

ISSN (Print): 2077-7973

ISSN (Online): 2077-8767

DOI: 10.6977/IJoSI.201606_4(1)

International Journal of Systematic Innovation



VOL.04, NO.01

June, 2016

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:

Huang, Chienyi Jay (National Taipei
University of Technology, Taiwan)

Editors (in alphabetical order):

- Chen, Grant (South West Jiao Tong
University, China)
- De Guio, Roland (INSA Strasbourg
University, France)
- Filmore, Paul (University of Plymouth,
UK)
- Souchkof, Valeri (Director of ICG
Training & Consulting, the
Netherlands)
- Lee, Jay (University of Cincinnati,
USA)
- Lu, Stephen (University of Southern
California)
- Mann, Darrell (Ideal Final Result, Inc.,
UK)
- Tan, R.H. (Hebei University of
Technology, China)

Associate Editors (in alphabetical order):

- Feygenson, Oleg (Algorithm, Russia)
- Sawaguchi, Manabu (Waseda
University, Japan)

- Yoo, Seung-Hyun (Ajou University,
Korea)

Assistants:

- Peng, Lisa
- Liu, Siyi

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

JUNE 2016 VOLUME 4 ISSUE 1

FULL PAPERS

整合 QFD、TRIZ 及田口法研發破壞性創新之自行車鏈輪製程設計

.....Ci-Syong You, Dyi-Cheng Chen, Chieh-Hsin Ni, Mu- Jung Yu 1-17

基於價值鏈管理的創新系統績效評估模型

..... Meng-Jong Kuan 18-34

萃智超系統裁剪之創新產品整合法

.....Dongliang Daniel Sheu, Chia Lin Ho 35-49

应用 SAFC 模型解决非技术问题

.....Wei Yao, Yueqi Sun 50-56

Conforms with QFD, TRIZ and Bicycle of Chain Wheel Process Taguchi Multi-class Research and Development Destructiveness Innovation Designs

Dyi-Cheng Chen¹, Ci-Syong You*¹, Chieh-Hsin Ni¹, Mu- Jung Yu²

¹Department of Industrial Education and Technology National Changhua University of Education

²Department of Special Education National Changhua University of Education

*Corresponding author e-mail:n8846111@yahoo.com.tw

(Received 13 November 2015; final version received 25 February 2016)

ABSTRACT

Nowadays the bicycle industry is prosperous, the Taiwan market mainly focused on higher-priced parts of components production and development, therefore, this article mainly through the viewpoint of destructive innovation theory conduct the research, the purpose of the study are as follows: Using the theory of disruptive innovation to find the bicycle chain wheel asymmetric motives in the current market. And combined with QFD on the concept of product development, To establish a set of concept evaluation program mode. In the QFD analysis can be obtained the customer demand side by situation analysis from disruptive innovation theory, then to obtain quality characteristics by the patent analysis, to verify the model of this research how to develop Planning model of product design and development, expecting integration the customer demand properly. Import the idea of mold design and manufacturing technology creativity, coordinates the TRIZ theory to develop conflict matrix table and invention principle, and to solve the contradiction of relationship of QFD quality characteristic. According to the simulation of finite element method, by using Taguchi method analysis the optimal result, then carries on the forecast best numerical value by the heredity calculating method neural network, carrying on periment after determining the optimum parameter. Finally, the experimental results of manufactured product prices is lower than the market quotation, therefore, to enter the market using the mold mass quantity manufactures, moreover, can verify the feasibility of using the theory of disruptive innovation to carry on cheap, simple and convenient.

Keywords: QFD、TRIZ、Taguchi method

References

- Castro, C. F., António, C. A. C. & Sousa, L. C. (2004). Optimisation of shape and process parameters in metal forging using genetic algorithms. *Journal of Materials Processing Technology*, 46, 356-364.
- Chan, C. Y. (2005). Where does human creativity come from? *Scientific American*, 45, 38-41. (In Chinese)
- Chen, Y. M. & Wu, H. H. (2007). Product Design by Customer-Driven Innovation through TRIZ. *Journal of Quality*, 14(4), 457-477. (In Chinese)
- Chen, D. C., Chen, C. P., Li, J. Y., You, C. S., & Rau, C. H. (2009). Mold design and manufacturing techniques creativity course planning. 2009 *International Conference on Creativity and Educational Innovation*, pp.26-34. National Changhua University of Education, Taiwan. (In Chinese)
- Christensen, C. (1997). *The Innovator's Dilemma: When New Technologies Cause Great Firms to Fail*. Audiobook at Brilliance Audio.
- Christensen, C. & Raynor, M. (2003). *The Innovator's Solution: Creating and Sustaining Successful Growth*. US: Harvard Business School Press.
- Huang, I. C. (2006). Creativity education. *The Journal of Education Science*, 399, 6-11. (In Chinese)
- Hung, Y. C. (2004). Introduction to TRIZ Theory. Retrieved: [http://designer.mech.yzu.edu.tw/articlesystem/article/compressedfile/\(2004-12-28\)%20TRIZ%E7%90%86%E8%AB%96%E8%88%87%E6%87%89%E7%94%A8%E7%B0%A1%E4%BB%8B.pdf](http://designer.mech.yzu.edu.tw/articlesystem/article/compressedfile/(2004-12-28)%20TRIZ%E7%90%86%E8%AB%96%E8%88%87%E6%87%89%E7%94%A8%E7%B0%A1%E4%BB%8B.pdf) (In chinese)
- Kim, P. H., Chun, M. S., Yi, J. J., & Moon, Y. H. (2002). Pass schedule algorithms for hot open die forging. *Journal of Materials Processing Technology*, 130, 516-523.
- Lucchetta, G., Bariani, P. & Knight, W. (2005). Integrated design analysis for product simplification. *CIRP Annals - Manufacturing Technology*, 54(1), 147-150.
- Scyoc, K. V. (2008). Process safety improvement: Quality and target zero. *Journal of Hazardous Materials*, 159, 42-48.
- Tang, Y. N. trans. (2009). *Using QFD, TRIZ, and Taguchi Methods to enhance the efficiency of Research and Development* (Original by Tsutomu Konno et al.). Taipei: Corporate Synergy Development Center. (In Chinese)

整合 QFD、TRIZ 及田口法研發破壞性創新之 自行車鏈輪製程設計

陳狄成¹、尤麒熊^{1*}、倪婕炘¹、游沐蓉²

¹ 國立彰化師範大學工業教育與技術學系

² 國立彰化師範大學特殊教育學系

*通訊作者，e-mail: n8846111@yahoo.com.tw

摘 要

現今自行車業興盛，台灣市場主要鎖定在高價位之各部位零件生產與開發，因此本文主要藉由破壞性創新理論的觀點來進行研究，研究目的如下：

利用破壞性創新理論找出現行市場中自行車鏈輪不對稱動機。並結合 QFD 在產品開發的概念上，建立一套概念評選的程序模式，在 QFD 分析中可從破壞性創新理論藉由情境分析得到顧客需求面，再由專利分析得到品質特性，以驗證本研究之模式如何去發展產品設計開發的規劃模式，以期妥善地整合客戶需求。導入模具設計與製造技術創造力之觀念，配合 TRIZ 理論發展出矛盾衝突矩陣表與發明原理，進而解決 QFD 品質特性之矛盾關係，根據有限元素法模擬，並利用田口方法分析之最佳化結果，再以遺傳演算法神經網路進行預測最佳值，確定最佳參數後最後再進行實驗。最後實驗結果製造出來的成品價格遠低於市場行情，因此可以應用模具大量生產以進入市場，更可以驗證利用破壞性創新理論來進行便宜、簡單、便利的可行性。

關鍵詞：QFD、TRIZ、田口法

1. 緒論

1.1 前言

台灣為世界最大自行車製造國家，台灣製造之高品質自行車更為世人所讚譽，由於週休二日國人開始重視休閒活動，政府及民間機構推廣自行車運動不遺餘力，因此自行車運動在國內蔚為風潮，自行車不僅僅為交通工具，更是一種競賽活動，自行車競賽在速度及時間的嚴苛考驗下，自行車之設計朝著輕量化及高強度之方向發展，但強度往往與重量成正比，如何在高強度與輕量化之間取得平衡點，一直是自行車產業所待解決之課題，在自行車運動及產業蓬勃發展之帶動下，各種符合人體工學之設計、高強度結構及輕量化的自行車亦相繼問市。但是台灣的騎車環境，自行車騎士需與汽、機車爭道，險象環生，且高價位自行車通常都會經歷環島、山路、越野巔簸路段，造成自行車鏈輪在疲勞累積或強大壓力下而磨損或是卡住鏈條造成鏈條脫落，造成安全問

題層出不窮，故業界不斷從材質、形狀中改善藉以提高鏈輪耐用程度，朝向高強度、輕量化具備的目標邁進。大多數的自行車都是靠齒盤帶動輪子來讓自行車可以順利的前進。前面透過腳踏的旋轉來帶動的齒輪稱之為大齒盤，而大齒盤透過鍊條來帶動後輪的小齒輪就是鏈輪。鏈輪的材質，決定了鏈輪夠不夠硬與夠不夠輕。目前常見的材質有以下種。鋼：目前很常見的飛輪材質，可加硬處理與鍍鉻處理讓飛輪更佳的好。鋁：材質較輕，但是缺點就是硬度沒有鋼那樣的好。鈦：又輕又硬的材質，通常用於較小的齒輪上。鏈輪是消耗品之一，使用一段時間之後，鏈輪的齒變化慢慢的變尖，磨損到最後的結果就是鏈條無法順利帶動飛輪，進而產生喀喀的聲音，一般來說顧客會更換鏈條與鏈輪使騎乘時更流暢。由於業界不斷從材質、形狀中改善藉以提高鏈輪耐用程度，朝向高強度、輕量化。但反而造成一種現象，高強度、輕量化的鏈輪其價格反而更高，高等級鏈輪的價位就可以買一台平價的腳踏車。一般不是自行車玩家

級的可能有興趣，但一般民眾並不太會考慮買這麼高級的鏈輪，退而求較低價但品質接近高級的鏈輪。

1.2 研究動機

本研究旨在自行車鏈輪產品開發管理中，藉由融入破壞性創新理論來處理個人創意與群體意見之矛盾，設計出來之產品能爭取尚未消費的新顧客，期能設計出更便宜、更便利、更容易使用的產品，讓尚未消費於自行車鏈輪的顧客願意花錢。以滿足尚未消費顧客心理上所想要的產品。產品創意開發與創新設計成為與顧客關係管理的重要環節，只要管理者在理論分類階段做對事，想建立成功的創新事業，最大的挑戰在於如何創造出顧客願意購買而廠商有利可圖的產品，只要能達成這項任務，成功便唾手可得。因此本研究以創新理論結合 QFD 於創新產品開發上，期望能找到符合創新產品之設計管理流程。

在以往的模具設計過程中，模具設計概念多使用試誤法、直覺法等來進行，一項成功的設計往往經歷很長的一段時間，花費較多的時間與金錢，產品的性能多決定於設計人員的經驗、素質等因素，導致設計的水平難以控制。設計過程是解決問題的過程，是產品由初始狀態通過單步或多步而接近理想狀態的過程，如果在設計過程所有的步驟都已知，且稱為一般問題，如果至少有一步未知，則稱為發明問題的設計是創新設計，核心是解決設計中的衝突，目前 TRIZ 是最具有代表性的一種。創造力是利用既有的知識與經驗，經過思考與轉化的歷程，發展有效的、實用的、多樣的、且具有價值的動態或靜態反應之能力（陳狄成、陳清檳、李靜儀、尤麒麟、饒誌軒，2009）。因此在 TRIZ 的模具設計的開發過程中其研究者需要有模具專業的背景經驗才足以勝任。但對於在學校或者是產業界的新人則難以採用此方式進行創新設計。

因此本文為解決新手難以入門的情形，導入模具設計與製造技術創造力用於發明問題解決理論（TRIZ），以供技職校院學生及產業新鮮人在模具設計時之參考指標。

1.3 研究目的

根據研究背景與動機，將針自行車鏈輪製造進行開發研究。故本研究之研究目的為：利用破壞性創新理論找出現行市場中自行車鏈輪不對稱動機。並結合 QFD 在產品開發的概念上，建立一套概念評選的程序模式。在 QFD 分析中可從破壞性創新理論藉

由情境分析得到顧客需求面，再由專利分析得到品質特性。以驗證本研究之模式如何去發展產品設計開發的規劃模式，以期妥善地整合客戶需求。導入技職校院模具設計與製造技術創造力之觀念，配合 TRIZ 理論發展出矛盾衝突矩陣表與發明原理，進而解決 QFD 品質特性之矛盾關係。根據有限元素法模擬，利用田口方法分析之最佳化結果，再以類神經遺傳演算法進行預測最佳值，確定最佳參數後最後再進行實驗。

2. 文獻探討

2.1 破壞式創新

《創新的兩難》（Christensen, 1997）、《創新者的解答》（Christensen & Raynor, 2003）、《創新者的修練》（Christensen C., Anthony S., 與 Roth, 2004）等書中，對於企業的成長提出了一些獨特的看法。他認為創新可分成「維持性創新」（Sustaining innovation）和「破壞性創新」（disruptive innovation）。所謂的維持性創新是指在主流產品上銷售性能更好、更高價的產品給高階顧客。圖 1 的時間-性能座標平面界定了顧客購買產品的特定應用市場，克氏稱此座標平面為價值網絡（Value Network），係指特定環境時空背景之下，廠商建立產品的成本結構與作業流程，並結合了供應商與通路的合作，以滿足顧客的消費價值主張。圖 1 使用二度空間呈現破壞式創新是為了方便解說，而真正適當的說明克氏的觀念是應該以三維來說明。

圖 2 內中橫軸及縱軸的定義和圖 1 相同，差別在第三軸：新顧客層與新的消費環境背景，也就是新的價值網絡。這部分是由過去沒錢購買或是不會使用這類產品的新顧客所構成的。在新價值網絡中代表性能的縱軸和原來價值網絡的縱軸不相同，因為不同價值網絡中顧客對產品的性能有不同的考量和定義。接下來，藉圖 2 說明「新市場的破壞性創新」與「低階市場的破壞性創新」的差異。「新市場的破壞性創新」係指第三軸上新的價值網絡，指尚未消費的新顧客群，因為破壞性的創新可帶給這類顧客更便宜、更便利、更容易使用的產品，讓尚未消費這種產品的顧客願意花錢。

新市場破壞創新在剛開始時爭取尚未消費的顧客，但是當產品性能改善後就會吸引原先價值網絡中的顧客，最後完全顛覆（取代）原來市場的在位者之地位。而「低階市場的破壞性創新」就是攻擊原有或主流價值網絡中的低階市場，並沒有創造新市場，只是利用低成本掠奪市場在位者的低利潤顧客。

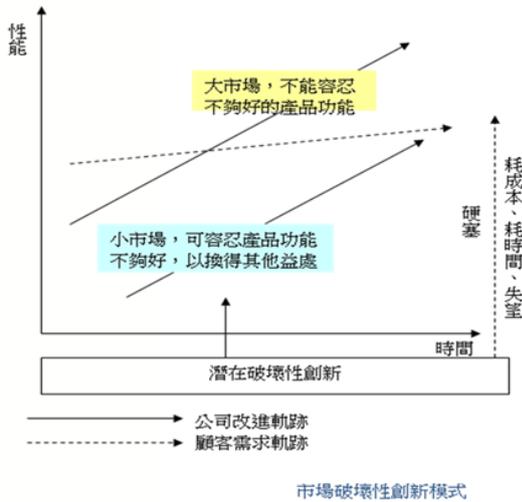


圖 1 破壞性創新模型

資料來源：Christensen, C., *The Innovator's Dilemma: When New Technologies Cause Great Firms to Fail*, 1997.

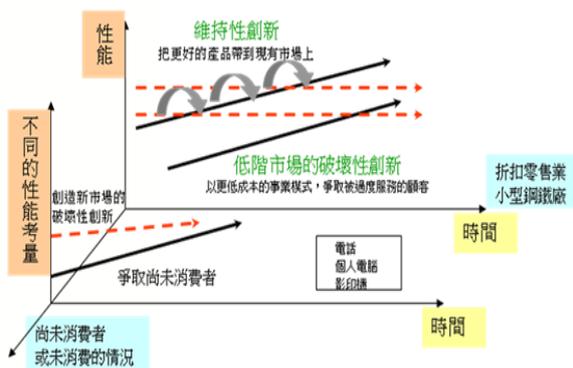


圖 2 破壞式創新模型標準圖

資料來源：Christensen, C., *The Innovator's Dilemma: When New Technologies Cause Great Firms to Fail*, 1997.

2.2 品質機能展開(QFD)

品質機能展開 QFD 是日本品管大師水野滋所提出。主要是為了更貼近顧客，了解顧客想法需求才能改進設計產出顧客心目中的產品(今野勤、井上清和、安部有正、林裕人、池田光司，2009)。QFD 可以粗分為品質企劃與品質傳達兩部分。本文探討的對象是品質企劃這部分的 QFD。開發過程中，開發課題的釐清已不成問題。但由於無法真正掌握顧客的需求，導致產品開發最後還是以失敗收場的例子，仍屢見不鮮。企劃新品時，能否找到顧客真正的需求和品質機能展開，都是決定新品開發成敗的重點。可是要直接從顧客那兒聽到真正的需求，也就是聽到

顧客「想要買」該產品的極具魅力的聲音，卻非易事。這是因為，顧客多半對產品不滿或不平的時候，才會直接表達出來。所以本文顧客的掌握上結合了破壞性創新理論以爭取尚未消費的顧客或未消費顧客之 VOC。

2.3 發明問題解決理論—TRIZ

TRIZ 是俄文創新發明問題解決理論的字首縮寫 (Theory of Inventive Problem Solving)，「TRIZ」發音為/tri:z/。時間回溯到 1946 年，Genrich Altshuller (1926-1998) 在前蘇聯產生了有關 TRIZ 的第一個構想，這 50 多年來 Altshuller 帶著學生和工作夥伴一起從事 TRIZ 的開發和使用。在冷戰結束後，許多 TRIZ 的專家移民到了歐洲和美國等地；因此在西方國家裡的人開始學習它。大概是 1992 年，TRIZ 相關的顧問活動和軟體工具開發，開始在美國出現。最近 TRIZ 已經被導入到美國的大型企業內。在日本，TRIZ 也已在 1997 年夏天被導入和推廣。目前正廣泛被運用到經營管理、服務業上。TRIZ 提供了思考方法的革命性知識資料庫。它將再創新發明上的人類經驗加以表述出來並量化。針對創新發明的問題解決它建立了分析性的原則，它能夠克服各種基本工程矛盾一步步去達成突破性的概念。

TRIZ 用以解決矛盾。當拿到一個問題時，必須先判定這個問題的矛盾點是技術矛盾還是物理矛盾，如果此矛盾點是技術矛盾，則可以使用 TRIZ 中的「矛盾矩陣」來解決矛盾。在利用矛盾矩陣的方法中，TRIZ 整理出常用的 39 個工程上的參數，利用參數間常出現的矛盾，用矛盾矩陣在 40 個創新法則中找出其中可能解決此矛盾點的法則，而從這些被建議的法則利用類比思考的方式可以提供解決矛盾的思考方向(洪永傑，2004)。如果在矛盾矩陣中的 39 個工程參數找不到適合的參數，或在 40 個創新法則中找不到適合的法則，則必須把技術上的矛盾轉換成物理上的矛盾，再利用時間、空間或尺寸上的分離原理將物理上的矛盾分離，然後使用類比思考的方式求解。Scyoc (2008)研究探討 TRIZ 理論而長期建立品質的改進，改善安全領域和工作團隊的績效，Lucchetta, Bariani, 與 Knight (2005)提出 DFMA 與 TRIZ 進行合併的共同特點和連接這兩個相輔相成的方法。主要解決 TRIZ 功能分析在確定技術設計的問題，並做出最有效的問題解決。

2.4 模具設計與製造技術創造力

詹志禹 (2005) 認為創造力可從三方面來看，從思考歷程來看，創造力比較仰賴擴散性思考而非

聚斂性思考；從產物來看，創造性產物必須具有「新穎」和「價值」兩大類條件；從人物來看，人人都具有創造力，只是程度不同、領域不同。黃英中（2006）指出發明或製成前所未有事物的能力，只要個人的行為不止於重複、模仿或陳述他人曾經提出的觀念或創作，而是提出自己發展出來的事物，即為創造力。陳狄成（2009）指出日常生活中所使用到的各種工具和產品，大到機床的底座、機身外殼，小到一個螺絲、鈕扣以及各種家用電器的外殼，無不與模具有密切的關係。附錄 1 為模具設計與製造技術創造力觀念圖，若學校教師能以產品的獨創性、實用性、精密性、美觀性、互換性之知識單元為主，使能因應新科技趨勢與創新研發工作的需求。

2.5 鋁合金物理與機械特性

而本研究所使用的材料，鋁合金 6061，為鋁、鎂、矽合金，主要特色為成形穩定、熱處理後安定性佳、材料親合性高等，且易於焊接，是業界經常使用的材料。鋁合金 7075，為鋁、鋅合金，主要優勢為切削韌性高、強度高、熱處理後安定性高等，但焊接時所需的環境與技術相當高，較適合一體成形，在航太工業，自行車業等都見到其蹤影，其合金成份。

2.6 鍛造之研究

鍛造的研究，Castro, António 與 Sousa (2004) 利用遺傳演算法有效的數值運算來達到金屬鍛造製程的最佳參數製程組合與形狀最佳化，Kim (2002) 使用類神經網路進行開模鍛造的製程參數搜尋與優化，並分析其力學塑性變型行為、鍛造壓力等製程參數，以減少鍛造製成的週期時間。

2.7 有限元素法及分析軟體 DEFORMTM 3D 之簡介

到了現今，有限元素法已是研究學者與工程師時常使用的分析工具，應用的領域包含固體力學、流體力學、熱傳、製造模具、以及梁柱結構設計等皆可，它的基本原理是將問題由繁化簡，再求其解，而所得的解僅為近似值，但只要連續體之場變數與各參數假設正確，在容忍誤差量中，即可將近似解視為精確解。有限元素法之優點如下：

- (1)減少實驗成本及相關開銷。
- (2)降低實驗材料變異困難性。
- (3)參數方便操控。
- (4)可獲得實驗中無法取得的資料。

但在提高結果精確度時，網格數量是一大指標，如提高網格數量會造成元素大增的現象，造成計算矩陣上，電腦需要長時間的時間與運算效能，在精確度和效率上常常無法兼顧。而由於現今科技日新月異，電腦效能已快速進化，已可運算繁複且大量的數據資料，使得問題變得簡單許多，而各種有限元素分析軟體也有如雨後春筍般出現，如 ANSYS、MARC、ABAQUS、LS-DYNA3D 與 DEFORM 等，目前許多領域都已開始使用，因傳統工業的試誤法，以師傅的經驗設計模具、做出模型、實驗模具，投入實驗，但成品不如預期時得再從頭來過，這樣的模式已不被現今提供高效率與低成本的業界所接受，故有限元素分析軟體的出現，就是期望它能取代大量的實驗，減少設備、耗材、人力的開銷，以及提升模具壽命等。而上述所提及的 DEFORM 是近年來廣為使用有限元素分析軟體，是一套模擬有限元素法運算過程的系統，主要是用在鍛造製程與模具設計上，其功能為模擬各種成形方式的製作過程，如鍛造、擠製、拉伸、環壓等，經由等效應力、等效應變、破壞值等來預測模具可能的破壞與發生位置，使開發者能夠針對模擬結果進行模具改良或變更加工方式等，而優秀的材料資料庫與功能設定，使得模擬結果更加貼近實驗，更確定有限元素分析軟體的適用性。

2.8 田口方法之簡介

本研究採用田口方法作為模擬分析方法，主要步驟為選定研究變項(Factor)及其水準範圍(Level)，搭配直交表，以較少的次數來取代所有的實驗，並配合多重品質特性、S/N 比及變異數分析(Analysis of variance, ANOVA)，計算出最佳組合參數，以下即做簡要介紹：

2.8.1 田口方法介紹

相傳一開始是在 1923 年由英國人 R. A. Fisher 開始應用於農業上，而日本為了提升其經濟，聘請國外統計學專家授課，將統計學理論運用在品質改善上，而田口玄一博士將其演進，發展出「品質工程學」，在 1990 年時更得到了「藍帶獎」，此獎為日本工業界最高榮譽，之後擴展到美國，而被美國稱為「田口方法」(Taguchi Method)。美國人又稱其為田口方法，或是實驗計劃法 (Design of Experiments, D.O.E.)。田口方法為強調以最低成本來達到最高品質的研究方式，運用較為簡便的 S/N 比來說明各變項的影響，不但能縮小變異，也能調整中心值的落點，在不增加成本的條件下，改善生產製程，提升產品品質，甚至能夠降低成本，特別適用於產品、技術開發初期，效

果更加顯著，而田口方法的理念較特殊之處在於品質損失函數 (Quality Loss Function, QLF) 與穩健設計 (Robust Design)。品質損失函數是指無論何者，只要與目標有差異的，都是社會損失，而穩健設計則是田口博士所提出的三大步驟，即概念設計 (Concept design)、參數設計 (Parameter design) 及允差設計 (Tolerance design)，靠這三步驟來達到優良的產品品質與服務，故如需將控制變項最佳化，藉以修正製程水平時，田口方法不失為一項好選擇。而台灣則是在 1990 年至 1995 年間開始盛行，直至今日，許多企業與大專院校也還是陸續的在使用。

2.8.2 實驗設計法

為田口博士與其他學者所設計，主要概念為比較少的實驗次數獲得所需資料，為成本及實驗精確度都須具備的情況下，此方式相當合適。直交表通常都以 $L_a(b^c)$ 來表示， a 為總實驗次數、 b 為各因子水準數量、 c 則為因子數量，如需使用兩種水準的直交表，其表示方式為 $L_a(b^c \times d^e)$ ，之後再計算出各因子反應圖及反應表，來找出最佳組合參數，運用此方法，通常最佳組合參數都不在直交表實驗中，因在此假設各因子效應都是個別獨立的，如要確認其結果，最好的方式即是將最佳組合參數進行實驗，來比較實驗結果與預測結果之差異性，如結果相近，則說明直交表實驗法是有效的。

2.8.3 S/N 比

S/N 比 (signal to noise ratio) 為田口博士利用品質損失為基底，進而開發出的品質量化指標，因一開始是用於通訊工程中，故又稱信號雜訊比，所使用的單位為分貝 (dB) 主要功能為評估製程品質穩定之程度，當 S/N 比愈高時，代表雜訊少，品質越趨穩定。不同的領域需要使用不同的 S/N 比計算方式。

