化與國家安全簡論〉,《華中理工大學學報》1,頁 33。
5. 張幼文 (2000),〈全球化衝擊下的新問題〉,《世界經濟》11,頁 5。
6. 張婷 (2000),〈經濟全球化下的國家安全問題〉,《中南工業大學學報》6:2,頁 107。
7. 張瀾濤 (2000),〈經濟全球化與國家經濟安全〉,《國際關係學院學報》4,頁 39。
8. 徐良平 (2000),〈經濟全球化背景下的金融安全、經濟安全與國家安全〉,《青海金融》5,頁 4-5。
9. 李羽 (2003),〈論國家金融安全〉,《國際政治研究》3,頁 112、114-115。
10. 曾康霖 (1999),〈金融安全與國際金融制度建設〉,《杭州金融管理幹部學院學報》3,頁 9-10。
11. 李建軍 (2003),〈發展中國家參與金融服務業貿易全球化的風險與對策〉,《武漢金融》4,頁 45。
12. 周肇光 (2003),〈如何在開放中維護國家經濟安全〉,《當代經濟研究》9,頁 27。
13. 景玉春 (2004),〈產業安全概念探析〉,《當代經濟研究》3,頁 29-30。
14. 于新東,〈產業保護與產業安全的理論分析〉,《上海經濟研究》11,

- 頁 35。
15. 夏興國、王瑛 (2001),〈論經濟全球化下的國家貿易安全〉,《經濟評論》6,頁 118-119。
  16. 馬冰 (2001),〈關於國家金融安全問題的現實思考〉,《甘肅金融》2,頁 3。
  17. 蔡秋如 (2002),〈論俄羅斯成立金融工業集團之經濟動機〉,《共黨問題研究》28:1,頁 45。
  18. 王定士 (2001),〈俄羅斯金融寡頭在民主化與經濟改革的角色: 1992-1999〉,《俄羅斯學報》1,頁 32-34。
  19. 王承宗 (1999),〈俄羅斯財政困境與金融問題〉,《美歐季刊》13:2,頁 206-207。
- 西文部份
- 專書
1. Gustafson, Thane (1999), *Capitalism Russian-style*. Cambridge, England, Cambridge University Press.
  2. Klein, Lawrence R.、Marshall Pomer eds. (2001), *The New Russia: Transition Gone Awry*. California, Stanford University Press.
  3. Lapidus, Mikhail K. (1997), *Understanding Russian Banking: Russian Banking System, Securities Markets, and Money Settlements*. Kansas, Mir House International, Inc.
  4. Mishkin, Frederic S. (1998), *The Economics of Money, Banking, and Financial Markets*. New York, Addison Wesley.
  5. Mandel, Robert (1994), *The Changing Face of National Security: A Conceptual Analysis*. Westport, Connecticut: Greenwood Press.
- 期刊
6. Naray, Peter (2001), *Russia and the World Trade Organization*. New York, Palgrave.
  7. Rautava, Jouko ed. (1996), *Russia's Financial Markets and the Banking Sector in Transition*. Helsinki, Bank of Finland.
  8. Tijhomirov, Vladimir (2000), *The Political Economy of Post-Soviet Russia*. New York, St. Martin's Press, INC.
  9. Willer, Dirk (2001), *Russia's Post-Communist Economy*. New York, Oxford University Inc.
  1. Aganbegian, A. G. (2000), *Russia on the Path to an Equilibrium Market Economy*. Russian Social Science Review, 41, 6, pp. 84-86.
  2. Glazev, Sergei Iurevich (1997), *The Basis for Economic Security: An Alternative Reform Policy*. Problems of Economic Transition, 40, 3, pp. 66-68.
  3. Huang ,Haozhou、Dalia Marin and Chenggang Xu (2004), *Financial Crisis, Economic Recovery, and Banking Development in Russia, Ukraine, and Other FSU Countries*. IMF Working Paper. WP/04/105, pp. 2-6.
  4. Harris, Richard G. (1993), *Globalization, Trade, and Income*. The Canadian Journal of Economics, 26, 4, pp. 763-766.
  5. Millar, James R. (2002),

- Normalization of the Russian  
Economy: Obstacles and  
Opportunities for Reform and  
Sustainable Growth. NBR Analysis,  
13, 2, pp. 23-24.
6. Titarenko, Mikhail (2002), Russia,  
China and India in a Globalization  
World. International Affairs: A  
Russian Journal of World Politics,  
Diplomacy & International Relations,  
49, 1, pp. 59-62.

清代臺灣古典詩中土牛之地理書寫  
The Geographic Writings on the “Clay Cow” (Tu Niu) in the Classic Poetry of  
Taiwan in Ching Dynasty

許玉青

國立政治大學 中文研究所

[94151502@nccu.edu.tw](mailto:94151502@nccu.edu.tw)

摘要

清朝廷治理臺灣，爲了使奸民無所窩藏，同時也爲了防範生番危害民人，因此在康熙末年即採取分疆畫界政策，「土牛」在當時係一道有形之防番屏障，「土牛」作爲一條疆域之界限，主要目的在使奸民無所窩藏、防範生番危害民人，然而，展現於文學地景中之「土牛」，實提供我們檢視詩人對景觀（土牛）意義之認知、以及地方感知之構作。

漢民之地理越界，以侵墾熟番地爲手段，不斷地侵墾，熟番土地不斷流失，生活領域同時由淺山丘陵地往山區退去，在漢民層層推進，熟番步步後退過程中，卻爲統治階層之越界打開通路，生性「不識不知」之熟番，成爲帝國領域控制主要對象（方法是變熟番爲民），然爲獲得全面之自我認同與生存空間所賦予之安全感，生番是帝國領域控制的不放棄之對象，不過由於生番天性剽悍，大異於熟番不識不知之可奴化特性，因而對於生番之「化與不化」始終以消極態度面對，而由古典詩地理書寫中對生番搖擺不定之態度，可窺見帝國面對生番威脅之心理。

本文主要之目的是要經由對古典詩地理書寫之分析，探索以土牛畫界的帝國對於生番構成之威脅，其心理反應爲何？

**關鍵字：**土牛、月令、文化霸權、古典詩、地理書寫、清代、越界、臺灣文學

## Abstract

In the Ching Dynasty Taiwan-ruling period, in order to prevent deceitful citizens having shelters, simultaneously also in order to guard against the barbarian aborigines from harming citizens, the Ching Empire adopts the policy of boundary-marking in the last years of Kangshi, using the “Clay Cow”(Tu Niu) to separate the territory. “Clay Cow”(Tu Niu) was the ‘visible’ barrier to keep aborigines away from the citizens. However, the poets’ ‘invisible’ psychological cognition of this barrier and the constitution of their sense of space can be inquired through the analysis of the images of the “Clay Cow”(Tu Niu) displayed in the classic poetry as the literary landscape.

The geographic border-crossing of the Chinese citizens was proceeded by means of invading the lands of cultivated aborigines. With the continuing invading, the lands of cultivated aborigines drained. At the same time, the living areas of the aborigines retreated from the outside of hills toward the inside of mountains. This process of citizens’ invasion and aborigines’ retreat made the ruling border-crossing of the Ching Empire possible. Because of their “naivety”, the cultivated aborigines became the main object of controlling by the Empire (by means of educating the cultivated aborigines to transform them into citizens). On the other hand, the barbarian aborigines are different from the cultivated ones by their fierceness. Though it is very difficult to enslave the barbarian aborigines, the Empire never abandoned the attempts to control them because of its desiring for the wholly identifying itself and developing sense of safety in its living space. Therefore, the Empire consistently had negative attitude in facing the question of civilizing the barbarian aborigines. From the swinging attitude implied in the geographical writings of the classic poetry, we can analyze the Empire’s mental state in facing the threat from the barbarian aborigines.

By means of analyzing the geographical writings of the classic poetry, the main idea of this thesis is trying to inquire the psychological response of the Empire, which has had marked the boundary by “Clay Cow”(Tu Niu), in facing the threat from the barbarian aborigines

**Key words:** “Clay Cow”(Tu Niu), Monthly Ordinances (Yueling), cultural hegemony, classic poetry, geographical writings, the Ching Dynasty, border-crossing, Taiwan

## 壹、前言

地理學依其內涵、要素，概可區分為二：「自然地理學」和十九世紀末以來所形成的「人文地理學」。對大部分的地理學家來說，十九世紀地理學的成長著重在自然科學研究的一面，其主要之任務係探討「人與環境的關係」(man/milieu relationships)；但是十九世紀末(約 1970~1980 年代以來)，人文地理學的社會關懷變得更為明顯，地理學的研究轉入一新研究取向，「將焦點集中在人對空間和大地的經驗，而非人和環境的關係或人與人之間的互動」<sup>1</sup>，大致說來，學者們「感興趣的是個人對其命運、環境、及生活的社會之特殊意義」<sup>2</sup>。發展人本主義地理思潮<sup>3</sup>的學者段義孚(Yi-Fu Tuan, b.1930) 早期研究地形學，後來漸對文化及空間的生存經驗產生濃厚興趣，他提出「人本主義地理學」(humanist geography)<sup>4</sup>一詞，快速地取代了此一發展路線早期所使

用的「現象主義地理學」。

「人本主義地理學者不嘗試對空間分布、區位和類型作解釋；而著重人類賦予它們的意義」<sup>5</sup>，段義孚說道：「我們更應體會到人類有通達”心境、思想和感覺”的特權，只能由人類的”內視法”才認識到，換言之，不能利用其他外在的環境事實去瞭解人類的內心世界。」<sup>6</sup>人本主義地理學關心的是人的地理感受，是充滿個人身體的、感性的地理經驗，又云：「地理感是人透過其感官機能而對環境的識覺和產生經驗，繼續依據經驗的概念對環境產生評價功能，最後依據所評定的價值觀去回應環境，整個地理感的流程存在於”人與環境在時空架構中互動的關係”裏。」<sup>7</sup>由是我們可以說人本主義地理學是一種「地理區的主觀地理知識」<sup>8</sup>，此主觀的地理學知識表現的正是人自身對地理空間的地方感知。

<sup>1</sup> Claval, Paul ([法]柯拉法樂)著、鄭勝華、劉德美、劉清華、阮綺霞譯：《地理學思想史》(臺北市：五南圖書公司，2003年9月)，頁168。

<sup>2</sup> 同上註。

<sup>3</sup> R.J. Johnston《哲學與人文地理學·人本主義思潮》(第三章)說道：「人本主義思潮的基本特徵是它們關注於作為一種有思想的生命，作為人類的人，而不是作為一種以有點機械的方式對刺激作出反應的非人性者；而在實證主義和結構主義的社會科學中就以那種機械的方式來表達或多或少有感情的人。」(Johnston, R.J. ([英]R.J.約翰斯頓)著、蔡運龍、江濤譯：《哲學與人文地理學》(北京市：商務印書館，2000年6月)，頁80。)

<sup>4</sup> 關於人本主義地理學，施添福：「在研究上強調存在現象學觀點的地理學家，一般稱他們的研究為人本主義地理學。……人本主義地理學一般而言，接納了四種哲學派別，即現象學、存在主義、觀念論及實用主義。」(頁126)關於人本主義研究取向的空間觀點，為求討論上的方便，施添福稱之為存在空間。施添福云：「存在空間是人本主義地理學最基本的觀念。就小範圍而言，存在空間是人類關懷和參與的一個非幾何空間。空間

相當於一個連結關懷對象和意向性意識的意向性網路，即自我中心空間(egocentric space)。就大範圍而言，存在空間相當於一個享有共同意識和價值之社群的地域，如鄰里空間、國家空間等。……由此可知，人本主義地理學的地理空間概念不是抽象的幾何空間，是按照人的意向性和目標而界定的空間，這個空間是人跟世界最原始的接觸的具體空間，而人本主義地理學的一個基本目的，就是理解這個存在空間的結構。」(施添福：《地理學中的空間觀點》《師大地理研究報告》，第16期(1980年3月)，頁127。)

<sup>5</sup> 同註1，頁170。

<sup>6</sup> Yi-Fu Tuan (段義孚)著、潘桂成譯：《經驗透視中的空間和地方》(臺北市：國立編譯館，1998年3月)，頁3。

<sup>7</sup> 同上註，頁8。

<sup>8</sup> 關於段義孚先生對於人本地理學的基本主張，誠如潘桂成所言：「傳統地理學者研究”地理區的客觀的地理知識”，人本主義地理學者研究”地理區的主觀地理知識的地理感”，所以稱為”地理區的主觀地理知識”。」所謂的地理區的主觀地理知識，和傳統的客觀地理知識不一樣，而是指存在於與這地理區相關的”人”的心靈體系內之”主觀地理知識”，這主觀的地理知識著重的是人的地理感。

人之地方感可由其對地理景觀之主觀感知而得，在過去二十年裡，地理學家越來越關注於各種文學形式，並以之作爲探討地景意義之方法，「文學裡充滿了描述、嘗試理解與闡明空間現象的詩歌、小說、故事和傳說」<sup>9</sup>，段氏說：「文藝著作的功能就可使親切的經驗獲得可見度。」<sup>10</sup>是故欲探索人的地方感知，可從文學作品述及之地景循線探求。

康熙二十二年（1683）鄭克塽降清，施琅上奏〈恭陳臺灣棄留疏〉（1683年12月22日）<sup>11</sup>，力薦康熙皇帝將臺灣納入版圖；清朝廷治理臺灣，爲了使奸民無所窩藏，同時也爲了防範生番危害民人，因此在康熙末年即採取分疆畫界政策，<sup>12</sup>「土牛」在當時係一道有形之防番屏障，「土牛」作爲一條疆域之界限，主要目的在使奸民無所窩藏、防範生番危害民人，然而，展現於文學地景中之「土牛」，實提供我們檢視詩人對景觀（土牛）意義之認知、以及地方感知之構作。

本文主要之目的是要探索以土牛畫界的帝國對於生番構成之威脅，其心理反應爲何？

<sup>9</sup> Mike Crang 著、王志弘、余佳玲、方淑惠譯：《文化地理學》（臺北市：巨流圖書有限公司，2003年3月初版），頁57。

<sup>10</sup> 同註6，頁156。

<sup>11</sup> 參見：清·施琅：《靖海紀事》下卷，（臺北市：臺灣銀行經濟研究室，臺灣文獻叢刊第一三種，1963年出版）。

<sup>12</sup> 《雍正硃批奏摺選輯》（七三）〈巡臺吏科給事中赫碩色、兼理學政御史夏之芳敬陳臺地事宜摺〉載道：「番民界限宜定例嚴禁也。查臺地番、民共處，止可令其各安本分，不可令其互相固結。在熟番納餉、當差，甚屬醇良；獨生番性極蠢頑，好以殺人爲事，從前雖經畫界，禁止民人出入，而生番之害不能盡絕。臣等細察情形，聞向來內地姦民，間有學習番語，娶其番婦，認爲親戚，居住生番界內，並將鹽、鐵、火藥等物販賣與番。及今不爲嚴禁，將來關係不淺。」案：此處所指「從前雖經畫界」即指康熙末年林爽文事件發生後之畫界事宜。（臺北市：臺灣銀行經濟研究室，臺灣文獻叢刊第三00種，1972年出版），頁74。

探討之方法即由詩人對土牛的地理感知入手，首先，筆者將「土牛」視爲一具有文化意涵之文學地理景觀，故先考察作爲文學地景之「土牛」之意義（在考察土牛之文化意涵上，筆者乃由文化研究學者薩依德對文化之相關論述進行考察，薩依德以葛蘭西的「文化霸權」及傅柯「知識/權力論」爲其論述之基礎而寫作的《東方主義》、與稍後的《文化與帝國主義》，反映出帝國之東方想像，其實是文化霸權運作的結果，第三大段筆者擬在文化霸權論述爲基礎，由「中心/邊疆」二元對立之思維來論述土牛之文化意涵）；了解土牛之文化意涵後，接著說明此意涵背後所反映的詩人的地方感知，以說明土牛之地理書寫所反映之帝國對於生番之認知。

本文探討潛藏在詩人地理意識中的「文化」心態，主要是從地理書寫考察其「主觀空間感知」，而非處理歷史或政治史脈落下土牛的「政治」意義或清政府理番的「政治」舉措。

而本文在文化地理學的向度下，對清代古典詩作地理書寫的分析研究，全篇乃以古典詩書寫中呈現的主觀地理意識爲主軸，並非以清政府統治政策爲考論對象，故土牛在台灣的「政治」意義、清代的理番「政策」並不在本篇處理範圍之內。爲免誤解，此考察進路與範圍合先敘明。

由論文考察結果可知，反映在清代古典詩中的文化心態是文化霸權下的邏輯思維，而其空間感知則是反映內心深處的不安與恐懼。此研究結果是基於前述人文地理方法及文化研究之客觀探討而出者，是一客觀體現、描述的立場，對古典詩中反映的文化心態或空間感知，並不基於任何主觀意識型態而作任何主觀價值判斷。然任何研究皆不可能盡善盡美，臺灣清代古典詩領域是亟待開發的處女地，有待學者們共同努力。文分五段：第一段、前言。第二段、土牛釋義。第三段、一邊兩國（土牛



之文化意涵)。第四段、化與不化。第五段、結論。

## 貳、土牛釋義

此處所謂釋義，並非要為土牛下定義，研討方法亦非傳統形訓、聲訓或義界，主要的工作是希望透過經、史的考察，了解歷史上所述及之土牛之功用。

### 一、古經、史籍中土牛之意

「土牛」一詞，考諸經籍、及其注疏，概可見於：(1)《禮記·月令》曰：「命有司，大難旁磔，出土牛，以送寒氣。」<sup>13</sup>(鄭玄注云：「出猶作也，作土牛者，丑為牛，牛可牽止也，送猶畢也。」<sup>14</sup>)賈公彥《疏》云：「命有至寒氣，《正義》曰：『此月之時，命有司之官大為難祭，令難去陰氣。言大者，以季春唯國家之難，仲秋唯天子之難，此則下及庶人，故云大難。旁磔者，旁謂四方之門皆披磔其牲，以禳除陰氣。出土牛以送寒氣者，出猶作也，此時強陰既盛，年歲已終，陰若不去，凶邪恐來，歲更為人害。其時月建丑，又土能刻水，持水之陰氣，故特作土牛，以畢送寒氣也。』」<sup>15</sup>(2)《周禮·占夢》(卷二十五)云：「遂令始難歐疫。」<sup>16</sup>鄭玄注云：「……九門磔禳以畢春氣，仲秋之月，天子乃儺以達秋氣，季冬之月，命有司大儺、旁磔、出土牛以送寒氣。」<sup>17</sup>上述關於「土牛」之載，乃與儺祭相關之月令活動。

考諸史籍，概可見於：(3)《後漢書·志》(志第五)禮儀中「土牛」載云：「是月也，立土牛六頭於國都郡縣城外丑地，以送大寒。」

(4)《隋書·志》(卷七)(志第二)禮二載云：「後齊五郊迎氣……，又云：立春前五日，於州大門外之東，造青土牛兩頭，耕夫犁具。立春，有司迎春於東郊，豎青幡於青牛之傍焉。」<sup>18</sup>此說大抵不脫前述經籍所載意義。

續質諸唐宋以下史書，(5)《宋史·本紀》曰：「……借土牛迎春。」<sup>19</sup>又，(6)《宋史·列傳》云：「立春日，出土牛以祭。」<sup>20</sup>(7)《遼史·本紀》載道：「己丑，立春，被酒，命殿前都點檢夷臘葛代行擊土牛禮。」<sup>21</sup>又，(8)《遼史·志》說：「立春儀：……皇帝於土牛前上香……。皇帝鞭土牛，……鞭土牛三匝。……擊土牛……。禮畢。」<sup>22</sup>(9)《金史·本紀》載云：「癸未，立春，觀擊土牛。」<sup>23</sup>據以上諸文所載，大抵唐宋以後，「土牛」之儀於立春日進行，且唐宋以後始有「鞭土牛」、「擊土牛」之儀。

綜合以上各條所述，雖然土牛之儀代有延異，不過大抵仍然不脫月令活動範圍；在經、史中述及之土牛，除了上述意義之外，是否還有其他不同意義？

《元史·志》云：「修隄三重：……其創築河口前第一重西隄，南北長三百三十步，面廣二十五步，底廣三十三步，樹置椿橛，實以土牛、草葦、雜梢相兼，高丈有三尺，隄前置龍尾大埽。言龍尾者，伐大樹連梢繫之隄旁，隨水上下，以破囓岸浪者也。築第二重正

<sup>13</sup> 《禮記注疏》(卷十七)，(臺北市：啓明書局，1959年)，頁347。(下引十三經注疏據此版本)

<sup>14</sup> 同上註。

<sup>15</sup> 同上註。

<sup>16</sup> 《周禮注疏》(卷二十五)，頁382。

<sup>17</sup> 同上註。

<sup>18</sup> 《新校本隋書》(卷七)，(臺北市：鼎文書局，1980年)，頁129-130。(下引二十五史據此版本)

<sup>19</sup> 《新校本宋史》(卷二十三，本紀第二十三，欽宗趙桓、靖康元年)，頁433。

<sup>20</sup> 同上註書(卷三百八，列傳第六十七，裴濟)，頁10143。

<sup>21</sup> 《新校本遼史》(卷七，本紀第七，穆宗下、應曆十九年)，頁87。

<sup>22</sup> 同上註書(卷五十三，志第二十二，禮志六，嘉儀下、立春儀)，頁876。

<sup>23</sup> 《新校本金史》(卷五，本紀第五，海陵亮、天德三年)，頁96。

隄……，用土牛、草葦、梢土相兼修築，底廣三十步，修高二丈。其岸上土工修築者，長三里二百十有五步有奇，高廣不等，通高一丈五尺。補築舊隄者，長七里三百步，表裏倍薄七步，增卑六尺，計高一丈。」<sup>24</sup>

