

# 東 海 大 學

工業設計系碩士班

碩士論文

TRIZ與模組化之設計結構矩陣在  
產品開發之研究

TRIZ Method and Design Structure Matrix  
of Modular Design for Products Development



研 究 生：吳建南

指 導 教 授：王中行

中 華 民 國 九 十 六 年 五 月

# 碩士學位論文口試委員會審定書

工業設計研究所 吳建南 君所提供之論文

TRIZ 與模組化之設計結構矩陣在產品開發之研究

經本委員會審定通過，特此證明。

論文口試委員會

委員：

|            |            |
|------------|------------|
| <u>謝世文</u> |            |
| <u>杜瑞萍</u> | <u>黃名生</u> |
| <u>王中行</u> | <u>鄧明</u>  |

指導教授：王中行

中華民國 96 年 06 月 27 日

## 博碩士論文電子檔案上網授權書

(提供授權人裝訂於紙本論文書名頁之次頁用)

本授權書所授權之論文為授權人在 東海大學 工業設計學系 甲 組 95 學年度第二學期取得 碩士學位之論文。

論文題目：TRIZ與模組化之設計結構矩陣在產品開發之研究

指導教授：王中行

茲同意將授權人擁有著作權之上列論文全文(含摘要)，非專屬、無償授權國家圖書館及本人畢業學校圖書館，不限地域、時間與次數，以微縮、光碟或其他各種數位化方式將上列論文重製，並得將數位化之上列論文及論文電子檔以上載網路方式，提供讀者基於個人非營利性質之線上檢索、閱覽、下載或列印。

- 讀者基非營利性質之線上檢索、閱覽、下載或列印上列論文，應依著作權法相關規定辦理。

授權人：吳建南

簽名： 吳建南 中華民國 96 年 07 月 12 日



## 誌 謝

本論文歷經幾番修改得以順利完成，首先由衷感謝指導老師王中行教授之治學嚴謹與細心教導，使論文得以更趨近完善。在研究所求學二年多時間，感謝實驗室本組宏偉學長於寫作與程式上協助與指教。課業上有譚博與銘峰同學的互相鼓勵，張晟、文彬與翠蓮等學弟妹們的協助，才得以順利 All Pass。致使於工業設計研究領域，不僅於專業領域與研究知識更上一層樓，更學習到研究學問的方法及態度。

在研究資料蒐集過程，於自行車花鼓設計與製作上，承蒙崑藤公司陳執行副總，鼎力支持與協助提供論文所需資料；另電動跑步機設計與製作流程上，由鉑泰公司吳廠長熱心協助指導與提供相關寶貴意見及建議，使研究能快速且有效完成。

在論文口試期間，感謝成大蕭世文教授在詮釋結構模式(ISM)之指導，並承蒙口試委員杜瑞澤老師、郭炳宏老師、黃台生老師與蕭世文老師，對論文撥冗審閱並將疏漏之處提出寶貴的建議與指導，使得論文更臻完備。最後更感謝我最摯愛的 Amy、文瑜與偉偉寶貝，一路支持與陪我度過這段求學旅程，使我得以順利取得碩士學位。

九六年仲夏于

## 中文摘要

在產品創新開發過程中，概念設計發展與整個設計專案之規劃能明確，將是影響產品開發進度之關鍵。研究上運用 TRIZ 創新法則之矛盾矩陣表與單一特性法則，以找出合適解決方法。再建構設計結構矩陣(Design Structure Matrix,DSM)，經由矩陣分割與重新排序，表現各零組件之獨立性、相依性與交互作用關聯屬性。再藉由詮釋結構模式(Interpretive Structural Model,ISM)，矩陣之列加總額 D 值與行加總額 R 值，運算轉換成元素分佈圖與繪製層級關係流程圖，以圖形理論模式獲得較佳模組分群。進而以模組化設計運用共同的零組件建構產品多樣化，以縮短產品開發時程，使企業保持競爭優勢與創新產品開發之目的。

