ISSN (Print) : 2077-7973
ISSN (Online): 2077-8767
10.6977/IJoSI

International Journal of Systematic Innovation

VOL.05, NO.01
March, 2018

Published by the Society of Systematic Innovation

Opportunities Identification & Problem Solutions

ISSN (Print): 2077-7973
ISSN (Online): 2077-8767
10.6977/IJoSI.201803_5(1)

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, Chien-Yi Jay (National Taipei University of Technology, Taiwan)

Associate Editors (in alphabetical order):

- Chen, Grant (South West Jiao Tong University, China)
- Cavallucci, Denis (INSA Strasbourg University, France)
- Feygenson, Oleg (Algorithm Technology Research Center, Russian Federation)
- Filmore, Paul (University of Plymouth, UK)
- Sawaguch, Manabu (Waseda University, Japan)
- Shouchkov, Valeri (ICG Training & Consulting, Netherlands)
- Lee, Jay (University of Cincinnati, USA)
- Lu, Stephen (University of Southern California, USA)
- Mann, Darrell (Ideal Final Result, Inc., UK)
- Tan, R.H. (Hebei University of Technology, China)
- Yoo, Seung-Hyun (Ajou University, Korea)
- Yu, Oliver (San Jose State University, USA)

Assistants:

- Cheng, Yolanda

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

10.6977/IJoSI.201803_5(1)

INTERNATIONAL JOURNAL OF SYSTEMATIC INNOVATION

CONTENTS

MARCH 2018 VOLUME 5 ISSUE 1

應用萃思改善呼吸器密閉式 T 型閥預防院內感染之設計

Applying TRIZ to Improve Nebulizer Closed T-piece Prevention Design of Nosocomial Infections

.....陳筱筠、邵揮洲 **1-10**

TRIZ 發明性問題解決理論進行電動車馬達散熱系統之創意性工程設計

Application of the Theory of Inventive Problem Solving (TRIZ) to Creative Engineering Design for the Motor Cooling System of an Electric Vehicle

.....翁永進、吳敦晏 **11-17**

設計思考、萃智和通用設計應用於燒金紙桶設計概念

Creative conceptual design ideas for Ghost Money- Burning Tub with Design Thinking, TRIZ, and Universal Design methodology

.....邱添丁、連泰嶸、詹詔中、邱子洋 **18-27**

應用商業管理 TRIZ 方法進行便利商店創新改良之案例分析—以新竹縣統一超商為例

A Case Study of Using TRIZ for Business and Management to Facilitate Innovation and Improvement of the Convenience Stores, An Example of Seven-Eleven Convenience Stores in Hsinchu County

.....林永禎、鄧志堅、白東岳 **28-38**

Applying TRIZ to Improve Nebulizer Closed T-piece Prevention Design of Nosocomial Infections

Hsiao-Yun Chen[1]*, Heiu-Jou Shaw[2]

[1]Engineering Management Graduate Program, College of Engineering,National Cheng Kung University, Taiwan.

[2] Department of Systems and Naval Mechatronic Engineering, College of Engineering,National Cheng Kung University, Taiwan.

*Corresponding author, E-mail:sandychen0888@gmail.com

(Received 12 October 2016; final version received 12 September 2017)

Abstract

When patients with respiratory tract infection need ventilator with nebulizing therapy,open system could easily leads to two problems:1. breathing circuit repeatedly assemble and disassemble causes the increases of exogenous infection problems. 2. breathing circuit interruption of ventilation may lead to alveoli collapse and potentially hinders efforts due to unbalance lung volume maintaining.

In response to these two issues, through technical contradictions and physical contradiction induction to separate, flexable shells and thin films, cushion in advance, intermediary, cheap short-living objects, blessing in disguise principles to solve exogenous infection and breathing circuit-caused by the sudden drop of respiratory tract pressure.

In this paper, closed T-piece nebulize closed bolt design increased activity shutter control ventilator circuit to avoid the spread of infectious secretion and aerosol when connecting the nebulizer. Closed system to avoid atelectasis caused by the sudden drop of respiratory tract pressure when connecting the nebulizer.

Keywords: Healthcare-associated infection , Acute respiratory distress syndrome, Ventilator-induced lung injury ,TRIZ .

References

Abrams, R. (2012). *ENHANCED SEMI-AUTOMATIC EMERGENCY MEDICATION DOSE NEBULIZER*, US8291902B2, United States Patent.

Bayron, H. and Winthrop, N. (2014). *RESPIRATORY VALVE*, US8656915B2 , United States Ptent.

Cereda, M.,Villa, F.,Colombo, E.,Greco, G.,Nacoti, M. and Pesenti, A. (2001). *Closed system endotracheal suctioning maintains lung volume during volume-controlled mechanical ventilation*, Intensive care medicine, 27(4) , 648-654.

Cortez, Jr. and Niland, W. F. (2014). *NEBULIZER SYSTEMS,APPARATUS AND METHODS FOR RESPIRATORY THERAPY*, US8915245B2, United States Patent.

Fox, S. I. (2014). *Human Physiology*, McGraw-Hill Education.

Heuer, J. F., Crozier, T. A., Howard, G. and Quintel, M. (2013). *Can breathing circuit filters help prevent the spread of influenza A(H1N1) virus from intubated patients?*, German Medical Science Hyg Infect Control, 8, 1-7.

Li, M., Ming, X.,Zheng, M., Xu Z. and He,L. (2013). *A framework of product innovative design process based on TRIZ and Patent Circumvention*, Journal of Engineering Design, 24, 830-848.

Slutsky, A. S. (1999). *Lung injury caused by mechanical ventilation*, Chest, 116(1) , 9S-15S.

Slutsky, A. S. and Ranieri, V. M. (2013). *Ventilator-induced lung injury*,The New England Journal of Medicine, 369, 2126-2136.

Torres, A., Ewig, S., Lode, H. and Carlet, J. (2009). *Defining, treating and preventing hospital acquired pneumonia:European perspective,Intensive Care Medicine*, 35, 9-29.

10.6977/IJoSI.201803_5(1).0001
Hsiao-Yun Chen, Heiu-Jou Shaw / Int. J. Systematic Innovation, 5(1), 1-10 (2018)

應用萃思改善呼吸器密閉式 T 型閥預防院內感染之設計

作者：陳筱筠 [1]*，邵揮洲 [2]
[1] 成功大學工程管理碩士在職專班
[2] 成功大學系統及船舶機電工程系
* Email:sandychen0888@gmail.com

摘要

呼吸道感染病患，透過霧化器治療，在添加藥劑中易造成二個問題：1.管路反覆拆裝，增加外源性感染問題。2.無法保持管路完整性及穩定管內壓力，導致呼吸器肺傷害等不良後遺症。針對上述兩個問題，透過萃思方法之技術、物理矛盾法則歸納以分離、彈性膜與薄膜、預防、中間物質、可拋棄、改變有害成為有用等原則，以解決外源性感染與管內壓力不穩定性，保持管路完整性。本研究發明封閉式 T 型閥，增加活動栓設計，控制管路開閉，阻斷感染鏈，降低病患與醫護人員接觸、交叉感染風險；減少反覆拆裝，保持管路之穩定性，避免管內壓力驟降，造成血氧不穩，引發肺傷害等併發症，降低死亡率。

*關鍵詞：*醫療照護相關感染、急性呼吸窘迫症候群、呼吸器引發的肺傷害、萃思方法。

1. 前言

根據行政院統計處台灣 2014 年調查統計，全年重大傷病使用醫療費用占全體 27.3%，其中以前三大疾病分別為癌症占 38.5%、慢性腎衰竭(尿毒病)占 28.4%及呼吸衰竭長期使用呼吸器 10.1%，三者合占近八成重大傷病醫療費用如表 1 所示，(行政院統計處，2015)。

長期使用呼吸器的病人其呼吸防衛機制下降，醫院使用霧化器噴霧治療幫助病患提供呼吸道溼度，避免氣道因過份乾燥而造成分泌物阻塞呼吸道(劉雪娥等，2015)，因添加藥劑，反覆拆裝管路，造成管內壓力過低產生肺塌陷(lung atelectasis）與壓力過高產生的過度擴張(lung overdistention)，易造成感染與引發呼吸器導致肺傷害(Ventilator induced lung injury)等不良的後遺症(晨馨，2008；蘇麗智等，2015；Fox, S. I., 2014)。

本研究者透過萃思技術矛盾、物理矛盾等研究方法，找出現今使用呼吸器 T 型閥最佳因子改善機構設計，減少反覆拆裝霧化器次數，降低醫護人員暴露於空氣與交叉感染之風險；保持呼吸器管路穩定性，避免病患呼吸器壓力驟降，造成血氧不穩，而引發呼吸器導致肺傷害等併發症，延長病患住院時間、增加醫療成本與死亡率。

表 1. 2014 年重大傷病醫療利用情形

項目	統計數	說明
重大傷病免醫療負擔人數	97.5 萬人	較 102 年底+1.2%
重大傷病醫療費用	1679 億點	較 102 年+3.3%
佔醫療費用比率	27.3%	與 102 相仿
按疾病別分		
癌症	647 億點	較 102 年+3.2%；占 38.5%
尿毒症	477 億點	較 102 年+3.4%；占 28.4%
呼吸衰竭長期使用呼吸器者	169 億點	較 102 年+2.0%；占 10.1%

附註：醫療點數＝申請點數＋部分負擔；自87 年總額支付制度實施後，西醫醫院、西醫基層、中醫、牙醫及門診透析等一般服務項目每點支付金額依「總額支付制度每點支付金額表」計，藥費等其他項目及部分負擔原則以1點1元計算。

2. 類呼吸管路之 T 型閥使用潛在風險探討

呼吸器管路是患者在接受霧化治療時，傳導患者和呼吸器氣體之間連接的器材，其器材包括霧化器、呼吸管路、加熱潮濕器等，霧化器常為呼吸道治療給藥工具，藉由機器作用使空氣流速加快，將水份子成霧樣微粒，幫助病人快速祛痰、溼潤呼吸道，但感染控制不當，易造成呼吸道菌種移生。

2.1 噴霧治療與管路感染控制

針對噴霧治療與管路傳染模式深入探討其三要素加以預防及減少致病微生物散播。

(1)易感染宿主

年齡、營養狀況、壓力、疾病、遺傳、藥物治療(使用類固醇、長期使用或濫用抗生素)、防衛機轉不完全，皆影響被污染醫療器具中的病原體，侵入易感染宿主體內造成感染(蘇麗智等，2015)。

(2)感染源

稱致病原，包括細菌、病菌、黴菌等，感染是否形成取決於微生物數量、毒性、致病能力存活宿主體內的能力與宿主易感性(劉雪娥等，2015)。感染源由宿主身體外在如洗手槽、床單、被污染醫療器具(如呼吸機、呼吸管路)之接觸而移生病菌或侵入性氣管內膜附著，致病菌吸入下呼道而造成肺部感染。

(3)感染途徑

肺部感染途徑可分為外源性感染和內源性感染。外源性感染可分為醫療用品消毒不當、醫療照護引起的感染如醫護人員照顧病人與患者直接接觸他們的體液或排泄物，粘液膜並使用導尿管的設備，通風設備。而在呼吸迴路和呼吸麻醉機的表面可發現金黃色葡萄球菌、大腸桿菌和克雷白氏桿菌(謎欣瑜、陳瑛瑛，2014)。

2.2 急性呼吸窘迫症侯群與機械通氣造成肺損傷

急性呼吸窘迫症候群(Acute respiratory distress syndrome)，需呼吸器維持肺部氣體交換，使用呼吸器過程中造成肺傷害(Ventilator induced lung injury) (Slutsky, A. S. and Ranieri, V. M., 2013)。重覆的機械性換氣，壓力過低產生肺塌陷(lung atelectasis)和壓力過高產生過度擴張(lung overdistention)，當壓力不足造成肺部塌陷，在塌陷與未塌陷的肺部交界會產生極大的剪力(shear force) (Slutsky, A. S. , 1999)；肺泡破壞，增加肺損傷。經循環引起全身性的發炎反應，造成多重器官衰竭而最後導致死亡(Slutsky, A. S. and Ranieri, V. M., 2013)。

呼吸器導致肺損傷相關機轉包括：壓力損傷、容積損傷、塌陷損傷、生化損傷等(林蕙鈴、江玲玲等，2008)。

(1)壓力損傷(Barotrauma)

高氣道壓力引起氣體洩漏之氣壓傷，由肺泡與周圍的血管間隙因梯形壓力增大，導致肺泡破裂形成間質性肺氣腫、縱隔氣腫、皮下氣腫、氣胸，氣體進入肺循環引起氣體栓塞等。

(2)容積損傷(Volutrauma)

高峰氣道壓力導致肺泡過度膨脹，通過呼吸機通氣過度牽拉(over stretch)造成瀰漫性肺泡損傷、肺水腫、透明膜形成，使肺泡毛細血管膜過度擴張而導致通透性增高，增加死亡率(Slutsky, A. S., 1999)。

(3)塌陷損傷(Atelectrauma)

因通氣分布不均，重覆性反覆開閉，導致肺組織因高壓力產生過度擴張(lung overdistention)及過低壓力產生肺塌陷(lung atelectasis)，當壓力不足，產生極大剪力(shear force)，造成肺泡破裂，通氣患者維持穩定壓力，減少肺泡損傷及透明膜形成。

(4)生化損傷(Biotrauma)

通氣使血管內皮細胞脫落和肺泡細胞受牽拉，嗜中性粒細胞釋放炎性物質，使肺泡毛細血管通透性增加，細胞凋零或死亡，多重器官功能障礙，最後導致死亡(Slutsky, A. S. and Ranieri, V. M., 2013)。

2.3 新產品設計開發工具與解題工具

產品生命週期過程中，遇到不同問題需有工具解決瓶頸，以因應產品生命週期縮短，快速提供企業與設計者改善及創新之方向。發展新產品設計開發工具諸多如使用者體驗創新設計、萃思，而設計開發工具是影響產品未來品質與成本重要關鍵，本研究加以分析各工具優劣如表 2 所示，萃思不受使用時機與人員專業技術限制，皆可在產品生命週期過程中，遇到不同問題而有輔助工具解決瓶頸，以因應產品生命週期縮短，快速提供企業與設計者改善及創新之方向。

本研究改善管路反覆拆裝，增加外源性感染問題，在一系統中，當一個參數被改善時(外源性感染產生有害因子的物體)，另一個參數即變差(設計複雜性)特性，故選擇萃思之「技術矛盾矩陣」解題工具。另一個問題為無法保持管路完整性及穩定管內壓力，導致呼吸器肺傷害等不良的後遺症，當系統內的改善特定參數間相互衝突時，當(管路開放通氣化痰)，同一參數無法同時(管路關閉，保持管路完整

性，穩定管內壓力)，故選擇萃思之「物理矛盾矩陣」解題工具。

表 2. 設計開發工具比較

工具 / 項目	使用者體驗創新設計	萃思
時機	產品開發前期	不局限某特定領域，協助工程人員針對技術問題及產品開發流程找到創新解決方案，取代低效率盲目搜尋(盧昆宏、魏振育、歐惠鳳，2010)
團隊成員	產品管理、服務企劃、研發、設計、經營管理、業務人員、行銷人員等人員(中國生產力中心，2013)	製程人員、研發、設計、管理階層、專利工程師、對創新思考需解決問題或衝突需求者
使用工具	腦力激盪 視覺化溝通 說故事 利害關係人圖 市場分析 使用者流程圖(中國生產力中心，2013)	矛盾矩陣 演進趨勢 物質-場分析 單一創新工程 40 發明原則 76 標準解(宋明弘 2012)
優點	1.描述使用者觀點的情境劇本，可以貫穿生命週期的每一階段需求，使得每一個階段都能考慮到使用者使用情境的需求。 2.情境劇本的驗證機制，可於早期使人們便發現規格中所隱藏的錯誤，可以降低錯誤開發所造成的成本耗費。 3.情境劇本發展出之需求，將其規格正規化規格與非正規化，普遍通用需求規格，一般公認為較理想的需求規格。 4.透過情境劇本執行設計，可以應用於人機介面之開發設計。	1.有系統辨識問題並提供輔助解決工具。 2.針對關鍵問題並給予解決，增加產品的價值(Li,M.,Ming, X.,Zheng,M.,Xu.Z. and He,L., 2013)。 3.創新性建議創新性建議，縮短擬定決策時間，強化不同領域專業人員對產品開發或製程改善之認知與共識。縮短研發時間，降低成本。
缺點	1.設計者因資料欠缺或可信賴專家不存在、可靠預測模式尚未建立便使用情境劇本作為預測方法，難免有過度幻想，情境劇本可模擬未來情境，若觀察不足易造成情境與現實落差(蔡佩珊，2011)	1.工具眾多，初學者比較不容易馬上因應不同問題使用工具解決。 2.TRIZ 無法量化。(盧昆宏、魏振育、歐惠鳳，2010)

2.4 萃思理想化演進原理

萃思英文的翻譯為(Theory of Innovative Problem Solving)，即是產品在製造過程中創新問題解決之理論。「技術矛盾」是指在一系統，當一個參數被改善時，另一個參數即變差，例如: 提高醫療服務品質，面臨醫療衛生預防支出增加。「物理矛盾」則是指同一個參數的兩個互相相對的特性，例如冷和熱、長和短等。

系統演進有系統解決矛盾和問題，增加系統理想性。提升有用功能並符合消費者所需有用功能，移除消費者不想要有用功能達到最大化；移除產品有害與副作用與系統成本降到最小化，以達到系統理想化最大化為目標(蕭詠今，2014)，如圖 1 所示：

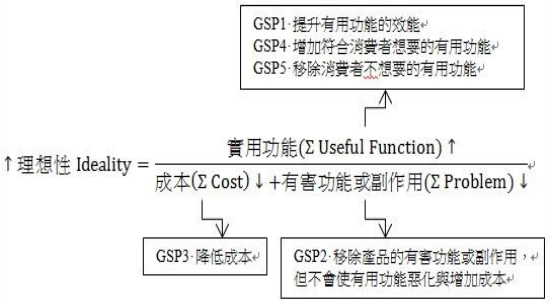


圖 1. 系統增加理想化定率

臨床應用呼吸治療之呼吸器 T 型閥，由治療導向 T 型閥演進至預防導向 T 型閥，可看出呼吸器管路之發展和演進趨近系統理想化為目標。目前使用 T 型閥，在添加藥劑時，易造成管路反覆開閉，增加外源性感染問題；無法保持管內壓力穩定性，導致呼吸器肺傷害等不良的後遺症。隨著時間推移及病患、治療需求而加以改進為多功能 T 型閥導向設計，讓系統運作更加順暢；其技術演進過程中也因不同步發展與改善而造成矛盾與問題產生，其元件也漸漸失去原有外貌，而更加靈活、彈性、多功，其目的達到更能符合病患需求及更理想治療為目標。呼吸器子系統演進發展趨勢，如圖 2 所示。

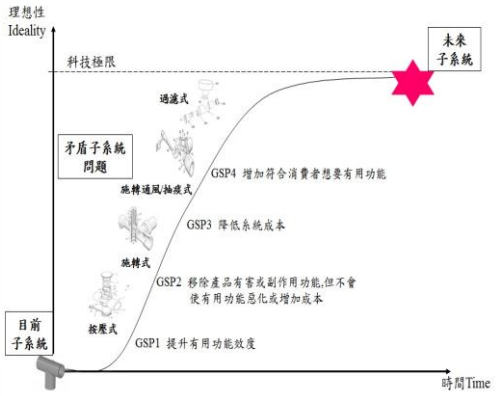


圖 2. 呼吸器子系統演進發展朝趨想化定率趨勢圖

3. 萃思方法解題 T 型閥問題

3.1 技術矛盾解決治療導向設計易造成外部感染

(1)問題定義：

利用分析工具「九宮格分析」如圖 3，協助定義正確的問題。以目前臨床使用 T 型閥為中心發想開始，依鄰近過去格子 T 型閥以治療為導向設計，其超系統主要對 T 型閥有影響的周圍物質及場為發想，使其 T 型閥可以在治療中重覆使用而改變子系統的材質設計；而目前使用 T 型閥則超系統發想依病患需求及改善現今 T 型閥設計而呈現多功能設計，其子系統則在材質增加殺菌塗層或多功能結合增加設計結構複雜性；而未來格子則以預防為導向設計其超系統以減少感染及併發症發生以拋棄式材質減少交叉感染的可能性，降低死亡率為設計發想，而改善目前臨床 T 型閥缺點定義問題，例如: 呼吸器管路以治療導向設計，易受外部感染風險?