由引文可知土牛係用於建築，主要功能是修隄，以防止黃河氾濫，這一則記載已與前述作為月令活動的禮儀大不相同；此外，《元史·列傳》云：「十年春，大軍攻樊城，庭運薪芻、土牛填城壕。」<sup>25</sup>所言乃與軍事活動相關，主要的用途是用來填塞城下的水溝，與修隄防水患又不相同。

由上述觀之，土牛的功能繁多，有用於：  
(1) 月令活動；(2) 河渠修堤；(3) 填塞壕溝。然則，臺灣文獻載記之「土牛」意義為何？

## 二、臺灣文獻中土牛之意

考諸與臺灣相關之文獻，所載土牛意義亦與前所述之月令活動相同，在蔣毓英和高拱乾分別著之《臺灣府志》，關於迎春的記載相同，<sup>26</sup>不過真正在月令活動中提到土牛的，則是《臺灣縣志》（據陳捷先考論在五十九年（1720）問梓<sup>27</sup>）載云：「先一日，縣官率所屬吏民，迎春於東郊；以位為序，尊者在後。土牛、勾芒導前，回，置諸儀門，西向。春至時，鞭土牛

以畢寒氣，禮勾芒以示農祥。事雖近戲，夫猶行古之道也。」<sup>28</sup>要言之，自康熙領臺起，即有月令活動，只是記載繁簡不同；自《臺灣縣志》以後，土牛送寒氣、迎春事宜，府縣志履有載記；<sup>29</sup>《澎湖紀略》更載有〈立春日作〉詩，詩云：「寶字帖來人事快，土牛鞭罷歲華饒。瞻雲海國思羅勝，莫笑坡公老插翹。」<sup>30</sup>說明了土牛送寒氣、迎春之意，更說明立春、鞭土牛之歲儀，隨漢人拓墾入臺。

史籍記載的土牛，除了和古經史同樣具有月令活動之意義外，尚有其他意義否？

除了月令活動之外，臺灣文獻記載中土牛最重要意義是——畫界，《清高宗實錄選輯》乾隆二十三年載云：「臺民墾種，侵越熟番地界；應查明挑溝，畫清界限。」<sup>31</sup>又，《臺案彙

<sup>28</sup> 清·王禮、陳文達：《臺灣縣志》（典禮志六，公式、立春），（臺北市：臺灣銀行經濟研究室，臺灣文獻叢刊第一〇三種，1961年出版），頁172-173。

<sup>29</sup> 其他關於臺灣之府、縣志之土牛月令活動之記載尚可見載如下：(1) 臺灣文獻叢刊/七四《重修福建臺灣府志》/卷九 典禮(祠祀附)/迎春禮/土牛式（頁249-250）。(2) 臺灣文獻叢刊/一〇五《重修臺灣府志》/卷七 典禮/迎春（頁247-248）。(3) 臺灣文獻叢刊/一二一《續修臺灣府志》/卷七 典禮/迎春（頁313）。(4) 臺灣文獻叢刊/一一三《重修臺灣縣志》/卷七 禮儀志/公式/迎春儀（頁206）。(5) 臺灣文獻叢刊/一四六《重修鳳山縣志》/卷五 典禮志/公式/迎春儀、土牛式（頁132-133）。(6) 臺灣文獻叢刊/一六〇《噶瑪蘭廳志》/卷三(上) 禮制/迎春（頁92）。(7) 臺灣文獻叢刊/一七二《淡水廳志》/卷六 志五 典禮志/迎春(鞭春附)（頁144）。(8) 臺灣文獻叢刊/一五九《苗栗縣志》/卷十 典禮志/迎春(鞭春附)（頁154）。上述書籍見諸：臺灣銀行經濟研究室，臺灣文獻叢刊。

<sup>30</sup> 清·胡建偉：《澎湖紀略》（卷之十二，藝文紀、詩、立春日作，其二），（臺北市：臺灣銀行經濟研究室，臺灣文獻叢刊第一〇九種，1961年出版），頁278。

<sup>31</sup> 《清高宗實錄選輯》，（選輯(一)，乾隆二十三年），（臺北市：臺灣銀行經濟研究室，臺灣文獻叢刊第一八六種，1964年出版），頁118。

<sup>24</sup> 《新校本元史》（卷六十六，志第十七下，河渠三、黃河），頁1468。

<sup>25</sup> 《新校本元史》（卷一百六十二，列傳第四十九，李庭），頁3796。

<sup>26</sup> 參見：清·蔣毓英：《臺灣府志》卷七、風土志，歲時云：「立春前一日，有司迎春東郊，備儀仗、綵棚、優伶前導。」（北京市：中華書局出版社，臺灣府志三種，1985年5月第一版第一次印刷，頁190。）清·高拱乾：《臺灣府志》卷之六，歲時，云：「立春前一日，有司迎春東郊，備儀仗、綵棚、優伶前導。」（南投市：臺灣省文獻委員會，《臺灣歷史文獻叢刊》，1983年6月出版，頁103。）

<sup>27</sup> 陳捷先：《清代臺灣方志研究》（臺北市：臺灣學生書局，1996年8月），頁86。

錄甲集》曰：「清查已墾埔地，以定界址一款：據稱：『臺灣東面依山，地勢寬廣。從前因淡水、彰化二處，墾闢日增，另行劃定界限，設立土牛，禁止奸民越界佔墾，免滋事端。』」<sup>32</sup> 上述兩則引文表明有二：

第一、挑溝、設立土牛，主要目的是要防止奸民越界侵墾、滋事。大抵「清代台灣的統治策略基本上以『防患』——防範漢人作亂——為核心。清代臺灣的動亂往往起於番漢交界處（生番邊界），例如最大的兩次全臺性動亂——朱一貴與林爽文之亂——皆起源於邊界地帶。中央政府既定的印象是邊界地區『藏奸納宄』，是非法奸民的藏身處，也是動亂的起源地」<sup>33</sup>此種管理社會的方式，乃以防治為管制之策略。

第二、挑溝、設立土牛皆係漢番畫界方式。《清高宗實錄選輯》乾隆二十五年載云：「其無山、溪處，亦一律挑溝堆土，以分界限。」<sup>34</sup>又，《清耆獻類徵選編》/卷九(中)/楊廷璋曰：「部議查勘驗，按界挑溝、築土牛，以杜私墾。至是，廷璋奏請酌定章程：『一、彰化縣沿山番界車路、旱溝外，各有溪溝、水圳、山根為界；其無溪圳處，則挑溝、築土牛為界。』」<sup>35</sup> 由是知所以挑溝、堆土，乃因漢番生活空間之交界處無自然屏障（無山、溪），因此採取人工的畫界方式。而與土牛意義相同但是名稱不同的畫界方式有土牛、土牛溝之稱。

此外，尚有土牛紅線之名，《東瀛識略》

曰：「蓋內山一帶，舊設土牛紅線為界，年久湮沒無。」<sup>36</sup>其中所謂紅線，伊能嘉矩《臺灣文化志》中說：「所謂土牛者，乃因堆土成壘者，其外形有如臥牛之狀；所謂紅線者，乃因壘磚為壁，其色狀有如帶有赤紅而稱之也。」<sup>37</sup>不過，施添福有不同看法，施氏認為紅線較合理的解釋是：「用紅色在擬存檔的圖冊中畫線，以表示番界的顏色就是紅色的。」<sup>38</sup>此說頗為確的，<sup>39</sup>要言之，紅線用「以指稱地圖上無形的番界，而另以土牛代表地表上有形的界限」<sup>40</sup>。

綜合以上所述，作如下述小結，「土牛」一詞歷史上的意義有三：第一、用於月令之活動。第二、用於建築。第三、用於軍事。然而，在臺灣文獻中與土牛相關之記載，約有二義，

<sup>36</sup> 清·丁紹儀：《東瀛識略》（卷四、營制 屯隘，屯隘），（臺北市：臺灣銀行經濟研究室，臺灣文獻叢刊第二種，1957年出版），頁48。

<sup>37</sup> 伊能嘉矩《臺灣文化志（下卷）》（東京：刀將書院，昭和三年），頁785。

<sup>38</sup> 施添福：〈臺灣歷史地理研究割記（一）〉，《臺灣風物》，第三十九卷第二期（1989年6月），頁97。

<sup>39</sup> 根據連橫：《雅言》所云：清代得臺後，慮民之勾番作亂也，沿山一帶，禁出入；築土如牛，為界限。或砌以磚，長數丈，謂之紅線。（臺北市：臺灣銀行經濟研究室，臺灣文獻叢刊第一六六種，1963年出版，頁87。）此說概與伊能嘉矩之說相近；然則，據《淡水廳志》云：「淡地為臺北要衝。東山各隘，向以屯弁隘丁守界，因仍未改。今圖所繪，則皆土牛紅線外。」（《淡水廳志》/卷一 圖/山川/圖說二(論沿山各隘)，（臺北市：臺灣銀行經濟研究室，臺灣文獻叢刊第一七二種，1963年出版），頁18。）又，據《欽定平定臺灣紀略》（卷二十二 六月二十日至二十四日）曰：「六月二十日(丙辰)，上命軍機大臣傳諭常青、藍元枚曰：閱藍元枚所進圖內，該參贊等駐割之鹿仔港迤南東螺社、麥仔寮二處，在紅線外，近海邊處所，有賊巢二處。」（臺北市：臺灣銀行經濟研究室，臺灣文獻叢刊第一〇二種，1961年出版，頁365。）可知紅線當事係地圖所繪之界線，故施添福之說，可信以為實。

<sup>40</sup> 同註39。

<sup>32</sup> 《臺案彙錄甲集》，（卷一，附臺灣府知府楊廷理等會稟），（臺北市：臺灣銀行經濟研究室，臺灣文獻叢刊第三一種，1963年出版），頁31-32。

<sup>33</sup> 柯志明：《番頭家——清代臺灣族群政治與熟番地權》（臺北市：中央研究院社會學研究所，2003年11月三版），頁52。

<sup>34</sup> 同註32（乾隆二十五年載），頁126。

<sup>35</sup> 《清耆獻類徵選編》（卷九(中)，楊廷璋），（臺北市：臺灣銀行經濟研究室，臺灣文獻叢刊第二三〇種，1967年出版），頁868-869。

一係月令之活動，此與古經史所云相同；另一係漢番界限，此則因清帝國治臺政策而設之一道隔離漢番政策之防線，下面所要討論的關於土牛之地理書寫係根據土牛作為一漢番界限而說的。

### 參、一邊兩國<sup>41</sup>

清帝國知識分子以「帝國/邊陲」來思考臺灣及臺灣原住民族，在此等空間意識下，臺灣原住民族和中國漢族文明，始終是二元對立的「文明/野蠻」、「人/非人」、「善/惡」結構，我們可以說「在帝國觀點下的文學想像，傾向於將這些與中國不同的邊疆民族，予以野蠻化、甚至是妖魔化」<sup>42</sup>，面對這樣的「野蠻」、「非人」和「惡」的臺灣原住民族清帝國如何因應？

對於清帝國來說，臺灣不但是邊疆，更是逆賊藏匿處，治臺後更發現生番文化習俗的不同，對於這塊連康熙皇帝都視為「彈丸之地」的海外荒島，其空間認知是「賊窟」、「番島」，他們的中心思想是如何使其被統治者利用與更方便的管理，「文明/野蠻」是大清帝國統治臺灣的空間意識型態，對於原住民族「妖魔」形象的認知，也使得他們在面對原住民族時有了不同的統治手法；齊體物說「傀儡番居傀儡深/豈知堯舜在當今」，「傀儡番」對比著「堯舜」即為典型「文明/野蠻」意識型態之濃縮，可說

是清代知識分子對原住民族之集體想像，清帝國為了防範生番侵擾，在各地設置土牛，以為漢番之界。

清廷領臺時，文人的書寫反映了人們在生活領域中以「土牛」、「土牛溝」為漢番區隔界線，《臺灣輿圖·淡水縣圖》載：「淡水實為附郭之邑，治於艋舺。劃中壠以上至頭重溪、土牛溝，為淡、新交界；三貂溪以北，仍交宜蘭縣界。」<sup>43</sup>又：「縣治往新竹縣路程：出南門十二里新莊、五里坡角莊、十里龜崙嶺、十里桃子園、十里坎仔腳、五里中壠新街、三里中壠溪、十里土牛溝：綜計六十五里，入新竹縣界。」<sup>44</sup>《臺灣輿圖·新竹縣圖》載：「自大甲溪以北至頭重溪、土牛溝以南為縣轄；即廳城為縣城，廨舍倉庫無易。」<sup>45</sup>又：「縣治往淡水縣路程：出北門五里舊社、三里新社、五里鳳山崎、十里大湖口街、四里四腳亭、六里崩坡、五里楊梅壠、五里頭重溪、二里土牛溝：綜計四十五里，入淡水縣界。」<sup>46</sup>《臺游日記》載云：「北盡土牛溝。出北門五里至舊社，又三里新社，又五里鳳山崎，又十里大湖口街，又四里四腳亭，又六里崩坡，又五里頭重溪，又二里至溝，溝北為淡水界，凡四十五里。」<sup>47</sup>又：「二十日晨，閱淡水縣圖說。臺北府治艋舺，轄三縣，一廳。縣治附郭。境南盡土牛溝。」<sup>48</sup>《臺灣通史·疆域志》淡水縣記云：「縣之疆域，南至土牛溝，與新竹界；北以三貂溪為限，與宜蘭鄰；東負深山，野番伏處，設隘防之。」<sup>49</sup>凡

<sup>41</sup> 在當時統治者的觀念裡，主要是天朝/化外之地(或者是第四單元的「化與不化」)的差異，卻不是以對等的「國家」概念來看待他們與原住民的關係。筆者所謂「一邊兩國」的概念，是從文化的意義上說的，「邊」是邊陲的意思，意指臺灣是個邊陲，這個邊陲的意義，係由中心/邊陲、中國/非中國而說的，因此兩國是指文化上的中國/非中國；並非政治意義上的兩個國家之意。

<sup>42</sup> 陳龍廷：〈帝國觀點下的文學想像—清代臺灣原住民族的妖魔化書寫〉(《臺灣文獻》五十五卷第四期，2004年12月)，頁233。

<sup>43</sup> 《臺灣輿圖》淡水縣圖，(臺北市：臺灣銀行經濟研究室，臺灣文獻叢刊第四五種，1959年出版)，頁38。

<sup>44</sup> 同上註，頁39。

<sup>45</sup> 《臺灣輿圖》新竹縣圖，頁32。

<sup>46</sup> 同上註，頁33。

<sup>47</sup> 《臺游日記》卷四/光緒十八年閏六月，(臺北市：臺灣銀行經濟研究室，臺灣文獻叢刊第六種，1957年出版)，頁106。

<sup>48</sup> 同上註，頁107。

<sup>49</sup> 《臺灣通史》疆域志/淡水縣，(臺北市：臺灣銀行經濟研究室，臺灣文獻叢刊第一二八種，1962年出版)，頁115。

上所引皆以土牛為辨識地方遠近、距離之定向針，顯然「土牛」作為地表現象，對於清代知識份子之臺灣空間認知，具有指標性意義，同樣也說明了「土牛」是一條區隔「漢/番」之界線。薩依德說道：「一群人生活在幾畝地都要畫疆界，疆界以外的地方，就稱蠻夷之地。人對熟悉的事物就說是『我們的』，對不熟悉的就是『他們的』……凡是人為疆界，用『我們一國 / 野蠻人一國』的二分法來分類想像中的地理，從來不需要等到『他們野蠻人』認可……某種程度而言，無論現代或原始社會，都是以此『非我族類』的負面思考方法，找到集體的認同。」<sup>50</sup>清帝國對處於邊疆位置的臺灣原住民的統治政策自然是以其文化優越感為前提的，土牛溝的設置自然是統治權的宣示，這宣示意謂著：一邊兩國（我們一國 / 野蠻人一國），而在我們這一國的人們（包括官員和漢民），必須藉由敵視原住民（尤其是生番），把他們視為共同敵人以形成集體的認同。

由於漢族知識份子對臺灣之空間認知是「野蠻」的，因此對原住民的統治採取的是「土牛溝」畫界方式，嚴分「漢/番」以防堵生番出草侵擾漢民，（康熙）浙江錢塘人吳廷華〈社寮雜詩〉詩云：

春郊漠漠水湯湯，莫問當時射鹿場。  
牽得駮駝朝出草，先開火路內山旁。

對原住民而言，漢人開發之土地係他們一般生活領域（狩獵場），在漢番生活領域衝突下的原住民書寫，竟以「出草」收場，這種對於原住民之既定書寫模式，一方面是統治主作為權力中心所建構的文化語言，一方面也在這種領域爭奪過程中發現不可解套的漢番關係。

（道光）貴州開州人李若琳〈職守〉詩說：

<sup>50</sup> Said, Edward W. (薩依德) 著、王志弘等譯：《東方主義》（臺北縣：立緒文化公司，2001年2月二版），頁75。

職守雞籠北，疆逾馬賽東。  
民岳深顛畏，獠島悉悒悒。  
渾噩風猶在，鈞轄語漸通。  
專城肩鉅任，曷敢貸微躬。

此詩說明了作為統治階級的知識分子（詩人）對臺灣「獠島悉悒悒」之空間意識，由此地理認知而有土牛之地理活動的設置，在土牛的設置下，對原住民族的活動產生莫大限制性，這種限制性主要目的是通過兩國的區分以「護民」（由於民岳深顛畏），李若琳〈防番〉詩云：

界未標銅柱，疆曾劃土牛。  
犬牛區異類，麋鹿信同儔。  
奈有觸體癖，能無性命憂。  
抽藤與伐木，莫浪越山頭。

詩人對於原住民族觸體癖之恐懼，詩裡一覽無遺，由此可以理解護民之重要性，「犬牛區異類」說明了詩人空間意識裡原住民仍屬於「非人」一族，所以「一邊兩國」區分下的「兩國」不只是「中國人/非中國人」的區分，同樣意謂著「人/非人」之主觀意識，「兩國化」的土牛政策是清政府作為一個統治者對臺灣原住民採取之「隔離政策」，因此，土牛溝即是帝國統治階層在「人/非人」、「中國人/非中國人」和「文明/野蠻」空間意識下，政治策略之具體成果。

吳性誠〈入山歌〉詩云：

婆娑洋世界原寬，自歸版圖社席安，  
兩戒山河經擘畫，百年疆索定紆盤。  
土牛紅線分番漢，文身勞面判衣冠，  
毋相越畔設險守，舊章遵循永不刊。  
叵耐生番偏嗜殺，伺殺漢人鏢飛雲，  
割得頭顱血模糊，山鬼伎倆誇雄傑。

閃眩梟獍人見愁，癡頑吾民與之遊，  
愍不畏懼侵其地，吞食抵死竟無休。  
千峰萬壑潛深入，荷戈負耒如雲集，  
橫刀帶劍萬人強，蠢爾愚番皆掩泣。

「土牛紅線分番漢」畫界之思維模式，其來有自，中國自古以來即設「萬里長城」來防範夷狄侵擾，畫界同時區隔出兩種迥異的民族文化，更使之處於對立狀態，而這種畫界想法也是由於生番「伺殺漢人鏢飛雪」、「割得頭顱血模糊」而設。在把生番伺殺漢人當作野蠻行徑的同時，「文明/野蠻」之思想亦同時置入，土牛劃開的不只是兩種不同的文明，更是一種權力關係之運作。所反應的正如西方對「西、東各國的分類：西方是『吸引人的』、『熟悉的』、『令人欲求的美德』，（而東方）就是『威脅性的』、『特殊性的』、『混亂的缺點』」<sup>51</sup>，而土牛的作法，其目的乃在於分離漢番。

在「中心/邊疆」的思考模式下，臺灣地處「邊疆」，作為統治階層的清代知識精英，自然對臺灣有著彈丸之地「得之/失之」皆不足惜之意識型態，畫界可說是在此等思想下有的舉動。在這個「一邊之疆」土牛線是地理上的界線，但實際上其中隱含兩種不同國的概念，即「中國/非中國」。為了防範生番，清政府設有隘守，《東瀛識略》說道：「隘者，巡防野番出沒之隘口也；有官隘、民隘、隘首、隘丁、隘地、隘租、隘糧、隘寮等名。蓋內山一帶，舊設土牛紅線為界。」<sup>52</sup>這種界線的設置，即是兩國的區分（「中國/非中國」）下的意識型態之具體呈現。隨著土牛劃界而有的是墾隘，由墾隘的書寫可以知道漢民把原住民視為共同敵人，這是他們形成集體的認同的重要來源，而共同抵禦生番則是強化「集體認同」的方式之一，「墾隘」、「隘口」則可被視為是「強化集體認同」的隱喻。

<sup>51</sup> 同上註，頁 65。

<sup>52</sup> 同註 37。

（光緒）廣東三水人梁成枏七言古詩〈隘丁行〉詩言：

日色無光光亦薄，瘴煙入鼻微聞惡。  
行人畏近隘頭行，守隘隘丁畫擊柝。  
柝上響停，行人膽驚。  
伏莽之戎，草木皆兵。  
柝聲不絕，尋聲出穴。  
為彼發蹤，磨牙吮血。  
行人不敢經，飢吻饑涎腥。  
乘機伺利便，跳踉殺隘丁。  
挾刀猶敢侮，民間屬禁挾弓弩。  
利器凶兵遺彼虜，飛而食肉山中虎。

