

ISSN (Print): 2077-7973

ISSN (Online): 2077-8767

DOI: 10.6977/IJoSI.201503_3(3)

International Journal of Systematic Innovation



VOL.03, NO.03

March, 2015

Published by the Society of Systematic Innovation

Opportunity Identification
&
Problem Solving

The International Journal of Systematic Innovation

Publisher:

The Society of Systematic Innovation

Editorial Team:Editor-in-Chief:

Sheu, Dongliang Daniel (National Tsing Hua University, Taiwan)

Executive Editors:

Rau, Hsin (Chung Yun Christian Univ., Taiwan)

Editors (in alphabetical order):

- Chen, Grant (Southwest Jiaotong University, China)
- De Guio, Roland (INSA Strasbourg University, France)
- Domb, Ellen (The PQR Group, USA)
- Filmore, Paul (University of Plymouth, UK)
- Feygenson, Oleg (Algorithm, Russia)
- Ikovenko, Sergei (Gen 3 Corporation; MIT, USA)
- Lee, Jay (University of Cincinnati, USA)
- Lu, Stephen (University of Southern California, USA)
- Mann, Darrell (Ideal Final Result, Inc., UK)
- Tan, R.H. (Hebei University of Technology, China)

Editorial Assistant:

- Justin Wu
- Hareesh Pillai

Editorial Board Members: Including Editor-in-chief, Executive Editor, Editors, and Associate Editors.

Editorial Office:

The International Journal of Systematic Innovation

6 F, # 352, Sec. 2, Guanfu Rd,
Hsinchu, Taiwan, R.O.C.

e-mail: editor@systematic-innovation.org

web site: <http://www.IJoSI.org>

CONTENTS

MARCH 2015 VOLUME 3 ISSUE 3

FULL PAPERS

以系統化感性機能矩陣建構果汁機產品造形設計模式

.....陳文亮、吳海南、楊佳蕙 1-12

TRIZ 原理在人力資源管理的運用

.....陳偉星 13-25

莫比烏斯環在三 D 列印的異類結合應用

.....鄧志堅、顧琪君、李雪娟 26-36

應用 TRIZ 理論於探針卡測試設備研發

.....黃乾怡、詹定叡、吳珈錚 37-46

Establishing the Juice Machine Form Design Mode with the Systematic Perceptual Function Matrix

Wen-liang Chen ^{1*}, Hai-nan Wu ², Chia-hui Yang ³

^{1,3} Department of Product Design, Shu-Te University

² Graduate School of Applied Design, Shu-Te University

*Corresponding author, E-mail: cwl@stu.edu.tw

(Received 29 April 2015; final version received 01 December 2015)

Abstract

Along with the changes in lifestyle and needs, people's preferences for products vary as well. Moreover, due to the influence of the past culture and experience on the product's profile, the designer not only has to consider the conditions of the industrial practitioner during the product design, but also needs to understand the emotion and experience placed by the users on the product to effectively convert the invisible needs into the tangible product. However, in the traditional product development process, the designer does not have direct communication with the users when he/she initiates the product design and conducts the structural connection based on the image transferred by the product, resulting in different meanings and expressions of the product perceived by the designer and the users. Therefore, how to make the designer understand the user's emotional perception of the product so as to design a product meeting the needs of users has become an important subject. This study integrates the features of Kansei Engineering and the quality function deployment with the systematic perceptual function matrix, in order to establish a product form design mode to help the designer to quickly grasp the users' needs. Moreover, the process and the applicability of this mode is verified and explained through the case of juice machine. The implement method of this mode is simple. It can effectively clarify the form conception and design process, and reduce the complex numerical calculations at the same time to conduct the product appearance conception. Moreover, it is favorable to the development and assessment of the form design and further improving the implementing efficiency of the design practice, enabling the product form design to better meet the users' feeling, stimulating the users to generate the connection of the joyful and positive emotions, and enhancing the market acceptance and the customer satisfaction.

Keywords: systematic perceptual function matrix, juice machine, form design

References

- Cartier, P. (2011). Most valuable aspects of educational expectations of the students in design education. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 15, 2187-2191.
- Chang, C. C. (1995). *Product Design: Fundamentals and Methods*. Taipei: Liu Ho. (in Chinese)
- Chen, K. S. (2009). Kansei Engineering. *Quality Journal*, 45(4), 21-22. (in Chinese)
- Chen, K. S., Guan, S. S., Deng, I. H., & Chang, Y. M. (2001). Kansei Engineering - Rational Inductive Method. *Industrial Design*, 29(1), 2-16. (in Chinese)
- Cheng, Y. C. & Wu, J. C. (2013). The Study of Kansei Imagery on Cartoon Character's Head Styles for the Elementary Students. *Elementary Education*, 53(6), 62-69. (in Chinese)
- Cheng, Y. P. & Lin, J. C. (2014). The Study of Parent-child Relationship in Emotional TV Marketing Advertisement of Business Image. *Journal of Tung Fang Institute of Technology*, 35, 179-197. (in Chinese)
- Chiu, Y. F. (1993). *The Principles of Formation*. Taipei: Yi Fong Tang Publisher. (in Chinese)
- Chou, C. J. (2001). *Creating a Multi-Kansei Image - Based on Formal Features*, Master's thesis of Institute of Industrial Design. National Cheng Kung University, Taiwan. (in Chinese)
- Fan, S. C., Chuang, M. C., & Hsu, C. C. (2013). A Study on Form Composition and Eye Gaze Position of Positive Kansei Evaluation. *Journal of Design*, 18(3), 63-84. (in Chinese)
- Google., Streamlined Designs, Available online at: <https://www.google.com.tw> (accessed March 8, 2015)
- Google., Juice Machine, Available online at: <https://www.google.com.tw> (accessed December 5, 2014)
- Huang, C. B. (1998). Kansei engineering development status and its application possibilities in distant control interface design. *Zhongri Design Education Symposium*, 4, 17-25. (in Chinese)
- Ke, M. H., Chen, G. J., & Wu, S. M. (2012). The Kansei Features of Actors' Color Make-up Designs of Cats the Musical. *Journal of Arts*, 1, 12-28. (in Chinese)
- Lin, S. Y. & Lien, D. R. (2013). Discussion the Perceptual Factors of Latte Art, and the Relationship between Emotional Vocabularies and Demographic Variables. *Journal of National Taichung University : Humanities & Arts*, 27(2), 43-62.
- Lin, C. Y. (1993). *Form II*. Taipei: San Min Book Co., Ltd. (in Chinese)
- Lin, M. C. (1993). *Form I*. Taipei: San Min Book Co., Ltd. (in Chinese)
- Lin, C. H. (2007). *Basic Design Theory: the Creativity Thinking of Form and Composition*. New Taipei City: Chuan Hwa Book Co., Ltd. (in Chinese)
- Lu, R. C. & Chuang, M. T. (2013). A Study of Using Kansei Engineering into the Appearance Design of Smart Phone. *Journal of Commercial Modernization*, 7(2), 97-115. (in Chinese)
- Mortenson, M. (1985). *Geometric Modeling*. NY: John Wiley & Sons, 450-451.
- Naveiro, R. M. & Pereira, R. C. S. (2008). Viewpoint design education in Brazil. *Design Studies*, 29, 304-312.
- Norman, D. (2010). Why Design Education Must Change. Core77 Design Magazine and resource. Retrieved from: <http://www.core77.com/posts/17993/why-design-education-must-change-17993>
- Su, Z. J., Lin, M. C., & Chen, M. S. (2010). Kansei Engineering Research Applications of Quantitative Formula Page Layouts Company. *Industrial Design*, 38(2), 172-178. (in Chinese)
- Tu, J. C. (2004). *Life style design: culture, life, consumption and product design*. Taipei: Asia-Pacific Publishing Co. (in Chinese)
- Wang, J. S. (2011). *ART Principle*. Heilongjiang Art Publishing House, China. (in Chinese)
- Wang, C. L. & Wang, K. J. (2010). Application Kansei Engineering Research of online shopping site user interface design. *Industrial Design*, 38(1), 44-49. (in Chinese)
- Wong, Y. H. (1997). *The Principles of Formation*. Taipei: Cheng Tai. (in Chinese)
- Wu, J. C. (2004). *Design Sense and Design Consultancy*. Taipei: Asia-Pacific Publishing Co. (in Chinese)
- Yang, M.Y., You, M.L., & Chen F.C. (2005). Competencies and qualifications for industrial design jobs: implications for design practice, education, and student career guidance. *Design Studies*, 26(2), 155-189.

以系統化感性機能矩陣建構果汁機產品造形設計模式

陳文亮¹、吳海南²、楊佳蕙³

^{1,3} 樹德科技大學生活產品設計系

² 樹德科技大學應用設計研究所

*通訊作者，E-mail：cwl@stu.edu.tw

摘要

隨著人們生活型態與需求的改變，對於產品的喜好也隨之有所變化，加上產品的形貌受到過去文化與經驗的影響，使得設計者進行產品設計時，不僅須考量業者條件，更須了解使用者對產品情感與經驗的寄託，以有效地將無形的需求轉化為有形的產品。然而，傳統的產品開發過程，設計者投入產品設計時並無直接與使用者溝通，而是藉由產品所傳遞的形象進行連結，導致設計者與使用者所認知的產品出現不同的意義與表現。因此，設計者如何了解使用者對產品情感的認知，以設計出符合使用者需求的產品便成為重要課題。本研究擬以系統化感性機能矩陣，整合感性工學與品質機能展開之特點，建構輔助設計者能快速掌握使用者需求之產品造形設計模式，並以果汁機為案例，驗證及說明此模式之流程與適用性。研究顯示，此模式具有簡明實施方式，依循此造形設計模式進行產品外觀構思，不僅可有效地將造形發想設計過程明箱化，同時可減少繁複的數值計算，有助於造形設計發展評估，進而提高設計實務的執行效率，使產品造形設計更能迎合使用者感受，刺激使用者產生愉悅與正面情感之連結，提升市場接受度及顧客滿意度。

關鍵詞：系統化感性機能矩陣，果汁機，造形設計。

1. 前言

由於社會的進步與生活水準提高，知識領域的擴充與審美能力的增強，人們對於生活上所必須用的產品，不但注重機能上的條件與效能性的發揮，同時對產品的造形、色彩的調配、材質的感受，更有著強烈的要求。其中，產品的外觀造形更具有傳達產品意象之功能，能引起消費者內心的共鳴與消費動機，使產品的意象在消費者對產品的偏好與選擇中扮演著重要角色，而產品設計風格之目的，在於製造出一個比競爭對手更具吸引力的外觀(吳俊杰，2004)。因此，藉由分析消費者偏好、品味和文化衝擊，設計者才能創造出新的風格與影響產品品味和文化的流行樣式，並且更貼近消費者喜好與需求，提升市場接受度與顧客滿意度。而消費者選擇產品多憑藉於自身對於產品意象的感知，因此如何攫取消費者的感性需求與產品造形要素的關聯性，是設計者現今迫切的任務。本研究以整合感性工學與品質機能展開之特點，建構能輔助設計者快速掌握使用者需求之產品造形設計模式，提供業者與設計者進行產品開發設計過程時，提高設計效率與品質，且更能迎合使用者感受，以達到提升產品銷售之目的。

2. 文獻探討

設計是連結美感與科學的行為，而產品設計應是在美學的基礎下，以科學手法產生出有原則、有美感、具實用性之物品。而設計的目的對於達成設計目標非常重要，因此「設計需求」或「設計條件」應是一項任何設計提案都必須符合的設計目的(張建成，1995)。本章節以了解產品造形、造形設計、感性工學等進行文獻探討與整理，以了解消費者對於產品的情感需求，進行設計要素評估，研究最後並以果汁機為案例進行驗證及說明。

2.1 產品造形

造形的觀念源自於德國，即得自1919年成立的Bauhaus造形學院，它是現代文明的產物，並與抽象藝術不謀而合，而抽象藝術有助於造形的發展。其中，抽象藝術具有形態的精隨，不但與造形相通，亦足以為機械產品現身，使產品形態亦具抽象之美，這種抽象之美可見於流線形的作品之中(圖1)。



圖片來源：Google, 2015

圖 1. 流線形設計作品

由於人們對於流線形的認同，可看出人們對於美的判斷已經有了新意，不再以傳統的趣味或陳腐的標準評論，而這般「新的美感」正是造形的中心課題，它來自於形態的精隨，以及來自調和、比例或秩序原理，也來自於材料的質感、加工與功能。造形不但與美有關，亦與科學有關，例如色彩—光學、美的比例—數學、空間—幾何學、結構—力學，皆為息息相關。造形與形態不同，形態不過是造形的第一個要素，形態包括幾何形態與有機形態，它必須加上色彩、質感、動態、空間等要素，才成其為造形(丘永福，1993)。

從傳統著重學徒制與技術轉變成著重分析及科技，後來變成強調知識與創意思考的方法(Naveiro and Pereira, 2008)，設計會隨著時代與社會的變遷而有所改變，設計師必須有能力面對此現象(Cartier, 2011)。設計過程是設計行為中最主要的核心部份之一，設計師必須對產品開發過程具備相當知識(Naveiro et al., 2008)。而產品意象是指使用者對於產品的形態、色彩、質感、結構等造形特徵所產生的直覺聯想，其中以形態為主要影響因素(陳志偉, 2001)。產品意象是設計師與使用者的溝通媒介，是否能確實的傳達給使用者是產品設計成功的關鍵，使用者若能清楚了解設計師賦予產品的形態意義，在面對新產品時將更能了解產品的意涵，產生共鳴。人們在

消費過程中，經常以產品營造之外觀意象而選擇產品，因此在每個人對於意象的感受力均有差異的前提下，設計師應提升自我意象特質與特性之訓練，以提升對意象的感受力與整合能力。

2.2 造形設計

造形又為視覺藝術，是僅為眼睛而存在的，其語言之媒介為一形狀，主要通過視覺感知。而視覺就是通過人的視覺器官來感知某一客觀事物在某一特定時空的一種最初級的認識活動(王菊生，2011)。

造形必須使人們在視覺上、觸覺上、心理上得到某種程度的感受，此亦為造形的內涵，換言之，任何一項有形的作品，均具有造形的意義，但並非每一創造的作品均能表現出造形的內涵(丘永福，1993)。「設計」與「純粹藝術」的區別關鍵在於，經設計過程而產生的應具有實用性。為了在實用性上獲得更高的滿足，而加上美的要求稱為設計。產業革命之後，為了擺脫過去以技術優先的大量產品，二十世紀初，不論建築、設計都大力提倡「有機能有美」、「形隨機能而生」的口號。其實技術的發展達到能充分實現實用性的滿足時，對「形」的重視就是設計的開始(李薦宏，1995)。

而人們獲得形狀感知，取決於物體外部輪廓邊界線的清晰度和視覺記憶的強度，清晰度是客觀的，直接影響視網膜的分辨度，是生理的，難以改變。但記憶強度是主觀的，是心理的，直接受情感與理智的影響。形狀感知是受情感意識而時常變化，而若記憶強度可以集中強化，也可以分散強化，記憶越強，形狀秩序越好，越概括，視覺判斷越敏感(王菊生，2011)。而藉由有序的客觀物象形狀和有序的主體現象機制完美結合與和諧統一，是產生形式美感的根本基礎。美的形式原理，其中點線面抽象構成包括重複造形、漸層造形、比例造形、均衡造形與律動造形。而在構成的設計內涵中，主要表達對美之形式原理的追求，種類有秩序美、重覆美、漸層美、均衡美、律動美、比例美、對比美與調合美等八種(邱永福，1993)。視覺的形式是造形要素不可或缺的內涵，主要呈現於外在或內在形象，分別有形態、質感、色彩、空間、機能、具象與抽象及物像的構成。造形為形式具體現象，造形的創作過程中，應藉由構成形式原理，才能呈現出內涵的具體現象，而構成形式原理包括造形文法、造形元素、造形要素等項，如表 1 所示。

表 1. 構成形式原理

造形文法	形的構成文法
造形元素	點、線、面、體、空間
造形要素	形態、質感、肌理、色彩、機能、密度
形的概念	時間、空間、平衡、力學
造形法則	比例配置秩序模仿、方向、集中、轉移、變形
美的形式	反覆、漸層、律動、對比、均衡、調合、重點、比例
形的對比	抽象/具象；封閉/開放；秩序/混亂；張力/壓力；動感/靜態；理性/感性
形的表達	符號(語構、語意、語用)、色彩、形態、文字
形的種類	自然造形、人為造形(有機造形、幾何造形、抽象造形、具象造形)
形的界線	空間、量距(長、寬、高)、比例
形的思維	社會、文化、歷史、政治、經濟等各種因素

資料來源：林崇宏，2007

2.3 感性工學

感性工學，最早被稱為情緒工學，1970 年代由廣島大學電機系教授長町三生所提出，是一種高度考量人性需求的科學，將消費者對產品的感情和意象轉換為設計要素，並以此進行新產品開發(Nagamachi, 1995, 1997)，其意義為「對於某一產品所產生的心理感覺與意象」，且將所產生的感覺與意象轉化成設計要素。本質上，就是以「工學」的手法，將人的各種感性定量化，再尋找出各定量與工學中所用的各種物理量間的數理關係，作為工程或產品發展的根據。在感性工學的相關研究中，形態解析法提供了一個具有理論基礎的造形解析方式。其概念是將一個設計單元視為整體組合中的一部分，例如：壺蓋是咖啡壺的一部分，而咖啡壺是咖啡機的一部分，故此概念可完整描述各單元體間的階層架構關係與組合方式，適當地將一個產品拆解為某些設計單元的組合(Mortenson, Michael E., 1985)。

典型的設計是一種應用藝術的形式，包括對外形與材料深度的知識、素描、繪圖與精描技巧；相對地在新的設計較是需要應用社會與行為的科學，必須要擁有人類認知與情緒的了解、對感知與行動系統的了解、擁有足夠的科學方法知識、以及使用數據與實驗性設計(Norman, 2010)。而感性工學的發展，使設計者能藉由定量的分析，了解產品形態特徵與消費者感性的相關性，更有效地掌握消費者偏好與

感受。因此，感性工學是一種「將人們所期望之感性意象，以具體轉化為設計要素」之技術，其測定的方法有學者提出兩種為表出法與印象法(黃崇彬, 1998)，表出法是應用測量技術，量測人類五感在生理上反應值的變化，包括視覺、聽覺、觸覺、痛覺、溫覺、味覺、嗅覺、肌肉平衡、平衡感、時間感等，將其數據轉化為舒適的值；而印象法則是使用語意差異法(SD 法)，讓受測者接受不同程度的外來刺激，以問卷或訪談的方式，讓受測者陳述自己的感受，將其數值視為感受量，利用各種統計分析技術，將人的感性資訊變成定量數據，即定量化。根據學者陳國祥、管偉生、鄧怡莘、張育銘等人(2001)表示，感性工學所關切的議題，特點包括以下四項：(1)如何透過人因及心理的量測來掌握消費者對產品的感覺。(2)如何透過消費者的感性來找出產品的設計特徵。(3)如何建立一套人因技術的感性工學。(4)如何隨著社會案的變遷以及群眾的偏好來修正產品設計的方向。

感性工學方法，長町三生依研究進行可分為五大類(表 2)(周君瑞, 2001；陳國祥, 2009；蘇姿潔、林銘泉、陳明熙, 2010)。：第一類為經由消費者提供的意見，將新產品應具備的設計要素做不同的範疇的歸類；第二類則是運用電腦科技，如專家系統、類神經網路、基因演算的方式，建立各類型資料庫，以架構出感性工學系統，可輔助消費者與設計者，其資料庫共有四種：

(1)感性資料庫 (Kansei Database)

感性詞彙 (Kansei Words) 是從與銷售員對話或者來自於專業雜誌所得到的形容詞詞彙，用以代表消費者對於產品的感覺。開始有數百個詞彙被挑選出來，再從其中縮減為約一百個足以代表消費者對於產品感覺的相關詞彙，透過 SD 尺度的建立與評估，並以因素分析法 (Factor Analysis) 分析評估的資料。從因素分析法中所得到的結果乃所謂的感性詞彙語意空間 (Meaning Space)，再將這些結果輸入系統，建構感性詞彙資料庫。

(2)意象資料庫 (Image Database)

從 SD 法評估後所獲得之結果的第二步，分析是採用 Hayashi 數量化一類，這是一個對數量資料作多元迴歸分析 (Multiple Regression Analysis) 的方法。透過這個分析，能夠得到一系列介於感性詞彙與設計要素間的統計關聯性，因此可以針對某一感性詞彙來得到有助於設計細節部分的元件。假如消費者想要一個「華麗的」產品，這個形容詞詞彙在感性工學系統中便會產生相對應的設計細節部分，這些資料即是建構意象資料庫與尺度庫的內容。

(3)知識庫 (Knowledge Database)

知識庫包含所需的尺度來決定與感性詞彙高度相關的設計元件，這些尺度來自於數量化理論以及其他一些色彩原理所計算的結果。

(4)設計與色彩資料庫 (Design and Color Database)

系統中設計細節部分，分別被放在造形設計資料庫 (Form Design Database) 以及色彩資料庫 (Color Database) 之中，包括設計方向的所有設計細節部分均能夠與每個感性詞彙關聯成一個完整型態。

表 2. 感性工學的分類

類別	名稱	說明
第一類	階層化範疇分類法	指一件產品的感性範疇向下拆解展開成樹狀結構來得到設計細節部分。從 0 階開始，漸次向下拆解展開成清晰且具有意義的子概念，如一階、二階、到第 N 階，直到能夠得到細部設計的詳細說明為止。
第二類	感性工學電腦系統	利用電腦輔助的感性工學系統，感性工學系統 (KES) 是一套以專家系統來轉換消費者感覺意象成為設計細部要素的電腦化系統，其中包含了以下四套資料庫。 1.感性資料庫 2.意象資料庫 3.知識庫 4.設計與色彩資料庫
第三類	感性工學數學模式	應用數學模式進行表記並演繹感性工學的構造。數量化理論最為成熟，應用也最為廣泛，具體分為 I、II、III、IV 四種類型。
第四類	複合式感性工學系統	將正向型感性工學系統與逆向型感性工學系統進行整合，成為一個可以雙向進行的系統。
第五類	感性工學虛擬實境	利用虛擬實境技術在多媒體的虛擬空間中，進行由感性工學所得到的設計結果的試用與分析。

資料來源：本研究整理

第三類則為建立數學模型的運算機制，是在不考慮尺度前提下所建構的，可經由感覺形容詞的輸入，得出產品設計時會涉獵到人因工程的參考數據。在計算過程中，數學模式意味著它是扮演與尺度庫同樣角色的一種邏輯，常用的分析方法有數量化理論、正交試驗、對應分析等，其中以數量化理論最為成熟，應用也最為廣泛，具體分為 I、II、III、IV 四種類型。第四類則是將正向型感性工學系統與逆向型感性工學進行整合，為消費者決策輔助系統與設計師決策輔助系統。其中，消費者決策輔助系統可接收消費者偏好的感性語彙，系統透過推論瞭解需求，並且輸出符合他們需求的產品；而設計師決策輔助系統可讓設計師在電腦上繪製粗略的草圖，讓電腦來辨識，並輸出感性計算的結果，因此設計師可透過此系統改進原先不盡理想的設計。第五類則是感性工學虛擬實境，利用虛擬實境技術在多媒體的虛擬空間中，進行由感性工學所得到的設計結果的試用與分析。

在感性消費的社會裡，人們對於自己想要的物品更加明確，心理所渴望的是一份適合自己感覺的商品，而感性工學方法正可將消費者對產品的感覺與意象，轉換成較易分析與瞭解的資料，在設計開發中，採用感性的內容，需將人性要素極強的感性意義作感性解析，分析與人性因素關係密切的設計要求，掌握消費者的感覺，幫助設計者擬定正確的設計方針與規範，以建構出符合使用者感覺意象的產品(杜瑞澤，2004)。

目前除了日本汽車產業與家電電子產業，於 90 年代前後，分別成立相關部門，展開感性工學的應用研究外，其他產業亦不惶多讓，例如線上購物網站使用者介面設計(王翠蘭、王焜潔，2010)；彩繪化妝(柯美華、陳俊智、吳淑明，2012)；智慧型手機外觀設計(盧瑞琴、莊明聰，2013)；眼球注視位置(范士誠、莊明振、許峻誠，2013)；咖啡拉花(林俗吟、連德仁，2013)；動畫卡通人物頭部造型(鄭永峻、吳正仲，2013)；企業形象電視廣告感性行銷親子關係(鄭永斌、林金池，2014)等多方領域別，其設計手法都是藉由感性工學來達到設計目標，由此也說明不管是學術界或產業界都一致認同設計產品要以消費者為中心，從理解消費者的感性開始，找出大眾在其情感體驗上真正想要的商品，方能使設計更人性化且具有進一步發展的價值。