2.8.4 變異數分析

變異數分析 (Analysis of Variation, ANOVA)，在田口方法中主要的功能為評估實驗誤差 (Experimental error)，內容包含平方和、自由度、變異數、貢獻度、F 值、信心水準等，而因本研究的模擬不止為單一結果，且單位都不相同，故選擇使用多重品質特性，即整體評估標準 (Overall Evaluation Criteria, OEC)，給予各個品質特性其比例，先統整為一個數值，再轉換為 S/N 比，才能進行變異數分析。

2.8.5 遺傳神經網路 (Genetic Neuron Network, GNN)

遺傳神經網路 (genetic neural networks, GNN) 是一種結合類神經網路的非線性模型能力與遺傳演算法的總體最佳化能力的一種決策系統，它可以利用「強化式學習」(reinforced learning) 的策略來優化神經網路的連結權值。強化式學習與監督式學習 (supervised learning) 的差別在於監督式學習的訓練樣本含有目標輸出值，而強化式學習的訓練樣本不含目標輸出值，但其模型仍可用一個計量衡量值來評估是否已被優化及預測輸出層。因此本研究所使用之遺傳神經網路之架構如圖 3 所示。

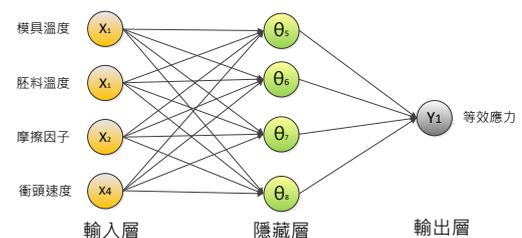


圖 3 遺傳神經網路之架構

3. 結果與討論

3.1 自行車鏈輪破壞性創新

本研究以「破壞性創性」(Christensen & Raynor, 2003) 為起始論點，在使用創新理論預測產業變化時，第一個步驟是了解什麼時候可以合理預期一項創新將會導致預見產業變化的新公司或新事業模式出現，辨識與分析重要的「變化跡象」，涉及評估三個顧客群：1. 尚未消費任何產品者，或是被迫只能在不便利的環境下消費者。2. 尚不滿足的顧客。3. 過度滿足的顧客。第二步驟為評估「競爭戰役」，首先必須評估對手的長處與弱點，我們也可以檢視企業的資源、流程和價值主張。詮釋對手的過往記錄，可辨識他們的長處與弱點、能力與動機。第三步驟探討影響破壞過程的「策略選擇」，新進者的準備工作可能使他們瞄準錯誤的顧客群；他們也可能發展出和在位者互補的事業模式與能力，尤其是當他們建立和在位者重疊的價值網絡時。這兩種情況都可能造成有利於在位者的競爭情勢。至於在位者方面，可透過創設獨立的事業組織以抵擋破壞者帶來的威脅，或是發展內部能力，一再創造破壞性成長，這兩種策略都可以促使在位者變成破壞的高手。

由上所述因此本文用「變化跡象」、「競爭戰役」及「策略選擇」來說明自行車鏈輪發展狀況摘要如表 2 所示。藉由讓顧客覺得產品「夠好」或者能使顧客做二選一的決定(不購買我們的鋁合金鏈輪只能換一般的鋼製鏈輪)來使得鋁合金鏈輪將其普遍化。

表 1. 自行車鏈輪發展狀況摘要

變化跡象	環保意識的抬頭，因為想爭取願意付更高價格購買改善產品的顧客，許多自行車推出以輕量化、高強度自行車鋁合金鏈輪進軍高階市場。且鋁合金鏈輪價格高，造成過度滿足顧客，對某些顧客來說產品「太好」而消費後有後悔的想法，在於顧客並不需要這麼好的產品。
競爭戰役	大廠以高階鋁合金自行車鏈輪以滿足頂尖客戶的需求，小廠以低階市場品質更差、容易生銹的鋼製鏈輪。
策略選擇	以現有的技術設計製造更簡單、便宜、便利的鋁合金鏈輪進入低階市場，爭取對鋁合金鏈輪之尚未消費顧客及尚不滿足的顧客。讓顧客覺得產品「夠好」或者能使顧客做二選一的決定(不購買我們的鋁合金鏈輪只能換一般的鋼製鏈輪)。

表 2. 情境預測

破壞性創新構面	情境分析	KJ 法分類(顧客 VOC)
便宜	想要便宜的自行車鏈輪，但又不想買到差的產品。不希望買到會生銹的鏈輪。	價格合理、不會生銹
	想要組好的鏈輪穩定、輕量、耐磨損、穩定性好、又拉風其價格又合理。	重量輕、不易磨損、不易產生震動、外形好看
便利	可以加裝在舊的鏈輪上或者增強其結構。	強度增強、替換方便
	替換方便，用手動作即可更換鏈輪不需要到自行車修理場。	不需專人維修
簡單	組裝很容易，不需要特殊工具拆卸。	組裝很容易

圖 4 為高階市場自行車鏈輪，其材質為輕量化之鋁合金，不會生銹耐腐蝕。圖 5 為低階市場自行車鏈輪，其材質為一般鋼材，使用久了容易產生鐵銹，造成快速的磨損，減少自行車的壽命。表 2 為情境預測，藉由「策略選擇」中的以現有的技術設計製造更簡單、便宜、便利的鋁合金鏈輪進入低階市場，爭取對鋁合金鏈輪之尚未消費顧客及尚不滿足的顧客。再以「便宜」、「便利」、「簡單」為構面，情境分析顧客在講買產品時的心聲，因此破壞性創新將高階自行車鏈輪的價值鏈移往低階市場自行車鏈輪，讓更多的人使用鋁合金鏈輪並將其普遍化。圖 6 為自行車鏈輪創新方法的選擇，其分類為「維持型」、「新市場的破壞」、「低階市場的破壞」，依照各個方法及理論分析決定最佳的策略。本研究主要在於低階市場的破壞，利用模具技術快速生產的優點，尋求取代 CNC 鏈輪加工技術並利用高階市場與低階市場的不對稱性而進入市場。



圖 4 高階市場自行車鏈輪



圖 5 低階市場自行車鏈輪

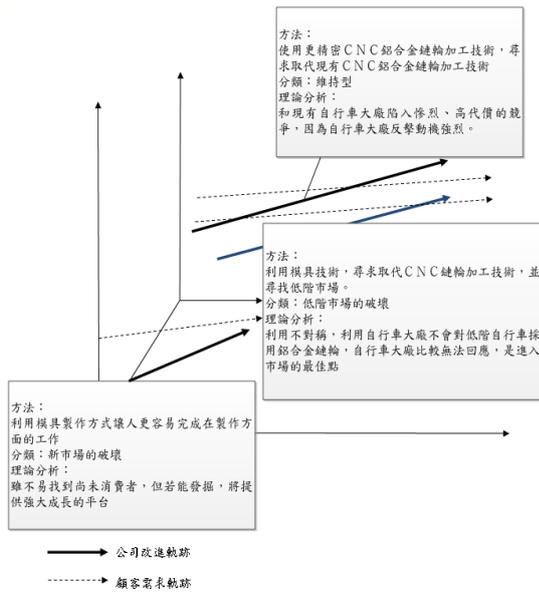


圖 6 創新方法的選擇

3.2 QFD 機能展開

研究考量自行車鏈輪產品的使用對象依據破壞性創新理論來假設可能的使用情境狀況來探索，因此區隔市場分析的對象不是顧客，而是顧客所處的情境為基礎為分類方法，並提供有助益的指引。以找出其理想的顧客與應用領域，發掘未消費顧客或尚未消費要求的期望，進而將顧客要求清楚地定義為「便宜」、「便利」、「容易」如表 3 所示。經由情境預測再經由 KJ 法整理後可得知顧客想要的 VOC。表 4 為收集、尋找以及整理國內自行車鏈輪的專利和相關資料改善之品質特性主要是同時找出改善各品質特性的標準解法或創意解法。對於不足的品質特性透過相關資料來將其補齊並根據顧客之 VOC 來進分類。

表 3 自行車鏈輪專利品質特性

顧客 VOC	品質特性	公開號	對應之專利名稱
重量輕	輕量化	422800	具有在鏈條接收邊緣下方的凹部的自行車鏈輪
強度增強	結構強度	201000360	鏈輪結構
組裝很容易	組裝度	273218	組合式自行車鏈輪組

		2004058	自行車的後鏈輪總成的頂部鏈輪及自行車的後鏈輪總成
		492460	自行車飛輪組齒片結合裝置
價格合理	經濟性	200938431	自行車鏈輪結構
替換方便	替換性	200938431	
不會生銹	耐蝕性	200938431	
不易產生震動	穩定性	M397352	腳踏車鏈輪
		393414	自行車後變速系統之鏈輪組構形
		373616	自行車鏈輪組齒片結構
外形好看	美觀性	456909	自行車鏈輪盤(一)
不易磨損	磨損度	549287	飛輪齒盤

圖 7 為品質特性矛盾關係圖，意在尋找有無可以提升重點 VOC 充足度的品質特性，同時在矛盾的品質特性之間取得平衡。但在破壞性創新理論的思考點上，並非以不斷提升品質來進入市場，而是以更便宜為基礎的角度去設想，必須使成本更低的角度去探討品質特性矛盾關係。如圖 7 所示「經濟性 vs 耐蝕性」、「經濟性 vs 結構強度」、「經濟性 vs 輕量化」、「經濟性 vs 磨損度」、「經濟性 vs 穩定度」等之間關係，因本文設計模具只考慮「經濟性 vs 輕量化」、「經濟性 vs 磨損度」，因此本文「組裝度 vs 經濟性」、「美觀度 vs 經濟性」、「穩定度 vs 經濟性」是屬於模具製造後的製程，需要更專業的機構設計等領域來探討，故不在本文探討的範圍內。

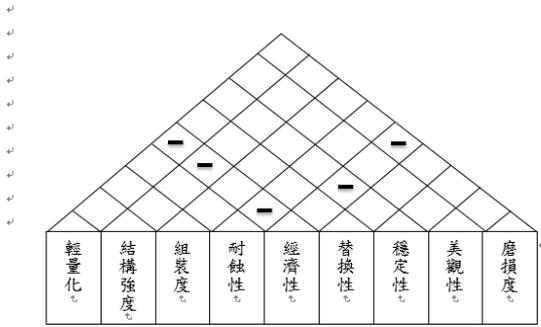


圖 7 品質特性矛盾關係圖

3.3 TRIZ 結合模具創造力

以自行車鏈輪模具設計為分析對象，導入技職校院模具設計與製造技術創造力之觀念，配合 TRIZ 理論發展出矛盾衝突矩陣表與發明原理，進而解決自行車鏈輪模具設計上之缺點與品質特性矛盾關係。表 4 為 39 項工程參數分為六個構面分別為「幾何」、「物理」、「資源」、「能力」、「害處」、「操控」。因此在 TRIZ 的模具設計的開發過程中其研究者需要有模具專業的背景經驗才足以勝任。但對於在學校或者是產業界的新人則難以採用此方式進行創新設計。因此本文為解決新手難以入門的情形導入模具設計與製造技術創造力於發明問題解決理論 TRIZ，以供技職校院學生及產業新鮮人在模具設計時作為 TRIZ 理論開發之參考指標。

表4.39項工程參數與模具創造力指標

39項工程參數(六大群組)			模具創造力能力指標
幾何	3	移動件長度	刀具選用、加工概念
	4	固定件長度	支持、夾緊與工具固持原理、治具與夾具的型式
	5	移動件面積	刀具選用、加工概念、溶膠、溶膠波前面積與溶膠波前速度
	6	固定件面積	支持、夾緊與工具固持原理、治具與夾具的型式
	7	移動件體積	刀具選用、加工概念
	8	固定件體積	支持、夾緊與工具固持原理、治具與夾具的型式
	12	形狀	澆口設計、製品尺寸與形狀考量
	物	1	移動件重量

	2	固定件重量	鑽模、治具與夾具的型式
	9	速度	溶膠波前面積與溶膠波前速度
	10	力量	機械性質與測試、拉伸試驗分析
	11	張力、壓力	模具或成品內外部應力、射出膠料壓力
	17	溫度	機械性質與測試、放電加工技術
	18	亮度	機械性質與測試、雷射加工技術
	21	動力	機械性質與測試、研磨加工技術
資源	19	移動件消耗能量	機械性質與測試、放電加工技術
	20	固定件消耗能量	機械性質與測試、雷射加工技術
	22	能源浪費	模具製造花費、生產過程成本、整體耗材成本、材料回收利用、產品創新、材料回收利用
	23	物質浪費	模具製造花費、生產過程成本、整體耗材成本、充填模式、材料回收利用、產品創新
	24	資訊喪失	模具製造花費、生產過程成本、整體耗材成本
	25	時間浪費	模具製造花費、生產過程成本、整體耗材成本
	26	物料數量	模具製造花費、生產過程成本、整體耗材成本、零件規格化
害處	30	物體外部有害因素	機具性能與壽命計算、腐蝕及材料損傷
	31	物體產生的有害因素	機具性能與壽命計算、腐蝕及材料損傷
操控	28	量測精確度	產品精度規劃、模具尺寸控制、模具最佳化
	29	製造精確度	測量數據處理技術、工程材料試驗
	33	使用方便性	快速裝卸機構簡單化
	36	裝置複雜性	零件規格化、材料通用標準化
	37	控制複雜性	快速成型技術、模型重建技術

	38	自動化程度	CAD/CAM軟體應用、程式製作基本概念
能力	13	物體穩定性	流道設計與流道平衡、支持、夾緊與工具固持原理
	14	強度	硬度試驗分析
	15	移動件耐久性	研磨加工技術、加工概念
	16	靜止物體作用時間	機械性質與測試、模具冷卻設計
	27	可靠度	產品精度規劃、模具尺寸控制、模具最佳化
	32	製造性	零件規格化、材料通用標準化
	34	可修理性	零件規格化、材料通用標準化
	35	適合性	零件規格化、材料通用標準化
	39	生產性	零件規格化、材料通用標準化、模具最佳化

在自行車鏈輪模具設計在開發初期的問題，最主要是成品的製造過程中將物料的浪費減少到最低，如果設計過於浪費成本，將會造成大量的損失。依據圖 8 品質特性矛盾關係圖設計模具只考慮「經濟性 vs 輕量化」、「經濟性 vs 磨損度」因此我們在 TRIZ 39 個工程參數中選用 No.23「物質的浪費」對應其模具創造力指標為模具製造花費、生產過程成本、整體耗材成本、充填模式、材料回收利用、產品創新。建立 TRIZ 衝突矩陣，如表 5 所示。在模具欲改善的特性為 NO.29 物質浪費(模具製作花費、生產過程成本、整體耗材成本)，惡化的特性為 NO.23 製造精密性其對應之指標為「測量數據處理技術」、「工程材料試驗」，工程材料試驗裡包含了耐蝕性、輕量化、結構強度、穩定性、磨損度等矛盾相關，因此可與圖 8 品質矛盾相關圖對應。其發明原理為 10、24、31、35 如表 6 所示。圖為衝模下料模具有限元素模擬圖，在企業界或者設計初期最常使用之方法，以衝頭直接衝壓板材下料，以達成快速量產之目的，下料後大多需作二次加工為衝模下料之自行車鏈輪，經過沖剪效應後其齒型因沖頭設計不良造成扭曲變形。浪費的材料更多為衝模下料之多餘材料，其經濟效益不如預期。圖 9 為經由 TRIZ 發明原理 10 而設計之衝壓模，將胚料設計為管狀，再設計可成形之齒模。經加壓成形後。為加壓成形之自行車鏈輪，其成形無產生多餘材料。經加壓後其精度高、強度與硬度更好，

從而解決了物質浪費與製造精密性之衝突問題，既保證了成品的質量又不使設計變得很複雜，完全符合理想的工程經濟。再結合發明原理 35 改變材料之溫度再進行加壓，更可以得到更佳之產品。

表 5. 衝突矩陣

改善的特性	惡化的特性
	No.23 製造精密性
No.29 物質浪費	10.24.31.35

表 6. 發明原理

序號	名稱	發明原理內容	可行性評估
10	Preliminary Action (預先作用)	事先準備使物體可及時並在適當的地方作用。預先完成全部的動作或至少完成部分動作。	可行，可利用模具設計與製造技術創造力獨創性之衝模與塑膠模設計來進行設計。
24	Mediator (媒介)	利用一個中間物質去轉換或完成一個動作。暫時將一個物體和另一物體連接在一起，以便將它移除。	不可行，太多媒介物必須花費更多精力與時間，不符合工程經濟。
31	Porous Materials (多孔材料)	使物體多孔化或使用附加多孔元件的物體(入件，蓋等)。假如物體有許多孔，則預先填充物質。	不可行，模具需有高強度。
35	Transformation of Properties (改變物質特性)	改變物體各種狀態、密度、濃度、彈性、溫度。	可行，此方式可與序號 10 預先作用結合，並運用田口法求出最佳參數

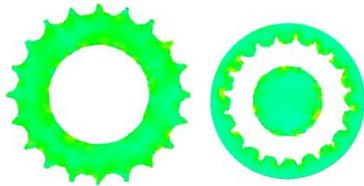
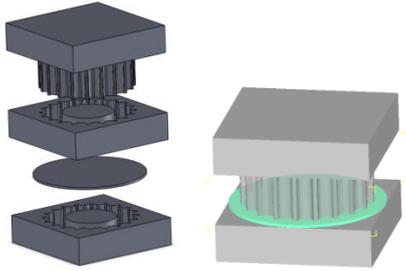


圖 8 衝模下料模具有限元素模擬圖

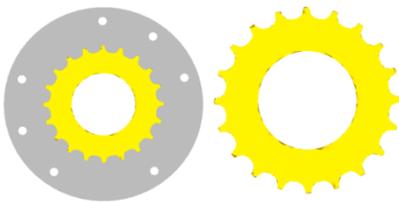
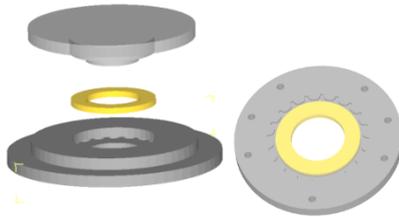


圖 9 TRIZ 發明原理 10 設計之衝壓模

3.4 田口品質設計

應用田口品質工程的手法，首先我們要定義出品質目標及品質特性，本次實驗的品質目標為自行車鏈輪模具應力值，因為是求最小化，故其品質特性為望小特性；再來我們找出幾個會影響品質反應值的因子和它們的水準，共有 4 個參數分別為 TRIZ 改良模具與胚料溫度的改變及自行車鏈輪模具影響較大為摩擦因子、衝頭速度，因此選用模具溫度、胚料溫度、摩擦因子、衝頭速度當作是實驗的因子。經由以上水準的訂定，本實驗的因子與水準如表 7。

表 7. 因素與水準定義表

	A(模具溫度)	B(胚料溫度)	C(摩擦因子)	D(衝頭速度)
水準 1	300	300	0.1	0.8
水準 2	400	400	0.2	0.9
水準 3	500	500	0.3	1

自行車鏈輪模具在鍛壓過程中其胚料與模具接觸的應力會影響其加工性，尤其等效應力越大越難以鍛壓。本次實驗的品質目標為模具鍛壓之等效應力，因為是求最小化，故其品質特性為望小特性，望小特性之 S/N 比為：

$$S/N = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n y_i^2 = -10 \log (\bar{y}^2 + s_n^2) \quad (1)$$

其中 n 是每組實驗的實驗次數， y_i 表示每組實驗的實驗數據，我們利用(1)式計算了每一組實驗的 S/N 比，各組的 S/N 比如表 8 右邊第一行所示，而各組品質特性(等效應力)的平均值如表 8 右邊第二行所示。

表 8. 各組實驗之平均品質特性及 S/N 比

實驗組別	A	B	C	D	平均值 Ave	S/N 比
1	1	1	1	1	302.5	-49.6
2	1	2	2	2	267	-48.53
3	1	3	3	3	277.5	-48.8
4	2	1	2	3	266	-48.49
5	2	2	3	1	214.5	-46.62
6	2	3	1	2	142.5	-43.07
7	3	1	3	2	223.5	-46.98
8	3	2	1	3	122.5	-41.76
9	3	3	2	1	52.5	-34.4
平均					207.6	-45.37

表 9 最後一列為因子的效應分析，因子效應愈大，表示此因子的變動對實驗有較大的影響，因子效應的計算是以各水準的最大值減去最小值，在表 10 中 A (模具溫度) 因子與 B (胚料溫度) 對 S/N 比的效應分別是 7.95 dB、6.25dB，相對其他二個

因子 C (摩擦因子) 與 D (衝頭速度) 的 S/N 比效應分別是 3.62dB、2.83dB 來得的大，因此判定 A (模具溫度) 因子與 B (胚料溫度) 在 S/N 比的反應中是有較大的影響力。如圖 10 各因子對 S/N 反應圖，我們可找出一組最佳的因子水準組合，使得 S/N 比是最大的，此組合 A3B3C2D1。

表 9. 各因子對 S/N 比的反應表

	A(模具溫度)	B(胚料溫度)	C(摩擦因子)	D(衝頭速度)
水準 1	-49	-48.36	-44.81	-43.54
水準 2	-46.06	-45.64	-43.81	-46.19
水準 3	-41.05	-42.11	-47.49	-46.37
因子效應分析 (effect)	7.95	6.25	3.62	2.83
rank	1	2	3	4

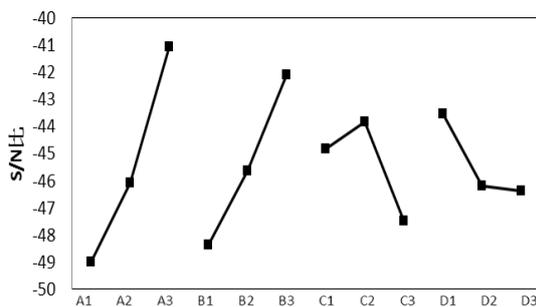


圖 10. S/N 比的因子反應圖

變異數分析 (ANOVA, Analysis of Variance) 主要是求得各因子的變動對品質特性變異的效應，也是找出哪個因子對整個實驗最具影響力的另一種有效的方法，表 10 為本實驗之變異數分析結果表。其中 SS (Sum of Square) 為平方和，DOF (Degrees of Freedom) 表自由度，Var 代表變異數 (Variance)，Probability 是指該因子不具影響力的概率，F 則是計算 Probability 時必要的數據，Confidence 是指信心度，而表中最右一行 Significant 是表示因子是否有影響力是相對於某一信心水準 (Confidence Level) 而言，一般的信心水準大多是採用 99%、95% 或 90%，在此我們採用 99 的信心水準。從表 10 中的數據可知因子 A 與 B 是唯一達到 99% 信心水準的因

子，因此我們判定因子 A 與 B 相對其他因子來講，對整個實驗是具有較大的影響力，此結果可與 S/N 和品質特性之因子效應分析相呼應。由此更可證實 A (模具溫度)、B (胚料溫度) 更具有影響力。

表 10. S/N 比變異數分析結果表

因子 Factor	平方和 SS	自由度 DOF	變異數 Var.	F	Confidence	是否達顯著水準 Significant?
A(模具溫度)	97.0	2	48.5	15.9	99.8%	是
B(胚料溫度)	58.9	2	29.4	9.6	99.4%	是
C(摩擦因子)	21.7	2	10.8	3.5	92.5%	否
D(衝頭速度)	15.0	2	7.5	2.4	85.4%	否
Error	27.4	9	3.0	S=1.74		
Total	220.	17	* NOTE: At least 99% confidence			

而由 S/N 因子反應和品質特性因子之最佳組合參數分別為 A3B3C2D1 與 A3B3C1D1 二組，再次進行模擬，以驗證最佳參數組合的結果如表 11 所示。

3.5 遺傳演算法神經網路預測

本研究使用 PCNeuron5.0 軟體中的遺傳演算法神經網路 (GANN): 為多層感知器架構, 但使用遺傳演算法修正權值。利用遺傳演化倒傳遞類神經網路模型預測模具等效應力，乃是此模型將網路的誤差項，透過回想的過程，不斷地改善，以搜尋至最適化的網路架構，其執行步驟先以遺傳演算的方式選取最適的網路架構，之後再執行倒傳遞類神經網路進行預測模具等效應力，並觀察各期間的績效表現與預測方向準確度。分別以遺傳演化倒傳遞類神經網路模型的參數設定、網路架構之選取及其預測結果作說明。在遺傳演算法神經網路 (GANN) 之參數設定上，PCNeuron5.0 中的遺傳演算法神經網路 (GANN) 原理與類神經模式有很大的不同，為

多層感知器架構，但使用遺傳演算法修正權值並進行最佳化，包括連結加權值、隱藏層層數與節點數。將染色體解碼成類神經網路的權重，染色體中基因按順序被讀取而成為權重遺傳演算法以三個操作程序（複製、交配和突變）演化取代倒傳遞的學習法。利用遺傳演算法神經網路（GANN）開始訓練原始範例資料，其參數設定如表 12 所示。經由訓練原始範例資料再進行驗證資料，表 13 為驗證資料其田口法直交表之等效應力與經由遺傳演算法神經網路（GANN）之平均預測誤差為 6.84%，表示與真實所量測之數值在於正負 6.84%之間。表 14 為 4 因子 3 水準之所有排列組合共 81 組。藉由遺傳演算法神經網路（GANN）再進行 81 組之預測以確定田口法最佳組合。

表 11. 最佳參數組合

	A(模具溫度)	B(胚料溫度)	C(摩擦因子)	D(衝頭速度)	等效應力
S/N 比	500	500	0.2	0.8	51.7

表 12. 遺傳演算法神經網路(GANN)之參數設定

輸入變數-數目	4	輸出變數-數目	1
交配率	0.7	突變率	0.007
交配法	均一交配	突變法	固定突變率
群體數	30	亂數種子	0.456
演化代數	1000000	測試週期	10000

表 13. 驗證資料

模具溫度	胚料溫度	摩擦因子	衝頭速度	等效應力	預測等效應力	誤差 %
300	300	0.1	0.8	302.5	293.28	3.1%
300	400	0.2	0.9	267.0	249.22	6.7%
300	500	0.3	1	277.5	271.61	2.1%
400	300	0.2	1	266.0	287.34	7.5%
400	400	0.3	0.8	214.5	207.20	3.4%
400	500	0.1	0.9	142.5	113.07	20.8%
500	300	0.3	0.9	223.5	218.88	2.1%
500	400	0.1	1	122.5	141.79	14.6%
500	500	0.2	0.8	52.5	51.85	1.24%
平均						6.84%

表 14. 田口最佳組合之預測值

	A(模具溫度)	B(胚料溫度)	C(摩擦因子)	D(衝頭速度)	等效應力	預測值	誤差
S/N比	500	500	0.2	0.8	51.7	51.8	0.01%
品質特性	500	500	0.1	0.8	53.8	58.1	7.4%

表 14 為田口最佳組合之預測值可驗證田口實驗最佳組合是 81 組實驗中最佳之組合。表 15 為 81 組之預測值，第 16 組為 81 組預測組中等效應力最小，因此與田口最佳組合相符合，更可確認真實實驗的可靠參數。