本研究中所完成的具體成果如下：

1. 運用 TRIZ 創新法則與結合專利迴避設計，協助設計師有效找出合適解決方法，於產品開發之概念設計。
2. 建構設計結構矩陣，以表現各零組件的關聯性；並由詮釋結構模式之元素分佈圖與繪製層級關係流程圖，以圖形理論模式獲得較佳模組分群，作為模組化設計基礎並簡化組裝工作，使整個設計規劃能明確。
3. 以自行車之花鼓模組與電動跑步機為例，說明運用模組化設計建構產品多樣化，並有效縮短產品開發時程。

關鍵字：設計結構矩陣、模組化設計、TRIZ、迴避設計、創新設計。

# ABSTRACT

In an innovation development process, an explicit concept design and complete project development plan play significant roles in the pace of a product development. This study uses TRIZ innovation method to find appropriate solutions for work. In this study, it constructs a design structure matrix to show every work mission and to show the relationship between every product component. This matrix can help to rearrange and simplify the fabricate work. After constructing the design structure matrix, this study uses modular design to create the variety of products. The design structure matrix can help an enterprise to maintain their competitive strength and to complete the innovation product development through shorten the time that spent for new product development.

The following points are what have been done in this research:

1. Use “TRIZ innovation method” and “Patent Design Around” to help designer find proper solutions for work efficiently and then to develop design concept.
2. Construct a “Design Structure Matrix” to simplify the relationship between every product component in modular design.
3. This study uses bicycle component and motor treadmill as examples to discuss study issues.

**Keywords:** Design Structure Matrix, Modular Design, TRIZ, Design Around , Innovation Design

# 目 錄

|                        |      |
|------------------------|------|
| 誌 謝 .....              | v    |
| 中文摘要 .....             | vi   |
| ABSTRACT.....          | vii  |
| 目 錄 .....              | viii |
| 圖 目 錄 .....            | xi   |
| 表 目 錄 .....            | xv   |
| 第一章 緒論 .....           | 1    |
| 1-1 研究背景 .....         | 1    |
| 1-2 研究動機 .....         | 3    |
| 1-3 研究目的 .....         | 4    |
| 1-4 研究方法與步驟 .....      | 5    |
| 1-5 研究架構及流程圖 .....     | 6    |
| 第二章 文獻探討 .....         | 9    |
| 2-1 創新設計 .....         | 9    |
| 2-2TRIZ 創新原理 .....     | 15   |
| 2-2-1TRIZ 創新原理概要 ..... | 15   |
| 2-2-2 矛盾矩陣表 .....      | 15   |
| 2-2-3TRIZ 創新設計流程 ..... | 16   |
| 2-3 專利迴避設計 .....       | 20   |
| 2-3-1 專利迴避設計流程 .....   | 21   |
| 2-3-2 專利檢索與分析 .....    | 22   |

|                         |    |
|-------------------------|----|
| 2-4 設計結構矩陣.....         | 24 |
| 2-4-1 設計結構矩陣關聯性.....    | 26 |
| 2-4-2 設計結構矩陣形式分類.....   | 28 |
| 2-4-3 設計結構矩陣之分割法則.....  | 29 |
| 2-4-4 設計結構矩陣設計流程.....   | 31 |
| 2-5 詮釋結構模式.....         | 35 |
| 2-5-1 詮釋結構模式概要.....     | 35 |
| 2-5-2 詮釋結構模式設計流程.....   | 35 |
| 2-6 模組化設計.....          | 41 |
| 2-6-1 模組化設計概要.....      | 42 |
| 2-6-2 模組化設計組成要素.....    | 43 |
| 2-6-3 模組化產品設計流程.....    | 44 |
| 2-7 文獻小結.....           | 46 |
| 第三章 創新產品開發之概念設計.....    | 48 |
| 3-1 TRIZ 創新法則之概念設計..... | 48 |
| 3-2 TRIZ 創新法則與矛盾矩陣..... | 49 |
| 3-3 TRIZ 之單一特性法則.....   | 53 |
| 3-4 TRIZ 與專利迴避設計運用..... | 55 |
| 第四章 創新產品之設計結構矩陣建構.....  | 64 |
| 4-1 設計結構矩陣之表示法.....     | 64 |
| 4-2 設計結構矩陣之分群方式.....    | 67 |
| 4-3 設計結構矩陣之建構與運用.....   | 69 |
| 第五章 創新產品模組化設計.....      | 77 |