詩作描寫漢人對原住民族出草之恐懼，土牛口設置隘丁防守，隘丁的設置乃由於漢人移墾、砍林伐地，侵害原住民原本狩獵之生活領域，因此生番經常出草突擊佔原住民土地進行私墾農地之漢人，詩中對原住民形象書寫是「利器凶兵遺彼虜，飛而食肉山中虎」，可見對詩人而言，在土牛另一邊住著比猛虎更可怕、且會截頭顱之生番。

清帝國對於原住民的恐懼至光緒年間仍然存在，光緒年間之臺灣新竹詩人王石鵬〈生番道中〉詩云：

隘寮高築大山巔，警鐸聲從谷口傳。  
昨日野番出草，茶園十里絕人煙。

此詩和梁成枏〈隘丁行〉「行人不敢經」表達了相同感受，傳遞出對原住民族之畏懼，總而言之，透過土牛畫界所形成之「一邊兩國」之地理現象，著實加深了「中心/邊疆」、「文明/野蠻」效果。正如同英法帝國對東方阿拉伯人的認知，薩依德說：「他（筆者案：意指西方人）把西方人和東方阿拉伯人二元對立；西方人是理性的、和平的、自由的、邏輯的，有能力掌握真實價值，且不會有天生的疑慮（所有

這些美德沒有特定的前後順序)；東方人，則上述美德，一個也沒有。」<sup>53</sup>在「一邊兩國」的空間意識下，詩人建構起來的兩國形象就是「文明/野蠻」的區分，亦即：中國等於文明；非中國等於野蠻，吳性誠〈入山歌〉甚至說：

寄語番奴休殺人，殺人天譴不可測。

番性嗜殺是中國人對臺灣原住民既有之意識形態。在兩國化的區分下，詩人詛咒生番切勿殺人，套上世俗的因果輪迴價值觀。顯示出對於原住民族殺人截首習俗的恐懼，而詩句中稱番為「奴」，更顯示作為權力中心的漢民族對於原住民族身份的認知，此種認知正是在「文明/野蠻」二元思維下形成之「主/奴」意識型態。

由上所述，出草之原住民雖然充滿危險性，可是為了謀求生存，漢民族不惜生命的風險「越界」私墾，所以對清代開發中移墾來臺之漢民族而言，對原住民族有著矛盾心理，他們認為原住民族生性野蠻，不可親近；可是為了生活領域之取得，還是必須一步步向番界推進，因著漢人不斷的「越界」行動，而有了臺灣「三層式的族群分布：將漢人限制在界內，生番在內山，而熟番則居間分布于近山的界外平埔。也就是以熟番移居的界外平埔作為緩衝地帶，隔絕生番與漢人，以防在孳生事端」<sup>54</sup>，清帝國的統治階級所反應的書寫現象是漢番二分，其中生番與熟番再二分，此皆基於「中心/邊緣」、「文明/野蠻」而來。然而，帝國的目標始終是空間、領域的控制權(帝國/權力)，「為社會空間奠基的是疆域、土地、地理區域、帝國實際在地理上之勘界奠基工作，以及文化競爭」<sup>55</sup>。對清帝國而言，如果能有效率地控制土地，即使剿番亦在所不辭(雖然是一

件辛苦的工作)，因「實際取得土地支配權是帝國終極追求目標」<sup>56</sup>。統治階級雖然以帝國中心主義自居，視原住民族為「野蠻」、「非人」，但是，在土地的取得上，作為「越界」部隊的——始終是為求生存而越界私墾的漢民，清代臺灣原住民族土地流失模式大多是漢民先越界私墾，侵犯番地，帝國在不得已之下，或睜一隻眼閉一隻眼，違法發給墾照，<sup>57</sup>或改變施政措施，重新劃界。

關於臺灣的土牛界(番界)之新舊界址，由清乾隆中葉臺灣番界圖<sup>58</sup>可以得到說明，施添福說：「圖中明確標示的界址和界碑自北而南就有：『獅球嶺界、秀朗溪界、石頭溪原定界、乍凹樹林口原定界(移設婆老粉界)、犁頭山界、香山界、石碑界、矛矛壠原定界、加志閣原定界、巴拉拉原定界、猴力林界、貓孟溪頭原定界、火燄山原定界、斗六東番界、菴古坑生番界、梅子坑生番界碑、中坑生番界

<sup>56</sup> 同上註。

<sup>57</sup> 施添福〈歷史地理學與台灣史的研究〉說：「……依據上述的說明可知，這五份文件分佈於土牛溝以東保留區內的業戶給墾字，係由淡防廳違法給墾和疏忽准墾所造成。」(《中央研究院臺灣史田野研究通訊》第十四期，1980年3月)，頁4。

<sup>58</sup> 關於清代繪製的重要地圖，於傅斯年圖書館發現的一幅重要輿圖，為彩繪紙本，未記圖名和繪製年代，橫長582公分，縱寬48公分，根據施添福考論，此圖當繪製於乾隆二十至二十六年(1755-1761)之間，施先生進一步推定應在乾隆二十五年(1760)閩浙總督楊廷璋條奏重新釐清番界之後，這幅圖的圖首有一段文字說明：「圖內民番界址，以紅線為舊定界，以藍線為新定界。臺、鳳、諸三屬用紅線，源其舊也；淡防屬向無通身畫界，只山口設碑也，今依新定界用藍線；彰屬則于舊界之外間置新界，故紅藍並用。」顯見其是一幅以番界為主之輿圖，施添福說此圖或可命名為「清乾隆二十五年【西元1760年】臺灣番界圖」，或至少可稱為「清乾隆中葉臺灣番界圖」。(見施添福〈紅線與藍線——清乾隆中葉臺灣番界圖〉，《中央研究院臺灣史田野研究通訊》，第十九期，1991年6月，頁46-49。)

<sup>53</sup> 同註 51，頁 68。

<sup>54</sup> 同註 34，頁 155。

<sup>55</sup> 同註 51，頁 156。

碑、築仔林生番界、蘆蕪產生番界、枋仔岸生番界、姜埔林生番界、九重溪生番界、剖仔坑界址、十張犁界碑、大林庄界碑、糞箕湖庄界碑、興盛庄界碑、石公徑界、大武山界碑、枋寮界址。』等三十二處。」由三十二處界址和界碑之設立可知，由南至北，一道文化上、政治上、地理上、生活領域上不同的界域就此確立。這種地理上的區隔對期望拓墾的漢人而言，是「番地/非番地」的生活領域思維模式，是拓墾上之限制，所以他們努力做得除了鯨吞蠶食的越界私墾之外，就是要想辦法使已私墾的土地合法化。但是對於清帝國的知識份子而言，界內和界外卻是「文明/野蠻」的差異，移墾之漢族不斷地想跨越番界，而帝國的政策只得隨著左左右右、搖擺、更易。由引文可知有些地域是漢番原界址，有些則是新界，新舊界址的不同，反映了清代漢人不斷地有「越界」開墾行動，這活動對於原住民族來說自然是一種生活領域的侵犯。

清代的番界、土牛溝，關係著漢人開墾及拓墾模式。以竹塹地區為例，土牛溝和番界這兩條線區畫成三個地理區域，漢墾區（土牛溝以西）、保留區（土牛溝以東，番界以西）和隘墾區（番界以東）。<sup>59</sup>由此三個區域地理的形成可知漢民族仍然極力想要進入番界墾拓，由是則原住民族土地的流失可想而知，杜正勝〈臺灣民番界址圖說略〉說：「彰化縣境紅藍二線並存，有些地段兩色重疊，有些地段分開，後者必然是紅色線近西部平原，藍色線近東部山區，這是漢人墾拓最好的例證。茲舉兩色線分開的一段來說明。北渡濁水溪，從八娘坑經二重埔、頭重埔、牛留厝、茄苳腳、牛吃水庄、南投庄、陳山庄，渡大肚溪，經外凹庄到圳頭坑隘，這一條線是舊有的民番界線，線以東的土地屬於原住民，漢人不得越界開墾。然而，當 1760 年勘查時，界東已有漢人

經營瓦窯，還有十數個村落，官府只好承認既存的事實，再在東邊近山的地方畫界，這就是藍線的新界。長條連綿的界線確立之前，只在山口設隘把守，防止原住民出入平原地帶，同時也不准漢人進入近山地區。隘通常搭蓋茅草屋舍，以供隘丁居住，謂之隘寮……1760 年定界時所畫的藍線，往往越過原來隘寮之外，和中部的情形一樣，同是漢人越界拓墾的見證。」<sup>60</sup>我們甚至可以這樣說，番界的不斷重新劃定，即漢番土地轉易的過程，在這轉易過程裡，原住民族始終是居處於生活領域逐漸消逝之方，而原住民族土地的流失主要來自漢人往番界墾拓的強烈慾望。施添福說道：

番界釐定後，漢佃以及一些閒雜人等，仍舊繼續逗留在界外，不斷地企圖潛入內山私墾、採薪、燒炭、抽藤、吊鹿、煮鹹、挖芋等，因此，仍舊不斷激起生番擁出焚殺。<sup>61</sup>

對於始終徘徊在番界附近覬覦土地利益的漢人，原住民族當然不可能坐以待斃，自然會有反抗性的焚殺行動，這些行動可謂為捍衛生活領域的活動，基於以上敘述，對於原住民族出草的斬頭的獵殺行動，可以得到動機上之說明。

領域是權力彰顯的場所，領域控制是統治者權力運作之方式。臺灣作為一個新闢疆域，其「海賊」、「番島」之空間意識，對清帝國始終有嚴重威脅性，在政治上帝國對於臺灣人民生活領域之社會行動充滿猜忌，因臺灣曾經是南明政權最後一塊淨土，因著地理歷史，臺灣有其被猜忌之空間特質。生番出沒其中，只有半壁統治勢力說明了「漢/番」族群問題、社會

<sup>59</sup> 杜正勝：〈臺灣民番界址圖說略〉，《古今論衡》2002 年 7 月第八期，頁 6。

<sup>61</sup> 施添福：〈區域地理的歷史研究途徑——以清代岸裡社地域為例〉，《空間、力與社會》，頁 54。

<sup>59</sup> 同註 58，頁 4。



管理乃至整個領域控制之無可奈何，因而土牛溝的劃界，事實上是在「帝國/邊疆」、「文明/野蠻」之思維模式下，衍生出來的「一邊兩國」空間現象。

#### 肆、化與不化

帝國知識份子對於臺灣原住民族空間領域之意識形態乃基於「文明/野蠻」、「中心/邊垂」、「人/非人」和「善/惡」而作成，由意識形態所成的地理描述，構成中國文人對臺灣之地理感知，《東槎紀略》說道：

臺灣，海外一郡耳；懸絕萬里，而糖米之貨利天下。帆檣所至，南盡粵、閩、兩浙，東過江南、山東，北抵天津，以極瀋陽，旬月之間可達也。地互千里，沃饒甲於南服。然其人蕃庶強悍，易動難靜；歸化百四十年，亂者十數起，械鬥劫掠，比比有之。<sup>62</sup>

詩人刻意書寫下的臺灣原住民族形象始終走不出「野蠻」觀感，「然其人蕃庶強悍，易動難靜」說明了馴番之困難。

一個文化領域的形成，必定在於權力支配下而被作成，臺灣原住民族生活領域的縮小，是漢民不斷以生命交換，甚至要脅所得之結果，漢番關係並不是那麼單一的、是一種知識份子理解下的「文明/野蠻」、「人/非人」，更有下層百姓的蓄意破壞在其中，此蓄意破壞，並非出於漢人本性狡詐，而純粹是地理空間上兩種不同生活模式競逐有限生存領域之「得/失」，漢番之緊張關係，概由此而來；帝國漠視日益嚴重之「民/番」關係，不阻止漢人「越界」，是原住民族日漸漢民化之主因，而一切的化（變）民政策，皆是在百姓和原住民

族作第一類之流血接觸下進行，退居第二位之帝國統治者所反映出之心理昭然可揭，即「化與不化」之矛盾心理，此即表示帝國對臺灣之認知始終徘徊於「棄/留」論，二百多年未曾改變，更顯出臺灣「難治」之心理現象。<sup>63</sup>

「化」（變）番總是站在第二線之帝國，其思想心態大約伸手可指，此心態亦實基於「文明/野蠻」之思維模式被作成，在視原住民族為「野蠻」、「非人」之民族之同時，已暴露其原住民族身體認知——非文明、非理性，對於不文、不明之原住民族，帝國知識份子具有既期待又怕受傷害的文化心理，簡要言之，即是恐懼心理的反應，因恐懼而來的理番政策，始終是搖擺不定、消極被動，帝國知識份子既期待原住民族自動前來歸化，又期待漢民前進番界，打開山區，歸化生番，以使自己功勳加級，化番有功，但他們仍不能免除對生番出草之畏懼，在政策上仍然消極保護熟番，以為漢番管理策略，但無論消極或積極，對原住民族而言，漢人土地利益之取得，原住民族生活領域之消逝，生活方式被迫改變，生活空間被迫遷移乃是既定事實。

帝國之治臺政策，在處理原住民族地理的這塊領域上，始終無能為力，舉凡番界拓墾，十八世紀以來之「埔里盆地」、「蘭陽平原」、「花東縱谷」、「屏東平原」，甚至是十九世紀以來之新竹、苗栗新地開發，皆在漢民手中完成，由詩人的詩作可以窺見「化與不化」之恐懼心態。

（康熙）藍鼎元〈東征逾載整棹言歸巡使黃玉圃先生索臺灣近詠知其留心海國志在經綸非徒廣覽土風娛詞翰已也賦此奉教〉詩云：

<sup>63</sup> 由此亦可見帝國對臺灣原住民族之地理感知集中在文化認知之弔詭上：他們對於原住民族採取積極化番想法，但在行動上卻是緩慢的，立場是倨傲自大。

<sup>62</sup> 姚瑩：《東槎紀略》（臺灣銀行經濟研究室、《臺灣文獻叢刊》第七種，1957年），頁2。

番黎素無知，渾噩近太古。  
祇為巧偽引，訟爭亦肆侮。  
睚眦動殺機，其心將莫禦。  
所幸弗聯屬，社社自愚魯。  
太上用夏變，衣冠與居楚。  
使彼忘為番，齊民消黨羽。  
其次俾畏威，罔敢生乖迕。  
無虐無令傲，服勞安作苦。  
恩勝即亂階，煦噓鼠為虎。  
所以王道平，不為矯枉補。  
內山有生番，可以漸而熟。  
王化棄不收，獷悍若野鹿；  
穿箐截人首，飾金誇其族；  
自古以為常，近者乃更酷。  
我民則何辜，晨樵夕弗復。  
不庭宜有征，振威甯百谷；  
土闢聽民趨，番馴賦亦足。  
如何計退避，畫疆俾肆毒。  
附界總為戕，將避及床褥。  
(本文引詩據《全臺詩》)

康熙六十年(1721)隨族人藍廷珍渡臺灣平定朱一貴事件之藍鼎元，因隨軍征討，見得臺灣風俗迥異中原文化，對番有異於他人之見，他主張「化番」，對熟番要「太上用夏變，衣冠與居楚」，其義在「變」番為民，「使彼忘為番」，並且要「俾畏威」恩威并濟；不再只是對番俗作出敘述，他的解決辦法就是「化番」，使番「變」；而對於生番原住民族，藍氏也具體說出內心恐懼「獷悍若野鹿」、「穿箐截人首」之生番——這些人是王化棄而不收者，大抵而言，「化/不化」之間，生番被歸為「不化」一群，主要原因在於生番難馴，所以採取的策略是「畫疆俾肆毒」，即劃界。

通過土牛溝區分「漢/番」，界內之民人，係帝國主要保護對象(同時防範漢民作亂)，而界外之平埔番是帝國主要欲歸化之對象，只有界外深山內之生番為難以歸化，只好劃界

「隔離」，此即「文明/野蠻」對立之二元思維，不過作為一個文化霸權的統治者立場，其最終目的仍是領域控制，所以對於難馴的生番，其亦抱有「內山有生番，可以漸而熟」之想法，總之，詩人的書寫告訴我們帝國的理臺番之基本思想是熟番「變」民，生番「變」熟，此中生番，被隔絕在「民」、「人」的思想外，實出於帝國對於生番「野蠻」行徑之畏懼。

(雍正)江蘇高郵人夏之芳〈臺灣紀巡詩〉  
(選錄三首)詩云：

生熟番情百種餘，半生半熟亦山居。  
當年戶口可知數，盡向魚鱗冊上書。

小番鬥捷走如風，拓得圍場萬竹中。  
響急銅鈴疑陣馬，當先爭奪錦標紅。

狡童教冊獨空群，鵝管橫描蝸篆文。  
豔說紅毛舊時字，好將番籍紀紛紛。

詩人寫出平埔熟番日常生活風情，並寫到熟番接受教育，接受教育的熟番逐漸可以「變」籍，成為「民」、「人」，顯見熟番的教化工作推行順暢無礙，《東瀛識略》/卷三、學校 習尚/學校說道：

臺灣義學之外，又有社學，蓋仿楚、粵、滇、黔等省邊隅州縣設學延師教訓苗、蠻、獠、黎子弟之制，就歸化番社，設立社學，擇熟番子弟之秀穎者入學讀書，訓以官音。熟習之後，令其往教生番子弟，果能漸通文理，取入倫生。再援黔省苗學之例，請設學額考試；庶幾薰陶濡染，漸化其獷野之習：法至良，意至美也！奈廩餼等項，取之番租，每不敷用，理番官又不甚經意，視同具文；雖不乏清俊番童，有志向上，能振興成就之者蓋

寡。<sup>64</sup>

對帝國來說，原住民族漢化越深，即表示天子恩威遠播，在傳統知識份子心裡，我族中心主義根深柢固，教化使番「變」民，除了接受教化之外，別無他法可以突破「漢/番」界限，文化是帝國用以融合兼併族群之手段，進而擴大種族，形成以文化分判族群之文化主義之種族觀，「其基礎建立在對於儒家文化優越性不可動搖之上，深信儒家思想是一種近悅遠來的文明，服膺普同主義的原則，以文化價值作為納入『中國』這個政治共同體的判準，使得國界的延伸可以無遠弗界，包括那些『不識不知』、無緣接觸中國文化的蠻夷」<sup>65</sup>，班納迪克·安德森在論說「古典的共同體」往往通過書寫文字來形成「想像的民族主義」中說道：「蠻夷化為『中國』，利夫人 (Rif) 化為回教徒，而伊隆哥 (Ilongo) 則化為基督徒。人類存有的本性可以經由聖禮而變形……正是這種可以經由神聖語言改宗的可能性，才讓一個『英格蘭人』可以成為教宗，而『滿州人』得以成為天子。」<sup>66</sup>對統治者而言，書寫文字的統一表示了統治的正當性，因為文字連結的是一串龐大的文化意符，由是我們可以想像秦始皇通過書同文、車同軌政策所欲達持的文化認同意義，文化認同形成的民族共同體的想像，對統治者有著絕對必要性，(清代)滿州人統治漢人亦必須在漢文字的使用之下，方能順行統治，而屬於漢民族形塑「古典的共同體」的儒家思想，滿州人接受了，而當清帝國統治臺灣原住民時，無論官員是漢人或滿人(多數是漢人)，也同樣將此套文字書寫系統加諸其上，目的在於馴化原住民。

<sup>64</sup> 同註 37，頁 29-30。

<sup>65</sup> 同註 34，頁 36。

<sup>66</sup> Benedict Richard O'Gorman Anderson ([英]班納迪克·安德森)著、吳叡人譯：《想像的共同體：民族主義的起源與散佈》(臺北市：時報文化，1999年4月)，頁 21。

「臺灣義學之外，又有社學」之所謂「義學」和「社學」都是帝國權力運作的場域，它是帝國殖民的外部形式，而「師」是傳播的媒介，「訓以官音」、「通文理」則既是同化之外部形式，亦為同化之實際內涵，係文化殖民，而此種同化的慾望，可說是以書寫文字為中心，進行同心圓式放射狀地散佈，意欲達成漢番一家親之民族共同體之想像。然而隱藏在同化背後的位階意識仍清晰可見，「漸化其獷野之習：法至良，意至美也」、「雖不乏清俊番童，有志向上，能振興成就之者蓋寡」說明了統治者的驕傲，而由「教(漢人)/學(臺灣原住民)」身份位階可看出帝國知識份子根深柢固之「主/奴」意識。

《東瀛識略》說道：

經與府縣各志所記番俗，皆合生熟番言之，尚是雍正以前事。今熟番多娶少贅，一姓相承；服食行為，大概與齊民無別。即歸化各番，婚則行聘，死則另葬，食分美惡，女服褲襦，亦多習華風；止衣少襟袖、足鮮著履、未立姓氏、不知文字而已。番情本各社不同，而又有今昔之異，特摘其大概識之；更歷數十年，恐又非今之番俗可概矣。<sup>67</sup>

「止衣少襟袖、足鮮著履、未立姓氏、不知文字而已」說明了熟番民化，在教育之推行下順暢無礙，且臺灣原住民之日常生活文化已漸漸被同化，「更歷數十年，恐又非今之番俗可概矣」更說明了帝國統治的成就，帶有誇耀性，並透露出帝國統治臺灣原住民的前瞻性。