表 15. 81 組之預測

編號	模具溫度	胚料溫度	摩擦因子	衝頭速度	等效應力預測值
01	300	300	0.1	0.8	293.2
02	400	300	0.1	0.8	258.2
03	500	300	0.1	0.8	137.4
04	300	400	0.1	0.8	254.0
05	300	500	0.1	0.8	189.7
06	400	400	0.1	0.8	163.2
07	500	500	0.1	0.8	58.1
08	400	500	0.1	0.8	78.5
09	500	400	0.1	0.8	76.0
10	300	300	0.2	0.8	299.1
11	400	300	0.2	0.8	244.6
12	500	300	0.2	0.8	172.1
13	300	400	0.2	0.8	238.8
14	300	500	0.2	0.8	207.4
15	400	400	0.2	0.8	195.0
16	500	500	0.2	0.8	51.8
17	400	500	0.2	0.8	97.9
18	500	400	0.2	0.8	79.8
19	300	300	0.3	0.8	559.2
20	400	300	0.3	0.8	245.9
21	500	300	0.3	0.8	198.9
22	300	400	0.3	0.8	255.0
23	300	500	0.3	0.8	209.7

24	400	400	0.3	0.8	207.0
25	500	500	0.3	0.8	52.4
26	400	500	0.3	0.8	140.0
27	500	400	0.3	0.8	109.0
28	300	300	0.1	0.9	305.3
29	400	300	0.1	0.9	270.5
30	500	300	0.1	0.9	197.2
31	300	400	0.1	0.9	259.8
32	300	500	0.1	0.9	224.0
33	400	400	0.1	0.9	215.9
34	500	500	0.1	0.9	60.4
35	400	500	0.1	0.9	113.0
36	500	400	0.1	0.9	94.7
37	300	300	0.2	0.9	453.2
38	400	300	0.2	0.9	252.9
39	500	300	0.2	0.9	215.9
40	300	400	0.2	0.9	249.2
41	500	500	0.2	0.9	59.4
42	500	400	0.3	0.9	165.2
43	300	500	0.2	0.9	219.9
44	400	400	0.2	0.9	220.5
45	400	500	0.2	0.9	153.8
46	500	400	0.2	0.9	123.2
47	300	300	0.3	0.9	673.1
48	400	300	0.3	0.9	334.9
49	500	300	0.3	0.9	218.8
50	300	400	0.3	0.9	391.8
51	300	500	0.3	0.9	220.6
52	400	400	0.3	0.9	219.3
53	500	500	0.3	0.9	75.1
54	400	500	0.3	0.9	185.1
55	500	400	0.3	0.9	165.2
56	300	300	0.1	0.9	305.3
57	400	300	0.1	0.9	270.5
58	500	300	0.1	0.9	197.2
59	300	400	0.1	0.9	259.8
60	300	500	0.1	0.9	224.0
61	400	400	0.1	0.9	215.9
62	500	500	0.1	0.9	60.4
63	400	500	0.1	0.9	113.0
64	500	400	0.1	0.9	94.7
65	300	300	0.2	0.9	453.2
66	400	300	0.2	0.9	252.9

67	500	300	0.2	0.9	215.9
68	300	400	0.2	0.9	249.2
69	300	500	0.2	0.9	219.9
70	400	400	0.2	0.9	220.5
71	500	500	0.2	0.9	59.4
72	400	500	0.2	0.9	153.8
73	500	400	0.2	0.9	123.2
74	300	300	0.3	0.9	673.1
75	400	300	0.3	0.9	334.9
76	500	300	0.3	0.9	218.8
77	300	400	0.3	0.9	391.8
78	300	500	0.3	0.9	220.6
79	400	400	0.3	0.9	219.3
80	500	500	0.3	0.9	75.1
81	400	500	0.3	0.9	185.1

3.6 自行車鏈輪鍛壓實驗

在完成鏈輪模擬鍛壓之後，為了能確認模擬結果是否和真實情況相符合，故需進行鍛壓實驗，將模擬最佳組合以實作方式進行，以便相互比較。圖 12 分別為成品之重量與市售之鋼製鏈輪重量分別為 19.55 公克與 34.939 公克且鋼製鏈輪有挖空如圖 a、b 所示，由此可驗證其成品具有輕量化之效果。藉由圖 a 之重量來評估成本，成品重量為 19.55 公克，如果鋁合金以一公斤 400 元來計算，其一片鏈輪的成本約在 8 元。以現在市場上的鋁合金鏈輪的市價來比較其價格是成本的幾十倍。更可以應用模具大量生產以進入市場，因此更可以驗證利用破壞性創新理論來進行便宜、簡單、便利的可行性。



(a) 鋼製重量



(b) 鋁合金 7075 重量

圖 12 成品之重量與市售之鋼製鏈輪重量

4. 結論

本文經由研究目的而得出之結論如下：

- (1) 利用破壞性創新理論找出自行車鏈輪現行市場中自行車鏈輪不對稱動機中找出了在低階市場的破壞，使用了模具技術快速生產的優點，尋求取代CNC鏈輪加工技術並利用高階市場與低階市場的不對稱性而進入市場。因此破壞性創新將高階自行車鏈輪的價值鏈移往低階市場自行車鏈輪，讓更多的人使用鋁合金鏈輪並將其普遍化。
- (2) 在QFD分析中可從破壞性創新理論藉由情境分析進而將顧客要求清楚地定義為「便宜」、「便利」、「容易」。以破壞性創新理論的成本更低的角度去探討品質特性矛盾關係。如「經濟性」與「耐蝕性」、「經濟性」與「結構強度」、「經濟性」與「輕量化」、「經濟性」與「磨損度」、「經濟性」與「穩定度」等之間關係。
- (3) 導入模具設計與製造技術創造力之觀念，配合TRIZ理論發展出矛盾衝突矩陣表與發明原理，進而解決QFD品質特性之矛盾關係。經由TRIZ發明原理10而設計之衝壓模，將胚料設計為管狀，再設計可成形之齒模。經加壓成形後。為

加壓成形之自行車鏈輪，其成形無產生多餘材料。經加壓後其精度高、強度與硬度更好，從而解決了物質浪費與製造精密。性之衝突問題，既保證了成品的質量又不使設計變得很複雜，符合模具設計與製造技術創造力中的工程經濟。再結合發明原理35改變材料之溫度進行有限元素分析與田口實驗與遺傳類神經預測再進行加壓，經由田口法與遺傳類神經相互驗證得到最佳參數為模具溫度500度、胚料溫度500度、摩擦因子0.2、衝頭速度0.8mm/sec。

- (4) 經由有限元素分析之磨耗分析與微組織分析得到自行車鏈輪的「磨損度」與「結構強度」。確定最佳參數設計後進行實作，藉由鋁合金的材料性質可得到良好的「輕量化」與「耐蝕性」，最後經由TRIZ將模具所產生多餘的材料減少到最小。因此解決了「經濟性」與「磨損度」、「結構強度」、「輕量化」、「耐蝕性」之間的矛盾問題。「穩定度」需確定量產後可再進行檢測。
- (5) 以現在市場上的鋁合金鏈輪的市價來比較其價格是成本的幾十倍。更可以應用模具大量生產以進入市場，因此更可以驗證利用破壞性創新理論來進行便宜、簡單、便利的可行性。

參考文獻

- 今野勤、井上清和、安部有正、林裕人、池田光司 (2009)。利用 QFD、TRIZ、田口方法提升開發暨設計的效率。台北市：財團法人中衛發展中心。(Tang, 2009)
- 洪永杰 (2004)。TRIZ 理論與應用簡介。取自：
[http://designer.mech.yzu.edu.tw/articlesystem/article/compressedfile/\(2004-12-28\)%20TRIZ%E7%90%86%E8%AB%96%E8%88%87%E6%87%89%E7%94%A8%E7%B0%A1%E4%BB%8B.pdf](http://designer.mech.yzu.edu.tw/articlesystem/article/compressedfile/(2004-12-28)%20TRIZ%E7%90%86%E8%AB%96%E8%88%87%E6%87%89%E7%94%A8%E7%B0%A1%E4%BB%8B.pdf) (Hung, 2004)
- 陳以明、吳繪華 (2007)。以顧客導向之 TRIZ 方法於產品創新設計。品質學報，14(4)，457-477。(Chen & Wu, 2007)
- 陳狄成、陳清楨、李靜儀、尤麒熊、饒誌軒 (2009)。模具設計與製造技術創造力課程規劃。2009 年創造力與教育創新國際學術研討會 (頁 26-34)。彰化：國立彰化師範大學。(Chen, Chen, Li, You, & Rau, 2009)
- 黃英忠 (2006)。創造力教育。科學發展月刊，399，6-11。(Huang, 2006)
- 詹志禹 (2005)。人類的創造力從何而來？科學人，45，38-41。(Chan, 2005)

References

- Castro, C. F., António, C. A. C. & Sousa, L. C. (2004). Optimisation of shape and process parameters in metal forging using genetic algorithms. *Journal of Materials Processing Technology*, 46, 356-364.
- Chan, C. Y. (2005). Where does human creativity come from? *Scientific American*, 45, 38-41. (In Chinese)
- Chen, Y. M. & Wu, H. H. (2007). Product Design by Customer-Driven Innovation through TRIZ. *Journal of Quality*, 14(4), 457-477. (In Chinese)
- Chen, D. C., Chen, C. P., Li, J. Y., You, C. S., & Rau, C. H. (2009). Mold design and manufacturing techniques creativity course planning. *2009 International Conference on Creativity and Educational Innovation*, pp.26-34. National Changhua University of Education, Taiwan. (In Chinese)
- Christensen, C. (1997). *The Innovator's Dilemma: When New Technologies Cause Great Firms to Fail*. Audiobook at Brilliance Audio.
- Christensen, C. & Raynor, M. (2003). *The Innovator's Solution: Creating and Sustaining Successful Growth*. US: Harvard Business School Press.

- Huang, I. C. (2006). Creativity education. *The Journal of Education Science*, 399, 6-11. (In Chinese)
- Hung, Y. C. (2004). Introduction to TRIZ Theory. Retrieved:
[http://designer.mech.yzu.edu.tw/articlesystem/article/compressedfile/\(2004-12-28\)%20TRIZ%E7%90%86%E8%AB%96%E8%88%87%E6%87%89%E7%94%A8%E7%B0%A1%E4%BB%8B.pdf](http://designer.mech.yzu.edu.tw/articlesystem/article/compressedfile/(2004-12-28)%20TRIZ%E7%90%86%E8%AB%96%E8%88%87%E6%87%89%E7%94%A8%E7%B0%A1%E4%BB%8B.pdf) (In chinese)
- Kim, P. H., Chun, M. S., Yi, J. J., & Moon, Y. H. (2002). Pass schedule algorithms for hot open die forging. *Journal of Materials Processing Technology*, 130, 516-523.
- Lucchetta, G., Bariani, P. & Knight, W. (2005). Integrated design analysis for product simplification. *CIRP Annals - Manufacturing Technology*, 54(1), 147-150.
- Scyoc, K. V. (2008). Process safety improvement: Quality and target zero. *Journal of Hazardous Materials*, 159, 42-48.
- Tang, Y. N. trans. (2009). *Using QFD, TRIZ, and Taguchi Methods to enhance the efficiency of Research and Development* (Original by Tsutomu Konno et al.). Taipei: Corporate Synergy Development Center. (In Chinese)

作者簡介

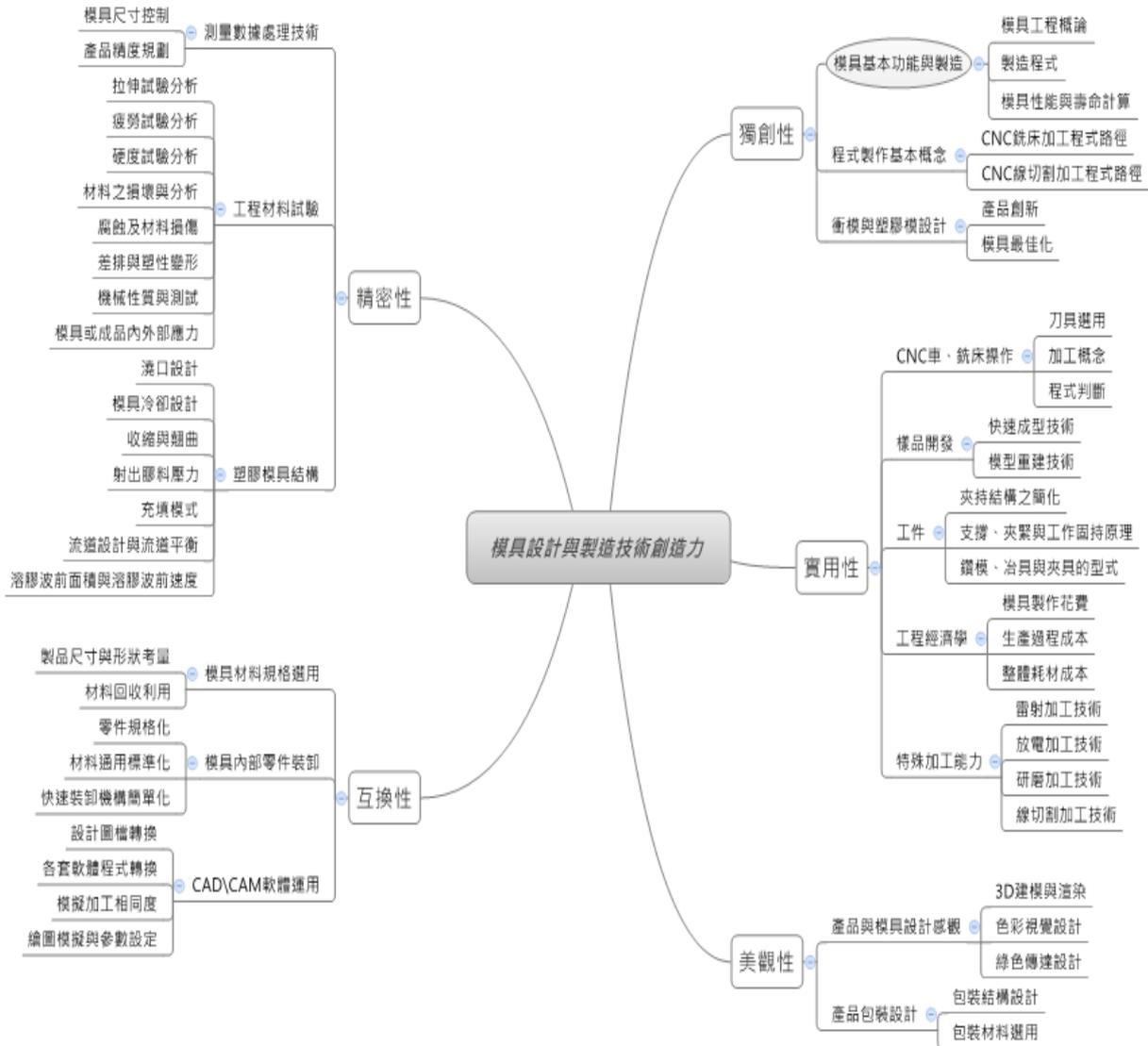


陳狄成目前任教於國立彰化師範大學工業教育與技術學系教授，研究領域為金屬成型、模具設計與製造技術、工程技術教育。



尤麒熊目前就讀於國立彰化師範大學工業教育與技術學系博士班，研究領域為金屬成型、刀具切削、工程教育、創新管理。

附錄 1



附錄 1 模具設計與製造技術創造力觀念圖

陳狄成、陳清楨、李靜儀、尤麒熊、饒誌軒，模具設計與製造技術創造力課程規劃，2009年創造力與教育創新國際學術研討會，pp. 26-34，彰化，台灣，11月3~4日，2009。

Exploring the Innovation System Performance Evaluation Model based on Value Chain Management

Meng-Jong Kuan

Associate Professor, Graduate Institute of Innovation & Project Management,

Kainan University

E-mail: mjkuan@mail.knu.edu.tw

(Received 13 November 2015; final version received 16 March 2016)

Abstract

Over the past few years, the change rate of business environment has accelerated and the nature of change is also essentially different. The competitive advantage of the product is not only focus on cheaper product and faster delivery, but also use a more flexible and open approach to face the whole new challenges. At this time, efficient and innovative value chain management has become an important start. Therefore, value chain management and its continuous innovation is an important start. Based on the needs of their survival and best practices of the successful enterprises, prompting increasingly focusing on value chain management, and actively perform change and reengineering the value chain in accordance with the changing business management environment, in order to enhance the competitiveness of enterprises. Facing such increasingly competitive environment, the enterprise value chain management requires a systematic innovation system.

In this paper, we refer the innovation radar diagram proposed by the professor Mohanbir Sawhney to explore the impact and relevance of the innovation system for value chain management. First, we establish the innovation system performance assessment index system including four dimensions and 12 criteria through related literature review. Secondly, DEMATEL method is applied to construct the innovation system performance evaluation model for value chain management, which reflects the impact and relevance among these innovation performance evaluation criteria. Then, DANP is used to calculate relative influence weight of these innovation performance assessment criteria. Finally, we used VIKOR to evaluate the innovation system performance of one company for case study to find out the worst innovation performance index. Consequently, we suggest some specific improvement strategies and action items for the company based the proposed value chain innovation system model.

Keywords: Value Chain Management, Innovation Radar, DEMATEL, DANP, VIKOR

References

- Kuan, M. J. (2014). Business Model Innovation and Agile-Innovation Project Management. Graduate Institute of Innovation & Project Management, Kainan University.
- Lin, C. H., Tzeng, G. H., & Jen, W. (2005). Utilizing VIKOR to Make ERP System Supplier Selection Decision. *Agriculture and Economics*, 34, 69-91.
- Opricovic, S. (1998). Multi-criteria optimization of civil engineering systems. *Faculty of Civil Engineering, Belgrade*, 2(1), 5-21.
- Ou Yang, Y. P., Shieh, H. M., Leu, J. D. & Tzeng, G. H. (2008). A novel hybrid MCDM model combined with DEMATEL and ANP with application. *International Journal of Operations Research*, 5(3), 160-168.
- Sawhney, M., Wolcott, R. C. & Arroniz, I. (2011). The 12 different ways for companies to innovate. *MIT Sloan Management Review*, 28-34.
- Zeleny, M. (1982). *Multiple Criteria Decision Making*. New York: McGraw-Hill.

基於價值鏈管理的創新系統績效評估模型

管孟忠

開南大學 創新與專案管理研究所 副教授

E-mail: mjkuang@mail.knu.edu.tw

摘要

過去幾年來，企業環境的變化速度加快且變化本質的不同。企業的競爭優勢不再是把產品做得更便宜、更快，而是要用更靈活且開放的方式來面對全的新挑戰。此時，高效的價值鏈管理及其持續創新就成為是一個重要的開始。基於成功企業的最佳實務和企業自身生存的需要，促使企業越來越重視價值鏈管理，並根據企業經營管理環境的不斷變化，積極尋求價值鏈變革與再造，以提高企業的競爭能力。而面臨日益競爭的環境，企業價值鏈管理需要一個系統化的創新系統。

本研究參考 Mohanbir Sawhney 教授所提出的創新雷達圖，主要目的是探討價值鏈管理的創新系統績效評估模型，以及各項準則之間的影响度及關聯性。首先，經由文獻探討整理出一個包含 4 個構面及 12 個準則的價值鏈創新系統績效評估指標體系。接著，採用決策實驗室分析法（Decision Making Trial and Evaluation Laboratory, DEMATEL）建立企業的價值鏈創新系統的結構模型，體現出價值鏈創新績效評估構面之間及準則之間的影响關聯性。然後結合 DANP（DEMATEL-Based ANP）將價值鏈創新系統評估準則的指標影响轉換為相對影响權重，以建立企業價值鏈創新系統的績效評估模型。最後，針對個案公司應用折衷排序法（VIKOR）進行價值鏈創新系統的績效評估，尋找績效較差的指標，並透過創新系統結構模型的決策，提出具體的創新價值鏈管理的改善策略及行動方案。

關鍵字：價值鏈管理、創新雷達圖、DEMATEL、VIKOR

一、緒論

全球市場的競爭越來越激烈，各產業問題不斷浮現，然而有大部份的產業都面臨到類似的問題，就是企業要如何有限的資源下，將資源優先投入對企業發展最有益的價值，以創造企業最大利潤，勢必成為企業在市場站穩腳步的關鍵。

面對新產品開發及商品化緩慢的問題，以及全球市場競爭的挑戰，許多企業 CEO 都已認知到「創新」是企業持續成功的關鍵因素。如福特汽車公司董事長兼首席執行長威廉·福特，宣布「從現在開始，創新將是該公司設置的方針，福特將採用創新為核心的經營策略」。通用電氣公司董事長兼首席執行長杰弗裡·伊梅爾特也

曾談到「創新勢在必行，相信創新是一個成功公司的核心和未來投資的唯一原因」。因此，通用汽車正在尋求大約 100 項「想像力突破」，通過一系列的創新專案來推動經濟增長。微軟的 CEO 史蒂夫·鮑爾默也表示「創新是微軟能夠讓客戶滿意和競爭對手在海灣的唯一途徑。」（Sawhney, Wolcott & Arroniz, 2011）

未來企業之間的競爭，不僅是產品和產品的競爭，商業模式與商業模式的競爭，更是價值鏈與價值鏈的競爭。高效的價值連才能支持新產品的發展，才能實現企業的商業模式。而企業價值鏈的競爭優勢則在於價值鏈的持續創新。因此，企業建構價值鏈的創新系統就成為企業的重要課題。

二、文獻探討

(一) 價值鏈管理與創新系統

價值鏈 (value chain) 是由美國哈佛商學院著名策略學家麥克·波特在《競爭優勢》一書中提出的「價值鏈分析法」(如下圖 1), 波特指出一般企業的共通價值鏈如圖一所示, 主要分成的分別為主要活動 (Primary Activities) 與支援活動 (Support Activities) 兩類。主要活動為一企業主要的生產與銷售程序, 包括進貨運籌 (Inbound Logistics)、製造營運 (Operations)、出貨運籌 (Outbound Logistics)、市場行銷 (Marketing and Sales) 與售後服務 (Service) 等, 支援活動可視為一企業支援主要營運活動的其他企業運作環節, 或是所謂的共同運作環節, 包括企業基礎建設 (The infrastructure of the firm)、人力資源管理 (Human resources management)、技術發展 (Technology development) 與採購 (Procurement) 等, 主要活動和支援活動構成了企業的價值鏈。不同的企業參與的價值活動中, 並不是每個環節都創造價值, 實際上只有某些特定的價值活動才真正創造價值, 這些真正創造價值的經營活動, 就是價值鏈上的「策略環節」。企業要保持的競爭優勢, 實際上就是企業在價值鏈某些特定的策略環節上的優勢。運用價值鏈的分析方法來確定核心競爭力, 就是要求企業密切關注組織的資源狀態, 要求企業特別關注和培養在價值鏈的關鍵環節上獲得重要的核心競爭力, 以形成和鞏固企業在行業內的競爭優勢。企業的優勢既可以來源於價值活動所涉及的市場範圍的調整, 也可來源於企業間協調或合用價值鏈所帶來的最優化效益。

價值鏈有時被稱為供應鏈 (Supply Chain) 或需求鏈 (Demand Chain), 包括顧客、供應商、過程、產品以及對向最終顧客交付產品和服務有影響的各種資源。價值鏈強調的是公司之間的過程與關係。價值鏈管理 (Value Chain Management) 就是指從原材料採購到成品分銷給顧客的整個過程中對產品和

服務的管理, 它強調是協調公司間、甚至大的集團公司之間的活動以求產生雙贏效果。

成功企業的最佳實務和企業自身生存的需要, 促使企業越來越重視價值鏈管理, 並根據顧客需求、全球化、競爭情境、資訊與通訊、政策和環境的不斷變化, 積極尋求價值鏈的變革與再造, 以提高企業的持續競爭能力。因此, 在面臨日益競爭的環境下, 企業需要一個系統化的創新系統, 以有效支持價值鏈的價值創造、價值獲取、價值累積和價值傳遞等系列活動。



圖 1. 價值鏈示意圖

(二) 創新雷達圖

但究竟什麼是創新？又如何能在價值鏈的各環節實施創新呢？

在西方, 創新概念的起源可追溯到 1912 年美籍經濟學家熊彼特的《經濟發展概論》。熊彼特在其著作中提出：創新是指把一種新的生產要素和生產條件的「重新結合」引入生產體系。創新通常包括五種情況：引入一種新產品；引入一種新的生產方法；開闢一個新的市場；獲得原材料或半成品的一種新的供應來源。熊彼特的創新概念包含的範圍很廣, 例如涉及到技術性變化的創新及非技術性變化的組織創新。從這個角度來看, 創新的情況都涵蓋在價值鏈的活動範圍內, 可以說, 熊彼特的創新概念實質上就是價值鏈的創新。

雖然創新的議題已經上升到了 CEO 議程的首要位置,很多公司都有它的錯誤狹隘的觀點。他們可能會看到創新僅作為新產品開發和傳統研究和開發的代名詞。但這樣缺乏遠見可能導致系統的競爭優勢腐敗,隨著時間導致一個產業內的企業尋找更類似於彼此。最佳的做法是鼓勵複製他人的方法及透過標竿學習。所以一個產業內的企業往往追求相同的客戶提供類似的產品,使用未分化的能力和流程。他們往往做相同模式的創新。例如在科技行業,大多數公司專注於產品研發。在化工或石油和天然氣行業,重點則是流程創新。然而產品包裝的製造商往往集中在品牌和分銷。但是,如果所有的企業在一個行業都在尋求機會,在同一個地方,他們往往會拿出同樣的創新。因此,缺乏遠見的創新策略若過於狹窄會蒙蔽企業的機會,反而使他們容易受到遠見更廣泛的對手競爭。

此外,創新的結果要如何衡量其績效?又要如何藉由創新績效評估提出持續改善策略呢?從諸多有關創新績效的參考文獻中,本研究將從創新雷達圖的概念來建構價值鏈創新的績效評估系統。「創新雷達圖」(Innovation Rador)是美國西北大學 kellogg 管理學院 Mohanbir Sawhney 教授所提出之創新指標量測模型,包括了顧客(Who, Customer)、產品(What, Offering)、

流程(How, Process)與通路(Where, Presence)等四大構面,共計 12 個指標。這 12 個指標可以歸類於價值鏈的價值創造、價值獲取、價值累積和價值傳遞等過程中,如表 1 所示。企業可依創新雷達檢視本身與競爭企業在創新上的優劣勢,並進行標竿學習,進而提出改善策略及實施計畫(管孟忠,2014)。表 1 是本研究統整有關創新雷達圖四大構面及 12 個指標的圖表。