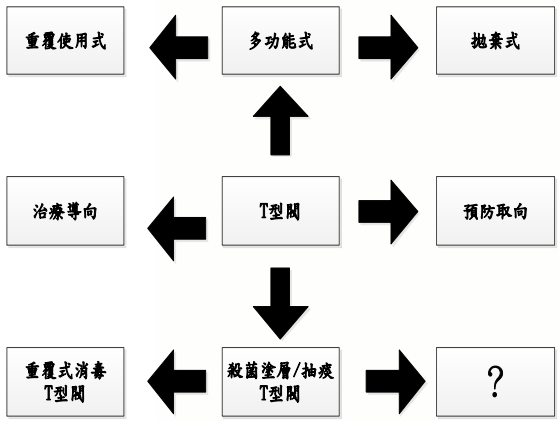


圖 3. 九宮格思考法問題定義技術矛盾實例

(2)工具選擇：

當系統內的參數間相互衝突時，此矩陣為一個二維矩陣，而某一行所列的是系統在改善特定參數#31 產生有害因子的物體，導致另一參數惡化#36 設計複雜性，故選擇「技術矛盾矩陣」解題工具。

(3)問題轉換：

對應矛盾矩陣表縱軸為欲改善的參數#31 產生有害因子的物體，橫軸因為改善問題卻衍生惡化的參數#36 設計複雜性，對應參考四十發明原則為 19 週期性作用原理、01 分割原理、31 孔隙物質原理，如表 3 所示。

(4)對應解答：

評估解答的是否為最佳解。本研究採取 01 分割原理、31 孔隙物質原理，參考美國專利呼吸閥 US8656915B2 設計(Bayron, H. and Winthrop, 2014)，其設計結構與本研究有異曲同功之妙，其縱向活動栓內附彈簧設計以手動旋轉方式壓縮彈簧，上下移動控制呼吸機與病患 T 型管內管道開閉，但其缺點移動活動栓費時費力，易造成病患粘液堵塞及沾黏彈簧，增加管道內污染機會;本研究改善其活動栓結構，使其操作者移動方便省力，管壁貫穿活動栓，減少病患粘液沾黏滯溜管內，增加管道含氧量，防止呼吸末正壓(PEEP)流失而造成病患塌陷損傷(Atelectrauma)及減少管內交叉污染風險，本研究活動栓設計對應 01 分割原理、而 31 孔隙物質原理對應活動栓貫穿管壁輔助 T 型閥活動開閉。

表 3. 對應特定參數矛盾矩陣表

惡化參數 / 改善參數		1 移動物體重量	11 壓力或應力	36 設計複雜性
1	移動物體重量	+	10,36, 37, 40	26, 30, 36, 34
	…			
11	壓力或應力	10,36, 37, 40	+	19, 1,35
	…			
31	產生有害因子的物體	19, 22, 15, 39	2, 33, 27, 18	19, 1,31
	…			

3.2 物理矛盾解決添加藥劑造成管內壓力不穩定

(1)問題定義：

利用分析工具「九宮格分析」如圖 4，協助定義正確的問題。以目前臨床使用 T 型閥為中心發想開始，依鄰近過去格子 T 型閥以治療為導向設計，其超系統 T 型閥開放通氣設計結構以保持通氣，增加病患的吸氧量，其子系統設計以製造簡單、添加藥劑操作方便的傳統 T 型閥發想；而目前使用 T 型閥則超系統發想依病患需求及改善現今 T 型閥設計而呈現多功能設計，其子系統設計依病患需求而製造過濾、抽痰等通氣多功能 T 型閥，製造技術較傳統 T 型閥複雜及多種選擇; 而未來格子超系統則以預防為導向設計，彈性通氣或阻隔感染鏈發生之通氣設計結構，其子系統而改善目前臨床傳統使用 T 型閥缺點定義問題，例如: 呼吸器管路以開放通氣設計，易造成管內壓力不穩定性？

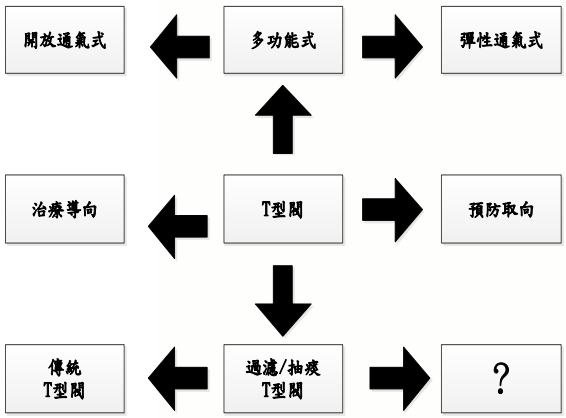


圖 4. 九宮格思考法問題定義物理矛盾實例

(2)工具選擇：

當系統內的同一參數間相互衝突時，此矩陣而某一行所列的是系統在改善特定參數「呼吸器管路開啟」的同時，導致同一參數特性「呼吸器管路關閉」相互衝突，選擇「物理矛盾矩陣」解題工具。

(3)問題轉換：

找出問題的矛盾之處並轉化為對應四十發明原則如表 4。

(4)對應解答：

評估解答的是否為最佳解。當系統內的同一參數間相互衝突時，進而演進為「單一」結構和提高系統的「控制與彈性」結構。

表 4. 物理矛盾的四種基本類型問題轉換實例

分離類型	發明原則	原理說明	應用方案	依據
時間分離	10.預先作用	A.事先對物體作部分或全部的改變。 B.事先放置物體，在必要時可從最方便之處立即發揮作用。	靈活控制 T 型閥的關閉，及拋棄更新受污染的零件	對 VAP 預防措施：（1）使用氣管插管；（2）對患者更新呼吸機管路；（3）無計劃性變更呼吸管路；（4）每 5-7 天更換臨床熱或濕交換器（5）患者預期使用封閉吸痰系統改變每個患者的臨床指數；（6）臨床機械通風時間超過 72 小時提升到 45 小時採用氣管滯留物引流。(Torres, A., Ewig, S., Lode, o1. and Carlet, J., 2009)
	11.事先預防	A.事先預置緊急防範措施，補救可靠度相當低的物體。		
	15.動態性	A.改變物體或環境的特徵，使操作的各階段都能達到最佳性能。 B.假如物體固定不動，使它變為動態的、增強運動性。 C.分割物體成為可改變相對位置的不同部分。		
	16.部分或過度動作原理	A.假如難以達到 100% 想要的效果，就做到更多或較少的理想效果。		
空間分離	1.分割原理	A.將物體分成幾個互相獨立的部分。 B.將物體分成幾個可組合的部分（便於安裝與拆卸）。	T 型閥分割/分離設計，減少手部接觸 T 型閥的範圍	病人經由感染控制措施包括殺菌、消毒、維護機系統電路、洗手和隔離等預防措施，減少病人患有呼吸器相關性肺炎。(謝欣瑜、陳瑛瑛，2014)
	2.分離	A.分離物體中「干擾」的部分或性質。 B.從物體中分離出「必要」的元件或特性。		
	3.局部品質	B.物體的不同部分應執行不同的功能。 C.物體的各個部分應放置於操作上最適合的狀態。		
	7.套疊結構原理	A.一物體放置另一物體的內部，另一物體又被放置在第二件物體的內部依此類推。		
	30.彈性膜與薄膜原理	A.用彈性的薄膜取代普通的結構。 B.使用彈性膜或薄膜，將物體和外部環境隔開。		
結構分離	1.分割原理	A.將物體分成幾個互相獨立的部分。 B.將物體分成幾個可組合的部分（便於安裝與拆卸）。 C.提高物體分割的程度。	T 型閥分割設計，靈活控制 T 型閥關閉，減少管路反覆開閉造成分泌物外漏與接觸；利	如果呼吸系統過濾器能防止病毒從被感染的患者，通過呼吸機蔓延到周圍的空氣。如果這種類型的過濾器和過濾裝置無法遏制病毒和保護醫護人員照顧感
	35性質轉變原理	C.改變靈活、彈性程度。		

分離類型	發明原則	原理說明	應用方案	依據
		A 從空氣到含氧較多的氣體	用殺菌塗層減少病菌滋生	染者，會造成不可接受的高風險。(Heuer, J.F., Crozier, T. A., Howard, G. and Quintel, M., 2013)
	38.加速氧化原理			減少呼吸機管路和氣管導管細菌定植，塗佈有防腐劑氣管內導管。(Torres, A., Ewig, S., Lode, o1. and Carlet, J., 2009)
條件分離	6.萬用性原理	A.一件物體能夠執行數種不同的功能；因此可以移除其他部分。	建置 T 型閥中間物質，靈活控制 T 型閥的關閉，運用萬用及有害變有利原則，保持呼吸管路壓力，避免病患因而肺塌陷及管內分泌物外漏。	除藥物外，預防 VAP，可從呼吸器相關探討，包括人工氣道、呼吸器管路、醫療環境的影響，以預防 VAP 的發生。 氣管內管的氣囊壓力維持在 18~25 mmHg 之間，高於 18 mmHg 可預防呼吸器的容積漏氣、降低氣囊周圍分泌物的吸入和 VAP 發生率。(陳韻如等, 2014)
	13.反向操作原理	B. 使運動的部分或環境靜止；使靜止的部分運動。 C.將物體顛倒放置，或以相反方式操作。		
	22 改變有害成為有用原理	A.利用有害因素—特別是環境方面—來達到有利結果。 B.將一有害因素與另一有害因素結合，抵銷有害因素。		
	24.中介物	A.使用中介物質轉移或執行一個動作。		
	27.可拋棄原理	A.用便宜的物體，取代貴重的物體；在其他性能上稍作妥協。		
	35.性質轉變原理	C. 改變靈活、彈性程度。		

4. 呼吸器密閉式 T 型閥預防設計實例探討

針對目前使用 T 型閥零件結構瓶頸及萃思改善後採用原則，如表 5 所示：

表 5. 萃思改善 T 型閥瓶頸採用原則

零組件	目前現況	待克服瓶頸	TRIZ 整合採用原則	改善結構特性
傳統開放式 T 型閥	開放式管路結構以利通氣化痰	在消毒或增添藥劑時，會有患者體液或痰液流出，易造成患者誤吸或污染醫療人員之手或病房環境。 在消毒或增添藥劑時，管路會無法形成管路完整性保持管路壓力及患者吸氧量。	01.分割原理 02.分離 03.改進局部性質原理 06.萬用性原理 07.套疊結構原理 10.預先行動原理 11.預先防範原理 13.反向操作原理 15.動態化原理 20.連續的有用作用原理 22.改變有害成為有用原理 24.中介物質原理 27.可拋棄原理 31.孔隙物質原理 35.性質轉變原理 38.加速氧化原理	A.分離原理 B.彈性膜與薄膜原理 C.預防 D.中間物質 E.可拋棄 F.改變有害成為有用作用原則

4.1 萃思改善 T 型閥瓶頸採用原則

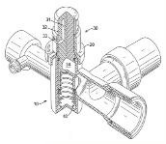
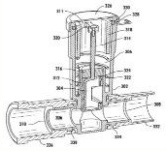
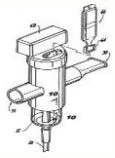
目前醫療器材廠商著重在醫療器材治療及監測設計與開發，而針對操作者與醫療環境的影響設計發想較少；而在急重症的病房其醫療設備及管路眾多，若設計者考量操作者的使用及環境因素，能讓其設備及器具的設計更加完善。

4.2 T 型閥專利現況與專利技術圖分析

專利採屬地主義，必須在各國申請專利;本研究使用「Patentcloud 專利雲」為專利檢索與分析平台，研發設計者在檢索專利時，使用關鍵字勾選其檢索地區、輸入專利文件 IPC 類別、搜索專利時間區間，如 A61*(醫學或獸醫學；衛生學)、公告日(2005/01/01~2016/01/05)、以台灣及美國地區為主要搜索條件;檢索結果之專利公告書以其研發設計者目的，縮小其專利公告書筆數，了解目前此技術領域概況及專利迴避有效之設計發想。本研究依檢索之專利公告書，將其內容區分為「設計結構」、「功能」、「技術」三大因素做分析比對。

其「設計結構」有二種各為開放/封閉式控制開閉結構，其次「功能」皆有保濕或化痰之功能，而製造「技術」以簡單製造流程之按壓式設計及複雜多功能之旋轉式設計。其分析比對結果匯整如表 6：

表 6. T 型閥專利現況與專利技術圖分析

公告碼	TWM416472 (邱勝裕、蕭惠玲 2011)	US8656915B2 (Bayron, H. and Winthrop, N., 2014)
專利名稱	抽痰管的隔離按壓裝置	呼吸閥
結構分析	按壓式控制管路開閉	旋轉式控制管路開閉
分析結果	開放/封閉式結構	開放/封閉式結構
簡圖		
公告碼	US8915245B2 (Cortez, Jr. and Niland, W. F., 2014)	US8291902B2 (Abrams, R., 2012)
專利名稱	霧化器系統、裝置和呼吸治療方法	增強型半自動緊急藥物劑量霧化器
結構分析	控制通氣大小的顆粒	管路直接添加藥劑
分析結果	開放式結構	開放式結構
簡圖		

由公告書得知目前領域之設計無以人因工程介面設計為設計發想。本研究目的以避免分泌物體液漏出、保持管路完整性為目標，故採取開放/封閉控制結構、符合功能及製造容易設計發想為主。

4.3 優化呼吸管路通氣策略並改善 T 型閥設計

在過去人體實驗比較閉鎖式抽吸系統(Closed suction system)與開放式抽吸系統(Open suction system)，其開式抽吸系統(Open suction system)血氧飽和度顯著下降，而閉鎖式抽吸系統(Closed suction system)只有輕微變化(Cereda, M.,Villa, F.,Colombo, E.,Greco, G.,Nacoti, M. and Pesenti, A., 2001)。與本研究密閉式 T 型閥有異曲同工之妙。

使用呼吸器通風患者因病情嚴重程度增減6-8次/日，添加藥劑或抽痰次數而中斷管路完整性，導致氣道壓力下降和肺容積損失。本研究設計目的皆是保持管路完整性，避免因拆裝管路抽取痰液或添加藥劑化痰而無法保持管路內壓力穩定，而造成管內壓力驟降而形成肺容積和氧合損失，而導致呼吸機患者引發使用呼吸器併發症，確保患者在使用通風設備過程中減少管路拆裝造成影響及通風安全性。

萃思技術與物理矛盾歸納採用原則解決 T 型閥待克服瓶頸，降低增添藥劑時，造成外部感染與管內壓力不穩定性，減少肺傷害併發症發生與降低死亡率，如圖 5 所示。

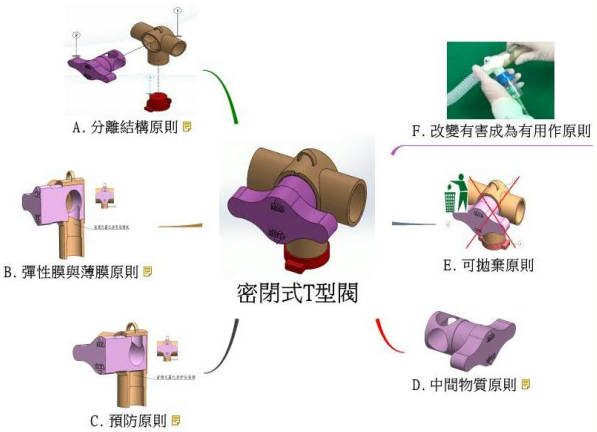


圖 5. 採用萃思 40 發明原則改善 T 型閥瓶頸示意圖

(A) 分離結構原則:

將其 T 型閥分成三個結構組成，使其能活動控制管路開閉，降低增添藥劑時，造成外部感染與管內壓力不穩定性，減少肺傷害併發症發生與降低死亡率。

(B)彈性膜與薄膜原則:

可在添加藥劑時將其活動栓轉為關閉，保持管路完整性，添加藥劑後再將其活動栓轉為開，繼續通風，增加開關的彈性。

(C)預防原則:

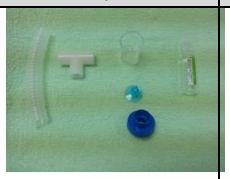
密閉式 T 型閥在添加藥劑時保持管路完整，而不會如使用傳統 T 型閥管路呈開放狀態，管內分泌物流漏及氧合損失與管內壓力驟降狀況。

(D)中間物質原則:
密閉式 T 型閥增添活動栓可以控制管路開閉，減少分泌物外漏增添感染風險，保持管內壓力，減少肺泡損傷及透明膜形成，造成血氧不穩，引發的肺傷害等併發症 ，降低死亡率。
(E)可拋棄原則:
與其他 T 型閥結構相比，其結構簡單，無機械或複雜結構控制開閉，增添管內污染，成本較其他 T 型閥低廉。
(F)改變有害成為有用作用原則:
將其傳統 T 型閥在增添藥劑，管路呈開放狀態，而利用密閉式 T 型閥活動栓彈性控制開閉，保持通風安全。

4.4 傳統 T 型閥與密閉式 T 型閥使用流程比較

由表 7 可比較現行臨床使用 T 型閥與本研究設計密閉式 T 型閥比較如表 7 所示，本研究使用密閉式 T 型閥，減低反覆拆裝霧化器次數，保持呼吸管路密閉系統完整性，降低飛沫傳染風險，呼吸器相關性肺炎及併發症的發生；保持管內壓力穩定，避免管內壓力驟降，形成肺容積和氧合損失，而導致呼吸機患者引發使用呼吸器併發症。

表 7. 傳統 T 型閥與密閉式 T 型閥使用流程比較

流程	圖示	說明	比較
目前呼吸管路準備器具		蛇型管、T 型閥、霧化杯、生理食鹽水。	傳統式 T 型閥只能開放通，其結構較簡單。
本研究呼吸管路準備器具		蛇型管、密閉式 T 型閥、霧化杯、生理食鹽水。	密閉式 T 型閥機構有三個零件組成。
目前呼吸管，添加化痰劑		拆下霧化杯，添加化痰藥。	呼吸管路開放狀態，分泌物流漏，易感染機會增加。
本研究呼吸管路，添加化痰劑		旋轉為 CLOSE，再添加化痰劑。	添加藥劑時，管路可關閉，保持管路完整性，預防感染率增加。

5. 結論及建議

本研究探討如何透過 TRIZ 系統化程序，歸納可採用發明原則，以提升醫護醫療品質需求為設計概念改善其呼吸器 T 型閥：

5.1 結論

(1)需求性：
減少醫護人員反覆拆裝呼吸器管路，破壞呼吸管路密閉系統，降低病患呼吸器相關性肺炎的發生，有助益未來全球老齡化市場來臨。
(2)安全性：
讓呼吸器連接病患的管路成密閉狀態，減少病患呼吸道分泌物及飛沫散播於病室，進而使護理人員免於被飛沫傳染及病患得患併發症的風險。
(3)效益性：
病患在添加藥劑或消毒器具時，呼吸器管路呈現完整狀態，減少護理人員手碰觸受污染呼吸管路，而造成病患醫療照護相關性肺炎及併發症，如肺部塌陷、肺水腫，提高醫療品質。
(4)推廣性、實用性：
TRIZ 激發創新思考及縮減設計構思時間及人力耗費時間及成本，人因操作界面利於使用者易於操作及了解目前器具使用狀態。

5.2 建議

(1)預防設計及符合人因界面設計：
醫療器材廠商過去著重在醫療器材治療及監測設計之開發，應鼓勵醫療器材廠商與設計者朝向預防設計及符合人因界面設計，以降低器具操作錯誤之風險。
(2)利用材質特性：
未來可利用材質特性，避免病原體的在呼吸管路中滋生及降低存活時間。

6. 參考文獻

中國生產力中心，2013，〈使用者體驗創新設計手冊：從用戶洞察到企業價值〉，中國生產力中心，二版。

行政院統計處，2015，〈103 年重大傷病醫療利用情形〉，國際統計通報 191 號，1。

邱勝裕、蕭惠玲，2011，〈抽痰管之隔離按壓裝置〉，中華民國專利公報，TWM416472。

宋明弘，2012，〈TRIZ 萃智:系統性創新理論與應用〉，鼎茂圖書。

林蕙鈴、江玲玲等，2008，〈機械通氣導致肺損傷，台灣呼吸治療雜誌〉，7(1) :131-138。

晨馨，2008，〈物理治療精選(8)心肺物理治療學〉，華騰文化股份有限公司。

陳韻如等，2014，〈呼吸器相關性肺炎新定義及預防措施回顧〉，長庚科技學刊，21:13-24。

劉雪娥等，2015，〈成人內外科護理〉，華杏出版股份有限公司，六版。

蔡佩珊，2011，〈應用情境劇本法於創新服務設計-以智慧化會展服務系統規劃為例〉，國立臺北科技大學互動媒體設計系碩士論文。

盧昆宏、魏振育、歐惠鳳，2010，〈關鍵失效因素決定與問題改善算則之建構〉，全球商業經營管理學報，2:101-117。

謎欣瑜、陳瑛瑛，2014，〈噴霧器之臨床應用與感染管制〉，感染控制雜誌，24(6) :293-300。

蕭詠今，2014，〈TRIZ 創新的科技〉，建速有限公司，初版。

蘇麗智等，2015，〈基本護理學上冊〉，華杏出版股份有限公司，七版。

References

Abrams, R. (2012). *ENHANCED SEMI-AUTOMATIC EMERGENCY MEDICATION DOSE NEBULIZER*, US8291902B2, United States Patent.