|                         |     |
|-------------------------|-----|
| 5-1 定義產品組裝模組.....       | 77  |
| 5-2 產品模組組裝順序.....       | 79  |
| 5-3 產品模組化設計之多樣化.....    | 81  |
| 第六章 實例驗證.....           | 84  |
| 6-1 實例驗證之研究流程.....      | 84  |
| 6-2 實例驗證案例說明.....       | 85  |
| 6-3 分析問題與釐清設計目標.....    | 87  |
| 6-4 電動跑步機之概念設計.....     | 88  |
| 6-5 電動跑步機之設計結構矩陣建構..... | 95  |
| 6-6 電動跑步機之具體設計.....     | 109 |
| 第七章 結論與建議.....          | 121 |
| 7-1 結論.....             | 121 |
| 7-2 後續研究.....           | 124 |
| 參考文獻.....               | 127 |
| 附錄 A.....               | 136 |

## 圖目錄

|                                      |    |
|--------------------------------------|----|
| 圖 1.1 研究架構流程圖 .....                  | 8  |
| 圖 2.1 Cross 之四階段設計流程圖 .....          | 10 |
| 圖 2.2 French 之設計開發流程圖 .....          | 11 |
| 圖 2.3 Pahl & Beitz 之設計開發流程圖 .....    | 12 |
| 圖 2.4 Pahl & Beitz 之概念設計流程圖 .....    | 14 |
| 圖 2.5 Terninko 之 TRIZ 解決問題流程圖 .....  | 17 |
| 圖 2.6 TRIZ 解決問題模式 .....              | 18 |
| 圖 2.7 開發新產品對企業產生之八項利益 .....          | 24 |
| 圖 2.8 Rolstadas 工程生產模式 .....         | 25 |
| 圖 2.9 二維設計結構矩陣 .....                 | 29 |
| 圖 2.10 基礎設計結構矩陣 .....                | 30 |
| 圖 2.11 重新排列設計結構矩陣 .....              | 30 |
| 圖 2.12 Chen & Lin 協同多功能專案團隊模式圖 ..... | 32 |
| 圖 2.13 Yassine 設計結構矩陣設計流程 .....      | 33 |
| 圖 2.14 關聯矩陣圖 .....                   | 36 |
| 圖 2.15 可達矩陣圖 .....                   | 37 |
| 圖 2.16 輸出矩陣圖 .....                   | 38 |
| 圖 2.17 分群矩陣圖 .....                   | 38 |
| 圖 2.18 重組矩陣圖 .....                   | 39 |
| 圖 2.19 元素分佈圖 .....                   | 40 |
| 圖 2.20 元素層級關係流程圖 .....               | 41 |
| 圖 3.1 鋁殼與磁鐵環組立前 .....                | 50 |
| 圖 3.2 鋁殼與磁鐵環組立後 .....                | 50 |
| 圖 3.3 鏈子施打物體示意圖 .....                | 51 |