隨著我們不斷擴大我們的創新雷達相關文獻的研究,我們就可以測試廣泛的假設。例如,我們的研究可以支持最新的概念,就是成功的創新戰略往往集中在少數較高影響力的維度上,而不是試圖在一次沿著許多維度同時進行創新的做法;也可以找出一些關鍵創新績效指標,已進行改善措施。最終,創新雷達圖可以指導企業如何進行價值鏈創新管理,並通過它們增加價值,使超越產品和技術創新的日益複雜的業務能夠以系統化的方式實現。因此,該創新雷達框架可以成為企業主管、企業家和風險投資家—任何尋求通過創新發展的重要指導工具(Sawhney, Wolcott & Arroniz, 2011)。

表1. 價值鏈管理的創新系統績效評估模型指標體系

模型名稱	構面屬性	準則屬性	屬性內涵
系 價 值 鏈 管 理 的 創 新 系 統 績 效 評 估 模 型 指 標 體 系	D1 價 值 創 造	價值創造是指辨識所有利害關係人及其價值需求,並生產、供應滿足目標客戶需要的產品或服務的一系列業務活動及其成本結構。價值創造的成效決定於整合平台、解決方案、產品或服務。	
		C11 整合平台	藉由不同的平台表現出獨特;讓不同產品使用共同的平台,節省成本。
		C12 解決方案	利用客製化結合了產品、服務及資訊來解決顧客之問題;創造整合性、客製化的解決方案,有效解決客戶需求。
	D2 價 值 獲 取	C13 產品或服務	研發出創新的產品或服務;提出價值主張,推出新產品或服務。
			價值獲取(價值分析與評價)是指企業通過正確的機制,平衡所有利害關係人的需求,並對價值達到最佳的共識,藉由各自的價值定位產生利益。價值獲取取決於目標顧客、顧客體驗及獲利方式。
		C21 目標顧客	開發未滿足或服務不足的消費族群;發掘潛在利害關係人(顧客)的價值需求,定義目標客群。
	C22 顧客體驗	注重企業與利害關係人互動時所帶來的各種感受,建立良好的利害關係人(顧客)關係。	

	C ₂₃ 獲利方式	在滿足利害關係人的價值需求下，重新界定企業的收益來源或是創造出新的財源。
D ₃ 價值累積		即價值實現，實現價值鏈全生命週期過程中活動的價值，價值實現有賴於價值鏈中每一個步驟中增值的活動。價值累積的成效會受到影響流程再造、組織重構和供應鏈設計等能力的影響。
	C ₃₁ 流程再造	重新設計核心的價值鏈作業程序，界定出關鍵活動，提升效率及效力。
	C ₃₂ 組織重構	改變或調整企業的組織架構、機能或視野，或是從事的領域，界定關鍵資源。
	C ₃₃ 供應鏈設計	運用不同的供應鏈的架構;重新思考各個供應商之間的連節關係，界定關鍵伙伴。
D ₄ 價值傳遞		價值傳遞給價值流中的利害關係人及產品或服務的最終使用者，價值傳遞有賴於顧客關係的建立及通路的順暢。價值傳遞體現於場所、網路整合及品牌發展。
	C ₄₁ 場所(呈現)	創造出新的分銷渠道來改變定位;建立顧客關係，創造新通路。
	C ₄₂ 網路整合	利用網路為中心的智能化管理;整合顧客網路或供應商網路，創造綜效。
	C ₄₃ 品牌發展	利用品牌影響力，引領進入新的領域，建立新通路。

三、建構價值鏈管理的創新系統績效評估模型

本研究利用價值鏈管理的創新系統，運用混合式多評準決策模式來探討價值鏈管理的創新系統構面與影響關聯性，藉由指標間兩兩相互比較後，建立各準則間相互影響直接關係矩陣，並依影響程度建立系統結構模型。首先應用決策實驗室分析法 (DEMATEL) 建構價值鏈管理的創新系統構面和準則的屬性影響關係，接著應用 DANP 建立因素影響權重值，最後藉助折衷排序法 (VIKOR) 找出績效不好的指標，再結合結構模型提出具有因果關係的改善方向。

(一) 混合式多評準決策模式

混合式多評準決策方法實際上包括了 DEMATEL、DANP 和 VIKOR 三個步驟。

1. 決策實驗室分析法

西元 1971 至 1976 年，日內瓦中心喬治亞大學 Battelle 協會 (Battelle Memorial Institute of Geneva) 為了解決科學與人類事物計畫 (Science and Human Affairs program)，因此開發出「決策實驗室分析法 (Decision Making Trial and Evaluation Laboratory, DEMATEL)」，其方法特性是先有效獲得屬性間影響程度即屬性間關聯程度，進一步再建立模型結構。「決策實驗室分析法」的運算方式基礎為矩陣相關數學理論，因此，該方法能夠有效簡化現實社會環境的複雜程度，並給予具有因果關係的改善方向。

2. DEMATEL-Based ANP

Saaty 於 1996 年基於改善層級分析法 (Analytic Hieratchy Process, AHP) 方法的問題，建立了分析網路程序法 (Analytic Network Process, ANP)，此法具有屬性相依性及回饋關係，使得權重能更貼近於現實社會。然而分析網路程序法 (ANP) 假設每項構面屬性權重值為等量，雖然計算簡單，卻忽略現實社會中屬性重要程度並非等量現象。

因此，Ou Yang, Shieh, Leu, 與 Tzeng (2008) 基於馬可夫鏈過程 (重要性程度具有遞移性)，將 DEMATEL 建立的總影響關係矩陣 T 透過 ANP 模式計算屬性的重要性程度，稱為影響權重。其實證分析發現這種方法更符合真實社會的情況。

3. 折衷排序法 (VIKOR)

VIKOR (VlseKriterijumska Optimizacija I Kompromisno Resenje) 是由 Opricovic (1998) 所提出，是屬於多準則決策中最佳化妥協解方法 (Compromise Programming) 之一，其基本觀念乃在於先界定理想解 (最佳解, Positive-ideal solution) 與負理想解 (最差解, Negative-ideal solution)，所謂理想解是指各候選方案在各評估準則中之最佳者；而負理想解則是各候選方案在各評估準則中之最差者。而後經由比較各候選方案的評估值和理想方案的接近程度來排列方案之間的優先順序 (林俊宏、曾國雄、任維廉, 2005)。在計算各方案與理想方案的接近度時，

必須將各評估準則的分數予以加總。在加總的方法上,VIKOR 的加總方法乃是由折衷規劃法的 Lp-metric 發展而成(Zeleny, 1982),其特色為提供最大化之「群體效益 (group utility)」,以及最小化的「反對意見的個別遺憾 (Individual regret of the objections)」,所以其妥協解可被決策者接受。

(二)問卷設計

本研究利用相關文獻研究設計問卷,將價值鏈管理的創新系統績效評估指標的5個構面共12項準則進行評估。探討價值鏈管理的創新系統各項準則之間的影响度及關聯性,並藉助 DEMATEL 技術將專家在現實社會中,價值鏈管理的創新系統的經驗轉換為模型結構,最終建立價值鏈管理的企業創新系統結構模型。最後再以 VIKOR 探討價值鏈管理的創新系統績效狀況建立評估模型。

1. DEMATEL 問卷

透過專家學者進行價值鏈管理的創新系統評估各準則間兩兩比較相互影響關係,利用李克特量表五等級轉換為準則間直接影響程度,以建立價值鏈管理的創新系統評估準則影響關聯分析。

本研究 DEMATEL 問卷內容包含5個構面,共12項準則,其中構面 D₁「價值創造」計有準則 C₀₁「整合平台」、C₀₂「解決方案」及 C₀₃「產品或服務」等三項,構面 D₂「價值獲取」計有準則 C₀₄「目標顧客」、C₀₅「顧客體驗」及 C₀₆「獲利方式」等三項,構面 D₃「價值累積」計有準則 C₀₇「流程再造」、C₀₈「組織重構」及 C₀₉「供應鏈設計」等三項,構面 D₄「價值傳遞」計有準則 C₁₀「場所(呈現)」、C₁₁「網路整合」及 C₁₂「品牌發展」等三項。

2. VIKOR 問卷

本研究利用折衷排序法 (VIKOR) 探討企業創新系統績效狀況,本研究基於專家意見及文獻評析建立評估模型,評估分數由「0」至「4」,評估分數愈高代表該準則的績效表現愈好,分數愈低代表該準則的績效表現愈差。

3. 實施問卷及分析

本研究邀請7位平均工作時間10年以上的專家學者來協助填寫問卷。首先,我們進行知識傳遞,讓受訪者了解「混合式多評準決策方法」的基本原理和架構,以及其實際應用方式。然後,讓受訪者了解問卷填寫過程並依據其實務經驗填寫;回收問卷後藉由 DEMATEL 方法建立價值鏈創新系統的績效評估模式。最後,針對個案公司進行 VIKOR 問卷的自我評估,得到該個案公司的價值鏈創新系統的績效,據以提出改善措施。

(三)建立價值鏈管理的創新系統績效評估模型

1. 應用 DEMATEL 建立評估指標影響關聯分析

(1) 計算評估指標體系之影響關係矩陣

第一步是請專家學者利用本研究的 DEMATEL 問卷,依李克特五尺度的衡量標準進行問卷填答,在依專家學者問卷填答的結果,透過平均化的方式轉換成平均影響關係矩陣。詳細矩陣數據如表2所示。

表2. 平均影響關係矩陣(A)

Z	C ₀₁	C ₀₂	C ₀₃	C ₀₄	C ₀₅	C ₀₆	C ₀₇	C ₀₈	C ₀₉	C ₁₀	C ₁₁	C ₁₂
C ₀₁	0.00	2.40	2.40	2.40	2.00	2.00	2.60	1.80	2.60	3.20	3.20	2.20
C ₀₂	2.20	0.00	3.20	3.40	2.80	2.60	1.80	2.00	3.00	1.80	2.20	2.40
C ₀₃	2.60	2.00	0.00	3.60	3.00	2.60	2.20	2.40	2.40	1.80	1.60	2.80
C ₀₄	2.20	2.60	3.00	0.00	2.80	2.60	1.60	2.00	2.00	2.00	1.60	3.00
C ₀₅	2.20	2.20	3.00	3.60	0.00	2.00	2.00	2.60	2.60	2.20	1.80	3.40
C ₀₆	2.20	2.40	2.20	2.40	1.40	0.00	2.20	2.60	2.60	1.60	1.80	2.80
C ₀₇	1.40	2.40	1.80	1.40	1.60	2.60	0.00	2.40	2.40	1.20	1.80	2.20
C ₀₈	2.40	2.20	2.00	1.60	1.40	2.20	3.00	2.40	2.40	1.60	1.80	2.40
C ₀₉	2.40	2.60	2.60	2.00	1.80	2.40	2.60	0.00	0.00	1.40	1.80	2.40
C ₁₀	2.00	1.40	2.60	2.60	2.40	1.60	1.40	1.20	1.20	0.00	2.20	3.60
C ₁₁	3.40	2.00	2.20	2.40	2.20	1.80	1.60	2.00	2.00	2.00	0.00	3.20
C ₁₂	3.20	3.00	3.40	3.20	3.00	3.00	1.60	2.20	2.20	2.40	3.00	0.00

第二步是將從平均影響關係矩陣行列各自加總之最大值當基準,將影響關係矩陣的所有值都除以最大值,即可得到一個所有值介於0到1的新矩陣,即為正規化平均影響矩陣。詳細矩陣數據如表3所示。

第三步是把正規化平均影響關係矩陣加上屬性間彼此的多次影響及間接影響,即可得到總影響關係矩陣。詳細矩陣數據如表4所示。

第四步是將準則層級的影響關係,提升至構面層級的影響關係,經由各構面區塊平均化過程後,可以得出構面層級的影響關係矩陣。詳細數據如表5所示。

表 3. 正規化影響關係矩陣(D)

X	C ₀₁	C ₀₂	C ₀₃	C ₀₄	C ₀₅	C ₀₆	C ₀₇	C ₀₈	C ₀₉	C ₁₀	C ₁₁	C ₁₂
C ₀₁	0.00	0.08	0.08	0.08	0.07	0.07	0.09	0.06	0.09	0.11	0.11	0.07
C ₀₂	0.07	0.00	0.11	0.11	0.09	0.09	0.06	0.07	0.10	0.06	0.07	0.08
C ₀₃	0.09	0.07	0.00	0.12	0.10	0.09	0.07	0.08	0.08	0.06	0.05	0.09
C ₀₄	0.07	0.09	0.10	0.00	0.09	0.09	0.05	0.07	0.07	0.07	0.05	0.10
C ₀₅	0.07	0.07	0.10	0.12	0.00	0.07	0.07	0.09	0.09	0.07	0.06	0.11
C ₀₆	0.07	0.08	0.07	0.08	0.05	0.00	0.07	0.09	0.09	0.05	0.06	0.09
C ₀₇	0.05	0.08	0.06	0.05	0.05	0.09	0.00	0.08	0.08	0.04	0.06	0.07
C ₀₈	0.08	0.07	0.07	0.05	0.05	0.07	0.10	0.08	0.08	0.05	0.06	0.08
C ₀₉	0.08	0.09	0.09	0.07	0.06	0.08	0.09	0.00	0.00	0.05	0.06	0.08
C ₁₀	0.07	0.05	0.09	0.09	0.08	0.05	0.05	0.04	0.04	0.00	0.07	0.12
C ₁₁	0.11	0.07	0.07	0.08	0.07	0.06	0.05	0.07	0.07	0.07	0.00	0.11
C ₁₂	0.11	0.10	0.11	0.11	0.10	0.10	0.05	0.07	0.07	0.08	0.10	0.00

表 4. 總影響關係矩陣(T)

T	C ₀₁	C ₀₂	C ₀₃	C ₀₄	C ₀₅	C ₀₆	C ₀₇	C ₀₈	C ₀₉	C ₁₀	C ₁₁	C ₁₂
C ₀₁	0.40	0.45	0.50	0.50	0.43	0.45	0.42	0.41	0.46	0.42	0.44	0.52
C ₀₂	0.48	0.40	0.54	0.55	0.47	0.48	0.41	0.43	0.49	0.39	0.42	0.54
C ₀₃	0.48	0.45	0.44	0.55	0.47	0.47	0.42	0.44	0.46	0.39	0.40	0.54
C ₀₄	0.45	0.45	0.51	0.42	0.45	0.45	0.38	0.41	0.43	0.38	0.39	0.53
C ₀₅	0.48	0.47	0.54	0.56	0.39	0.46	0.42	0.45	0.48	0.41	0.42	0.57
C ₀₆	0.43	0.42	0.46	0.47	0.39	0.35	0.38	0.41	0.43	0.35	0.37	0.50
C ₀₇	0.36	0.38	0.40	0.39	0.35	0.39	0.28	0.36	0.38	0.30	0.34	0.43
C ₀₈	0.45	0.43	0.47	0.46	0.40	0.44	0.42	0.41	0.44	0.36	0.39	0.50
C ₀₉	0.41	0.40	0.44	0.43	0.37	0.40	0.37	0.30	0.32	0.32	0.35	0.45
C ₁₀	0.40	0.37	0.45	0.45	0.40	0.38	0.34	0.34	0.37	0.28	0.37	0.50
C ₁₁	0.48	0.42	0.47	0.48	0.42	0.42	0.37	0.40	0.42	0.37	0.33	0.52
C ₁₂	0.54	0.52	0.59	0.59	0.51	0.53	0.44	0.47	0.50	0.44	0.48	0.51

表 5. 評估指標系統構面層級之總影響關係矩陣(T)

T	D ₁	D ₂	D ₃	D ₄
D ₁ 價值創造	0.4587	0.4852	0.4365	0.4518
D ₂ 價值獲取	0.4671	0.4376	0.4207	0.4332
D ₃ 價值累積	0.4138	0.4038	0.3609	0.3805
D ₄ 價值傳遞	0.5049	0.4919	0.4346	0.4432

(2) 構建評估指標體系構面層級系統結構模型

分析各構面之 r (影響值)、 d (被影響值)、 $r+d$ (中心度)與 $r-d$ (原因度)，可以了解各構面間的互相影響關係，如表6所示。由表6可以進一步繪製出圖2之構面層級影響網路關聯圖，其中 $r+d$ (X軸)代表構面關係程度； $r-d$ (Y軸)代表構面間之影響程度， $r-d>0$ 表示此構面為影響因素， $r-d<0$ 表示此構面為被影響因素。

從圖2比較各構面間的影響關聯性，可以得知構面D4「價值傳遞」是主要影響源，直接影響了構面D1「價值創造」、D2「價值獲取」及D3「價值累積」。而構面D3「價值累積」為最終被影響源，受到構面D1「價值創造」、D2「價值獲取」及D4「價值傳遞」的影響。

進一步比較各個構面之間的影响關聯性可以得知，價值鏈中價值的累積績效決定於價值創造及價值獲取的能力，但價值鏈中若沒有高效的價值傳遞，價值鏈的活動都無法有效地實施。因此，若要改善構面D4「價值傳遞」的成效，則構面D3「價值累積」、D1「價值創造」和D2「價值獲取」的成效就可以改進。同樣地，若要改善構面D1「價值創造」的績效，就可以從改善構面D4「價值傳遞」著手，同時可收改善構面D2「價值獲取」及D3「價值累積」之效。

綜前所述得知，當我們要改善企業商業模式創新系統績效時，可以先改善企業的「價值傳遞」，進而改善「價值創造」，如此得以精進「價值獲取」，最終提升了企業創新系統的「價值累積」。

表 6. 評估指標體系構面層級之影響程度

	r	d	$r+d$	$r-d$
D1 價值創造	1.832	1.844	3.677	-0.012
D2 價值獲取	1.759	1.819	3.577	-0.060
D3 價值累積	1.559	1.653	3.212	-0.094
D4 價值傳遞	1.875	1.709	3.583	0.166

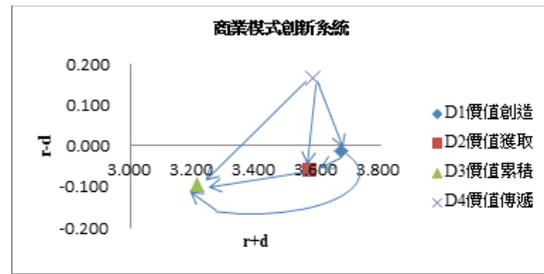


圖 2. 價值鏈創新系統評估系統的構面層級影響關聯圖

(3) 構建評估指標體系各構面之準則層級系統結構模型

1) 構面D1「價值創造」之準則層級影響關聯分析由表3可以摘錄與構面D1「價值創造」有關之數據，調製成構面D1「價值創造」之準則層級影響度，如表7所示，依表7可進一步繪製出圖3之準則層級影響網路關聯圖。

圖3是構面D1「價值創造」各項準則影響網路關聯圖，由圖中可以得知，準則C02「解決方案」為主要影響源，直接影響C01「整合平台」及C03「產品或服務」；而準則C03「產品或服務」為最終被影響源，受C01「整合平台」及C02「解決方案」影響。比較各準則間影響關聯性可以得知，若欲改善準則C03「產品或服務」，可以從改善C01「整合平台」及C02「解決方案」著手；欲改善準則C01「整合平台」，可以從改善「C02解決方案」著手，同時可收改善C03「產品或服務」之效；如欲改善準則C02「解決方案」，由於該準則為構面D1「價值創造」的總影響源，所以應直接改善該準則為佳。因此，就改善企業的「產品或服務」而言，可以優先考慮改善企業的「整合平台」，進而提升其「解決方案」。

表 7. 構面「D1價值創造」之準則層級影響度

準則	r	d	$r+d$	$r-d$
C01 整合平台	5.41	5.36	10.776	0.05
C02 解決方案	5.58	5.18	10.76	0.39
C03 產品或服務	5.51	5.79	11.30	-0.28

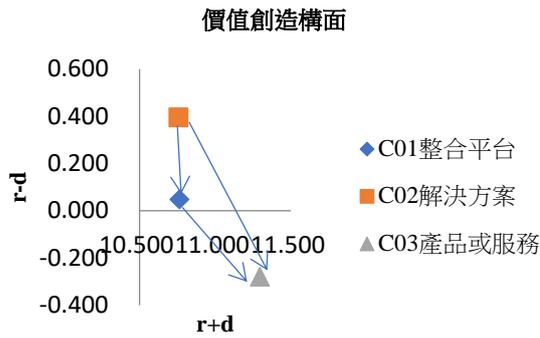


圖3. 構面「D1價值創造」準則層級影響關聯圖

2) 構面D₂「價值獲取」之準則影響關聯分析。由表3摘錄與構面D₂「價值獲取」有關之數據，調製成表8的構面D₂「價值獲取」準則層級影響度，及繪製圖4之構面D₂「價值獲取」準則層級影響網絡關聯圖。

圖4是構面「D₂價值獲取」之準則層級影響網絡關聯圖，由圖中可以得知，準則「C₀₅顧客體驗」為主要影響源，直接影響準則「C₀₄目標顧客」與「C₀₆獲利方式」；而準則「C₀₄目標顧客」為最終被影響源，受準則「C₀₅顧客體驗」與「C₀₆獲利方式」影響。比較各準則間影響關聯性可得知，若欲改善準則C₀₄「目標顧客」，可以從改善準則C₀₆「獲利方式」及準則C₀₅「顧客體驗」著手；欲改善準則C₀₆「獲利方式」，可以從改善準則C₀₅「顧客體驗」著手，同時可收改善準則C₀₄「目標顧客」之效；欲改善準則C₀₅「顧客體驗」，則直接進行改善為佳。因此，若能提升企業的C₀₅「顧客體驗」，才可以改善其C₀₆「獲利方式」，進而提高其C₀₄「目標顧客」。換言之，改善準則C₀₅「顧客體驗」，進而影響其他二個準則為最佳選擇方案。

表8. 「D₂價值獲取」之準則層級影響度

準則	r	d	r+d	r-d
C ₀₄ 目標顧客	5.24	5.84	11.07	-0.60
C ₀₅ 顧客體驗	5.63	5.04	10.68	0.59
C ₀₆ 獲利方式	4.96	5.22	10.18	-0.27

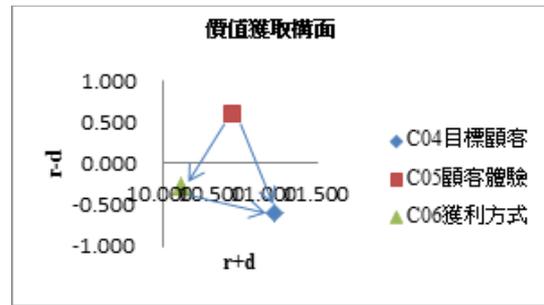


圖4. 「D₂價值獲取」準則層級影響關聯圖

3) 構面D₃「價值累積」之準則層級影響關聯分析。由表3可以摘錄與構面D₃「價值累積」有關的數據，調製成表9的構面D₃「價值累積」之準則層級影響度，進一步可以繪製出圖5的構面D₃「價值累積」之準則層級影響網絡關聯圖。

表9. 構面「D₃價值累積」之準則層級影響度

準則	r	d	r+d	r-d
C ₀₇ 流程再造	4.37	4.64	9.00	-0.27
C ₀₈ 組織重構	5.15	4.82	9.97	0.33
C ₀₉ 供應鏈設計	4.54	5.19	9.74	-0.65

圖5所示是構面D₃「價值累積」之準則層級影響網絡關聯圖，由圖可知，準則C₀₈「組織重構」為主要影響源，直接影響準則C₀₇「流程再造」及C₀₉「供應鏈設計」；而準則C₀₉「供應鏈設計」為最終被影響源，受準則C₀₈「組織重構」及C₀₇「流程再造」影響。比較各準則間影響關聯性可得知，若欲改善準則C₀₉「供應鏈設計」，可以從改善準則C₀₇「流程再造」及C₀₈「組織重構」著手；若欲改善準則C₀₇「流程再造」，可以從改善準則C₀₈「組織重構」著手，同時可收改善準則C₀₉「供應鏈設計」之效；如欲改善C₀₈「組織重構」，則直接進行改善為佳。由此可知構面D₃「價值累積」以改善準則C₀₈「組織重構」，進而影響其他三個準則為最佳選擇方案。實務上企業必須建立「組織重構」，進而提升企業「流程再造」，最後改善「供應鏈設計」。

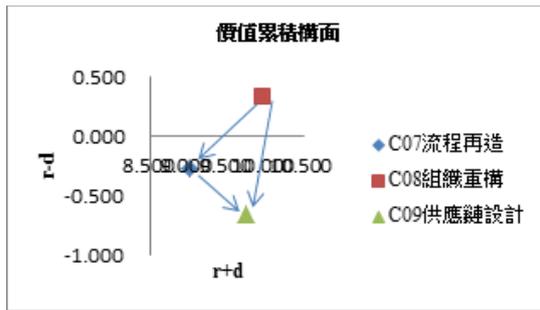


圖5. 構面D3「價值累積」準則層級影響關聯圖

4) 構面D4「價值傳遞」之準則層級影響關聯分析。由表3可以摘錄與構面D4「價值傳遞」有關的數據，調製程表10的構面D4「價值傳遞」準則層級影響度，進一步可繪製出圖6的構面D4「價值傳遞」準則層級影響網絡關聯圖。

圖6是構面D4「價值傳遞」之準則影響關係，由圖中可以得知，準則C₁₁「網路整合」為主要影響源，直接影響準則C₁₀「場所(呈現)」與準則C₁₂「品牌發展」；而準則C₁₂「品牌發展」為最終被影響源，受準則C₁₁「網路整合」及C₁₀「場所(呈現)」影響。比較各準則間影響關聯性得知，若欲改善準則C₁₂「品牌發展」，可以從改善準則C₁₀「場所(呈現)」及C₁₁「網路整合」著手；欲改善準則C₁₀「場所(呈現)」，可以從改善準則C₁₁「網路整合」著手，同時可收改善準則C₁₂「品牌發展」之效；如欲改善準則C₁₁「網路整合」，則直接進行改善為佳。由此可知構面「價值傳遞」中，企業的「網路整合」直接影響其「場所(呈現)」與「品牌發展」。以改善「D4價值傳遞」，進而影響其他二個準則為最佳選擇方案。

表10. 「D4價值傳遞」之準則層級影響度

準則	r	d	r+d	r-d
C ₁₀ 場所(呈現)	4.37	4.64	9.00	-0.27
C ₁₁ 網路整合	5.15	4.82	9.97	0.33
C ₁₂ 品牌發展	4.54	5.19	9.74	-0.65

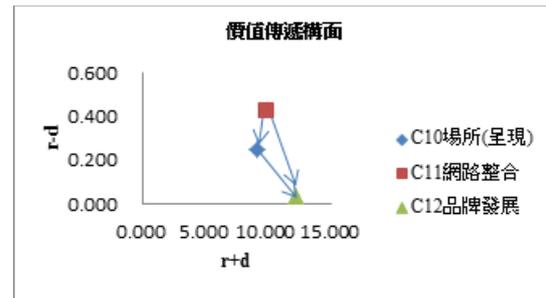


圖6. 「D4價值傳遞」準則層級影響關聯圖

2. 整合DEMATEL構面層級與準則層級相互影響關係

我們將構面層級及準則層級的影響網絡關聯圖，結合成圖7的整體影響網絡關聯圖，由圖中可以清楚看出評估體系中的相互影響關係。在構面層級中，構面D4「價值傳遞」為主要影響源，D3「價值累積」為最終被影響源。