2.4 果汁機

果汁機在早期被稱之為榨汁機，是一種可以將果蔬快速榨成蔬果汁的機器。早在 1930 年諾曼·沃克博士(Dr. Norman Walker)因發明世界上第一款榨汁機而聞名於世，被譽之活性果汁機之父。

榨汁機的消費群體主要有兩類：一類是有孩子或老人的家庭，孩子容易挑食，老人口牙不好，將蔬菜水果榨成汁，可以滿足人們攝取足夠的營養；另一類則是追求時尚及生活品位的年輕人，榨汁機滿足了他們崇尚個性口味的需求。隨著生活品質的提高，消費者的心態由最基本的生活需要開始向營養健康的品味生活過渡，提供榨汁機更加普及的可能。而無論是榨汁機還是食品處理器，都處於市場的導入期，對於大多數消費者而言還是奢侈品，企業如何引導消費者的消費觀念至關重要。目前市面上擁有製造果汁功能的小型家電可略分為攪拌機、單功能榨汁機與多功能榨汁機等三種，如表 3 所示。綜觀目前小型家電市場，消費者在選擇及購買過程中，機能性評估多以簡單、快速且擁有多功能等特色之產品功能為優先考量，導致現今市面上所標榜為果汁機的產品則多傾向於多功能榨汁機較為廣泛且受消費者青睞。因此，本研究之果汁機案例則界定為多功能榨汁機，以作為研究樣本蒐集對象。

表 3. 果汁機種類

攪拌機	單功能榨汁機	多功能榨汁機
		

圖片來源：Google, 2014

3. 研究方法

全球競爭的緣故，企業開始回顧產品開發過程並且引進新技術、程序以及跨學科的團隊，以求縮短新產品上市的時間。這個趨勢已經改變了傳統設計師的工作內容，所以設計師現在涉及到從設計到上市的全部活動，以及需要與其他專業互動並大量地溝通。由此，設計師必須要對流行趨勢非常敏銳，能夠對產品的市場進行調查與分析，了解消費者的需求為何，並能夠整合這些因素進行產品企劃，並且勇於承擔失敗的風險；同時也需要具備市場行銷知識、

成本考量、智慧財產、設計專業法規甚至是基本企業經營知識等(Yang, You and Chen, 2005)。

品質機能展開法是將客戶對產品的需求進行多層次的演繹分析，轉變為產品設計要求、零組件的特性、製程設計要求、生產要求的品質工程管理技術，本研究擬以系統化感性機能矩陣，整合感性工學與品質機能展開之特點，建構輔助設計者能快速掌握使用者需求之產品造形設計模式，並以果汁機為案例，驗證及說明此模式之流程與適用性，其研究流程與步驟如圖 2 所示。

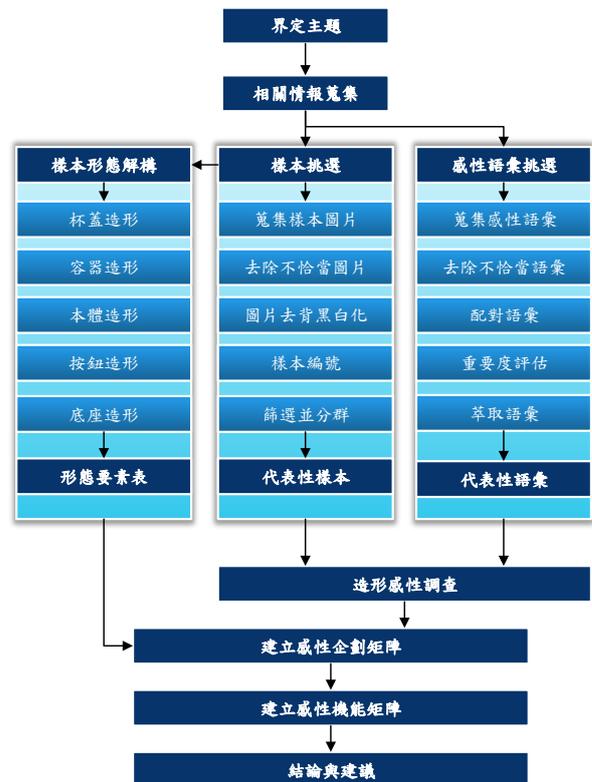


圖 2. 研究流程與步驟

4. 案例研究

4.1 感性語彙

研究首先透過文獻資料探究，廣泛蒐集適用於描述果汁機造形意象之形容詞語彙，藉由參閱報章雜誌、產品網站資訊及相關學術研究等，自文中擷取消費者對果汁機所認知的感性意象語彙，共擷取 100 個感性語彙，經評估與篩選，剔除相似性較高、語意表達偏弱語彙，而後將得到的語意經過詞性轉換，成為表達心理感受及風格意象的感性語彙，共 30 個感性語彙，經配對後獲取 15 對，如表 4 所示。

此外，為調查產品之意象認知，本研究邀請 10 位受測者(具有十年以上果汁機產品銷售經驗工作者 3 位；三年以上相關產品設計工作者 3 位；對果汁機產品形態具有概念之使用者 4 位，共計 10 位)進行問卷調查，評比造形需求間的重要程度，其研究結果如表 5 所示。由表 5 中可知，重要度為 2.3 以上之需求語彙其數值差異較不明顯，反之，需求語彙在重要度 2.3 以下者，落差較大。因此，本研究最後刪除重要度值為 2.3(不含 2.3)以下之需求語彙，以得到 7 對需求語彙 CR1、CR4、CR5、CR6、CR8、CR9、CR13 作為果汁機最終代表性語彙，並排列出其間之相對重要性，以找出最能滿足消費者需求之形容詞感性語彙。

表 4. 造形意象語彙對

新穎的	懷舊的	堅固的	脆弱的	輕盈的	厚重的
多變的	單一的	方正的	圓滑的	個性的	親切的
對稱的	扭曲的	實用的	前衛的	顯眼的	低調的
柔和的	陽剛的	簡單的	複雜的	現代的	傳統的
美觀的	醜陋的	保守的	創新的	華麗的	樸實的

表 5. 語彙重要度篩選

需求語彙	權重	權重	重要度	排序
	和			
新穎的 CR01	36	23	2.3	6
多變的 CR02	29	15	1.5	7
對稱的 CR03	27	13	1.3	9
柔和的 CR04	40	26	2.6	4
美觀的 CR05	42	28	2.8	3
堅固的 CR06	48	34	3.4	1
方正的 CR07	20	6	0.6	13
實用的 CR08	46	32	3.2	2
簡單的 CR09	39	25	2.5	5
保守的 CR10	15	1	0.1	14
個性的 CR11	23	9	0.9	10
顯眼的 CR12	22	8	0.8	11
輕盈的 CR13	39	25	2.5	5
現代的 CR14	26	12	1.2	8
華麗的 CR15	21	7	0.7	12

4.2 樣本挑選

初步樣本挑選是經由調查現有的產品型錄，廣泛收集果汁機樣本圖片，共 123 件，並剔除較為模

糊、尺寸過小及背景過於複雜之圖片，最終挑選出 56 張作為本研究之樣本圖。本研究主要為探討產品形態與感性特徵之關聯性為目的，色彩與材質不列入考量，因此將最終所得之樣本圖，以灰階並去背方式呈現，而後予以編號，如圖 3 所示，以作為受測者直接辨別產品形態樣貌。


圖 3. 多功能果汁機樣本圖

4.3 樣本形態解構

產品造形屬於人為形態，為人類有意識從事各種視覺要素之組織構成等活動(翁英惠, 1997)。而形態可分為「現實形態」與「觀念形態」，前者為實際存在之物形，後者則是一種理念中的形態(林銘泉, 1993; 林振陽, 1993)。本研究經過現有產品型錄的調查，依據形態的配置與構成原理，將 56 張樣本進

行 KJ 分群並抽取出產品設計特徵，且依照其特徵，進一步作特徵要素的拆解，歸納出具有整體影響力的造形特徵項目與類目，以完成果汁機形態要素表，共分為杯蓋、容器、本體、按鈕與底座等 5 大項目與 20 項類目，如圖 4。

項目	類目				
杯蓋					
容器					
本體					
按鈕					
底座					

圖 4. 果汁機形態要素

4.4 感性企劃矩陣

為進一步了解需求語彙之感性企劃矩陣，研究將進行產品滿意度評估，問卷設計形式如圖 5 所示，由消費者對於現有果汁機產品意象是否符合需求形容詞的描述進行評量，分數越高表示越符合，依其評估結果可得到產品滿意度，進而擬定目標值與計算改進率(目標值/滿意度)之數值，而將改進率與重要度相乘，即可得到各項需求最終之重要程度，依此建構感性企劃矩陣，如表 6，使設計者能快速了解消費者對現有產品的喜好與滿意度，進一步掌握產品造形設計目標與待改進方案規劃。

此外，透過「需求語彙」與「形態要素」之相互間之比較，可獲取兩者間的相關性矩陣，並評估對應關係，利用關係符號●9分、◎3分、○1分，逐一填入對應之設計要求項目，可得知每一造形特徵項目之重要度與關聯性，已完成系統化感性機能矩陣之建構，其矩陣如圖 6 所示。

	1	2	3	4	5
 新穎的	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
柔和的	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
美觀的	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
堅固的	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
實用的	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
簡單的	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
輕盈的	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

圖 5. 果汁機產品滿意度評估問卷範例

表 6. 感性企劃矩陣

需求語彙	滿意度	目標值	改進率	重要度	權重	權重 \times
CR01	1.3	1.5	1.15	2.3	2.64	10.7
CR04	0.1	0.2	2.00	2.6	5.20	21.1
CR05	1.7	2.0	1.17	2.8	3.27	13.3
CR06	2.7	3.0	1.11	3.4	3.77	15.3
CR08	2.8	3.0	1.07	3.2	3.42	13.9
CR09	2.0	2.5	1.25	2.5	3.12	12.7
CR13	2.0	2.5	1.25	2.5	3.12	12.7

4.5 結果與討論

透過系統化感性機能矩陣展開，如圖 6，評估計算結果可得知，排序為前三名為「柔和的 CR4」(21.1%)權重百分比最高，其次為「堅固的 CR6」(15.3%)與「實用的 CR5」(13.9%)，說明了受測者認為儘管為一般小型家電仍須有堅固且實用的產品外形，是影響消費者選擇且購買的關鍵因素之一，也說明其意象所刺激的感性連結是能賦予消費者較高度之信任感與安全感，使消費者產生信賴關係與安心使用的認知。其中，以「柔和的」語彙為最高權重結果來看，也表示受測者對家電產品的期待，除了實用性之外，也希望能接收到柔和甚至是溫暖的感受，可見受測者對於小型家電產品，期望能營造溫馨美好的氛圍並可裝飾點綴居家環境的功能是具高期待值的，而在「美觀的」(13.3%)之重要度也較為偏高，間接說明受測者對於產品能擺脫給人剛硬冰冷且不美觀的感覺是有高度期望的。

至於，「簡單的」與「輕盈的」皆為 12.7% 的權重值來看，可了解到受測者對於果汁機是否顯現出簡單輕盈的意象是較為不在乎的，以另一觀點分析，或許受測者是不排斥如果汁機等小型家電是具有繁複樣貌設計或多種風格造型表現的，且果汁機在使用上較不需考量移動與攜帶的問題，因此是否具有輕盈的意象也就顯為稍不重要。此外，受測者認為果汁機不太需要有「新穎性」(10.7%)，因此排序結果顯示在最後，藉此可知在受測者認知裡，果汁機已具有完整的功能，無須在創新與獨特性方向上多加著墨，而日後小型家電產品之設計可以依此為設計重點，便能使設計者與消費者更縮短認知上的差異。

而在進一步的改善目標中，透過感性機能矩陣得知，在具體果汁機造形特徵要素中，若要表現出「柔和」的產品造形意象，消費者認為整體以「A1」、「B1」、「C1」、「E2」等結構造形最為符合，其中僅

唯獨在按鈕造形特徵上以「D2」不受青睞於表現柔和的感觀，其餘造形皆有符合意象。

再者，若需加強果汁機堅固的意象，設計者應避免使用「A1」、「C2」、「C4」、「D1」、「D3」、「E4」等造形特徵，否則可能會將低產品堅固的形象表現，其餘造形在消費者眼中都均有符合「堅固的」意象。最後評估實用性意象的造形特徵要素中，大致上都被認為是具有「實用的」，僅除了「B1」、「C2」、「C3」、「C5」、「E1」等造形特徵要素是較為不足以表現出實用的意象。由此結果可發現到，在考量造形特徵要素時，各項目略偏為較有獨立的感性表徵，尤其在容器的造形表現上差異性更為明顯，若需具備「柔和的」感性意象，即失去了「堅固的」與「實用的」，反之，若想表現出「堅固的」與「實用的」之造形設計，而會缺乏「柔和的」意象。但綜觀各項評估結果顯示：在杯蓋造形部分，以「A2」造形之瓶蓋總分數最高，佔有 6.21% 權重值；在容器造形部分，以「B1」容器造形為最高權重，佔有 7.18%；在本體造形部分，以「C1」本體造形權重值 6.13% 最高，而在按鈕與底座造形分為「D3」(7.12%) 與「E2」(6.23%) 權重分數最高。說明消費者在眾多類目中，對於具有「A2」、「B1」、「C1」、「D3」與「E2」等特徵造形的組合是最為符合自己對於果汁機造形意象所期望的，不僅滿足感性需求也合乎基本功能考量，兼具了美感與機能條件，較於其他造形樣式，更具有吸引力。因此業者與設計者在進行設計計畫時可依此結果為一考量與融合設計重點，可使設計出的產品更貼近消費者需求與喜好。

需求特徵	形態要素																重要度	滿意度	權重%					
	A杯蓋				B容器				C本體				D按鈕							E底座				
	A1	A2	A3	A4	B1	B2	B3	B4	C1	C2	C3	C4	C5	D1	D2	D3				D4	E1	E2	E3	E4
新穎的CR01	○10.7	○10.7	○10.7	○10.7	◎32.1	◎32.1	◎32.1	◎32.1	●96.3	●96.3	◎32.1	◎32.1	◎32.1	◎32.1	◎32.1	◎32.1	◎32.1	●96.3	●96.3	●96.3	●96.3	2.3	1.3	10.7
柔和的CR04	◎63.3	◎63.3	◎63.3	◎63.3	◎63.3	◎63.3	◎63.3	◎63.3	●189.9	●189.9	●189.9	●189.9	●189.9	●189.9	●189.9	●189.9	●189.9	◎63.3	◎63.3	◎63.3	◎63.3	2.6	0.1	21.1
美觀的CR05	●119.7	●119.7	●119.7	●119.7	○13.3	○13.3	○13.3	○13.3	○13.3	○13.3	○13.3	○13.3	○13.3	○13.3	○13.3	○13.3	○13.3	◎39.9	◎39.9	◎39.9	◎39.9	2.8	1.7	13.3
堅固的CR06	◎45.9	◎45.9	◎45.9	◎45.9	◎137.7	◎137.7	◎137.7	◎137.7	◎137.7	◎137.7	◎137.7	◎137.7	◎137.7	◎137.7	◎137.7	◎137.7	◎137.7	◎15.3	◎15.3	◎15.3	◎15.3	3.4	2.7	15.3
實用的CR08	◎41.7	◎41.7	◎41.7	◎41.7	◎125.1	◎125.1	◎125.1	◎125.1	◎125.1	◎125.1	◎125.1	◎125.1	◎125.1	◎125.1	◎125.1	◎125.1	◎125.1	◎125.1	◎125.1	◎125.1	◎125.1	3.2	2.8	13.9
簡單的CR09	◎38.1	◎38.1	◎38.1	◎38.1	◎114.3	◎114.3	◎114.3	◎114.3	◎114.3	◎114.3	◎114.3	◎114.3	◎114.3	◎114.3	◎114.3	◎114.3	◎114.3	◎12.7	◎12.7	◎12.7	◎12.7	2.5	2	12.7
輕盈的CR13	◎38.1	◎38.1	◎38.1	◎38.1	◎38.1	◎38.1	◎38.1	◎38.1	◎38.1	◎38.1	◎38.1	◎38.1	◎38.1	◎38.1	◎38.1	◎38.1	◎38.1	◎12.7	◎12.7	◎12.7	◎12.7	2.5	2	12.7
絕對權重	269.7	433.7	293.7	501.9	339	300.9	364.2	428.5	418.6	265.3	195.3	540	331.4	390	497.7	290.2	176.9	435.1	303.4	206.2	303.4	4.34	6.23	2.95
權重%	3.86	6.21	4.2	7.18	4.85	4.3	5.21	6.13	5.99	3.79	2.79	0.77	4.75	0.55	7.12	4.15	2.53	6.23	4.34	2.95	2.53	2.53	2.53	2.95

圖 6. 系統化感性機能矩陣

5. 結論

本研究以系統化感性機能矩陣，整合感性工學與品質機能展開之特點，建構輔助設計者能快速掌握使用者需求之產品造形設計模式，其中以果汁機為研究案例進行驗證，結果檢視消費者對於果汁機產品造形的感性需求多為新穎的、柔和的、美觀的、堅固的、實用的、簡單的與輕盈的等六項意象，但就目前果汁機的產品滿意度現況中，消費者對於果汁機柔和的意象是認為十分不足的，因此滿意度極低，其次為新穎的與美觀的，也說明了現有的果汁機都較為缺乏創新與美麗的造型，不過以新穎性的重要度偏低來分析，消費者雖認為果汁機給人感覺雖無新意，但也不太需要創新的視覺意象，反而著重於美觀性的加強較為重要。

再者，藉由矩陣展開後，可發現消費者真正所在意的感性意象且又急需改進的需求是柔和的、實用的與堅固的最為重要，而美觀性的需求則是較為普

通，有待加強。其次對簡單的與輕盈的訴求，則偏向於不太重要，可推論為消費者在使用上沒有受到繁雜設計或移動與攜帶的問題所影響，因此較為無感，而對新穎的需求其重要度更是排在最後，認為果汁機已發展成熟不需要在新穎的表現上求於改善。最後在實際的改善方案上，除設計者可對應目前產品逐一項目或類目改進外，透過本研究系統化感性機能矩陣展開之結果，亦提供符合消費者期望的一組以「A2」、「B1」、「C1」、「D3」與「E2」等果汁機造形特徵要素的最佳組合，以供設計者參考。本研究所建構之產品造形設計模式，對於設計開發人員可有助於造形設計發展評估，快速掌握消費者對產品的感性意象認知及需求，進而提高設計實務的效率。

參考文獻

- 王菊生(2011)。造型藝術原理。黑龍江：黑龍江美術出版。(Wang, 2011)
- 黃崇彬(1998)。感性工學發展近況與其在遠隔控制介面設計上應用的可能性。中日設計教育研討會論文集，第4期，國立雲林科技大學，頁17-25。(Huang, 1998)
- 王翠蘭、王焜潔(2010)。感性工學應用於線上購物網站使用者介面設計之研究。工業設計，38卷(1期)，頁44-49。(Wang & Wang, 2010)
- 吳俊杰(2004)。設計意識與設計服務。台北市：亞太圖書。(Wu, 2004)
- 杜瑞澤(2004)。生活型態設計：文化、生活、消費與產品設計。台北市：亞太圖書。(Tu, 2004)
- 周君瑞(2001)。複合感性意象之塑造—以造型特徵為基礎。國立成功大學工業設計研究所碩士論文，台南市。(Chou, 2001)
- 林俗吟、連德仁(2013)。咖啡拉花之感性因子、感性語彙與人口變項關係探討。台中教育大學學報，27卷(2期)，頁43-62。(Lin & Lien, 2013)
- 林振陽(1993)。造形二。台北市：三民圖書。(Lin, 1993)
- 林銘泉(1993)。造形一。台北市：三民圖書。(Lin, 1993)
- 林崇宏(2007)。設計基礎原理：造型與構成的創意思考。台北市：全華圖書出版。(Lin, 2007)
- 邱永福(1993)。造形原理。台北市：藝風堂。(Chiu, 1993)
- 柯美華、陳俊智、吳淑明(2012)。「貓」劇角色彩繪化妝之感性意象探討。輔仁大學藝術學報，第1期，頁12-28。(Ke, Chen, & Wu, 2012)
- 范士誠、莊明振、許峻誠(2013)。正面感性評價的造形構成與眼球注視位置研究。設計學報，18卷(3期)，頁63-84。(Fan, Chuang, & Hsu, 2013)
- 翁英惠(1997)。造形原理。台北市：正太圖書。(Wong, 1997)
- 張建成(1995)。產品設計—設計基礎和方法論。台北市：六合出版社。(Chang, 1995)
- 陳國祥(2009)。感性工學。創新與品質月刊，45卷(4期)，頁21-22。(Chen, 2009)
- 陳國祥、管倬生、鄧怡莘、張育銘(2001)。感性工學—將感性予以理性化的方法。工業設計，29卷(1期)，頁2-16。(Chen, Guan, Deng, & Chang, 2001)
- 鄭永峻、吳正仲(2013)。國小學童對動畫卡通人物頭部造型感性意象之研究。國民教育學報，53卷(6期)，頁62-69。(Cheng & Wu, 2013)
- 鄭永斌、林金池(2014)。企業形象電視廣告感性行銷親子關係之研究。東方學報，第35期，頁179-197。(Cheng & Lin, 2014)
- 盧瑞琴、莊明聰(2013)。應用感性工學於智慧型手機外觀設計之研究。商業現代化學刊，7卷(2期)，頁97-115。(Lu & Chuang, 2013)
- 蘇姿潔、林銘泉、陳明熙(2010)。應用定量式感性工學於企業網站首頁版面配置之研究。工業設計學報，38卷(2期)，頁172-178。(Su, Lin, & Chen, 2010)
- Cartier, P. (2011). Most valuable aspects of educational expectations of the students in design education. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 15, 2187-2191.
- Mortenson, M. (1985). *Geometric Modeling*. NY: John Wiley & Sons, 450-451.
- Naveiro, R. M. & Pereira, R. C. S. (2008). Viewpoint design education in Brazil. *Design Studies*, 29, 304-312.
- Norman, D. (2010). Why Design Education Must Change. *Core77 Design Magazine and resource*. Retrieved from: <http://www.core77.com/posts/17993/why-design-education-must-change-17993>
- Yang, M.Y., You, M.L., & Chen, F.C. (2005). Competencies and qualifications for industrial design jobs: implications for design practice, education, and student career guidance. *Design Studies*, 26(2), 155-189.
- Google, 2015, 流線形設計作品, 取自 <https://www.google.com.tw/>, 上網日期: 2015/03/08。
- Google, 2014, 果汁機, 取自 <https://www.google.com.tw/>, 上網日期: 2014/12/05。

References

Cartier, P. (2011). Most valuable aspects of educational expectations of the students in design education.

- Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 15, 2187-2191.
- Chang, C. C. (1995). *Product Design: Fundamentals and Methods*. Taipei: Liu Ho. (in Chinese)
- Chen, K. S. (2009). Kansei Engineering, *Quality Journal*, 45(4), 21-22. (in Chinese)
- Chen, K. S., Guan, S. S., Deng, I. H., & Chang, Y. M. (2001). Kansei Engineering - Rational Inductive Method, *Industrial Design*, 29(1), 2-16. (in Chinese)
- Cheng, Y. C. & Wu, J. C. (2013). The Study of Kansei Imagery on Cartoon Character's Head Styles for the Elementary Students, *Elementary Education*, 53(6), 62-69. (in Chinese)
- Cheng, Y. P. & Lin, J. C. (2014). The Study of Parent-child Relationship in Emotional TV Marketing Advertisement of Business Image, *Journal of Tung Fang Institute of Technology*, 35, 179-197. (in Chinese)
- Chiu, Y. F. (1993). *The Principles of Formation*. Taipei: Yi Fong Tang Publisher. (in Chinese)
- Chou, C. J. (2001). *Creating a Multi-Kansei Image - Based on Formal Features*, Master's thesis of Institute of Industrial Design. National Cheng Kung University, Taiwan. (in Chinese)
- Fan, S. C., Chuang, M. C., & Hsu, C. C. (2013). A Study on Form Composition and Eye Gaze Position of Positive Kansei Evaluation, *Journal of Design*, 18(3), 63-84. (in Chinese)
- Google., Streamlined Designs, Available online at: <https://www.google.com.tw> (accessed March 8, 2015)
- Google., Juice Machine, Available online at: <https://www.google.com.tw> (accessed December 5, 2014)
- Huang, C. B. (1998). Kansei engineering development status and its application possibilities in distant control interface design, *Zhongri Design Education Symposium*, 4, 17-25. (in Chinese)
- Ke, M. H., Chen, G. J., & Wu, S. M. (2012). The Kansei Features of Actors' Color Make-up Designs of Cats the Musical, *Journal of Arts*, 1, 12-28. (in Chinese)
- Lin, S. Y. & Lien, D. R. (2013). Discussion the Perceptual Factors of Latte Art, and the Relationship between Emotional Vocabularies and Demographic Variables, *Journal of National Taichung University: Humanities & Arts*, 27(2), 43-62.
- Lin, C. Y. (1993). *Form II*. Taipei: San Min Book Co., Ltd. (in Chinese)
- Lin, M. C. (1993). *Form I*. Taipei: San Min Book Co., Ltd. (in Chinese)
- Lin, C. H. (2007). *Basic Design Theory: the Creativity Thinking of Form and Composition*. New Taipei City: Chuan Hwa Book Co., Ltd. (in Chinese)
- Lu, R. C. & Chuang, M. T. (2013). A Study of Using Kansei Engineering into the Appearance Design of Smart Phone, *Journal of Commercial Modernization*, 7(2), 97-115. (in Chinese)
- Mortenson, M. (1985). *Geometric Modeling*. NY: John Wiley & Sons, 450-451.
- Naveiro, R. M. & Pereira, R. C. S. (2008). Viewpoint design education in Brazil. *Design Studies*, 29, 304-312.
- Norman, D. (2010). Why Design Education Must Change. Core77 Design Magazine and resource. Retrieved from: <http://www.core77.com/posts/17993/why-design-education-must-change-17993>
- Su, Z. J., Lin, M. C., & Chen, M. S. (2010). Kansei Engineering Research Applications of Quantitative Formula Page Layouts Company, *Industrial Design*, 38(2), 172-178. (in Chinese)
- Tu, J. C. (2004). *Life style design: culture, life, consumption and product design*. Taipei: Asia-Pacific Publishing Co. (in Chinese)
- Wang, J. S. (2011). *ART Principle*. Heilongjiang Art Publishing House, China. (in Chinese)
- Wang, C. L. & Wang, K. J. (2010). Application Kansei Engineering Research of online shopping site user interface design, *Industrial Design*, 38(1), 44-49. (in Chinese)
- Wong, Y. H. (1997). *The Principles of Formation*. Taipei: Cheng Tai. (in Chinese)
- Wu, J. C. (2004). *Design Sense and Design Consultancy*. Taipei: Asia-Pacific Publishing Co. (in Chinese)
- Yang, M.Y., You, M.L., & Chen F.C. (2005). Competencies and qualifications for industrial design jobs: implications for design practice, education, and student career guidance. *Design Studies*, 26(2), 155-189.

AUTHOR BIOGRAPHY

Wen-Liang Chen is an associate professor in the Department of Product Design at the Shu-Te University, Kaohsiung, Taiwan. He received his PhD in mechanical engineering from National Taiwan University. His research interests include product development, computer-aided design, and multiple criteria decision making.

Hai-Nan Wu is a graduate student in the Graduate School of Applied Arts & Design at the Shu-Te University, Kaohsiung, Taiwan. Her research interests are fashion design and kensei design.

Chia-Hui Yang is a graduate student in the Department of Product Design at the Shu-Te University, Kaohsiung, Taiwan. Her research interests are creative development and product form design.

A TRIZ Approach to Human Resource Management

Wei-Shing Chen

Department of Industrial Engineering and Management, Da-Yeh University, Changhua, Taiwan

Corresponding author, E-mail: weishing@mail.dyu.edu.tw

(Received 24 February 2015; final version received 29 January 2016)

Abstract

How to apply TRIZ approach to management areas, particularly in human resource management, is a subject worthy of study. Past TRIZ studies have shown that although the 40 principles of the invention with general fitness, but technical inventions in 39 technical parameters can't be directly applied to the field of management, it needs to make different interpretations of the problem-specific management. In the study of contradiction matrix of management, determining management parameters is the primary research to construct a matrix of management conflict resolution. Purpose of this study was to investigate and analyze human resource management literature, through conflict management scenarios analysis, in order to create a human resource management conflicts matrix which is similar to the traditional techniques of conflict resolution in TRIZ matrix solution matrix. Making the separation principle and other innovative principles of the invention can be extended to human resources management areas, so that TRIZ tools in human resources management model can be effectively applied. This study analyzed two cases of human resources management, through scenarios events, this study resolves conflict management parameters (the optimal parameters, the deterioration of parameters) and use innovative principles to solve the human resource management problems.

Keywords: TRIZ, human resource management, Conflict resolution matrix, management parameters, case study

References

- Altshuller, G. S. (1984). *Creativity as an Exact Science: the theory of the solution of inventive problems*. New York: Gordon & Breach Science Publishers, 16-25.
- Beatty, R. W., Huselid, M. A., & Schneier, C. E. (2003). The New HR Metrics: Scoring on the Business Scorecard. *Organizational Dynamics*, 32, 107-121.
- Becker, B. E., Huselid, M. A., & Ulrich, D. (2001). *The HR Scorecard: Linking people, strategy, and performance*. Boston: Harvard Business School Press.
- Bontis, N. & Fitz-enz, J. (2002). Intellectual capital ROI: a causal map of human capital antecedents and consequents. *Journal of Intellectual Capital*, 3(3), 223-247.
- Bozbura, F. Tunç & Ersin, F. (2009). *TRIZ (Theory of Solving Inventive Problems) in Human Capital Management*, the 13th International Research/Expert Conference: Trends in the Development of Machinery and Associated Technology, Hammamet, Tunisia.
- Ersin, F. (2009). *Implementation of TRIZ Methodology in Human Capital* (Master's thesis). Bahcesehir University, İstanbul.
- Garrett, W. & MacDonald, J. R. (2001). Designing and Implementing an HR Scorecard, *Human Resource Management*, 40(4), 365-377.
- Huselid, M., Becker, B. & Beatty, R. (2005). *The Workforce Scorecard-Managing Human Capital to Execute Strategy*. Boston, Mass: Harvard Business School Press.
- Kaplan, R. S. & Norton, D. P. (1996). *The Balanced Scorecard: Translating Strategy into Action*. Boston, MA: Harvard Business School Press.
- Kappoth, P. & Goolya, H. G. (2008). Managing Emotions: Applying the Substance-field Theory. *The TRIZ Journal*. Retrieved from <http://www.triz-journal.com/managing-emotions-applying-the-substance-field-theory/>
- Mann, D (2000), Application of Triz Tools in a Non-Technical Problem Context, *The TRIZ Journal*. Retrieved from <http://www.triz-journal.com/application-triz-tools-non-technical-problem-context/>
- Mann, D. & Domb, E. (1999). 40 inventive (business) principles with examples. *The TRIZ Journal*. Retrieved from <http://www.triz-journal.com/40-inventive-business-principles-examples/>
- Mann, D. (2003). Systematic Win-Win Problem Solving in a Business Environment. *The TRIZ Journal*. Retrieved from <http://www.triz-journal.com/systematic-win-win-problem-solving-business-environment/>
- Mayo, A. (2001). *The Human Value of the Enterprise: Valuing People as Assets: Monitoring, Measuring, Managing*. London : Nicholas Brealey Publishing.
- Moustakis, V. (2005). *Human Resources Management*. (Unpublished work)
- Mueller, S. (2005). The TRIZ resource analysis tool for solving management tasks: previous classifications and their modification. *Creativity and Innovation Management*, 14(1), 43-58.
- Pai, T. C. (2004). A Research on the Key Success Factors in Cleaner Production of Iron and Steel Plants Using TRIZ Contradiction Matrix. Chiayi County, Taiwan: Conference on Environmental Management, Nanhua University. (In Chinese)
- Retseptor, G. (2008). TRIZ and 40 Business Survival Imperatives. *The TRIZ Journal*. Retrieved from <http://www.triz-journal.com/triz-and-40-business-survival-imperatives/>
- Sullivan, J. (2004, February 23). Eight elements of a successful employment brand. *ER Daily*. Retrieved from <http://www.eredia.com/ere/the-8-elements-of-a-successful-employment-brand/>
- Takemura, M. (2002). TRIZ introduction in airlines airport management division. *The TRIZ Journal*. Retrieved from <http://www.triz-journal.com/triz-introduction-airlines-airport-management-division/>
- Vries, R. de, Souchkov, V., Mannak J. (2008). Remote team problem solving with TRIZ. *The TRIZ Journal*. Retrieved from <http://www.triz-journal.com/remote-team-problem-solving-with-triz/>
- Yao, C. S. (2010). *Applying Trends of Business Evolution of TRIZ to Explore the Innovation of Human Resource Management Activities - A Case Study of Taiwan Semi-Conductor Package Corp* (Master's thesis). National Chiao Tung University, Taiwan. (In Chinese)

TRIZ 原理在人力資源管理的運用

陳偉星

大葉大學 工業工程與管理系

通訊作者 E-mail : weishing@mail.dyu.edu.tw

摘要

過去 TRIZ 研究顯示，雖然 40 條發明原理具普遍適性，但技術發明中的 39 個技術參數很難能直接應用於管理領域，需要針對特定管理領域的問題做出不同的解釋。在管理矛盾矩陣的研究中，管理參數的確定是建構管理衝突解決矩陣的首要研究內容。如何將 TRIZ 導入管理領域，尤其在人力資源管理是一項值得研究議題。本研究目的是探討分析人力資源管理文獻，透過管理情景下的衝突分析，建立為類似於傳統 TRIZ 中技術衝突解決矩陣的人力資源管理衝突解決矩陣，使得分離原理等發明創新原理能推廣到人力資源管理領域，讓 TRIZ 工具在人力資源管理能得到有效的應用模式。本研究對人力資源管理個案進行分析，透過其中的情境事件，從提取的事件資料中抽象分析所化解的管理衝突參數(優化參數、惡化參數)和所運用的創新原理。

關鍵詞： TRIZ、人力資源管理，矛盾解決矩陣，管理參數，個案分析。

1. 前言

TRIZ 是一種以問題為導向的創新思維模式，即確定面對什麼樣的問題，然後在已有的知識庫中尋找解決問題的方法。TRIZ 從全世界的專利資料庫中洞察具有創新性與意義的重大發明中進行分析，得出能有效解決對應技術性矛盾的有創意的原則，稱為 TRIZ 矛盾矩陣，其中每個交叉方格中的數字(40 個原理)可在新的問題和新的領域再次被運用。雖然近年來研究 TRIZ 專家們認為，在管理領域上，技術發明中的 40 條發明原理應屬普遍適應性的，並可被應用於管理個案的詮釋。但由於 TRIZ 創新所需的知識及其應用機制，在技術領域來自於產品設計專利的研究，是否在管理領域上，特別是對管理原理的篩選，管理經驗知識(包括管理方法、技術、案例等)的剖析與詮釋能直接應用，仍然是有待商榷。人力資源管理(Human Resource Management, HRM)中充斥著衝突，因此，TRIZ 中的衝突理論對解決 HRM 問題具有特別重要的意義。過去 TRIZ 研究顯示，雖然 40 條發明原理具普遍適性，但技術發明中的 39 個技術參數很難能直接應用於管理領域，需要針對特定管理領域的問題做出不同的解釋。如何將 TRIZ 導入管理領域，尤其在人力資源管理是一項值得研究議題。本研究主要目的是構建一個類似於 TRIZ 技術衝突解決矩陣的「人力資源管理衝突解決矩陣」，分析化解 HRM 參數衝突的方法。因有關管理領域參數和衝突化解工具的一般性研究還比較有限，仍需要對其進

行必要整理，以作為深入研究的基礎。本研究選定 19 項人力資源關鍵因素做為 HRM 管理參數。

2. 文獻探討

Altshuller (1984) 將衝突分為三類：管理衝突、物理衝突及技術衝突。技術衝突是指一個作用同時導致有用及有害兩種結果，也可指有害效應消除或有用作用的引入導致一個或幾個子系統或系統變壞。物理衝突是指為了實現某種功能，一個子系統或元件應具有一種特性，但同時也出現了與此相反的特性。Altshuller 所定義的管理衝突是指為了避免某些現象或希望取得某些結果，需要做一些事情，但不知如何去做。但他認為管理衝突本身具有暫時性，而無啟發意義。對於 Altshuller 的這種看法，在建立 TRIZ 理論之初是正確的，因為管理問題的藝術性往往會掩蓋其科學本質。TRIZ 透過對技術專利研究後已經得出一套成熟的理論，將這些原理和方法與管理問題對照就會發現，管理問題完全可以由技術衝突和物理衝突概括，因此無須在技術衝突和物理衝突之外再單獨分出管理衝突。例如，企業生產過程中往往希望提高產品品質，同時往往會造成製造成本的增加，這是典型的技術衝突。希望自己的生產系統能夠根據市場變化及時進行調整，同時希望自己的生產系統能夠保持穩定，這是典型的物理衝突。

Mann (2000) 認為大部分的 TRIZ 工具、方法可以經由稍加修改後直接應用於非技術領域，因此 40 條技術領域的原理在商業領域是適用的，但傳統 TRIZ 衝突矩陣的技術參數只適用於對應的工程技

術情景中，因為管理環境具有更加多樣化、多維度和複雜的特點，可能存在多種角度和方法來描述整個複雜的管理情景，因此要能開發管理導向的矩陣工具必須先是構建適於管理情景的矩陣框架。Mann 研究企業運營流程，其所選取的管理參數是針對物流管理領域的管理參數，確定了 31 個管理參數。Takemura (2002) 在某航空公司使用 TRIZ 的過程中就從 39 個工程參數中選擇了 19 個，作為事故預防問題的工程參數構成了衝突矩陣。Mann (2003) 在分析幾百個雙贏案例的基礎上提出了雙贏企業生產經營環境下的衝突矩陣，該矩陣以整個生產經營過程（包括研發、生產、供應、後勤等）中涉及到的因素為依據確定工程參數，共 31 個。白滌清(2004)構建鋼鐵廠清潔生產關鍵成功因素的矛盾矩陣和旅行業抱怨矛盾矩陣兩個專業管理衝突矩陣結構，整理出兩套管理專業領域的參數：清潔生產關鍵成功因素和影響旅遊服務滿意的因素。Mueller (2005) 首先將 TRIZ 運用到非技術性問題的管理領域稱為管理-TRIZ。過去有些研究嘗試將 TRIZ 體系應用在管理領域的運用。Vries, Souchkov, 與 Mannak (2008) 應用物-場分析工具來分析如何消除跨地區研發團隊的工作衝突問題。Kappoth 與 Goolya (2008) 應用物-場分析工具化解知識員工的情緒衝突問題，Retseptor (2008) 利用 TRIZ 的 40 條發明原則來制定企業生存的要訣。姚正松(2010)運用企業演化趨勢，以個案半導體封裝公司為研究對象，探討及分析其目前人力資源管理活動之現況及演化程度，並提出適用的創新建議與方案，以作為該公司決策者的參考。

建立 TRIZ 在 HRM 運用所需管理參數可利用測量企業中的人力資源活動、員工行為方式、績效產出和企業戰略之間相互關係的人力資源計分卡(HR Scorecard)概念來探討。人力資源計分卡的概念是由 Becker, Huselid, 與 Ulrich (2001) 為研究人力資源在績效評估，結合平衡計分卡 (Balanced Scorecard) 的理念，根據對 3000 家公司的分析所發展出來。其目的是針對如何將人力資源系統植入公司的整體策略推展作業中、如何將人力資源架構視為策略資產，並能按其策略性的角色加以管理。平衡計分卡主要目的是將企業的使命及策略具體行動化，轉換成目標與績效量度，做為策略衡量與管理體系的架構 (Kaplan & Norton, 1996)。人力資源計分卡是建構在經過驗證的平衡計分卡理論之上，可清楚表達出人力資源運作成果。人力資源計分卡有兩個重要的概念，分別是人力資源架構與人力資源實務，其中後者

最常反映的兩大問題，包括(一) 成本控制：從人力資源功能中降低成本，並幫助其他非人力資源部門增進作業效率，以及(二) 創造價值：整合人力資源架構與組織策略推動程序 (Becker 等, 2001)。Garrett 與 MacDonald (2001) 從平衡計分卡的概念認為人力資源計分卡可用來監測勞動市場、分析勞動力指標、診斷勞動議題、計算對財務不利影響與提供解決改善方案，並提出人力資源計分卡可從策略(才能、領導、顧客服務與支持、組織的整合)、營運流程(招募、技術、人力資源流程與交易)、顧客(員工對人力資源服務的滿意度)、財務(含訓練、技術、招募、風險管理、服務遞送成本的投資報酬率)等四個構面之對應指標來分析。Huselid, Becker, 與 Beatty (2005) 認為人力資源計分卡構面應包含人力心態與文化、人力能力、領導統御與人力行為表現，及人力績效表現等四大要素。

雖然有上述 TRIZ 應用於管理上之研究，但相關於 TRIZ 應用於 HRM 仍然是有限。

3. TRIZ 解決人力資源管理問題的模式

由於管理學長期的發展，形成了不同的專業知識領域，使得管理系統的管理參數和管理衝突呈現領域性。某類衝突可以劃歸為某一專業知識領域，也就是此類衝突大多數情況下可以利用此專業領域的知識解決。人力資源管理是企業中的最基本活動，伴隨著內外環境、管理要素，以及參與其中的人所呈現出的多變性及不確定性，給傳統人力資源管理帶來了巨大的挑戰，使得人們面臨的衝突管理問題呈現出複雜性的特徵。例如在組織結構的設置中，要提高決策效率和減少人工成本就要減少管理的層次，但管理層次的減少一般就需要增加管理的幅度，而管理幅度的增加又會增加控制的難度和成本、特別是可能會增加企業管理的風險，就是一種典型的管理矛盾。

儘管如此，當面臨著複雜衝突管理問題的困擾時，並不是一籌莫展，而是應盡力發掘存在問題的內在規律，創造出新的模式和方法以解決面臨的複雜管理問題。管理思維模式正是這樣一種可以為我們所借鑒使用的問題解決方法策略。在複雜人力資源管理問題求解過程中，由於組織資源的有限性(物理衝突)、衝突問題的情景依賴性(問題的演化特徵)、技術工具的多樣性(技術衝突)，使得管理問題求解成為一個具有創新性特徵的問題解決過程，因此理應可以利用 TRIZ 的思想和方法來解決複雜的 HRM 問題。

管理領域面對更複雜的衝突，這些衝突中有共性的、也有特殊性的，比如：追求效率、品質和低成本等，是管理系統追求的最普遍的目標，也是任何一個管理領域追求的目標；所謂特性的，是專屬於一個專業領域的，例如與「人、組織與工作」有關的問題，它可以專屬於 HRM。如果把那些有特性的參數都放在一個衝突矩陣裡，那麼這個矩陣可能太龐大了，勢必降低它的可用性。因此，有可能將管理衝突矩陣劃分為兩種類型：一類描述一般管理衝突；另一類描述專業領域衝突。為了這個目的，管理參數也要被劃分成兩類：一類是一般管理參數；另一類是專業領域管理參數。如此有特性的衝突由有特性的管理參數構成，由專業領域的知識去解決。

基於 TRIZ 的 HRM 管理衝突矩陣研究可以分為 HRM 管理參數與矩陣中篩選原理解的研究。本研究根據 Beatty, Huselid, 與 Schneier (2003) 平衡計分卡所建立人力資本之 19 項指標，此指標並經 Bontis 與 Fitz-enz (2002) 驗證其信度與效度，選擇屬於人力資源核心職能(competencies)，人力資源交付(deliverables)，人力資源系統(systems)與人力資源實踐(practices)等四大構面的 HRM 管理參數，如附錄表 1 所示。人力資源核心職能著重在瞭解人性，設計、執行並推廣流程，同時兼顧公司戰略和經營，主要為處理事務管理能力、贏得員工信任的能力、貫徹執行戰略的能力、協助組織發展變革的能力。第二項價值定位是指員工個人願景目標是否能與公司願景與目標能夠契合。第三項結構資本是指企業的組織類無形資產，它包括企業管理當局的領導力、戰略和文化、組織規則和管理制度與措施、資訊技術的應用程度、品牌形象等。結構資本是影響企業人力資本效率，進而影響人力資本投資的重要環境因素。第四項關係資本是指企業與所有發生聯繫的外部組織之間建立的關係網路及其帶來的資源和資訊優勢。人力資源交付是指人力資源管理的效果究竟如何，不能只看是不是有解決方案，更多的還要看交出去的解決方案是不是能切實的解決客戶直接主管、高層主管的困難，是不是能很好的支持企業業務戰略。人力資源系統是指員工的知識、經驗與能力等人力資本特質。本研究利用人力資源計分卡來評估人力資本，Becker 等 (2001) 提出從策略性資產觀點看待人力資源管理，以「效率」與「投資」的角度衡量力人力資本，效率性的衡量指標包括：福利支出佔薪資總額的比率、每位員工的薪資成本、人力資源資訊系統成功進入的百分比、每雇用一位新人的成本、員工平均訓練費用、每位員工的人事費用。人力資源實踐包括

溝通、工作設計、人員甄選、人員發展、人員評估與薪資福利等。這些基礎管理實踐的改進提高人力資源管理作為企業核心競爭力的價值。本研究以員工滿意度、員工留任率和員工生產力來衡量員工能力，並認為員工能力能夠驅動組織績效進而達到人力資源實踐目的 (Mayo, 2001)。

4. HRM 領域的 40 條創新原理與矛盾解決矩陣

本節說明如何闡述 Altshuler 的 40 條發明原理於 HRM 實務。本研究參考相關 HRM 文獻 (Bontis & Fitz-enz, 2002; Huselid 等, 2005; Sullivan, 2004; Moustakis, 2005; Becker 等, 2001; Bozbura & Ersin, 2009) 與 Mann & Domb (1999) 的研究，根據 HRM 的實務，將 40 條發明原理運用於 HRM 實務，每一個創新原理所代表 HRM 行動意涵羅列於附錄表 2。部份 40 項中的原則在 Bozbura & Ersin (2009) 論文中有關述其分析所據文獻。

建構 HRM 衝突解決矩陣需緣起於 HRM 問題導向的思維，問題導向的解決方法的過程開始於對問題的定義，即首先明確存在什麼 HRM 問題；然後是確定解決問題所要達到的目標，再然後是利用已有的知識或者發明新的知識解決問題。TRIZ 的核心內容之一是 40 條發明原理，但這些原理不直接適用於 HRM，Ersin (2009) 搜集了大量的案例，闡明如何將 TRIZ 理論中的 40 條發明原理拓展應用於 HRM。

TRIZ 主要是解決技術衝突和物理衝突，而 TRIZ 應用於 HRM 上所要解決管理衝突包括有關係衝突與工作衝突。當相互依存的企業與員工雙方認識到彼此的利益相左，或者在實現各自目標時受到對方的干擾，這時雙方之間就產生了衝突。可見觀念認識上的差距和目標利益的不同，是導致衝突的潛在原因，而溝通障礙、報酬不公、工作職責不清與協調困難、個人等因素則使關係衝突由潛在狀態轉化為公開對抗。關係衝突是企業與員工之間由於觀念、目標和利益的不一致而產生的對立過程，在本研究中可將觀念、目標和利益的不一致解釋為 19 項管理參數之間的對立矛盾。對企業來說，關係衝突因程度和原因不同有兩方面效應。一方面，如果企業與員工之間關係緊張、互不信任、互不團結、內耗現象嚴重、缺乏溝通等不良關係，會造成企業生產效率低下，凝聚力下降，一旦企業出現困難或危難之時，員工不能同舟共濟共渡難關，最終可能會導致企業的倒閉。另外一方面，如果關係衝突作為企業競爭的動力，那麼它的消極影響就可能降到最小。在企業的運作過程中，關係衝突是作為積極的因素還是作為消極的因素關鍵在於企業對衝突的如何管理。處理建設性關