Bayron, H. and Winthrop, N. (2014). *RESPIRATORY VALVE*, US8656915B2 , United States Ptent.

Cereda, M.,Villa, F.,Colombo, E.,Greco, G.,Nacoti, M. and Pesenti, A. (2001). *Closed system endotracheal suctioning maintains lung volume during volume-controlled mechanical ventilation*, Intensive care medicine, 27(4) , 648-654.

Cortez, Jr. and Niland, W. F. (2014). *NEBULIZER SYSTEMS,APPARATUS AND METHODS FOR RESPIRATORY THERAPY*, US8915245B2, United States Patent.

Fox, S. I. (2014). *Human Physiology*, McGraw-Hill Education.

Heuer, J. F., Crozier, T. A., Howard, G. and Quintel, M. (2013). *Can breathing circuit filters help prevent the spread of influenza A(H1N1) virus from intubated patients?*, German Medical Science Hyg Infect Control, 8, 1-7.

Li, M., Ming, X.,Zheng, M., Xu Z. and He,L. (2013). *A framework of product innovative design process based on TRIZ and Patent Circumvention*, Journal of Engineering Design, 24, 830-848.

Slutsky, A. S. (1999). *Lung injury caused by mechanical ventilation*, Chest, 116(1) , 9S-15S.

Slutsky, A. S. and Ranieri, V. M. (2013). *Ventilator-induced lung injury*,The New England Journal of Medicine, 369, 2126-2136.

Torres, A., Ewig, S., Lode, H. and Carlet, J. (2009). *Defining, treating and preventing hospital acquired pneumonia:European perspective,Intensive Care Medicine*, 35, 9-29.

作者簡介

邵揮洲博士目前服務於國立成功大學系統及船舶機電工程系所教授、現任台南市人力資源發展協會理事長、財團法人高等教育評鑑中心基金會評鑑委員、行政院勞工委員會多元就業開發方案分區審查委員、台南市資訊軟體協會常務理事。他的研究領域包括電腦輔助設計、產業電子化 流體力學、船舶工程。

陳筱筠於2016年自國立成功大學工程管理碩士在職專班獲得碩士學位，於2016 第九屆海峽兩岸創新方法研討會發表獲得最佳論文獎」，2016年獲得經濟部智慧財產局1項專利；目前服務於醫療器材公司、台中市政府衛生局台中區樂齡大學外聘教師，他的研究領域人因工程、系統化創新、產品資料管理、智財創新與管理。

Application of the Theory of Inventive Problem Solving (TRIZ) to Creative Engineering Design for the Motor Cooling System of an Electric Vehicle

Yung-Jin Weng* and Dun-Yan Wu
Department of Mechanical and Energy Engineering, National Chiayi University,
Chiayi City, Taiwan
*Corresponding author, E-mail: yjweng@mail.ncyu.edu.tw
(Received 10 November 2016; final version received 27 April 2017)

Abstract

This paper aims to apply the tool of the Theory of Inventive Problem Solving (TRIZ) to the creative engineering design and discussion of the motor cooling system of the electric vehicle, and the permanent magnet motor cooling problem is used as the principal axis of the creative engineering design of this study. During the process of this study, the TRIZ tool is used to solve the possible cooling problems and energy efficiency issues caused by a running motor, and is intended to improve cooling efficiency and effectively avoid the problem of the accumulation of thermal energy, which causes constant increasing temperature and further causes the motor and surrounding mechanisms to be damaged. This paper uses the design and discussion of function analysis, with 76 standard solutions, 39 engineering parameters, and 40 invention principles in the TRIZ tool to design and discuss the possibility of improving cooling efficiency and creative design, which is expected to provide help and reference direction for the research and development of electric vehicles in the future.

Keywords: TRIZ, electric car, motor cooling, creative engineering design

References

A., Hawkins, D., & Goss, J. (2015, March). Modern heat extraction systems for electrical machines-A review. In Electrical Machines Design, Control and Diagnosis (WEMDCD), 2015 IEEE Workshop on (pp. 289-296). IEEE.

Christie, R., Dubois, A., & Derlaga, J. (2016). Cooling of Electric Motors Used for Propulsion on SCEPTOR.

Chong, W. T., Hew, W. P., Yip, S. Y., Fazlizan, A., Poh, S. C., Tan, C. J., & Ong, H. C. (2014). The experimental study on the wind turbine's guide-vanes and diffuser of an exhaust air energy recovery system integrated with the cooling tower. Energy Conversion and Management, 87, 145-155

Mann, D. (2002). Hands on systematic innovation.

Putra, N., & Ariantara, B. (2017). Electric motor thermal management system using L-shaped flat heat pipes. Applied Thermal Engineering.

Sheu, D.D. (2010). Development of Systematic Innovation Process and Tools: Step Forward and Trends. Source: Ministry of Science and Technology, R.O.C

Xiong, J. J., & Zhou, L. T. (2015). The Research and Development of Motor Cooling Control System Based on Electronic Parking Brake Test Bench. In Applied Mechanics and Materials (Vol. 733, pp. 674-679). Trans Tech Publications.

Ye, L., Tao, F., Wei, S., Qi, L., & Xuhui, W. (2016, September). Experimental research on the oil cooling of the end winding of the motor. In Energy Conversion Congress and Exposition (ECCE), 2016 IEEE (pp. 1-4). IEEE.

10.6977/IJoSI.201803_5(1).0002
Yung-Jin Weng, Dun-Yan Wu / Int. J. Systematic Innovation, 5(1), 11-17 (2018)

TRIZ 發明性問題解決理論進行電動車馬達散熱系統之創意性工程設計

作者：翁永進 [1,*]，和吳敦晏 [2]
[1] 國立嘉義大學機械與能源工程學系副教授
[2] 國立嘉義大學機械與能源工程學系專題生
*通訊作者 E-mail：yjweng@mail.ncyu.edu.tw

摘要

本研究致力於利用 TRIZ 發明性問題解決理論部分工具，進行電動車馬達散熱系統的創意性工程設計與探討，並以永磁馬達散熱問題，作為本研究創意工程設計主軸。研究過程中透過對馬達運轉造成的散熱性問題以及所帶來的能源使用效率等問題進行利用 TRIZ 工具進行可能的問題解決，希望能夠提升散熱效率並且有效避免因為熱能的累積，造成溫度不斷上升，進而導致馬達與周遭機構造成損壞的問題。本文分別經由 TRIZ 工具中的：元件功能分析(Function analysis)設計探討、76 標準解以及 39 工程參數和 40 發明原則等設計，探討提升散熱效率創新設計的可能，並期望能對未來電動車的研究發展能有所助益與參考方向。

關鍵詞： TRIZ、電動車、馬達散熱、創意性工程設計

1. 電動車馬達散熱性問題與現況分析

本研究主要探討之電動車，並設定其環境參數是使用在熱帶或亞熱帶地區作為探討對象。經研究者觀察，熱帶與亞熱帶地區冬季平均溫度為攝氏 20 度，夏季平均溫度為攝氏 30 度，一般馬達在持續運轉情況下，若無適當冷卻系統，將可達到非常高的溫度，然而倘若在有冷卻系統的狀況下，一般馬達的溫度，依舊有機會達攝氏 70~80 度範圍以上。因此，馬達在高溫的狀況下，許多問題也將隨之而來，例如：導電效率下降、馬達壽命下降、軸承壽命下降，等等…。因此，對於行駛過程中，馬達因過熱造成的損壞將有甚大的機會，也將提高對行車駕駛帶來交通危險性，所以馬達的散熱性是一個值得重視的問題(Hawkins, 2015; Christie, 2016; Chong, 2014; Putra, 2017; Xiong, 2015; Ye, 2016)。

針對馬達散熱問題，目前一般的散熱方式有：氣冷式、水冷式以及整合式水冷系統等三種。其中最常見的即是氣冷式，該冷卻方式主要是利用行車速度所帶來的空氣來進行冷卻；其次水冷式則是利用液態水進行散熱；最後整合水冷式則是以空氣進行熱交換或排掉液態水作為冷卻方式。綜整以上三者，共通點是利用空氣來進行熱交換，但在熱帶與亞熱帶地區的空氣溫度介於攝氏 20 度到攝氏 30 度之間，利用空氣進行散熱，其效率仍然有限。在此，本文將先針對行駛距離長且時間久的狀況下與利用高效率的永磁馬達為主，以發明問題解決理論工具進行散熱效率創意工程設計之探討，最後再提出整合後的綜合性評估。

2. 發明性問題解決理論工具

2.1 76 標準解設計

圖 1 為本研究的問題模型為 76 標準解中 1.2 消除有害的作動關聯。其中，電力提供給銅線做產生磁能，然而因電阻等問題，造成銅線圈發燙，進而降低馬達壽命。而解決模型則採用解決模型 A、B(如圖 1)，對於場-物質模型給予消去、破壞或化解系統內有害作用之類型。希望能夠透過外加冷卻系統或一個場來提高散熱效率，進而阻斷過多的熱能造成馬達本身的危害。

(a)

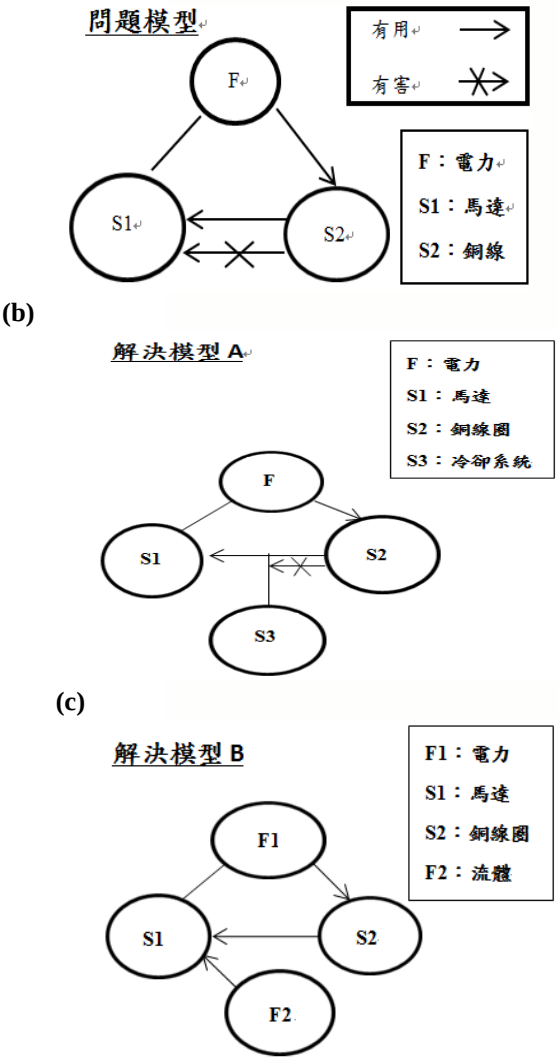


圖 1. 問題模型與解決模型

利用 76 標準解(圖 1)可以讓我們快速了解到散熱的重點與方法，是一個快速簡單的創新設計方式。利用此方法，我們發現可能進行創新的方法有 A 與 B 解決模型，分析如下：

利用解決模型 A：分析發現要避免馬達過熱就是利用冷卻系統把熱能吸收。本研究可以利用管線將冷氣流或液態水注入管線，讓其直接與發熱源接觸與作用。如圖 2 所示。

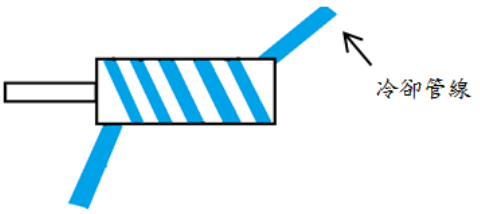


圖 2. 冷卻管線包覆馬達

利用解決模型 B：分析發現可以利用空氣動力場來進行改善，在馬達尾部裝上小型電風扇或是加壓器將空氣快速在其內部進出以利進行熱交換。再者，本研究可以透過化學力進行吸熱反應，在馬達表面加入兩個管線，讓內容物接觸進行化學反應來進行吸熱，如圖 3、圖 4 所示。

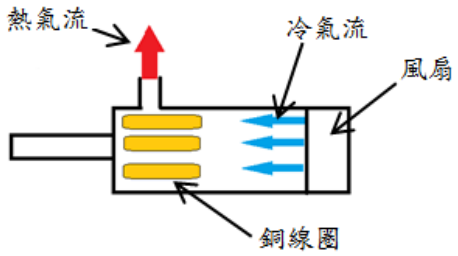


圖 3.氣流快速進出入馬達內部

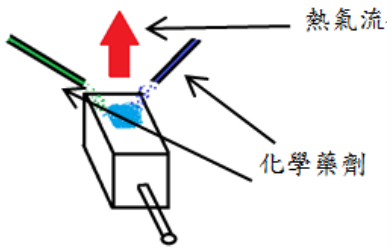


圖 4.在表面利用化學反應進行吸熱反應

2.2 元件功能分析(Function analysis)設計

本部分首先針對馬達本身與冷卻系統的整體運作進行分析。初步將整體分成子系統(Sub-system)、系統(System)、與超系統(Super system)之分類，如表 1。並將其分類為系統：馬達外殼、銅線圈、馬達轉子；子系統：電力、負載；超系統：冷卻系統。利用分類以便於我們找出散熱問題產生之關聯性，如表 2、圖 5，6 所示：

表 1.子系統、系統、超系統

子系統(Sub-system)	電力、負載
系統(System)	馬達外殼、銅線圈、馬達轉子
超系統(Super system)	冷卻系統

表 2.系統各部元件作用情況分析

	電力	銅線圈	馬達轉子	馬達外殼	負載	冷卻系統	外界
電		o	x	x	x	o	x

	力	銅線圈	馬達轉子	馬達外殼	負載	冷卻系統	外界
力		o	x	x	o	o	x
銅線圈	o		o	o	x	x	o
馬達轉子	x	o		o	o	x	o
馬達外殼	x	o	o		x	o	o
負載	x	x	o	x		x	o
冷卻系統	o	x	x	o	x		o
外界	x	o	o	o	o	o	

O：有相互作用 x：無相互作用

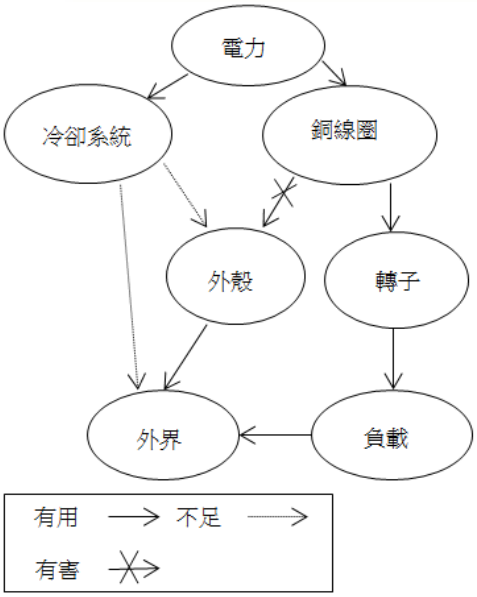


圖 5.藉由表 2 進行圖示分析

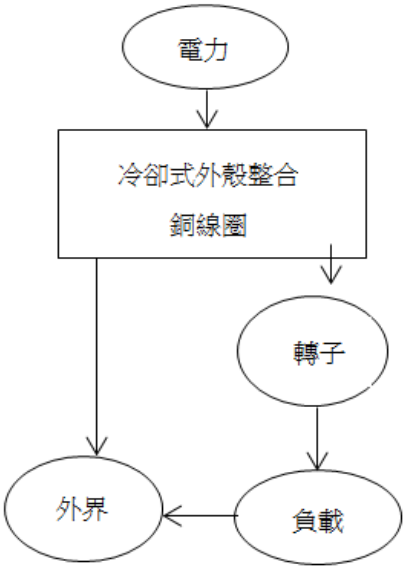


圖 6.簡約設計

經由系統功能分析後，再進行簡約的設計。預期將冷卻系統與馬達外殼緊密結合。希望讓馬達外殼本身的結構上也能進行有效的散熱，降低對冷卻系統的依賴性。另外，在外殼的內部結構設置凸槽，以便銅線圈放置。此凸槽內有鑲入冷卻系統以便快速散熱。

2.3 39 工程參數和 40 發明原則設計

本章節主要是使用創意性問題解決理論之 39 工程參數和 40 發明原則(Mann, 2002;許棟樑, 2010)。本研究希望解決的問題是提高散熱效率，而解決的方法是加裝冷卻系統，快速降低馬達內部溫度，但出現新問題會是增加了重量、體積等，如表 3 所示。所以本研究欲改善參數為：溫度(17)、功率(21)、物體產生有害因素(31)；惡化參數為：固定件重量(2)、固定件體積(8)、能源損失(22)、溫度(17)，如表 4。利用以上參數進行衝突矩陣以找尋創新的可能，如表 5 所示。

表 3. 問題、解決方法與新問題

問題	馬達線圈通電時，會因為銅線圈的內電阻造成電力的損失，進而發熱。
解決方法	加裝冷卻系統以加速散熱速度以及提高銅線圈通電效率。
新問題	加裝冷卻系統會增加重量、體積，也會因為額外加裝壓縮機而產生額外的熱能與能量損失。