在準則層級中構面D1「價值創造」中準則C₀₂「解決方案」為主要影響源，C₀₃「產品或服務」為最終被影響源；構面D2「價值獲取」中準則C₀₅「顧客體驗」為主要影響源，C₀₄「目標顧客」為最終被影響源；構面D3「價值累積」中準則C₀₈「組織重構」為主要影響源，C₀₉「供應鏈設計」為最終被影響源；構面D4「價值傳遞」中準則C₁₁「網路整合」為主要影響源，C₁₂「品牌發展」為最終被影響源。

透過專家學者訪談問卷及DEMATEL數學公式運算的結果，我們可以清楚瞭解各準則存在著相互影響關係，並將準則層級的相互影響關係利用DEMATEL公式運算後提升至構面層級，也可以清楚的看出構面層級間存在相互影響關係，從圖7的構面間箭頭則代表著彼此間的影響強弱程度。

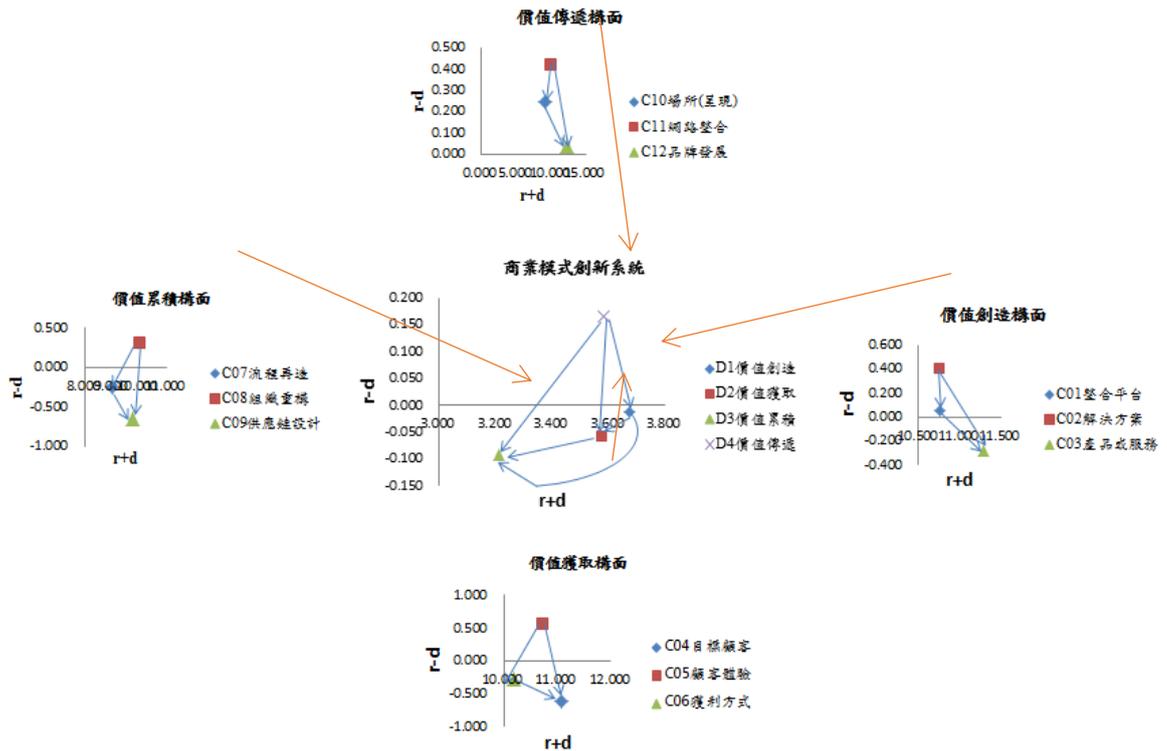


圖 7. 企業商業模式創新整體關

3. 進行準則層級因果關係分析

在準則因果關係方面，根據表3的總影響關係矩陣(T)，我們可以綜整理出價值鏈管理的創新系統中評估準則層級之影響關聯程度，並將之製程表11之準則層級影響關聯性排序表，其中 r 為影響程度值，d 為被影響程度值，進一步我們可以繪製出圖8的準則層級影響因果關係圖。

如圖8所示，其中X軸(r+d)為中心度，說明屬性影響關聯程度，代表各準則之影響強弱度；而Y軸(r-d)為原因度，說明屬性影響顯著性程度，代表各準則之影響程度。我們更可以透過原因度(r-d)的值，來定義各準則在準則間所代表的屬性，即 $r-d > 0$ 表示此準則相對而言是影響因子，歸類為原因準則； $r-d < 0$ 則表示準則相對而言是被影響因子，歸類為結果類準則。

表 11. 準則層級之影響關連性及排序

準則	r		d		r+d		r-d	
	數值	排序	數值	排序	數值	排序	數值	排序
C ₀₁ 整合平台	5.41	5	5.36	4	10.76	4	0.05	6
C ₀₂ 解決方案	5.58	3	5.18	7	10.76	5	0.39	3
C ₀₃ 產品或服務	5.51	4	5.79	3	11.30	2	-0.28	10
C ₀₄ 目標顧客	5.24	6	5.84	2	11.07	3	-0.60	11
C ₀₅ 顧客體驗	5.63	2	5.04	8	10.68	6	0.59	1
C ₀₆ 獲利方式	4.96	9	5.22	5	10.18	7	-0.27	9
C ₀₇ 流程再造	4.37	12	4.64	11	9.00	12	-0.27	8
C ₀₈ 組織重構	5.15	7	4.82	9	9.97	8	0.33	4

C ₀₉ 供應鏈設計	4.54	11	5.19	6	9.74	10	-0.65	12
C ₁₀ 場所(呈現)	4.65	10	4.40	12	9.05	11	0.25	5
C ₁₁ 網路整合	5.12	8	4.70	10	9.82	9	0.42	2
C ₁₂ 品牌發展	6.13	1	6.09	1	12.22	1	0.04	7

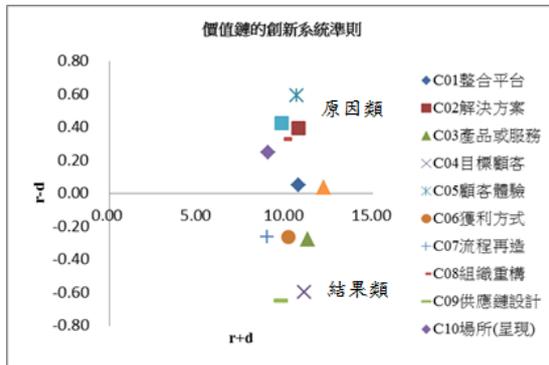


圖8. 準則層級影響因果關係圖

由結果顯示，就中心度 ($r+d$) 而言，各準則中影響關聯性程度較高的前三項分別為準則 C₁₂「品牌發展」(12.22)、C₀₃「產品或服務」(11.30)及 C₀₄「目標顧客」(11.07)；影響關聯性程度較低的前三項分別為準則 C₀₇「流程再造」(9.00)、C₁₀「場所(呈現)」(9.05)及 C₀₉「供應鏈設計」(9.74)。而就原因度 ($r-d$) 而言，各準則中影響顯著性程度較高的前三項分別為準則「C₀₅顧客體驗」(0.59)、C₁₁「網路整合」(0.42)及 C₀₂「解決方案」(0.39)；影響顯著性程度較低的前三項分別為準則 C₀₉「供應鏈設計」(-0.65)、C₀₄「目標顧客」(-0.60)及 C₀₃「產品或服務」(-0.28)，其中準則 C₀₅「顧客體驗」(0.59)為直接影響其他準則程度最大者，準則 C₀₉「供應鏈設計」(-0.65)為最容易被其他準則因素所影響。

就整體而言，屬於影響因子的原因類準則，也就是 $r-d > 0$ 的計有準則 C₀₅「顧客體驗」(0.59)、C₁₁「網路整合」(0.42)、C₀₂「解決方案」(0.39)、C₀₈「組織重構」(0.33)、C₁₀「場所(呈現)」(0.25)、C₀₁「整合平台」(0.05)及 C₁₂「品牌發展」(0.04)等共7項；而屬於被影響因子的結果類準則，也

就是 $r-d < 0$ 的計有準則 C₀₇「流程再造」(-0.27)、C₀₆「獲利方式」(-0.27)、C₀₃「產品或服務」(-0.28)、「C₀₄目標顧客」(-0.60)及 C₀₉「供應鏈設計」(-0.65)等共5項。

綜合上述結果，在價值鏈管理的創新系統中，12項準則中最受專家學者重視的為準則 C₀₅「顧客體驗」、C₁₁「網路整合」及 C₀₂「解決方案」等，企業在建構價值鏈管理的創新系統時，可參考本研究結果將資源優先投入這些準則，因為這些準則在各準則間具有較顯著的影響關聯性，透過改善這些準則，除了能直接改善本身的績效外，更能同時改善其他準則的績效表現，是優先要考慮與選擇的改善策略。當然在資源有限的條件下，最優先的選擇改善策略為準則 C₀₅「顧客體驗」並透過持續改進，提升企業價值鏈管理的創新系統的績效表現。

(四)應用 DANP 計算各指標屬性權重

本研究所應用的 DANP 方法，是利用 DEMATEL 建立的總影響關係矩陣，透過 ANP 的計算模式，計算系統結構模型中各準則的影響重要性程度，轉換為準則被影響權重值，以確認各準則在價值鏈管理的創新系統中的重要關係程度。

1. 應用 DEMATEL 求取 DANP 矩陣數據

本研究利用混合式多準則決策模式的 DANP 方法，建立價值鏈管理的創新系統結構模型的準則影響權重值。將 DEMATEL 的價值鏈管理的創新系統總影響關係矩陣(T)，透過 DANP 方法的數學運算步驟及公式，可以得到表12之未加權超級矩陣、表13的加權超級矩陣及表14的極限化加權超級矩陣。

表12. 未加權超級矩陣

準則	C ₀₁	C ₀₂	C ₀₃	C ₀₄	C ₀₅	C ₀₆	C ₀₇	C ₀₈	C ₀₉	C ₁₀	C ₁₁	C ₁₂
C ₀₁	0.293	0.337	0.370	0.364	0.314	0.322	0.326	0.317	0.357	0.305	0.321	0.375
C ₀₂	0.338	0.281	0.381	0.366	0.315	0.319	0.309	0.324	0.367	0.289	0.314	0.397
C ₀₃	0.351	0.331	0.318	0.367	0.316	0.317	0.316	0.332	0.352	0.291	0.303	0.407
C ₀₄	0.321	0.320	0.359	0.318	0.339	0.343	0.312	0.333	0.355	0.292	0.299	0.408
C ₀₅	0.323	0.315	0.362	0.394	0.276	0.329	0.311	0.334	0.355	0.291	0.299	0.409
C ₀₆	0.327	0.323	0.349	0.387	0.320	0.294	0.313	0.333	0.354	0.286	0.307	0.407
C ₀₇	0.317	0.334	0.349	0.346	0.309	0.345	0.271	0.354	0.375	0.281	0.315	0.403
C ₀₈	0.333	0.321	0.346	0.354	0.308	0.338	0.330	0.325	0.345	0.288	0.311	0.401
C ₀₉	0.325	0.322	0.353	0.357	0.310	0.333	0.370	0.303	0.327	0.285	0.312	0.403
C ₁₀	0.330	0.305	0.365	0.367	0.322	0.311	0.321	0.329	0.351	0.246	0.321	0.433
C ₁₁	0.347	0.309	0.344	0.364	0.318	0.318	0.312	0.332	0.355	0.304	0.270	0.426
C ₁₂	0.330	0.316	0.354	0.360	0.316	0.324	0.310	0.334	0.356	0.308	0.336	0.355

表13. 加權超級矩陣

準則	C ₀₁	C ₀₂	C ₀₃	C ₀₄	C ₀₅	C ₀₆	C ₀₇	C ₀₈	C ₀₉	C ₁₀	C ₁₁	C ₁₂
C ₀₁	0.073	0.085	0.088	0.085	0.086	0.087	0.084	0.089	0.087	0.088	0.093	0.088
C ₀₂	0.084	0.070	0.083	0.085	0.084	0.086	0.089	0.085	0.086	0.082	0.083	0.085
C ₀₃	0.093	0.095	0.080	0.095	0.096	0.093	0.093	0.092	0.094	0.098	0.092	0.095
C ₀₄	0.096	0.097	0.097	0.079	0.098	0.096	0.089	0.091	0.092	0.097	0.096	0.095
C ₀₅	0.083	0.083	0.084	0.084	0.069	0.080	0.079	0.079	0.080	0.085	0.084	0.083
C ₀₆	0.085	0.085	0.084	0.085	0.082	0.073	0.089	0.087	0.086	0.082	0.084	0.085
C ₀₇	0.078	0.074	0.075	0.075	0.074	0.075	0.063	0.077	0.086	0.074	0.072	0.071
C ₀₈	0.076	0.077	0.079	0.080	0.080	0.080	0.083	0.076	0.071	0.076	0.076	0.077
C ₀₉	0.085	0.088	0.084	0.085	0.085	0.085	0.088	0.081	0.076	0.081	0.082	0.082
C ₁₀	0.075	0.071	0.072	0.072	0.072	0.070	0.069	0.070	0.069	0.059	0.073	0.074
C ₁₁	0.079	0.077	0.075	0.074	0.074	0.076	0.077	0.076	0.076	0.077	0.065	0.080
C ₁₂	0.092	0.098	0.100	0.101	0.101	0.100	0.098	0.098	0.098	0.104	0.102	0.085

表14. 極限化加權超級矩陣

A	C ₀₁	C ₀₂	C ₀₃	C ₀₄	C ₀₅	C ₀₆	C ₀₇	C ₀₈	C ₀₉	C ₁₀	C ₁₁	C ₁₂
C ₀₁	0.086	0.086	0.086	0.086	0.086	0.086	0.086	0.086	0.086	0.086	0.086	0.086
C ₀₂	0.083	0.083	0.083	0.083	0.083	0.083	0.083	0.083	0.083	0.083	0.083	0.083
C ₀₃	0.093	0.093	0.093	0.093	0.093	0.093	0.093	0.093	0.093	0.093	0.093	0.093
C ₀₄	0.093	0.093	0.093	0.093	0.093	0.093	0.093	0.093	0.093	0.093	0.093	0.093
C ₀₅	0.081	0.081	0.081	0.081	0.081	0.081	0.081	0.081	0.081	0.081	0.081	0.081
C ₀₆	0.084	0.084	0.084	0.084	0.084	0.084	0.084	0.084	0.084	0.084	0.084	0.084
C ₀₇	0.075	0.075	0.075	0.075	0.075	0.075	0.075	0.075	0.075	0.075	0.075	0.075
C ₀₈	0.077	0.077	0.077	0.077	0.077	0.077	0.077	0.077	0.077	0.077	0.077	0.077
C ₀₉	0.083	0.083	0.083	0.083	0.083	0.083	0.083	0.083	0.083	0.083	0.083	0.083
C ₁₀	0.071	0.071	0.071	0.071	0.071	0.071	0.071	0.071	0.071	0.071	0.071	0.071
C ₁₁	0.075	0.075	0.075	0.075	0.075	0.075	0.075	0.075	0.075	0.075	0.075	0.075
C ₁₂	0.098	0.098	0.098	0.098	0.098	0.098	0.098	0.098	0.098	0.098	0.098	0.098

2.計算各準則間影響權重

將極限化加權超級矩陣進行整理，可以獲得每一個準則的整體影響權重值及排序，詳細資料數據如表15。

從系統整體的權重來看，結果顯示價值鏈管理的創新系統中，最受重視的績效評估指標是準則C₀₃「產品或服務」，其重視度為0.024。

顯示參與的專家學者普遍認為價值鏈管理的創新系統應該強調「價值創造」中的產品或服務。換言之，受訪專家們還是認為企業必須具備研發出創新的產品或服務得能力；同時要能提出符合目標客群的價值主張，持續推出新產品或服務。價值鏈之間的競爭還是以產品或服務創新為核心。企業若沒有創新的產品和服務，是無法創造出價值和利潤。

表15. 本研究指標系統影響重要性程度

	構面層級	構面層級權重	排序	準則層級	準則層級權重	排序	系統整體權重	排序
價值鏈管理的創新系統績效評估模型	D ₁ 價值創造	0.262	1	C ₀₁ 整合平台	0.086	4	0.023	4
				C ₀₂ 解決方案	0.083	6	0.022	5
				C ₀₃ 產品或服務	0.093	3	0.024	1
	D ₂ 價值獲取	0.258	2	C ₀₄ 目標顧客	0.093	2	0.024	2
				C ₀₅ 顧客體驗	0.081	8	0.021	7
				C ₀₆ 獲利方式	0.084	5	0.022	6
	D ₃ 價值累積	0.235	4	C ₀₇ 流程再造	0.075	11	0.018	11
				C ₀₈ 組織重構	0.077	9	0.018	10
				C ₀₉ 供應鏈設計	0.083	7	0.020	8
	D ₄ 價值傳遞	0.244	3	C ₁₀ 場所(呈現)	0.071	12	0.017	12
				C ₁₁ 網路整合	0.075	10	0.018	9
				C ₁₂ 品牌發展	0.098	1	0.024	3

四、價值鏈創新系統績效評估

本章利用DANP所運算出來的價值鏈管理的創新系統績效評估模型各準則被影響權重值，在透過VIKOR的方法，來進行價值鏈管理的創新系統的績效評估，以找出價值鏈管理的創新系統表現較弱的準則後，結合價值鏈管理的創新系統績效結構模型，依準則間的相互影響關聯性，對價值鏈管理的創新系統表現較差的準則提出具體改善的建議策略。

(一)應用VIKOR衡量價值鏈管理的創新系統績效評估模型及改善措施

根據DANP所計算出來的準則被影響權重值，利用VIKOR的計算流程與運算步驟，可以得到價值鏈管理的創新系統的各準則績效差距值(Gap)，如表16所示。其中，績效差距值是代表在價值鏈績效評估指標體系中，每項準則與渴望達到水準之間的距離或差距。

表16. VIKOR運算數據

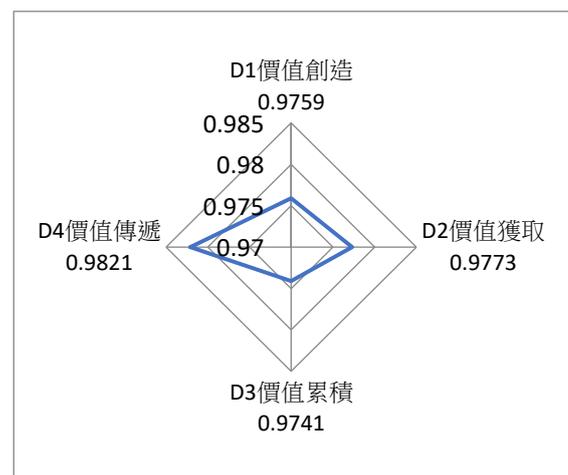
指標體系名稱	層級架構	層級權重 Local Weight	整體權重 Global Weight	績效 Performance	差距 Gap
價值鏈管理的創新系統績效評估模型	D ₁ 價值創造	0.2622		0.0918	0.0241
	C ₀₁ 整合平台	0.0225	0.0860	0.0237	0.0062
	C ₀₂ 解決方案	0.0219	0.0834	0.0334	0.0088
	C ₀₃ 產品或服務	0.02430	0.0928	0.0348	0.0091
	D ₂ 價值獲取	0.2584		0.0878	0.0227
	C ₀₄ 目標顧客	0.0242	0.0935	0.0218	0.0056
	C ₀₅ 顧客體驗	0.0210	0.0811	0.0331	0.0086
	C ₀₆ 獲利方式	0.0217	0.0839	0.0329	0.0085
	D ₃ 價值累積	0.2353		0.1098	0.0259
	C ₀₇ 流程再造	0.0176	0.0746	0.0491	0.0116
	C ₀₈ 組織重構	0.0182	0.0774	0.0232	0.0055
	C ₀₉ 供應鏈設計	0.0196	0.0833	0.0375	0.0088
	D ₄ 價值傳遞	0.2440		0.0732	0.0179
C ₁₀ 場所(呈現)	0.0173	0.0707	0.0259	0.0063	
C ₁₁ 網路整合	0.0184	0.0755	0.0302	0.0074	
C ₁₂ 品牌發展	0.0239	0.0978	0.0171	0.0042	
總績效(Total Performance)				0.3627	
總差距(Total Gap)					0.0905

由表16可以得知，在構面層級中，構面D₃「價值累積」有最大的績效差距值(0.0259)，這表示專家認為企業在價值累積的績效表現與渴望值差距最大，為優先需要改善的構面。而準則層級來看，準則C₀₃「產品或服務」有最大的績效差距值(0.0091)，代表專家認為企業在產品或服務的績效表現與渴望值差異最大，為優先需要改善之準則。相反的，與其他準則進行比較後，發現準則C₀₇「流程再造」的績效差距最小(0.0116)，是專家認為企業在這個準則方面的績效表現最佳。

接著將表16中的績效差距值轉換為價值鏈管理的創新系統績效評估模型的準則績效值，轉換的方式為(1-績效差距值)，並透過雷達圖的方式來呈現，如圖9與圖10所示，前者為構面層級的績效雷達圖，後者為準則層級的創新系統績效雷達圖。

從圖9創新系統績效評估模型構面層級績效雷達圖，容易可以看出，個案公司在價值鏈管理的創新系統績效評估模型中，在構面層級的績效表現以構面D₃「價值累積」表現最差，而構面D₄「價值傳遞」表現最佳。再從圖2得知，為了改善「價值累積」的績效，就要持續改善價值的創造及價值的獲取。例如，強化辨識正確

的利害關係人及其對價值的真正需求，並對於生產及供應滿足目標客戶需要的產品或服務的一系列業務活動及其成本結構進行改善，或者是建立良好的機制，讓目標客戶參與產品或服務的設計，餅改變獲利方式。


圖9. 創新系統績效評估模型構面層級績效雷達圖

此外，從圖10創新系統績效評估模型準則層級績效雷達圖可以清楚看出，在價值鏈管理的創新系統績效評估模型中，以準則C₀₃「產品或服務」的績效最差，而準則C₁₂「品牌發展」及準則C₀₈「組織重構」的績效則是較佳的。從

圖3可以看出，若要改善個案公司的創新產品或服務之研發績效，持續推出新產品或服務，就必須先改善產品平台的使用頻率與獨特性，讓不同產品使用共同的平台，節省成本；或者是更有效地提供客戶客製化的解決方案，以有效解決客戶需求。

構面 D₂「價值獲取」中績效表現最差的為準則 C₀₅「顧客體驗」；構面 D₃「價值累積」中績效表現最差的事準則 C₀₉「供應鏈設計」；最後，構面 D₄「價值傳遞」中績效表現最差的是準則 C₁₁「網路整合」。

若從構面層級分別來看，構面 D₁「價值創造」中績效表現最差的是準則 C₀₃「產品或服務」；

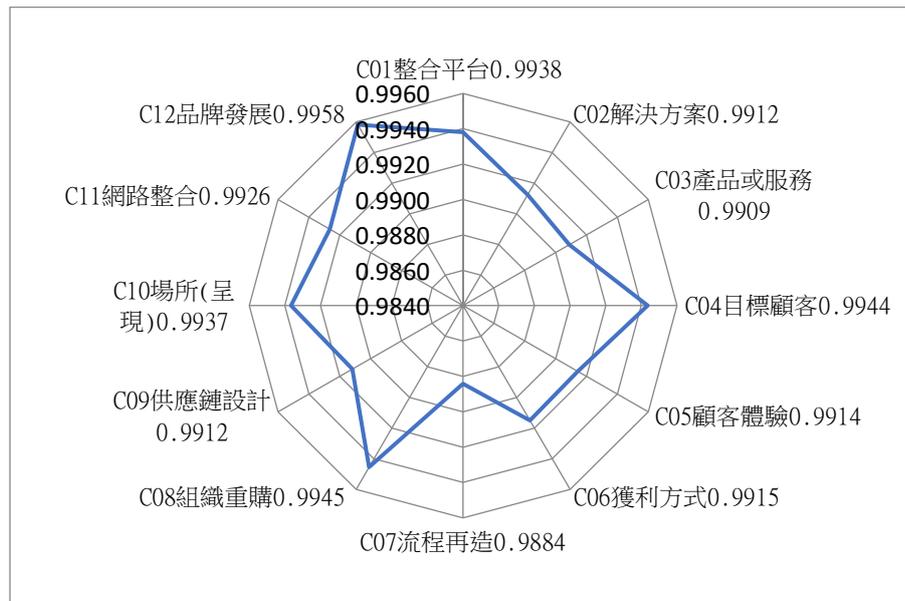


圖10. 創新系統績效評估模型準則層級績效雷達圖

五、結論

本研究以「價值鏈管理的創新系統績效評估模型」為主題，藉由文獻蒐集，建構價值鏈管理的創新系統績效評估模型。以創新系統雷達圖四個構面及12個指標為基礎，透過專家訪談問卷，運用DEMATEL方法探討各構面與其準則之間的影響關係，同時將DEMATEL方法結合DANP取各個構面及準則的相對影響權重值，從中瞭解各個構面及準則的相對重要性。

從價值鏈創新系統的影響關係圖得知，「價值傳遞」是主要影響創新系統績效的因素，換言之，如何將價值傳遞給價值流中的利害關係人以及產品或服務的最終使用者，是對創新系統最有影響的因素，而有效的價值傳遞則有賴於顧客關係的建立及通路的順暢。「價值累積」是最終被影響源，也就是創新系統的「價值創造」和「價值獲取」直接影響了價值的實現，價值的實現則有賴於價值鏈中每一個增值的活動，次實導入精實管理方法將有助於價值的累積。

本研究最後運用VIKOR方法對個案公司進行實證，評估其價值鏈管理創新系統的績效，提出改善措施與實施方案，持續提升其價值鏈創新績效，透過本研究的成果能協助企業創新轉型。

參考文獻

林俊宏、曾國雄、任維廉 (2005)。利用 VIKOR 方法解決企業資源規劃系統評選問題。《農業與經濟》，34，69-91。(Lin, Tzeng, & Jen, 2005)

管孟忠 (2014)。「商業模式創新與敏捷專案管理」。開南大學創新與專案管理研究所，桃園縣。(Kuan, 2014)

References

Kuan, M. J. (2014). Business Model Innovation and Agile-Innovation Project Management. Graduate Institute of Innovation & Project Management, Kainan University.

Lin, C. H., Tzeng, G. H., & Jen, W. (2005). Utilizing VIKOR to Make ERP System Supplier Selection Decision. *Agriculture and Economics*, 34, 69-91.