係衝突，可歸納出以下幾點處理方法：(1)回避(估計雙方衝突可以透過雙方自身的自我調解加以解決，就可以回避衝突或用暗示的方法，鼓勵衝突雙方自己解決分歧)、(2)調和(在解決衝突過程中，運用情感與安撫的方法，使一方作出某些讓步滿足另一方的要求)、(3)第三者策略(當存在衝突雙方可接受的另一位有權威且有助於衝突解決的第三者時，就可以通過他來解決衝突)、(4)競爭(允許衝突雙方以競爭取勝對方，贏得別人的同情與支持)、(5)妥協(在衝突雙方互相讓步的過程中以達成一種協議的局面)、和(6)合作(鼓勵衝突雙方把他們利害關係結合起來，使對方要求得到滿足)等。這些方法蘊含於如附錄表 2 中 40 條 HRM 創新原則所表現之 HRM 管理行動意涵中。依據第三節的 HRM 19 項管理參數與上述分析，本研究建立附錄表 3 的 HRM 矛盾矩陣表。

仿照 TRIZ 中的衝突矩陣的形式，縱向表示改進參數，橫向表示惡化參數。在此矩陣中，沿著對角線的每一個空格表示一個參數與它本身不會產生衝突，所以在此空格中沒有對應的化解衝突的原理解的對應編號。除了對角線的方格之外，縱向每一個管理參數與橫向的每一個參數之間可能有衝突，但不一定都有衝突。如果橫向的參數與縱向的參數有衝突，則對應的方格中說明化解此衝突的原理。化解一對衝突的原理可能根據特定的衝突選擇其中的部分，然後再依據企業環境參數選擇適宜解。

5. 案例分析

5.1 個案一

ABC 公司是一家創立於 1990 年的保險經紀公司，旗下員工以業務人員比率最高。由於公司強調業務導向、業績掛帥，組織內許多決策都以業績做為最主要的考慮因素。公司也為業務人員設計一套沒有底薪而完全以業績獎金的制度，也就是有業績有獎金，沒業績沒獎金。獎金計算方式以當期業績的 30% 至 40% 為計算方式，會進行這樣的設計一來是可以節省公司大筆的固定人事費用，二來為的是要鼓勵業務人員能衝高業績。除了薪資制度的設計外，公司每季還舉辦季競賽來獎勵那些銷售成績優異的人員。雖然激勵制度實施的一開始，的確改變了原來銷售不佳的窘境，為公司帶來許多的業績，但是在實施一段時間後，公司的主管開始發現許多問題。首先由於公司獎金計算方式是以當期新保單金額累加基礎，業務人員想盡辦法讓客戶買完保險之後，對於後續客戶的問題處理與售後服務就變得不是那麼積極，許多客戶常打電話過來抱怨，長期下來恐有損公司品牌形象。再者，業務人員之間的競爭開始激化，甚

至聽到業務人員為了搶客戶而產生彼此不合的傳聞，另外公司業績不佳的員工，也會施予許多壓力，造成員工的不安全感，影響辦公室緊張氣氛。最後，這些凡事以業績掛帥的人員只對如何提升業績感興趣，對於公司其它政策的配合度上意願不高，致使公司許多政策不易貫徹。細究這些保險業務員的來源動機，大部分是臨時找份工作過活，再來就是靠關係進到公司，想賺點獎金過日子，誰也沒想到要在公司裡面一直呆下去。

問題分析：ABC 公司採無底薪，完全以業績獎金為薪酬的策略，本案例關鍵問題和主要矛盾如下：

1. 員工為提升自身業績[+14 人力資本]，對於公司其它政策的配合度上意願不高[-1]，查閱矛盾矩陣可發現利用發明原理 12(等勢原理)可解決面臨問題。查發明原理獲得的建議可起先以獎金為激勵措施，逐步進階為培養員工自我成就感，此時不需獎金也可維持良好的工作習慣。

2. 公司可以在短期內達成營業目標，提升企業績效[+12 營業績效參數]，但業務員重視新保單，忽略舊客戶服務，造成客戶滿意度下降，進而影響公司品牌形象，降低顧客滿意度[-4 關係資本]，查閱矛盾矩陣可發現運用原理 3(改進局部原理)之重要客戶應享有較高之維繫成本與不一樣的互動機制、原理 31(孔化原理)使客戶需求不僅局限傳遞於業務部門，企業應多管道廣納客戶意見，使客戶意見可直接穿透至每個部門解決面臨問題。

5.2 個案二

XY 網路公司是一家專門從事通信產品生產和電腦網路服務的中國與日本合資企業。公司自 1991 年 7 月成立以來發展迅速，銷售額每年增長 50% 以上。與此同時，公司內部存在著不少衝突，影響著公司績效的繼續提高。為是合資企業，儘管日方管理人員帶來了許多先進的管理方法。但是日本式的管理模式未必完全適合中國員工。例如，在日本，加班加點不僅司空見慣，而且沒有報酬。公司經常讓中國員工長時間加班，引起了大家的不滿，一些優秀員工還因此離開了公司。公司的組織結構由於是直線職能制，部門之間的協調非常困難。例如，銷售部經常抱怨研發部開發的產品偏離顧客的需求，生產部的效率太低，使自己錯過了銷售時機；生產部則抱怨研發部開發的產品不符合生產標準，銷售部門的訂單無法達到成本要求。研發部經理雖然技術水準首屈一指，但是心胸狹窄，總怕他人超越自己。因此，常常壓制其他工程師。這使得工程部人心渙散，士氣低落。

問題分析：本案例關鍵問題和主要矛盾如下：

1. 公司的管理層強調日資企業為公司的犧牲奉獻理念 (+13 文化與價值)，但忽略員工感受，降低員工滿意度(-15 員工滿意度)。查閱矛盾矩陣可發現利用發明原理 6(多元性原理)與 28(機械系統替代原理)可解決面臨問題。在多元性原理建議可採用多元化管理，此一管理過程，是為了能夠發展一個有利於所有組織成員的組織環境，使每一個工作隊伍皆能夠發揮所長。尤其在跨國企業，針對異質化的工作隊伍，從事組織本身的變革，以建立一個能讓多元化的組織成員相互尊重，並且能將自我潛能極大化的工作環境。在機械系統替代原理建議可採用，差異化工資制度(激勵薪資等)、打破制式傳統薪資結構，強調論功行賞之彈性薪資制。

2. 公司採用的組織結構是直線職能型，雖然能夠貫徹公司策略到基層(+6 策略執行)，但會導致部門間因任務相互依賴、目標不相容，無法有效落實流程整合(-18 流程執行)。查閱矛盾矩陣可發現利用發明原理 1(分割原理)、15(動態原理)、17(多維運作原理)與 34(自生自棄原理)可解決面臨問題。在分割原理中建議改變作業規則；在動態原理中建議採用流程管理與靈活的組織結構；在多維運作原理中建議不斷變化的組織層次，企業內部組織圖，除水平與垂直外，另可加《資訊傳遞流量》或《業務關聯性》等緯度來說明各部門之關係，另外提供企業內部各部門間或企業上下之溝通網路化平臺，加強聯繫管道，提高工作效率與正確性。

3. 因研發部經理技術水準高，公司必須仰賴他並爭取留任，(+10 關鍵人員留任)，但其心胸狹窄，使得工程部人心渙散，士氣低落(-16 員工動機)。查閱矛盾矩陣可發現利用發明原理 7(套疊結構原理)與 24(仲介原理)可解決面臨問題。在套疊結構原理中，建議員工必須因材適用，保持基層與高層之溝通以激勵士氣；在仲介原理中，建議聘用外部專家或顧問解決臨時遭遇的問題。

6. 結論

在複雜 HRM 問題求解過程中，由於組織資源的有限性(物理衝突)、問題的情景依賴性(問題的演化特徵)、技術工具的多樣性(技術衝突)，使得 HRM 問題求解成為一個具有創新性特徵的問題解決過程，理應可利用 TRIZ 思想和方法來解決複雜的 HRM 問題。本文研究的目標主要是要建立 HRM 衝突矩陣的方法。本文由已有文獻分析 HRM 19 個管理參數和對應的 HRM 衝突矩陣，但此 19 個參數是否恰當，還有待後續進一步地討論研究。當 HRM 衝突矩陣被確定之後，下一步就要針對每一對衝突，篩選解決衝

突的原理解和說明解決衝突的方向。解決企業的 HRM 問題必須考慮到企業自身的條件和所處的環境，條件不同、環境不同，解決衝突的方法也會不同。本研究只是初步分析出 HRM 管理參數和矛盾矩陣，還需要更進一步地研究。

References

- 白滌清(2004)。利用 TRIZ 矛盾矩陣探討鋼鐵廠清潔生產關鍵成功因素之研究，南華大學第五屆環境管理研討會。(Pai, 2004)
- 姚正松(2010)。應用 TRIZ 企業演化趨勢探討人力資源管理活動之創新途徑—以台灣半導體封裝公司為例。國立交通大學碩士論文。(Yao, 2010)
- Altshuller, G. S. (1984). *Creativity as an Exact Science: the theory of the solution of inventive problems*. New York: Gordon & Breach Science Publishers, 16-25.
- Beatty, R. W., Huselid, M. A., & Schreier, C. E. (2003). The New HR Metrics: Scoring on the Business Scorecard. *Organizational Dynamics*, 32, 107-121.
- Becker, B. E., Huselid, M. A., & Ulrich, D. (2001). *The HR Scorecard: Linking people, strategy, and performance*. Boston: Harvard Business School Press.
- Bontis, N. & Fitz-enz, J. (2002). Intellectual capital ROI: a causal map of human capital antecedents and consequents. *Journal of Intellectual Capital*, 3(3), 223-247.
- Bozbura, F. Tunç & Ersin, F. (2009). *TRIZ (Theory of Solving Inventive Problems) in Human Capital Management*, the 13th International Research/Expert Conference: Trends in the Development of Machinery and Associated Technology, Hammamet, Tunisia.
- Ersin, F. (2009). *Implementation of TRIZ Methodology in Human Capital* (Master's thesis). Bahcesehir University, İstanbul.
- Garrett, W. & MacDonald, J. R. (2001). Designing and Implementing an HR Scorecard, *Human Resource Management*, 40(4), 365-377.
- Huselid, M., Becker, B. & Beatty, R. (2005). *The Workforce Scorecard-Managing Human Capital to Execute Strategy*. Boston, Mass: Harvard Business School Press.
- Kaplan, R. S. & Norton, D. P. (1996). *The Balanced Scorecard: Translating Strategy into Action*. Boston, MA: Harvard Business School Press.
- Kappoth, P. & Goolya, H. G. (2008). Managing Emotions: Applying the Substance-field Theory. *The TRIZ Journal*. Retrieved from

<http://www.triz-journal.com/managing-emotions-applying-the-substance-field-theory/>
 Mann, D (2000), Application of Triz Tools in a Non-Technical Problem Context, *The TRIZ Journal*. Retrieved from <http://www.triz-journal.com/application-triz-tools-non-technical-problem-context/>
 Mann, D. & Domb, E. (1999). 40 inventive (business) principles with examples. *The TRIZ Journal*. Retrieved from <http://www.triz-journal.com/40-inventive-business-principles-examples/>
 Mann, D. (2003). Systematic Win-Win Problem Solving in a Business Environment. *The TRIZ Journal*. Retrieved from <http://www.triz-journal.com/systematic-win-win-problem-solving-business-environment/>
 Mayo, A. (2001). *The Human Value of the Enterprise: Valuing People as Assets: Monitoring, Measuring, Managing*. London : Nicholas Brealey Publishing.
 Moustakis, V. (2005). *Human Resources Management*. (Unpublished work)
 Mueller, S. (2005). The TRIZ resource analysis tool for solving management tasks: previous classifications and their modification. *Creativity and Innovation Management*, 14(1), 43-58.
 Pai, T. C. (2004). A Research on the Key Success Factors in Cleaner Production of Iron and Steel Plants Using TRIZ Contradiction Matrix. Chiayi County, Taiwan: Conference on Environmental Management, Nanhua University. (In Chinese)
 Retseptor, G. (2008). TRIZ and 40 Business Survival Imperatives. *The TRIZ Journal*. Retrieved from <http://www.triz-journal.com/triz-and-40-business-survival-imperatives/>
 Sullivan, J. (2004, February 23). Eight elements of a successful employment brand. *ER Daily*. Retrieved from <http://www.ere-media.com/ere/the-8-elements-of-a-successful-employment-brand/>
 Takemura, M. (2002). TRIZ introduction in airlines airport management division. *The TRIZ Journal*. Retrieved from <http://www.triz-journal.com/triz-introduction-airlines-airport-management-division/>
 Vries, R. de, Souchkov, V., Mannak J. (2008). Remote team problem solving with TRIZ. *The TRIZ Journal*. Retrieved from <http://www.triz-journal.com/remote-team-problem-solving-with-triz/>
 Yao, C. S. (2010). *Applying Trends of Business Evolution of TRIZ to Explore the Innovation of*

Human Resource Management Activities - A Case Study of Taiwan Semi-Conductor Package Corp (Master's thesis). National Chiao Tung University, Taiwan. (In Chinese)

附錄

表 1. 19 項 HRM 管理參數。

構面	管理參數
人力資源核心 職能	1 領導管理(Management Leadership)
	2 價值定位(Value Alignment)
	3 結構資本(Structural Capital)
	4 關係資本(Relational Capital)
	5 技術與核心職能(Skills and Competencies)
	6 策略執行(Stratgy Execution)
	7 創新能力(Innovation Capability)
人力資源交付	8 員工承諾(Employee Commitment)
	9 知識整合(Knowledge Integration)
	10 關鍵人員留任(Retention of Key People)
	11 知識產生(Knowledge Generation)
	12 企業績效(Business Performance)
	13 文化與價值(Culture and Values)
人力資源系統	14 人力資本(Human Capital)
人力資源實踐	15 員工滿意度(Employee Satisfaction)
	16 員工動機(Employee Motivation)
	17 知識分享(Knowledge Sharing)
	18 流程執行(Process Execution)
	19 培訓(training)

表 2.40 條 HRM 創新原則

40 個基本原理	HRM 管理行動意涵
1 分割原理	<ol style="list-style-type: none"> 1 為減少人力做成本分析 2 訓練分析(透過訓練分析依專長區分人員) 3 授權 (技術, 領導力, 團隊, 專案, 室外訓練) 4 工作設計(變更工作時數, 改變行政作業規則) 5 市場區隔之觀念; 各部門採用利潤中心制 6 短期或臨時之工作, 聘請兼職人員
2 抽取原理	<ol style="list-style-type: none"> 1 晉升機會 (補償, 推廣, 工作豐富化等)
3 改進局部性質原理	<ol style="list-style-type: none"> 1 工作設計 (改變工作時間, 修改行政法規) 2 更改體力工作條件 3 晉升機會(補償, 推廣, 工作豐富化等) 4 績效評估 5 外包 6 聘請顧問 7 打破固定薪資制度, 改變為依工作表現給薪 8 針對客戶常詢問之問題, 給予員工重點密集式訓練。 9 重要客戶應享有較高之維繫成本與不一樣的互動機制 10 兼職人員之班表保持彈性, 以應付不同產能需求
4 非對稱原理	<ol style="list-style-type: none"> 1 360°評議 2 策略管理 3 知識共享(進階員工友好的網路資訊系統, 門戶開放政策) 4 改善溝通管道 5 各部門或各專案賦予不一樣之預算, 非按照一定比例配置 6 中層幹部必須瞭解高層策略目標並擬定相對應之手段方法, 後交付基層員工執行並監督之。
5 組合合併原理	<ol style="list-style-type: none"> 1 改善溝通管道 2 用人單位之間的公平 3 社會活動 4 文化整合
6 多元性原理	<ol style="list-style-type: none"> 1 團隊建立 2 團隊領導 3 訓練多技能員工 4 多元化管理
7 套疊結構原理	<ol style="list-style-type: none"> 1 職業生涯的地圖 2 投資員工 3 馬斯洛的滿意度層次 4 專案成員任務編組時應考慮性格 (因材適用) 5 保持基層與高層之溝通以激勵士氣
8 平衡力原理	<ol style="list-style-type: none"> 1 兼併(文化整合) 2 當企業無法順利解決問題, 聘請外部顧問或專家 3 改變招聘制度
9 預先反作用原理	<ol style="list-style-type: none"> 1 工作設計 (改變工作時間, 修改行政法規) 2 社會活動 3 對即將停工, 準備補償, 再就業和須溝通所有受影響的員工的前置準備 4 進行危機處理, 坦誠危機已發生 (有害效應) 社會大眾或企業員工以正面態度視之 (有用效應), 並提出任何補救以控制此危機 5 裁員前應有溝通與補償機制, 防止不滿效應擴大
10 預先作用原理	<ol style="list-style-type: none"> 1 心理輔導 2 員工反霸凌意識培訓 3 改善溝通管道

40 個基本原理	HRM 管理行動意涵
	4 安全性
11 預置防範原理	人才招聘
12 等勢原理	1 領導力培訓 2 職業生涯管理
13 反向作用原理	1 輪調 2 HR 規則(招聘制度, 績效考核制度) 3 在 HR 應用 BPR 4(走動管理)取代(辦公室管理) 5 企業獎勵勇於發現問題且提出解決方案之員工
14 曲線曲面化原理	1 工作設計 (改變工作時間, 修改行政法規) 2 改變組織層次 3 團隊的領導輪調, 輪流當專案經理或小組長以訓練員工 4 360 度之員工績效評估
15 動態原理	1 授權 (技術, 領導力, 團隊, 專案, 室外訓練) 適材任用, 適當授權 2 流程管理 3 靈活的組織結構 4 訓練員工適應動態之產業競爭環境、客戶喜好、各個多變與變異是正常等觀念, 以加強員工之動態適應性 (多能工)
16 部分超越原理	1 持續改進 (精益) 2 強化訓練 3 360°評議 4 視員工能力而適度調整其達成目標
17 多維運作原理	1 強化經理對下級的權威 2 不斷變化的組織層次, 企業內部組織圖, 除水平與垂直外, 另可加《資訊傳遞流量》或《業務關聯性》等緯度說明各部門之關係 3 提供企業內部各部門間或企業上下之溝通網路化平臺, 加強聯繫管道, 提高工作效率與正確性 4 公司晉升制度可多加一級(短期見習)或(占缺)以事先熟悉正式職位之執掌與業務, 另(旁觀者清), 也可順道觀察與思考改進之策
18 機械振動原理	1 改善溝通管道 2 用人單位之間的公平 3 社會活動 4 文化整合 5 激勵員工, 使其對本身工作注入(熱情) 6 短暫但密集的在職訓練, 如每半天 10 分鐘之簡短訓練, 但立刻可用於工作 7 聘請外部專業團隊進駐, 帶給企業一新氣象、新思維與新文化交流
19 週期性動作原理	1 團隊建立 2 團隊領導 3 定期訓練 4 管理多樣性 5 淡季時加強員工訓練, 以利旺季時應對自如
20 有效動作持續原理	1 職業生涯的地圖 2 投資員工 3 馬斯洛的滿意度層次
21 快速原理	1 創新文化 2 知識創造 3 建議制度 4 欲裁員或危機時應審慎、誠實面對、訂定補救措施欲明快處理將協商過程與結果快速契約化

40 個基本原理	HRM 管理行動意涵
22 變害為利原理	<ol style="list-style-type: none"> 1 資訊的自由流通(鼓勵言論自由) 2 競爭的新思路 3 企業出現危機或從事改造時之員工反應，可顯示出各員工之忠誠度與應變能力 4 以激將法引出員工之意志力、能力或創造力等正面效應
23 回饋原理	<ol style="list-style-type: none"> 1 知識共享 (進階員工友好的網路資訊系統，門戶開放政策)
24 仲介原理	<ol style="list-style-type: none"> 1 聘用外部專家或顧問解決臨時遭遇的問題 2 聘用兼職人員解決中短期產能不足之問題 3 請具資格且雙方公認之仲裁者解決敏感富爭議之議題
25 自服務原理	<ol style="list-style-type: none"> 1 自我評價系統的設計 2 員工參與
26 複製原理	<ol style="list-style-type: none"> 1 外包 2 為減少人力做成本分析 3 6 西格瑪 4 員工滿意度 5 員工的承諾
27 替代原理	<ol style="list-style-type: none"> 1 聘請專案導向的員工 2 聘請兼職員工
28 機械系統替代原理	<ol style="list-style-type: none"> 1 差異化的 HR 職能 2 差異化面試 3 差異化工資制度(激勵薪資等)、打破制式傳統薪資結構，強調論功行賞之彈性薪資制。 4 人力資源面臨成本域發展時可靈活調度編組，不受限於部門 5 面對企業電子化之工作方式，訂定新制度以規範員工必須使用電子化。
29 壓力原理	<ol style="list-style-type: none"> 1 靈活的組織結構 2 靈活的管理環境
30 柔化原理	<ol style="list-style-type: none"> 1 更改體力工作條件 2 讓員工工作更自由
31 孔化原理	<ol style="list-style-type: none"> 1 扁平的組織 2 知識論(刪除層級之間的溝通障礙) 3 使客戶需求不僅局限傳遞於業務部門，企業應多管道廣納客戶意見，使客戶意見可直接穿透至每個部門。 4 重大決定必須獲全體專案成員認同才可往下進行，不容許成員間溝通管道阻塞，以致無法共同推動專案。
32 色彩原理	<ol style="list-style-type: none"> 1 更改體力工作條件 2 社會活動 3 增加社會責任專案 4 內部之曝光度逐增，因為互相通傳資訊之必要性與不可避免性
33 同化原理	<ol style="list-style-type: none"> 1 網路組織 2 T 組訓練(敏感性訓練) 3 新進員工之一同訓練，以加強學習效果或互相砥礪之功能
34 自生自棄原理	<ol style="list-style-type: none"> 1 聘請顧問 2 專案導向的工作 3 將某任務或活動外包給協力製造商或專業顧問 4 在職訓練新進員工，以降低訓練時間與成本
35 性能轉換原理	<ol style="list-style-type: none"> 1 改變績效準則 2 改變雇用準則 3 差異化工資制度 (激勵薪資等) 4 改變晉升制度 5 可評估成立《專案辦公室》或《營運辦公室》，由專人訂定制度並監督專案或營運執行進度，同時負責協調部門間之爭議與資源配置。

40 個基本原理	HRM 管理行動意涵
	6 改變績效評估方式（例如內外部之客戶滿意度）促使員工改變作業方式 7 聘請經驗較豐富之員工進入企業，以帶動部門內部新知識、新思維或新工作方式。
36 相變原理	1 重組各類組織中的人際關係
37 熱膨脹原理	1 重組有關員工的滿意度和員工動機的 HR 規則
38 逐級氧化原理	1 改變公司的戰略重點 2 不同文化背景的人才招聘 3 合併 4 戰略合作夥伴關係 5 雇用生性樂觀員工，不時替其他員工注入光明面與信心 6 企業內部之下午茶時間，讓員工休息充電再出發 7 設置宿舍、膳食、幼稚園讓員工安心於工作，勿被生活瑣事消耗元氣與能量
39 惰性環境原理	1 企業、部門或專案成員腦力激盪時，可暫時放開(階級)之觀念，營造一平等且自由發揮的氛圍 2 有效適用規則 3 加強控制 4 控制曠職
40 複合材料原理	1 多領域專案團隊 2 雇用不同的性格類型員工 3 減少層次

表 3.19 X 19 TRIZ HRM 衝突解決矩陣

 	員工滿意度	員工動機	人力資本	管理領導力	知識分享	員工承諾	價值定位	結構資本	流程執行	知識整合	培訓	關鍵人員責任	關係資本	知識產生	企業績效	技術與核心職能	策略執行	創新能力	文化與價值
員工滿意度	*		1,15,37			1,10		28					1				3	21	
員工動機		*	1,15,20	12	4,24	4	10	20,26	1,32					25			3		
人力資本	10,26	10,14	*	12	22	14	11,33	4,12,14,28		17,40		28	29,31	1,25,30	1,8,9		3,18	13,15,21	10,14,16,24
管理領導力	12	14	12	*	10,22	1	12	12,18	1,12	25	7	2,28	1		1,8,12		3	3,30	6
知識分享	4	4,5		4,6	*	4	4		4,15		7	1,4,8		4	1,4	4		4	4
員工承諾	3,7	7	20	17		*			1,39			2		1					
價值定位	4	5		5		7,8	*		1						1,5				
結構資本	14,28,35		1,18	6,15,17	22,29,31	1,7,18	7,22,29,33	*	17	17,31,40	7,26,33	1	25,27	1,22,30,40	1,8	19,22	17,21,38	1,21,30	7,13,16
流程執行	3,15,28,35	5,10,16,20	1,3,18	12,18,40	28,31,40	4,18,24	6,20,29,33	28	*	17,20,31	33	1,2,28	3,29,36	22,30,40	1,29	22,25	20,21,38	15,21,30	6,29,32
知識整合	7	7								*		2			1				
培訓	3,26		3	3		3	3	3		3,23	*			3	1		1,3	1,3	1
關鍵人員責任	3,4,7,28	7,24	1,2	6,15,17	10,29	1,2,4	3,9	4	1,15	17	7	*	1,27	2	1	25			7,10
關係資本	3				10	2	8	4	1	23,25		1,28	*		1,16	8	1		6
知識產生	3,14		1	8	1,6,18	11,22			21					*	1		1	1	
企業績效	3,10,14,28	5,10,13	1,8,13,18,28,37	3,6,12,18,33	22,28	24	33	4,12,19	3	21,22	7,26	2,9,28	3,31,32	1,22	*	19,22,33	18,21,38	15,21,30	1,10,16,29
技術與核心職能					22		11		1,11	17	7		1,31	22,30	1,18	*			11
策略執行	3,26	5	2,3	8,12,17				4,12	1,15,17,34	17	7	1,2		25,30	1,16,32		*	1	10
創新能力	3					8	8		1	21,23	7		3,29		1,8,29		1	*	11,13
文化與價值	6,28	6		12		8	6,8,29	6,26		6	7	28	29	22	1,8	6		6	*

作者簡介



陳偉星博士自 1990 年以來在台灣大葉大學當任副教授。在此之前，他在交通部數據通信所五年的產業經驗。陳偉星從元智大學獲得工學博士學位、從路易斯安那州立大學獲得系統科學碩士學位並從東海大學獲得工業工程學士學位。他目前是中華精實生產管理協會理事，執行多項產學合作與企業輔導計畫。他的研究領域包括系統化創新、精實管理、研發管理，人力資源管理，工廠診斷。

The Heterogeneous Combination of 3D Printer in Mobius Ring

JyhJeng Deng¹, Chyi jiun Ku^{2*}, Hsueh-Chuan Lee¹

¹ Industrial Engineering and Management Department, DaYeh University

² Plastic Art Department, DaYeh University

*Corresponding author, E-mail: urushi@mail.dyu.edu.tw

(Received 13 November 2015; final version received 29 January 2016)

Abstract

3D printing is a customized manufacturing technology in the 21 century. The design complexity is no more the problem, only imagination is its limit. However, Most researchers and practitioners of 3D printing, both academia and industry, limit their products in the form design and seldom involve different materials combination to result in special effects. This paper attempts to apply Mobius ring in the 3D printing and combining it with lacquer and plastic optical fiber. In the combination with lacquer, a necklace with Mobius ring is coated with lacquer to add aesthetic value to the traditional ABS material of 3D printing. In combination with plastic optical fiber, a hollow Mobius ring nightlight with butterflies carved and hollowed on its surface is embedded with plastic optical fiber so that the shape of butterflies can be illuminated. The attempt breaks through boundaries among the industries of 3D printing, plastic optical fiber and lacquer and compensates their usage limits. This heterogeneous combination application fits the evolution trend of transition to a super-system.