表 4.改善與惡化工程參數

改善	溫度、功率、物體產生有害因素
惡化	固定件重量、固定件體積、能源損失、溫度

表 5.矛盾矩陣表

惡化 / 改善	2. 固定件重量	8. 固定件體積	22.能源損失	17. 溫度
17. 溫度	22,35,32	35,6,4	21,17,35,38	
	22. 將有害變有利 35. 參數改變 32. 改變顏色	35. 參數改變 6.萬用 4. 非對稱	21.快速作用 17.移至新空間 35.參數改變 38.強氧化劑	
21. 功率	19,26,17,27	30,6,25	10,35,38	2,14,17,25
	19. 週期性運動 26.複製 17. 移至新空間 27. 拋棄式	30.彈性膜和薄膜 6.萬用 25.自助	10.預先作用 35. 參數改變 38.強氧化劑	2.分離 14. 曲度 17. 移至新空間 25. 自助
31. 物體產生有害因素	35,22,1,39	30,18,35,4	21,35,22,2	22,35,2,24
	35. 參數改變 22. 將有害變有利 1.分割 39. 惰性環境	30.彈性膜和薄膜 18.機械震動 35.參數改變 4. 非對稱	21.快速作用 35.參數改變 22. 將有害變有利 2.分離	22. 將有害變有利 35. 參數改變 2.分離

在大自然的世界中，我們不難發現到生物都需要進行熱交換以便散熱，主要有增大表面積以及相轉變這兩種方法進行散熱。增大表面積有助於增加散熱接觸面積，例如：植物葉片背面的散熱機制等。相轉變則是利用某一物質的溶沸點進行吸熱反應，進而把過多的熱帶走，例如：人類透過汗水進行散熱、透過泡水進行降溫等，原理如下式(式 1)。

$$Q = KA\Delta T/L \quad (1)$$

其中，Q：傳導散熱量；

K：導熱係數；

A：導體橫截面積；

ΔT：傳熱路徑兩端溫差；

L：傳熱路徑長度；

由上述公式佐證可得知，在馬達外殼材質不變下，提高表面積以及傳熱路徑兩端溫差有助於提高傳導散熱量。經矛盾矩陣的分析，以下是經由發明原則提出之設計方向，發現可能進行創新改良的發明原則有：35.參數改變、17.移至新空間、1.分割、22.將有害變有利。其中，原則 35.改變參數：原本的水冷式散熱法主要是利用水並加入冷卻劑來達成散熱目的，不過水的溫度仍然無法達成我們所需的要求。在管線裡面加入加壓氮氣，利用高壓氮氣可使我們得到更低溫的方式將馬達過多的熱帶走；原則 17.移至新空間：普遍的馬達外殼都是屬於四方形的平面，表面散熱效率並不高。本研究在表面加裝鰭片用來增加表面積以提高散熱效率；原則 1.分割：將管線裝入馬達內並讓管線線路散開，使銅線圈與銅線圈之間都有管線碰觸，藉以增加散提升熱效率，並且可解決降低高溫儲存在馬達太久所帶來的損壞；原則 22.將有害變有利：利用賽貝克效應(Seebeck effect)，俗稱熱電效應。在馬達表面裝上 N-P 型電晶體進行熱電效應，利用熱來產生電能。但是其目前的轉換率大約 5 到 10 個百分比，可以輕易地發現能量轉換效率並不高。

3.馬達散熱創新之高壓氮氣整合式冷卻系統與綜合性評估

經由 76 標準解、元件分析探討、及 39 工程參數和 40 發明原則設計探討這三種創意性工具進行討論後，利用水冷管線結合加壓氮氣管線擴散在馬達線圈周圍，並讓外殼嵌滿致冷晶片，透過行車氣流將致冷晶片的熱量帶走，以達成散熱目的。

本設計是快速將熱量快速帶走，以達成快速散熱目的。透過高壓氮氣可獲得較低溫冷卻管線，而透過加裝致冷晶片此一技術，可不用過多的設備(例如：壓縮機等)來進行冷卻，可減輕整體重量又可快速冷卻。本文概念設計圖，如圖 7~ 10 所示。

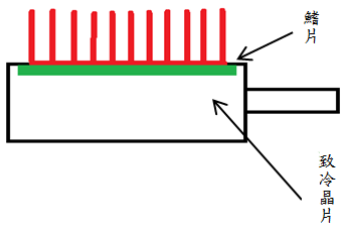


圖 7.在外殼上裝滿致冷晶片

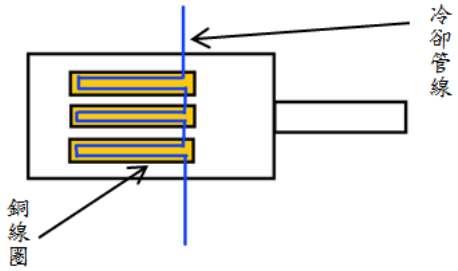


圖 8.冷卻管線導入馬達內部

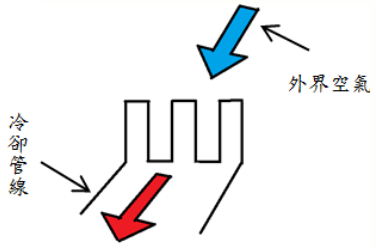


圖 9.管線與外界進行熱交換

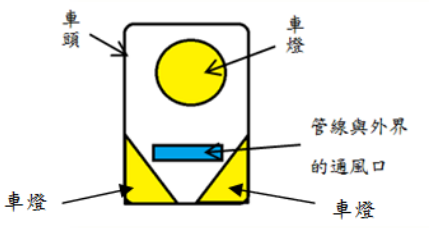


圖 10.通風口的位置

4.總結與未來展望

本研究 TRIZ 發明性問題解決理論進行電動車馬達散熱系統之創意性工程設計，主要致力於利用三種 TRIZ 常用的創意性發明技巧工具，進行提高馬達散熱效率之設計。過程中，充分了解馬達內部構造以及現今的散熱系統原理，並充分運用三種創意性工具輔助設計，進而獲得相關具有創意性之產品，分別是：a.利用 76 標準解快速了解問題癥結點並經過分析，獲得導入冷卻管線降溫、利用小型電風扇讓空氣快速在馬達內部快速進出入、在馬達外殼進行化學反應中的吸熱反應，以上共三種改良方式；b.利用元件功能分析設計探討後，簡化了冷卻系統以及馬達外殼，讓這兩個系統結合方式，降低外殼對於冷卻系統的依賴性；c. 39 工程參數和 40 發明原則設計後，獲得四種發明原則(35.改變參數、17.移至新空間、1.分割、22.將有害變有利)，並分別提出其可能的解決方式。最後，整合了元件分析與 39 工程參數和 40 發明原則設計，並獲得了高壓氣氣整合式冷卻系統，具有相當創新與可行性。經由以上操作，發現 TRIZ 創意性工程理論確實能用來解決問題並創新，可以獲得更妥善的改良方式與建議。

參考文獻

許棟樑，(2010)。**系統化創新流程與工具發展：步進改善與趨勢。**

References

A., Hawkins, D., & Goss, J. (2015, March). Modern heat extraction systems for electrical machines-A review. In Electrical Machines Design, Control and Diagnosis (WEMDCD), 2015 IEEE Workshop on (pp. 289-296). IEEE.

Christie, R., Dubois, A., & Derlaga, J. (2016). Cooling of Electric Motors Used for Propulsion on SCEPTOR.

Chong, W. T., Hew, W. P., Yip, S. Y., Fazlizan, A., Poh, S. C., Tan, C. J., & Ong, H. C. (2014). The experimental study on the wind turbine's guide-vanes and diffuser of an exhaust air energy recovery system integrated with the cooling tower. Energy Conversion and Management, 87, 145-155

Mann, D. (2002). Hands on systematic innovation.

Putra, N., & Ariantara, B. (2017). Electric motor thermal management system using L-shaped flat heat pipes. Applied Thermal Engineering.

Sheu, D.D. (2010). Development of Systematic Innovation Process and Tools: Step Forward and Trends. Source: Source: Ministry of Science and Technology, R.O.C

Xiong, J. J., & Zhou, L. T. (2015). The Research and Development of Motor Cooling Control System Based on Electronic Parking Brake Test Bench. In Applied Mechanics and Materials (Vol. 733, pp. 674-679). Trans Tech Publications.

Ye, L., Tao, F., Wei, S., Qi, L., & Xuhui, W. (2016, September). Experimental research on the oil cooling of the end winding of the motor. In Energy Conversion Congress and Exposition (ECCE), 2016 IEEE (pp. 1-4). IEEE.

作者簡介

翁永進博士自 2013 年以來在國立嘉義大學當任教職。在此之前，他在開南大學、中央大學與台灣科技大學機械系等學術單位分別擔任專兼任教職。翁教授從台灣大學獲得工學博士學位後、持續致力於創新研究與微系統製程開發為主要研究主題。他的研究領域包括微奈米壓印、精微與創新性之塑膠成型技術、微元作成形製程、TRIZ研究。

吳敦晏目前就讀於國立嘉義大學機械與能源工程學系專題生。對於創新研究方法領域很感興趣，曾參加過第九屆海峽兩岸創新方法研討會並進行口頭論文發表，目前正積極朝系統性創新此方向領域邁進。

10.6977/IJoSI.201803_5(1).0003

Creative conceptual design ideas for Ghost Money- Burning Tub with Design Thinking, TRIZ, and Universal Design methodology

Tien-Ting Chiu[1]*; Tai-Rong Lien[1]; Chao-Chung Chan[1]; Tzu-Yang Chiu[2]
[1*]Department of Industrial and Systems Engineering, Chung Yuan Christian University, Chung-Li 32023, Taiwan, R.O.C.
[2] Department of Optoelectric Physics, Chinese Culture University, Taipei, 11114, Taiwan, R.O.C.
*Corresponding author, E-mail: tdchur@mail.nctu.edu.tw
(Received 29 March 2017; final version received 28 August 2017)

A burn ghost money is Taiwanese religions and cultural traditions. But burning gold paper will produce carbon dioxide, causing environmental pollution. Therefore, the aim of this study attempts to creative design concepts for a ghost money- burning tub. This study will be based on the five stages of design thinking, according to D. School, are as follows: empathy, define, ideate, prototype, and test. The research methods involved brainstorming, observational field research, systematic innovation methods (such as Mandala, Attribute Listing Technique, Cause and Effect Diagrams, Scenarios Analysis), TRIZ theory, Taiwan Patent Search System, and universal design questionnaire. Results of this study showed that a ghost money- burning tub can reduce environmental pollution.

Keywords: *Mandala, Attribute Listing Technique, Cause and Effect Diagrams, TRIZ*

References

Benyon, D. (2014). Designing Interactive Systems: A Comprehensive Guide to HCI, UX and Interaction Design (Third Ed.). UK: Pearson.

Harting, A. & Kempkens, O. (2014). Getting elephants to dance. Retrieved February 15th, 2017: https://www.slideshare.net/CorporateStartupSummit/getting-elephants-to-dance

Jugulum, R., & Sefik, M. (1998). Building a robust manufacturing strategy. *Computers & Industrial Engineering, 35*, 225-228.

Mace, R. (1997). About the center: Ronald L. Mace. Retrieved February 12th, 2017: https://www.ncsu.edu/ncsu/design/cud/about_us/usronmace.htm

Mace, R. (1998). Universal design in housing. Assistive Technology, 10(1), 21-28.

Robles, G. C., Negny, S., & Le Lann, J. M. (2009). Case-based reasoning and TRIZ: A coupling for innovative conception in Chemical Engineering. *Chemical Engineering and Processing, 48*(1), 239-249.

Story, M. F. (1997). 7 defining criteria: A set of seven principles developed by the Center for Universal. Design can help designers make their designs universal. *Innovation*, *16*(1), 29-32.

Yamashina, H., Ito, T., & Kawada, H. (2002). Innovative product development process by integrating QFD and TRIZ. *International Journal of Production Research*, *40*(5), 1031-1050.

10.6977/IJoSI.201803_5(1).0003

Tien-Ting Chiu, Tai-Rong Lien, Chao-Chung Chan, Tzu-Yang Chiu / Int. J. Systematic Innovation, 5(1), 18-27 (2018)

設計思考、萃智和通用設計應用於燒金紙桶設計概念

邱添丁[1]*、連泰嶸[1]、詹詔中[1]、邱子洋[2]
[1]中原大學 工業與系統工程學系
[2]中國文化大學 光電物理學系
通訊作者 e-mail: tdchur@mail.nctu.edu.tw

摘　　要

台灣祭祀祖先及宗教文化中，常以焚燒金紙作為感謝神明庇佑的謝禮，並祈福未來一切平安順利。燃燒金紙過程中不但會產生二氧化碳，且在燃燒不完全情況下，金紙會釋於大量的有害物質與氣體，造成環境汙染；若未注意到金紙桶內有悶燒情形，當桶內死灰復燃，對居家安全造成威脅。有鑑於此，為了維持文化傳承，也顧及環境汙染及居家安全議題。應用設計思考架構下，本設計方法計有：(1)場域觀察(家庭祭拜神明及祖先禮儀活動)；(2)系統性創新方法(如曼陀羅九宮格、屬性列舉法、魚骨因果分析、情境分析)；(3)TRIZ 理論等設計階段思考；(4)專利檢索等，促使產品設計更趨於最佳化。本設計產品概念於測試階段提供通用設計問卷評估，其結果將可供產品修正之參考。本研究產品設計概念促使投入金紙能完全燃燒，且讓燃燒所產生有害氣體達到最低，兼顧傳統文化保留及降低環境汙染；其設計概念方法，適用國內金桶製造廠商設計之參考。

關鍵詞：曼陀羅九宮格、屬性列舉法、魚骨因果分析、情境分析

1. 設計背景

1.1 創作緣由

在台灣各宗教儀式活動，民間信仰習俗都還會祭祀神明或是祖先之後，以燒金紙以感謝神明或祖先的庇祐，如民俗廟會-東港王船祭、媽祖遶境...；家庭祭祀-清明節(如清代袁枚於「祭妹文」文章內描述：「...紙灰飛揚，朔風野大，阿兄歸矣，猶屢屢回頭望汝也。...」其「紙灰飛揚」意指墓前燃燒金紙情節)、中元普渡、初一十五土地公...等等，這些儀式稱為「拜拜」，是台灣珍貴的文化資產。現代人對於廟會及家庭祭祀所使用金紙如何區別不甚了解？依林金郎(2014)研究大致為(1)金錢(敬神紙)：紙上貼金箔，是燒給神明；(2)銀紙(冥紙)：紙上貼銀箔，是燒給亡者的。本研究不論是金錢或銀紙，均統稱為金紙；而燃燒金紙一般放置在「金紙桶」，它為一般家庭必備用品之一，然金紙在燃燒過程中，所產生濃煙常常會造成環境汙染。

1.2 創作動機與目的

現在金紙桶雖然使用很方便，但是在金紙焚燒過程中仍需要留意下列問題，如(1)金紙燃燒過程中可能因為助燃物不足，造成燃燒不完全，而產生煙塵現象，煙塵除了會產生一氧化碳造成環境空氣品質污染外，粒狀污染物會危害人體健康；(2)金紙桶內金錢死灰復燃，可能會發生火災，釀成公共危險意外。有鑑於此，為了維持民俗文化及降低燒金紙所造成環境污染，本金紙桶設計將促使桶內所有金紙皆能完全燃燒，解決燃燒不完全所帶來環境的傷害。

2.文獻探討

2.1 設計思考

設計思考(design thinking) 是換位思考及打破人們習慣框架，強調設計需要顧及使用者需求及使用者行為之友善設計。其特色是強調以使用者為中心、共同合作、創意發想、動手做，其目的是以己身探索觀察去體驗內隱價值及建構概念的方式；其優點為透過直接掌握現狀，有助於發展新的構想(陳光棻，2016)。另依史丹佛大學 D. School 設計學院 Kelley 教授，使用的就是設計思考的流程依序為以下五個步驟（如圖1）：

(1) Empathy (感同身受)：從使用者角度思考。挖掘使用者需求及待解決的問題，而問題背後需要從環境、心智模式、工具、作業方式...等觀察。
(2) Define(定義)：釐清核心問題。常使用 Why(為什麼)與 How(如何做)，用來確定想要解決的問題、依問題先後或輕重緩急排序、並思考關鍵成功要素？核心價值？
(3) Ideate(概念)：確認問題解決方法。以各種創新想法發散、點子收斂與分類。
(4) Prototype(雛型)：製作設計雛型。從雛型中模擬設計是否有不足。
(5) Test(測試)：依據測試結果分析再修正。

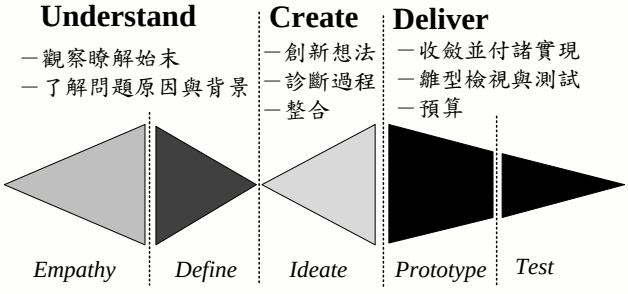


圖 1. 設計思考示意圖
資料來源：本研究參考 Harting and Kempkens (2014). Getting elephants to dance. 修改繪製

2.2 情境設計(Design Scenarios)

依據Benyon (2014)研究指出，情境故事法是藉由情境分析，把設計者從現實的世界被帶到產品未來使

用的情境，從操作使用程序引用至使用環境。藉由情境分析以協助設計者，將所觀察得到的資訊連貫起來，從中領悟與體驗的行為，以做為創新設計的根據。情境分析分為四大類型：Stories(使用者故事)、Conceptual Scenarios(概念情境)、Concrete Scenarios(具體情境)、Use Cases(使用案例)等(如圖2)。

(1) 使用者故事：是人類在真實世界中的經驗、想法、軼事與知識，亦由片斷行為與場域環境所組成資料。觀察者可以任何方式記錄，被觀察者故事內容。
(2) 概念情境：此情境對系統需求瞭解、設計發想與產生，特別有效。
(3) 具體情境：當設計者面對某特定問題或議題時，可以將原有情境稍做修改，產生與舊有情境有關的新情境。因此，概念情境可能衍生出許多比較具體的情境。
(4) 使用案例：描述使用者與系統之間的互動，它是有關系統如何使用的實際案例。
(5) 需求/問題：收集使用者故事、以及分析故事過程中，各種問題和困難點。
(6) 情境集成：從不同故事中抽象摘取要素，發展出一套高階抽象的情境描述，以明確定義系統(或產品)要支援的主要行為。
(7) 概念模型：在概念模型化的過程中，包括發展各種情境及情境所集成的物件。再由這些過程中，以得到物件與資料的模型。

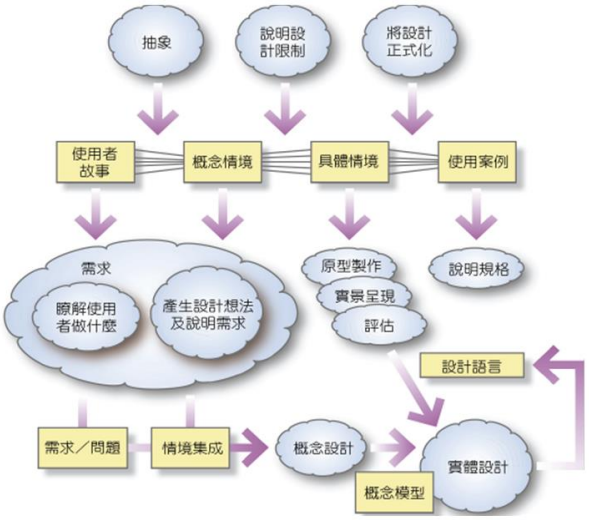


圖2. 以情境為基礎設計的架構流程示意圖。四方框表示設計產出；雲朵表示設計過程。
資料來源：陳建雄(2009)，《互動設計：跨越人－電腦互動》，全華圖書公司

2.3 發明問題解決理論(TRIZ)