|                                    |    |
|------------------------------------|----|
| 圖 3.4 可更換鏈頭材質之鏈子 .....             | 52 |
| 圖 3.5 單一工程特性統計範例圖 .....            | 54 |
| 圖 3.6 TRIZ 結合專利迴避設計之設計流程圖 .....    | 56 |
| 圖 3.7 一般自行車以六支螺絲鎖固碟煞片系統 .....      | 57 |
| 圖 3.8 自行車碟煞片固定系統之創新法則統計圖 .....     | 59 |
| 圖 3.9 爪形連接片概念設計圖 .....             | 61 |
| 圖 3.10 爪形連接片之固定銷與平板鉚合設計圖 .....     | 62 |
| 圖 3.11 花鼓主體長出六支固定銷概念設計圖 .....      | 62 |
| 圖 3.12 創新設計自行車碟煞片固定系統 .....        | 63 |
| 圖 4.1 DSM 作業資訊示意圖 .....            | 66 |
| 圖 4.2 DSM 之三種關聯性與動態表示圖 .....       | 67 |
| 圖 4.3 本研究整合 ISM 之設計結構矩陣建構流程圖 ..... | 70 |
| 圖 4.4 自行車發電模組之解構圖 .....            | 71 |
| 圖 4.5 自行車發電模組之概念關聯流程圖 .....        | 71 |
| 圖 4.6 自行車發電模組之關聯 DSM 圖 .....       | 71 |
| 圖 4.7 自行車發電模組 DSM 之列分割圖 .....      | 72 |
| 圖 4.8 自行車發電模組 DSM 之行分割圖 .....      | 73 |
| 圖 4.9 自行車發電模組 DSM 之分割矩陣圖 .....     | 73 |
| 圖 4.10 自行車發電模組之重組 DSM 圖 .....      | 73 |
| 圖 4.11 自行車發電模組之元素分佈圖 .....         | 75 |
| 圖 4.12 自行車發電模組之層級關係流程圖 .....       | 76 |
| 圖 5.1 自行車發電模組總成圖 .....             | 79 |
| 圖 5.2 傳統產品組裝模式圖 .....              | 80 |
| 圖 5.3 自行車發電模組組裝順序 .....            | 80 |
| 圖 5.4 自行車花鼓鋁殼之模組替換設計 .....         | 82 |

|  |     |
|--|-----|
| 圖 5.5 自行車花鼓模組替換方式 .....                  | 82  |
| 圖 5.6 自行車花鼓模組之模組替換設計 .....               | 83  |
| 圖 6.1 傳統電動跑步機 .....                      | 88  |
| 圖 6.2 電動跑步機之創新單一特性法則統計圖 .....            | 90  |
| 圖 6.3 電動跑步機主體支架概念設計 .....                | 92  |
| 圖 6.4 電動跑步機移動輪概念設計 .....                 | 92  |
| 圖 6.5 電動跑步機塑膠保護蓋概念設計 .....               | 93  |
| 圖 6.6 電動跑步機之產品概念設計圖 .....                | 93  |
| 圖 6.7 電動跑步機折疊概念設計圖 .....                 | 94  |
| 圖 6.8 電動跑步機移動搬運概念設計圖 .....               | 94  |
| 圖 6.9 電動跑步機解構圖 1 .....                   | 95  |
| 圖 6.10 電動跑步機解構圖 2 .....                  | 96  |
| 圖 6.11 電動跑步機概念關聯流程圖 .....                | 97  |
| 圖 6.12 電動跑步機概念關聯 DSM.....                | 98  |
| 圖 6.13 Visual Basic 建構 DSM 架構流程圖 .....   | 99  |
| 圖 6.14 本研究 Visual Basic 建構 DSM 主畫面 ..... | 100 |
| 圖 6.15 輸入電動跑步機之 20 項零組件 .....            | 101 |
| 圖 6.16 確認電動跑步機各零組件關聯性 .....              | 102 |
| 圖 6.17 排列電動跑步機初始 DSM.....                | 102 |
| 圖 6.18 電動跑步機執行邏輯運算與排序 .....              | 103 |
| 圖 6.19 電動跑步機之重新排序 DSM.....               | 104 |
| 圖 6.20 電動跑步機 DSM 輸出 Excel 表 .....        | 105 |
| 圖 6.21 電動跑步機之元素分佈圖 .....                 | 106 |
| 圖 6.22 電動跑步機之層級關係流程圖 .....               | 108 |
| 圖 6.23 電動跑步機模組化具體設計流程圖 .....             | 109 |