Keywords: 3D printing, Lacquer, Plastic Optical Fiber, Evolution Trend, Transition to Super-System.

References

- Altschuller, G. (1984). *Creativity as an Exact Science: the Theory of the Solution of Inventive Problems*. New York: Gordon and Breach.
- Brecher, C. (Ed.) (2012). *Integrative Production Technology for High-Wage Countries*. Berlin: Springer.
- Bukhman, I. (2012). *TRIZ Technology for Innovation*. Taipei: Cubic Creativity Company.
- Burke, S. & Sinclair, R. (2014). Computer-aided design (CAD) and computer aided manufacturing (CAM) of apparel and other textile products. In R. Sinclair (Ed.), *Textiles and Fashion: Materials, Design and Technology* (pp. 671-703). UK: Woodhead Publishing.
- Cashew Co., Ltd. (1989). *Science of Paint*. Japan: Cashw Co., Ltd. (In Japanese)
- Chiu, B. S. (October, 1st, 2015). Making ice-creams via 3D printing? Taipei Int'l Invention Show & Techomart shows you how. *Central News Agency*. <http://www.cna.com.tw/news/afe/201510010450-1.aspx> (In Chinese)
- Chou, C. Y. (2009). *Light Coupling of LED Plastic Optical Fiber: Design and Application* (Master's thesis). National Taipei University of Technology, Taiwan. (In Chinese)
- Chou, S. M. (2008). 「Infinity · ∞」—*Concept of Topology applied in Jewelry design* (Master's thesis). Fu Jen Catholic University, Taiwan. (In Chinese)
- Frauens, M. W. (2000). *Improved selection of technically attractive projects using knowledge management and net interactive tools* (Master's thesis). Massachusetts Institute of Technology, Boston, MA.
- Friedman, N.A. & Sequin, C.H. (2007). Keizo Ushio's sculptures, split tori and möbius bands. *Journal of Mathematics and the Arts*, 1(1), 47–57.
- Gay, D. (2007). *Explorations in Topology – Map Coloring Surfaces, and Knots*, 149-155. Burlington, MA: Academic Press.
- He, H. L. (2008). *A Study of Luminous Home Textiles by Plastic Optical Fibers and combining LED into Weaving Fabric Design* (Master's thesis). Shu-Te University, Taiwan. (In Chinese)
- Horvath, J. (2014). *Mastering 3D printing: modeling, printing, and prototyping with REPRAP-style 3D printers*. New York: Apress.
- Japan Urushi Association (1987). *Japanese Lacquer*. Tokyo: Japan Urushi Association. (In Japanese)
- Jedi Ginsi laser knife Commercial. Retrieved November 26, 2014, from <https://www.youtube.com/watch?v=SuEnrpfaiw>
- Lee, H. C. (2014). *The Application of Mobius Strip Structure and Lacquer to the Commercial Products* (Master's thesis). Dayeh University, Taiwan. (In Chinese)
- LOCK8 The world's first SMART bike lock MailOnline. Retrieved February 10, 2015, from <https://www.youtube.com/watch?v=TOKj8uZoNaA>
- Mann, D. (2002). *Hands-on Systematic Innovation*. Leper, Belgium: CREAX Press.
- Miller, J. S. (2014). The Billion Cell Construct: Will Three-Dimensional Printing Get Us There? *PLoS Biol*, 12(6), 1-9: e1001882. doi:10.1371/journal.pbio.1001882.
- Sederberg, T. W., Finnigan, G. T., Li, X., Lin, H., & Ipson, H. (2008). Watertight Trimméd NURBS. *ACM Transactions on Graphics (TOG) - Proceedings of ACM SIGGRAPH 2008*, 27(3), Article No. 79.
- Sederberg, T. W., Zheng J., Lyche, T., Cardon, D., Finnigan, G. T., & North, N. (2004). T-Spline Simplification and Local Refinement. *ACM Trans. Graph*, 23, 276-283.
- Sequin, C.H. (2013). Making graphics tangible. *Computers & Graphics*, 37, 148–164.
- Townsend, K. & Gorlding, R. (2011). The interaction of two and three dimensional design in textiles and fashion. In A. Briggs-Goode, K. Townsend, & I. Textile (Eds.), *Textile Design: Principles, Advances and Applications*, 13, 288-322..
- Trend Airshield Pro Respirator. Retrieved January 05, 2015, from <http://www.trendairshield.com/>
- Uriarte Del Rio, M. J. (1959). FR. Patent No. 1198362. Paris: FR.
- Vang, J. B. (1993). DM. Patent No. EP0560777. Taastrup: DK.
- Yan, X. & Gu, P. (1996). A review of rapid prototyping technologies and systems. *Computer-Aided Design*, 28(4), 307-318.
- Yerka project. Retrieved November 26, 2014, from <http://www.nadiemelaroba.cl/>
- Zhang, F. L. (2010). *Lacquer Crafts and Paint Protection in China*. Beijing: Chinese Science Publishing & Media Lt. (In Chinese)

莫比烏斯環在三 D 列印的異類結合應用

鄧志堅¹、顧琪君^{2*}、李雪娟¹

¹ 大葉大學工業工程與管理系

² 大葉大學造形藝術學系

*通訊作者 E-mail: urushi@mail.dyu.edu.tw

摘要

三 D 列印是 21 世紀的客製化製造的產業技術。設計的複雜性不再是問題，只有想像力是其極限。三 D 列印研究人員和創作者大多侷限在造型的設計，驗證設計的功能性，極少談論與不同素材的結合，以產生特殊功效。本論文嘗試探討莫比烏斯環造型在三 D 列印的應用，並在其上結合天然漆和塑膠光纖。在與天然漆結合上，一個具有莫比烏斯環的項鍊塗上天然漆使具有傳統 ABS 材質的 3D 列印展現美學價值。在塑膠光纖上，三 D 列印結合 ABS 材質將使得在中空的莫比烏斯環的鏤空部分藉由塑膠光纖側面發光效應凸顯鏤空的蝴蝶圖案。以上的嘗試突破傳統天然漆、塑膠光纖、三 D 列印在其個別產業的應用，補強其個別的使用限制。此異類結合的應用符合趨勢演進的過渡到更高層次的系統之趨勢法則。

關鍵詞：三 D 列印、天然漆、塑膠光纖、趨勢演進、過渡到更高層次。

1. 前言

三 D 列印是快速成型 (Rapid Prototyping) 的其中一種技術。快速成型是一種增材製造 (additive machining)，它可依材料和增材的技術分為 (Yan & Gu, 1996)：光固化立體成型 (Stereolithography apparatus, SLA)、光罩幕 (Photo-masking)、選擇性雷射燒結 (Selective laser sintering, SLS)、熔融沉積成型 (Fused deposition modeling, FDM)、層狀實體製造 (Laminated object manufacturing, LOM)、彈道粒子製造 (Ballistic particle manufacturing, BPM) 和三 D 列印 (Three-dimensional printing, 3D Printing)。光固化立體成型是由雷射光照射液態光敏聚合物而立體成型的技術；光罩幕是利用光罩技術固化液態光敏聚合物而立體成型的技術；選擇性雷射燒結是用二氧化碳雷射選擇性的燒結連續的固態粉末層而立體成型的技術；熔融沉積成型是用加熱的擠壓頭將熱塑性塑膠長絲照著實體的斷面的形狀熔化，然後一層層往上堆加成型的技術；層狀實體製造是用雷射光束將金屬片依照實體的斷面的形狀切割而立體成型的技術；彈道粒子製造是用壓電式噴墨機構將熔化物質的顆粒，用冷焊接合，射出在之前沉積層上而立體成型的技術。

三 D 列印是一種疊層式的產品製造技術，利用熱將堆疊材料融合成造型。一般公認查爾斯·W·(恰克)赫爾 (Charles W. (Chuck) Hull) 首先於 1984 年開發第一個可應用的三 D 列印機 (Horvath, 2014)。隨著關鍵技術之專利的保護年限到期、個人製造博

覽會 (maker faire) 的興起、開放資源共享等因素使得三 D 得以快速興起成為 21 世紀最引人注目的技術。三 D 列印採用的是熔融沉積成型 (Fused deposition modeling, FDM) 技術。塑膠填充劑從捲盤拉出，分為模型材和支撐材，依據產品三 D 模型切片結構不斷由底部往上填充而成。支撐材可由溶劑溶解，剩下的就是模型材所形成的結構。

三 D 列印技術不只可用於塑膠、尼龍、樹脂、ABS 樹脂 (acrylonitrile-butadiene-styrene)、聚乳酸 PLA (Polylactic Acid)、壓克力、聚碳酸酯等無機的聚合材料，更可用於金屬、陶土、石膏、液滴、細胞等材質來製作車子外殼、雕像、食物、人體器官 (Miller, 2014)。三 D 列印的特色在於複雜的設計開發不再是難處，傳統塑膠射出成型以及 CNC 加工機、雷射切割所視為困難的造型，三 D 列印都可以製造出來。這對於客製化的產品以及設計初的模型評估有著很大的幫助。設計者可以快速的打樣模型來檢驗設計的有效性。對於一些罕見的零件，三 D 列印也可以製作避免缺零件的窘境。三 D 列印在金屬上的應用有選擇性激光熔化 (Selective Laser Melting, SLM) 和激光金屬沉積 (Laser Metal Deposition, LMD) 兩種。選擇性激光熔化是將三 D 模型切片，在腔室內塗滿金屬粉末，用激光在模型實體部分燒結金屬粉末成型，之後平台將腔室下移，進行下一切片的金屬成型；而激光金屬沉積是在需要燒結的實體部分注入金屬粉末，並用激光燒結成型。SLM 和 LMD 的技術主要是用於確保經濟高度發展國家的永續經營。

在面對嚴峻的國際競爭，如何在少量生產下獲利，因此，發想出這種少模具 (die less) 製造技術 (Brecher, 2012)。

雖然三 D 列印具有各方面的應用，不但是製造業，甚至生物科技、食品科技到醫療科技都可以看到其應用層次，但是它真的可以運用到每一個家庭甚至是每個人的日常生活上嗎？如果是的話，將會有何種景況呢？本文就著萃智的創始人真理奇·阿舒勒 (Genrich Altshuller) 所提出的趨勢演進法則中的第六項：過渡到一個超系統，來說明其可行性。並且用莫比烏斯環造型的生活用品作範例，解釋如何與系統外的異類結合，在此特別是指與天然漆和塑膠光纖的結合，使三 D 列印這個技術朝著超系統過渡，使其成為超系統的一部分。

本論文的結構接續如下：第二段作文獻探討，根據文獻說明萃智的八大技術演進趨勢、塑膠光纖和天然漆的發展與應用，以及莫比烏斯環在業界的應用。第三段說明三 D 列印的異類結合的過程。第四段說明應用此演進趨勢的心得和建議。第五段是結論與未來展望。

2. 文獻探討

技術衝突與物理矛盾、質場分析和技術演進趨勢是萃智理論的三大重要解題工具 (Altschuller, 1984)。一般萃智的從業者喜歡用技術衝突與物理矛盾以及質場分析來解決問題，較少使用技術演進趨勢來解決問題。前面兩種工具主要是用在技術問題上而不是用在管理或是文創產業上，因為這兩項工具都是根據大約四萬個第三層次以上的專利問題內所衍生的解決方法歸納出來的，每種的方法至少要有十種以上的專利支持才可被接受為解決方法。因此，這種方法是具有統計數據支持的。除此之外，第三種解題模式，技術演進趨勢，還可以用在一般性的問題上。以下就針對技術演進趨勢作進一步說明。

技術演進趨勢是朝著理想性演進。理想性被定義為有用功能除以有害功能。有害功能包括使用資源的成本以及系統所產生的有害效果。理想性的值越高則系統越理想。理想值的最大值是無限大，表示有用功能存在，但是有害功能消失。古典萃智共有 8 種演化趨勢 (Altschuller, 1984; Bukhman, 2012)，達雷爾·曼 (Darrell Mann) 進一步衍生到 35 種趨勢 (Mann, 2002)。雖然古典的 8 種趨勢被包括在 35 種趨勢內，但是在解釋的意涵是不一樣的。在古典演化趨勢中，趨勢是被嚴謹的遵守，違背趨勢表示系統是背著理想化後退的。但是，達雷爾·曼的趨勢是不嚴

謹的，系統並非一定要遵守其演進趨勢。這是兩者對趨勢最不同的看法。本研究將依照古典趨勢作應用。在古典 8 種趨勢中，這趨勢是分成 3 種範疇的：靜態的 (Static) 包含第 1-3 趨勢、動畫 (Animation) 的 (過去的時間演進) 包含 4-6 趨勢以及動態的 (Dynamic) (未來可能的走向) 包含 7-8 趨勢。第 1-6 的趨勢是適用於所有系統，生物或科技系統；第 7-8 的趨勢僅能用於科技系統 (Altschuller, 1984)。

第 1 個趨勢律是系統零件完整性的律 (The law of the completeness of parts of the system)。為使系統能夠完整的運作，它必須包括 4 個基本零件：引擎、傳動器、工作機關和操縱機關。引擎指轉換能量的機器。傳動器指傳遞力的機構，工作機關指執行系統功能的元件，操縱機關指能照著使用者的意圖的執行元件，特別指元件的屬性可以改變者。以腳踏車為例它的功能是移動物體 (人)，它的引擎是腳，腳將生物能轉為動能，傳動器是踏板和鏈條 (包含前後齒輪)，將踏板的轉動轉為輪胎輪軸的轉動，工作機關是輪胎，操縱機關是龍頭。踏板將人腳的旋轉動能傳遞到前面齒輪的旋轉動能；鏈條將前面齒輪的旋轉動能傳遞到後齒輪的旋轉動能；輪胎由於後齒輪的推動而旋轉，並與地的摩擦力使得輪胎往前走，因而移動腳踏車座椅上的物體 (人) 而達到系統的功能；龍頭能照著騎者的意思控制腳踏車方向。因此，就著腳踏車的系統零件完整性而言，它不完整，它只有包括 4 個完整系統零件的 3 項，傳動器、工作機關和操縱機關。所以它有進一步的演化，就是電動腳踏車。電動腳踏車有電動馬達可以將電能轉換為旋轉動能，它將引擎加入原來只有 3 項元件的傳統腳踏車中，使系統元件達到完整。另一個例子是口罩。口罩的功能是過濾空氣，空氣移動的能量是由人鼻子的呼吸產生的，因此，它沒有引擎轉換能量；當然它也沒有傳動器；工作機關就是內層、中層、外層；操縱機關也沒有。因此，就著口罩的發展，它還有許多的元件可以加進來使其成為更理想的產品。例如：加入電池、抽風機構 (引擎和傳動機構)、開關 (控制機構)，就可產生防霧氣的 Trend Airshield Pro Respirator (Trend Airshield Pro Respirator, 2015)。

第 2 個趨勢律是系統之能量傳導的律 (The law of energy conductivity of a system)。這是指能量傳導需要沒有阻礙的通道。這可以由刪減傳動器或是改變傳動器的屬性使其傳動元件由物質 (例如：齒輪、槓桿) 改為場 (磁場) 或是質-場 (帶電荷的粒子)。以三陽工業的摩托車 RoboScooter 為例，它的傳動器

被刪除，引擎直接作用在後輪，亦即工作機關上 (Bukhman, 2012)。

第 3 個趨勢律是調合系統的元件節奏的律 (The law of harmonizing the rhythms of parts of the system)。系統中元件都有其節奏 (例如，震動的頻率、週期)，每個系統的元件的節奏如果調和，就使系統朝高理想性演進。例如：傳統的汽車冷卻風扇，只要啟動引擎後是一直不停的運轉，其目的是冷卻引擎。但是，事實上是當引擎熱的時候才需要冷卻，因此，造成能源的浪費。直到 1951 年一種粘性離合器 (viscous clutch) 安裝到引擎上時，才使冷卻風扇運轉的週期與引擎熱度的週期調和，這樣就大大減少能源的浪費，使冷卻風扇系統朝高理想性演進 (Frauens, 2000)。

第 4 個趨勢律是增加系統理想性的律 (The law of increasing the degree of idealness of the system)。理想的技術系統是其重量和體積都朝著零推進，但是其功能並沒有減低。理想性的終極就是功能存在但是系統消失。例如：傳統的倒酒的滴酒捕捉器，如法國專利 FR1198362 的設計結構 (Uriarte Del Rio, 1959) 複雜 (圖 1)，它是將一個類似房子型狀的金屬片的一邊切兩個細縫後，將兩邊交叉接合而成。但是，新的歐洲專利 EP0560777 (Vang, 1993) 是一個軟的圓片 (圖 2)，不需要特別加工程序，在使用上僅需將其捲取後插入瓶口即可。其重量、體積和結構都較之前的專利輕和簡單。

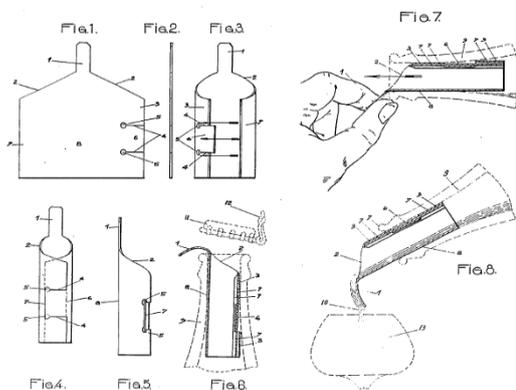


圖 1. FR1198362 圖式

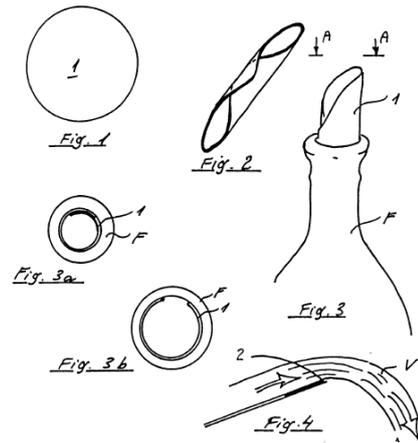


圖 2. EP0560777 圖式

第 5 個趨勢律是系統零件不均勻發展的律 (The law of uneven development of parts of a system)。系統內零件的發展是不均勻的；越複雜的系統，零件的發展越不均勻。這是產生矛盾現象的一個原因。例如：運送貨物的輪船之噸數始於引擎的快速發展，但是同時間制車的機構卻沒有改變。結果，如何制住排水量是 20 萬噸的貨輪成了一個問題 (Altschuller, 1984)。由於行駛中的油輪的動量極大，它需要花費 20 分鐘來完全停止。這個問題至今沒有一個有效的解決方式。

第 6 個趨勢律是轉移到超系統的律 (The law of the transition to a super-system)。當一個系統的發展到其極致，系統會朝成為超系統的一部分演進。原本系統就是超系統的一部分，此時，系統會進一步發展，例如：與超系統的其它元件整併，成為一個新的系統。這個新的系統是在演進的 S 曲線的初端，因此有許多演進的可能性。這一個新的系統還在超系統內。但是，其面貌與原有系統不一樣。列表機就是一個例子，當雷射列表機演進一個極致時，它會進入超系統，與周邊的系統如：影印機、傳真機、掃描機，整合成一部多功能事務機。另一個例子是腳踏車鎖，它從傳統的鑰匙鎖、號碼鎖、電子鎖。先進的電子鎖 LOCK8 可以用 GPS 定位和用手機鎖住腳踏車，並且可以用手機設定讓別人分享自己的腳踏車 (LOCK8, 2015)。因此就著第 2 個趨勢律是系統之能量傳導的律而言，它已經從機械場演進到電場，這樣一種先進的腳踏車鎖要進一步發展的空間就極為有限，因此它必須與超系統的元件結合，使其成為該元件的一部分。Yerka Project 所設計的腳踏車鎖就是這種演進的說明。Yerka Project 所設計的腳踏車鎖，鎖桿成為坐墊座桿和下桿，下桿是套疊結合而成。使用時，下桿分

成兩段往外拉開，拉開的空間套入路燈、樹幹或腳踏車架裡。之後，將座桿拉出插入兩段的孔洞內，然後用鑰匙鎖住。所形成的腳踏車具有無法偷竊的優點，因為，偷竊者必須鋸斷車鎖才能偷車，而車鎖被鋸斷將造成腳踏車無法使用 (Yerka project, 2014)。此時，車鎖在進入超系統，腳踏車，的一部分時，車鎖回復到演進的最初狀態，鑰匙鎖。

第 7 個趨勢律是從巨觀水平到微觀水平轉移的律 (The law of the transition from macro to micro level)。工作元件的發展由首先巨觀水平，然後，朝微觀水平進行。例如：汽車的輪胎是剛性的，如果繼續維持其剛性，則輪胎進一步發展將有其極限，但是，如果，維持其功能 (與地面產生摩擦)，剛性的輪胎可以朝微觀發展，其功能可以由其分子、原子、甚至電子完成。在星際大戰的電影中，拘禁犯人的監牢，可以由無形的場來完成。這種場事實上是微小粒子 (如：電子) 組成。另一個例子是 Jedi Ginsu Knife，它是一種可以伸縮的雷射刀 (Jedi Ginsu laser knife Commercial, 2014)，原本切割功能是剛性機械式的，但是朝微觀發展，其功能由電子完成。