TRIZ 為俄文Teoriya Resheniya Izobretatelskikh Zadatch 之縮寫，意即「發明問題解決理論」。由俄國科學家Genrich Altshuller 及其研究團隊於1946 年根據所研讀之25,000筆以上的發明專利後，針對創新發明所創造出的一套嚴謹之理論方法。TRIZ 理論為一系統化之創意設計方法，透過有系統、有規則的方法，解決創新過程中有可能碰到的種種問題，致力於釐清和強調系統中所存在的矛盾。此外，TRIZ 理論具有提升創新及解決抽象問題的能力，且TRIZ 理論之應用不局限於某特定領域，能協助工程人員針對技術問題及產品開發流程找到創新的解決方案，以取代低效率的盲目搜尋。到目前為止，TRIZ 理論被認為是最為全面且有系統地論述解決發明問題、實現技術創新的理論 (Jugulum and Sefik, 1998；Yamashina, Ito, and Kawada, 2002；Robles, Negny, and Le Lann,, 2009；郭宇智，2008)。

TRIZ 理論解決問題之工具包括：39 項工程參數(如表1)、矛盾矩陣(Contradiction matrix) (如表2)、40項發明原則(The 40 Principles) (如表3)、物質－場分析(Substance-field) 、76 個標準準則(76 Standard solutions) 、發明問題解決演算法(Algorithm for Inventive Problem Solving, ARIZ)等，本節僅介紹研究中所運用之工具：「矛盾矩陣」、「40 項發明原則」。而構成矛盾矩陣之39 項工程參數為Altshuller 分析各種工程問題狀況，所歸納出的系統衝突矛盾特徵。

矛盾矩陣表中縱軸稱為改善參數(Improving parameters)、橫軸為惡化參數(Worsing parameters)所構成，因此，矩陣之中本身就建立起一個發明與解決矛盾的分類表，在特定的 I 與 J 框格中，是由上述的39個工程參數與40個發明原則一起構成而形成的發明問題解決方法的系統，而使用者可以在矛盾矩陣中確認發明問題中技術矛盾的工程參數，而後再矛盾矩陣中找尋適當的表格與發明原則的識別代碼，經由這些過程，分析這些運算子中哪個可以運用來解決現今面對的特定問題。如此，就可以發展出能夠較完整解決相關技術矛盾問題的方法(宋明弘等，2012)。

表1. 39 項工程參數

編號	工程參數	編號	工程參數
1	移動物體的重量	21	功率
2	靜止物體的重量	22	能源的浪費
3	移動物體的長度	23	物質的浪費
4	靜止物體的長度	24	資訊的損失
5	移動物體的面積	25	時間的浪費
6	靜止物體的面積	26	物質數量
7	移動物體的體積	27	可靠性
8	靜止物體的體積	28	量測準確度
9	速度	29	製造準確度
10	力量	30	作用於物體的有害因素
11	張力、壓力	31	有害副作用
12	形狀	32	製造性
13	物體穩定性	33	使用方便性
14	強度	34	維護性
15	移動物體之作用期間	35	適應性
16	靜止物體之作用	36	設備複雜性

	期間		
17	溫度	37	控制複雜性
18	明亮度	38	自動化程度
19	移動物體消耗之能源	39	生產力
20	靜止物體消耗之能源		

表 2. 矛盾矩陣(Contradiction matrix)

惡化參數 / 改善參數	1. 移動物體的重量	2. 靜止物體的重量	…	39. 生產力
1. 移動物體的重量	—			*35, 3 24, 37
2. 靜止物體的重量		—		*1, 28 15, 35
……			… …	
39. 生產力	*35, 26, 24, 37	*28, 27, 15, 3		—

Note：矛質矩陣內*各數字是提供40發明原則。

表 3. 40 項發明原則(The 40 Principles)

1.分割	11.事先預防	21.快速作用	31.多孔材料
2.分離	12.等位能	22.將有害變成有益	32.顏色改變
3.局部品質	13.逆轉	23.回饋	33.同質性
4.非對稱性	14.曲度	24.中介物	34.消失與再生
5.合併	15.動態性	25.自助	35.參數改變
6.多功能	16.不足或過多的作用	26.複製	36.相轉變
7.巢狀結構	17.轉變至新的空間	27.拋棄式	37.熱膨脹
8.反重力	18.機械振動	28.機械系統替代	38.使用強氧化劑
9.預先的反作用	19.週期性動作	29.使用氣體或液體	39.鈍性環境
10.預先作用	20.連續的有用動作	30.彈性殼和薄膜	40.複合材料

2.4 通用設計(Universal Design, UD)

美國北卡羅萊納州立大學通用設計中心(Center of Universal Design, CUD) Mace（1985）提出的「通用設計 7 原則」為準則，強調設計「應適合所有人為用，不應與性別、年齡以及能力等差異而有所不同」，UD 目標乃期望各類型產品與環境設計都能適用於所有的使用者(Story,1997; Mace, 1997; Mace, 1998; 邱兆瑜，2008; 林志富、林楷潔、楊朝陽、廖淑芬，2016)。其原則如下：

(1) 公平使用(Equitable use)：使用者都能以同樣操作方法使用這項設計。
(2) 彈性使用(Flexibility in use)：設計能適合於不同能力使用。
(3) 簡單並直覺使用(Simple and intuitive to use)：使用者無之前使用經驗、知識、技能，皆能容易使用。
(4) 容易理解的資訊(Perceptible information)：傳達必要資訊給使用者。
(5) 容許操作錯誤(Tolerance for error)：操作錯誤仍可以回覆上一程序，並將錯誤所造成後果，降至最低。
(6) 低的身體負擔(Low physical effort)：設計能有效率、舒適、及低消耗負荷。
(7) 適當的尺寸及使用空間(Size and space for approach and use)：設計提供適當操作大小空間配置，以供各類型體型使用者使用。

另依張旭晴(2006)指出：「日本Tripod Design 設計公司中川 聰先生於『通用設計的教科書增訂版』一書中，提出通用設計評價指標，三項附則：(1)可長久使用，具經濟性；(2)品質優良且美觀；(3)對人體及環境無害。」強調設計的價值是能夠滿足大多數使用者，而不是小眾。

3. 設計概念與發展

本研究將以設計思考為架構，結合情境設計及 TRIZ 理論，並於各階段中融入系統性創新方法。而設計思考之雛型 (Prototype) 設計及測試(Test)將於下章節說明。

3.1 Empathy (感同身受)

本階段是需「從使用者角度思考」。本研究使用 6W1H1G 問題分析金紙桶燃燒時，所造成煙塵現象及居家安全的問題分析，以確認問題所在，如表 4。

表 4. 6W1H1G 問題分析

項目	問題分析與說明
What problem？ 問題點？	金紙桶燃燒不完全時，產生煙塵現象及潛在影響居家安全
What？ 要改變或增加什麼?	組件、子系統、系統及超系統的結合
When was it happen? 什麼時候會產生問題？	家庭祭拜神明及祖先禮儀活動結束後，燃燒金紙
Where is it found？ 那些地方會有這些問題？	戶外、騎樓、樓梯、或洋台
why？ 為何會發生或為何要做？	感謝神明或祖先庇佑的謝禮，並祈福未來一切平安順利
who？ 哪些人受到影響？	燃燒金紙附近住家環境
How did it happen？ 問題怎麼發生？	金紙桶內堆積太多金紙及通風不良，產生煙塵
Goal 結果目標	設計能讓金紙均能完全燃燒之金紙桶設計

3.2 Define(定義)

本階段是「釐清核心問題」。從表 4. 6W1H1G 問題分析金紙桶燃燒過程中，Why？與 How was it happen？問題分析，可以初步了解核心問題點是在於：「金紙桶內堆積太多金紙、通風不良、及燃燒不完

全，產生煙塵金紙桶所造成的。」

3.3 Ideate(概念)

本階段是「確認問題解決方法」。於本章節，將引用系統性創新方法，如情境設計、曼陀羅九宮格、魚骨因果分析、屬性列舉法等。

3.3.1情境分析

從情境分析中，可以清楚祭拜神明及祖先禮儀活動後，金紙桶內堆積太多金紙及通風不良，產生煙塵(如圖 3)。

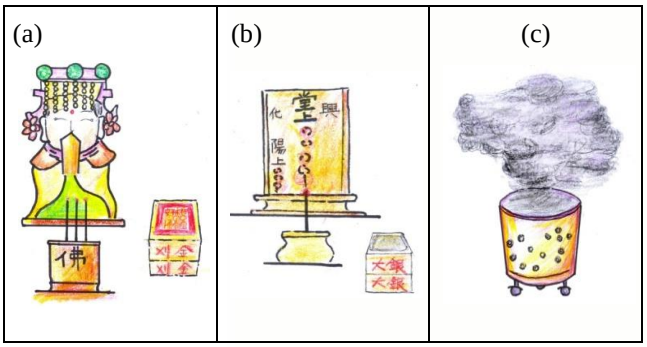


圖 1. 情境示意圖。(a)祭祀神明使用的金紙；(b)祭拜祖先使用的銀紙；(c) 金紙桶內堆積太多金紙及通風不良，產生煙塵。

資料來源：本研究自繪

3.3.2 曼陀羅九宮格(Mandala)

依陳龍安(1995)研究指出「曼陀羅法是一種有助擴散性思維的思考策略，利用九宮格，將探討主題寫在中央，然後由探討主題所引發的各式想法或聯想寫在其餘八格，其概念都與核心有關連，但彼此不必然有相關性，其方式有(1)向四面擴散的輻射線式、(2) 逐步思考的順時鐘式。」 (如圖4)

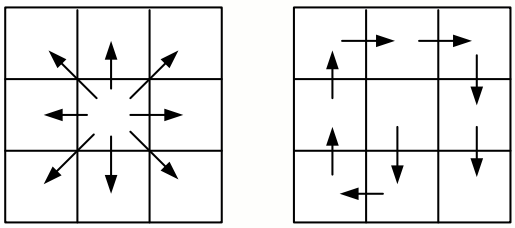


圖4. 曼陀羅九宮格示意圖

資料來源：本研究參考陳龍安(1995)，創造思考的策略與技法，重新繪製。

本研究是以發散型曼陀羅九宮格(如圖 5)，思考如何將金紙桶內的金紙完全燃燒各種可能原因。經由分析列出八項可能原因，綜理大致分為兩大主因：(1)改變金紙燃燒狀態，如選擇易燃燒金紙材質、或提升金紙燃燒表面積的物理狀態，常在金紙上的摺痕來增加金紙的表面積。(2)改變燃燒前後外在因素，這些因素並非參與燃燒過程，如增加外界助燃物質來提升金紙燃燒速度、或翻動燃燒金紙灰燼，促使完全燃燒。

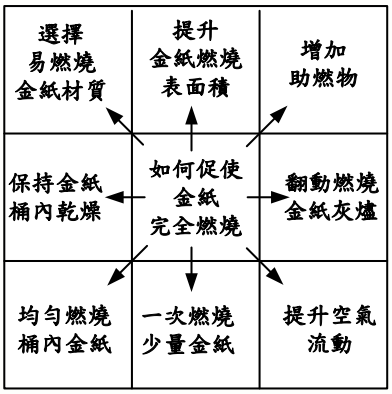


圖 5.曼陀羅九宮格–發散型

資料來源：本研究自繪

3.3.3 屬性列舉法 (Attribute Listing Technique）

陳龍安(1991)及郭有遹(1983）研究指出：屬性列舉法是由美國Nebraska大學Crawford教授於1954年發明，將事物先依其構成要素予以分解再組合。其分析方法將「物」分成下列三種屬性(橫軸)：(1)名詞屬性：全體、部份、材料、製法、零組件。(2)形容詞屬性：感受、驗驗或性質(大小、輕重、厚薄、形狀、色澤等)、狀態。(3)動詞屬性：機能 (功能、操作、方法等)。屬性列舉法分解出各項屬性，再根據其(1)特性找出其中的(2)缺點，並作出(3)期望中的改善。

本研究為列舉目前家庭或市面上常用金紙桶進行分析，從金紙桶的名詞、形容詞及動詞屬性，提出以下之特性分析(如表5)。並以此做出目前仍可以改善的部分，如改善桶上之孔洞，以確保空氣能進入，避免桶中缺氧，出現不完全燃燒的狀況，或是變更桶子底部與地板之間的高度，使得空氣能夠產生有效對流。

表 5. 金紙桶改善的屬性列舉

金紙桶	名詞			形容詞		動詞
特性	輪子	孔洞	金屬把手環	高度	冒煙	燃燒
缺點	放於非平坦地面上會不穩固	無法使氧氣進入桶內助燃	燒金紙後高溫無法拿起	冷熱空氣無法產生有效對流	金紙出現不完全燃燒	金紙灰燼下的紙未燃燒殆盡
希望	使用有固定器的輪子	改善孔洞位置	使用不導熱材質	提高金紙桶高度	改善造成不完全燃燒的原因	翻攪金紙灰燼

3.3.4 特性要因分析(Cause and Effect Diagrams)

特性要因分析是由日本石川馨(**Ishikawa**)教授，於 1943 年所提出的以把握結果(特性)與原因(要因)的解決問題分析方法。用以辨識某一特定問題的所有可能原因(鄭春生，2010)。以因果或特性為主，畫出發想的資料流程及延伸相關，以產生新點子。因形狀很像魚骨，故又稱為「魚骨圖」或「石川圖」。

金紙燃燒不完全牽涉到諸多原因，以特性要因分析分為四大項分別為：金紙桶、環境、金紙材質、及

投入金紙的方式（如圖 6）。其說明臚列如下

(1) 金紙桶：市面上或家庭使用金桶身底部是幾乎靠近地面，燃燒過程中，空氣僅能藉由兩旁的孔洞與上方進入。若桶身的孔洞過少，會使得空氣金入桶內較為困難，另會隨著金紙投入數量增加，於底部的金紙，可能會因為空氣無法進入，產生缺氧不完全燃燒的現象。本研究以此原因作為出發點考慮，認為增加金紙桶高度能有效使空氣對流，桶內的空氣也能較容易進入桶內，燃燒金紙的火焰才能生生不息。若金紙桶側邊孔洞也是依照同樣原理設計。則金紙桶的孔洞能增將桶內桶外的空氣交換，使空氣有效對流。換言之，如果金紙桶表面的孔洞增加，金紙桶內外的空氣對流就會更旺盛。

(2) 環境：金紙在燃燒過程中，因環境不同而產生煙塵程度的差異。

(3) 金紙材質：材質可能會造成燃燒程度差異，如使用環保金紙其材質較為容易燃燒，且產生的煙霧也較少，能大量減少有害物質的產生。

(4) 投入金紙方式：燒金紙時常常看到有人會將金紙的一角往內摺，再將金紙丟入桶內，是為了增加金紙的燃燒表面積，使金紙更容易燃燒，讓紙與紙之間有較大的縫隙能使空氣流入，促使金紙燃燒更快速。或是改變投入的金紙量，使空氣有足夠的空間與金紙燃燒，使底部的金紙不會因為數量過多，而無法進行正常的燃燒。

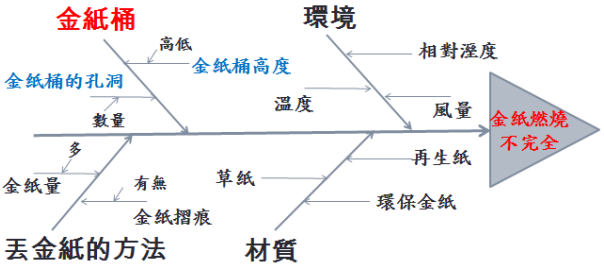


圖 6. 特性要因分析

資料來源：本研究自繪

4. 雛型 (Prototype) 設計

4.1 初步設計構想

根據設計思考與分析，本設計決定將燃燒時所出現的對流問題作為初步的改良設計。本設計提高了金紙桶的桶身高度，讓金紙桶的底部與地板的距離拉長，並且在離桶底最近的桶身處加大孔洞，盡可能使大量的空氣進入，以防桶內燃燒時缺氧造成的不完全燃燒的問題發生。

4.2 矛盾矩陣與四十發明原則

4.2.1 矛盾矩陣

本研究成員經實地勘察產品使用情形後，初步的改良設計想法為：「提高桶底到地板之間的距離與加大近桶底的孔洞，加強空氣中的對流，使得空氣能進入桶內，改善因為桶內的不完全燃燒、及產生有毒物質與氣體問題。」如圖 7 所示。從圖 7 初步設計中，使用者需在使用前，先調整桶身高度，促使在使用中產生更多空氣對流，以解決燃燒不完全所產生悶燒、及有毒物質與氣體問題。然，金紙桶於使用過程中，金屬殼高溫且燙，使用者不易碰觸與調整、且出現金紙桶上方重量重而底座輕現象（易傾倒）、及在使用後餘灰清理等問題。承上所言，本研究把初步改良金紙桶的形狀視為改良現成問題後的惡化參數。本研究於設操作型定義之改善參數和惡化參數後，再從矛盾矩陣表中找出四十發明原則，如表 6。

(a) (b)

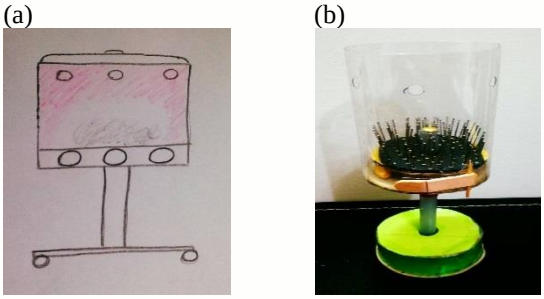


圖 7. 金紙桶初步改良設計示意圖。(a)改良版金紙桶身的高度與底座可調整、孔洞加大，以降低燜燒不完全情形；(b) 金紙桶初步改良設計雛型。

資料來源：本研究自繪

表 6. 矛盾矩陣

惡化參數 / 改善參數	形狀(12) Shape
物質的損耗(23) Loss of Substance	29,35 3 , 5

4.2.2 發明原則

從矛盾矩陣表中找出 “#29 氣壓或液壓構造 (Pneumatic or Hydraulic)、35 參數改變(Transformation Properties)、3 局部品質(Local quality)、5 組合與合併 (Consolidation)”，如表 7 所示(蕭詠今，2009；許棟樑、王傳友、歐陽怡山，2016)。

表 7. 發明原則

	發明原則	原理說明	設計發想
29	氣壓或液壓構造	使用氣體或液體取代固體的元件或系統	金紙在金紙桶燃燒過程中，金屬外殼會產生高溫及發燙情事，為了提升完全燃燒效果，利用氣壓或液壓操控金紙桶的高度，以避免人為徒手操作而受傷。
35	參數改變	• 改變物理物理、化學狀態改變濃度或密度 • 改變彈性(伸縮性、彎曲性、可撓度)的程度 • 改變溫度 、壓力、長度、體積、及其	• 金紙桶長度可以改變。 • 支撐金紙桶金屬管具有 (1) 高度改變功能 (2) 管子為中空設計，非實心管 (3) 中空管身增加

		他參數	孔洞，增加空氣對流功能
3	局部品質	• 改變一個物體或系統的結構從均質變成異質 • 改變一個作用或外部環境(外部影響)從均質變成異質	• 將金紙桶內平坦底部，設計為突起針狀設計。 (1) 針狀突起位置能將燃燒過後較小金紙灰燼掉落至針狀的底部。 (2) 未燒盡的金紙，留在頂部繼續燃燒，直到成金紙灰燼掉為止。 (3) 防金紙被灰燼蓋住，而造成不完全燃燒。
5	組合與合併	• 把相同的物體或完成類似操作的物體聯合起來 • 把時間上相同或類似的操作聯合起來 • 將相同或相關的物體、作業、或功能實體連接或合併 • 合併物體、作業、或功能，使其在時間上一起作用	• 金屬空心管具有下列功能 (1) 支撐、改變高度及通風等功能組合。 (2) 伸縮管頂端加裝小蓋子，以防止桶內燃燒過程，金紙灰燼掉落管內造成阻塞。