|        |                      |     |
|--------|----------------------|-----|
| 圖 6.24 | 電動跑步機模組組裝順序 .....    | 112 |
| 圖 6.25 | 電動跑步機各零組件細部設計 .....  | 115 |
| 圖 6.26 | 電動跑步機各模組細部設計 .....   | 116 |
| 圖 6.27 | 本研究之電動跑步機成品圖 .....   | 117 |
| 圖 6.28 | 電動跑步機之成品折疊收納圖 .....  | 117 |
| 圖 6.29 | 電動跑步機之模組替換設計 .....   | 118 |
| 圖 6.30 | 電動跑步機之把手桿模組替換 .....  | 119 |
| 圖 6.31 | 電動跑步機之操作介面模組替換 ..... | 119 |
| 圖 6.32 | 電動跑步機模組之新產品樣式 .....  | 120 |

## 表 目 錄

|                                    |     |
|------------------------------------|-----|
| 表 2.1 專利分析摘要表 .....                | 23  |
| 表 2.2 三種關聯性類型表示 .....              | 27  |
| 表 2.3 可達矩陣中之 $D+R/D-R$ 表 .....     | 40  |
| 表 2.4 本研究整理之 DSM 與 ISM 方法比較表 ..... | 47  |
| 表 3.1 矛盾矩陣表範例 .....                | 53  |
| 表 3.2 自行車碟煞片固定系統之矛盾矩陣表 .....       | 58  |
| 表 3.3 自行車碟煞裝置之相關專利文獻表 .....        | 60  |
| 表 4.1 DSM 之三種關聯性表示法 .....          | 65  |
| 表 4.2 自行車發電模組之 $D+R/D-R$ 值表 .....  | 74  |
| 表 6.1 電動跑步機矛盾矩陣表 .....             | 89  |
| 表 6.2 電動跑步機折疊結構專利 .....            | 91  |
| 表 6.3 電動跑步機之零組件清單 .....            | 96  |
| 表 6.4 電動跑步機之 $D+R/D-R$ 值表 .....    | 106 |
| 表 6.5 電動跑步機之定義各組裝模組 .....          | 110 |

# 第一章 緒論

由於全球資訊網路快速發展及消費者消費型態之改變，由過去生產方式以產品為主的“產品導向”存貨生產 (Make to Stock)，轉變為以消費者為主的“消費者導向”訂單生產 (Make to Order)；在此演變過程中，客製化 (Customization) 時代隨之而來。

Tseng & Jiao (1996) 在客製化環境下為滿足客戶需求，產品之變異頻繁，而造成產品的生命週期 (Life Cycle) 一再的縮短，致使企業正積極的尋求縮短產品開發與製造時間。本研究整合 TRIZ 創新法則與模組化設計，藉由 TRIZ 創新法則，以協助設計師找出合適解決方法於產品開發之概念設計；再以模組化設計方法，運用共同的零組件進行產品開發之具體設計與建構產品多樣化；更進一步研究，如何建構模組化之設計結構矩陣，以簡化組裝工作並表現各零組件的關聯性，使整個設計任務的規劃能明確。

## 1-1 研究背景

台灣企業以往都為 OEM/ODM(Original Equipment/Design Manufacturing)代工方式生產產品，原因在於創新產品研發需耗費較大時間與人力資源。而今日的企業正面臨全球資訊網路快速發展及日益競爭的全球化商業環境下，使企業不得不隨之改變以 OBM(Original Brand Manufacturing) 方式生產產品，致使企業自創品牌之生產方式隨繼而生。如此由 OEM 代工中仿效學習，再而 ODM 方式由客戶委任設計生產產品，進一步達到 OBM 自創品牌行銷；這一連串的演進過中，產品創新設計與縮短產品的開發週

期並降低成本，對企業而言是相當重要與當務之急的生存之道。

為使企業與產品能增加其競爭力，對於新產品的研發不僅是在外觀、造形與性能必須滿足顧客需求即可。甚至對新產品開發時間與成本，亦必須滿足顧客對市場需求之評估；成本不可過高並開發時間需縮短，以使新產品能縮短進入市場之時效性。