經過教化，平埔熟番「變」民；對於不可教化之生番，帝國的政策是「會兵進剿」、「搗其巢」，又說：

<sup>67</sup> 同註 37 書(卷六、番社 番俗/番俗)，頁 78。

臺地初附時，番多民少，生番均未歸化，熟番苦於誅求，故康熙、雍正間亂亦三起，然未煩內地兵也。康熙三十八年【西元 1699 年】春二月，淡水吞霄社土官卓、卓霧以通事黃申苛斂無已，殺申拒捕。臺灣道常光裕、總兵官張玉麟發兵往討，遣譯者誘致岸裏社生番攻其後。夏五月，內北投社土目冰冷亦殺通事之主帳者金賢等遣使通於、霧。秋七月，冰冷為水師把總某所襲執。八月，卓、卓霧同被岸裏社番擒獻，斬於郡，傳首以示諸番。雍正四年【西元 1726 年】秋八月，彰化縣水沙連水裏社土目骨宗潛出沒，恣殺掠。閩浙總督高其倬檄臺灣道吳昌祚、北路參將何勉率師深入，諸番震懾就撫；冬十月，獲骨宗父子，解省誅之。九年冬十二月，彰化縣大甲西社番林武力等鼓眾倡亂，圍彰化縣城。十年春，臺灣總兵呂瑞麟討之，勿克。夏六月，閩浙總督郝玉麟移會前臺灣鎮陞任提督王郡、巡臺御史脩會兵進剿，搗其巢。冬十一月，番眾縛林武力以獻，梟首傳示；脅從者赦而撫之。自是各社相繼向化，生、熟番均不復反矣。<sup>68</sup>

「漢/番」對峙主要在與生番的衝突上，此係康熙領臺初年發生之事，內容記載矯搗生番巢穴過程十分詳盡，由詳盡的內容描寫可以發現漢族用了詳盡的行動直搗生番巢穴，極為嚴密之行動透露對生番「野蠻」特性之畏懼，而「生、熟番均不復反矣」暗示生番已招撫，可是事實並非如此，土牛既隔離「漢/番」，成為「一邊兩國」局面，則生番永遠成為會行動的變數，乾隆年間仍然有生番殺民事件，「乾隆三十一

年【西元 1766 年】，淡水莊民為生番所殺，福建按察使余文儀赴臺查辦，生番拒命，遂率兵進剿，於恰仔口擒斬三百餘人，餘匪奔散，遂破番巢」<sup>69</sup>，可見生番是帝國心頭大患，由於對番性的畏懼遂使理番處於被動狀態，直至同治以後，才有較積極的「開山撫番」策略，其實對於生番的威脅，帝國表現出來的是比較「像中世紀初期的歐洲人看伊斯蘭教一樣，整體來說，歐洲人的反應是保守性和防衛性的」<sup>70</sup>。

（嘉慶）孫準爾〈埔里社〉詩云：

臺東山勢如連鰲，溟勃氣大噴雲濤。  
包孕隱現不可測，突兀時錄雕與尻。  
長風一掃淨寥廓，蒼峭百摺屏風高。  
恍移廬阜墜蠻微，奇秀未可輕訾警。  
懸壘絕磴孰能傍，生番趨捷追蟻猱。  
平時殺戮代耕作，強弓毒矢爭先操。  
豈惟人跡不敢入，赤豹駭遁玄熊嘯。  
安知中央大如螭，沃野頃莫開平阜。  
天荒地老未開闢，土乳滋滋流春膏。  
邇來漢奸頗深入，爭營甌脫圍思筭。  
南山雖錮猶有鄴，利在彼肯遺秋毫。  
決渠荷鍤畫畫井，腰鑱徑徑芟蓬蒿。  
野犍千頭競跳擲，馴伏漸可加籠繚。  
人生有性物有性，物猶就擾人何逃。  
胡為巧誘復豪奪，密箐晝夜長號咷。  
況聞風俗亦不惡，嗜好服食同吾曹。  
龍梭作鑷織錦罽，鵝管書字傳紅毛。  
留客圍居若圖畫，待姑嚼米成香醪。  
鞦韆遊戲樹陰底，嘴琴鼻蕭生嘖嘈。  
誰能撫摩適厥性，淳質正可資薰陶。  
屯田計口授之食，角材團練收其豪。  
倚天爭奉家布約，詛酒共飲留犁燒。  
力役群趨聽鼙鼓，積粟高廩堆連廩。

<sup>69</sup> 《全臺詩》第二冊（臺南市：國家臺灣文學館，2004年2月），頁359。

<sup>70</sup> 同註51，頁82。

<sup>68</sup> 同註37（卷七、奇異 兵燹/兵燹），頁86-87。

卑枝鳥巢俯闕轂，開戶犬足眠生楚。  
武陵仙鄉在人世，青谿夾岸栽紅桃。  
花開洞口春水發，相尋我欲拏魚魴。

他們「依文化的近似程度，以天子作為文化與政治權威的核心表徵，天子周圍則以具有優越道德學養（理論上，道德學養是政治權威真正的根源）的文人官僚菁英作為內層，不識字但遵守以儒家倫理哲學為本之文化傳統的漢人環繞於朝廷之外，繼之以歸化（部分漢化）的熟番，難以教化的生番則在最外層，形成一個有中心/邊陲差序的同心圓」<sup>71</sup>，四種不同的臺灣階級意識由詩作呈露，即「統治者」、「漢民」、「熟番」和「生番」，其中「生番」被統治者遺棄，他們是「懸堦絕磴孰能傍，生番趨捷追猿獾」、「豈惟人跡不敢入，赤豹駭遁玄熊嘯」之「非人」一族，所以他們不必、也不能受教化；漢民形象是人，但卻是侵入番界的「漢奸」，屬於奸民形象，此奸民形象是對照著「不識不知」的平埔熟番原住民而說的，所以生番作為統治階級眼中的次級國民，地位比熟番更加次級化，不過比起漢民，熟番雖仍係次級國民，但是他們卻是統治者之愛民，因為他們「淳質正可資薰陶」易於馴化，不會反抗，此四重階級意識即由「文明/野蠻」而來，在「文明/野蠻」意識型態前提下，以高高在上的統治地位，駕馭其他三個不同階級，熟番歸化，詩人對臺灣地理「武陵仙鄉在人世」之想像，即由「不識不知」之熟番而來；而生番為了自己的文化領域、生存空間，不可不出草以維護之。

綜上所述，詩人之書寫，反映帝國對生番之「化與不化」之考量，此則隱含統治階級對原住民族，特別是生番野蠻特質之恐懼心理。

## 伍、結論

帝國以文化作為種族、社會階級之區分標準，劃界使得漢番成為兩個壁壘分明疆域，在漢番接觸過程中，漢民族之拓墾部隊，往往以生活領域越界方式，成為漢番文化越界先鋒，為帝國打開文化越界通道，直到漢民族為生番所阻，土牛正式一道地理上的界限；而生番之生活領域對帝國知識份子而言，乃野蠻疆域之象徵，對於生番之治理，帝國始終徘徊在「化與不化」之間，因著詩人對於原住民族野蠻形象的書寫，以及恐懼心理的反應，我們可以說清帝國對原住民的「教化」（特別是指熟番，而生番仍是他們持續想要教化的一份子）、「開山撫番」（主要是生番，手段有兩種：撫和剿）工作，即可被視為是帝國對原住民野蠻行為所產生的恐懼心理的「去恐懼化」過程，即是說對原住民之「教化」和「開山撫番」是帝國「去恐懼」的方法。

<sup>71</sup> 同註 34，頁 37。



## “施展魔力之夜晚”--論“夜思詩”之東/西比較研究

### “Some Enchanted Evening”: the Nocturne East/West A Comparison of the Nocturne in German Romanticism and Tang Dynasty Poetry

郭偉諾 周廷戎

Thomas Gwinner Ronald S. Judy

清雲科技大學 應用外語系

#### 摘要

本文提供“夜思詩”在德國文學浪漫主義時期與中國唐代之比較文學分析。  
「夜思詩」在文學史上至今仍未見詩文分類的研究。本文作者欲提供讀者有關“夜思詩”的概念。  
然於分析這些 *Nachtgedanken* 的詩(德文的“夜思”)，全篇僅限於唐代詩文題目為「夜思」者，德  
文亦然。

「夜思詩」作簡短的定義，提供基本的理論來理解有關浪漫時期裡的 *Brentano* 與 *Heine* 之“夜  
思”作品，並溯及傳統抒情詩裡享有盛名的 *Weise*, *Voss* 與 *Goethe* 等先驅詩人之詩作。在唐詩方  
面則著重於李白、韋莊、裴夷直與李商隱所作的「夜思」。在後啓蒙的德國和唐末的中國作家早  
已呈現出諸多此類之詩歌，並在其中展現出某些特殊之情感形式。我們在文章裡特別論述「懷舊」  
往往是 作家將時/空距離之情結、對未來的憂心與期許以及個人失落與死亡等經驗或觀感寄託  
於「夜晚」、有感而發所鋪寫而成的主題。

**關鍵詞：**夜思詩、東西方夜思母題、德國浪漫主義時期、唐詩、比較文學

## Abstract

“Some Enchanted Evening,” the Nocturne East/West

Nocturne poetry is an as yet under-defined genre of poetry. This paper offers a comparative analysis of nocturne poetry in the German and Chinese traditions. Our main focus is on *Nachtgedanken* (“night thoughts”) poems and poems with the word *Nacht* (night) as title, or part of the title, in German Romanticism and yesi 夜思 (“night thinking”) poems of the Tang 唐.

Our study attempts to define and offer a theory of the nocturne as it is presented in the works of poets of the Romantic period like Brentano and Heine, but also discuss pre-cursors such as Weise, Voss, and Goethe in the *Nachtgedanken* tradition. Regarding Tang 唐 poetry, we concentrate on 夜思 poems by Li Bai (李白), Wei Zhuang (韋莊), Pei Yizhi (裴夷直), and Li Shangyin (李商隱). In this article we explore the meaning and significance of nocturne poetry in the German and Chinese traditions of these authors, particularly by focusing on a set of recurring motifs, such as nostalgia, spatial or temporal distance, personal or social loss, and old age or death which all are associated with “night reflections” in the nocturne traditions of China and Germany.

**Key words :** Nocturne poetry, night thought motifs East/West, German romanticism, Tang poetry, comparative literature



**“Some Enchanted Evening”: Nocturne Poetry  
East/West<sup>1</sup> :**

This paper aims to identify and offer a survey of some of the more important attempts to write nocturne poetry in the Tang period of Chinese history and in Germany roughly during the “Romantic Period” (late 18<sup>th</sup> to the mid-19<sup>th</sup> century). The nocturne is here simply defined as verse which, in some direct way, deals with the idea of “night-thinking” (*Nachtgedanken* and *yeshi* in German and Chinese respectively). This makes our study in a genealogy of similarities and convergences across dramatically different cultures and historical times. However, this is also an initial attempt to outline a mode of literary thought—i.e., reflections which are supposed to occur at night—that has some essential characteristics. For example, a concern for matters of home, lost or absent loved ones, and even basic questions about the nature of longing are common themes which recur in both nocturne traditions. However, it should be remembered that these are all “nocturnal thoughts” which are the raw content of the form we call the “nocturne.”

Although the German nocturne tradition of *Nachtgedanken* poetry can be traced to the late Baroque period (1550-1700), the Chinese nocturne (*yeshi*) poem proper only appears with the Tang. The Chinese tradition prior to the Tang is quite rich in poems dealing with the night in some form or another; however, the authors have not yet succeeded in uncovering any that are directly titled “night thinking” (*yeshi* or *yeyi*) and

<sup>1</sup> The paper title comes from the famous 1949 Rodgers & Hammerstein song performed by, among others, Frank Sinatra and *Blue Oyster Cult*.

feature this as a putative “theme” or direct subject-matter in the way that all of the poems below do. It is thus important to stress that the poems herein are all written as though “night thoughts” were a category of mental activity or mode of thought. This is a significant discovery in itself, for if we assume that there is already a tradition of night-thinking by the time the authors sit down to compose poems on this theme, then it seems appropriate to assume the “night-thinking poem,” what we call the “nocturne,” is a formal genre of poetry like the ballad, the ode, or the epic and theorize it as such. However, the purpose of this paper is not to theorize but to define the nocturne as a genre of world literature, and offer a preliminary study of this melancholy, even nostalgic, form of composition. Thus, it is our belief that this study will help open a new dimension of East/West comparative literary studies and allow a discussion of universal genres.

**Section I: The Nocturne in German Poetry**

Dem stillen Hause blick ich zu,  
I am looking at the quiet house,  
Gelehnt an einen Baum;  
Leaning against a tree,  
Dort liegt sie wohl in schöner Ruh  
There she may lie restfully,  
Und glüht in süßem Traum.  
Burning with a sweet dream.  
Zum Himmel blick ich dann empor,  
I raise my eyes heavenwards,  
Er hängt mit Wolken dicht.  
It is full of clouds.  
Ach! hinter schwarzem Wolkenflor,

Alas! Behind black cloud gauze  
Da glänzt des Vollmonds Licht.  
Shines the full moon's light.

Ludwig Uhland (1787-1862), "Nachts"

### Introduction:

Nocturne poetry in German literature can be defined as Romantic lyrical compositions of somber mood, with either the topos of *night thought*, or at least the word *night* in close relation to the motif of *night thinking*, as title or part of the original title. In German poetry, especially in Romanticism, the night seems to be a perfect time for reflections. Normally, we associate the daytime with thinking and the nighttime with dreaming. Turning the day into a time for dreaming (daydreams) and the night into a time for thinking (night thoughts) can give us a new experience and add a new dimension to our ordinary thoughts and dreams. Actually, the *nocturne* phenomenon is not restricted to literature but can also be found in art—e.g., the works of great Romantic painter Caspar David Friedrich (1774-1840)—and in music, e.g., Frédéric Chopin (1810-1849), where the word *nocturne* was first used. *Nocturne* poetry was well suited for the German Romantic Movement which was a period of experimenting with individuality and self-expression.

**"Where shall I find my  
resting-place"—Weise's "The Uncertain  
Lovers' Night Thoughts"**

Although the era of Romanticism is definitely the richest source of *nocturne* poetry

in German literature,<sup>2</sup> as a form the nocturne can be traced to the late eighteenth century. In Germany the nocturne or *Nachtgedanken* poetic tradition first appears in the work of Christian Weise, during the Baroque Period. In his collection *Der grünenden Jugend überflüssige Gedancken* (Unnecessary Thoughts of an Immature Youth), dating to 1668, the Spätbarock (Late Baroque) author Christian Weise (1642-1708) included a poem entitled "Der ungewissen Liebhaber Nacht-Gedancken" ("The Uncertain Lovers' Night Thoughts").<sup>3</sup> As a nocturne, this poem features some characteristic

---

<sup>2</sup> Major advocates of *nocturne* poetry in German Romanticism include Friedrich Hölderlin (1770-1843), Friedrich von Hardenberg, i.e. Novalis (1772-1801), Clemens von Brentano (1778-1842), Ludwig Uhland (1787-1862), Joseph von Eichendorff (1788-1857), August von Platen (1796-1835), Heinrich Heine (1797-1856), Nikolaus Lenau (1802-1850) and Eduard Mörike (1804-1875). The most important early manifestos of German Romanticism were the *Herzensergießungen eines kunstliebenden Klosterbruders* (Effusions of an Art-Loving Monk) (1797) and *Phantasien über die Kunst* (Fantasies on Art) (1799) written by Wilhelm Heinrich Wackenroder (1773-1798) and Ludwig Tieck (1793-1853).

<sup>3</sup> Similarly, in "Der grünenden Jugend überflüssige Gedancken" ("Unnecessary Thoughts of Immature Youth") Weise combines a cheery collection of so-called unnecessary songs, comedies and *Singspiele* (song-plays). In 1675 he wrote just the opposite, the "Der grünenden Jugend nothwendige Gedancken" ("Necessary Thoughts of an Immature Youth"), a dry collection of so-called "necessary writings." Weise's conception of literature anticipated many aspects of the soon-to-come epoch, the *Aufklärung*. He took a very tough stand on poetry. Being a principal in the Eastern German town of Zittau, he taught that poetry should not differ too much from prose. Its only function should be helping the reader to memorize easier – due to meter and rhyme – rules for decency and morality. Indeed, Weise was once asked why poetry is necessary at all, to which he famously replied: "Der Leser denket Zucker zu lecken und schlucket Arznei ein" ("The reader thinks he licks sugar but swallows medicine)."

motifs, including ambivalent feelings about home (or the “fatherland”) and feelings of longing for a remote loved one. Here stanzas two and three of Weise’s nine-stanza poem:

Wo werd ich noch mein Ruheplätzgen finden

Where shall I find my resting-place

Und welcher Ort wird sich mit mir verbinden

And which spot will bind me

Ich blicke zwar ins liebste Vaterland;

I look at my fatherland;

Doch Gottes Rath ist mir noch unbekannt.

But still do not know God’s ordeal.

Wo muß wol itzt das liebe Seelgen liegen

Where now may lie the dear little soul

Das mich einmal im Lieben sol vergnügen?

Who might once give me the pleasure of love?

Sie liegt vielleicht in ihrer sanfften Ruh;

Maybe she lies in gentle rest;

Und druckt das Liecht der schönen Augen zu.

And closes beautiful, shining eyes.

Basically, Weise’s poem describes a young man preparing for marriage. This youth, now lonesome and uncertain about his future, is looking forward to a relationship with the girl of his dreams at home in Germany. He doesn’t demand a great deal, just a beautiful, virtuous girl, so he decides he is not going to push his luck but instead wait patiently for things to develop while accepting his destiny. Nevertheless, in the last stanza he imagines the girl of his dreams—the ideal woman he longs to care for in the future—thereby establishing a

common theme for “night thoughts” that would appear later in Germany. Thus, in addition to the theme of romantic love, Weise’s narrator utilizes another characteristic nocturne motif, namely, nostalgia for the fatherland. In his nocturnal contemplations about the future the speaker yearns for a nation that he can call “home.” In the first stanza quoted above, the speaker asks himself what place he will finally “bind” himself to, and even wonders whether Germany can be such a place with God’s approval (“Gottes Rath”). This hint of doubt or dissatisfaction with his fatherland, coupled with aspirations of love, makes Weise’s poem seem like a tense interplay between romantic idealism and ambiguous feelings of apprehension. Moreover, this is a tension which we often find repeated in via the same two motifs (romantic love/ambivalence toward home) in later versions of the nocturne in Germany.

#### “The Moon Already Sets”—Voss’s “Night Thoughts”

In 1772, Johann Heinrich Voss (1751-1826) wrote a poem called “Night Thoughts (“Nachtgedanken”). Voss, highly significant as a poet in his time, was better known to later generations for his translations of classical Greek and Latin authors, especially Homer. His poetic works consist mainly of neoclassical songs, sentimental odes and elegies. As an ardent rationalist, he strongly disagreed with the ideals of the Romantic Movement. His early poem “Nachtgedanken” reads:

Hell umschwebts die Augenlieder,

Brightly it floats around the eyelids,

Hell noch tönt die Stimm' ins Ohr;  
Clearly still sounds the voice to the ear;  
Und schon senkt der Mond sich nieder,  
And the moon already sets,  
Östlich wieder glimmt die Morgenröth' empor.  
In the east, the rosy dawn glimmers  
again.

Still, du klopfend Herz! Sie wehrte  
Quiet, you beating heart! She denied  
Drohend ihren Mund mir ja!  
Me threateningly her mouth!  
Doch als mich ihr Drohn nicht störte,  
But when her threatening did not dissuade  
me,  
Ach! was lehrte ihr verschämtes Lächeln da!  
Oh! What her bashful smile told me at that  
moment!

In this rhymed two-stanza poem Voss describes his vivid memory of a recent encounter with a lady. In the first stanza we learn that he can still see her image and hear her voice. He doesn't stop thinking of her until dawn. In the second stanza, he recalls that she first prevented to resist his approaches, but later, when she realized that he won't give up his efforts, she gave him a bashful smile, which possibly indicated an encouragement. The ending is open, but this poem is definitely not a lamenting one about unfulfilled or unachievable love, a topic frequently raised in Romantic nocturne poetry. However, in Voss' poem, what we get is nostalgia for a sensual moment which is still available and "realized" in memory. However, what strikes us most in Voss's poem is the fact that his writing is self-consciously erotic, and this lends the nocturne an element of excitement which is quite uncharacteristic of the genre in

general. Still, there are common "nocturne features" here, such as an initial description of the night (and the moon's position), an ambivalent love interest, and a commentary on memory. When we get to Goethe's own "Nachtgedanken" some nine years later, these "memories of love" will reach monumental proportions when they focus on the figure of Frau von Stein.

#### Pitiful, "Unfortunate Stars"—Goethe's "Night Thoughts"

In 1781, Johann Wolfgang von Goethe (1749-1832) composed his famous poem "Night Thoughts," or "Nachtgedanken," for Charlotte von Stein (1742-1827). Charlotte von Stein, née von Schardt, was the eldest daughter of the Weimar Master of Court Ceremonies. In 1764, she married Friedrich von Stein, thus becoming the famous "Frau von Stein." On Goethe's arrival in Weimar in 1775 an intimate friendship began between the two. This relationship had an enormous impact on Goethe's life and work. Many letters and poems to Frau von Stein demonstrate their closeness. For Goethe she embodied an unattainable feminine ideal. Nevertheless, he left her for Christiane Vulpius, his later wife, in 1788 after his return from Italy. Goethe's poem, first published in 1789, is dedicated to Frau von Stein:

Euch bedaur' ich, unglücksel'ge Sterne,  
For you, unfortunate stars, I feel sorry,  
Die ihr schön seid und so herrlich scheint,  
For you, who are beautiful and shine so  
splendid,  
Dem bedrängten Schiffer gerne leuchtet,  
Who gladly light the sea-tossed sailors,

Unbelohnt von Göttern und von Menschen:  
Unrewarded by gods and men:  
Denn ihr liebt nicht, kanntet nie die Liebe!  
For you do not love, never knew love!

Unaufhaltsam führen ew'ge Stunden  
Eternal hours inexorably lead  
Eure Reihen durch den weiten Himmel.  
Your rows through the wide sky.  
Welche Reise habt ihr schon vollendet,  
What journey you have already completed,  
Seit ich, weilend in dem Arm der Liebsten,  
Since I, staying in my lover's arm,  
Euer und der Mitternacht vergessen!  
Have forgotten you and midnight!