Opricovic, S. (1998). Multi-criteria optimization of civil engineering systems. *Faculty of Civil Engineering, Belgrade*, 2(1), 5-21.

Ou Yang, Y. P., Shieh, H. M., Leu, J. D. & Tzeng, G. H. (2008). A novel hybrid MCDM model combined with DEMATEL and ANP with application. *International Journal of Operations Research*, 5(3), 160-168.

Sawhney, M., Wolcott, R. C. & Arroniz, I. (2011). The 12 different ways for companies to innovate. *MIT Sloan Management Review*, 28-34.

Zeleny, M. (1982). *Multiple Criteria Decision Making*. New York: McGraw-Hill.

作者簡介

管孟忠博士目前為開南大學企業與創業管理學系副教授、UMT 台灣學習中心特聘教授，曾任中山科學研究院副研究員、AFNOR 亞洲區行政總監及 RAMS 技術顧問，專長領域為系統工程、敏捷創新專案管理、商業模式創新、TRIZ 應用、VA/VE。

TRIZ Trimming at Supersystem for Innovative Product Integration

D. Daniel Sheu^{1*}, Chia Lin Ho¹

¹ Department of Industrial Engineering and Engineering Management

National Tsing Hua University

(No. 101, Section 2, Kuang-Fu Road, Hsinchu, Taiwan 30013, R.O.C.)

*dsheu@ie.nthu.edu.tw

(Received 28 March 2016; final version received 25 August 2016)

Abstract

Unlike the great majority of TRIZ (Theory of Inventive Problem Solving) device trimming where components within a system are trimmed, this research proposes a trimming process for multiple systems through integration of components from various systems. The 9-window and Scenario Analysis processes identify potential relevant systems to form a super “virtual” system. Then components of the virtual system were transformed into an integrated system using the proposed affinity measures and the TRIZ trimming method. Affinity measures were proposed to calculate “tendency” of ease of integration between components. An affinity relationship matrix is built to manifest the affinity between components in 6 aspects. A dendrogram is then built to determine the best component set for integration through trimming. The integrated system has fewer components than the sum of the original systems with the same function.

Contributions of this research include : 1) Establishing a multi-system trimming process through integration; 2) Establishing a mathematical method to identify the components for trimming through integration;

Keywords: TRIZ, Trimming Process, Multi-system Integration, Dendrogram, Product Integrated Innovation, Systematic Innovation

References

- Chou, F. M. (2004). The Subassembly Identification Model for Component Integration (NSC Project Report: NSC93-2213-E-211-004). Department of Industrial Engineering and Management Information, Huafan University, Taiwan.
- Lin, Y. M. (2010). *TRIZ-based Computer-aided Trimming Process and Tool* (Master’s thesis). National Tsing Hua University, Taiwan. (In Chinese)
- Lin, Y. M. & Sheu, D. L. (2011). TRIZ-based Computer-aided Trimming Process and Tool. The 2011 Greater China Conference on Systematic Innovation (January 15, 2011), Dayeh University, Taiwan.
- Liu, C. T. (2008). *A Study of Product Trimming Using TRIZ and Value Engineering* (Master’s thesis). National Tsing Hua University, Taiwan. (In Chinese)
- Sheu, D. L. (2014). Mastering TRIZ Innovation Tools: Part I. Hsinchu: Agitek International Consulting, Inc. (In Chinese)
- Hipple, J. (2010). *Topic of the Month : Trimming and System Integration : A Breakthrough in the Metal Cutting Business*. Available from [http](http://www.innovation-triz.com/newsletter/2010/2010-10-28_Trimming.html) :
- [//www.innovation-triz.com/newsletter/2010/2010-10-28_Trimming.html](http://www.innovation-triz.com/newsletter/2010/2010-10-28_Trimming.html)
- Lee, S. & Shin, Y. (1993). Assembly Co-planner co-operative assembly planner based on subassembly extraction, *Journal of Intelligent Manufacturing*, 4, 183-198.
- Lee, S. & Wang, F. (1993, May). *Physical Reasoning of Interconnection Forces for Efficient Assembly Planning*. IEEE International Conference on Robotics and Automation, 307-313.
- Lee, S. (1994). Subassembly identification and Evaluation for Assembly Planning. *IEEE transactions on Systems, Man, and Cybernetics*, 24(3).
- Li, Q., Cao, G., Guo, H. & Yu, J. (2009). Product Integrated Innovation Based on Function. *IFIP Advances in Information and Communication Technology*, 304, 59-69.
- Mann, D. (2007). *Hands on systematic innovation*. CREAX press.
- Wang, W. & Ma, Y. W. (1997). Combining Innovation for Product Development: Theory and Case Study. *Journal of Industrial Engineering and Management*, 11(Supp 1), 39-44.

萃智超系統裁剪之創新產品整合法

許棟樑^{1*} 何珈霖¹

¹國立清華大學工業工程與工程管理研究所(新竹市光復路二段101號)

*desheu@ie.nthu.edu.tw

摘要

不同於大多數 TRIZ (Theory of Inventive Problem Solving) 裝置裁剪為於單一系統中進行元件裁剪，本研究提出一個多系統整合之裁剪流程，透過整合不同系統的元件進行裁剪。藉由 9 宮格分析與情境分析之流程，辨識出潛在相關的系統，使其形成一個大「虛擬」系統。並透過本研究提出的親和度與 TRIZ 裁剪手法，使虛擬系統的元件轉化為被整合的系統。親和度是用來計算元件間整合容易程度的「傾向 (Tendency)」，透過親和度關係矩陣的建立去顯示六種元件關係對於兩兩元件間的親和力，並建立分群枝狀圖 (Dendrogram) 協助使用者辨識出最利於整合的元件群組進行裁剪。整合後的系統元件數比原本各系統的數目加總大幅減少，且功能上與原本各系統相同。

本研究主要貢獻包括：1) 建立一個多系統整合之裁剪流程；2) 建立數理手法去辨識出元件，並透過整合來裁剪元件；3) 將 TRIZ 裁剪從傳統領域的系統內裁剪延伸至超系統整合。

關鍵字： TRIZ、裁剪流程、多系統整合、分群枝狀圖、樹狀圖、產品整合創新、系統性創新

一、緒論

(一) 研究背景

裁剪方法之問題可分為兩類，分別為產品導向問題 (Product-Based Problems) 與流程導向問題 (Process-Based Problems)。產品導向問題可藉由刪除元件的方式來達成，而流程導向問題，可藉由刪除輔助功能、流程或改善績效/產出來達成。而產品導向問題又可以分成，單一系統裁剪與多系統整合裁剪。

多系統整合創新是將已知現有的數個產品整合成一個新的「大系統」，再刪去「大系統」中的元件，使成一個簡潔的系統。整合後的系統在功能與服務上具有眾多綜效的功能，但元件數相比原來各小系統加總元件數卻大幅減少。

Hipple (2010) 於 Innovation-triz 網站的 Newsletter 中提到萃智基本概念中的突破性產品開發，其中最有效的方法為裁剪與向上系統整合 (Upward System Integration)，可藉由超系統或資源找回失去的功能與連結至其他系統進行整合。Li 等人 (2009) 提出產品基於功能整合的整合創新，並將功能整合的模式定義成

四種：整合相同的功能、整合相似的功能、整合相反的功能、整合不同的功能。思考系統若能整合相同、相似、相反或不同的功能，整合後產生的新系統可能產生預期中的性能、產生互補的作用、或是產生更精確的控制。Wang 與 Ma (1997) 定義組合創新是將兩個以上的技術元素組合在一起，得到一個新的產品。這些技術元素通常為物質單位、工藝、原理、結構、功能等。因為現有的技術元素應用至不同的領域，這些技術元素的組合產生之想法是較可行的。

(二) 研究動機

目前發展出來的裁剪方法僅能在系統複雜或元件數量多的產品才有機會產生最大效益，當面對產品之結構為極簡時〔例如：螺絲起子是以握把、鐵棒、起子頭組成〕，產生較困難裁剪的情況。因此可以利用以巨觀、跨領域的角度，找出可能相關的超系統或無關的其他系統，透過此階段的方法去產生可整合的系統，透過整合多系統形成一個大系統後再進行裁剪，進而產生整合性創新產品或重新設計 (Redesign) 的創新產品。

二、文獻探討

(一)系統整合原則

劉榮庭 (2008)提出系統整合原則主要有六種，分別為功能相似性、功能互補、空間互補、時間相容、系統資源限制、產品階層考量。

➤ 功能相似性：

基於不同系統之間功能屬性關係，將具有類似功能屬性的元件做整合，其例子與示意圖如圖 1 所示，由於扳手與螺絲起子之握把有相同的功能，設計者可發展出一多功能工具組，當使用者需要扳手時，便將握把的前端裝上扳手的裝置；當使用者需要螺絲起子時，便將握把的前端裝上螺絲起子的裝置。

➤ 功能互補：

基於不同系統之間功能屬性關係，若某元件缺少之功能與另一元件提供的功能相同，可整合兩元件，即是將具有互補屬性的元件做整合。其例子與示意圖如圖 2 所示，螺絲起子為了放置方便性，可在握把尾端增加懸吊的掛勾，零散可替換小零件需要力量將其串接起來以方便攜帶，利用功能互補的原則，將零散的小零件懸吊在握把尾端。



圖 1. 功能相似性的案例(林芸蔓, 2010)

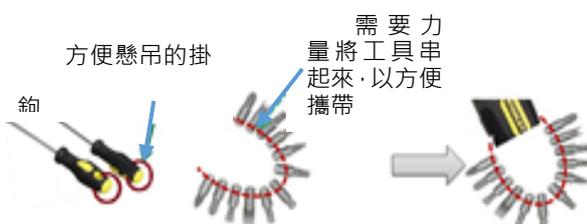


圖 2. 功能互補案例(林芸蔓, 2010)

➤ 空間互補：

基於不同系統之間功能屬性關係，某元件具有多餘的空間可供作它用，其例子與示意圖如圖 3 所示。螺絲起子的握把其內部空間一般沒有使用，利用空間

互補原則，設計者可將不同尺寸的起子組放置在握把的內部空間內，不僅善用空間也增加方便性。

➤ 時間相容：

基於不同系統之間功能屬性關係，當某元件功能閒置不用時，而此功能恰可被其他元件使用的情況下，可利用時間的差異性來整合元件。

➤ 系統資源限制：

將搜尋到相關功能屬性的系統，根據資源、成本、可行性的考量下進行篩選。

➤ 產品階層考量：

產品的階層分析可找尋系統的其他元件，藉由其他元件所提供的功能，將不同元件整合在一起，其例子與示意圖如圖 3 所示。汽車的產品階層圖如下圖 4 所示，由於雨刷容易發生機械故障而無法使用，因此希望將雨刷刪除；若將雨刷刪除掉，則依汽車產品階層圖尋找可整合的元件。由義大利某公司所發明奈米級的玻璃，其表面可防止水滴的沾黏，因此擋風

例如：螺絲起子的握把與不同尺寸的起子



玻璃與雨刷可以整合在一起，即使下雨也不需雨刷來清除水滴。

圖 3. 空間互補案例(林芸蔓, 2010)



圖 4. 產品階層考量案例 (Mann, 2007)

(二) 裁剪

林芸蔓、許棟樑 (2011) 提出裁剪為一刪除某特定元件之分析工具，可重新分派系統或超系統中有用功能。藉由減少元件與簡化系統來改善系統，系統的價值提昇則可藉由裁剪元件、降低成本來維持或改善整體功能性。而簡約設計之概念為，系統在最小成本與複雜度下，能夠同時達到使用者期望的標準。

三、多系統整合之裁剪流程

本研究提出多系統整合之流程步驟如

所示，首先以巨觀的方式介紹 Pre-integration 流程與 Integration 流程，先對本研究架構有概觀的認識，再針對 Pre-Integration 流程與 Integration 流程相關內容作說明。

(一) Pre-integration 流程

本節將針對 Pre-integration 流程之相關內容作說明，Pre-integration 流程為進行 Integration 流程的前置工作，其意義在於一個目標系統可能隱藏許多機會點，這些機會點可能是有形的功能或無形的服務，但多數人未受過萃智的思考訓練，無法看出目標系統背後隱藏的許多機會，只能看到當下的時間、空間、介面的問題。因此透過 Pre-integration 流程，系統地思考出欲整合的系統。其內容如下說明之：

Step1：確認欲整合之目標系統：在執行 Integration 流程之前必須先執行 Pre-integration 流程的前置動作，首先設計者需確認欲整合之目標系統。可透過 5W1H1G (如表 1) 的方式來確認欲整合的目標系統，透過 5W1H1G 問與答的過程，完成問題描述的輪廓，同時也更加確認專案要執行的系統或產品為何，且能對該系統或產品的功能或結構有更明確的描述。

表 1. 5W1H1G 之方法

5W1H1G 之方法	說明
1) What is problem? (Sore Point)	設計者欲解決的主要問題為何
2) When was it happened?	問題在何時會發生/出現
3) Where is it found?	問題發生在何處
4) Why?	設計者試想為什麼會發生此問題或造成的因素

5W1H1G 之方法	說明
5) Who?	誰會導致此問題，相關之系統或元件為何
6) How was it happened?	此問題是如何發生的
Target system :	確認目標系統

根據 Mann (2000) 之論文得知，以單一系統而言，其目標系統多為 S-curve 後段成熟產品，所以單一系統的產品簡化通常是針對產品複雜度達到最大化，也就是系統的元件數量達到最多之時，才是單一系統進行簡約設計之最佳時機，而此時通常是在 S-curve 的最後階段；反觀多系統整合則無此特點，無論在目標系統處於 S-curve 任何位置皆可適用。

Step2：產生想法：確認完目標系統後接下來為進行產生想法的步驟，由於設計者無法一開始就瞭解該選甚麼相關的系統，可透過 TRIZ 方法以跨領域的角度來確認。本研究列出三項工具來協助使用者，分別是 9/12 宮格分析、情境分析、腦力激盪。

Step3：確認被整合的系統：根據「產生想法」步驟所辨識出的系統，設計者根據需求與專業知識判斷選擇出欲整合的系統為何。

Step4：各系統元件拆解：當確認好可被整合在一起的系統後，需將各系統元件拆解開來，本研究利用功能分析圖來進行拆解，檢視各系統元件之組成與相對應功能，以便下一個步驟之分析。

Step5：進行功能分析：各系統進行功能分析時，透過與超系統的連結，將確認欲整合的系統整合成一個大系統，形成大系統後此系統可能是單一虛擬系統 (virtual single system)，此虛擬系統有可能是不存在的或是無法順利運作，因此需應用 Integration 流程，使其具可行性並且讓系統在元件數最少的情況下順利地運作，使成一個簡潔的系統。

(二) 整合流程

Step1：建立元件關係矩陣

功能分析模型中的各個元件間，存在關於整合元件的相關訊息，為本研究辨識整合元件的重要資訊。而經

由此矩陣的建立，可以得知元件間存在那些關係，以及作用之程度等訊息，其建立步驟如下：

a：確認各元件整合關係：

在本階段，當設計者將各系統拆解完後，才能夠進行整合且合併成大型功能分析模型，需透過以下 6 個元件關係將親和度最強烈的相關元件進行整合。整合關係如下所示：功能匹配性、時間相容性、空間相容性、物質相容性、元件連結距離、產品階層考量。

b：給定各關係量化分數：

本研究量化上述 6 種元件關係之方式，是根據使用者的專業知識以查詢相關對照表之形式進行之。欲量化兩元件間關係，則可經由元件關係對照表之查詢且對應相對數值，如此即可將此關係量化。而 6 種元件關係量化方式 3.2 節說明之。

c：結合關係量化訊息：

上述元件關係之量化訊息產生後，將其結合以作為後續整合元件之依據。而結合 6 種元件關係量化數值之方式，則是加入權重關係而為之。其方程式如公式 1 所示。

$$x_{ij} = w_F F_{ij} + w_T T_{ij} + w_S S_{ij} + w_M M_{ij} + w_H H_{ij} + w_L L_{ij} \quad (\text{公式 1})$$

其中 x_{ij} 為元件 i 、 j 之間存在親和度的量化數值，其數值介於 -1 與 +1 之間。 F_{ij} 、 T_{ij} 、 S_{ij} 、 M_{ij} 、 H_{ij} 、 L_{ij} 則分別為元件 i 、 j 之間存在的功能匹配性、時間相容性、空間相容性、物質相容性、產品階層考量、元件連結距離等關係之量化數值； w_F 、 w_T 、 w_S 、 w_M 、 w_H 、 w_L 分別為功能匹配性、時間相容性、空間相容性、物質相容性、產品階層考量、元件連結距離等關係之權重，而權重值之範圍則是介於 0 至 1 之間，且 6 種關係權重之總和等於 1。

d：建立元件關係矩陣

建立元件關係矩陣所產生之相關訊息為辨識整合元件的重要資訊，而本研究利用矩陣加以記錄之，以作為後續辨識多系統整合之依據。而此用以記錄整合關係的相關訊息之矩陣則稱為元件關係矩陣，其如公式 2 所示：

$$X = [x_{ij}]_{n \times n} = \begin{bmatrix} - & x_{12} & \cdots & x_{1n} \\ x_{21} & - & \cdots & x_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ x_{n1} & x_{n2} & \cdots & - \end{bmatrix} \quad (\text{公式 2})$$

元件關係矩陣 X 為一方陣(假設六種元件關係為對稱之關係)，其行、列皆為產品元件，矩陣元素 x_{ij} 即是記錄元件 i 、 j 之間存在關係之量化數值(加權後)。

Step2 繪製分群枝狀圖

建立元件關係矩陣後，透過矩陣內的親和度分數來繪製分群枝狀圖(Dendrogram)，分群枝狀圖可讓使用者了解元件與元件之間的關係強烈程度，並透過建立切割線來予以分群並且幫助使用者整合元件。

Step3：進行整合元件推理

根據圖 6 之流程，對繪製好的分群枝狀圖最高處設置切割線，如圖 5 至箭頭處，形成兩個群集分別為 (X1, X6, X9) 與 (X2, X3, X4, X5, X7, X8)，並向使用者提出挑戰性問題 (X1, X6, X9) 是否能整合成一個元件？(X2, X3, X4, X5, X7, X8) 是否能整合成一個元件？若 (X1, X6, X9) 可整合成一個元件則移出分群枝狀圖，形成一個群集為 (X2, X3, X4, X5, X7, X8) 與一個獨立元件 X5；若不幸的無法整合群組則保留元件並將切割線往下一階層，形成兩個群集分別為 (X1, X9) 與 (X2, X3, X4, X5, X7, X8)，與一個獨立元件 X6；若過程中出現未與其他元件組成群組的獨立元件，將切割線往下一階層並同時將獨立元件移出分群枝狀圖。再將切割線往下一階層，獨立元件 X5 移出，形成兩個群集分別為 (X2, X7) 與 (X3, X4, X8)。直到切割線至最底層，虛線表示已移出分群枝狀圖的元件。若所有群組均完成整合的確認則可形成一新的整合模型，此模型為一功能分析圖。

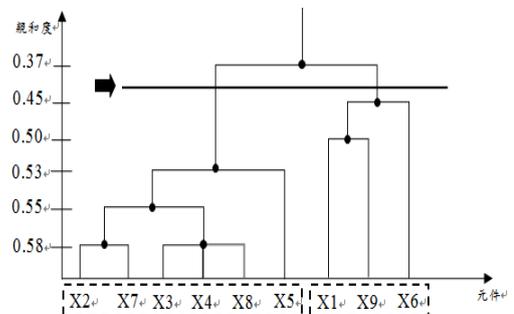


圖5. 整合元件推理範例

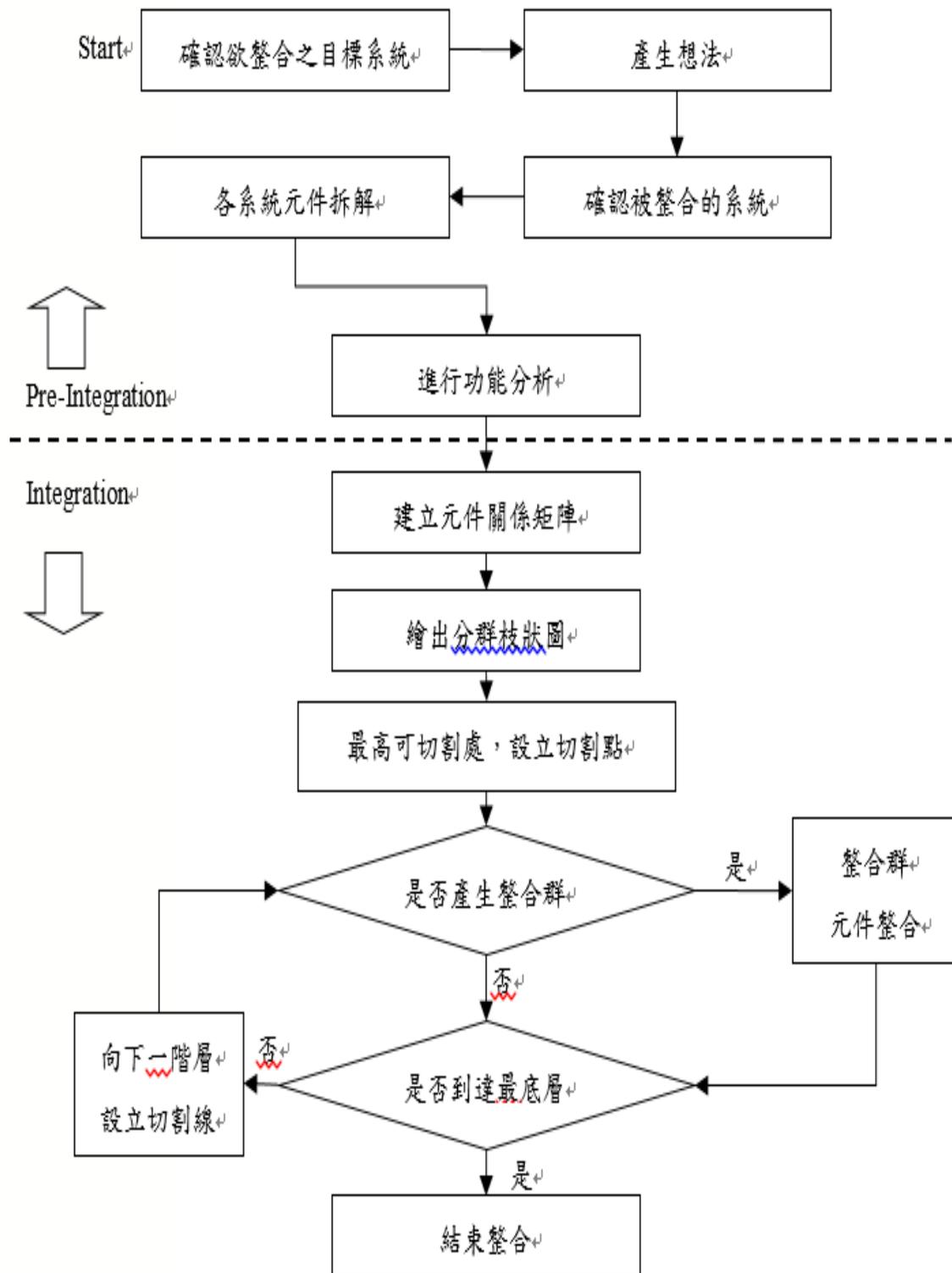


圖 6. 多系統整合之流程步驟總觀

多系統整合之裁剪解題模式近似萃智(TRIZ)解題模式，如圖 7 所示，首先與萃智解決問題模式一樣會有目前特定問題，然後透過功能分析將問題轉化成裁剪流程可以處理的問題模型，問題模型透過裁剪流程來獲得整合後的解答模型。多系統整合之裁剪流程其內容有決定多系統整合模型、元件關係矩陣與分群枝狀圖，而每一個解答模型可以透過知識效應資料庫、與裁剪有關的發明原則、資源、趨勢分析……等來獲得啟發，最後設計者依解答模型發展出符合自己問題的特定解答。

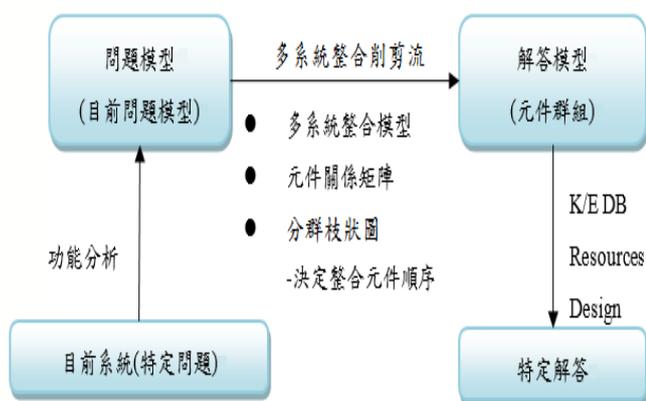


圖 7 元件整合解題流程

四、多系統整合模型

本研究將提出多系統整合模型，其意義為整合功能分析模型中的元件之有利構面，目的是幫助使用者辨識出多系統中利於整合的元件。本研究歸納出功能匹配性、時間相容性、空間相容性、物質相容性、元件連結距離、產品階層考量共 6 項。其中物質相容性、元件連結距離為參考周孚茂 (2004) 之計畫，在其研究中，是將此數個構面使用在產品組裝時，應選擇哪幾個部件。而在本研究中，則是用來作為產品在整合時所做的功能修剪。

(一) 功能匹配性

此構面為許棟樑 (2014) 書中提出的修剪規則之衍伸，根據系統整合原則內容之中，功能相似性定義為基於不同系統之間功能屬性關係，將具有類似功能屬性的元件做整合。使用者欲整合不同系統的元件時，需考慮元件功能屬性與元件功能作動的目標物，因此

針對功能屬性的特性列出利於整合元件的情況，並依照強弱關係給予量化分數如表 2 所示：

表 2. 功能匹配性之量化對照表

類型	量化數值
對相同的目標物， 作動相同或相似功能。	0.9
對不同的目標物， 作動相同或相似功能。	0.7
對相同的目標物， 作動不同功能。	0.5
無上述類型	0

(二) 時間相容性

此構面考慮到 TRIZ40 發明原則中的分離原則，有時候某些衝突能夠解決是藉由使用時間的不同來解決。根據系統整合原則內容之中，時間相容為基於不同系統之間功能屬性關係，當某元件功能閒置不用時，而此功能恰可被其他元件使用的情況下，可利用時間的差異性來整合元件。依照強弱關係給予量化分數如表 3 所示。

表 3. 時間相容性之量化對照表

		兩元件提供之功能	
		排斥	不排斥
使用時間	相同	-1	0.5
	不同	0.5	0.9

(三) 空間相容性

此構面考慮與時間相容性類似，根據分離原則，若空間不相衝突的話，我們就能考慮整合的可能性。使用者欲整合不同系統的元件時，需考慮空間的資源，因此針對元件的空間的情況，並依照強弱關係給予量化分數如表 4 所示。