而在新產品開發過程中，如何使設計師能快速找到正確的解決方法並避免在研發產品過程，因未經由專利分析與迴避設計，而使設計之產品不慎涉入他人的專利權利範圍中，致使未來產品可能面臨專利侵權的糾紛。為避免設計之產品不涉入他人的專利權利範圍與保護本身的研發成果及延續產品生命週期，運用專利分析與迴避設計，達到新產品之研發，並藉由專利申請以保護權利及拉大競爭者技術鴻溝(Gap)。

在產品開發初期，若能將欲開發產品各項零組件的關聯性，予以簡化並清楚的表現出組裝順序流程；並進行模組化的設計及規劃，即能有效減少後續設計變更時，重新設計的資源浪費並提高產品模組的共用性以降低開發成本。在模組化的組裝設計上，藉由設計結構矩陣建構出設計規劃，以表現元件與設計模組間的關聯性及簡化組裝工作，並可與概念設計發展具體結合在產品開發之細部設計。

隨著產品生命週期的快速縮短，快速設計(Quick Design)被視為產品開發的新趨勢。為了達到減少開發成本與縮短時程的目

的，許多新產品開發策略逐漸被提出，而模組化產品設計策略即是最有效方法，可使製造或組裝之資源更有效率的被應用在不同的產品，以縮短整體開發時程。

## 1-2 研究動機

Hunt (1998) 提出產品開發過程，可分為四個階段：(1)設計階段、(2)發展與雛型階段、(3)試產階段與(4)量產階段。在一般傳統產品開發程序，大多以序列式工程 (Sequential Engineering) 方式；由市場分析與客戶資料蒐集，以進行概念設計，經由設計變更以設計出產品原型 (Product Prototype)，再規劃製造與生產。而國內之中小企業，在初步設計策略擬定、確認設計問題之解決方式與評估技術的可行性部分，作業較為粗略與不明確。然而，在產品創新開發過程中，概念設計發展與整個設計任務之規劃能明確，將是影響產品開發進度之關鍵。

產品開發工作執行，往往需要經由一連串的決策與管理過程中，做出一個較佳決定，而牽涉其中的工程師與決策者更需要互相溝通、協調，組織與管理；尤其在同步工程 (Concurrent Engineering) 的環境中，在產品之概念設計階段時，即同時考慮上下游供應鍊，以及企業各個部門之作業需求。

在產品開發之概念設計上，為縮短設計開發時間與避免設計完成之產品，涉入他人的專利權利範圍。運用 TRIZ 創新法則與結合專利迴避設計，協助設計師於產品開發之概念設計，能有效找出合適解決方法並避免在研發產品過程，不慎涉入他人的專利權

利範圍。

在產品設計開發任務之規劃，為簡化組裝工作與獲得較佳模組分群，以協助設計師縮短設計規劃作業時間。藉由設計結構矩陣(Design Structure Matrix,DSM)之分割法則與重新排序，以表現各零組件的關聯性。而經由重新排序之 DSM，雖依獨立性、相依性與交互作用性分類排序，尚無法明確得知合適之模組分群；故結合詮釋結構模式(Interpretive Structural Model,ISM)之圖式化模式，繪製各零組件層級關係流程圖，以獲得較佳模組分群。而為縮短 DSM 建構與運算時間，研究上運用 Visual Basic 程式語言，建構 DSM 簡單操作界面，以縮短產品開發時程。進一步以模組化設計之標準化為基礎，運用共同的零組件建構產品多樣化，於產品開發之具體設計。

### 1-3 研究目的

由於全球資訊網路快速發展及消費者消費型態之改變，產品開發已不再是企業製造產品，消費者必須接受或只滿足消費者機能需求就足夠的時代，而在於隨著產品生命週期快速縮短與現今消費型態朝向多樣化與個性化趨勢下，企業與設計師必須反映此種變化及提出有效策略，以面對複雜消費型態及越來越激烈之競爭市場。本研究目的有以下幾點：