Goethe composed this unrhymed two-stanza poem for Frau von Stein in the seventh year of their love affair. Its title suggests that – during one night – he was thinking of her. In the first stanza, the poet expresses his sympathy for the stars, which although beautiful and helpful – even though unrewarded – are unable to feel and experience love. In the second stanza, he describes the stars' never-ending course through the sky, whereas the poet himself enjoys his lover's embrace, during which he even forgets about space – the sky – and time – midnight. "Nachtgedanken" emphasizes the difference between man and matter, particularly the human ability to feel and love in strong contrast to the material insensibility of objects which are forced to follow nature's law. We can easily imagine that a poem with this message is heartily welcomed by any lover in the world, and Frau von Stein was certainly flattered by Goethe's dedication. However, it is important to understand that this *Nachtgedanken* poem is

very different from the melancholic mood of later Romantic nocturne poetry which would come later.

Indeed, after this brief review of Weise's, Voss's and Goethe's *Nachtgedanken* poems we can conclude that, actually, although each of them features a "romantic love" subject matter, each is actually about what one thinks about in the night—i.e., the nature of desire. Weise's poem describes a man patiently waiting for the right girl with whom to marry but apprehensive about the future. Voss's poem tells us about a man who cannot stop thinking about an encounter with a woman who first rejects him but later shows signals of encouragement. Goethe's poem, meanwhile, praises a human love which is above space and time. Love, time, and the veracity of memory are thus the main motifs of German nocturne of the pre-Romantic era. In the two remaining German nocturnes that we examine, that is, Brentano's Romantic "night song" and Heine's "Night Thinking," we will see a similar emphasis on themes of romantic love mixed with apprehensions about spatial distance and time.

**"The Moon Shines Clear and Pure":  
Brentano's "The Spinning Maid's Night  
Song"**

Unlike Voss and Weise, the Romantics revolted against the reasonable and traditional poetry of Classicism by accepting the fact that man is irrational. Their sensible back-to-nature approach has its roots partly in Jean-Jacques Rousseau's philosophy of human nature. As in England and elsewhere at this time, the Romantics' "organic poetry" valued the sensual

experience of art and music, and emphasized the unsolvable polarity of man. Wackenroder and Tieck emphasized that it is not the artwork itself that is important, but the subjective delight which arises from the work of art. Another influential figure of the early German Romantic movement, the writer, philosopher and critic Friedrich von Schlegel (1772-1829), would further develop a theory of Romantic art that would later influence Samuel Taylor Coleridge in England.<sup>4</sup> A follower of Schlegel, Clemens von Brentano (1778-1842), composed in 1802 “Der Spinnerin Nachtlid” (“Spinner-maid’s Nightsong”). Brentano, poet, novelist and dramatist, was co-founder of the Heidelberg Romantic School which emphasized a return to folklore and history. He was highly imaginative and lyrical in his works and, like many Romantics, led an unstable personal life full of troubles. After a severe depression he composed “Der Spinnerin Nachtlid,” whose final three stanzas read:

So oft der Mond mag scheinen,  
As often the moon may shine,  
Denk‘ ich wohl dein allein,  
I am thinking of you.  
Mein Herz ist klar und rein,

---

<sup>4</sup> Schlegel’s conception of Romantic poetry combines philosophical, mythological, ironic, and religious ideals. In his semi-autobiographical novel-fragment, *Lucinde* (1799), Schlegel playfully strings together arabesques, scenes, ideas and witty paradoxical discussions. What the narrator of *Lucinde* searches for is a union of carnal-sensual and spiritual-mental love. This erotic momentum led to harsh criticism by contemporary writers, especially Schiller. Romanticism was a period of experimentation with individuality and self-expression and was a phenomenon not only restricted to literature, but also evident in the visual arts and music.

My heart is clear and pure,  
Gott wolle uns vereinen.  
Let god unite us.  
Seit du von mir gefahren,  
Since you have left me,  
Singt stets die Nachtigall,  
The nightingale always sings.  
Ich denk‘ bei ihrem Schall,  
Her song makes me think  
Wie wir zusammen waren.  
About our having been together.  
Gott wolle uns vereinen,  
Let god unite us,  
Hier spinn‘ ich so allein,  
Here I am spinning so lonely.  
Der Mond scheint klar und rein.  
The moon shines clear and pure,  
Ich sing‘ und möchte weinen.  
I sing and want to weep.

The form of this nocturne is unique in that it is essentially a “night song,” or “night lyric” in the old tradition of “Volkslied” ballads. It is highly romantic insofar as the I-speaker, a spinning-maid—who is herself reminiscent of the *Moirai*, or Fates in Greek mythology—is obsessed with an experience of unrequited love. We include her song in this survey because Brentano points to another common facet of the nocturne—the association of the “night” with poetic inspiration. For Brentano is, in the above lines, giving us a highly running commentary. Like Keats’s “Ode to a Nightingale” some two decades later, the author uses sympathy with the nightingale—a bird peculiar for singing late in

the evening—to invoke the muse of nocturnal melancholy which is a hallmark of nocturne poetry throughout the world. However, the speaker (the poor spinning-maid) is desperate because she (like Voss's passionate speaker) can only nostalgically recall her experience of romantic love while she works, spinning her threads for eternity.

**“When I think about Germany at night”—Heine’s “Night Thoughts”**

In 1843, Heinrich Heine (1797-1856) composed his poem *Nachtgedanken*. Heine, without any doubt one of the soundest Romantic poets, never lost his sense for reality. His life was a never-ending struggle between artistic sensibility and political reality. Many of his love poems use Romantic materials but are at the same time suspicious of the feelings they represent. In Heine's poems, Romanticism and poetic virtuosity, sensibility and emotions often meet skepticism and criticism, irony and satire. After the French “July Revolution” in 1830, Heine immigrated in 1831 to Paris where he spent the rest of his life. Although a lawyer by education, he never took up a position, but instead lived on his writings, family support and, later, a secret pension given to him by the French government. His nocturne “*Nachtgedanken*” is worth quoting in full:

Denk ich an Deutschland in der Nacht,  
When I think about Germany at night,  
Dann bin ich um den Schlaf gebracht,  
Then I am robbed of my sleep,  
Ich kann nicht mehr die Augen schließen,  
I can not close the eyes any more,  
Und meine heißen Tränen fließen.

And cry my heart out.  
Die Jahre kommen und vergehn!  
The years come and go!  
Seit ich die Mutter nicht gesehn,  
Since I last saw my mother,  
Zwölf Jahre sind schon hingegangen;  
Twelve years have passed;  
Es wächst mein Sehnen und Verlangen.  
My longing and craving grows.  
Mein Sehnen und Verlangen wächst.  
My longing and craving grows.  
Die alte Frau hat mich behext,  
The old woman has bewitched me,  
Ich denke immer an die alte,  
I keep always thinking of the old,  
Die alte Frau, die Gott erhalte!  
Old woman. God bless her!  
Die alte Frau hat mich so lieb,  
The old woman cares so much about me,  
Und in den Briefen, die sie schrieb,  
And from the letters she wrote,  
Seh ich, wie ihre Hand gezittert,  
I see how her hand was trembling,  
Wie tief das Mutterherz erschüttert.  
How deep mother's heart was shattered.  
Die Mutter liegt mir stets im Sinn.  
Mother is always on my mind.  
Zwölf Jahre flossen hin,  
Twelve years passed,  
Zwölf lange Jahre sind verflossen,  
Twelve long years have passed,  
Seit ich sie nicht ans Herz geschlossen.  
Since I last embraced her.

Deutschland hat ewigen Bestand,  
Germany will exist forever  
Es ist ein kerngesundes Land,  
It is in the best of health,  
Mit seinen Eichen, seinen Linden  
With its oaks and limes,  
Werd ich es immer wiederfinden.  
I can always find it again.

Gottlob! Durch meine Fenster bricht  
Thanks God! Through my windows breaks  
Französisch heitres Tageslicht;  
French cheerful daylight;  
Es kommt mein Weib, schön wie der Morgen,  
My wife comes, beautiful as the morning,  
Und lächelt fort die deutschen Sorgen.  
And smiles away the German worries.

Nach Deutschland lechzt ich nicht so sehr,  
I would not long for Germany that much,  
Wenn nicht die Mutter dorten wär;  
If my mother would not be there;  
Das Vaterland wird nie verderben,  
The fatherland will never perish,  
Jedoch die alte Frau kann sterben.  
But the old woman may die.

Heine's rhymed ten-stanza poem is a declaration of love for his old mother. He misses her very much since he hasn't seen her for twelve years. Her shaky hand-writing tells him that she has grown old and feels very moved when writing letters to the speaker, who left Germany twelve years ago and now resides in Paris, in exile. He wails about the troubled times Germany is presently going through in the lead up to the Franco-Prussian War and how many good friends he has lost over the last years. Nevertheless, he states that Germany is a healthy country which will never parish.

Seit ich das Land verlassen hab,  
Since I have left the country,  
So viele sanken dort ins Grab,  
So many sank there into their graves,  
Die ich geliebt - wenn ich sie zähle,  
The ones I loved - if I count them,  
So will verbluten meine Seele.  
My soul will bleed to death.

In sum, in Heine's "Night Thinking" concern about Germany is basically allegorized through a longing for his mother. As he confesses in the first two lines of stanza seven: I would not long for Germany so much if my mother were not there. His painful reflections come to an end when the cheery morning light of Paris brightens up his room and the appearance of his beautiful French wife chases away all his worries. Unlike the three previous poems, the poet longs in this poem not for his lover but his mother. His yearning for her is sometimes covered up by worries about his homeland. For twelve long years he has neither seen Germany

Und zählen muß ich - Mit der Zahl  
But count I must - With the number  
Schwillt immer höher meine Qual,  
Swells up my pain,  
Mir ist, als wälzten sich die Leichen  
I feel like the dead bodies tossed and turned  
Auf meine Brust - Gottlob! Sie weichen!  
On my chest - Thanks God! They move away!



nor his old mother. This spatial and temporal distance causes great pain in him.

## Section II: The Nocturne and Nostalgic Memory in Tang Poetry:

雷填填兮雨冥冥

The thunder rumbles and the rain darkens;

猿啾啾兮狢夜鳴

The gibbons mourn, howling all the night;

風颯颯兮木蕭蕭

The wind whistles and the trees are bare.

思公子兮徒離憂

I think of the young lord and sorrow in vain.

--屈原, “山鬼”

(Qu Yuan, “Mountain Ghost”)<sup>5</sup>

### Introduction:

It is first necessary to overcome the Western stereotype of the Tang as a period in which poets employed a blank, impersonal lyrical style sans I-pronoun to comment on incidental subjects like a walk in the park or a lonely night of drinking. For while it is true that Tang poetry is almost totally devoid of “I” speakers, interest in themes of specifically

<sup>5</sup> Qu Yuan (340-278 B.C.E.) is regarded as a “patriotic” poet for, upon hearing of his king’s murder by enemy troops of Qin, committed suicide by jumping into the Miluo river. His lyrics, *Encountering Sorrow*, are counted among China’s most cherished poetic accomplishments. Like subsequent and preceding generations, Qu Yuan’s melancholic, romantic stance toward politics and human culture had a tremendous impact on the poetry of the Tang, especially in the formation of the “nocturne.”

“personalized” suffering or loss became popular first in the Tang and can be traced to a renewed admiration of “romantic” verses like those by Qu Yuan above. His “Sorrows at Departure” (Li Sao) set a “nocturne” precedent—with the image of the lonely Chinese poet as a saddened and basically outcast speaker—to be followed by later generations of poets, especially by Tao Qian (陶潛, 365-427) and the great writers of the Tang Dynasty discussed below.<sup>6</sup> According to the most erudite contemporary literary historian of the Tang, Stephen Owen, it was during this period that a new situation arose in which “the singularity of the person is closely related to a new interest in ownership and property which, like identity, is conceptualized in terms of the exclusion of others” (Owen:1996 16). The Tang “nocturne” [yesi or yeyi shi] played a vital role in the development of Tang poetry especially in this regard—i.e., in producing a distinctly “private” form of speech which was inspired by the night.

“Individualism” is too strong a word for what Owen has in mind, so he chooses his words carefully when he speaks about Tang poetics. What he means, however, is that by the late Tang poets began to place a new stress upon personal style, often emphasizing the speaker’s personal role in issues such as land ownership, his affiliation with other poets or literary circles. These Tang sociological trends, we should understand, lead to a new emphasis on “singular” style as a critical element of increasing numbers of evaluations of literary merit. For if, as Stephen Owen claims, during

<sup>6</sup> See Stephen Owen’s *The End of the Chinese Middle Ages* (Stanford: Stanford UP, 1996).

the Tang we finally arrive at where “the relation of poetic composition to experience is described as a re-envisagement,” and where poetic composition had already lost its supposedly “organic” connection to experience, then we can better appreciate the nocturne as a gesture of self-conscious individuation (Owen 1996: 5). As with the German Romantics experiments with the nocturne, Tang nocturne poetry is also a kind of manipulation of the act of writing about oneself.

As mentioned above, however, it is also important to understand the role of traditional Chinese aesthetics in producing this kind of poetry, for in the Confucian-dominated tradition a cap must always be kept on the personal, individual grief which is directly opposed to the social totality to which the poet (often an officially) belongs and is responsible for. Private expressions of grief like those found in Qu Yuan above were thus often frowned upon by the mainstream of China’s Confucian-trained literati. Countering this *apersonal* aesthetic ideology, however, is the fact that throughout Chinese history a Taoist inspired aesthetic sensibility which eschewed convention and stressed the “hedonistic” vice of personal lyrical expression has always existed. Indeed, the Tang can be thought of as a kind of literary rebellion against traditional anti-individualism in the arts, and the drunken dandy-figure of Li Bai is the chief icon of this tradition. For Li Bai and many other Tang poets, the nocturne genre allowed them to give vent to “night thoughts” which were free from reasonable, responsible, workaday questions of applied Confucian moral theory. Thematically, in traditional *yin-yang* theory the “night” is

associated with the influx of an *yin* force which is feminine, irrational, and generally counteractive to the quotidian world of daily life. In a sense, the Chinese nocturne was an ideal literary “space” which could be filled with insomniacal thoughts or seemingly trivial, fleeting experiences caused by a lack of clearness, reason, or the practicality of daily life.

The staggering number of poems entitled “night-something” or indicating a nocturnal theme in the twenty-eight volume *Complete Tang Poetry* anthology is evidence enough that the Tang was in fact a Golden Age for this kind of nocturnal poetry. Yet, the central claim we wish to put forth regarding this great mass of neglected literary production is that many of these works, far from being trivial or occasional verse, allow poets to express feelings of nostalgia as a “singular” force acting on them from afar, as is nicely illustrated in Li Bai’s most famous poem, “Night Thoughts,” and Wei Zhuang’s “Night Thoughts on Tower Terrace.” However, all of the four poems of “night thinking” discussed below feature a common set of motifs that are centered on this image of the lonely, or basically nostalgic, poet as a man of the midnight hours. Other common themes which help reinforce this impression of the speaker of Tang nocturne poetry as a homesick loner are motifs of painful distance, dreamlike delusions, and tranquil moonlit scenes filled with images of home. The nocturne, even if considered a subgenre of traditional “Mountains and Water poetry” [山水詩] could be regarded as a nostalgic form of verse.<sup>7</sup>

<sup>7</sup> 見：王國瓊【中國山水詩研究】(台北：聯經出版社，1986)。The nocturnes mentioned here are all characteristic “mountain-and-water”

**“I dream that I’m home”—Li Bai’s “Quiet Night Thoughts”**

In his study *Li Po and Tu Fu*, Stephen Owen comments that “Quiet Night Thoughts” by Li Bai (Li Po, 701-762) “must be the best known now of all Chinese poems, especially among Chinese overseas,” and that most any Chinese waiter living abroad could recite it from heart (Owen 109). The reason the poem is so well known to Chinese living outside of China is that the work is so poignantly “nostalgic”:

“Quiet Night Thoughts”	“靜夜思”
Before my bed there is bright moonlight	床前明月光,
So that it seems like frost on the ground:	疑是地上霜。
Lifting my head I watch the bright moon,	舉頭望明月,
Lowering my head I dream that I’m home.	低頭思故鄉。

It would be impossible to adequately paraphrase a poem as concise and perfect as this, however, Li Bai’s evocative description can be outlined with a brief summary of its contents: the poet briefly awakens in the middle of the night, only to mistake (疑) the moonlight on his

---

poems insofar as they all “look to nature as a means of narrating their feelings and expressing their will” (抒情言志), p. 13.

floor for frost on the ground. He then raises his head, looks up at the moon, and falls back to sleep, only to dream of home. What Owen renders as “dream of home” can be literally read as “think of [my] hometown.” The translator’s goal is to make Li Bai’s poem sound as nostalgic in English as it does in Chinese, but it is worth pausing over the idea that “thinking of my hometown” (思故鄉) for a moment, for what the poet experiences is a brief delusion followed by a memory of his town covered in frost.

This final moment of reflection captures and summarizes the poem’s central tension—that there is a contrast between the here-and-now and “home.” This tension is resolved in the last line as a “defining” moment of the poem insofar as “quiet night-thinking” (“靜夜思”) winds up becoming “thinking of [my] hometown” (思故鄉). The speaker’s final lines, “lowering my head, I [think of my hometown]” explain the appeal of this poem to nostalgic Chinese living abroad—divorced from China in body, they can nonetheless vicariously experience “home” in dreams or “night thoughts.”

**“A Solitary Lantern”—Wei Zhuang’s “Night Thoughts on Terrace Tower”<sup>8</sup>**

Wei Zhuang’s (韋莊 851-909) late-Tang nocturne departs only slightly from Li Bai’s shorter poem in terms of form (it is comprised of two five syllable quatrains instead of one), but in terms of mood and sentiment the two are

---

<sup>8</sup> Wei Zhuang’s poem “章台夜思” is best known because it was included in the famous Qing Dynasty anthology *Three Hundred Tang Poems*: 《唐詩三百首》 332 頁

virtually identical. The poem describes an evening spent on the outskirts of the Tang capital Chang An, at Terrace Tower, and records the experience by giving nostalgic expression to “night thoughts” concerning loss:

Far through the night a harp is sighing,  
清瑟怨遙夜,  
with a sadness of wind and rain in its strings.  
繞絃風雨哀,  
There's a solitary lantern, a bugle-call—  
孤燈聞楚角,  
and beyond Terrace Tower, down goes the moon.  
殘月下章台。  
Fragrant grasses have changed and faded  
芳草已云暮,  
while still I hope my old friend will come.  
故人殊未來,  
There are no more messages I can send him,  
鄉書不可寄,  
now that the wild geese have started to fly south.  
秋雁又南迴。

As often happens in Tang nocturnes, the poem begins with a description of the night. Moreover, as is also common, the night is a space populated by things both remote and bewitching. Here, in the second and third lines respectively, the speaker describes how the notes of a distant harp carry sadness across vast distances, a lonesome lantern shines, and a lone bugle calls out in a manner that lends the poem a quite enchanting feel. The second line's music which carries a “sadness of rain and wind in its strings” is then paired with the image of “fragrant grasses have changed and faded.”<sup>9</sup> But

<sup>9</sup> Here the original of “changed and faded” (云暮, [yunmu]), is literally “clouds - dusk.”

although this “hollow,” sadly nocturnal feeling is infused with a tone of nostalgia in the subsequent lines, when the speaker mentions his “old friend” he is nonetheless “hopeful” that his loneliness will pass and their friendship be rekindled.

The underlying tension of the poem lies in the dichotomy it sets up between this promise of friendship and the sense of disappointment and sadness present throughout. Nostalgia is the crucial element here, I think, for it allows both hope and sadness to coexist simultaneously in the poem. It is also the organizing “topos” around which the proximity/distance theme is, rather neatly, divided between the first and second quatrains. This tension develops as a play between the sadly remote music, the distant lantern, the far-away, descending moon, and the final lines' decay of fragrant grasses, “old friend” who does not come, the “messages I cannot send [home]” and the southern flight of the wild geese. As an organizing principle, here nostalgia arrays the immediate present (sadness and the hollow night) against the past (friendship and youth), making the former seem desolate and hollow like the night. For this reason, it is quite in keeping with Tang nocturnes, such as like Pei Yizhi's “Night Thoughts.”

#### “A Lonely Pavilion”—Pei Yizhi's “Night Thoughts,” “夜意”

Pei Yizhi's (裴夷直, early 9<sup>th</sup> century) seven-syllable regulated verse poem “Night Thoughts” is perhaps the least known of the four poems discussed in this section. All that is

known about Pei is that he received his doctorate (*jinshi*) and served as an official for some time as the magistrate of Suzhou and Huazhou, so very little is known of his literary life or the circumstances surrounding his composition of “Night Thoughts.” The poem reads as follows:

Scattered thin at the horizon, the forest is  
without shadows

蕭疏盡地林無影

Vast in scope, Even the moonlit sky has waves

浩蕩連天月有波

Standing alone, the empty pavilion Has someone  
sleeping in back.

獨立空亭人睡後

The wind from the Luo bridge amplifies the  
water’s voice.

洛橋風便水聲多

Here, as with Li Shangyin’s nocturne below, the poet attempts to convey an image of a quiet evening of reflection that flirts with allegory, with its lonely tower symbolizing the speaker’s detachment and the wind taking up (*bian*) the “voice” and adding to its strength as a poet “amplifies” nature’s imagery in writing. The initial lines thus describe a distant horizon—literally the “farthest land”—with a non-descript, unshaded forest paired against an oceanic, wave-ridden night sky. These two “land/heaven” lines are rich in parallelisms and subtle contrasts, but they are parallels that point to a unity of earthly and heavenly phenomena (viz the forest and moonlit sky which are one,

and the “scattered” and “vast” descriptions of this terrain). The nocturnal world, as Pei describes it here, is a realm of enchanting cosmic unity and surprising similarities.