第 8 個趨勢律是增加質場分析的參與的律 (The law of increasing the S-field involvement)。此律的意義是非質場系統要成為質場系統；已經成為質場系統的，其場要從機械場進化到電磁場；增加物質的分散性、元件之間的連接以及系統的反應性。例如：尺的演進由直尺->摺疊尺->捲尺->超音波尺->雷射尺。直尺僅能量直線，摺疊尺縮小直尺的長度並且可以量角度，捲尺進一步縮小尺寸，超音波尺將直尺的機械場 (機械刻度) 轉為聲場 (超音波)，雷射尺更進化到電磁場 (雷射)。

塑膠光纖 (plastic optical fiber)，簡稱光纖。光纖是一種彈性、透明纖維由玻璃或塑膠拉伸成型。其功能是導光，在纖維的兩端以全反射原理傳遞光。通常光纖的一端的發射裝置使用發光二極體或一束雷射將光脈衝傳送至光纖。除了點光源的傳遞外 (端光型)，也有側面發光的光纖 (側光型)，本研究所使用的就是側面發光的光纖 (何惠鈴，2008)。由於其導光特性，塑膠光纖可將原本置放在高處的 LED 照明設備改變為置於地面，並藉由塑膠光纖將光導引至高處產生照明，其優點是 LED 燈光源容易維護 (周建宇，2009)。由於塑膠光纖可以將光導引到遠處，許多傳統照明不易到達的地方，如游泳池底部、冷凍櫃或是衣服，就可以藉由塑膠光纖產生照明機制 (何惠鈴，2008)。

天然漆是由漆樹取出汁液 (生漆) 而形成塗裝媒

材。生漆為漆樹上採集而來之樹液，為一種天然塗料，耐酸鹼、具黏著性與防水特性，傳統上用於木構建築及木、竹等製品的防水保護及佛像製作等用途。石化工業發達後其功能幾乎被塑化材料完全取代。除防水保護功能外，漆的裝飾性魅力更是其他材質無法取代。近年環保意識抬頭與手作文創商品等潮流下漆藝又漸受重視。天然漆用於有毛細孔的表面材質，增加其美觀、防腐蝕、耐高溫的性質。可用於食器、木器、陶器、塑膠與金屬材質 (日本漆工協會，1987；張飛龍，2010；カシユ一株式会社技術部編，1989)。

天然漆採集當下是呈現乳白色，和空氣接觸後即刻產生氧化反應，逐漸轉為褐色。剛採集而來的稱為「生漆」其中約有 20~40% 為水分與雜質。生漆的主要成分包含 (一) 漆酚：漆酚是天然漆的主要成分，是天然漆成膜的主要物質。呈黏稠液體狀，能溶於乙醇、乙醚、丙酮等有機溶劑與植物油，但不溶於水。漆中漆酚含量越高漆的質量就越好。(二) 漆酶：漆酶又稱生漆蛋白質、氧化酵素。漆酶能促進漆酚氧化加快漆乾燥結膜。漆酶的活性強弱完全受氣溫與大氣濕度的影響，溫度攝氏 20~40 度、相對濕度 70~80% 範圍內容易乾燥。超過攝氏 80 度漆酶活性即被破壞。(三) 膠質 (水溶性多糖類)：溶於水但不溶於有機溶劑，呈黃白透明狀。具懸浮劑與穩定劑功能，使漆成份均勻分布並穩定不易變質 (四) 水分子：水份不單是形成乳膠體液的主要成分之一，也是天然漆乾燥過程中漆酶發揮作用的必要條件。天然漆成分因地區與品種而有不同的變化。

生漆經加工精製後去掉 30% 的水份後成為琥珀色透明狀即便為熟漆稱為透漆，透漆加入氫氧化鐵則成為黑漆，黑漆質地堅硬是底漆面漆的重要材料。將透漆與各種顏色的色粉攪拌、混合，充分的攪拌並過濾後即得到各色「色漆」。早期漆的基本色為黑、朱、黃、褐、綠五種顏色，主要為礦物色粉，直到近代レ一キ顏料的出現，才擴展了色彩的多樣性，也更強化漆在建築與器物裝飾上的功能，近年也成為純藝術創作的媒材。

莫比烏斯環的應用最常見於雕刻。例如：Keizo Ushio (Friedman & Sequin, 2007) 在澳洲的邦迪海灘 (Australia's Bondi Beach) 的莫比烏斯環雕刻就吸引上百萬的遊客拜訪；另一個是 Collins (Sequin, 2013) 在美國密蘇里西部州立大學 (Missouri Western State University) 的名為天體音樂 (Music of the Spheres) 的莫比烏斯環雕刻。莫比烏斯環與天然漆的結合在台灣僅有李雪娟和周仕敏 (李雪娟，2014；周仕敏，2008) 的碩士論文。另外，莫比烏斯環還可以用於時

裝設計 (Burke & Sinclair, 2014), 其中包含 Freedom of Creation (FOC) 公司的 textile mobius 和 MIT 教授 J. Meejin Yoon 的 Mobius dress (Townsend & Gorlding 2011)。

3. 三 D 列印的異類結合

根據第 6 個趨勢的律, 轉移到超系統的律。三 D 列印設備如果要被普及化, 必須朝著系統外的其它元件結合才能普及並進一步的發展。在此探討與天然漆和塑膠光纖結合的可行性。由於三 D 列印的特色在於製作複雜的幾何造型, 因此, 在造型選取莫比烏斯環的結構作展示, 以吊飾和小夜燈等生活用品凸顯三 D 列印的製造特色 (李雪娟, 2014)。莫比烏斯環 (Mobius ring) 是將一條矩形的長條帶子, 沿著縱軸旋轉 180 度, 並將兩端接合在一起所形成的帶子, 其特色為帶子只有一個面和一條邊界線 (周仕敏, 2008; Gay, 2007)。莫比烏斯環的吊飾設計分為兩項: 1. ABS 胎體設計與成型和 2. 漆工藝髹塗與加飾製作工序。在造型的設計上是用 Rhino 軟體繪製, 整個胎體用 ABS 材質的 3D 列印製作, 其詳細尺寸如圖 3。

漆工藝的材料可大分為: 1. 漆料: 生漆、透漆、黑漆、色漆。2. 灰料: 供和生漆攪拌後在胎體上打底使用, 成份因產地各不相同, 臺灣使用的是黃土灰。3. 研磨材料: 磨石、水砂紙、呂色粉等。4. 溶劑: 松節油、樟腦油、酒精等。

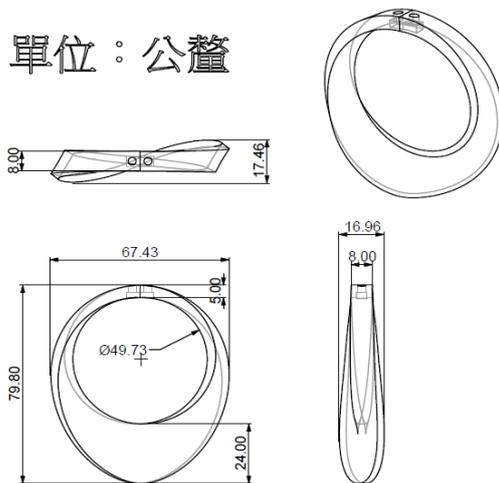


圖 3. 吊飾的三視圖

漆工藝髹塗與加飾製作工序包括:

1. 底工程:

a. 整胎: 將三 D 列印成型的莫比烏斯環狀胎體, 用砂紙粗創將表面整平。

b. 批灰打底: 將黃土灰加入生漆調拌成漆灰, 薄塗 1~2 層於胎體上打一層底後待乾, 再以 600# 砂紙將莫比烏斯環整平。

c. 糙漆髹塗: 將生漆與熟漆 1/1 混合髹塗於打好底的環狀胎體上, 待乾後以 600# 砂紙將莫比烏斯環水磨整平。

d. 底漆髹塗: 髹塗黑漆兩層作為底漆, 待乾後以 600# 水砂紙水磨。

e. 面漆髹塗: 以黑漆髹塗 2~3 層, 層層皆待乾後以水砂 600#~800# 水磨, 完成底工程。

2. 裝飾工程: 裝飾工程技法的種類繁多, 此次莫比烏斯環採 a. 變塗技法 b. 金箔貼附技法 c. 透漆髹塗單明技法三種技法混合交疊使用, 再經 d. 研磨推光技法完成。其工法工序如下:

a. 變塗技法: 變塗是一種使漆面產生肌理, 利用其肌理的高低差經數層色漆的堆疊, 再研磨產生文樣的技法。熟漆中加入稠化物或溶劑可改變漆液的濃稠度和流動性。添加蛋白質會增加濃稠度, 豆腐或蛋清都常被使用。此次選擇以豆腐當材料, 將豆腐以刮刀壓碎, 以紙張擠壓吸取適量水份, 豆腐渣中的水分会影響稠漆的乾燥速度, 水份過少會使肌理過於堅硬與乾燥緩慢, 過多則漆不容易攪拌。將豆腐渣與黑漆攪拌至可拉起肌理不攤平程度即可, 調製成的漆稱為豆腐漆, 以豆腐漆薄髹於莫比烏斯環上製作肌理, 待乾 10 天。之後髹塗三層不同色相或同色調的色漆。最後以水砂紙水依序由 600#、800#、1000#、1200#、1500# 磨至 2000#, 再反覆擦拭生漆與使用呂色粉推光。

b. 金箔貼附技法: 配合莫比烏斯環造型在邊緣擦拭生漆並貼上金箔後待乾。

c. 透漆髹塗單明技法: 貼箔的漆乾後在金箔上塗上薄薄的透漆。

其結果如圖 4。整個形狀像是環中套環, 由於莫比烏斯環只有一個面和一個邊, 因此, 在打上天然漆時以兩色配搭呈現其造型特色, 在此, 用金色的邊配上紅色的面。本藝品配上淺色上衣可適合於男士或女士穿戴, 如圖 5。由於本設計的三視圖可以出圖列印, 因此, 客戶可以設定想要圓心的大小和形狀, 這樣可以增進藝術設計者和客戶的互動性, 共同創造想要的藝術作品, 這有別於傳統的藝術設計產品中, 客戶只能被動地選擇產品尷尬的情形。另外, 即使胎體一樣, 但是由於髹漆的條件不可能完全相同, 因此, 最後的產品具有獨特性, 這不同於小量製造的產品中, 每一件都一樣的單調情況。最後, 本產品的胎體是電腦製作, 因此, 胎體可以複製, 這不同於傳統手工製

作藝品不能重製的缺點。其它顏色天然漆的吊飾如圖 6。圖 4 和圖 6 是採用同一種 ABS 材質的三 D 列印胎體，但是經由不同的天然漆上色後，產生截然不同的吊飾風格。三 D 列印與天然漆結合的優勢在於藝術品的胎體可以複製，並且在製作前就可以先在電腦模擬。與傳統用手工拉坯比較而言，好的手工胎體就無法複製，但是三 D 列印的電腦模型就可以複製，並且藉由網路可實現甲地設計，乙地製作的可能，方便最後產品的物流。使用者甚至只要從雲端下載就可在家製作，如果他有三 D 列印機的話。



圖 4. 上漆後的吊飾



圖 5. 穿戴吊飾的模特兒



圖 6. 第二種吊飾設計

莫比烏斯環 (Mobius ring) 漆藝小夜燈設計如下：本創作係關於一種燈具，係為一種提供光源遮罩，改變光線照射方向，並可提供使用者擺飾美觀之「燈具」設計者。如圖 7-9 所示，本創作所提供之燈具，係由星形所扭曲成角度環繞成環，且中間具有一孔洞，使得燈具呈流線環繞於環上，且流線均由中間孔洞所延伸而出，且流線間距離漸為擴大至環最外徑，再縮小流線間距離至延伸面之反面的中間孔洞，使得燈具具有多層次視覺美感的變化。圖 10 的燈具是由三 D 實體列印經由上天然漆的後製加工而成 (李雪娟, 2014)。很明顯由於 ABS 的透光性不足，光無法由內部透出。這進一步的觸發下一個中空並且鏤空的小夜燈構想。其中，燈不只可以由底下打光，更可以由中空部分植入側邊發光的塑膠光纖來打光，其結果如圖 11-12。很明顯的，內箱塑膠光纖的小夜燈在顯示中空的蝴蝶外形效果上，比單獨用 LED 展示燈投影出的中空蝴蝶外形效果佳。



圖 7. 小夜燈立體圖



圖 8. 小夜燈前視圖

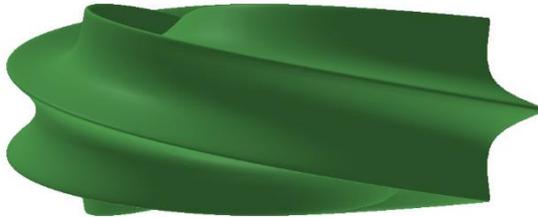


圖 9. 小夜燈後視圖



(a) 關燈



(b) 開燈

圖 10. 小夜燈成品圖

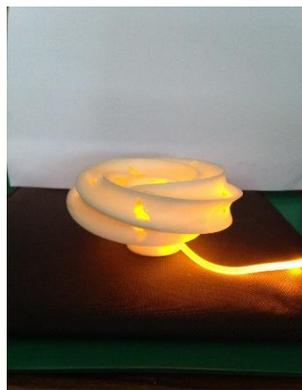


圖 11. 植入塑膠光纖的小夜燈



圖 12. LED 展示台的小夜燈

4. 應用趨勢心得

三 D 列印結果的品質與列印機器的等級有極大的關係。本研究所使用的機器是 Stratasys 公司生產的 Mojo 型號三 D 列印機。其堆積厚度是 0.17mm。就著工業等級的要求還嫌粗糙。但是經由天然漆上色後，就完全遮蓋表面粗糙的缺點。反而，表面粗糙對天然漆的附著性而言是一大優點。因此，三 D 列印與天然漆的結合使得胎體的表面精細度要求不再是這麼重要，這使得三 D 列印與天然漆的結合後，使三 D 列印機器更容易推廣，因為，要求的等級不必太高就可作出更好的漆藝產品。就著漆藝而言，三 D 列印可以拓廣其胎體的幾何造型。傳統莫比烏斯環在藝術上的應用以 Keizo Ushio (Friedman & Sequin, 2007) 的雕刻最為顯著，但是與天然漆的結合在台灣僅有李雪娟和周仕敏 (李雪娟, 2014; 周仕敏, 2008) 的碩士論文。周的莫比烏斯環僅用於手環，由於莫比烏斯環有突出來的邊緣易讓手不舒服，本研究將其應用到吊飾，並且將單調的圓形改為橢圓，並且環的寬度是有變化的。本研究更進一步將其應用到燈具設計，使莫比烏斯環形成中空，並且在其表面刻鏤蝴蝶，進一步強化其視覺美觀。

藉著塑膠光纖的引進，本研究將光的元素帶進莫比烏斯環燈具。傳統燈具的光源都是燈泡或是 LED 燈，極少考慮塑膠光纖。塑膠光纖的優點在於發光源的形狀是可以任意改變的。並且光較柔和非常適合小夜燈的使用情境：柔和的照明。目前碰到的

瓶頸是蝴蝶的輪廓在莫比烏斯環的面上，有些從遠處看還是沒有顯明。雖然，作者嘗試用類似壓克力的樹脂材質作三 D 列印，但是效果還是不令人滿意，目前推敲其原因可能是鏤空的蝴蝶造型造成在類似壓克力的樹脂材質中阻擋光的傳導，導致蝴蝶的外型有些清楚，有些不清楚。這是本研究可以進一步研究的方向。

创客展覽市集 (Maker Faire) 近年逐漸在台灣普及，其中有一半的展出都是與三 D 列印有關的，使用的族群從小學到大學都有，可見三 D 列印在台灣未來的產業是極具潛力的。然而大部份的產品還是侷限於陽春的單一素材，並沒有與其它的媒材作結合。若是要進一步的拓展是需要朝與異類結合轉移到超系統發展演進。

5. 結論與未來展望

三 D 本研究嘗試用萃智的第 6 個趨勢律，轉移到超系統的律 (The law of the transition to a super-system) 到三 D 列印產品。這個律指出當一個系統的發展到其極致，系統會朝成為超系統的一部分演進。此時，系統會進一步發展，例如：與超系統的其他元件整併，成為一個新的系統。這個新的系統是在演進的 S 曲線的初端，因此有許多演進的可能性。由於與其它元件整併，因此，其被接受的機會就比單一產品的更高。

三 D 列印產品的優勢是製作複雜的幾何造型。傳統 CNC、雷射切割或是塑膠射出成型無法完成的幾何造型對三 D 列印皆不是問題。雖然各級學校都在積極推動三 D 列印技術，並且其應用可以廣泛到許多層面，但是要每一個機構或家庭都能普及，單靠其列印產品的優勢還是無法完成。它必須演進到超系統內與其它元件結合才有可能，本研究嘗試讓三 D 列印與天然漆、塑膠光纖結合，並且用莫比烏斯環的結構作產品造型的基礎，分別製作吊飾、小夜燈等生活用品的產品。其目的就是希望將三 D 列印與生活用品結合達到加乘的效果。

以天然漆而言，由於天然漆需要塗在有毛細孔的表面上，因此三 D 列印機的等級就不需要太高。Stratasys 公司生產的 Mojo 型號三 D 列印機就足夠使用。三 D 列印與天然漆結合的優勢在於藝術品的胎體可以複製，並且在製作前就可以先在電腦模擬。與傳統用手工拉坯比較而言，好的手工胎體就無法複製，但是三 D 列印的電腦模型就可以複製，並且藉由網路可實現甲地設計，乙地製作的可能，方便最後產品的物流。使用者甚至只要從雲端下載就可在家製作，只要他有三 D 列印機。另外，藝術家也可

以發揮自己的上漆技術，使每一個三 D 列印產生的胎體藉由天然漆的色澤產生獨特的個性化產品。本研究用吊飾展示三 D 列印與天然漆結合，並且用兩種色澤說明雖然胎體相同但是產品的風格是完全不同。另外，本研究也嘗試將小夜燈塗上天然漆，但是透光效果不佳。

在塑膠光纖上，中空的小夜燈被剖開，塑膠光纖被植入在中空部分，並且小夜燈的表面鏤空許多蝴蝶。本創作的特質在於使用側面發光的塑膠光纖可以控制光源的形狀，這樣就能使蝴蝶的輪廓凸顯出來。這個透光效果比上天然漆的小夜燈好很多。本研究亦嘗試將 ABS 材質的小夜燈改為類似壓克力的樹脂材質來進一步改善其導光效果，但是實驗結果並不令人滿意，目前推敲其原因可能是鏤空的蝴蝶造型造成在類似壓克力的樹脂材質中阻擋光的傳導，導致蝴蝶的外型有些清楚，有些不清楚。這是本研究進一步的研究方向。

雖然本文列舉三 D 列印與天然漆、塑膠光纖結合應用於吊飾、小夜燈等產品。並不表示所有與三 D 列印的可能結合僅限於此。這只是用來舉例說明應用萃智的第 6 個趨勢律，轉移到超系統的律 (The law of the transition to a super-system) 到三 D 列印產品的可能性。讀者可以有更多的發想。最近的實例為健行科技大學與聚曜國際公司產學合作，整合 3D 列印技術與自動化機電系統，開發出「3D 冰淇淋機」，可製作出不同樣式的冰淇淋。該機器的特點是：輸入指令，機器即可做出各種不同樣式的冰淇淋，無需自己動手。作出來的冰淇淋品質穩定不受店員訓練水平的影響，由於製冰過程可減少人為接觸，也比較衛生 (中央通訊社，2015)。另外，本文也沒有對產品設計美學作深入的探討，這個議題可以由兩方面看：一是建構的軟體，一是藝術家的加入設計團隊。在建構的軟體上，本文使用 NURBS based modeling, Rhino 5.0 來建構。但是目前有一種與 Rhino 5.0 結合的軟體 T-spline (Sederberg 等, 2004, 2008) 是更合適的建構有機曲面。最後，藝術家的加入設計團隊也是使產品進入市場的重要關鍵。本研究的產品離商品化還有一大段要走，這也是未來的研究方向。

致謝

作者感謝大葉大學 104 學年度個人型計畫專案代號：ORD-104072 的支持。

參考文獻

- 邱柏勝 (104 年 10 月 1 日)。3D 列印也能做冰淇淋？國際發明展告訴你。中央通訊社。104 年 12 月 8 日，取自
<http://www.cna.com.tw/news/afe/201510010450-1.aspx> (Chiu, 2015)
- 日本漆工協會 (1987)。日本漆工 日本の漆工 其の一 材料と用具。東京都，社団法人 日本漆工協會。(Japan Urushi Association, 1987)
- 李雪娟 (2014)。結合莫比烏斯環與天然漆在生活用品上的應用。大葉大學工業工程與管理學系碩士論文。(Lee, 2014)
- 何惠鈴 (2008)。塑膠光纖與 LED 於發光傢飾梭織物的設計與研究。樹德科技大學應用設計研究所碩士論文。(He, 2008)
- 周仕敏 (2008)。「無限 $\cdot\infty$ 」--拓樸學概念應用於飾品設計。輔仁大學應用美術系碩士論文。(Chou, 2008)
- 周建宇 (2009)。發光二極體與塑膠光纖耦合之光學設計與應用。國立臺灣科技大學電子工程系碩士論文。(Chou, 2009)
- 張飛龍 (2010)。中國髹漆工藝與漆器保護。北京，科學出版社。(Zhang, 2010)
- カシュー株式会社技術部編 (1989)。うるしとカシューの塗料学。埼玉県，カシュー株式会社。(Cashew Co., Ltd., 1989)
- References**
- Altschuller, G. (1984). *Creativity as an Exact Science: the Theory of the Solution of Inventive Problems*. New York: Gordon and Breach.
- Brecher, C. (Ed.) (2012). *Integrative Production Technology for High-Wage Countries*. Berlin: Springer.
- Bukhman, I. (2012). *TRIZ Technology for Innovation*. Taipei: Cubic Creativity Company.
- Burke, S. & Sinclair, R. (2014). Computer-aided design (CAD) and computer aided manufacturing (CAM) of apparel and other textile products. In R. Sinclair (Ed.), *Textiles and Fashion: Materials, Design and Technology* (pp. 671-703). UK: Woodhead Publishing.
- Cashew Co., Ltd. (1989). *Science of Paint*. Japan: Cashew Co., Ltd. (In Japanese)
- Chiu, B. S. (October, 1st, 2015). Making ice-creams via 3D printing? Taipei Int'l Invention Show & Techomart shows you how. *Central News Agency*, <http://www.cna.com.tw/news/afe/201510010450-1.aspx> (In Chinese)
- Chou, C. Y. (2009). *Light Coupling of LED Plastic Optical Fiber: Design and Application* (Master's thesis). National Taipei University of Technology, Taiwan. (In Chinese)
- Chou, S. M. (2008). 「Infinity $\cdot\infty$ 」—Concept of Topology applied in Jewelry design (Master's thesis). Fu Jen Catholic University, Taiwan. (In Chinese)
- Frauens, M. W. (2000). *Improved selection of technically attractive projects using knowledge management and net interactive tools* (Master's thesis). Massachusetts Institute of Technology, Boston, MA.
- Friedman, N.A. & Sequin, C.H. (2007). Keizo Ushio's sculptures, split tori and möbius bands. *Journal of Mathematics and the Arts*, 1(1), 47–57.
- Gay, D. (2007). *Explorations in Topology – Map Coloring Surfaces, and Knots*, 149-155. Burlington, MA: Academic Press.
- He, H. L. (2008). *A Study of Luminous Home Textiles by Plastic Optical Fibers and combining LED into Weaving Fabric Design* (Master's thesis). Shu-Te University, Taiwan. (In Chinese)
- Horvath, J. (2014). *Mastering 3D printing: modeling, printing, and prototyping with REPRAP-style 3D printers*. New York: Apress.
- Japan Urushi Association (1987). *Japanese Lacquer*. Tokyo: Japan Urushi Association. (In Japanese)
- Jedi Ginsi laser knife Commercial. Retrieved November 26, 2014, from <https://www.youtube.com/watch?v=SuEnrpfaiew>
- Lee, H. C. (2014). *The Application of Mobius Strip Structure and Lacquer to the Commercial Products* (Master's thesis). Dayeh University, Taiwan. (In Chinese)
- LOCK8 The world's first SMART bike lock MailOnline. Retrieved February 10, 2015, from <https://www.youtube.com/watch?v=TOKj8uZoNaA>
- Mann, D. (2002). *Hands-on Systematic Innovation*. Leper, Belgium: CREAM Press.
- Miller, J. S. (2014). The Billion Cell Construct: Will Three-Dimensional Printing Get Us There? *PLoS Biol*, 12(6), 1-9: e1001882. doi:10.1371/journal.pbio.1001882.
- Sederberg, T. W., Finnigan, G. T., Li, X., Lin, H., & Ipson, H. (2008). Watertight Trimmed NURBS. *ACM Transactions on Graphics (TOG) - Proceedings of ACM SIGGRAPH 2008*, 27(3), Article No. 79.
- Sederberg, T. W., Zheng J., Lyche, T., Cardon, D.,

- Finnigan, G. T., & North, N. (2004). T-Spline Simplification and Local Refinement. *ACM Trans. Graph*, 23, 276-283.
- Sequin, C.H. (2013). Making graphics tangible. *Computers & Graphics*, 37, 148-164.
- Townsend, K. & Gorlding, R. (2011). The interaction of two and three dimensional design in textiles and fashion. In A. Briggs-Goode, K. Townsend, & I. Textile (Eds.), *Textile Design: Principles, Advances and Applications*, 13, 288-322..
- Trend Airshield Pro Respirator. Retrieved January 05, 2015, from <http://www.trendairshield.com/>
- Uriarte Del Rio, M. J. (1959). FR. Patent No. 1198362. Paris: FR.
- Vang, J. B. (1993). DM. Patent No. EP0560777. Taastrup: DK.
- Yan, X. & Gu, P. (1996). A review of rapid prototyping technologies and systems. *Computer-Aided Design*, 28(4), 307-318.
- Yerka project. Retrieved November 26, 2014, from <http://www.nadiemlaroba.cl/>
- Zhang, F. L. (2010). Lacquer Crafts and Paint Protection in China. Beijing: Chinese Science Publishing & Media Lt. (In Chinese)

作者簡介



鄧志堅博士自 2003 年以來在大葉大學工業工程與管理學系當任教授。鄧教授從美國愛荷華州立大學獲得工學博士學位。他的研究領域包括系統化創新、TRIZ 和電腦幾何模型。



顧琪君任職大葉大學造形藝術系副教授。日本金澤市立美術工藝大學美術工藝碩士。專長研究領域：工藝設計、漆工藝創作。



李雪娟老師目前於臺中市信義國小服務。2014 年自大葉大學工業工程與管理研究所畢業。論文研究為「結合莫比烏斯環與天然漆在生活用品上的應用」。

Applying TRIZ Methodology to Develop the Probe Card Tester in Semiconductor Manufacturing

Chien-Yi Huang^{1*}, Ting-Jue Jan², Chia-Cheng Wu¹

¹National Taipei University of Technology

²Cheer & Smart International Corporation

Corresponding Author E-mail : jayhuang@mail.ntut.edu.tw

(Received 25 January 2016; final version received 19 February 2016)

ABSTRACT

The test probe is commonly used in the IC manufacturing and packaging to screen the products with inferior electrical properties. This is essential to avoid costs of subsequent manufacturing and rework processes. The probes card accesses electrical signal and send to the tester. The probe card tester is used to ensure that the probe cards function properly. However, in the high frequency test environment, the effects of transmission line may influence the signal integrity. Also, the signal degradation may occur due to a relatively long transmission distance and results in a false failure.