(1) 運用 TRIZ 創新法則與結合專利迴避設計，協助設計師於產品開發之概念設計，能有效找出合適解決方法並避免在研發產品過程，不慎涉入他人的專利權利範圍。

(2) 藉由設計結構矩陣之分割與重新排序，表現各零組件的關

聯性，結合詮釋結構模式，矩陣之列加總額 D 值與行加總額 R 值，運算轉換成元素分佈圖與繪製層級關係流程圖，以圖形理論模式獲得較佳模組分群，使整個設計規劃能明確。

(3) 運用模組化設計以建構產品多樣化，縮短產品開發時程，使企業保持競爭優勢與創新產品開發目的。

#### 1-4 研究方法與步驟

本研究目的主要是縮短創新產品開發時間，使企業保持競爭優勢與創新產品之開發。在研究中分成三個部份去完成，第一個部份是運用 TRIZ 創新法則與結合專利迴避設計策略，以找出合適解決方法並避免在研發產品過程，不慎涉入他人的專利權利範圍，協助設計師於產品開發之概念設計發展。第二個部份為建構設計結構矩陣，以表現各零組件的關聯性，並經由矩陣分割與重新排序，以獲得較佳之模組分群。第三個部份再以模組化設計之標準化為基礎，運用共同的零組件，建構產品多樣化於產品開發之具體設計發展。

其中模組化的部份，運用現有的 CAD 軟體 SolidWorks 進行 3D 建模。而在模組化之設計結構矩陣，是以 Visual Basic 建構設計結構矩陣的簡單操作界面，以簡化運算過程與重新排序，進而縮短產品開發時程。

## 1-5 研究架構及流程圖

本研究架構共有以下七章：(參考研究架構流程圖，如圖 1.1 所示)。

第一章：緒論。

首先因研究動機的產生，以確立研究目的及範圍。

第二章：文獻探討。

搜尋及研究相關的文獻，以作為本研究之理論基礎。

第三章：創新產品開發之概念設計。

運用 TRIZ 創新法則與結合專利迴避設計，協助設計師於產品開發之概念設計，能有效找出合適解決方法；並避免在研發產品過程，不慎涉入他人的專利權利範圍。

第四章：創新產品的設計結構矩陣建構。

建構 DSM，經由分割與重新排序，以表現各零組件之關聯性，依獨立性、相依性與交互作用屬性分類。再藉由 ISM 將矩陣之列加總額 D 值與行加總額 R 值，運算轉換成元素分佈圖與繪製層級關係流程圖，以圖形理論模式獲得較佳模組分群。

第五章：創新產品的模組化具體設計。

先由定義產品組裝模組與模組組裝順序，在運用 CAD 軟體 SolidWorks，進行產品具體的模組與零組件細部設計。以模組化設計之標準化為基礎，運用共同的零組件與模組替換方式，建構產品多樣化。

第六章：實例驗證。

以電動跑步機為例，說明藉由 Visual Basic 程式語言之簡單的操作界面，有效的達成設計結構矩陣建構，以簡化運算過程與重新排序，以獲得較佳之模組分群並縮短產品開發時程。再以模組化設計建構產品多樣化，以具體完成產品之模組化設計。

第七章：結論與後續研究方向。

說明整個研究之具體成果，於創新產品開發之概念設計發展階段，同時進行整個設計工作規劃，考量產品設計、製造與裝配等問題，提供使用共同的組件，以建構產品多樣化與未來可研究之方向。