There are echoes of Wei Zhuang in this as well, as for example in the image of the remote, “empty pavilion” standing alone in the night (like Wei’s Zhang Terrace), and the sounds of the night which come from the river-water (as the light from the lantern). The “space of the night” is populated by ethereal sounds, vague phantom-images, and objects symbolic of loneliness, and this makes us aware of the poet as a melancholy observer of isolated things. In sum, this “mountain and water” (山水詩) poem is literally *about* the “nightscape” it describes, but it is important to understand that this nightscape is rich in meaning and depicts the symbolic of a unity of “thoughts” and world. This is a tendency that will be repeated in Li Shangyin’s

#### “Flying Home in Dreams”—Li Shangyin’s “Night Thoughts”/“夜意”

Originally considered a proud, somewhat “decadent” author of erotic or extravagant verse, Li Shangyin (813?-858) is a poet whose reputation has been growing steadily since the fall of the Tang. For an exemplary example of the nocturne’s relation to remembrance, we should turn to Li Shangyin’s “Night Thoughts” for instruction.<sup>10</sup> In this short, five verse poem

<sup>10</sup> Li Shangyin also wrote another, longer and less well known nocturne titled “Night Thoughts,” “夜思”. See the *Complete Tang Poems* as Vol. 16, Chpt. 541 p. 6248. 《全唐詩》

the author describes a sleepless night spent in an exotic bedroom far from home:

“Night Thoughts”

“夜意”

A hanging screen, a half-rolled-up curtain; 帘垂  
幕半卷，

The pillows are cold, the quilts still fragrant. 枕  
冷被仍香。

What does my soul, for the sake of remembrance,

如何為相憶，

Fly in a dream across the Hsiao and Hsiang? 魂  
夢過瀟湘。

On the surface, this poem is a simple, “imagistic” reflection on the process of thinking about home in the middle of the night. What makes the poem unique, and marks it as representative of the nocturne form, however, is that, in a mere four lines, the author manages to ask something profound about the nature of memory and the unconscious.

In the first line the speaker offers a concise view of his nocturnal domain, describing in detail his environment—a tidy assemblage of fabrics: the screen, the curtain, the pillow. We can guess that this room is far from home because the hanging screens and scented pillows are typical features of hostels and guest rooms of that time as well as ours. Moreover, the quilts are “still fragrant” and the pillow as yet “cold,” indicating that the speaker has not yet slept in

the bed. Then comes the abrupt shift typical of the regulated five-syllable Tang poem, the cut to a momentary episode of reflection:

How does [the] soul, for the sake of  
remembrance,  
Fly in a dream across the Hsiao and  
Hsiang?

Modifying the translation somewhat, here the poet asks: *how* does one’s ‘spirit’ (or *hun*) travel in dreams across such vast distances “for the sake of” recollection? It is easy to imagine that the question was already prepared for us in the way the room was described as being in a temporary, almost pristine state—i.e., this specific space versus that remote space (across the rivers Hsiao and Hsiang)—and as an event that takes place outside of time. The question of “how” (rather than “why” in Liu’s translation) seems significant, for the poet is not asking why he dreams of home, but *how*.

There is a sense of wonder in the idea that one can traverse vast distances as a “spirit” simply by entering sleep, and it is this “enchanted” about the night which is most typical of the Chinese nocturne. For although Li’s speaker is clearly homesick (“for his wife” according to Liu’s gloss on the poem), what concerns us here is *why* he is homesick at night—i.e., what magical thing occurs to inspire his “night reflections”? Liu notes that Li is “remembering” his wife because what we call “remembrance” in English translation is actually “xiangyi,” or recollection. It might be better to argue that Li Shangyin’s nocturnal reverie is

inspired by the night to reflect on the night.

Conclusion: the Nocturne and Nostalgia  
East/West

To conclude, it is worth wondering again why people, and writers of a romantic bent especially, have always tended to think about their troubles at night, or just before bed-time. Whether obsessed with a love affair, wistfully thinking of home, or wondering what the future will bring, could it not be that restless, sleepless nights have always been the most appropriate time to write poetry? If we are in search of a central feature or motif of the nocturne poem, then it can be shown that, in both groups of nocturnes discussed above, the feeling of homesickness or nostalgia is central to the genre. Indeed, it appears that nostalgia functions to allow the time aspect to be dramatically spatialized into a topos, or space, of longing for home, a loved one, or place. In the West the nocturne has, since Goethe's "Night Thoughts" at least, shown itself to be a particularly resilient literary form for depicting the night as a haunting "place" of remembered desires. In Li Shangyin's "Night Thoughts" too we saw that "space" and memory have to be understood for the poet to feel satisfied with his expression of passion. Indeed, Li Bai's famous "Quiet Night Thoughts" is also about recollections of home told from a remote locale. In his pioneering 1979 study, *Yearning For Yesterday*, sociologist Fred Davis claimed that, as a form of consciousness, "nostalgia thrives on transition, on the subjective discontinuities that engender our yearning for continuity," and that in its "collective manifestations," nostalgia "thrives on the rude transitions rendered by history, on the

discontinuities and dislocations wrought by such phenomena as war, depression, civil disturbance, and cataclysmic natural disasters" (Davis 49). In periods of turmoil or strife such as the late Tang and the era of Romanticism in Germany, one can easily imagine the need for a "nostalgic" poetry that could give vent to concerns for one's loved ones and nation. But the nocturne is not exclusively nostalgic, as we saw in Pei Yizhi. It is our hope that this survey has taken a tentative step toward identifying and understanding these cultural homologues and concerns which appear, if not universal, then at least common—in the best senses of that word.

#### Works Cited

- Brentano, Clemens Der Spinnerin Nachtlied. In: Swales, Martin (Ed.) *German Poetry: An Anthology from Klopstock to Enzensberger*. Cambridge: Cambridge University Press, 1987 (page 73).
- Davis, Fred Yearning for Yesterday. New York: MacMillan, 1979.
- Eichendorff, Joseph von Novellen und Gedichte. Zürich: Ex Libris Verlag AG, 1952.
- Goethe, Johann Wolfgang von Goethe Werke. Frankfurt a.M.: Insel, 1977.
- Heine, Heinrich Heinrich Heine Werke. Frankfurt a.M.: Insel, 1976.
- Owen, Stephen Li Po and Du Fu. London: Penguin, 1973.
- . The End of the Chinese Middle Ages. Stanford, Stanford UP, 1996.

Schlegel, Friedrich      Lucinde. Stuttgart, Reclam, 1963.

Wu Fusheng      The Poetics of Decadence: Poetry of the Southern Dynasties and Late Tang Period. Albany: SUNY Press, 1998.

Voss, Johann Heinrich      Poetische Originalwerke. Wien: Pichler, 1811. We are extremely grateful to Ms. Elke Daucher from the Informationszentrum Altstadt of the Heidelberg University Library, Germany, for her precious assistance in providing this rare edition for our research.

Wackenroder, Wilhelm Heinrich/Tieck, Ludwig      Herzenergießungen eines kunstliebenden Klosterbruders. Stuttgart: Reclam, 1975.

Wang Guoying      Researches in Chinese Mountain and Water Poetry. Taipei: Lianjing Publishers, 1986. 王國瓔 【中國山水詩研究】 (台北: 聯經出版社, 1986).

Weise, Christian      Der grünenden Jugend überflüssige Gedancken. Leipzig: Fritsch, 1680. We are extremely grateful to Mr. Uwe Kahl from the Altbestand department of the Christian-Weise-Bibliothek in Zittau, Germany, for his precious assistance in providing this rare edition for our research.



## 大學校園外籍生之多元文化教學探究

### Dealing with Diversity in Teaching --how to manage cross-cultural situations with minority students on the university campus

姚振黎

Yao, Chen-Li

Ching Yun University

[chenliyao@cyu.edu.tw](mailto:chenliyao@cyu.edu.tw)

#### 摘要

教育學中之多元差異涵蓋種族、國籍、性別、宗教、學生個別性向、氣質、學習能力與興趣等。台灣的大學校園中，外籍學生日漸增多，渠等負笈異邦，對語言障礙、文化差異所帶來之學習困難，尤值關注。近半世紀，多元差異之定義容或有所改變，唯時至今日，已與多元文化教育之研究結合。本篇寫作方法以美國教育政策與學校行政為經、中國教育典籍為緯，經定緯成，使理論與實務結合，蕪對多元文化會通，大學校園中之教學、師生互動，效棉薄之力。

**關鍵字：**多元文化教育、文化差異、比較教育

## **Abstract**

Diversity in teaching and leadership includes many factors, such as race, gender, religion, ability and interest. International students especially face many language and cultural barriers, as well as problems of racial and sexual discrimination.

Over the past four decades, diversity has taken on a variety of very different meanings. The earliest conception, a product of the 1960s, refers to representation in, or admission to college. Diversity today refers to the emerging concepts of pluralism or multiculturalism.

This article inquires into diversity of heredity and background, interests and needs, values differences. After raising the questions, it works to define the role of mentor and sympathetic listener and share strategies in developing diversity.

This methodology employs both American theory and Chinese classical canons. At the same time, it uses practical Chinese examples to achieve the goal of cross-cultural acceptance and help the minority students on the campus. This is helpful not only for teachers, but also for education administrators.

**Key words** : diversity, leadership, multiculturalism

Before discussing “dealing with diversity”, People would like to illustrate the problem by introducing an allegory derived from a wise and humorous philosopher of ancient China – Zhuang Zi (4<sup>th</sup> cent. B.C.)

The emperor of the South Sea was called Shu [Brief], the emperor of the North Sea was called Hu [Sudden], and the emperor of the central region was called hun-tun [Chaos]. From time to time, Shu and Hu came together for a meeting in the territory of Hun-tun, and Hun-tun treated them very generously. Shu and Hu discussed how they could repay his kindness. “All men,” they said, “have seven openings so they can see, hear, eat, and breathe. But Hun-tun alone doesn’t have any. Let’s try boring him some!”

Every day they bored another hole, and on the seventh day Hun-tun died<sup>1</sup>

People often find it easy to think about everything from their own standpoint. Even if they have the best intentions, it is similar to the emperors of the South and North Seas. From their point of view, “We both have seven openings. On the contrary, Hun-tun has none. How terrible and pitiable he is!” Consequently, because of their enthusiasm and sympathy, it resulted in Hun-tun passing away! If people cannot understand, respect, and accept others’ diversity, or if people are not broadminded, to talk about diversity will be similar to “climbing a tree to catch fish” – a fruitless approach. It will remain an insoluble problem.

---

<sup>1</sup> Watson, Burton (1968). Translator. The Complete Works of Chuang Tzu. “Seven: Fit for Emperors and Kings”. New York: Columbia University Press. p. 97.

While studying in America, I audited an American History class. In our class the professor lectured to over one hundred students. It was a very impressive experience for me to observe that there was a sign language interpreter, even though there was only one deaf student. They still had a lady who stood by the professor and interpreted in sign language for the disabled student. I was deeply touched. It was an example of how diversity is emphasized and opportunity is afforded to everyone in that country.

Diversity in teaching and leadership includes many factors, such as – (1) race, (2) gender, (3) religion, (4) ability, and (5) interest. My experience in education provides a similar example. There are many barriers for an international student: (1) language barriers, (2) cultural barriers, as well as problems of (3) racial and (4) sexual discrimination. I would like to discuss the first two.

### **Language and Cultural Diversity**

As an international student, I encountered language and cultural barriers. There were numerous language barriers. For example, when Americans use the colloquial expression, saying something is “Mickey Mouse,” I know it does not just refer to a cartoon, but can also be an idiomatic expression. I asked a Chinese woman who has been in the country over ten years and has taught in elementary school to explain it, but she did not know what the term meant. Finally, I learned from an American that if something is “Mickey Mouse,” it means that it is not sophisticated, that it is silly and childish. This simple expression requires no careful thinking by those whose native language

and culture is English/USE, but it is confusing for international students who must spend time clarifying the meaning – in case it is of great importance.

Trying to understand American expressions can be difficult because of the cultural context. Another example would be the expression “to lose one’s shirt”. (Fisher & Ury, 1991)<sup>2</sup> This American expression is not readily understood by the international students. I can find many similar idioms in my studies everyday, and I do not know their meanings. When I took the course, “School and Society” in the Winter Quarter, 1993, Prof. Harkins said “assume you come from the inner city, and do not have pretty clothes, etc.....” The meaning of “inner city” was not obvious to me. I had to look up the definition. I asked my classmates after class. They told me it is a poor area, that often develops when the affluent whites moved out and the local economy goes bad. I was surprised at this answer and told them the inner city is an area of wealth for Chinese. People can save commuting time, and can also look around the department stores and shop conveniently. The price of housing in the inner city areas is always the most expensive. Chinese call it the “diamond area”. Only the rich can afford to pay for inner city housing in Taiwan. My American classmates were surprised to learn this.

There is a big difference between studying social sciences and studying natural sciences. My Chinese friends asked me, “Do you know why we choose a major in chemistry, math, electrical engineering, computer science, or

pharmacy? It is because in these subjects we can communicate by just showing the formula, and the professors understand what we mean. Moreover, we will meet a lot of Chinese students in the classrooms. We can speak Mandarin in the classroom. The American students are sometimes a minority in the class. We eat at the Village Wok (a Chinese restaurant by the campus) or go to the China Market, or other oriental stores after class. It’s so much fun.” Nevertheless, I cherished my study environment, because it broadened my views and offered me the opportunity of cross-cultural study. Moreover, according to the contract that I made with the Ministry of Education, I would leave here immediately when I obtained my degree. I knew I should make the most of the limited time. Therefore, when my Chinese friends knew that I had been there for only four years, all of them were surprised that my English and acculturation had improved so much. So, on the one hand, there is a “problem” that many Chinese students primarily choose subjects that do not develop their English proficiency, but, on the other hand, students who pursue the social sciences often find phrases and cultural contexts very confusing. This led me to ask myself how this problem might be solved.

From these examples people can see that international students have to cope with many problems in addition to usual problems any student may face. We must find better ways to accommodate students from other countries.

Would it be possible to train volunteers, who are enthusiastic and patient enough to help international students, to serve as their mentors? Volunteers can also develop leadership attributes and teaching skills by helping international

<sup>2</sup> Fisher, R. & Ury, W. (1991). Getting to Yes. New York: Penguin Books.

students acquire knowledge and skills for their work assignments. There is not enough support for international students when the vocabulary is hurriedly explained in the restroom or in a hallway.

### ***The Role of Mentors: Sympathetic Listening Is the First Skill***

Marcel Ackard said, “ Women like silent men. They think they are listening.” Television star, Barbara Walters, claims that it doesn’t matter what you say at a cocktail party, because no one is listening to you anyway. She says she knew a woman who was so tired of having people at parties ask her, “How are you?” and then pay no attention whatsoever to her answers, that she decided to give an absurd answer. In response to their stereotyped “how are you,” she responded cheerfully, “I’m dying!” All through the party she kept this up, and the only replies she got were stock comments, such as “That’s good” or “You certainly look great.”<sup>3</sup>

Dr. Donald Walton analyzed why more and more people are going to psychiatrists, where they may pay \$100 an hour or more. For what? For one thing, the doctor listens, carefully and sympathetically. If you learn to listen to people—really listen in the right way—your rewards can be as great or greater.<sup>4</sup>

Robert Beck, Head of Prudential Insurance considers the failure to listen and understand to be one of the greatest weaknesses in business. (Walton, 1989. p. 24)

We need to establish a system that identifies students willing and able to be mentors, and provides training for developing the mentor relationship and the tutoring function, monitoring the progress of both persons, so as to facilitate effective development of both persons. An international student’s interest in a mentor is what aroused my interest in Rousseau’s idea of the tutor.

Jean-Jacques Rousseau was an important French philosopher and writer in the eighteenth century. His thoughts not only had a great influence upon education, but also produced a significant influence upon modern civilization.

In his famous book – ‘Emile, ‘Emile was an aristocratic and rich son. Therefore, he was far away from real life situations. It was more unusual for a son to grow up in an aristocratic family than in a common family; Rousseau thought ‘Emile should sever the relationship with his family, as well as with the hypocritical society that he grew up in, and that he should learn about real life.

Rousseau also thought it was better for ‘Emile to choose a teacher who was sagacious and fit to teach him about life instead of only about extraordinary skills. Even if the responsible teacher was ‘Emile’s stupid father, that was all right. But ‘Emile’s father was dead, so Rousseau suggested another teacher – a tutor, the ideal practitioner of educational theory. The tutor was not only young, but had a chose interest, and emotional tie with ‘Emile. Furthermore, the tutor was not preoccupied with his personal salary. Rousseau once said, “Teaching is so noble a business, that no one engages in this occupation for money. But that

<sup>3</sup> From Walters, Barbara (1970). How to Talk with Practically Anyone about Practically Anything, New York: Doubleday.

<sup>4</sup> Walton, Donald (1989). Are You Communicating? You Can’t Manage without It. New York: McGraw-Hill. p. 24.

does not mean that working for money is not worthwhile.” (Boyd, W. 1962)

The tutor must have the spirit of respecting work. He should teach the student until the student has learned, because changing teachers would have an impact on the student’s learning. The tutor was to be the student’s guardian. His length of service was based on the child’s need. It was better for the period to be longer.

### ***Changing in Dealing with Diversity: an Old Issue with a New Face***

In the United States, the issue of diversity, in both everyday life and in the business world, has been two-faced since the Revolutionary War was fought in the late 1700s. The one face, the principle, the belief espoused, has been that regardless of age, sex, race, or ethnic background, each individual should be given the same opportunity as any other individual. He should be treated fairly and allowed to develop to his full potential. Since the late 1950s, the second face has become painfully clear: that in practice this principle did not and does not exert much influence over either personal life or organizational life in the United States.<sup>5</sup>

When examining diversity, an essential question is “What constitutes diversity?” Many colleges and universities seek international students as a component of the large picture of diversity, though diversity generally includes race, gender, religion, ability and interest. Many times international students will experience problems based on one or all of these diverse categories. For this reason, examining

the experiences of racial minorities or religious minorities or any other minority groups can provide a parallel to the experiences of international students. In studying the implementation of diversity on fourteen United States college campuses, Arthur Levine found the minority students interviewed often expressed a feeling of being uncomfortable and feeling illegitimate in traditionally majority institutions. One young black woman said that she felt “like an unwelcome guest on campus” rather than a member of the community.<sup>6</sup>

Over the past four decades, diversity has taken on a variety of very different meanings. The earliest conception, a product of the 1960s, refers to representation in, or admission to college. The goal originally was to develop a minority presence on campus. With time, the definition has expanded. The notion of minorities has grown from blacks to include a variety of underrepresented populations ranging across race, religion, gender, and ethnicity. Once thought of largely in terms of students, the focus of diversity has broadened to include faculty, staff, administrators, and trustees.

A second definition of diversity developed in the 1970s is support or retention. This has meant compensatory services, financial aid, diversity support groups and activities, special residential units, and diversity studies departments such as Afro-American and Women’s Studies.

A third meaning, a product of the late

---

<sup>5</sup> Jackson, Bailey W. (1992). Human Resource Management, Spring & Summer 1992, Vol. 31, Numbers 1 & 2, pp. 21-34.

---

<sup>6</sup> Levine, A. (1994). Diversity on Campus. Derived from: Higher Learning in America: 1980-2000. Edited by Levine, A. (1994). Maryland: Johns Hopkins Paperbacks edition. pp. 334-336.

1970s and the early 1980s, is integration. The focus is on incorporating historically underrepresented groups, which have become segregated on campuses, into the larger campus population.

A fourth and final notion of diversity, emerging today, is pluralism or multiculturalism. Here the aim is to legitimize both the intellectual and the emotional aspects of diverse cultures in academic and campus life in teaching, research, and service. The goal is equity among diverse cultures and a symbiosis among them.<sup>7</sup>

#### ***Diversity of Heredity and Background***

The target of education is people. Owing to differences in heredity and learning, everyone is influenced by his background. One function of education is to foster the merits of one's background so that they become stronger. Another function of education is to mend the drawbacks of one's background, which will lead to self-improvement. If educators ignore these key points, the education is not only of no help, but even becomes harmful. Confucius observed this, so he emphasized teaching students in accordance with their aptitude. Even when his students asked the same question, he had different answers according to the different background and needs of each student.

Zilu asked Confucius whether he should immediately carry into practice what he heard. The Master said, "There are your father and elder brothers to be consulted;--why should you act on that principle of immediately carrying into practice what you hear?" Ranyou also asked Confucius whether he should immediately carry into practice what he heard, and the Master

answered, "Immediately carry into practice what you hear." Gongxi Hua then asked Confucius, "Zilu asked whether he should immediately carry into practice what he heard, and you said, 'There are your father and elder brothers to be consulted.' Ranyou asked whether he should immediately carry into practice what he heard, and you said, 'Carry it immediately into practice.' I, Gongxi Hua, am perplexed, and venture to ask you for an explanation." The Master said, "Ranyou is retiring and slow; therefore, I urged him forward. Zilu has more than his own share of energy; therefore, I kept him back." (Confucian Analects, Book XI. Hsien Tsin, Chap XXI)<sup>8</sup> In addition, the Master said, "To those whose talents are above mediocrity, the highest subjects may be announced. To those who are below mediocrity, the highest subjects may not be announced." (Confucian Analects, Book VI. Yung Yey, Chap XIX)<sup>9</sup>

This educational theory is similar to that of Lao Zi, the ancient Chinese philosopher (3<sup>rd</sup> cent. B.C.), who said, "The wise student hears of the *Tao*,<sup>10</sup> and practices it diligently. The average student hears of the *Tao* and gives it thought now and again. The foolish student hears of the *Tao* and laughs aloud." (Tao Te Ching, Chap. forty-one)<sup>11</sup>

<sup>8</sup> Legge, J (1815-1897), (1960 reprint). Translator, Confucian Analects, book XI. Hsien Tsin (Xian Jin). Chap. XXI, The Oxford University Press. pp.244-245.