4.3 產品設計概念

吳清城(2008)研究指出：削減設計(Simplicity Design)在系統經分析後，了解及確認那些是主要組件，那些是次要元件。在不減少系統功能條件下，藉由刪減次要元件，以節省成本，達簡約設計之目的。簡言之，運用消除系統某組件但沒有削弱系統的功能與特性，並使設計更趨理想化，是一種簡約設計的思維。爰此，本設計考量成本問題，將削除氣液壓的設計，改由便利的腳踏控制桿方式替代之(如圖 8)。

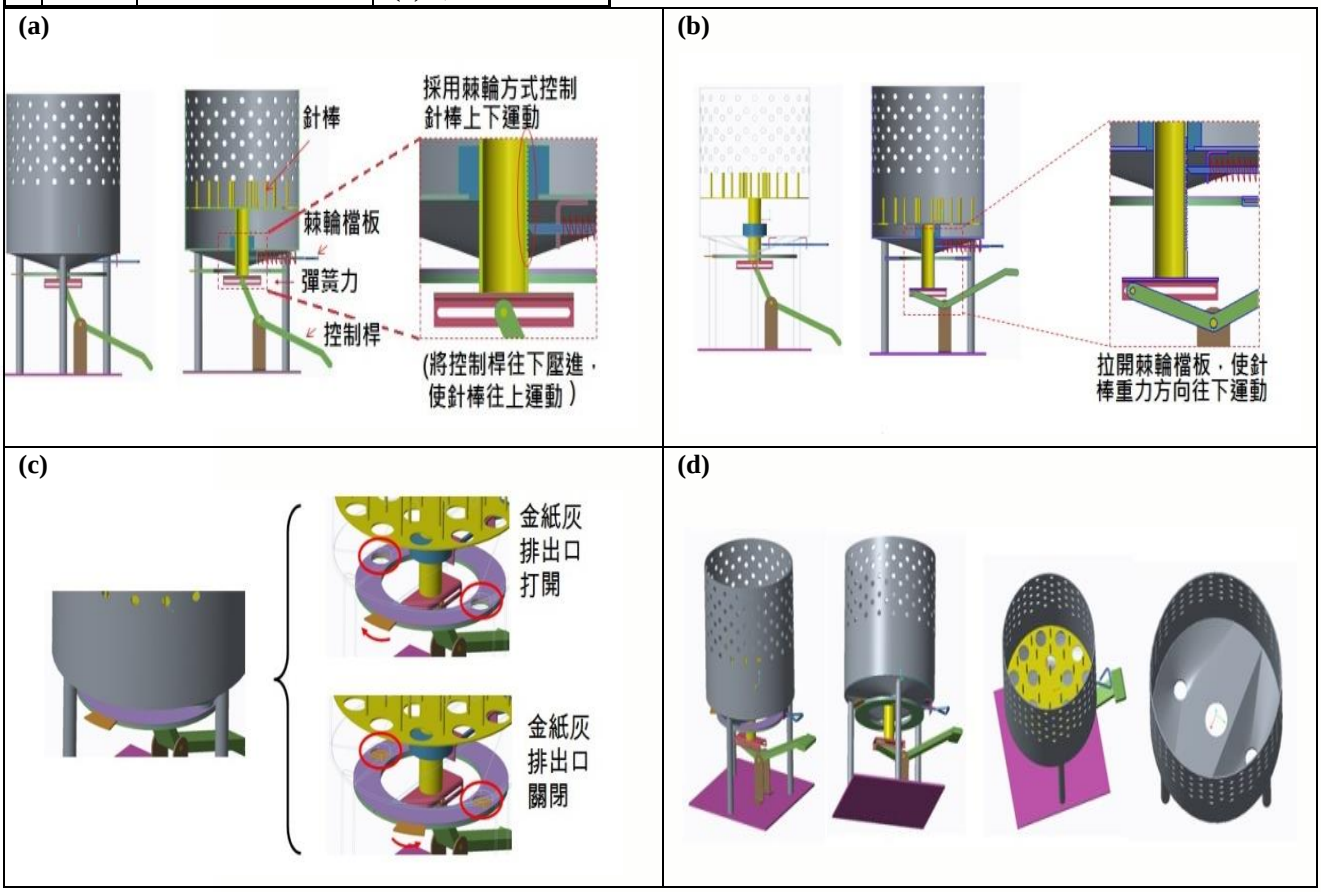


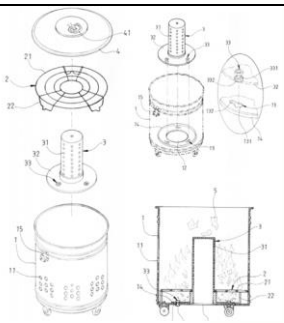
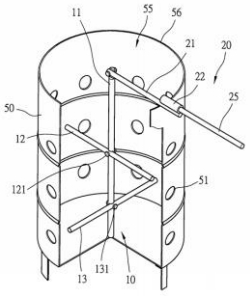
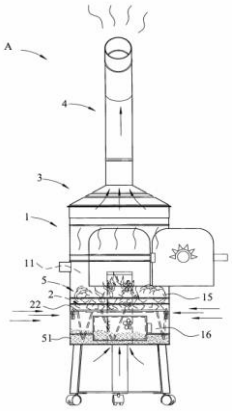
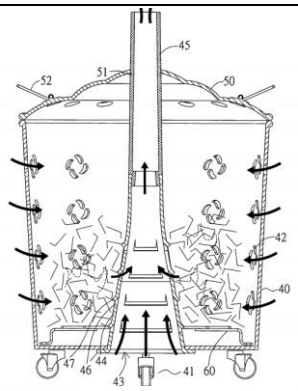
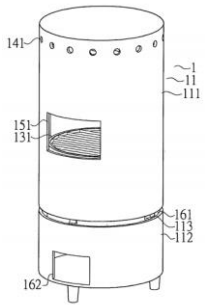
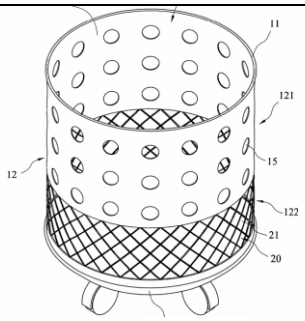
圖 8. 金紙桶設計概念示意圖。(a)金紙桶底座與金屬支架焊接成一體，防止晃動；燃燒期間利用腳踩(往下)控制桿，將針棒往上抬舉(#3 局部品質)，其針棒高度改變與調整是利用棘輪與棘輪檔板之間機械作用(#5 組合與合併)；冷空氣從黃色金屬空心管孔洞中流入，與正在燃燒金紙產生對流，以達完全燃燒(#35 改變參數)；(b)燃燒完畢，利用腳踩(往下)控制桿，棘輪與棘輪檔板之間產生機械作用，使針棒往下降；(c)燃燒後打開排出口進行清理金紙灰作

業，清理完畢後關閉排出口；(d)金紙桶設計側身及俯視示意圖。
資料來源：本研究自繪

4. 4 相關產品比較

為了確認本設計產品是否已他人設計類似且經完成專利申請。若本設計至經濟部智慧財產局「中華民國專利資訊檢索系統」查詢，查驗專利產品是否與本設計有雷同之處，以做為專利迴避及避免侵犯他人智慧財產權。業經「中華民國專利資訊檢索系統」查詢列舉 6 項專利產品，其設計之目的、優缺點如表 8 所示。至於本設計產品異於 6 項專利產品的地方為：(1)針棒設計-避免燜燒燃燒不完全現象;(2)針棒高度改變-利用棘輪與棘輪檔板之間機械作用，適時調整高度以控制燃燒情形；(3)金屬空心管設計-具支撐、改變高度及通風等功能組合；(4)燃燒後灰燼清理設計。

表 8. 相關專利產品比較

申請專利之相關產品	相關產品比較說明	申請專利之相關產品	相關產品比較說明
 名稱：金爐之改良結構 編號：M492124	• **目的**：燃燒完後方便事後之灰燼處理 • **優點**：增加空氣至桶內的流動，底部開洞方便灰燼的清理 • **缺點**：底盤低，對流效果不顯著	 名稱：金爐助燃結構 編號：M471829	•**目的**：避免金紙悶燒造成大量濃煙 •**優點**：可翻攪桶內尚未燃燒完全的金紙，使金紙能快速燃燒，降低悶燒問題 •**缺點**：燃燒時金爐附近皆為高溫，無法在第一時間內對桶內之金紙做翻攪動作。
 名稱：金爐結構改良 編號：M481680	• **目的**：增加金爐強度使其更加堅固耐用 • **優點**：桶頂設置導流管以及底部提高，使空氣進入桶內，加強熱對流之效果。 • **缺點**：體積較龐大，使用時不易移動，且不方便收納	 名稱：改良式金（紙）桶結構 編號：M447176	• **目的**：提高燃燒時桶內之空氣流通 • **優點**：導通管高，可以有效帶動熱空氣之流動，且孔洞形狀不容易受灰燼阻塞 • **缺點**：中空導通管較低，下方進入之冷空氣對流現象不顯著
 名稱：金爐構造 編號：M479087	• **目的**：避免金紙燃燒時亂飛，降低不完全燃燒的問題，減少燃燒時產生的懸浮物而影響空氣品質。 • **優點**：燃燒時灰燼不易飛出 • **缺點**：桶身成圓柱形且較大，需要使用時不容易移動。	 名稱：金爐結構 編號：M438219	• **目的**：提高燃燒時桶內的空氣量 • **優點**：桶身多孔洞，桶內不容易產生缺氧之問題 • **缺點**：燃燒時灰燼容易經由孔洞飛出來

5. Test(測試)

依史丹佛大學 D. School 設計學院 Kelley 教授，使用的就是設計思考的第 5 流程為：「測試-依據雛型測試結果分析再修正。」係因本研究僅提出設計概念，尚未做出產品實體雛型，爰此，暫時無法執行通用設計問卷。然，為了本研究完整性，本節提供通用設計問卷內容以使內容更臻於完善。產品設計使用性問卷各項變數主要是以李克特（Likert Scale）5 點量表做為主要衡量依據，非常同意為 5、同意為 4、無意見為

3、不同意為 2、非常不同意為 1。問卷結果須經 Cronbach's α 係數值進行信度分析，α 係數值大於 0.8 以上為理想接受之範圍。使用性問卷內容，如表 9。

表 9. 通用設計問卷結果

	通用原則	問卷題目	M	SD
1	公平使用	請問您，對於本金紙桶設計，可以放心安全操控使用它？		
2	彈性使用	請問您，對於本金紙桶設計可以方便彈性使用？		
3	簡易及直覺使用	請問您，對於本金紙桶設計您可以很容易操控它？		
4	明顯的資訊	請問您，對於本金紙桶針棒設計，當針棒高度上升時，您可以完全理解是在幫助燃燒效果？		
5	容許錯誤	請問您，對於本金紙桶在不經意動作操作下，也不會發生使用不方便情形？		
6	省力	請問您，對於本金紙桶設計可以有效、舒適及不費力地使用？		
7	適當尺寸及空間	請問您，對於本金紙桶設計提供了適當大小及空間？		
8	附則 1 可長久使用具經濟性	請問您，對於本金紙桶設計可以耐久且長期使用？		
9	附則 2 品質優良且美觀	請問您，對於本金紙桶設計材質，讓您有感受到滿意？		
10	附則 3 對人體及環境無害	請問您，對於本金紙桶設計有助於對周遭環境改善？		

Note：M = Mean (平均值)
SD = Standard Deviation(標準差)

6. 結論

本研究產品設計能讓投入金紙皆能完全燃燒，讓燃燒所產生有害氣體達到最低，兼顧傳統文化保留及降低環境汙染。本設計概念發展是以設計思考為架構，結合情境設計、及 TRIZ 理論於各階段中融入系統性創新方法等，提供設計指導原則。另提供通用設計及附則問卷內容以供產品實體雛型修正之參考依據，本設計概念將適用國內金桶製造廠商設計之重要參考。

6.1 產品設計限制

本產品設計是依據設計思考、萃智及通用設計步驟及方法，提出產品設計概念，對於產品實體雛型設計因涉設備及工具製造等因素，爰尚未完成通用設計問卷調查，再進行產品修正，此為本研究限制不足之處。

6.2 產品應用範圍

本產品用途在於中國傳統信仰活動，為祭拜神明或祖先所使用的居家型金紙桶，以一般家庭為主要使用者提供燒金紙之功能使用，讓使用者在自家附近方便使用，以完成祭拜焚燒金紙儀式之作業。

6.3 預期貢獻

本設計預期貢獻分別為：(1)燃燒金紙過程中，減少一氧化碳以及其他有害氣體，產生對環境影響；(2)解決金紙桶內燃燒不完全悶燒問題，避免不必要危險發生，保障使用者的人身安全。

6.4 市場分析

在台灣金紙桶為家庭必備用品，目前使用過程中，容易造成金紙燃燒不完全產生濃煙現象，對環境造成傷害。隨著時代演進與環保意識的抬頭，燃燒金紙的祭祀方式越來越受到社會大眾所關心，在維護傳統文化與環境保護之間難以找到平衡點，因此本金紙桶設計將格外重要。

致謝

本設計要特別感國立交通大學工學院藍清龍研究生，對於產品概念設計圖繪製，特此表示謝意。

參考文獻

吳清城(2008)。整合 TRIZ 方法與綠色設計開發新產品－以環保修正帶為例。國立交通大學工業工程與管理學系。(Wu, 2008)

宋明弘、趙哲輝、蔡宛珊、王昭懿、陳銘仁(2012)。TRIZ 輕鬆學（初版）。台北市：鼎茂。(Sung et al, 2012)

林志富、林楷潔、楊朝陽、廖淑芬(2016)。以螺絲起子探討不同類型手工具對於通用設計量表之影響研究。設計學報，21(4)。(Lin, et al, 2016)

林金郎（2014）。靈界通貨—紙錢 燒不燒？2017/2/15 取自 http://www.epochtimes.com.tw/n111048. (Lin,2014)

邱兆瑜（2008）。通用設計於服務業之探討與應用。國立政治大學科技管理研究所。(Chiu, 2008)

張旭晴譯(2006)。通用設計教科書<增補改訂版>(原作者:中川聰)。台北市：龍溪國際圖書有限公司。(Chang, 2006)

許棟樑、王傳友、歐陽怡山。2016。創新：3＋4。新竹市：亞卓國際顧問有限公司。(Sheu, Wang, & Ouyang, 2016)

郭宇智(2008)。應用萃思工具解決封裝元件導線架脫層問題。國立清華大學工業工程與工程管理學系。(Kuo, 2008)

郭有遹(1983)。創造心理學。台北市：正中。(Kuo, 1983)

陳光棻(譯)(2016)。設計思考第一現場(原作者：日經設計編輯部)。新北市：中國生產力中心。(Chen,

2016)
陳建雄(譯)(2009)。互動設計：跨越人-電腦互動(原作者: Sharp, H., Rogers, Y. & Preece, J., 2006)。新北市：全華圖書股份有限公司。(Chen, 2009)
陳龍安(1991)。創造思考教學的理論與實際。台北市：心理。(Chen, 1991)
陳龍安(1995)。創造思考的策略與技法。教育資料集刊，30，201-265。(Chen, 1995)
鄭春生(2010)。品質管理：現代化觀念與實務應用(第四版)。新北市：全華圖書公司。(Cheng, 2010)
蕭詠今(譯)(2009)。TRIZ 創意- 40 錦囊妙計(原作者: Altshuller, G., Shulyak, L., Rodman, S., 1997)。台北市：建速有限公司。(Hsiao, 2009)

References

Benyon, D. (2014). Designing Interactive Systems: A Comprehensive Guide to HCI, UX and Interaction Design (Third Ed.). UK: Pearson.
Harting, A. & Kempkens, O. (2014). Getting elephants to dance. Retrieved February 15th, 2017: https://www.slideshare.net/CorporateStartupSummit/getting-elephants-to-dance
Jugulum, R., & Sefik, M. (1998). Building a robust manufacturing strategy. *Computers & Industrial Engineering*, *35*, 225-228.
Mace, R. (1997). About the center: Ronald L. Mace. Retrieved February 12th, 2017: https://www.ncsu.edu/ncsu/design/cud/about_us/usronmace.htm
Mace, R. (1998). Universal design in housing. Assistive Technology, 10(1), 21-28.
Robles, G. C., Negny, S., & Le Lann, J. M. (2009). Case-based reasoning and TRIZ: A coupling for innovative conception in Chemical Engineering. *Chemical Engineering and Processing*, *48*(1), 239-249.
Story, M. F. (1997). 7 defining criteria: A set of seven principles developed by the Center for Universal. Design can help designers make their designs universal. *Innovation*, *16*(1), 29-32.
Yamashina, H., Ito, T., & Kawada, H. (2002). Innovative product development process by integrating QFD and TRIZ. *International Journal of Production Research*, *40*(5), 1031-1050.

作者簡介

邱添丁博士自 2011 年以來在台灣中原大學當專/兼任助理教授。在此之前，曾在國立交通大學腦科學研究中心、及國立空中大學及明新科技大學...等單位服務，並累積 20 年多的教學研究與服務經驗。邱助理教授從國立交通大學獲得工學博士學位、從國立清華大學獲得工業工程碩士學位並從中原大學獲得工業工程學士學位。他的研究領域包括人因工程與設計、人機介面設計、系統化創新、工業工程與管理。

連泰嶸自 2014 年開始就讀中原大學工業與系統工程學系，曾參加「2017 系統性創新研討會」發表論文，榮獲最佳論文獎，對於工業工程於醫療、製造及服務業...的應用有濃厚興趣，曾於台北市立聯合醫院有實習經歷。

詹詔中於 2014 年進入中原大學的工業與系統工程學系就讀，就學期間學科成績優異榮獲系上書卷獎，另於「2017 年中華系統性創新學會」所舉辦的系統性創新研討會發表論文，榮獲優秀論文獎；此外，對於系統性創新、工業工程及服務...等領域有濃厚的興趣。

邱子洋目前就讀文化大學光電物理學系，邱同學在對於系統性創新、自然科學有濃厚好奇與興趣。分別於參加「2016 第九屆海峽兩岸創新方法研討會發表獲得最佳論文獎」、「2016 第六屆系統化創新方法(TRIZ)應用競賽獲得佳作」。他將持續努力於系統化創新、自然科學專業知識的學習。

10.6977/IJoSI.201803_5(1).0004

A Case Study of Using TRIZ for Business and Management to Facilitate Innovation and Improvement of the Convenience Stores, An Example of Seven-Eleven Convenience Stores in Hsinchu County

Youn-Jan Lin[1] *JyhJeng Deng*[2] *, Tung-Yueh Pai*[*3]

[1] Professor, Institute of Management, Minghsin University of Science and Technology

[2] Professor, Industrial Engineering and Management Department, DaYeh University

[3] Assistant Professor, Institute of Management, Minghsin University of Science and Technology

*Corresponding author's e-mail: white917@must.edu.tw

(Received 16 May 2017; final version received 12 June 2017)

Abstract

Convenience stores have rendered all-inclusive service in our daily life. As the number of convenience stores gained ten thousand in 2014, the management of service quality has become an important issue. This study used questionnaires to identify the service quality needed to be improved in 7-ELEVEn convenience stores. And found the most important problem of service quality and analyzed the contraction of the most important problem by using TRIZ for business and management, and resolved the contraction to improve those convenience stores. The results of the study showed that the items needed to be improved in questionnaire in limited regions and period were "Customers lacked of confidence in the products offered by this store" and "Customers were not provided with a comfortable dining environment." Further investigation showed that the most important problem of service quality in those convenience stores was "Customers lacked of confidence in the products offered by this store." Analyzing the contraction of the most important problem by using TRIZ for business management revealed 14 innovative ideas and improvement programs for future improvement for those convenience stores.