表 4. 空間相容性之量化對照表

類型	量化數值
具有互補的幾何形狀。	0.9
具有相同或相似的幾何形狀。	0.6
無上述類型	0

(四) 物質相容性

兩元件欲整合或裝配時需考慮材料特性，若是可用相同、相容的材料，則此兩元件可合併在一起。所以在找尋新的功能提供者或整合元件時，必須考慮兩元件的材料是否相容，因此針對元件與元件之間的材料物質情況，並依照強弱關係給予量化分數，如表 5 所示。

表 5. 物質相容性之量化對照表

類型	量化數值
兩元件之材料具有相同、相似或相容的特性。	1
兩元件之材料不具有相容或不相容的特性	0
兩元件之材料具有不相容的特性。	-1

(五) 元件連結關係

在組裝元件時需辨識元件是否需要組裝在一起，若是能將元件組裝在一起，則此兩元件即可合併在一起。在此本研究利用連接強度與距離建立元件整合關係，因此針對元件與元件之間的連接距離情況如圖 8 所示，並依照強弱關係給予量化分數，如表 7 所示。

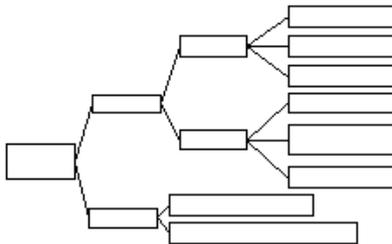


圖 8. 元件連結距離 (以跳過幾條連結線計之)

連接關係本研究應用周孚茂 (2004) 的組裝關係量化表，將連結關係分為直接連結與媒介連結，詳細內容如表 6 所示。

表 6. 連結關係之相關內容整理表

連結類型	內容說明
直接連結	
輕度連結	若兩元件之間經由最簡易及單純之裝配動作 (不需施以任何力量即可執行如接、碰觸等動作) 而進行組裝活動，則可稱兩構件於組裝時存在此種連結關係。

中度連結	若兩元件之間經由較簡易之裝配動作 (需要施以力量以執行如接、碰觸等動作) 而進行組裝連結活動，則可稱兩構件於組裝時存在此種連結關係。
重度連結	若兩元件之間經由較複雜的裝配動作 (需要施以力量以執行如推、擠、扭、旋轉等動作) 而進行組裝連結活動，則可稱兩構件於組裝時存在此種連結關係。
媒介連結	
焊、熔、鍛連結	若兩構件之間經由焊、熔、鍛連結進行組裝連結活動，則可稱兩構件於組裝時存在此種連結關係。
螺絲 (栓)、針或鉚釘等裝置連結	若兩構件之間經由螺絲 (栓)、針或鉚釘等裝置進行組裝連結活動，則可稱兩構件於組裝時存在此種連結關係。
黏、膠著連結	若兩構件之間經由黏、膠著進行組裝連結活動，則可稱兩構件於組裝時存在此種連結關係。

資料來源：Lee & Shin (1993); Lee & Wang (1993); Lee (1994)

表 7. 元件連結距離之量化對照表

類型	量化數值
重度連結	0.6
中度連結	0.4
輕度連結	0.1
焊、熔、鍛連結	1
螺絲 (栓)、針或鉚釘等裝置連結	0.7
黏、膠著連結	0.3
兩元件之間有中介物	0.1
兩元件之間有兩個以上中介物	0

本研究將元件連結距離分成兩部分，分別是連結關係與距離關係，兩關係的差別在於前者為兩元件為直接連結兩元件之間沒有中介物，而距離關係為間接連結兩元件之件有中介物存在。

(六) 產品階層考量

作者參考 Darrell Mann (2009) Ch.19 中產品階層的構思，在原文中是用於產品要消除元件時，應該選

擇階層相同或相近的元件來替代其功能，而在本研究中我們另外加入了量化的概念。當我們將系統之產品階層(Product hierarchy)繪製出來後，我們可更巨觀地來選擇新提供者(New carrier)與可整合的兩元件，也就是說我們可藉由元件與元件間之階層關係，來刪除某元件或合併兩元件，達到裁剪與整合之目的。在此本研究利用產品階層建立元件整合關係，針對元件與元件之間的階層距離情況並依照強弱關係給予量化分數如表 8 所示。

表 8 產品階層考量之量化對照表

類型	量化數值
兩元件為相同階層	0.9
兩元件為一個階層距離	0.5
兩元件之間有兩個階層距離	0.3
兩個以上的階層距離	0

五、案例應用

(一) 案例說明

登山杖為登山健行必備之輔助工具，在上坡、下坡用於保護膝蓋以及省力的效果。人在登山或行走的時候，膝蓋以及腳部承受了身體體重的重量，除此之外若有背負東西還要承受物品的重量，因此長時間下來，我們的膝蓋因此受損。由於登山客在登山前攜帶裝備需帶齊全，如有不足是很危險的。這使得登山客為了安全需攜帶更多物品造成負荷增加，若為了降低負荷減少攜帶物品可能造成登山的危險。首先將問題描述填入 5W1H1G 表格如表 9，並確認欲整合之目標系統為本流程之第一步驟。

表 9. 問題描述

5W1H1G 之方法	說明
1. What is problem? (sore point)	登山時除了登山杖之外，還必須攜帶其他工具，如指南針、手電筒、打火機...等，造成登山客攜帶困難。
2. When was it happened?	登山時。
3. Where is it found?	高山上。
4. Why?	避免登山發生危險。
5. Who?	登山客。
6. How was it happened?	登山客除了要拿登山杖外，還要拿手電筒、打火機等工具，如果在緊急情況下，可能會造成危險。

(二) 產生想法

本階段會透過 9/12 宮格分析與情境分析辨識出與目標系統有整合機會的系統，此兩項工具在此的用處為判斷哪些系統可以在策略中作為整合的對象，且在實用上是具有意義的。

表 10. 9/12 宮格分析

	Past	Present	Future
Super system		雜草、樹枝、障礙物(切割) 猛獸(防身)、太陽(遮陽) 帳篷(支撐)	人 階梯(支撐) 平地
System		登山杖(防身、支撐)	磨損的登山杖(防磨損拐杖)
Sub-system	鈦合金 橡膠	杖柄(握持) 杖身(支撐) 防磨損軟栓(防磨損)	磨損的橡膠 磨損的杖身
Neg/Alt-system			

我們經由 9/12 宮格與情境分析可辨識到許多可能的機會，事實上，我們能從中找出許多組合，本研究所舉的例子只是其中一個。在我們辨識機會後，經過各方的觀察，考量兩兩系統之間親合度較大的元件，例如本研究提出親和力的六大構面中較重要的，親和度判斷可參考後述表 12。在眾多選項中我們再根據可能性，選擇較接近的系統。因此在基於系統限制的考量下，根據成本、資源的限制、以及產品發展的可行性，以及使用者對於登山杖使用便利性的現實考量因素，不宜整合過多系統，以免重量過重，最後選擇手電筒、打火機以及瑞士刀與登山杖，進行多系統整合。由於有不同組合的可能性，我們在後續的研究中，會更進一步去統整，並嘗試將眾多組合做系統化的分類。

(三) 功能分析

根據產生想法之內容，對欲整合之系統進行功能分析，進行功能分析前需進行各系統元件拆解與功能敘述表，完成本案例的功能分析圖，如圖 9 所示。

(四) 元件關係矩陣

本階段根據功能分析所列之元件，應用先前所述元件關係模型之內容以產生各元件相互量化訊息，登山杖、打火機、手電筒與瑞士刀之元件，經過確認、

量化後產生功能匹配性、時間相容性、空間相容性、物質相容性、元件連結距離以及產品階層考量矩陣，並透過公式 1 結合 6 個矩陣之訊息，其給予之權重 W_F 、 W_T 、 W_S 、 W_M 、 W_H 、 W_L 皆為 1/6 本案例之元件關係矩陣(表 12)。

(五) 分群枝狀圖

根據元件關係矩陣(表 12)建立本案例之分群枝狀圖，本案例分群枝狀圖如圖 10 所示。根據本研究所提出之流程於最高可切割處設置切割線，直到 0.32 至 0.37 間之階層產生整合群整合成功如圖 11 所示，分別為{打火機按壓部,手電筒控制鍵}、{噴嘴基座,打火機燃料室,登山杖杖身,手電筒握柄,手電筒燈座,瑞士刀工具組,登山杖杖柄,瑞士刀握柄,螺栓,瑞士刀鑰匙圈}，並將未組成群組的獨立元件(電池、打火機燃料、防震軟栓、燈泡組、火花產生系統、打火機噴嘴)移出分群枝狀圖。根據群組內之元件提出挑戰性問題：

(1) 打火機按壓部與手電筒控制鍵是否能整合成一個元件？

(1.1) 如何讓打火機按壓部控制燈泡組？

(1.2) 如何讓手電筒控制鍵控制火花產生系統？

➤ 根據許棟樑 (2011)使用跟裁剪有關的發明原則中，發明原則編號 2、3、5、6、20、25 及 40 可供使用，故案例使用發明原則編號 5.整合/合併，將相似/相同的作業或功能結合或放在一起。「打火機按壓」部與「手電筒控制」鍵皆為控制主要系統的裝置，其功能相同可整合一個開關裝置控制「火花產生系統」與「燈泡組」，如圖 12 所示。減少元件數量為 1、功能特徵轉移數為 1，轉移功能為控制火花產生系統至控制鍵。

(2) 噴嘴基座、打火機燃料室、登山杖杖身、手電筒握柄、手電筒燈座、瑞士刀工具組、登山杖杖柄、瑞士刀握柄、螺栓、瑞士刀鑰匙圈是否能整合成一個元件？

➤ 群組內元件過多且功能、外型差異甚大無法整合。

移出成功整合群與獨立元件後，並將下一階層(0.47 至 0.52)設立切割線如圖 13 所示，產生之整合群為{噴嘴基座,打火機燃料室,登山杖杖身,手電筒握柄,手電筒燈座,登山杖杖柄,瑞士刀握柄}，並將獨立元件螺栓、瑞士刀鑰匙圈、瑞士刀工具組移出分群枝狀圖。根據群組內之元件提出挑戰性問題：

(1) 噴嘴基座、打火機燃料室、登山杖杖身、手電筒握柄、手電筒燈座、登山杖杖柄、瑞士刀握柄是否能整合成一個元件？

➤ 群組內元件過多且功能、外型差異甚大無法整合。

向下一階層(0.52 至 0.58)設立切割線如圖 14 所示，產生整合群為{噴嘴基座,打火機燃料室,登山杖杖身,手電筒握柄}、{登山杖杖柄、瑞士刀握柄}，並將獨立元件打火機噴嘴、手電筒燈座移出分群枝狀圖。根據群組內之元件提出挑戰性問題：

(1) 噴嘴基座、打火機燃料室、登山杖杖身、手電筒握柄是否能整合？

(1.1) 登山杖杖身如何容納燃料、火花產生系統？

觀察到登山杖杖身內部的空間可以應用，內部的空間來容納燃料、火花產生系統。如圖 15 所示，將「登山杖杖身」實心的部分轉為空心用來容納「電池」、「火花產生系統」與「燃料」取代「電筒握柄」與「打火機燃料室」之功能。

(1.2) 登山杖如何固定噴嘴、燈泡組？

➤ 根據許棟樑 (2011)使用與裁剪有關的發明原則中，發明原則編號 2、3、5、6、20、25 及 40 可供使用。故案例使用發明原則編號 3.區域性質/局部品質(Local Quality)，如圖 16 所示，將杖身固定噴嘴、燈泡組的部位使用耐熱金屬材料，減少燈泡與火焰的熱度影響杖身。

➤ 減少元件數量為 4、功能特徵轉移數為 6，轉移功能至杖身為容納電池、容納火花產生系統、容納燃料、固定燈泡組、固定噴嘴、固定控制開關。

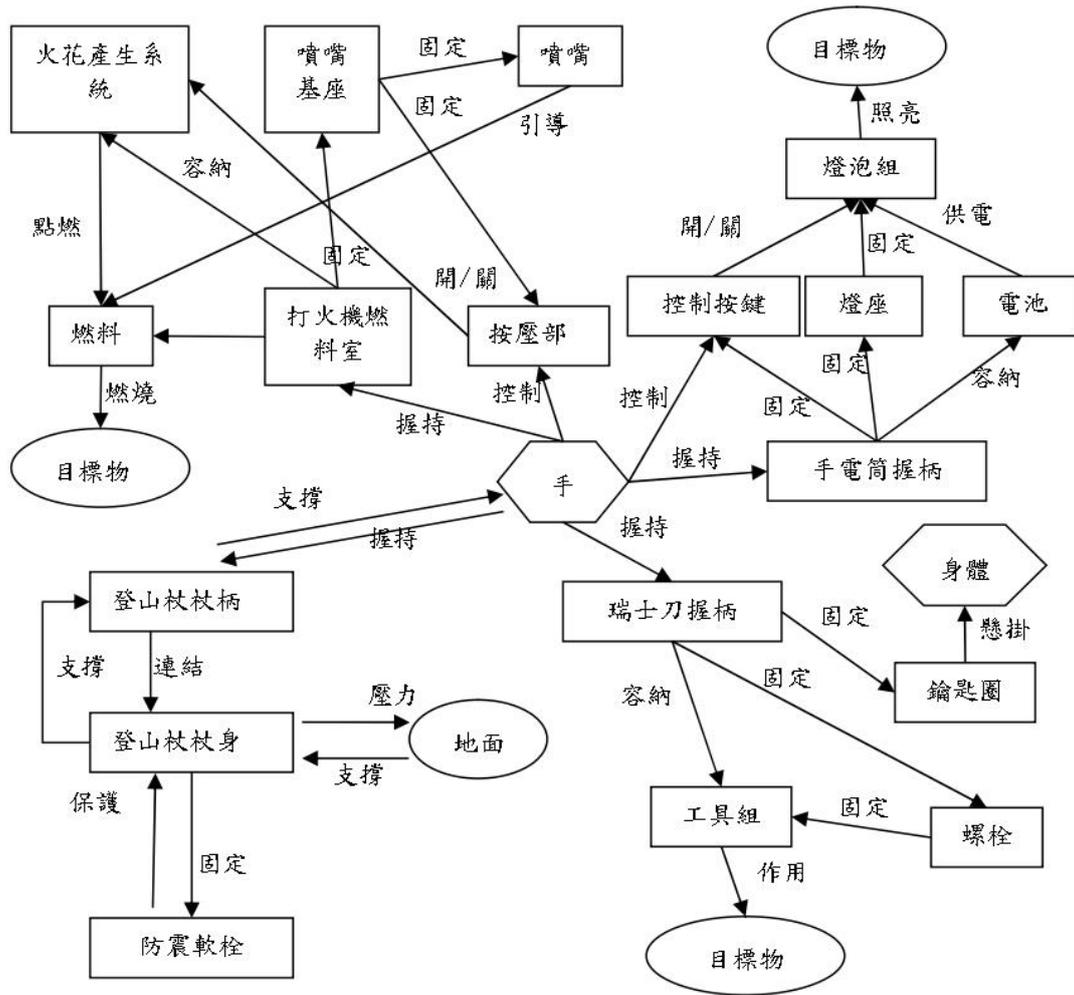


圖 9. 功能分析圖

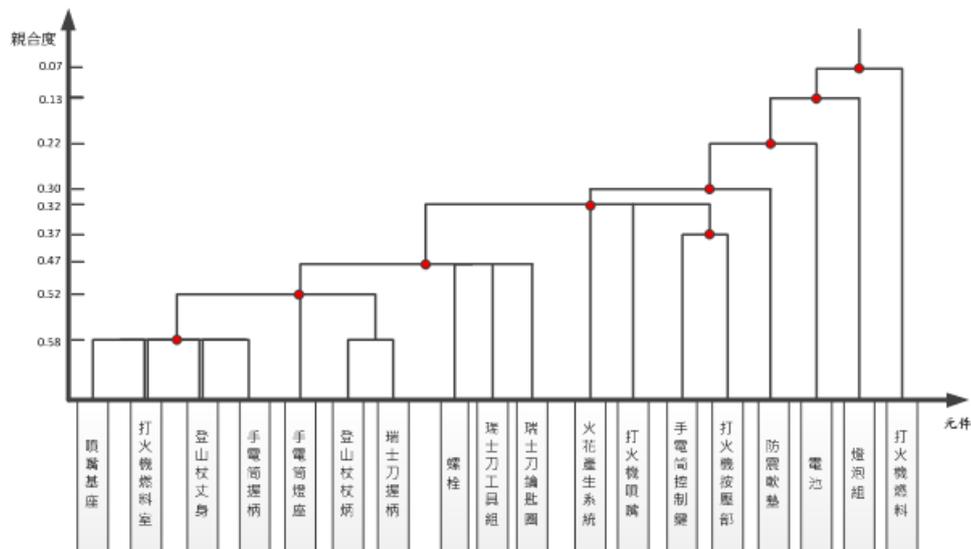


圖 10. 分群枝狀圖

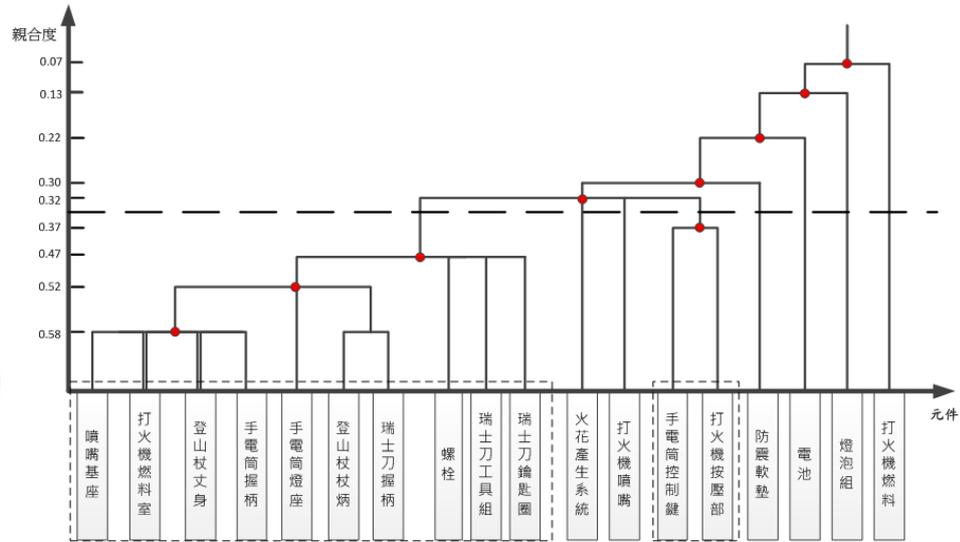


圖 11. 分群枝狀圖(0.32 至 0.37)



圖 12. 打火機按壓部與手電筒控制鍵整合圖

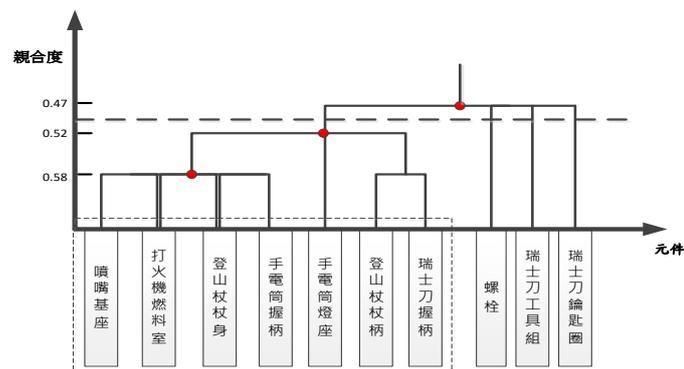


圖 13. 分群枝狀圖(0.47 至 0.52)

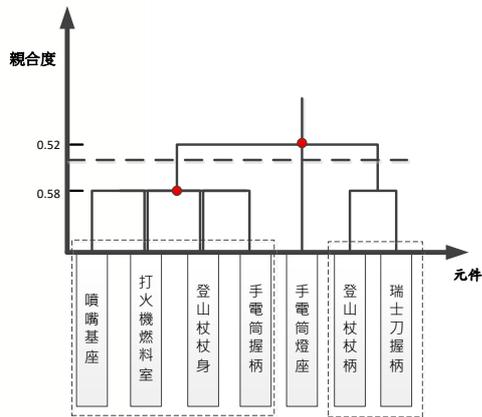


圖 14. 分群枝狀圖(0.52至0.58)



圖 17. 登山杖杖柄、瑞士刀握柄整合圖

- 減少元件數量為 1、功能特徵轉移數為 2，轉移功能至杖柄為容納工具組、固定螺栓、鑰匙圈。



圖 15. 打火機燃料室、登山杖杖身、手電筒握柄整合圖

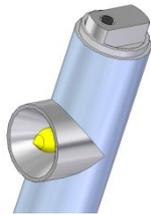


圖 16. 登山杖固定噴嘴、燈泡組後圖

(2) 登山杖杖柄與瑞士刀握柄是否能整合成一個元件？

(2.1) 如何讓登山杖杖柄容納工具組？

- 找到登山杖杖柄內部的空間可以應用，內部的空間來容納工具組。「登山杖杖柄」與「瑞士刀握柄」的外型皆為長條圓柱且單手可握，可將「登山杖杖柄」實心部分挖空，取代「瑞士刀握柄」容納「工具組」的功能，如圖 17 所示，使「杖柄」與「瑞士刀工具組」形成組件，並刪除「瑞士刀握柄」。

(六) 最後解答

本案例利用分群枝狀圖找出親和度高的元件群組，透過整合元件來減少元件總數，並透過功能分析圖顯示其結果。總元件數量從 18 個降至 12 個，元件刪除數量為 6，功能特徵轉移數為 9，本案例效益評估表如表 11 所示。如圖 18 所示，為整合後的設計藍圖。

表 11. 效益評估表-多功能登山杖

Item	Before	After	Improvement (%)
元件之總數量	18	12	$(18-12)/18=0.33\%$
元件刪減數量	-	6	-
特徵轉移數	-	9	-



圖 18. 整合後設計藍圖

表 12 元件關係矩陣

	噴嘴 基座	火花 產生 系統	燃料	打火 機燃 料室	按壓 部	手電 筒握 柄	電池	燈座	燈泡 組	控制 按鍵	工具 組	螺栓	瑞士 刀握 柄	鑰匙 圈	防震 軟栓	登山 杖杖 身	登山 杖杖 柄
噴嘴	0.30	0.22	-0.03	0.32	0.23	0.15	-0.02	0.15	-0.02	0.15	0.32	0.32	0.15	0.32	0.15	0.15	0.15
噴嘴基座	-	0.23	0.07	0.58	0.23	0.32	-0.02	0.43	0.03	0.20	0.20	0.32	0.48	0.20	0.20	0.48	0.48
火花產生系統		-	0.07	0.32	0.13	0.15	-0.02	0.15	-0.02	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15
燃料			-	0.07	-0.03	-0.02	-0.02	-0.02	-0.02	-0.02	-0.02	-0.02	-0.02	-0.02	-0.02	-0.02	-0.02
打火機燃料室				-	0.32	0.52	0.13	0.43	0.03	0.20	0.20	0.32	0.42	0.20	0.20	0.58	0.42
按壓部					-	0.15	-0.02	0.15	-0.02	0.37	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15
手電筒握柄						-	0.22	0.52	0.13	0.30	0.20	0.32	0.48	0.20	0.20	0.58	0.48
電池							-	0.22	0.00	0.08	-0.02	-0.02	-0.02	-0.02	-0.02	0.13	-0.02
燈座								-	0.07	0.32	0.15	0.27	0.43	0.15	0.15	0.43	0.43
燈泡組									-	0.07	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03
控制按鍵										-	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20
工具組											-	0.47	0.30	0.47	0.20	0.20	0.35
螺栓												-	0.47	0.47	0.20	0.32	0.32
瑞士刀握柄													-	0.30	0.48	0.58	
鑰匙圈														-	0.20	0.20	0.20
防震軟栓															-	0.30	0.30
登山杖杖身																-	0.52

六、結論

本研究提出基於萃智的多系統整合之裁剪流程，結合分群枝狀圖找尋利於整合元件群組，整合不同的系統為一創新的產品，透過整合元件來有效地減少產品元件，幫助使用者產生整合性創新產品的概念之目的。本研究貢獻如下：

(1) 提出多系統整合之裁剪流程在目標產品結構為極簡時可整合多系統形成一個複雜大系統，透過刪除大系統內的元件使

其成為簡潔的系統，但元件數卻比原來各小系統加總元件數大幅減少，但主要功能(Main Function)維持不變。

(2) 提出數理手法來評估多系統中利於整合的元件

群組，以提供使用者整合元件的優先序。

- 以改善過去裁剪僅使用在單一系統。
 - 導入數理手法改善過去評估依賴主觀或邏輯推論。
- (3) 建立多系統整合模型表，可根據使用者的專業知識以查詢相關對照表，避免使用者因為領域的差異而無法辨識元件間的關係。

參考文獻

- 許棟樑(2014)。萃智創新工具精通：上冊(三版)。新竹：亞卓國際顧問股份有限公司。(Sheu, 2014)
- Sheu, D. D. (2009). Translation of “Hands-on Systematic Innovation”, Darrell Mann, IFR Consulting. (In Chinese). Ch. 19.
- 周孚茂(2004)。構件整合環境下之次組裝識別模型。國科會專題研究報告(編號：NSC93-2213-E-211-004)，私立華梵大學工業管理學系。(Chou, 2004)
- 林芸蔓(2010)。基於萃智的電腦輔助之裁剪流程與工具(碩士論文)。國立清華大學，新竹市。(Lin, 2010)
- 林芸蔓、許棟樑(2011)。基於萃智的電腦輔助修剪流程與工具。大中華系統性創新研討會暨第三屆中華系統性創新學會年會，大葉大學。(Lin & Sheu, 2011)
- 劉榮庭(2008)。使用萃智工具及價值工程於產品簡約設計方法之研究(碩士論文)。國立清華大學，新竹市。(Liu, 2008)
- Lee, S. (1994). Subassembly identification and Evaluation for Assembly Planning. *IEEE transactions on Systems, Man, and Cybernetics*, 24(3).
- Li, Q., Cao, G., Guo, H. & Yu, J. (2009). Product Integrated Innovation Based on Function. *IFIP Advances in Information and Communication Technology*, 304, 59-69.
- Mann, D. (2007). *Hands on systematic innovation*. CREAX press.
- Wang, W. & Ma, Y. W. (1997). Combining Innovation for Product Development: Theory and Case Study. *Journal of Industrial Engineering and Management*, 11(Supp 1), 39-44.