In this research, the function analysis is used to identify the functional relationship among components of the system and explore the functional disadvantages. The substance field analysis is then employed followed by the assessment of standard solutions. The patent search helps generate specific solutions such as the network analyzer, the anisotropic conductive film and the capacitance touch technology. The results of ideality analysis indicated that the proposed solutions resolve the aforementioned issues effectively.

Keywords: wafer test, test probe card, functional analysis, substance field analysis

References

- "On-Wafer Vector Network Analyzer Calibration and Measurements," *MICROTECH*.
- "Transparent Conductive Oxide Thin Films," *Materion Corporation*.
- Hwang, C. P. (2007). ITO film and TCO theory application. WINTEK Corporation, Taiwan. (In Chinese)
- Kim, S. K. (2012). Conceptual design based on Substance-Field Model in theory of Inventive Problem Solving. *International Journal of Innovation, Management and Technology*, 3(4), 306-309.
- Liang, T., Hall, S., Heck, H. & Brist, G. (2006). A practical method for modeling PCB transmission lines with conductor surface roughness and wideband dielectric properties. *Microwave Symposium Digest, 2006. IEEE MTT-S International*, June, 1780-1783.
- Lin, A. D., Yang, Y. C., & Hsu, C. M. (2011). Effects of the Coating Film on the Conductive Particle with Load Force in ACF. National Cheng Kung University, Taiwan: The 35th National Conference on Theoretical and Applied Mechanics, Nov. 18-19, 2011. (In Chinese)
- Schoning, J., Brandl, P., Daiber, F., Echtler, F., Hilliges, O., Hook, J., Lochtefeld, M., Motamedi, N., Muller, L., Olivier, P., Roth, T. & Zadow, U. (2008). Multi-Touch Surfaces: A Technical Guide. *Technical Report TUM-10833*.
- Sheu, D. L. (2013). Mastering TRIZ Innovation Tools: Part II. Hsinchu: AgiTek International Consulting. Inc. (In Chinese)
- Shih, M. K. (2006). *A Study of Experimental and Numerical Aided Performance Evaluation Methods For Wafer Probe Testing Parameters* (Doctoral thesis). National Chung Cheng University, Taiwan. (In Chinese)
- Wen, C. F. (2010). *Simulation and Measurement of High Speed Test Socket—Application in Signal Compensation of the IC ATE* (Master's thesis). Chung Hua University, Taiwan.

應用 TRIZ 理論於探針卡測試設備研發

作者：黃乾怡^{1*}、詹定叡²、吳珈錚¹

¹ 國立臺北科技大學

² 璽叡國際股份有限公司

通訊作者 E-mail: jayhuang@mail.ntut.edu.tw

摘要

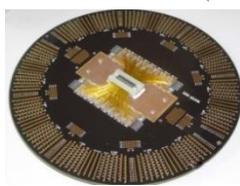
晶圓於其積體電路特徵製造及封裝後皆需進行探針檢測，目的在過濾電性功能不良之晶片，避免增加後續製造或報廢成本。過程中，藉由探針卡引出晶片電性信號，回傳至針測機台以篩選不良品。探針卡製作完成後，需使用探針卡測試設備進行檢測並確保其功能正常。然而，在高頻測試環境中，以探針卡測試設備對探針卡進行檢測，往往因傳輸線效應造成信號失真，或因傳輸路徑過長造成信號衰減，而導致誤判探針卡為不良品。

本研究運用發明問題解決理論，利用功能分析判斷探針卡測試設備工程系統中各元件間之功能關係，從中辨識工程不利點。再運用質場分析呈現其「物質」與「場」的互動關係，並依循質場解題流程，搜尋適當之發明標準解。接著，結合專利搜尋及維基百科等網路知識資料庫搜尋，將其（標準解）轉換為特定解。本研究提出「網路分析儀」、「異方性導電膜」與「電容式觸控技術」等解決方案，理想性評估結果顯示，該些方案得以改善傳輸線效應造成信號失真的問題及解決傳輸路徑過長造成信號衰減的問題，達到創新研發並解決現有問題之目的。

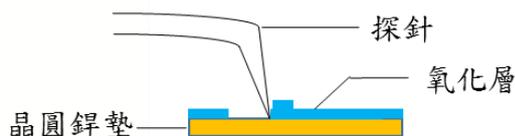
關鍵詞：晶圓檢測、探針卡、功能分析、質場分析

1.1 背景

對於晶圓（wafer）製造及封裝測試等半導體產業鏈而言，晶圓於其積體電路（integrated circuit, IC）特徵製造及封裝後皆需進行探針檢測，目的在過濾電性功能不良之晶片，避免增加後續製造或報廢成本。過程中，藉由探針卡（probe card）之探針劃開晶片鋁墊（pad）表面氧化層，引出晶片電性信號，回傳至針測機台（prober）以篩選不良品（圖 1）（施孟鎧，2006）。



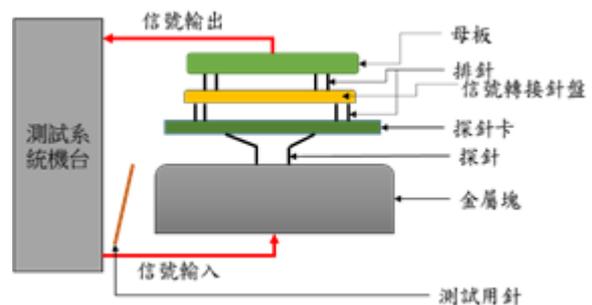
(a) 探針卡外觀



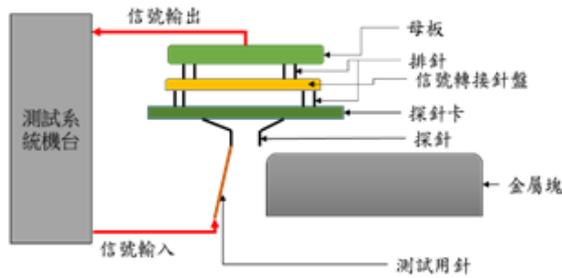
(b) 針測示意圖

圖 1. 探針卡晶圓針測

探針卡製作完成後，需使用探針卡測試設備（probe card tester）進行檢測並確保其功能正常，測試流程說明如下。首先，藉由測試系統機台之程式定義母板（mother board）的腳位。由於在母板結構設計（信號輸出非於同一平面）且植針困難，故業者多藉由信號轉接針盤（pogo tower）的排針連結母板與探針卡之信號。其次，以金屬塊（chuck）頂住探針卡底面之所有探針尖端，以偵測並確保其共面性。並藉由金屬塊輸入信號，依照各探針之接觸程度，所造成電壓、電流及阻值之差異，以利後續該探針卡用於晶圓測試時所測得電性之補償，如圖 2a 所示。接著，金屬塊自探針卡下方移開，測試用針則逐一針對探針卡下方之探針接觸並進行開路（open）、短路（short）、漏電流（leakage）等測試，如圖 2b 所示。



(a) 金屬塊頂住探針卡



(b) 測試用針進行測試
 圖 2. 探針卡測試設備

1.2 研究動機

近年來，智慧型手機、物聯網 (Internet of Things, IOT) 及智慧家電等通訊產品，逐漸趨向高頻化。數據傳輸頻寬 (bandwidth) 相對變大，且傳輸頻率上升至 GHz。然而，目前探針卡測試設備限於 200MHz 之低頻寬應用，無法因應高頻及大量數據之量測需求。其原因說明如下：(1) 探針卡在測量高頻參數時，傳輸線效應 (transmission line) 將主導電路行為，故無法完整傳輸信號。(2) 探針卡各層疊構包含多種物質堆疊，其特性阻抗 (characteristic impedance) 間無法完全匹配，造成部分信號或能量傳輸時發生反射現象，可能造成信號失真，而導致誤判探針卡為不良品。(3) 現有信號轉接針盤在高頻測試環境下，傳輸信號路徑過長，易造成信號衰減，且針盤上探針的傳輸頻率無法達到 GHz 以上，故無法符合未來通訊產品的測試需求。文獻中，不乏探討印刷電路板 (printed circuit board, PCB) 於高頻環境中，降低傳輸線效應，而完整傳輸信號。Liang 等人 (2006) 提出建構一個模型於 PCB 線路，在高頻測試環境中，可預估信號於傳輸介質的損耗與受到集膚效應及銅表面粗糙度衰減之比例。溫政峰 (2010) 結合高頻電磁仿真模擬軟體 (high frequency structure simulator, HFSS) 與高頻電路模擬軟體 (advanced design system, ADS) 評估介於積體電路與測試載板間之載具 (socket) 的適用性，並針對信號因高頻環境而衰減，作出適當的補償。然而，以上研究雖可預測傳輸線效應的影響，並針對信號衰減作補償，但未能避免傳輸線效應產生，達到完整信號傳輸。

於是，業者多採取「卡海戰術」策略，即以特定規格之探針卡測試已知為良品之標準晶圓 (golden wafer)，若測試結果顯示該晶圓為不良，則使用磨針機磨除探針頭上之附著物質，若仍未通過檢測，則置換此探針卡並選取另一相同規格之探針卡進行測試，

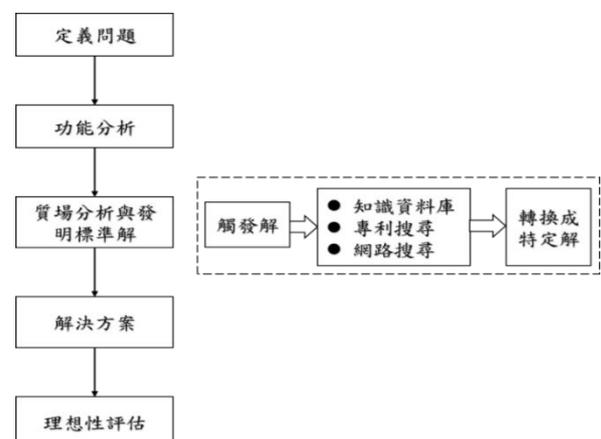
直到測試結果顯示該晶圓為良品，便導入量產該規格之探針卡。然而，此策略並未針對探針卡於高頻環境下產生之問題提出解決方案，將造成上線測試時間更為冗長，且仍無法確保量產之探針卡均能正確判斷晶圓是否為良品。此外，隨著測試次數增加，清針次數亦隨之上升，此將使探針卡之探針壽命下降，增加成本支出。

1.3 研究目的

本研究針對探針卡測試設備，探討應用其於高頻通訊產品測試時，產生信號失真之問題。將提出改善方案，避免傳輸線效應，並穩定傳輸信號，以降低誤判探針卡為不良品之機率。期望達到降低測試及報廢成本，縮短產品上市時間之目的。並將探討各改善方案之理想性，考量其可行性、創新程度、各項成本與負面效應等。

1.4 研究流程

本研究應用 TRIZ (Theory of Inventive Problem Solving) 系統化創新工具，針對探針卡測試設備進行創新研發。研究流程說明如下：首先，探討探針卡測試流程中發生的問題，並運用功能分析 (Function Analysis, FA) 判斷工程系統 (即探針卡測試設備) 中各元件間之功能關係 (functional relationship)，從中辨識工程不利點 (functional disadvantage)。其次，針對各個功能不利點，運用質場分析 (Su-field Analysis) 呈現其「物質」與「場」的互動關係，進而運用質場解題流程搜尋適當之發明標準解。接著，藉由直接聯想或知識資料庫 (knowledge database)、專利搜尋 (patent searches) 及網路搜尋 (web searches)，將其 (標準解) 轉換為特定解，提出解決探針卡測試設備問題之方案。最後，針對本研究提出之解決方案，



分別進行理想性評估，並與現行市場使用之探針卡測試設備進行比較（圖 3）。

圖 3. 研究流程

2.1 定義問題

如前所述，探針卡製作完成後，需進行檢測並確保其功能正常。然而，高頻測試環境中，可能因傳輸線效應造成信號失真，或因傳輸路徑過長造成信號衰減，而導致誤判探針卡為不良品的機率上升。首先，電磁波在導電介質傳輸過程中，PCB 電路之間的信號彼此產生交互感應，出現駐波（standing wave）、諧波（harmonic）等現象，進而造成許多感應電容、感應電感及集膚效應（skin effect）等信號畸變。使得在數據傳輸的時候，產生誤碼率（bit error ratio, BER）、抖動（jitter）。其次，探針卡各層疊構包含多種物質堆疊，其特性阻抗間無法完全匹配，造成部分信號或能量傳輸時發生反射（reflection）現象，可能造成信號失真。此外，若 PCB 因製程能力欠佳造成線徑變異，若線徑變寬會產生電容效應（capacitance effect）；線徑變窄則產生電感效應（inductance effect）。此將產生感應或寄生電路（parasitic circuit），使得外在雜訊較容易混入信號。再者，並行線路將造成交互感應的串音（cross talk）現象，使得有信號通過線路旁之線路產生雜訊信號。若此現象與上述線徑變異同時發生，將使得平行線路間之干擾程度更趨複雜而造成信號失真。最後，使用信號轉接針盤連結母板與探針卡間之信號時，可能因針盤傳輸信號路徑過長，造成信號衰減。

2.2 功能分析

本階段針對探針卡測試設備進行功能分析。首先，建構「元件模型（Component Model）」，分析及辨識工程系統之元件（system component）與超系統元件（super system component）。該系統主要功能為：

- (1) 系統機台程式定義母板腳位。
- (2) 信號轉接針盤連結母板與探針卡間之信號。
- (3) 金屬塊頂住探針卡底面之所有探針尖端。
- (4) 測試用針逐一與探針卡下方之探針接觸。此外，工程系統元件包含：系統機台、母板、信號轉接針盤、金屬塊、測試用針及電纜線；超系統元件則包含：探針卡、感應電流及寄生電路。

其次，使用「互動矩陣（interaction matrix）」，呈現工程系統及超系統元件間之接觸與功能互動關係。矩陣內標記「+」代表元件之間有接觸；標記「-」則代表無接觸。若彼此接觸之元件間存在功能互動關係，並加以標註其功能，例如：信號轉接針盤連結母板與探針卡之信號（表 1）。

表 1. 互動矩陣

From-To	系統機台	母板	信號轉接針盤	電纜線	PCB 引線	金屬塊	測試用針	探針卡	感應電流	寄生電路
系統機台		+	-	+	-	-	-	-	-	-
母板	+		+	+	+	-	-	-	+	+
信號轉接針盤	-	+		-	+	-	-	+	+	+
電纜線	+	+	-		+	+	+	-	-	-

PCB 引線	-	+	+	+		-	-	+	+	+
金屬 塊	-	-	-	+	-		-	+	+	-
測試 用針	-	-	-	+	-			+	-	-
探針 卡	-	-	+	-	+	+	+		+	+
感應 電流	-	+	+	-	+	+	-	-		-
寄生 電路	-	-	+	-	+		-	-	-	

接著，使用「功能模型表 (tabular form of function modeling)」分析工程系統元件間之功能 (function)，如表 2 所示。並定義其類別 (category) 及績效等級，其中，類別分為：「U」代表系統中工具對物件產生有用功能 (useful function)；「H」代表系統中工具對物件產生有害功能 (harmful function)。有用功能包含三種績效等級 (performance level)：「N」代表功能為有用且正常 (normal)；「E」代表功能為有用但過多 (excessive)；「I」則代表功能為有用但不足 (insufficient)。再辨識元件間產生之功能不利點 (即有害功能、有用但過多及有用但不足)。包含：(1) 母板與探針卡之 PCB 引線產生感應電流與寄生電路 (有害功能)，並衰減 PCB 引線之信號 (有害功能)，

使傳輸至信號轉接針盤與探針卡之信號被反射或只傳出微弱信號 (有用但不足)；(2) 探針卡組成物質堆疊導致特性阻抗不匹配使傳輸信號減少或反射 (有用但不足)；(3) 信號轉接針盤連結母板與探針卡時發生信號衰減，即有用但不足。另以功能模型圖 (the graphical form of the function model) 呈現，如圖 4 所示。

表 2. 功能模型表

功能	目標	類別	績效等級
系統機台			
定義腳位	母板	U	N
母板			
傳輸信號	PCB 引線	U	N
信號轉接針盤			
連結信號	母板	U	I
連結信號	探針卡	U	I
電纜線			
傳輸信號	系統機台	U	N
傳輸信號	母板	U	N
傳輸信號	金屬塊	U	N
傳輸信號	測試用針	U	N
PCB 引線			
傳輸信號	信號轉接針盤	U	I
傳輸信號	探針卡	U	I
產生	感應電流	H	
產生	寄生電路	H	
金屬塊			
頂住	探針卡	U	N
測試用針			
測量	探針卡	U	N
感應電流			
衰減信號	PCB 引線	H	
寄生電路			
衰減信號	PCB 引線	H	

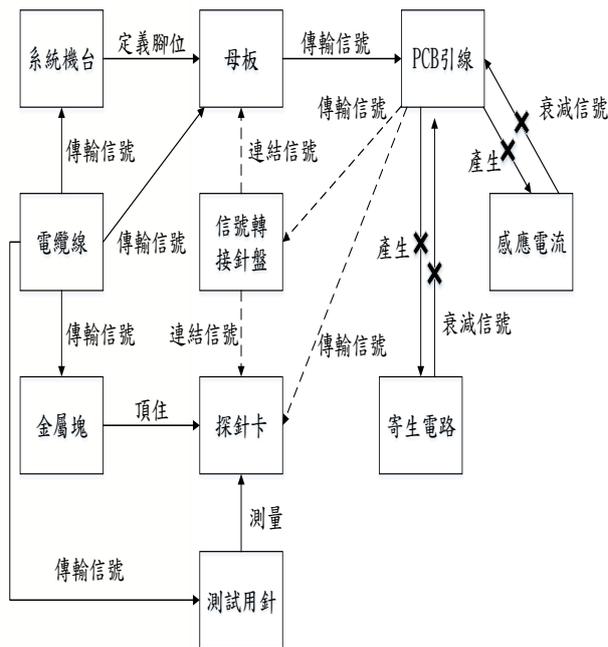


圖 4. 功能模型圖

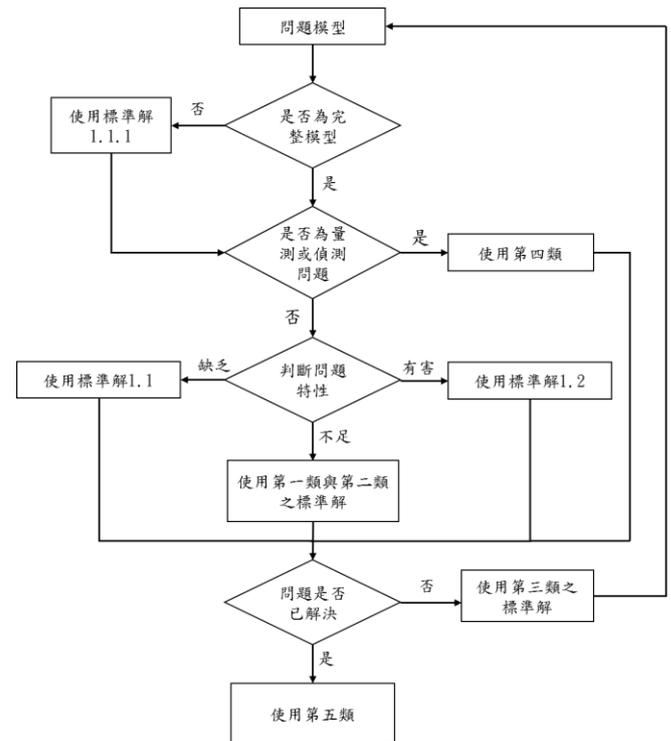


圖 6. 質場解題流程

2.3 質場分析與發明標準解

本階段運用質場分析模型，探討前述工程不利點中物質與場間的互動關係。最基本的模型配置需包含兩個物質 (substance, S) 與一個場 (field, F)，並以箭號表示其間之互動關係 (許棟樑, 2013; Kim, 2012)。本研究依循質場解題流程，搜尋適當的發明標準解 (圖 6)。首先，評估模型完整性。對於模型完整之問題，則進而辨別其是否與量測或偵測相關。接著，判斷問題的特性，其中，「缺乏」表示物質或場的強度缺乏；「不足」表示功能績效等級不足；「有害」則表示功能類別為有害效應。

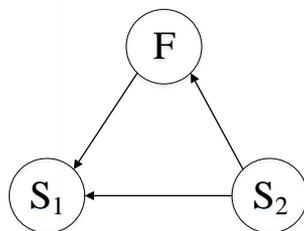
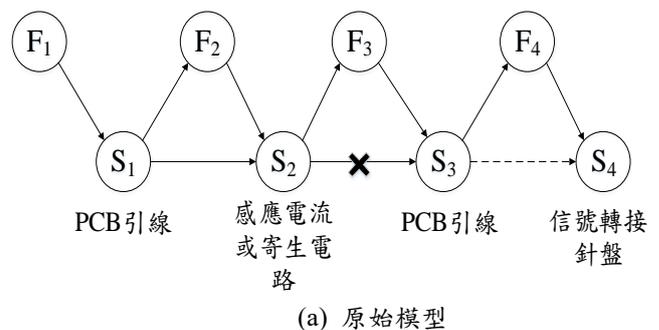
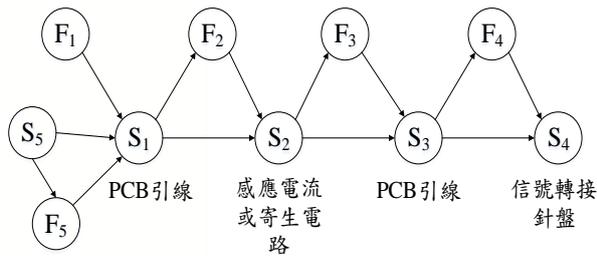