Keywords: convenience store, service quality, business TRIZ, innovation proposal, invention principle

References

Chen, P., "Using TRIZ to Enhance the Loyalty to the Tutoring School", National Taichung University of Education, Master Thesis, 2016.

Feng, C., "The Number of Convenience Store Breaking 10 thousands", Big Man News, Accessed at 2015/2/23, https://www.cnyes.com/index.htm.

Hsiao, Y., "A Study on Key Elements of Service Quality for FamilyMart Convenience Store—Application of IPA Model", Minghsin University of Science and Technology, Master Thesis, 2015.

Kao, C., "Study of Features and Performance of Convenience Store-A Case Study of 7-11", Ming Chuan University, Master Thesis, 2005.

Liao, W., "Using TRIZ to Increase the University Service Quality", National Taichung University of Education, Master Thesis, 2017.

Lin, H., "TRIZ Based Business Innovation: A Case Study of a Private University", I-Shou University, Master Thesis, 2012.

Lin, Y., Course Outline for "Systematic Innovation", Minghsin University of Science and Technology, 2015.

Liou, S., "Investigation of the Management Style and Profit Model in Convenience Store", I-Shou University, Master Thesis, 2004.

President Chain Store Corporation, 7-11, Accessed at 2017/2/24, http://www.7-11.com.tw.

Sheu, D., "Mastering TRIZ Innovation Tool: Part I", Agitek International Consulting, Inc., 2015.

Souchkov V. "Breakthrough Thinking with TRIZ for Business and Management", ICG Training & Consulting, 2007 (2014 2nd ed.).

Sun, Y. and Sergei, I., "TRIZ: Master Key to Open Innovation Door (I)", China Science Publishing & Media Ltd., 2017.

Sung, M. "TRIZ: Theory and Application of Systematic Innovation", Ting Mao Co. Ltd., 2009.

Sung, M., Chao, C. etal., "TRIZ, Easy Learning", Ting Mao Co. Ltd., 2012.

Tian, K., "The Key Factors of Service Quality by the Case of Cathay Life Insurance Company, Ltd.", Minghsin University of Science and Technology, Master Thesis, 2016.

Wang, C. "New edition of TRIZ: 40 Inventive Principles, Technology Contradiction and Physical Contradiction", Northwestern Polytechnical University Press Co. Ltd., 2010.

Wikipedia, Convenience Store, Accessed at 2016/5/24, https://zh.wikipedia.org.

Wu, H., "Using IPA to Analyze the Key Elements of Service Quality in Convenience Store – An Example of 7-ELEVEn", Minghsin University of Science and Technology, Master Thesis, 2015.

Yang, M., "Using TRIZ to Study the Relationship Between Marketing and Customer Satisfaction in Fertilizer Industry", National Taichung University of Education, Master Thesis, 2016.

10.6977/IJoSI.201803_5(1).0004

應用商業管理 TRIZ 方法進行便利商店創新改良之案例分析-以新竹縣統一超商為例

林永禎[1]、鄧志堅[2]、白東岳[3*]

[1]明新科技大學管理研究所教授
[2]大葉大學工業工程與工程管理學系教授
[3]明新科技大學管理研究所助理教授
*通訊作者 E-mail：white917@must.edu.tw

摘要

便利商店崛起至今，在我們日常生活中提供各種客製化服務，佔有相當重要的地位，是值得探討的議題。台灣便利商店總數迅速增加，甚至於民國 103 年突破一萬家，引發內部服務品質管理重要性的關注而更加精進。本研究先利用問卷調查，找出便利商店需改進的服務品質項目，再透過問卷調查，找出最重要的服務品質問題，以供進一步處理。接下來針對此最重要的問題應用商業管理 TRIZ 方法進行矛盾分析，經由解決矛盾來改良重要問題，達到便利商店創新的目的，所得出創新改善的方案，可提供給目標便利商店做改進參考。研究結果發現新竹某些統一超商某段期間需要改善的項目有「這商店提供的商品令人不放心購買」,「沒有提供顧客舒適的用餐休憩環境」等問題。再透過問卷調查，找出本區域最近三個月最重要的問題是需要改善「顧客不放心購買的問題」。接下來針對此最重要的問題應用商業管理 TRIZ 方法進行矛盾分析以及應用發明原理，解決矛盾得出 14 個創新改善的方案，可提供給統一超商做改進參考，以利於統一超商提升服務品質。

*關鍵詞：*統一超商、服務品質、商業管理 TRIZ、創新改善方案、發明原理

1.前言

便利商店近年來崛起於台灣商業市場成為一種新潮流，並大幅取代了較早期的傳統雜貨零售店，便利商店早期僅有提供一般生活用品，類似雜貨店，演變至今成提供各種客製化服務的商店。便利商店所強調的是服務與便利，跟著經濟發展工業化及現代化，也不斷研究及創造出來各種便民服務及行銷策略。現今連鎖便利商店功能已經多元化，不但販售餐飲、零食、文具、書報等日常用品，同時具有貨運、ATM、影印、洗照片、傳真還有可以買到手機預付卡及火車票，幾乎涵蓋了日常生活所需。此外便利商店並相繼推出研磨咖啡、地方特色小產品、提供休憩空間、有座位區、露天咖啡座，也使用連鎖便利商店物流，金流，信息流的通路管道，使連鎖便利商店創造更多的附加價值。由於 24 小時全年無休，隨時可服務顧客，帶給我們多樣化的服務，便利商店遍及台灣全省的各角落，處處可見，甚至一個街角出現三四家，店面大小差異也很大。讓顧客覺得便利商店總在顧客身旁，方便了日常生活中的食衣住行，亦養成顧客的依賴，目前尚無產業可完全取代連鎖便利商店之各種功能，連鎖便利商店已成為國人生活上不可或缺的一環。其服務的品質影響越來越大。經濟部(馮建榮，2015)統計處指出，平均每 2300 個台灣人就有一家便利商店，比起臨近國家的日本 2450 人才一家還要少，統計處表示，台灣便利商店總數在 103 年突破一萬家，再度刷新歷史紀錄。統一 7-ELEVEn 在台灣四大超商中，無論是店家數或市占率均位居第一，影響國人生活巨大，因此值得進行提升服務品質之研究。

本研究以問卷調查，探討便利商店有哪些優缺點，經由探討後應用商業管理 TRIZ 方法進行便利

商店創新，改良重要缺點，經過改善有可能增加便利商店業績，創造出更完美的各種便利商店，可以提供未來便利商店可改進的方向。

本研究首先確定研究方向，在參考相關文獻資料後進行問卷設計，再進行統一 7-ELEVEn 便利商店服務品質問卷的發放，根據回收的問卷進行整理後，利用因素分析與信度分析，再進行 IPA 分析找出統一 7-ELEVEn 便利商店的優劣勢服務項目，其中劣勢服務項目即為需改進的服務品質項目，再透過問卷調查，找出最重要的服務品質問題，以供進一步處理。接下來針對此最重要的問題應用商業管理 TRIZ 方法進行矛盾分析，經由解決矛盾應用發明原理(發明原則)產生解決構想，最後整合所有找到的解決構想成為解決方案，所得出創新改善的方案，可提供給目標便利商店做改進參考。本研究流程圖如圖 1 所示。

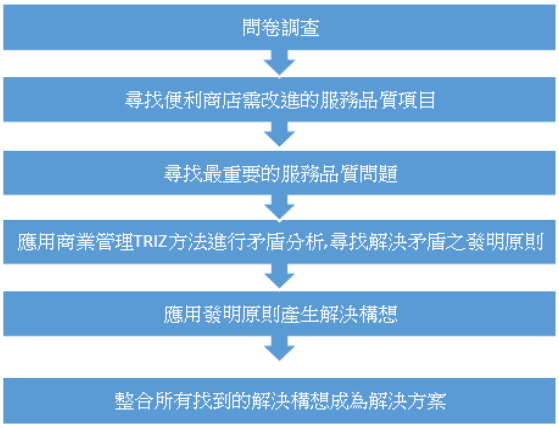


圖 1 研究流程

2.文獻探討

2.1 便利商店

便利商店，在日本等地區又稱為 CVS（convenience stores），緣起於美國公路邊的加油站附設小店，但 1980 年代東亞都市化後在人口密集地區特別流行，並擴散到許多國家的都市，通常指規模較小，但貨物種類多元、販售民生相關物資或食物的商店，其中也包含加油站商店，通常位於交通較為便捷之處，便利商店有時被當作小型超市。便利商店的開始應是在 1930 年，美國南方公司於美國達拉斯（Dallas）開設了 27 家圖騰商店，並於 1946 年將營業時間延長為早上 7 點至晚上 11 點，所以將商店命名為 7-Eleven，其商標標示為 7-ELEVEn(維基百科，便利商店，2016)。

表 1 連鎖便利商店的定義

	定義
日本 MCR 協會	1.營業坪數:20 坪至 70 坪 2.商品結構:全店銷售食品佔 50%以上 3.商品別比率:店內販售任一產品，不可超過全店營業額 50%以上 4.營業時間:24 小時營業且全年無休 5.銷售方式:由消費者自助取用 6.管理信念:願投資更多的設備，以追求更高效率 7.待客之道:親切，熱情之服務
美國便利商店協會	1.建築物面積:約 28.2 坪至約 90 坪 2.停車場容量:5-15 輛 3.營業時間:比一般商店營業時間長 4.型態:自助服務方式 5.產品:日常生活 6.售業擔任的角色:並非與超級市場做直接性競爭，提供顧客地點，時間及貨品齊全之便利，發揮與超級市場互補的角色
中華民國連鎖協會	1.賣場面積:15 坪至 70 坪 2.產品:以廣義的食品為主，且食品佔整體營業額 50%以上 3.品項數:1500 種上商品品項以上 4.營業時間:必須每一天 14 小時以上，整年的營業天數至少 340 天 5.設備:須具有收銀機，防盜設備及追求效率化的基本設備。

資料來源:整理自高銓堂(2005)

2.2 台灣便利商店發展史

劉淑君(2004) 將台灣便利商店發展史，分成五個階段來探討:導入期、摸索期、蓬勃發展期，快速成長期及競爭激烈期，每個階段說明如下:

1.導入期:台灣便利商店的導入期是從 1977~ 1979 年，首先在 1977 年中國農村復興聯合委員會成立 16 家青年商店，以求統一進貨、降低進貨成本。

但因為未達運輸規模經濟、農產品分級不明和價格協議等問題，導致未成功。而後，1978 年統一成立統一超商。直至 1979 年引進 7-ELEVEn 體系 24 小時經營方式。

2.摸索期:從 1979~1985 年為台灣便利商店的摸索期。因為便利商店這新興產業才剛開始營運，沒有人知道如何運作，再加上當時的消費者還沒有到便利商店的習慣，再加上門市經營經驗不足，導致處於損虧的階段。1980 年台灣的味全公司與日商的全日食公司技術合作，成立第一家味全加盟商店。至 1983 年統一超商正式進行 24 小時，全年無休的經營模式。

3.蓬勃發展期: 1986~1993 年可說是便利商店一個良好開始的發展期。消費者開始紛紛接受便利商店的存在，也感受到便利商店的便利性。1986 年台灣的國民所得達 3,646 美元，使便利商店的營運開始轉虧為盈。1988 年時，台灣的國民所得達 5,829 美元，許多業者投入此一市場。同年，1988 年禾豐集團、日本 Family Mart 及伊藤忠商社合資設立「全家便利商店」。1989 年光泉集團成立「萊爾富」公司，並開設第一家「萊爾富便利商店」，1990 年由萬海航運及日本 NICO-MART 合資成立的「日光連鎖便利商店」，由泰山集團接手經營，並改名為「福客多便利商店」。1991 年翁財記提供自願加盟的方式成立「翁財記便利商店」。到了 1993 年，台灣所得超過 10,000 美金大關，台灣便利商店市場也正式進入了白熱化的戰國時代。

4.快速成長期:1993~1999 年可算是國內便利超商的一個快速成長階段。業者為了取得更大的優勢而開始大量展店，運用電子產業使便利商店在此時期快速的成長。

5.競爭激烈期:從 2000 年至今，可稱為競爭激烈期，經過快速成長的時期後，便利商店也進入飽和點。快速展店提升市場佔有率已不再是唯一成長的參考指標，如何抓住消費者多變的需求，能否提供給消費者多元化的服務，持續穩定成長的獲利情形，才是各便利商店的發展重心。2013 年全家推出現打果汁與霜淇淋，成為 2013 年度網路熱門討論商品，同時也引發國內超商霜淇淋旋風。截至 2015 年 02 月，台灣主要便利商店展店依序排名為統一 7 -ELEVEn 約 5045 家，全家約 2948 家，萊爾富約 1296 家(維基百科，2015)

2.3 台灣前三大市佔率最高連鎖便利商店

台灣便利商店裡前三大品牌，市佔率最高連鎖便利商店包括統一 7-ELEVEn、全家便利商店、萊爾富便利商店。關於統一 7- ELEVEn 是全球規模最大型連鎖便利商店(維基百科，2014)，創立時間 1978 年至 2014 年 7 月，截至 2015 年 02 月 02 日，統一 7 -ELEVEn 約 5045 家，(維基百科，2015)透過多年來不斷提供更貼近消費者所需求的優質服務及商品，目前是一家業務發展快速與跟者時代演變的連鎖便利商店，從電話費代收業務開始，越來越擴大到水費電、學費、停車費、保險費...等等已達到代收業務處理的百種費用。此外，桃園縣龜山鄉在 2008 年 9 月 22 日成立亞洲第一家 7- ELEVEn 自助加油站「G-STORE」(維基百科，2015)。

2.4 服務品質

服務品質方面，尤其是便利超商經營的研究之前以有相關文獻進行探討。吳秀娟(2015)採問卷調查法探討影響統一 7-ELEVEn 服務品質之關鍵要素，對大新竹地區曾經到過統一 7-ELEVEn 消費的消費者，利用便利抽樣方式進行取樣。資料所得透過重要-表現程度分析(IPA)方法，了解消費者對統一 7-ELEVEn 服務品質要素的滿意度及重視度現況。研究結果發現，有 9 個項目落在繼續保持區，例如：有乾淨方便的公共區域和有安全的購物空間，代表這些項目是統一 7-ELEVEn 的優勢項目，應該要繼續保持。有 7 個項目落在集中關注區，例如：提供高品質的產品和提供的商品令人放心購買，代表這些項目是當前統一 7-ELEVEn 必須立即改善的項目。研究可作為對統一 7-ELEVEn 提升服務品質的具體建議。蕭玉妃(2015) 指出全家便利商店在台灣四大超商中，位居第二。無論是店家數或市占率均僅次於統一超商 7-ELEVEn。研究主要

目的是針對全家便利商店進行服務品質要素的研究與探討，以了解顧客對其要素之重視度與滿意度。研究以 PZB 服務品質缺口模式為立論基礎，參考專為零售業所發展的 RSQS 量表，進行問卷設計。採取便利抽樣及滾雪球抽樣方式進行問卷調查，以大新竹地區曾到過全家便利商店消費的顧客為研究對象。根據分析所得結果，全家便利商店最需積極改善的項目有五項，分別為：「商店在我想要商品時都能供應」、「員工不會因忙碌而忽略回應我的要求」、「商店願意接受商品退貨」、「員工能直接立刻處理顧客抱怨」及「商店提供高品質的商品」。對此提出三點建議：1.善用巨量資料，依門市特性調整販售品項。2.加強員工教育訓練，提升專業度及處理顧客抱怨之能力。3.制訂明確的退貨機制，公告於官網，並嚴格要求員工依規定為顧客辦理退貨。4.積極取得商品認證，提升商品品質。田楷悠(2016) 探討影響國泰人壽服務品質之關鍵要素，以做為未來提升顧客滿意度之參考。研究方法主要採用問卷調查法，利用研究者所屬單位之同仁工作同時對顧客進行取樣。透過敘述性統計分析和重要-表現程度分析法(IPA)分析後，研究結果發現，有 7 個項目落在繼續保持區，例如：我認為國泰人壽擁有能夠實踐顧客至上的理念；我認為國泰人壽的員工能讓我信賴…等，代表這些項目是國泰人壽的優勢項目，應該要繼續保持。有 2 個項目落在集中關注區，例如：我認為國泰人壽從業人員會複誦保戶請求…等，必須立即改善，此研究對需要立即改善項目提出實務建議，可作為對國泰人壽提升服務品質的參考。

2.5 TRIZ 理論

TRIZ 的含義是發明問題解決理論 (Theory of Inventive Problem Solving)。它是俄文(теориирешенияизобретательскихзадач) 的英文音譯(Teoriya Resheniya Izobreatatelskikh Zadatch)的縮寫。在歐美國家也可縮寫為 TIPS。正體中文翻譯為「萃思」，取其「萃取思考」之義。(王傳友，2010；宋明弘，2009)

TRIZ 理論解決問題的首要條件，必須拋開所有客觀的限制因素與傳統的刻板印象束縛，再以系統化的分析方式，精準的找出問題與其解決方式的方向和位置，避免使用傳統創新設計方法中的試誤法解題，導致缺乏解題目標與方向，從而提升創新設計的效率與品質。(王傳友，2010；林永禎，2015；許棟樑，2015)

TRIZ 理論是一種系統化的創新方法，能讓使用者透過有系統、規則的方式精準的發現到創新過程中所可能碰到的種種問題，同時也能發現改善前後的矛盾關係。(王傳友，2010；孫永偉，謝爾蓋·伊克万科，2017)

TRIZ 理論基於運用自然科學與工程技術中的龐大知識，將系統分解爲系統、次系統、及其元件，並區分有用與有害功能。在解決問題或改善時，則需解決設計中的矛盾，未知的解決方式往往可以被虛構的理想解決方式代替，而理想解決方式則可通過系統本身的資源獲得。(林永禎，2015；宋明弘，2009；宋明弘、趙哲輝等，2012)

TRIZ 理論認為，創造性問題是指包含至少存在一個矛盾的問題。針對問題點以突破思維障礙，來發掘其中的矛盾點，除此之外，在更新舊有的技術時也必須解決伴隨而來的矛盾情形。(王傳友，2010；林永禎，2015；許棟樑，2015)

2.6 商業管理 TRIZ 理論

TRIZ 理論除了傳統的應用在技術創新，近年來已經在許多不同的領域使用，商業管理的應用就是其中的一種。(Souchkov V, 2014)

陳柏豪(2016)應用商業管理 TRIZ 理論於補習班網路社群行銷策之略評估，分析後得出短、中、長期執行目標之建議方案，提供補教業於網路社群行銷策略運用。楊明勳(2016)採用 10Ps 行銷策略與商業管理 TRIZ 理論中的商業模式、現況分析表、矩陣分析表、根源衝突分析、31 個商業通用參數進行整合。藉由系統化分析找出潛在可行的創新行銷商業模式。廖伍清(2017) 運用訪談法及觀察法等方式，瞭解個案大學場地經營管理業務現況；再