<sup>9</sup> Legge, J., Confucian Analects. Book VI. Yung Yey (Yong Ye), Chap. XIX, The Oxford University Press. 1960. p. 191.

<sup>10</sup> *Tao* means the highest abstract principles of the Chinese philosophy.

<sup>11</sup> Feng, Gia-fu and English, Jane, translators, (1972). Lao Tzu's Tao Te Ching (Lao Zi's Daode jing), Chap. forty-one. New York: Random House, Inc.

<sup>7</sup> Ibid, note 6.

### *Diversity of Interests and Needs*

To achieve successful teaching, the students must make a contribution. The students' contribution includes engaging with the learning by being quiet during the important explanations and instructions, but also asking perceptive questions when appropriate. If a student never pays attention to his learning, he cannot develop enjoyment and reward from studying, even though the teacher's materials and approach are of very high quality. Mencius, the ancient Chinese philosopher (3<sup>rd</sup> cent. B.C.) told this parable:

Now chess-playing is an art, though a small one; but without his whole mind being given, and his will bent to it, a man cannot succeed in it. Chess Qiu is the best chess-player in all the Kingdom. Suppose that he is teaching two men to play;--the one gives all his mind to the game, and bends to it all his mind, doing nothing but listen to Chess Qiu; the other, though he seems to be listening to him, has his whole mind running on a swan which he thinks is approaching, and wishes to bend his bow, adjust the arrow to the string, and shoot it. Though the latter is learning along with the former, his progress is not equal to the former. Is it because his intelligence is not equal? Not so.<sup>12</sup>

Most Chinese teachers are not concerned about the students' IQ. On the contrary, they are concerned with students' dedication, with single-hearted devotion, and the effort they make. I would like to give an example of what

happened at a Chinese Language School in Minnesota when I taught there.

I taught Chinese language and literature to Chinese-Americans at the Chinese School. One of the students told me her goal was to win the Oscar award for acting. She was eager to go to New York instead of attending school in Minnesota. Everyone except for her, thought this was a wild dream. Moreover, she was a minority in this white society. I never had the opportunity to correct her assignments during the semester, because she never turned them in to me, even though I gave an assignment every week. Instead, she always listened to her Walkman and was restless in the class. From her attitude and expression I was reminded of the Chinese allusion that she felt as if she were sitting on a bed of nails. But her mother is satisfied with the situation, and told me, "It is better that she attends the class, otherwise, she calls her boyfriends all the time. I cannot control her." When other students enjoyed the Chinese philosophers' wisdom, intelligence and humor, she said: "Boring!"

In keeping with the teachings of Confucius, no student's needs can be disregarded. Therefore, the dedicated teacher searches for methods to understand the student's needs and works to approach the students with stimulating teaching.

In this case, I as a teacher needed to examine my teaching and adopt different teaching approaches to reach the diverse needs of the students.

### *Diversity of Values*

I appreciate watching the NBA Charlotte Hornets play basketball—especially No. 1,

<sup>12</sup> Legge, J., translated (1875). *Life and Works of Mencius*, Book VI. *Kaou-Tsze*, Part I. Philadelphia: J. B. Lippincott and Co. p. 316.



Muggsy Bogues. Bogues is only 5'3" tall. Even if we compare him to the height of an average Oriental person, he is still very short. In addition, I do not need to mention that even if someone is 6'6", that is still short for the NBA.

They say that Bogues is not only the shortest player at present, but also the shortest person in NBA history. But this guy is not our common dwarf, he is one of the most outstanding guards of all time, with fewer mistakes than any other player. His ball-control is first class. He has an accurate long-shot, and he is not the least bit afraid of fighting with the taller players, when driving the lane.

Bogues's playing looks like a hornet as he runs over the whole court. People think he not only comforts the hearts of all of the short people in the world who ardently love basketball, but inspires the inner willpower of ordinary people. Is Bogues a natural-born past master? Definitely not. This result comes from willpower, and hard training. He once accepted a reporter's request for an interview, in which he talked about the process of his thoughts when he went to the NBA.

Bogues has been unusually short since he was a little boy. He has always had a deep love for basketball. Almost every day he would play and practice basketball with his companions. At that time, he had a dream that he would play basketball in the NBA, because a player in the NBA not only has quite a high salary, but also enjoys admiration and honor from society. That is the biggest dream for all American adolescents who love to play basketball.

When Bogues told his companions, "I will

play basketball in the NBA when I grow up," all of his listeners could not help laughing at him, because they "firmly believed" that a dwarf who is only 5'3" cannot participate in the NBA under any circumstances.

Their derision could not daunt Bogues' aspirations. He spent many times more the amount of time practicing basketball than the tall players did. Eventually, he became an all-rounder in basketball. At the same time, he also became a superb guard. He took full advantage of his small size to become dexterous and quick in action. His center of gravity is lower than that of any one else on the court, so that he makes the least number of mistakes. Because his short build makes him less noticeable to other players, he finds it easier to seize the basketball.

Today, Bogues is a famous star-player. He says, "Once upon a time, my companions laughed when they heard that I wanted to participate in the NBA. Now, they often boast to others, 'When I was young, I used to play basketball together with Bogues of the Charlotte Hornets.'"

The story of Bogues reminds us of the story of the Buddhist monk, Pan-shan.

One day, the Buddhist monk, Pan-shan Bao-ji, passed the market. By chance he heard a conversation between a customer and a butcher.

The customer told the butcher, "Give me one pound of excellent pork."

After the requirement had been met, the butcher laid down his knife, and asked a question in reply, "Which one is not excellent

pork?”

The customer was struck dumb by the reply. But Pan-shan, standing beside them, suddenly saw the light.

In our life, we often judge value by our subjective opinions. But, what defines value? In the NBA, we assume that only people over 6’6” can play basketball. But, why can a person who is only 5’3” not resolve to be a player? Every person has his own opinion of what is “excellent”. Society also uses public opinion to judge the fitness of everything. Can we try to respect diversity?

### **Valuing Differences**

Valuing differences is the essence of synergy—the art of reconciling and combining the mental, emotional, and psychological differences between people. And the key to valuing those differences is to realize that all people see the world, not as it is, but as they are.

If I think I see the world as it is, why would I want to value the differences? Why would I even want to bother with someone who’s ‘off track’? My paradigm is that I am objective; I see the world as it is. Everyone else is buried by the minutia, but I see the larger picture. That’s why they call me a supervisor—I have super vision.

If that’s my paradigm, then I will never be effectively interdependent, or even effectively independent, for that matter. I will be limited by the paradigms of my own conditioning.

The person who is truly effective has the humility and reverence to recognize his own perceptual limitations and to appreciate the rich resources available through interaction with the

hearts and minds of other human beings. That person values the differences because those differences add to his knowledge, to his understanding of reality. When we’re left to our own experiences, we constantly suffer from a shortage of data.

And unless we value the differences in our perceptions, unless we value each other and give credence to the possibility that we’re both right, that life is not always a dichotomous either/or, that there are almost always third alternatives, we will never be able to transcend the limits of that conditioning.

“If two people have the same opinion, one is unnecessary. It’s not going to do me any good at all to communicate with someone else.” Dr. Stephen Covey says, “I don’t want to talk, to communicate, with someone who agrees with me; I want to communicate with you because you see it differently. I value that difference.”<sup>13</sup> (1990, p. 278)

The importance of valuing the difference is captured in an often quoted fable called “The Animal School,” written by educator Dr. R. H. Reeves:

Once upon a time, the animals decided they must do something heroic to meet the problems of a “New World,” so they organized a school. They adopted an activity curriculum consisting of running, climbing, swimming and flying. To make it easier to administer, all animals took all the subjects.

<sup>13</sup> Covey, Stephen R. (1990). *The Seven Habits of Highly Effective People: restoring the character ethic*. New York: A Fireside Book. p. 277-278.

The duck was excellent in swimming, better in fact than his instructor, and made excellent grades in flying, but he was very poor in running. Since he was low in running he had to stay after school and also drop swimming to practice running. This was kept up until his web feet were badly worn and he was only average in swimming. But average was acceptable in school, so nobody worried about that except the duck.

The rabbit started at the top of the class in running, but had a nervous breakdown because of so much makeup in swimming.

The squirrel was excellent in climbing until he developed frustrations in the flying class where his teacher made him start from the ground up instead of from the tree-top down. He also developed charley horses from over-exertion and he got a C in climbing and a D in running.

The eagle was a problem child and had to be disciplined severely. In climbing class he beat all the others to the top of the tree, but insisted on using his own way of getting there.

At the end of the year, an abnormal eel that could swim exceedingly well and also could run, climb and fly a little had the highest average and was valedictorian.

The prairie dogs stayed out of school and fought the tax levy because the administration would not add digging

and burrowing to the curriculum. They apprenticed their children to the badger and later joined the groundhogs and gophers to start a successful private school.

We can apply Li Bai's poetry, "My innate talent is definitely useful." ("Poem of Wine")

### ***Learning to Listen***

Experience suggests that visions that are genuinely shared require ongoing conversation where individuals not only feel free to express their dreams, but learn how to listen to each others' dreams. Out of this listening, new insights into what is possible gradually emerge.

Listening is often more difficult than talking, especially for strong-willed managers with definite ideas of what is needed. It requires extraordinary openness and willingness to entertain a diversity of ideas. This does not imply that we must sacrifice our vision "for the large cause." Rather, we must allow multiple visions to coexist, listening for the right course of action that transcends and unifies all our individual visions. As one highly successful CEO expressed it: "My job, fundamentally, is listening to what the organization is trying to say, and then making sure that it is forcefully articulated."<sup>14</sup> (Senge, 1990)

When one has the authority to lead others, one should broaden one's mind to listen to the different sounds, and guard against being opinionated. One should especially, avoid being subjective and one-sided. Nearly a

---

<sup>14</sup> Senge, Peter M. (1990). The Fifth Discipline: The Art and Practice of the Learning Organization. Part III, Chap 11: "Shared Vision". New York: Doubleday. p. 218.

thousand years ago, Su Shi (1037-1101), who has been regarded by many as the greatest of Song poets, wrote, "I am afraid the crystal domes and jade halls, would be too cold on high."<sup>15</sup> Especially for a Chinese leader, when he assumes a high position, the honest and upright will keep a distance from him. He will be surrounded by flatterers, or those who slander others. If slanderous talk or calumny encircle the leader, and the information comes from the people who fawn on those above and bully those below, the leader will really be in a sorry plight,

---

<sup>15</sup> Birch, Cyril (1965). Anthology of Chinese Literature: from early times to the fourteenth century. Su Shi: Tune: "Water Music prelude". New York: Grove Press, Inc. p. 356.

Tune: "Water Music Prelude" [Shui-diao ge-tou]

**Mid-Autumn Festival**

1076

On the mid-autumn festival, I drank happily till dawn and wrote this in my cups while thinking of Zi-you, my younger brother.

When did the moon begin to shine?  
Lifting my cup I ask of heaven.  
I wonder in the heavenly palaces and castles  
What season it is tonight.  
I wish to go up there on the wind  
But I am afraid the crystal domes and jade halls  
Would be too cold on high.  
So I dance with my limpid shadow  
As if I were no longer on earth.

Around rich bowers,  
Into sweet boudoirs,  
Shining upon the inmates still awake  
The moon should have no regrets.  
Why is she always at the full when men are separated?  
Men have their woe and joy, parting and meeting;  
The moon has her dimness and brightness,  
waxing and waning.  
Never from of old has been lasting perfection.  
I only wish that you and I may be ever well  
and hale,  
That both of us may watch the fair moon,  
even a thousand miles apart.

and feel his position is too high and too cold for him. It is absolutely necessary for him to be able to listen to honest people who may disagree with him. He must learn to entertain a diversity of ideas.

**Developing Diversity**

Students are almost universally the driving force behind diversity in educational settings. They prod their colleges to do more and more.

Many campuses are tense. Minority students often express a feeling of being uncomfortable and feeling illegitimate in traditionally majority institutions. As mentioned earlier, one young black woman said that she felt "like an unwelcome guest on campus" rather than a member of the community (Levine, 1994)

The topic of diversity evokes a variety of feelings from whites. Students express feelings varying from apathy, anger, and fear to calls for action, approbation regarding current conditions, and helplessness. One of the most poignant conversations in Levine's study was with a diverse group of students who could not figure out how to talk to one another; their differences seemed insurmountable, and no one knew how to get past them. There was a lot of anger on many of the campuses studied—some open, much submerged. (Levine, 1994)<sup>16</sup>

There are far fewer support services or efforts to understand people whose diversity is their ethnic culture, especially international students. The following ideas represent suggestions to expand support for diversity.

**1. Put yourself in the speaker's shoes**

---

<sup>16</sup> Ibid, note 6.

Leaders should be careful to avoid being subjective or one-sided. The old Native-American adage says, "You can't understand another person until you've walked a mile in his moccasins." Art Linkletter once described an incident that occurred on one of his shows:

"I recall an incident that taught me not to judge hastily, but to try to understand the other person's point of view:

"On my show I once had a child tell me he wanted to be an airline pilot. I asked him what he'd do if all the engines stopped out over the Pacific Ocean. He said, 'First I would tell everyone on the plane to fasten their seatbelts, and then I'd find my parachute and jump out.'

"While the audience rocked with laughter, I kept my attention on the young man to see if he was being a smart alec. The tears that sprang into his eyes alerted me to his chagrin more than anything he could have said, so I asked him why he'd do such a thing. His answer revealed the sound logic of a child; 'I'm going for gas ..... I'm coming back!'"<sup>17</sup>

James L. Lundy wrote Ten Commandments for Maintaining Good Interpersonal Relationships in 1986. The Eighth Commandment is, "To Avoid Gossip, Negative Comments about Others. Don't support or participate in unconstructive bitching session behind the backs of others."<sup>18</sup>

<sup>17</sup> Ibid 4. p. 32.

<sup>18</sup> Lundy, James L. (1986). Lead, Follow, or Get out of the Way: Leadership Strategies for the thoroughly Modern Manager. CA: San Diego, Slawson Communications, Inc. pp.

## 2. Hold others in high esteem

Appreciate others as real human beings with feelings and needs for self-esteem and recognition. Be interested in their thoughts, their circumstances, their families, and their futures. (Lundy, p. 147) Teachers and leaders should respect and address diversity in international students. People should give more thought to the needs of the international students. They should try to see things from different perspectives, with an open mind. Dr. Robert L. Dilenschneider says he has a friend by the name of Dan Boland, who is a Ph.D. and an ex-priest, and who recently wrote a paper on the priest as a leader. In it, he describes the skill of "intensive, non-interruptive listening..... Listening intently and supportively, without judging or criticizing, without intruding or correcting, is difficult (if not unthinkable) for many priests who exert control and believe that preaching is more important than listening!" (It's easy to substitute "leader" for "priest" in that characterization.) Boland argues that "maintaining intense, riveted, unwavering interest (even with uninteresting people) is indeed a mildly heroic enterprise [but] effective leaders listen *intently, uncritically and constructively—without interrupting challenging or defending—until they understand not simply the words but the deeper inner meaning of the speaker.*"<sup>19</sup>

## 3. The earnest ear

Number one on Dr. Donald Walton's list of

146-147.

<sup>19</sup> Dilenschneider, Robert L. (1992). A Briefing for Leaders: Communication as the Ultimate Exercise of Power. "III The communicator's template: 13 The earnest ear" New York: Harper Business. pp. 206-207.

requirements for a good communicator is being a good listener. By this he means a totally focused, receptive attitude which communicates to the speaker that he consider the advisee to be the most important person in the world during the time they are speaking.<sup>20</sup>

#### **4. Don't hog the floor**

“If you make a habit of monopolizing the conversation, people will soon get out of the habit of listening to you. This applies even if you're the boss and they're forced to sit still while you go on and on; they simply turn off their minds to much you say. A prime example of this turnoff to monologues is what happens in many classrooms when teachers “lecture” instead of inspiring participation. (Walton, 1989. p.77) Similarly, when an international student is silent, or his attitude is gentle, or he speaks slowly, it does not mean that he necessarily agrees with the professors' comments. Sometimes international students are silent because they may have difficulty with the language barrier. Students are diverse when it comes to culture, ability, characteristics, personal style, background, and goals. Professors should respect these differences in students.

#### **5. Sift shreds of data to identify new megaforges**

Dr. Robert L. Dilenschneider offers the following approach—Constantly weed out old—and new—preconceptions. Information is all around us. It increasingly has an impact on every kind of organization, and moves with accelerating speed. The effective use of external (or “soft”) information is no passive exercise. Mastering information is the first and one of the most formidable communications

tools available to the leader. Leaders are responsible for seeing that relevant information is gathered and analyzed. Most of all, they must place external information into a context for the mentor or adviser, and show their students how the achievement of their goals is connected to relevant external events.<sup>21</sup> Ideally, professors should have the knowledge, perspective and background for cross-cultural education. In practical terms, however, a professor cannot know about cross-cultural education; a professor cannot be familiar with every culture that may be represented by his students. What he can do, however is have an attitude of respect toward the cultural background of every student.

#### **6. Be sensitive and considerate about the feeling of others**

Su Shi (1037-1101), the great prose writer, poet, statesman, philosopher, calligrapher and

painter, had a bosom friend, the Buddhist monk, Fo-yin. Both of them had a sense of humor. They liked to joke with each other. One day, they were sitting in meditation. Su Shi laughed suddenly, and remarked to Fo-yin, “Your gesture is similar to cow dung. What do you think my gesture is?” Fo-yin answered, “A bodhisattva.” (A bodhisattva is a being that is destined for enlightenment.) Shi was very pleased after listening to Fo-yin's comment. After returning to his house, Shi told his younger sister, Xiao-mei. The younger sister, being very perceptive, said, “My dear brother, don't be glad too early. Because you often think of dirty things, you connected Fo-yin's gesture with cow dung. Fo-yin's mind is light, open and

<sup>20</sup> Ibid 4. p. 165.

<sup>21</sup> Ibid 4. p. 165.

aboveboard, so he associated your gesture with a bodhisattva.” Don’t succumb to opportunities for humor at the expense of others. Be compassionate, and give support freely during others’ times of need. Be patient and understanding. (Lundy, p. 147)

### Conclusion

Hui Shi, Zhuang Zi’s intimate friend, said to Zhuang Zi, “The king of Wei gave me some seeds of a huge gourd. I planted them, and when they grew up, the fruit was big enough to hold five piculs. I tried using it for a water container, but it was so heavy I couldn’t lift it. I split it in half to make dippers, but they were so large and unwieldy that I couldn’t dip them into anything. It’s not that the gourds weren’t fantastically big—but I decided they were no use and so I smashed them to pieces.”

Zuang Zi said, “You certainly are dense when it comes to using big things! In Sung there was a man who was skilled at making a salve to prevent chapped hands, and generation after generation his family made a living by bleaching silk in water. A traveler heard about the salve and offered to buy the prescription for a hundred measures of gold. The man called everyone to a family council. ‘For generations we’ve been bleaching silk and we’ve never made more than a few measures of gold,’ he said. ‘Now, if we sell our secret, we can make a hundred measures in one morning. Let’s let him have it’ The traveler got the salve and introduced it to the king of Wu, who was having trouble with the state of Yue. The king put the man in charge of his troops, and that winter they fought a naval battle with the men of Yue and

gave them a bad beating.<sup>22</sup> A portion of the conquered territory was awarded to the man as a fief. The salve had the power to prevent chapped hands in either case; but one man used it to get a fief, while the other one never got beyond silk bleaching—because they used it in different ways. Now you had a gourd big enough to hold five piculs. Why didn’t you think of making it into a great tub so you could go floating around the rivers and lakes, instead of worrying because it was too big and unwieldy to dip into things! Obviously you still have a lot of underbrush in your head!”<sup>23</sup>

Let’s become outstanding teachers/leaders and get rid of that “underbrush in our heads”!

### Reference Books

[1] Birch, Cyril (1965). Anthology of Chinese Literature: from early times to the fourteenth century. New York: Grove Press

[2] Covey, Stephen R. (1990). The Seven Habits of Highly Effective People: Restoring the Character Ethic. New York: A Fireside Book. pp. 277-278.

[3] Dilenschneider, Robert (1992). A Briefing for Leaders: Communication as the Ultimate Exercise of Power. New York: Harper Business.

[4] Feng, Gia-fu & English, Jane (1972) translators. Lao Tzu’s Tao Te Ching (Lao Zi’s Daode jing). New York: Random House, Inc.

<sup>22</sup> Because the salve, by preventing the soldiers’ hands from chapping, made it easier for them to handle their weapons.

<sup>23</sup> Ibid 1. “One: Free and Easy Wandering” pp. 34-35.

[5] Fisher, R. & Ury, W. (1991). Getting to Yes. New York: Penguin Books.

[6] Legge, J. (1815-1897), (1960 reprint). Translator, The Confucian Analects. The Oxford University Press.

[7] Legge, J. (1815-1897), (1875). Life and Works of Mencius. Philadelphia: J.B. Lippincott and Co.

[8] Levine, A (1994). Edited, Higher Learning in America: 1980-2000. Maryland: Johns Hopkins Paperbacks edition.