圖 5. 質場分析模型

功能不利點 (1)： motherboard 與探針卡之 PCB 引線產生感應電流與寄生電路，並衰減 PCB 引線之信號，使傳輸至信號轉接針盤與探針卡之信號被反射或只傳出微弱信號。建立該功能不利點原始問題模型，由電場 (F₁) 提供電子 motherboard 與探針卡之 PCB 引線 (S₁)，此時 S₁ 因電流通過而提供電場 (F₂)，進一步產生感應電流或寄生電路 (S₂)，接著，感應電流或寄生電路產生電感應 (F₃)，衰減 PCB 引線上信號的強度 (S₃)，使傳輸至信號轉接針盤 (S₄) 信號減少，其問題模型如圖 7a 所示。評估此問題模型為「完整模型」，且辨識其並「無與量測或偵測相關」，判斷問題的特性為「有害」及「不足」。於是，使用標準解 1.2.1 及 1.2.4，分別為增加一個物質及一個場，以解決模型不利點 (圖 7b)。

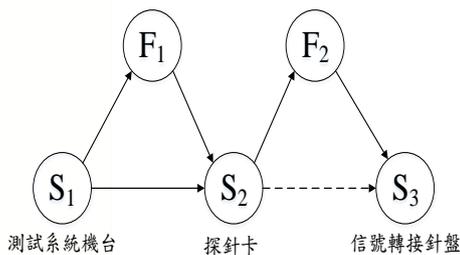




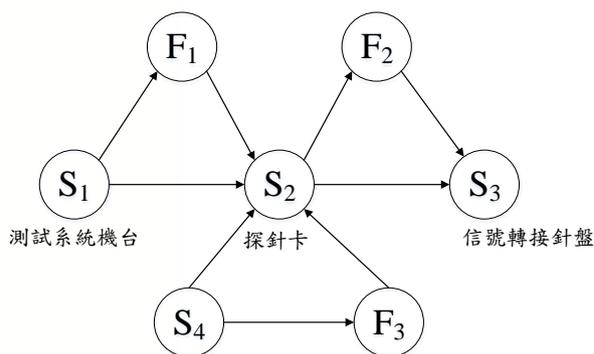
(b) 使用標準解後模型

圖 7. 功能不利點(1)之問題模型

功能不利點(2): 探針卡組成物質堆疊導致特性阻抗不匹配使傳輸信號減少或反射。建立該功能不利點原始問題模型, 測試系統機台(S₁)經由電場(F₁), 將信號傳遞至探針卡(S₂)。接著, 探針卡將帶有本身數據之信號經由電場(F₂)輸出信號, 將其傳至信號轉接針盤(S₃), 其問題模型如圖 8a 所示。評估此問題模型為「完整模型」, 且辨識其並「無與量測或偵測相關」, 判斷問題的特性為「不足」。於是, 同樣使用標準解 1.2.1 及 1.2.4, 分別為增加一個物質及一個場, 以解決模型不利點(圖 8b)。



(a) 原始模型

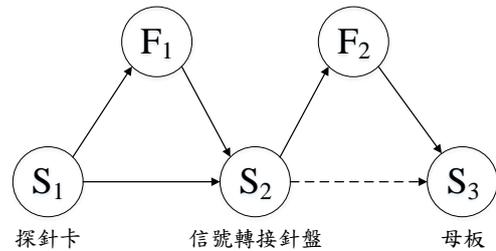


(b) 使用標準解後之模型

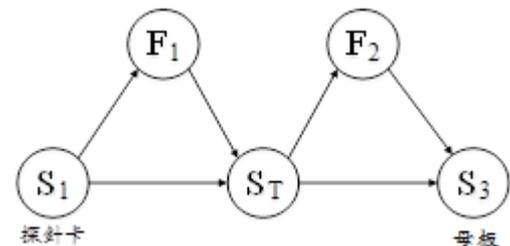
圖 8. 功能不利點(2)之問題模型

功能不利點(3): 信號轉接針盤連結母板與探針卡時發生信號衰減。建立該功能不利點原始問題模型

型, 探針卡(S₁)之信號經由電場(F₁), 傳遞至信號轉接針盤(S₂)。接著, 信號轉接針盤經由電場(F₂), 將信號送至母板(S₃), 其問題模型如圖 9a 所示。評估此問題模型為「完整模型」, 且辨識其並「無與量測或偵測相關」, 判斷問題的特性為「不足」。於是, 使用標準解 2.2.4, 轉變物質(S_T), 使系統能夠更有適應性(圖 9b)。



(a) 原始模型



(b) 使用標準解後模型

圖 9. 功能不利點(3)之問題模型

2.4 解決方案

結合專利搜尋及維基百科等網路知識資料庫搜尋, 針對工程不利點(1)與(2), 應用標準解 1.2.1 及 1.2.4, 提出解決方案「網路分析儀(network analyzer)」。另外, 針對工程不利點(3), 則應用標準解 2.2.4, 提出解決方案「異方性導電膜(anisotropic conductive film, ACF)」及「電容式觸控技術(capacitance touch technology)」。說明如下:

2.4.1 解決方案一: 網路分析儀

於探針卡測試設備量測探針卡前, 利用網路分析儀量測探針卡測試設備內元件之性能, 提前發現材料或 PCB 佈線(layout)等問題, 俾使後續加以解決。其流程說明如下: 首先, 利用校驗(calibration)標準元件對網路分析儀進行校準作業, 確保其連結至受測裝置(device under test, DUT)之信號為正確,

且無儀器本身所產生之雜訊所干擾。其次，將網路分析儀與 DUT 連結，網路分析儀將本身量測信號以正（逆）向方式，經由 Port 1（Port 2）傳入裝置並記錄兩端輸入及輸出之總信號值（incident）（即頻率、功率），如圖 10 所示。接著，當量測信號通過受測裝置時，分別利用反射波（reflected wave）及穿透波（transmitted wave）對於總信號波之比例，計算 S 參數（s-parameter），如圖 11 所示。其中， S_{11} 為 Port 1 反射波（ W_{11} ）對於 Port 1 正向總訊號（ W_f ）之比例， S_{21} 則為 Port 1 穿透波（ W_{12} ）對於 Port 1 正向總訊號之比例； S_{12} 為 Port 2 反射波（ W_{22} ）對於 Port 2 逆向總訊號（ W_r ）之比例， S_{22} 為 Port 2 穿透波（ W_{21} ）對於 Port 2 逆向總訊號之比例（MICROTECH website）。分析儀內建功能將分別判斷 $S_{11}+S_{21}$ 與 $S_{12}+S_{22}$ 是否等於 1，若否，則表示 DUT 造成信號損失，進而分析 DUT 內部問題並加以解決。

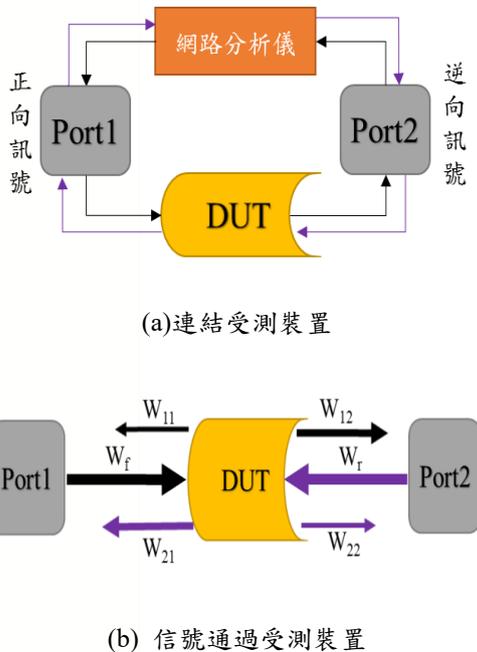
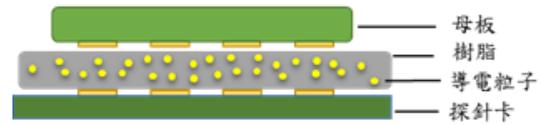


圖 10. 網路分析儀

2.4.2 解決方案二：異方性導電膜

異方性導電膜由導電粒子（conducting particle）及絕緣樹脂合成，樹脂環繞導電粒子，避免其彼此接觸而保有絕緣特性，製程中使導電粒子進行特定方向導電（林阿德等人，2011）。本方案提出以 ACF 取代信號轉接針盤，將其（ACF）塗佈於探針卡鉸墊表面，執行測試探針卡時，給予母板適當的壓力，排擠

出絕緣樹脂，使導電粒子得以接觸母板與探針卡鉸墊，達到電極間信號連結的目的。如圖 11 所示。



(a) ACF 塗佈於探針卡鉸墊表面

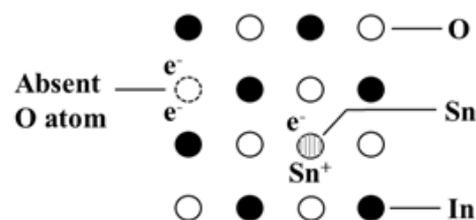


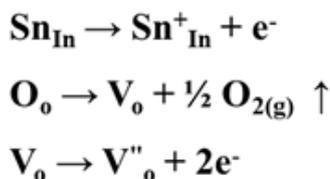
(b) 導電粒子接觸母板與探針卡鉸墊

圖 11. 異方性導電膜連結信號

2.4.3 解決方案三：電容式觸控技術

電容式觸控技術之導電層由透明導電氧化物（transparent conductive oxide, TCO）組成，其導電原理如圖 12 所示。其中， In_2O_3 為氧化物半導體，加入 SnO_2 作為雜質參雜（doping），即 Sn 原子參雜於 In_2O_3 晶格中。由於銦（In）離子為 3 價；錫離子（Sn）為 4 價，故當錫原子取代（Sn substitutional）並佔據銦原子的間隙位置，將產生一個導電電子（ e^- ）。接著， In_2O_3 中的氧晶格隨著溫度上升，成為空氣，並產生氧缺陷（void），此缺陷會產生兩個導電電子（黃敬佩，2006； Materion Corporation）。此外，感應基板在無信號來源時，具絕緣特性。本方案提出以導電層為傳遞信號的介質，並配合感應基板（induction substrate）與探針卡鉸墊相接觸，當信號由探針卡鉸墊傳遞至感應基板時，信號可經由導電層傳輸至導電基板（conducting substrate）對應的母板鉸墊，達到連結信號之目的（Schoning 等，2008）。另藉由絕緣層避免導電層、感應基板及導電基板橫向電流互通而造成短路，如圖 13 所示。


 (a) SnO_2 參雜至 In_2O_3



(b)化學反應式

圖 12. TCO 導電原理

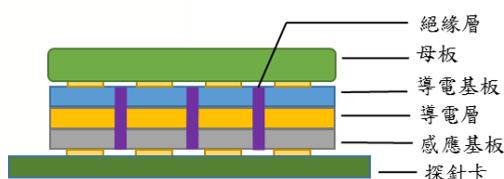


圖 13. 電容式觸控技術

2.5 理想性評估

本階段將評估研究中提出之解決方案，針對因傳輸線效應造成信號失真的問題，探討探針卡測試設備導入「網路分析儀」前後之理想性；另針對因傳輸路徑過長造成信號衰減的問題，比較本研究提出之「異方性導電膜」與「電容式觸控技術」方案與目前使用信號轉接針盤之良窳。研究中，針對「正面功能」、「利益好處」、「各項成本」及「負面效應」等項目進行評分（1~10），其中「正面功能」與「利益好處」等項目，愈高分代表愈佳；「各項成本」與「負面效應」等項目，愈高分則代表愈劣。

「正面功能」表示各方案之可行性，即避免信號衰減或失真。「網路分析儀」方案，有助於提前發現材料或 PCB 佈線等問題，俾助於解決信號衰減或失真，故給予 7 分；「異方性導電膜」方案，減短信號傳輸路徑，降低信號傳輸過程中衰減，故給予 9 分；另「電容式觸控技術」方案，亦減短信號傳輸路徑，然而，於信號傳遞至感應基板時，可能產生電磁干擾（electromagnetic disturbance, EMI），故給予 6 分。

「利益好處」表示各方案的創新程度。「網路分析儀」方案未曾應用於探針卡測試設備，但市場上可得（market available），故給予 5 分；導入「異方性導電膜」與「電容式觸控技術」於探針卡測試設備，

分別將封裝產業與光電產業技術應用於半導體測試產業，屬於跨產業應用，故皆給予 9 分。

「各項成本」包含各方案開發成本、製造成本及其它零組件或耗材成本，若開發或導入成本估計為新台幣 500,000 元以下為 1 分，每增加 500,000 增加 1 分，4,500,000 元或以上，則為 10 分。對於開發成本而言，「網路分析儀」為市場上可得技術，故僅需連結 DUT，故給予 1 分；導入「異方性導電膜」與「電容式觸控技術」則需做大幅度之材料特徵化、製程開發及機構設計，且後者技術層面甚高，故分別給予 6 分與 8 分。對於製造及零組件或耗材成本而言，考量「網路分析儀」精密需求及外購價格，給予 4 分；「異方性導電膜」內含貴重金屬且涉及專利授權，故給予 8 分；「電容式觸控技術」製造技術門檻甚高，給予 7 分。

「負面因素」表示導入各方案後，因傳輸線效應以外之其它因素造成信號失真或衰減之可能性。應用「網路分析儀」有助於發現線徑變異等佈線問題，然而，其（網路分析儀）經長期使用後，量測準確率即降低，故給予 4 分；「異方性導電膜」有助於減短信號傳輸路徑，信號衰減之可能性低，故給予 1 分；應用「電容式觸控技術」，於信號傳遞至感應基板時，可能產生電磁干擾，造成信號失真，故給予 5 分。

最後，利用公式（1）計算各方案之理想性得分，其結果如表 3 所示。探針卡測試設備導入「網路分析儀」後，理想性分數明顯提高，表示得以改善傳輸線效應造成信號失真的問題；另以「異方性導電膜」取代信號轉接針盤，有效解決傳輸路徑過長造成信號衰減的問題，為最理想方案。

$$\text{理想性} = \frac{\text{正面功能} + \text{利益好處}}{\text{各項成本} + \text{負面效應}} \quad (1)$$

表 3 各方案之理想性得分

評估項目	解決方案	傳輸線效應造成信號失真		傳輸路徑過長造成信號衰減		
		導入網路分析儀前	導入網路分析儀後	信號轉接針盤	異方性導電膜	電容式觸控技術
正面功能	避免信號衰減或失真	2	7	4	9	6
利益好處	創新程度	1	5	1	9	9
各項成本	開發成本	1	1	1	6	8
	製造成本	3	7	4	8	7
負面效應	其它因素造成信號失真或衰減	5	4	7	1	5
理想性得分		0.33	1	0.38	1.2	0.75

3. 結論

高頻測試環境中，以探針卡測試設備對探針卡進行檢測，往往因傳輸線效應造成信號失真，或因傳輸路徑過長造成信號衰減，而導致誤判探針卡為不良品的機率上升。本研究應用 TRIZ 理論解決上述問題，首先，利用 FA 探討該設備工程不利點，包含 (1) 母板與探針卡之 PCB 引線產生感應電流與寄生電路，並衰減 PCB 引線之信號，使傳輸至信號轉接針盤與探針卡之信號被反射或只傳出微弱信號；(2) 探針卡組成物質堆疊導致特性阻抗不匹配使傳輸信號減少或反射；(3) 信號轉接針盤連結母板與探針卡時發生信號衰減。其次，針對各個功能不利點，運用質場分析呈現其「物質」與「場」的互動關係，進而依循質場解題流程，搜尋適當之發明標準解，即「增加一個物質及一個場」與「轉變物質」，以解決不利點。接著，結合專利搜尋及維基百科等網路知識資料庫搜尋將其（標準解）轉換為特定解。最後，本研究提出「網路分析儀」、「異方性導電膜」與「電容式觸控技術」等解決方案，並進行理想性評估。結果顯示，探針卡測試設備導入「網路分析儀」後，得以改善傳輸線效應造成信號失真的問題；另以「異方性導電膜」取代信號轉接針盤，有效解決傳輸路徑過長造成信號衰減的問題，達到創新研發並解決現有問題之目的。

參考文獻

- 施孟鎧 (2006)。評估晶圓針測參數的實驗方法與數值分析模型之研究 (博士論文)。國立中正大學機械工程學系，嘉義。(Shih, 2006)
- 許棟樑 (2013)。萃智創新工具精通中篇。新竹：亞卓國際顧問股份有限公司。(Sheu, 2013)
- 林阿德、楊耀中、許兆民 (2011)。「ACF 製程中導電粒子薄膜厚度的影響」，第三十五屆力學學會學術研討會論文集，台南。(Lin, Yang, & Hsu, 2011)
- 黃敬佩 (2006)。ITO 導電玻璃及相關透明導電膜之原理及應用，勝華科技股份有限公司。(Hwang, 2006)
- 溫政峰 (2010)。高速測試座的高頻模擬與測量—應用於 IC 自動測試機台電性補償 (碩士論文)。中華大學，新竹。(Wen, 2010)

References

- "On-Wafer Vector Network Analyzer Calibration and Measurements," *MICROTECH*.
- "Transparent Conductive Oxide Thin Films," *Materion Corporation*.
- Hwang, C. P. (2007). ITO film and TCO theory application. WINTEK Corporation, Taiwan. (In Chinese)

- Kim, S. K. (2012). Conceptual design based on Substance-Field Model in theory of Inventive Problem Solving. *International Journal of Innovation, Management and Technology*, 3(4), 306-309.
- Liang, T., Hall, S., Heck, H. & Brist, G. (2006). A practical method for modeling PCB transmission lines with conductor surface roughness and wideband dielectric properties. *Microwave Symposium Digest, 2006. IEEE MTT-S International*, June, 1780-1783.
- Lin, A. D., Yang, Y. C., & Hsu, C. M. (2011). Effects of the Coating Film on the Conductive Particle with Load Force in ACF. National Cheng Kung University, Taiwan: The 35th National Conference on Theoretical and Applied Mechanics, Nov. 18-19, 2011. (In Chinese)
- Schoning, J., Brandl, P., Daiber, F., Echtler, F., Hilliges, O., Hook, J., Lochtefeld, M., Motamedi, N., Muller, L., Olivier, P., Roth, T. & Zadow, U. (2008). Multi-Touch Surfaces: A Technical Guide. *Technical Report TUM-I0833*.
- Sheu, D. L. (2013). Mastering TRIZ Innovation Tools: Part II. Hsinchu: AgiTek International Consulting. Inc. (In Chinese)
- Shih, M. K. (2006). *A Study of Experimental and Numerical Aided Performance Evaluation Methods For Wafer Probe Testing Parameters* (Doctoral thesis). National Chung Cheng University, Taiwan. (In Chinese)
- Wen, C. F. (2010). *Simulation and Measurement of High Speed Test Socket—Application in Signal Compensation of the IC ATE* (Master's thesis). Chung Hua University, Taiwan.

作者簡介



黃乾怡博士目前為國立台北科技大學教授，曾任緯創資通全球製造製程技術總監，專長領域為電子構裝、品質與可靠度工程、系統性創新。



詹定叡為台灣科技大學電子工程碩士，專長在整合軟硬體系統新產品開發。曾任 Tektronix 經理，目前為豐叡國際公司總經理，提供半導體測試設備。



吳珈錚為國立台北科技大學工業工程與管理碩士，專長在系統性創新與檢測儀器分析。

INSTRUCTIONS TO AUTHORS

Submission of Papers

The International Journal of Systematic Innovation is a refereed journal publishing original papers four times a year in all areas of SI. Papers for publication should be submitted online to the IJoSI website (<http://www.ijosi.org>) In order to preserve the anonymity of authorship, authors shall prepare two files (in MS Word format or PDF) for each submission. The first file is the electronic copy of the paper without author's (authors') name(s) and affiliation(s). The second file contains the author's (authors') name(s), affiliation(s), and email address(es) on a single page. Since the Journal is blind refereed, authors should not include any reference to themselves, their affiliations or their sponsorships in the body of the paper or on figures and computer outputs. Credits and acknowledgement can be given in the final accepted version of the paper.

Editorial Policy

Submission of a paper implies that it has neither been published previously nor submitted for publication elsewhere. After the paper has been accepted, the corresponding author will be responsible for page formatting, page proof and signing off for printing on behalf of other co-authors. The corresponding author will receive one hardcopy issue in which the paper is published free of charge.

Manuscript Preparation

The following points should be observed when preparing a manuscript besides being consistent in style, spelling, and the use of abbreviations. Authors are encouraged to download manuscript template from the IJoSI website, <http://www.ijosi.org>.

1. *Language.* Paper should be written in English except in some special issues where Chinese maybe acceptable. Each paper should contain an abstract not exceeding 200 words. In addition, three to five keywords should be provided.
2. *Manuscripts.* Paper should be typed, single-column, double-spaced, on standard white paper margins: top = 25mm, bottom = 30mm, side = 20mm. (The format of the final paper prints will have the similar format except that double-column and single space will be used.)
3. *Title and Author.* The title should be concise, informative, and it should appear on top of the first page of the paper in capital letters. Author information should not appear on the title page; it should be provided on a separate information sheet that contains the title, the author's (authors') name(s), affiliation(s), e-mail address(es).
4. *Headings.* Section headings as well as headings for subsections should start front the left-hand margin.
5. *Mathematical Expressions.* All mathematical expressions should be typed using Equation Editor of MS Word. Numbers in parenthesis shall be provided for equations or other mathematical expressions that are referred to in the paper and be aligned to the right margin of the page.
6. *Tables and Figures.* Once a paper is accepted, the corresponding author should promptly supply original copies of all drawings and/or tables. They must be clear for printing. All should come with proper numbering, titles, and descriptive captions. Figure (or table) numbering and its subsequent caption must be below the figure (or table) itself and as typed as the text.
7. *References.* Display only those references cited in the text. References should be listed and sequenced alphabetically by the surname of the first author at the end of the paper. References cited in the text should appear as the corresponding numbers in square bracket with or without the authors' names in front. For example
Altshuller, G.,1998. 40 Principles: TRIZ Keys to Technical Innovation, Technical Innovation Center.
Sheu, D. D., 2007. Body of Knowledge for Classical TRIZ, the TRIZ Journal, 1(4), 27-34.

**The International Journal of Systematic Innovation
Journal Order Form**

Organization Or Individual Name	
Postal address for delivery	
Person to contact	Name: _____ e-mail: _____ Position: _____ School/Company: _____
Order Information	<p>I would like to order ___ copy (ies) of the <i>International Journal of Systematic Innovation</i>: Period Start: 1st/ 2nd half _____, Year: _____ (Starting 2010) Period End : 1st/ 2nd half _____, Year: _____ Price: Institutions: US \$90 (yearly) / NT 2,800 (In Taiwan only) Individuals: US \$30 (yearly) / NT 950 (In Taiwan only) (Surface mail postage included. Air mail postage extra) E-mail to: IJoSI@systematic-innovation.org or fax: +886-3-572-3210 Air mail desired <input type="checkbox"/> (If checked, we will quote the additional cost for your consent)</p>
Total amount due	US\$
<p>Payment Methods: 1. Credit Card (Fill up the following information and e-mail/ facsimile this form to The Journal office indicated below) 2. Bank transfer Account: The Society of Systematic Innovation Bank Name: Mega International Commercial BANK Account No: 020-53-144-930 SWIFT Code: ICBCTWTP020 Bank code : 017-0206 Bank Address: No. 1, Xin'an Rd., East Dist., Hsinchu City 300, Taiwan (R.O.C.)</p>	

**VISA / Master/ JCB/ AMERICAN Cardholder Authorization for Journal Order
Card Holder Information**

Card Holder Name	(as it appears on card)		
Full Name (Last, First Middle)			
Expiration Date	/ (month / year)	Card Type	<input type="checkbox"/> VISA <input type="checkbox"/> MASTER <input type="checkbox"/> JCB
Card Number	□□□□-□□□□-□□□□-□□□□	Security Code	□□□ 
Amount Authorized		Special Messages	
Full Address (Incl. Street, City, State, Country and Postal code)			

Please Sign your name here _____ (same as the signature on your card)

The Society of Systematic Innovation
 6 F, # 352, Sec. 2, Guanfu Rd, Hsinchu,
 Taiwan, 30071, R.O.C.