運用個案研究及 TRIZ 創新發明方法，尋求確認個案大學場地經營管理業務之困難及問題，並提出解決方案；再運用多準則分析排定各解決方案之優先次序；最後針對個案大學場地經營管理業務問題提出明確可執行的短、中、長期改善計畫。林昊葦(2012)試圖解決近年少子化現象導致私立大學因招生不足面臨經營之困境，在探索私立大學招生之相關文獻後，應用以 TRIZ 為基礎的商業創新工具來找出消費者需求並探討合適之商業創新建議案。其整理不同類型之商業創新工具，包括衝突根源分析（RCA+）、Business Function Diagram（BFD）、TRIZ 理論，來找出台灣私立大學因少子化現象導致招生不足的根本原因與衝突，以及運用 Business Function Diagram（BFD）找出達成足夠生源的需求條件與衝突所在，並以 TRIZ 矛盾矩陣來解決衝突得到可行解，得到學校招生之建議，最後整理衝突根源分析（RCA+）與 Business Function Diagram（BFD）的使用時機、特性、目的與優缺點。產生可做為台灣私立大學未來制定招生策略以及提升競爭優勢參考的方案。

3.研究對象與抽樣方法

3.1 研究範圍與對象

本研究主要探討消費者對於統一 7 - ELEVEn 在服務品質方面的滿意度，以做為未來改善服務品質的方向。統一 7 -ELEVEn 在全台灣將近有五千家。在新竹縣的門市共 141 家，其中竹北市有 47 家，竹東鎮 22 家，新埔鎮 4 家，關西鎮 4 家，湖口鄉 29 家，新豐鄉 14 家，芎林鄉 5 家，橫山鄉 3 家，北埔鄉 2 家，寶山鄉 11 家。新竹市的門市共 134 家，其中東區 84 家，北區 30 家，香山區 20 家。總計大新竹地區已有 275 家門市(統一 7-ELEVEn 網站，2017)。因此，本研究之範圍將設定在大新竹地區(包括新竹縣，新竹市)，主要研究對象為最近三個月內曾經到過統一 7- ELEVEn，年滿 12 歲以上的人。對於 7-ELEVEn 問卷發放 350 份。

3.2 抽樣方法

本研究主要採取便利抽樣方式，因主要研究對象必須曾經到過統一 7-ELEVEn，便利商店購物，並考量研究者本身的條件限制，故於周休二日進行抽樣，在統- 7-ELEVEn 便利商店門外，針對剛剛購物的消費者進行調查，填答時間為 15 分鐘。因此，有鑑於當場購物之消費者接受實地訪談時，填答的環境及心境可能會左右作答的情形，而影響到結果的樂觀性，因此，本研究的問卷發放也將另以滾雪球的方式，透過研究者的人際網路，交由曾經到過統一 7 – ELEVEn 便利商店購物且有意願協助研究的人進行填答。

本研究對於統一 7-ELEVEn 發出 350 份問卷，收回之有效問卷為 280 份。有效回收率為 80%

對於統一 7-ELEVEn「4.這家商店有乾淨方便的公共區域」,「5.這家商店的空間規畫讓我容易找到想要的商品」,「6.這家商店的空間規畫讓我容易行走」,「11.這家這商店提供的商品令人放心購買」,「12.員工有足夠的知識回答我的問題」,「13.這家商店的員工能讓我信賴」,「16.員工不會因忙碌而忽略回應我的要求」,「19.這家商店的員工接聽電話很時很有禮貌」,「21.這家商店會很有誠意的處理問題」,「23.這家商店提供高品質的商品」,「25.這家商店提供顧客足夠的停車空間」,「26.這家商店提供顧客舒適的用餐休憩環境」，這些項目消費者比較為重視，但卻對其表現感到不滿意，因此統一 7-ELEVEn 應該立即改善這些部分，並且加強滿足消費者的需求。

本研究將 7-11 需要改善的重點，再透過問卷調查，找出最重要的問題，以進一步處理。透過問卷調查，找出本區域最近三個月最重要的問題是需要改善「顧客不放心購買的問題」。

4.應用萃智(TRIZ)商業管理解決矛盾的方法

經過兩次問卷調查，找出最重要的「顧客不放心購買的問題」後，本研究將這個問題的細節再分析的更加詳細，以利於後續可以針對問題進行改善。

本研究分析「顧客不放心購買的問題」成為本區域最近三個月最重要的問題之原因，乃是最近一段期間有關食品安全的問題在新聞媒體上時有所聞，引起顧客不放心購買的情緒，顧客擔心購買到不安全食品會影響自身的健康。媒體上所報導有關食品安全的問題包括，食品來源有受到汙染，於輻射區域種植或捕獲的動植物，餐飲店擺放食材的環境不衛生，或盛裝食材的容器不乾淨，接觸食材的人員衛生習慣不佳汙染了食物，美工刀或剪刀剪切熟的或生的食材未分類造成汙染等，這些所呈現出來的問題要點，餐飲業者需要有對應的改善措施，以重新獲得顧客的信心，例如：讓顧客知道加強食品安全管制的具體做法。清楚的標示食材來源，人員定期清理環境與保持環境乾淨，購買有信譽的產品並註明來源。做咖啡及幫客人微波爐食品前都要先洗手。容器固定時間清洗，美工刀或剪刀剪切食材要分類。

針對問題要點進行改善做法之後，往往會發現，改善做法可以使問題要點得到改善，但是常會在另一方面產生新的問題，亦即，為了改善服務系統的某一個特性，導致該服務系統的另一個特性惡化，這就是一個矛盾衝突的問題，本研究把這個矛盾問題應用商業管理矛盾矩陣表找出創新原理來進行改善，解決矛盾。改善「顧客不放心購買的問題」之矛盾，其重點如下表 2 所示。

表 2 要改善「顧客不放心購買的問題」之矛盾

問題要點	改善做法	改善處	惡化處
媒體常見食品安全問題。產品來源、環境衛生問題，擺放食材的容器與空間不乾淨。剪食材工具無分類。	加強食品安全管制。清楚的標示食材來源，人員落實保持乾淨環境，購買有信譽的產品。做咖啡及幫客人微波爐食品前都要先洗手。容器固定時間清洗，美工刀或剪刀剪切食材要分類。	顧客購買放心、增加顧客的購買意願。	增加成本、增加人力、增加購買成本。

食品安全是一個前題，讓消費者注重食品問題，如何增加顧客購買產品的信心與信任，成為便利商店最重要的營運方針。因此，從表 2 上分析出存在著矛盾，接下來本研究將應用萃智(TRIZ)商業管理解決矛盾的方法加以解決矛盾。

4.1 尋找矛盾處 就是要改善「顧客不放心購買的問題」之矛盾

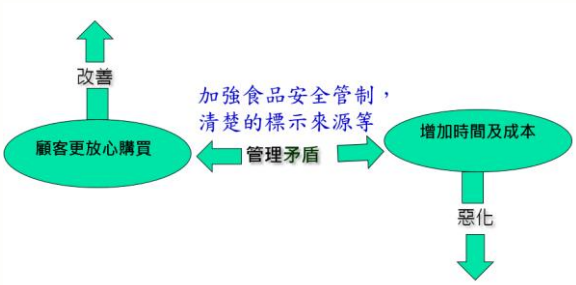


圖 2 改善「顧客不放心購買的問題」之矛盾

從上述圖 2 改善「顧客不放心購買的問題」之矛盾描述格式。將發明性問題以'IF 若-THEN 則-BUT 但'的方法呈現如表 3:

表 3「顧客不放心購買的問題」之矛盾

	要改善顧客不放心購買的問題
IF(若)	食品標示更清楚
THEN(則)	顧客會更安心購買
BUT(但)	會增加人力成本與時間

4.2 辨識通用的參數們

從通用的參數們中辨識出與特定的參數們意義相似、或是從特定的參數們衍生出來的特定(個別)參數：

1.「顧客會更安心購買」所對應的參數為「29 顧客壓力」

2.「增加人力成本」所對應的參數為「3 行動成本」

3.「增加整理時間」所對應的參數為「4 行動時間」

4.3 使用矛盾矩陣表找尋發明原理

表 4 矛盾矩陣表找尋發明原理

		1 行動效率	2 行動變動性	3 行動成本	4 行動時間	5 行動複雜度
27	組織的壓力	4,28,37,3	14,34,7,9	13,14,33,1	26,37,10,28	35,9,34,14
28	組織的穩定性	33,6,4,9	19,5,11,29	5,8,6,26	35,32,25,24	20,35,4,2
29	顧客的壓力	40,35,3,19	40,13,14,35	**2,39,17,22**	**1,31,23,40**	27,39,40,16
30	顧客的穩定性	35,26,15,6	35,32,3,13	3,25,16,35	1,2,12,31	7,33,13,31
31	環境的穩定性	21.40,17,30	35,8,37,5	36,30,32,2	36,30,32	5,34,24,16

儲存格中 2,39,17,22; 1,31,23,40 是解決此商管矛盾所常用的發明原理的編號

4.4 應用發明原理產生解決構想

表 5 應用發明原理產生解決構想

編號	名稱	發明原理敘述	產生解決構想
2	取出	外包業務系統和業務流程的非核心部件	1.標示工作外包給專業標示工廠代工 2.用餐區域可放個立牌寫「用餐完記得把垃圾帶走 」
39	惰性環境	更換現有的環境成為惰性(使原本不好的影響降低)	藉由乾淨的環境，重視食安的形象，使客戶對標示不清楚的產品也能放心購買
17	另外可利用空間	除了在原本系統或流程已用過的，再使用其他可利用空間	1.擺放的商品和擺飾物品需適當和裝潢設計改善，讓視覺感增加舒適度 2.門市空間設計可以增加一些鏡子，讓整體感覺更為寬敞
22	因禍得福	收集客戶投訴，提高產品或服務的品質	聆聽顧客的心聲，多了解顧客的需求與個別資料紀錄下來，做統計分析，找出重要的問題解決及需求去滿足
1	分割	1.通過人口統計、消費心理、生活方式等分類顧客做區隔 2.產品、用具、資訊分類使用	1.針對生活商圈及需求不同的顧客，主要賣的產品也不同 2.食材與非食材用具分類使用
31	孔隙和網絡	藉由在場所中加入不同的元素或建立聯繫關係產生效用	1.用牌子標註清楚分類的產品，讓客人容易找到產品、資訊 2.熟食區產品明確標示製作時刻和食用時段
23	回饋	1.客戶滿意度調查 2.管理者對部屬的輔導	1.針對滿意度調查去評估，缺點再想辦法去改善 2.店長落實追縱每周清潔表
40	組合型態方式(複合材料)	組合數種不同型態方式，以求達到較好的效果。例如：員工訓練可以做培訓講座、模擬、視頻等的組合 (以合成材料取代均質材料)	1.增加人員知識，開課教學，通過E-Learning 學習(已有) 2.咖啡杯建議用一體成型的雙層杯子，比使用杯套不會滑動比較安全

資料來源:本研究整理

4.5 整合所有找到的解決構想成為解決方案

(1)標示工作外包給專業標示工廠代工。

(2)用餐區域可放個立牌寫「用餐完記得把垃圾帶走」。

(3)藉由乾淨的環境，重視食安的形象，使客戶對標示不清楚的產品也能放心購買。

(4)針對生活商圈不同，需求不同的顧客，主要賣的產品也不同。

(5)食材與非食材用具分類使用。

(6)用牌子標註清楚，分類的產品讓客人容易找到產品、資訊。

(7)熟食區產品明確標示製作時刻和食用時段。

(8)針對滿意度調查去評估，缺點再想辦法去改善。

(9)店長落實追縱每週清潔表。

(10)增加人員知識，開課教學，通過 E-Learning 學習(目前已有) 。

(11)咖啡杯建議用一體成型的雙層杯子，比使用杯套不會滑動比較安全。

(12)擺放的商品和擺飾物品需適當和裝潢設計改善，讓視覺感增加舒適度。

(13)門市空間設計可以增加一些鏡子，讓整體感覺更為寬敞。

(14)聆聽顧客的心聲，多了解顧客的需求與個別資料紀錄下來，做統計分析，找出重要的問題解決及需求去滿足。

5.結論與建議

5.1 結論

本研究經由問卷調查，探討目標便利商店有哪些優缺點，從其中找出便利商店需改進的服務品質中最重要之缺點問題，再針對此問題應用商業管理 TRIZ 方法進行矛盾分析，經由解決矛盾以及應用發明原理來改良重要缺點，達到便利商店創新的目的，所得出創新改善的方案，可提供給目標便利商店做改進參考。

本研究經由問卷調查，找出統一超商需改進的服務品質中最重要之缺點問題為「商品令人不放心購買」，針對此問題本研究應用商業管理 TRIZ 方法進行矛盾分析，經由解決矛盾得出 14 個創新改善的方案，可提供給統一超商做改進參考。

5.2 研究限制

因問卷收集大部分採取便利性抽樣的滾雪球方式，而較少調查者與受訪者面對面訪查，因此，受訪者對於問題的瞭解程度是調查者無法確切掌握的，亦無法提供即時說明，有可能影響作答的準確度。

因時間與人力有限，問卷調查分析地點是在新竹縣某一區域某段期間的統一 7 - ELEVEn 發問卷，代表性有限制。

5.2 未來研究建議

便利商店可能因某地方人文，經濟，人口組成等條件因素的影響而具有其特殊性。建議後續研究可以擴大研究母體，範圍可以更廣泛增加別的地區，可以針對地區與地區去比較，樣本可以更有代表性，使能客觀性的研究與探討。

參考文獻

王傳友(2010)，「TRIZ 新編創新 40 法及技術矛盾與物理矛盾」，西北工業出版社。

田楷悠(2016)，「服務品質之關鍵要素-以國泰人壽為例」，明新科技大學管理研究所碩士論文。

吳秀娟(2015)，「運用 IPA 分析便利商店服務品質之關鍵要素-以統一 7-ELEVEn 為例」，明新科技大學管理研究所碩士論文。

宋明弘(2009)，「TRIZ 萃智：系統性創新理論與應用」，鼎茂圖書出版社。

宋明弘、趙哲輝等 5 人(2012)，「TRIZ 輕鬆學」，鼎茂圖書出版社。

林永禎(2015)，「系統化創新與發明」課程講義。

林昊葦 (2012)，「以 TRIZ 為基礎之商業創新工具探討： 以台灣某私立大學為例」，義守大學工業管理所碩士論文。

孫永偉，謝爾蓋·伊克万科（2017），「TRIZ：打開創新之門的金鑰匙 1」，科學出版社。

高銓堂（2005）。「連鎖便利商店商圈特性與經營績效之研究-以統一超商為例」，銘傳大學管理研究所在職專班碩士論文。

統一 7-ELEVEN 網站(2017)

http://www.7-11.com.tw/ 2017/2/24 上網

許棟樑(2015)，「萃智創新工具精通」，鼎茂圖書出版股份有限公司。

陳柏豪(2016)，「運用 TRIZ 方法設計具創新商業模式之網路社群行銷工具提升補習班顧客忠誠度」，臺中教育大學文化創意產業設計與營運學系事業經營管理所碩士論文。

馮建榮(2015)報導，鉅亨網新聞中心(來源：中廣新聞網)　2015-02-23　台灣便利商店破萬　刷新紀錄。

楊明勳(2016)，「以 TRIZ 方法分析進口高品質肥料行銷方式與消費者滿意度之關聯性」，臺中教育大學文化創意產業設計與營運學系事業經營管理所碩士論文。

廖伍清(2017)，「運用服務創新及 TRIZ 原理提升大學服務品質之研究」，臺中教育大學文化創意產業設計與營運學系事業經營管理所碩士論文。

維基百科(2014)

https://zh.wikipedia.org/wiki 2014/12/24 上網

維基百科，便利商店(2016)

https://zh.wikipedia.org/wiki/%E4%BE%BF%E5%88%A9%E5%95%86%E5%BA%97 2016/5/24 上網

劉淑君(2004)，「便利商店的經營模式與獲利模式之探討」，義守大學資訊管理所碩士論文。

蕭玉妃(2015)，「探討全家便利商店關鍵服務品質要素—IPA 之應用」，明新科技大學管理研究所碩士論文。

References

Chen, P., “Using TRIZ to Enhance the Loyalty to the Tutoring School”, National Taichung University of Education, Master Thesis, 2016.

Feng, C., “The Number of Convenience Store Breaking 10 thousands”, Big Man News, Accessed at 2015/2/23, https://www.cnyes.com/index.htm.

Hsiao, Y., “A Study on Key Elements of Service Quality for FamilyMart Convenience Store—Application of IPA Model”, Minghsin University of Science and Technology, Master Thesis, 2015.

Kao, C., “Study of Features and Performance of Convenience Store-A Case Study of 7-11”, Ming Chuan University, Master Thesis, 2005.

Liao, W., “Using TRIZ to Increase the University Service Quality”, National Taichung University of Education, Master Thesis, 2017.

Lin, H., “TRIZ Based Business Innovation: A Case Study of a Private University”, I-Shou University, Master Thesis, 2012.

Lin, Y., Course Outline for “Systematic Innovation”, Minghsin University of Science and Technology, 2015.

Liou, S., “Investigation of the Management Style and Profit Model in Convenience Store”, I-Shou University, Master Thesis, 2004.

President Chain Store Corporation, 7-11, Accessed at 2017/2/24, http://www.7-11.com.tw.

Sheu, D., “Mastering TRIZ Innovation Tool: Part I”, Agitek International Consulting, Inc., 2015.

Souchkov V. “Breakthrough Thinking with TRIZ for Business and Management”, ICG Training & Consulting, 2007 (2014 2nd ed.).

Sun, Y. and Sergei, I., “TRIZ: Master Key to Open Innovation Door (I)”, China Science Publishing & Media Ltd., 2017.

Sung, M. “TRIZ: Theory and Application of Systematic Innovation”, Ting Mao Co. Ltd., 2009.

Sung, M., Chao, C. etal., “TRIZ, Easy Learning”, Ting Mao Co. Ltd., 2012.

Tian, K., “The Key Factors of Service Quality by the Case of Cathay Life Insurance Company, Ltd.”, Minghsin University of Science and Technology, Master Thesis, 2016.

Wang, C. “New edition of TRIZ: 40 Inventive Principles, Technology Contradiction and Physical Contradiction”, Northwestern Polytechnical University Press Co. Ltd., 2010.

Wikipedia, Convenience Store, Accessed at 2016/5/24, https://zh.wikipedia.org.

Wu, H., “Using IPA to Analyze the Key Elements of Service Quality in Convenience Store – An Example of 7-ELEVEn”, Minghsin University of Science and Technology, Master Thesis, 2015.

Yang, M., “Using TRIZ to Study the Relationship Between Marketing and Customer Satisfaction in Fertilizer Industry”, National Taichung University of Education, Master Thesis, 2016.

作者簡介

林永禎博士自 1996 年以來在台灣明新科技大學當任教授超過 20 年。在此之前，他在經濟部水利署等政府機構有五年的工作經驗。林教授從臺灣大學獲得工學博士學位。他目前是明新科技大學管理研究所教授兼三創(創意創新創業)中心主任。他的研究領域包括系統化創新、TRIZ、服務創新和餐旅老幼創新產品設計。已通過中華民國、美國、大陸專利共 51 件。最近他在推動中小學創新教育、企業創新培訓工作。

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

白東岳博士自 2014 年以來在台灣明新科技大學當任助理教授。白教授從淡江大學獲得財務金融博士學位。他目前是明新科技大學管理研究所助理教授兼校務研究辦公室副主任。他的研究領域包括財務計量、公司治理、服務創新。

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.

10.6977/IJoSI.201803_5(1)

Society of Systematic Innovation (2015)

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** *International Journal of Systematic Innovation*: **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 $30 (yearly) / NT 950 (In Taiwan only)** (Surface mail postage included. Air mail postage extra) **E-mail to**: IJoSI@systematic-innovation.org or fax: +886-3-572-3210 Air mail desired☐ (If checked, we will quote the additional cost for your consent)
Total amount due	**US$**

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: 203-09-03927-5
   SWIFT Code: ICBCTWTP203
   Bank code：017-2037
   Bank Address: 69, Tung Chien Street Hsinchu City, 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	☐VISA ☐MASTER ☐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.