[9] Lundy, James L. (1986). Lead, Follow, or Get out of the Way: Leadership Strategies for the Thoroughly Modern Manager. CA: San Diego, Slawson Communications, Inc.

[10] Senge, Peter M. (1990). The Fifth Discipline: The Art and Practice of the Learning Organization. New York: Doubleday.

[11] Walton, Donald (1989). Are You Communicating? You Can't Manage without It. New York: McGraw-Hill.

[12] Walters, Barbara (1970). How to Talk with Practically Anyone about Practically Anything. New York: Doubleday.

[13] Watson, Burton (1968). Translator. The Complete Works of Chuang Tze. New York: Columbia University Press.

本文於 21 January 2006, 在 Comparative Education Society of Hong Kong,

Department of Education Studies, Hong Kong Baptist University 主辦  
“Continuity and Change in Comparative Perspectives”會議演講, 文字稿依本刊審查後修改通過刊登。



# 清雲科技大學《清雲學報》

## 徵稿簡約

- 一、本學報對外公開徵稿及發行，歡迎**工程科技、基礎科學、人文社會、商學管理、語言藝術**之學術論著。
- 二、來稿以**二萬字**為原則，論文文字請使用繁體中文或英文，須依照學術著作體例撰寫（請參照行政院國家科學委員會《研究彙刊》體例）。
- 三、請勿同時一稿兩投，來稿由本學報編輯委員會送請校內或校外學者專家雙向匿名審查。
- 四、來稿一經採用刊登，即致送**當期學報一本及抽印二十五本**，不另致酬。
- 五、本學報各篇文字由作者負責校對，內容亦由作者完全負責。
- 六、來稿須標示**中、英文篇名、關鍵詞及一百五十字至三百字之中、英文摘要**。
- 七、來稿皆須另附作者中、英文簡介，註明真實姓名、服務單位、職稱。
- 八、作者請注意著作權之相關規定，凡有引用資料，均應註明出處。
- 九、來稿必須繕打清楚。稿件中如有圖片或特別符號，請用墨水在白紙或圖紙上描繪清楚，以便製版；照片宜用黑白光面原件。稿件均需以**A4**紙幅、雙欄排版列印，並請自行裝訂成冊。
- 十、本學報除以紙本形式發行外，將授權電子出版，投稿人須於論文通過審查後，簽署「著作權讓與同意書」（詳如附件）以進行電子化作業。若僅同意以紙本形式發表者，請於來稿時特別註明。
- 十一、本學報為半年刊，下期截稿日期為**95年6月30日**。
- 十二、請將來稿影印成**一式三份**，並附電腦磁片（請以**Word**系統排版）。來稿請寄至：

32097 中壢市健行路 229 號 清雲科技大學 清雲學報編輯委員會 收  
電話：886-3-458-1196 轉 6323

E-mail：[chenliyao@cyu.edu.tw](mailto:chenliyao@cyu.edu.tw)



## 《清雲學報》著作權讓與同意書 (投稿者基本資料表)

字數/頁數	論文類別	<input type="checkbox"/> 中文	<input type="checkbox"/> 英文
論文名稱	中文		
	英文		
作者資料	姓名	服務單位及職稱	
第一作者	中文		
	英文		
共作者 A	中文		
	英文		
共作者 B	中文		
	英文		
共作者 C	中文		
	英文		
共作者 D	中文		
	英文		
論文類別	<input type="checkbox"/> 理工類	<input type="checkbox"/> 資電類	<input type="checkbox"/> 管理類
	<input type="checkbox"/> 人文社會類	<input type="checkbox"/> 其他	
	(O)	(H)	
作者代表或聯絡人	行動電話：		
電話及聯絡地址	E-MAIL：		
	地址：		

本篇著作未曾以任何方式出版或發行，且無一稿多投、抄襲等情況。如有不實而致使 貴學報違反著作權或引起糾紛，本人願負一切法律責任。本稿件授權《清雲學報》以紙本、光碟片及網路出版方式發行。

投稿人簽名：\_\_\_\_\_

中華民國 年 月 日



## 清雲科技大學《清雲學報》論文撰述體例

\*本刊採用行政院國家科學委員會《研究彙刊：人文及社會科學》撰述體例

### 一、格式

- (一)、來稿請以橫式撰寫，務請電腦打字處理，行間距離請勿過小。
- (二)、來稿每篇以二萬字為原則。
- (三)、來稿首頁須載有
  - 1.論文題目
  - 2.作者姓名
  - 3.任職機構作者如不祇一位，請在作者姓名與任職機構之右上角加註\*，\*\*，\*\*\*等對應符號，以便辨識。任職機構請寫正式名稱，分就每位作者書明所屬學校、系所或研究單位。
  - 4.通訊地址及電話。
  - 5.頁首短題（**running head**）以不超過十五個字為原則。
- (四)、來稿次頁為論文摘要，限 500 字以內；並在摘要之後列明中文之關鍵詞彙（**Key words**）（以不超過十個為原則），依筆劃順序排列。
- (五)、來稿本頁以英文書明論文題目、作者姓名及任職機構，最後則為英文摘要（以不超過五百字為原則）與關鍵詞彙。
- (六)、來稿的裝訂順序為首頁資料、中文摘要（及關鍵詞彙）、正文（及參考文獻或註釋）、末頁資料及圖表。圖表編號必須與正文中之編號一致。

### 二、標點符號

請用新式標點符號。「」(引號)用於平常引號、第三級引號；『』(雙引號)用於第二級引號(即引號內之引號)；《》用於書名，如《資治通鑑》；〈〉用於論文及篇名，如〈《皇朝經世文編》關於「經世之學」的理論〉。唯在正文中，古籍書名與篇名連用時，可省略篇名符號，如《淮南子·天文篇》。

### 三、子目

篇內各節，如子目繁多，請依子目次序標明。如子目簡單，請依次序自由選用，其次序為：壹、一、(一)、1、(1)、甲、(甲)。

### 四、分段與引文

- (一) 每段第一行第一字前空兩格。
- (二) 直引原文時，短文可逕入正文，外加引號。
- (三) 如所引原文較長，可另行抄錄，每行之第一字均空三格。

### 五、註釋

- (一) 注釋採頁底註，每註另起一行，其編號以每篇論文為單位，順次排列。
- (二) 注釋號碼，請用阿拉伯數字，如(1)(102)。如在正文中，置於正文右上角，標點符號後。如係引文，則置於引文末之右上角，如：

景德四年(1007)，又下詔規定：

自今中書所行事關軍機及內職者，報樞密院。樞密院所行事關民政及京朝官者，報中書。<sup>6</sup>

(三) 注釋內之引用文獻，可選下列二種方式之一。

1. 第一種方式：引用文獻第一次出現時，須列舉全部出版資料，第二次以後可用簡單方式。所謂全部出版資料，舉例如下：

(1) 古籍須列書名、版本、卷數及頁數，如：

(6) 《詩經》(藝文影印阮刻十三經注疏本)，卷一〈關雎〉頁 5 上。

(2) 專著或注疏，須先列著者(或注家)姓名，次列書名、出版地點、出版書局、出版年份及頁數，如：

(4) 董作賓：《甲骨年表》，上海：商務印書館，1937，頁 15。

(3) 如係論文，須加列論文集名稱或期刊名稱及卷期數；如係期刊，出版地點及出版人名稱可以省略；如：

(12) 蔡元培：〈論大學應設各科研究所之理由〉，《東方雜誌》，1935，第 32 卷，第 1 號，頁 13-14。

(21) 官崎市定：〈宋代官制序說〉，載佐伯富編：《宋史職官志索引》，京都：京都大學東洋史研究會，1963。頁 16-22。

2. 第二種方式：在正文中直接列出作者、文獻出版年份及頁數，如：

現在看一看董先生(1954：27-34)與薛鳳生(1976：76-77)給中原音韻十九個韻部所擬測的韻母系統。

#### 六、簡稱

可使用已經約定俗成的簡稱。然名稱若尚無約定俗成的簡稱，則第一次使用時須用全稱。

#### 七、製圖與圖片

(一) 圖片面積不可過大，能清楚辨識內容即可。

(二) 圖片須以黑色墨水筆細心繪於可加複製的白色描圖紙上。本刊亦刊登第一手或高水準圖形的照片。

(三) 圖說包括標題與說明文字，皆置於圖形之下。圖紙背面以鉛筆輕寫作者姓名與圖形(照片)編號。

(四) 圖說之符號與文字須以黑色墨水撰寫，字體不宜過大，應配合圖形之尺寸，然以能清楚辨識為限。

(五) 放大的圖片應說明放大比例。

(六) 圖頁裝訂在稿件最後部分。

#### 八、製表

(一) 表之製作，須在於表比文句更能表達文義時方為之。

(二) 表須製於白紙上，配合正文加以編號，並書明表之標題。若有進一步的解釋，則可另作註記。表之標題應置於表之上，表之註記應置於表之下。

(三) 表中文字用簡稱。若簡稱尚未約定俗成，或未曾在正文中出現，則須註

記全稱。

(四) 表頁裝訂在稿件最後部分。

#### 九、誌謝

誌謝詞應另起一頁，置於正文及註解之後、參考文獻之前，及末頁資料及圖表之前。謝詞應力求簡短扼要。若要註明國科會專題研究計畫編號時，請置於誌謝。

#### 十、參考文獻

不以註釋方式引用文獻書目之完整出版資料者，須在全篇論文之後列出全部參考（引用）文獻之完整出版資料。

各類文獻之寫法如下：

##### (一) 中文專書

許倬雲：《中國古代文化的特質》，台北：聯經出版事業公司，1988。

嚴耕望：《中國地方行政制度史》，上編，卷中，〈魏晉南北朝地方行政制度〉，台北：中央研究院歷史語言研究所專刊之四十五，1963。

狄白瑞 (de Bary, W.T.)：《中國的自由傳統》(李弘祺譯)，香港：中文大學出版社，1983。

##### (二) 中文論文

鄒文海：〈從冥律看我國的公道觀念〉，《東海學報》，1963，5(1)，頁 109-125。

梁文榮，麥朝成：〈可變規模報酬與設立免稅區的經濟效果〉，《中央研究院經濟研究所經濟論文》，1987，17(2)，頁 101-129。

孫得雄：〈台灣地區生育態度與行為的變遷〉，載瞿海源、章英華主編：《台灣社會與文化變遷》，台北：中央研究院民族學研究所，1986。

邱錦榮：〈福斯塔四論〉，台灣大學外國語文研究所博士論文，1990。

林衡道：〈台灣的民間傳說〉，漢學研究中心主辦「民間文學國際研討會」(台北市)宣讀之論文，1989。

(三) 英文專書與論文：寫法或形式見英文稿約。

(四) 徵引報紙文章：須列明作者姓名、篇名、報名、出版地、出版時、版(頁)次，如：張其昀：〈中國的領空〉，《申報月刊》創刊號，上海，1932，頁 23-49。〈王之春覆武晶張宮保電〉，《華字日報》，香港，1905 年 1 月 20 日(光緒 30 年 12 月 15 日)，版 1。

(五) 徵引檔案文件：須列明作者名稱、時間、檔案名稱、收藏機構、類號、文件性質，如：〈農工商部收漢冶萍鐵廠公司總函〉(光緒 34 年 2 月 18 日)，《農工商部檔案》中央研究院近代中研究所藏，06-27-15，毛筆原

件。

- (六) 文獻或書目資料，中、外文並存時，依中文、日文、西文順序排列。中文或日文文獻或書目應按作者或編者姓氏筆劃（如為機構亦同）排列，英文則依作者或編者字母次序排列。
- (七) 已接受刊載但尚未發表的參考論文題目，需用「排印中」字樣表示，置於刊載期刊或書名之後。若引用未發表的調查資料或個人訪談，則須在正文內註明，不得列入參考文獻。

#### 十一、校正與抽印

- (一) 論文排妥後即寄請作者校正，務請細心從事（特別是圖表與公式）。若有錯誤，請在校稿上改正，校畢即儘速連同原稿擲還。
- (二) 來稿一經採用刊登，即致送作者當期學報一本及抽印本二十五份。



## Information to Contributors

### 《清雲學報》英文稿約撰述體例敬請參考

PROCEEDINGS of the National Science Council , Republic of China  
Part C : Humanities and Social Sciences

#### I. SUBMISSION OF MANUSCRIPTS

The computer disk plus three hard copies of each manuscript should be sent to :  
Ching Yun University Chungli, Taiwan 32059  
Ph# : 886-3-458-1196 ext.6323  
E-mail : [chenliyao@cyu.edu.tw](mailto:chenliyao@cyu.edu.tw)

#### II .MANUSCRIPT PREPARATION

Manuscripts should be double-spaced, typewritten or printed on only one side of each page, and paginated throughout ( including abstract, figure/table captions, and reference section ) . Good office photocopies are acceptable. Original complete papers should not exceed twenty-seven pages, review articles should not exceed ten pages. Figures and tables should be kept to a minimum. The composition of manuscripts should be the following ( as applicable ) : title pages, abstract, body of paper, appendices, figure captions, figures, and tables. A page in Chinese at the beginning should contain the title, author's name, affiliation, mailing address, abstract, and key words.

##### 1. Title page should contain the following information :

###### (1) Title

Title should be brief, specific, and contain informative words. It should not contain formulas or other symbols.

###### (2) Full name of the author(s)

###### (3) Affiliation

The department, institution and country of each author should be furnished. If there are several authors with different affiliations, authors should be paired with their respective institutes by means of superscript symbols after the author's names in this order \*, \*\*, \*\*\*, etc.

Unless indicated, a single star refers to the author to whom correspondence should be addressed.

###### (4) Mailing address, phone/fax number, and e-mail address of the author to whom correspondence should be addressed.

###### (5) Running head, with no more than 45 letters including spaces.

2. The second page should contain the English abstract and key words.

The abstract should be no longer than 500 words. It should state briefly the reason for the work, its significant results, and conclusions.

Three to ten key words should be supplied after the abstract.

3. Unit

The metric or international standard system should be used for recording length, area, volume and weight. When used in conjunction with numbers, units should be abbreviated and punctuated (e.g. 3ml, 5gm, 7cm).

4. Footnotes

Footnotes should be kept to a minimum and indicated in the text by superscript numbers.

5. Nomenclature

International standards on nomenclature should be used.

6. Abbreviations

Standard abbreviations for certain substances and units of measure do not need to be defined. Non-standard abbreviations should be spelled out on first usage. Both standard and nonstandard abbreviations should also conform to international standards.

7. Figures and Graphs

(1) There should be only one figure per sheet, and its position should be indicated in the text by typing Fig.--on a separate line.

(2) Figures and graphs should be of the smallest possible printed size that does not hinder clarity.

(3) High-contrast computer-generated artwork, drawings in black ink on white paper or tracing paper, or high quality photographic prints of these are all acceptable.

(4) All illustrations should be identified by marking the figure number and author's name on the reverse side. Captions should be typed on a separate sheet, and not included on the figures.

(5) Symbols and lettering should be done in black ink and must be proportional to the size of the illustration. The size of lettering should be chosen so that its smallest elements (superscripts or subscripts) will be readable when reduced.

(6) Magnification must be indicated with a scale if possible.

(7) If the original drawing (or photograph) is submitted, the second copy of the drawing need not be original; clear photoduplicated copies will also be accepted.

## 8. Tables

- (1) Tables should be used only if they will present information more effectively than text.
- (2) Each table should be typed on a separate sheet, briefly captioned, and properly numbered. A table's position in the text should be indicated by typing Table-on a separate line. Explanatory matter should be in footnotes, not as a part of the legend.
- (3) Short or abbreviated column heads should be used, and nonstandard abbreviations should be defined in the legend if not defined in the text.
- (4) Indicate units of measure in parentheses in the heading of each column. Do not change the unit of measure within a column.

## 9. Acknowledgments

Acknowledgments should be stated using a minimum of words and given as a paragraph at the end of the text. Acknowledgments to individuals usually precede those for grant support. Names of grant sources should be spelled out.

## 10. References

- (1) References should be cited in the text by the last names of the author and year. If there is more than one reference to the same author(s) and the same year of publication, the references should be differentiated by a, b, etc. e.g.,  
( Jones,1996 ) ; ( Jones & Smith,1996 ) ; ( Jones, Smith, Chang, & lee, 1992 ) ; ( Reed, 1994a ) , ( Reed, 1994b ) ;.....reported by Smith, Jones, & Chen(1995) [first citation];.....as described by Smith *et al.* ( 1995 )  
[subsequent citations].
- (2) References should be listed in alphabetical order according to the last name of author(s), patentee(s), or editor(s). Give complete information with the title of the paper, report, patent, etc. Do not number references.
- (3) References should be arranged as follows :
  1. For journals  
Galotti, K.M., & Komatsu, L.K. (1989). Correlates of syllogistic reasoning in middle childhood and early adolescence. *Journal of Youth and Adolescence*, 18, 85-96.  
Johnson-Laird, P.N., Byrne,M.J.,& Tabossi, P.(1989). Reasoning by model : The case of multiple quantification. *Psychological Review*, 96, 658-673.
  2. For books  
Kuhn, T.S. (1970). The structure of scientific revolutions ( 2<sup>nd</sup> ed. ) . Chicago, IL : University of Chicago Press.

Gentner, D., & Genter, D.R. (1983). Flowing waters or teeming crowds : Mental models of electricity. In : D. Gentner & A.L. Stevens (eds.), *Mental models* ( Vo1.5, pp.865-903 ) . Hillsdale, NJ : Lawrence Erlbaum.

3. For thesis

Brush, S. (1993). *A case study of learning chemistry in a college physical science course developed for prospective elementary teachers*. Unpublished doctoral dissertation, Florida State University, Tallahassee, FL.

4. For conference papers

George, S.E., & Grace, J.R. (1980). Entrainment of particles from a pilot scale fluidized bed. Paper presented at the meeting of the Third International Conference on Fluidization, Henniker, NH. Edmondson, K.M., & Novak, J.D. (1992). Toward an authentic understanding of subject matter. In : S. Hills (ed.), *Proceedings of the Second International Conference on the History and Philosophy of Science and Science Teaching* (pp.253-263). Kingston, Ontario : Queen's University.

5. For technical reports

Tiller, F.M., & Leu, W.F. (1984). *Solid-liquid separation for liquefied coal industries : Final report for RP-1411-1(EPRIAP-3599)*. Palo Alto, CA : Electric Power Research Institute.

6. For patents

Verschuur, E. (1978). Agglomerating coal slurry particles. U.S. Patent 4, 126, 426.

### III. PROOFS AND REPRINTS

1. Authors will receive galley-proofs of their papers to check for errors. Proofs should be checked against the manuscript and return as soon as possible. Keep alternations to a minimum, and if any, mark them on both galley and manuscript.
2. Twenty-five reprints of each paper will be supplied to contributors free of charge. Additional copies may be supplied at the author's own expense.

### IV. PAGE CHARGE

There are no page charge for publication in the *Proceedings of the NSC*.

### V. COPYRIGHT

Upon acceptance of a manuscript for publication in the *Proceedings of the NSC*, the author will be asked to sign an agreement transferring copyright to the Publisher, who reserves the copyright. No published material may be reproduced or published elsewhere without the written permission of the Publisher and the author.

## 《清雲學報》第二十六卷 第一期

發行人／楊潔豪

出版者／清雲科技大學

總編輯／姚振黎

編輯委員／

- 理工：林仲廉（清雲科大機械）  
王國雄（中央大學機械）  
王銀添（淡江大學機械與機電）  
黃以玫（中央大學機械）  
黃俊鴻（中央大學土木）  
曾文碧（中研院原分所）  
葉維馨（中央大學機械）  
潘貞杰（中央大學太空科學所）  
鄭銘章（中央大學機械）  
蕭述三（中央大學機械）
- 資電：李允中（中央大學資工）  
邵曰仁（輔仁大學統計資訊）  
林康平（中原大學電機）  
洪炯宗（中央大學資電學院）  
許渭州（成功大學電機）  
孫慶成（中央大學光電所）  
張志永（交通大學電機與控制）  
張書通（中興大學電機）  
雷添福（交通大學電子）  
楊勝明（淡江大學機械與機電）  
綦振瀛（中央大學光電所）  
鄭國興（中央大學電機）  
魏慶隆（中央大學電機）

商管：周惠文（中央大學資管）  
胡昌亞（台北科大企管）  
徐千婷（中央銀行經濟研究處）  
郭更生（政治大學企管）  
陳南光（台灣大學經濟）  
張東生（聯合大學經營管理）  
張炳騰（東海大學工管）  
張森林（台灣大學財金）  
黃恆獎（台灣大學國企所）  
黃家齊（東吳大學企管）  
葉家瑜（暨南大學經濟）  
薛義誠（中央大學企管）

人文：王文顏（政治大學文學院）  
王定士（政治大學俄羅斯所）  
何榮桂（台灣師範大學資訊教育、教務長）  
何德華（靜宜大學英文）  
柯華葳（中央大學學習所）  
施懿琳（成功大學中文）  
劉一民（台灣師大體育）  
鄭芳雄（台灣大學外文所）  
鄭志富（台灣師大體育）  
謝國平（靜宜大學文學院）  
Mark Shiu-Kee Shum（University of Hong Kong）  
Richard B. Mather（University of Minnesota）

助理編輯／林金水

出版日期／2006 年 3 月 15 日

出版地點／台灣桃園縣中壢市健行路 229 號 清雲科技大學

Ching-Yun University, Chung-Li, Taiwan 32097

E-mail：[chenliyao@cyu.edu.tw](mailto:chenliyao@cyu.edu.tw),

[minn@cc.ncu.edu.tw](mailto:minn@cc.ncu.edu.tw)