Autobiography

許棟樑目前台灣清華大學工業工程與工程管理系教授。中華系統性創新學會 創會理事長，國際製造工程學會中華民國分會理事、教育訓練中心主任，國際系統性創新期刊主編。美國加州大學洛杉磯分校工程博士、資訊碩士，西北大學企管碩士，台灣大學機械學士。9年業界、20年學界工作經驗。曾服務於美國電子業 Motorola 及 Hewlett-Packard 多年。研究領域包括：創新工程與管理，設計與製造管理，電子廠診斷與改善，及半導體設備管理。

何珈霖 2011年於國立清華大學工業工程所 碩士畢業。研究領域為系統化創新工程。目前是 東哲工業股份有限公司的管理師。

References

- Chou, F. M. (2004). The Subassembly Identification Model for Component Integration (NSC Project Report: NSC93-2213-E-211-004). Department of Industrial Engineering and Management Information, Huafan University, Taiwan.
- Lin, Y. M. (2010). *TRIZ-based Computer-aided Trimming Process and Tool* (Master's thesis). National Tsing Hua University, Taiwan. (In Chinese)
- Lin, Y. M. & Sheu, D. L. (2011). TRIZ-based Computer-aided Trimming Process and Tool. The 2011 Greater China Conference on Systematic Innovation (January 15, 2011), Dayeh University, Taiwan.
- Liu, C. T. (2008). *A Study of Product Trimming Using TRIZ and Value Engineering* (Master's thesis). National Tsing Hua University, Taiwan. (In Chinese)
- Sheu, D. L. (2014). *Mastering TRIZ Innovation Tools: Part I*. Hsinchu: Agitek International Consulting, Inc. (In Chinese)
- Hipple, J. (2010). *Topic of the Month : Trimming and System Integration : A Breakthrough in the Metal Cutting Business*. Available from [http : //www.innovation-triz.com/newsletter/2010/2010-10-28_Trimming.html](http://www.innovation-triz.com/newsletter/2010/2010-10-28_Trimming.html)
- Lee, S. & Shin, Y. (1993). Assembly Co-planner co-operative assembly planner based on subassembly extraction, *Journal of Intelligent Manufacturing*, 4, 183-198.
- Lee, S. & Wang, F. (1993, May). *Physical Reasoning of Interconnection Forces for Efficient Assembly Planning*. IEEE International Conference on Robotics and Automation, 307-313.

Applications of SAFC Analytical Model in Non-Technology Field

YAO We^{1,2}, SUN Yueqi³

¹ Research Institute of Development Strategies, Zhejiang University, Hangzhou;

² School of Public Administration, Zhejiang University, Hangzhou;

³ School of Economics, Zhejiang University, Hangzhou

(Received 28 March 2016; final version received 5 September 2016)

Abstract

SAFC analysis model, proposed by Zhang Wucheng, ZHAO Min etc (2014), is the short for “Substance-Attribute-Function-Cause analysis model”. Based on a few axioms, SAFC analysis model try to integrate traditional Function Analysis and Causal Analysis, and it significantly simplifies the analysis process of invention problem, both in technological or non-technological field. SAFC analysis model is applied for two case studies (Currency Imitation Prevention, Business Model Innovation of Alibaba) in non-technology field in this paper. It can be conclude that SAFC analysis model, combining the Material, Attribute, Functions and causality analysis together, will facilitate managers or engineers to incisively find produce harmful substances or functional attribute in non-technological/technical system components, and find the effective way to deal with those unnecessary attribute by effective operation, which greatly improves the efficiency of learning and using of TRIZ in non-technology field.

Keywords: SAFC ; U-TRIZ ; TRIZ ; Non-technology Innovation

References

- Altshuller, G. S. (1979). *Creativity as an Exact Science*. Gordon and Breach Science Publishers.
- Yao, W., Han, X., Zhu, L. et al (2015). *A Handbook of Innovation for Engineers*. China: Zhejiang University Press.
- Zhang, W. C. (2005). *Strategies for Invention and Innovation*. Beijing: China Machine Press.
- Zhang, W. C., Zhao, M., Chen, J., & Yao, Wei. (2014).SAFC Analysis Model Based on U-TRIZ. *Technology Economics*, 33(12), 7-13.

应用 SAFC 模型解决非技术问题

作者：姚威^{1,2*}，孙越琦³

¹ 浙江大学 发展战略研究院

² 浙江大学公共管理学院

³ 浙江大学 经济学院

*通讯作者 E-mail: : ywzju@126.com

摘要

张武城，赵敏等（2014）提出的 SAFC 分析模型是“技术系统物质（Substance）、属性（Attribute）、功能（Function）、因果（Cause）分析模型”的简称。SAFC 分析模型通过一系列公理将传统的功能分析和因果分析融为一体，极大地简化了对于发明问题，包括技术问题和 社会管理等方面的问题的分析过程。通过应用 SFAC 分析模型，对防止纸币仿制和阿里巴巴商业模式的创新两个非技术领域的持续创新的案例进行了分析。结果表明，SAFC 模型便于管理者和工程师们准确地找到系统中产生有害功能的物质的属性，极大的提高了 TRIZ 的学习和解决管理创新问题的效率。

关键字： SAFC、U-TRIZ、TRIZ、非技术创新

1. 经典 TRIZ 理论面临的问题

经典 TRIZ 理论是由根里奇·阿奇舒勒（G. S. Altshuller 1926—1998）本人及其所认可的学生们

（从 40 年代中期到 80 年代中期）所开发、完善的一套系统化创新方法。其伟大之处在于，让发明创新自此走上了一条遵循客观规律、应用发明方法的道路（张武城，2005）。苏联解体后，随着经典 TRIZ 研究人员移居到欧美等西方国家，TRIZ 理论开始向世界扩散，受到了各国学术界和企业界的极大关注和热捧，被认为是 20 世纪来最重大的发明，其意义可以与达尔文的生物进化论和马克思的人类社会进化论相提并论。

尽管在过去二十年 TRIZ 应用取得了不少进展，然而，总体来说，尚未能达到人们预想的推广效果。

新世纪初，国际上有不少学者开始对经典 TRIZ 提出了质疑和改革的呼吁，总结下来本研究认为经典 TRIZ 存在以下问题：首先经典 TRIZ 本身体系过于庞大，拥有多套定义和分析问题的工具但不够简洁

明了、拥有多套解题工具但彼此间缺乏联系，即缺乏公理又缺乏统一结构；此外对技术系统进化的真正动力和解题的核心理念缺乏明确的概念。上述原因导致初学者们难懂，特别是难以真正掌握和运用。在日本，TRIZ 专家中川彻在日本理工大学曾对日本企业家做过两天培训，学员们反应：似一头雾水，没有听懂。在英国，TRIZ 专家曼恩做过调查统计，一个三天的培训班，只有 5%的人能真正深入理解和掌握 TRIZ，多数人不能深入理解。

其次，上述复杂体系导致培训时间过长且难以掌握。

在俄罗斯，早期曾有某些 TRIZ 学者认为，真正掌握 TRIZ 理论至少要学 5~8 年的时间

（Altshuller, 1979）。在中国，有部分高端培训班的培训周期长达 4 个月，每个月做一周集中培训，其余时间回单位练习应用。学员们普遍反映时间拉得过长，难以坚持到底。在阿奇舒勒一生的后期阶段，对经典 TRIZ 下一阶段的开发目标曾经提出：“如何将无限

量的创造性问题统一成一种规范形式,并提供相应的解决方案”。2014年初国际TRIZ协会(MATRIZ)的TRIZ理论研究开发委员会(TRDC, TRIZ R&D Council)认为:“现在已经到了对经典TRIZ的主要基本理论进行修订的时刻了。其中的一些最初的基本理论必须予以纠正,以适应新的实际情况。为了进一步推进,TRIZ界必须新的基本理论下进行...”

2 SAFC 分析模型简介

在这样的背景下,张武城,赵敏等(2014)提出了SAFC分析模型。SAFC分析模型是“技术系统物质(Substance)、属性(Attribute)、功能(Function)、因果(Cause)分析模型”的简称。

在SAFC分析模型中, S_1 、 S_2 是两个相互作用的物质,它们各自对应的属性为 A_1 、 A_2 ,习惯上总是把物质 S_1 作为功能载体,是发出动作的主体。 S_2 作为接受动作的客体。按习惯上总是把物质 S_1 作为功能载体,是发出动作的主体。 S_3 是实现功能后,延展产生具有属性 A_3 的第三物质, F_{uh} 是因 S_1 、 S_2 两个物质的属性 A_1 、 A_2 相互作用,形成的一个可能是有用或是有害功能。标准的SAFC分析模型如图1所示。

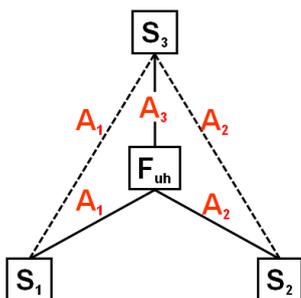


图 1. SAFC 分析模型

2.1 SAFC 分析模型的产生

应用SAFC模型,需首先接受一个公理:物质之间的相互作用是一种客观存在。物质之间必然发生相互作用。基于该公理,有如下五个推理来表示相互

作用的逻辑关系:

推理一:功能是两个有联系物质属性相互作用的结果,形成了有用功能或有害的功能,如图2所示。

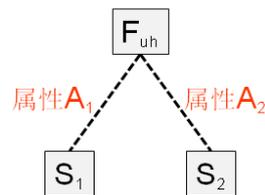


图 2. 推理一

推理二:两个物质相互作用后所形成的功能衍生属性可传递给第三个物质,如图3所示。

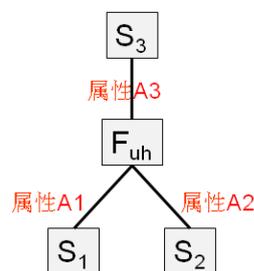


图 3. 推理二

推理三:因果是两个有联系物质的属性相互作用的结果,如图4所示(下层为因,上层为果)。例如双金属片温控结构之所以会变弯,是因为两个有联系的金属片1,金属片2具有不同的热膨胀属性。

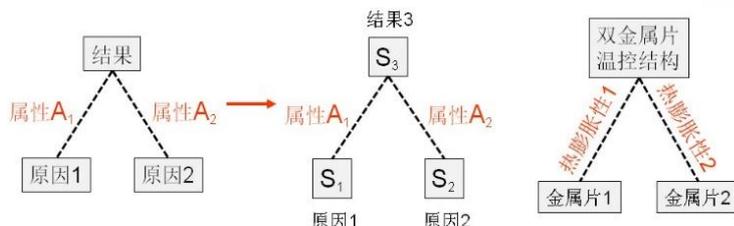


图 4. 推理三 推理四: 功能、因果

都是两个有联系物质的属性相互作用的结果。

由推理一、推理二所形成的功能结果,与推理三所形成的因果结果,具有完美的一致性。即物质 S_1 和物质 S_2 的属性 A_1 、 A_2 相互作用,既形成了功能结果 F_{uh} ,也形成了因果

结果 S_3 ,而且功能结果 F_{uh} 通过属性 A_3 与因果结果 S_3 相关联。将经典TRIZ中的物场、功能、属性、因果等多种创新要素整合在一个SAFC分

析模型中,这也正是 U-TRIZ 的最大创新亮点,如图 5 所示。

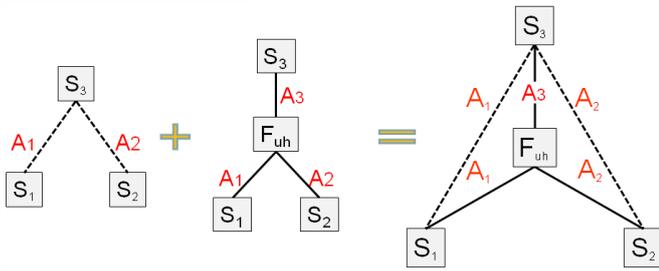


图 5. 推理四 推理五：因果两个方面是相互依存、相互联接的。

一个结果的产生,意味着一轮相互作用的结束,同时也意味着新一轮相互作用将要开始。而前一轮相互作用的结果也正是新一轮相互作用的原因,预示着新的要素或全新事物的不断产生,如图 6 所示。

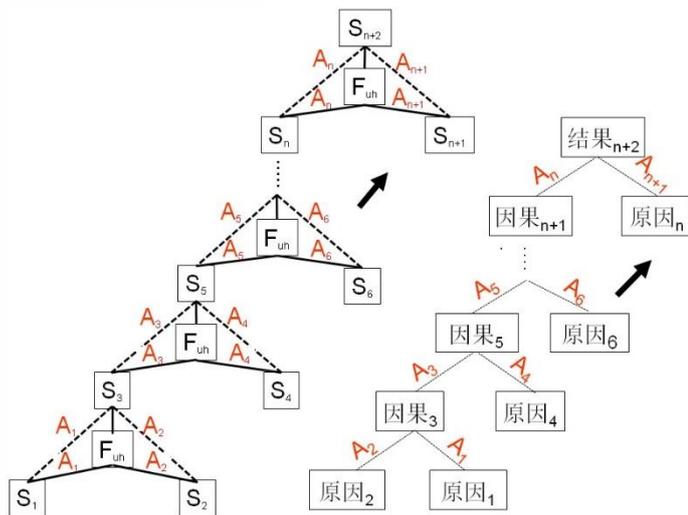


图 6. 推理五

2.2 SAFC 的应用步骤

SAFC 分析模型实质是功能分析模型和因果分析模型的组合体(同时兼顾了物场分析和属性分析)。绘制 SAFC 分析模型的步骤是：

(1) 在界定的有问题的技术系统范围内,识别并标注出所有相关的物质/组件,如 S1、S2；

(2)按照两两相互作用的物质/组件关系,将 S1、S2 作为三角形底端的两个顶点,分别向上标出导致两个物质产生功能的属性 A1、A2；

(3)在两个物质的上方(三角形中心位置),标出两个物质属性相互作用后所产生的功能 Fuh,并以实线连接,识别功能的类别,找出有害的、过渡的或不足的功能,确定需要解决的问题；

(4)找到相互作用的两个物质的衍生物 S3,并将其放在三角形的顶端；

(5)接 S1-S3 和 S2-S3,这两段虚线表示物质属性的传递次序和上层结果 S3 的成因,然后再以 S3 作为下一个 SAFC 三角形模型分析的起点之一,找到其属性 A3 与另外一个物质属性之间的相互作用,由此而形成因果功能链。因果功能链的终止条件是：

- 当不能继续找到下一层的原因时；
- 当达到自然现象时；
- 当达到制度/法规/权利/成本等极限时；

(6)实施对 SAFC 分析模型的转换,消除有害的或不足的功能,实现技术系统创新。

2.3 SAFC 分析模型的转换

当两个物质 S1 和 S2 相互作用,产生有害功能 Fh 并相应产生不理想的物质 S3 时,通过 SAFC 分析模型的转换可以变有害功能 Fh 为有用功能 Fu,同时使不理想的物质 S3 转变为较理想的物质 S4。以下三种途径可以实现 SAFC 分析模型的转换,如图 7：

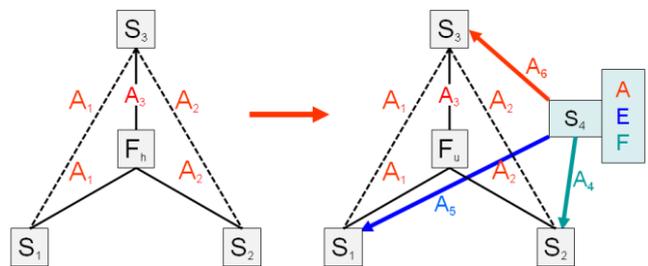


图 7. SAFC 分析模型的转换

- (1) 引入效应物质 (E)
- (2) 引入新的场物质 (F)

(3) 引入新的具有特殊优良属性的物质 (A); 引入的新的属性分别和 A1、A2、或 A3 作用, 形成新的功能和较理想的物质 S3。

新属性的来源可能来自外部引入的新物质属性, 也可能来自 S1 和 S2 物质本身内部没有被认识的、或尚未被利用的隐性属性(不是藉由引入外部物质而获得)。实现对 SAFC 分析模型的转换, 其实质就是人们针对不同时空条件、不同相态的物质属性实施改变、增加、减少、测量、稳定的精心操作。SAFC 分析模型转换实例: 为了让带有衬垫紧固件中的楔子从难以拔出的状态转换为可以轻而易举地拔出, 将原先具有属性 A2 的衬垫改用具有属性 A4 的低熔点合金衬垫, 如图 8 所示。

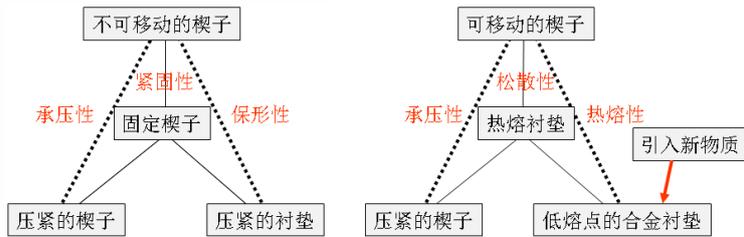


图 8. 让带有衬垫紧固件中的楔子轻而易举地拔出

开发技术系统实现创造创新的四大要素是: 物质、属性、功能和因果, 将它们融合于一体创建的 SAFC 分析模型, 可以用于任何发明问题, 包括技术问题和社会管理等方面的问题, 都可以转换成用这种模型来表示, 较好地实现了阿奇舒勒当初的梦想(姚威等, 2015)。

3 SAFC 分析模型的应用实例

3.1 实例 1: 造币厂实施的不断连续创新

为了应对不少地区发现有伪造货币的现象, 除了严加打击之外, 货币制造厂必须实施连续突破性创新, 从材质、技术、加工难度等多个方面杜绝伪造货币的产生。而“效应知识库”将会为你增长智慧和才干。纸币设计的 SAFC 分析模型, 如图 9 所示, 纸币设计各阶段的功能分析模型, 如图 10 所示。

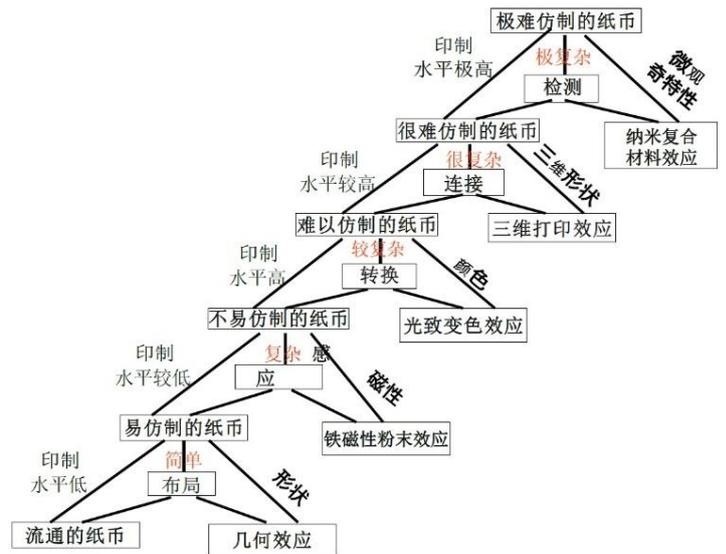


图 9. 纸币设计的 SAFC 分析模型

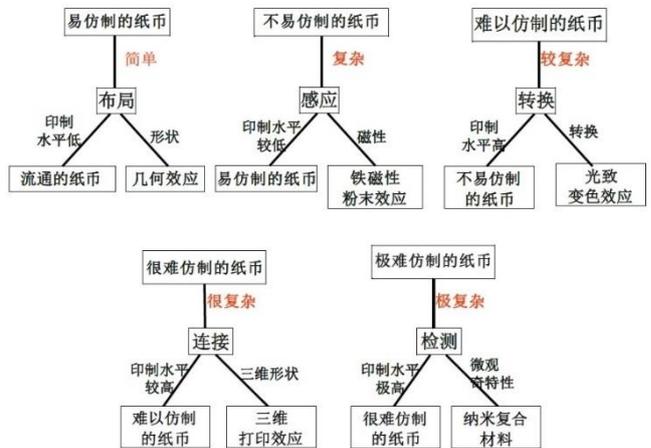


图 10. 纸币设计各阶段的分析模型

3.2 实例 2: 阿里巴巴电子商务创新

技术领域的创新较为复杂, 尤其是在管理领域, 它涉及多种要素如: 人员、设备、软件、材料、网络、环境、国家政策、商业模式、区域、人文等 诸多方面。这些要素相互作用, 每种要素都有其众多的属性, 属性的相互作用产生功能和结果。因此, SAFC 模型同样能用来分析和解决非技术领域相关的问题。下面我们利用 SAFC 分析模型来解读阿里巴巴电子商务管理, 各阶段的分析模型如图 11 所示, 完整的 SAFC 模型如图 12 所示。显现出阿里巴巴所以能取得巨大成功的众多原因。

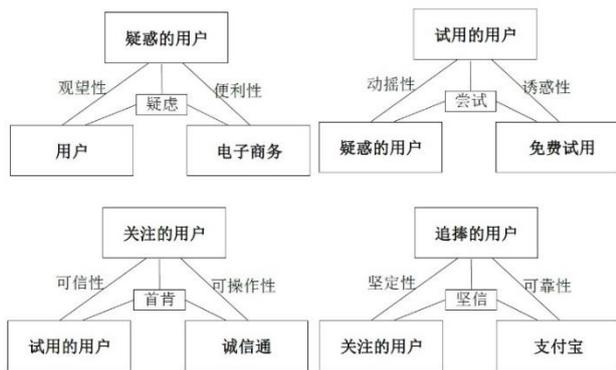


图 11. 阿里巴巴电子商务管理各阶段分析模型

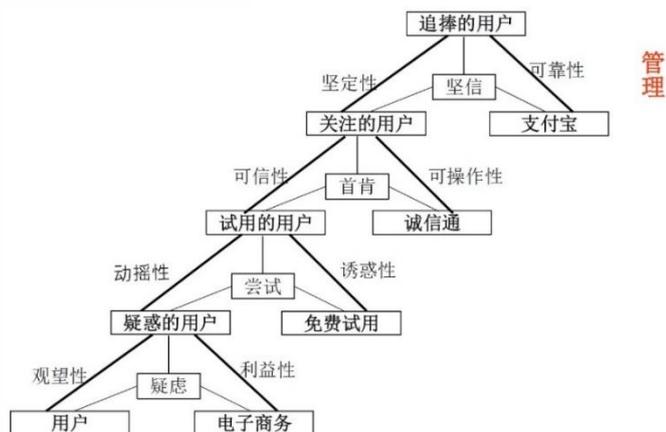


图 12. 利用 SAFC 分析模型解读阿里巴巴电子商务管理

对于能够极大提供“便利”的电子商务方式，用户在最初使用的过程中具有“观望”的属性，二者共同作用产生“疑虑”的功能作用在第三种物质“疑惑的用户”上，因此阿里巴巴作为电子商务的开拓者，开始在多个环节上进行连续创新，首先实施免费或低收费的方法，鼓励用户，尤其是“疑惑的用户”试用，借以打消用户对新兴事物的疑虑，成为“试用的用户”；然后 2002 年 3 月，阿里巴巴启动了“诚信通”计划。该计划主要通过第三方认证、证书及荣誉、阿里巴巴活动记录、资信参考人、会员评价等 5 个方面，来审核申请“诚信通”服务的商家的诚信。据调查统计，有 85% 的买家和 92% 的卖家会优先考虑与诚信通会员合作，诚信通会员的成交率也是普通会员的 7 倍，从而解决了互联网交易的诚信问题。从而赢得了大量

用户的“首肯”从而产生了大批“关注的用户”；之后再通过第三方保管货款的方式，解决电子商务交易安全问题，即构建“支付宝”第三方支付平台。“支付宝”的运作方式是以阿里巴巴公司为信用中介，在买家确认收到商品前，替买卖双方暂时保管货款的一种网上银行服务。买卖双方通过支付宝进行交易不收取任何费用，在交易过程中，支付宝作为诚信、中立的第三方机构，起到了保障货款安全及中立买卖双方利益的作用。支付宝的“可靠性”和用户的日益“坚定”使阿里巴巴赢得了信任，最终产生了大量的追捧的用户”，从而赢得了巨大的商业成功。

4 结束语

由于 SAFC 分析模型是将技术系统的物质、属性、功能、因果等四个方面的分析融合在统一结构中，用它来定义和分析问题将会给人们带来意想不到的效能：

1. SAFC 分析模型紧紧抓住两个物质相互作用的属性为核心要素，通过结构化、程序化的分析，从因果链或功能结构的每一个环节中找到解决问题的突破口。

2. 运用 SAFC 分析模型，能帮助管理者或工程师们准确地找到导致技术系统中产生有害功能的物质或组件的属性，借助于“效应知识库”对那些不需要的属性实施变、增、稳、减、测的有效操作。在如今的大数据时代，SAFC 分析模型与效应知识库是最佳的匹配。

3. 简洁明了的 SAFC 分析模型可以使广大的初学者们迅速获得理解、掌握和运用。

致谢

基金项目：国家自然科学基金“战略性新兴产业自主创新演化机理及激励政策体系研究”

(71403240)；浙江省软科学项目““十三五”时期科技部门职能从研发管理向创新服务转变研究”

(2016C25055), 浙江省教育科学规划项目“基于 TRIZ 理论的高级工程人才创新能力培养模式探索 与实践”(SCG9)。

References

- 姚威、韩旭、朱凌等(2015)。《**工程师创新手册**》。浙江大学出版社。(Yao, Han, & Zhu, 2015) 张武城(2005)。《**创造创新方略**》。北京：机械工业出版社，4-6。(Zhang, 2005)
- 张武城、赵敏、陈劲、姚威(2014)。基于 U-TRIZ 的 SAFC 分析模型。《**技术经济**》，33(12)，7-13。(Zhang, Zhao, Chen, & Yao, 2014)
- Altshuller, G. S. (1979). *Creativity as an Exact Science*. Gordon and Breach Science Publishers.
- Yao, W., Han, X., Zhu, L. et al (2015). *A Handbook of Innovation for Engineers*. China: Zhejiang University Press.
- Zhang, W. C. (2005). *Strategies for Invention and Innovation*. Beijing: China Machine Press.
- Zhang, W. C., Zhao, M., Chen, J., & Yao, Wei. (2014). SAFC Analysis Model Based on U-TRIZ. *Technology Economics*, 33(12), 7-13.

作者简介



姚威，浙江大学中国科教战略研究院副研究员，博士生导师，研究院国际事务主任。美国波特兰州立大学访问学者，浙江大学管理科学与工程学博士，研究领域为系统化创新方法、技术转化和创新政策。先后作为主要承担者参与三十余项国家级课题和基金研究。在国外顶级杂志和会议上发表论文数十篇（其中 SSCI 收录 2 篇，EI 收录 3 篇，ISTP 收录 2 篇），出版著作 4 部。多次赴美国，葡萄牙，阿根廷，日本等国家和地区参加高层次学术交流和访问。

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	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)
Total amount due	US\$
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.)	

**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.