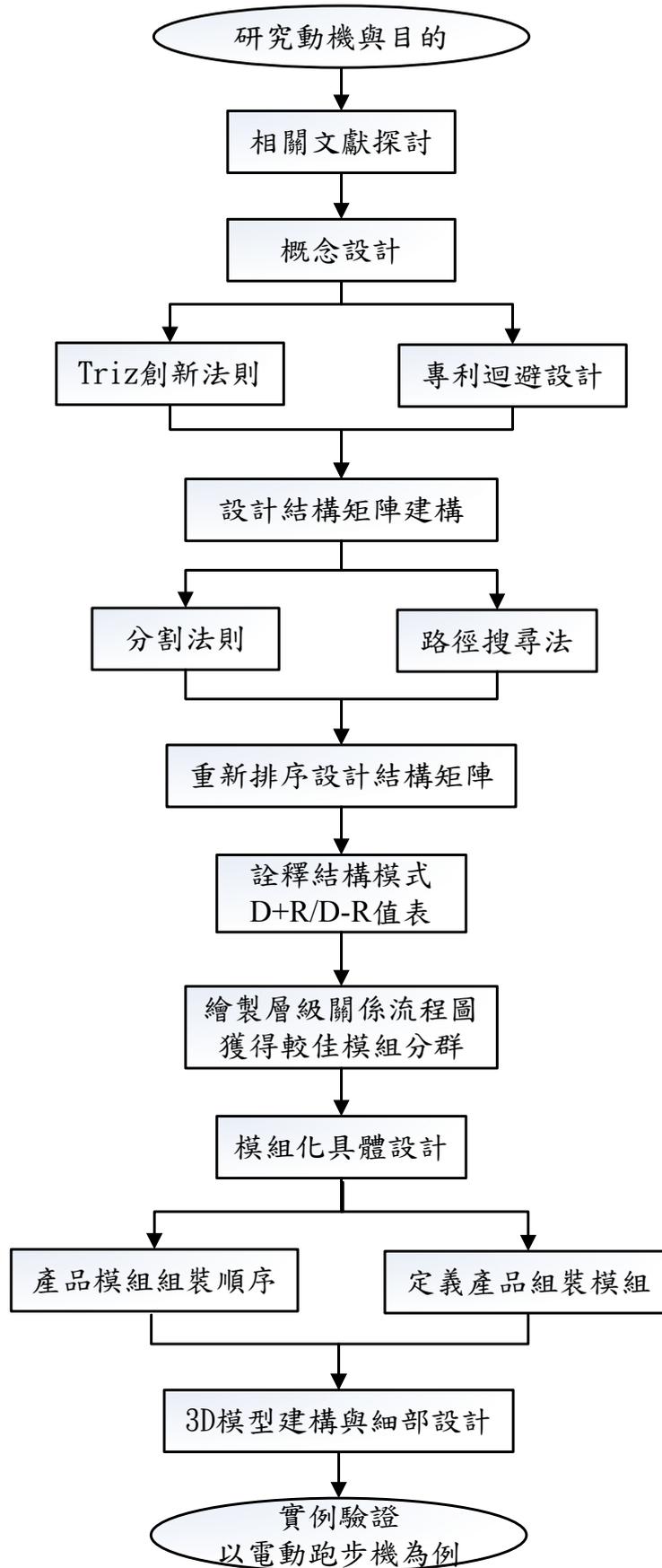


圖 1.1 研究架構流程圖

## 第二章 文獻探討

本研究主要是在探討創新產品開發過程中，如何能夠縮短產品開發時程，並協助設計師與管理者於新產品設計規劃，使企業保持競爭優勢與創新產品開發設計。在文獻探討中，主要分成：在新產品開發概念設計，為創新設計、TRIZ 創新法則、專利迴避設計；在新產品開發設計規劃與分析，為以設計結構矩陣與詮釋結構模式，以獲得較佳模組分群；在新產品開發具體設計與達成產品多樣化，為以模組化設計進行探討。

### 2-1 創新設計

創新為一種從模糊到具體的發展過程，將無法預測的不確定因素，轉換成可以量化的過程。所以創新廣泛係以概念為主，為一種可帶來價值的概念或過程。美國國家基金會於 1976 年，將創新定義為「創新是將新的或改進的產品、過程或服務引入市場」。Damanpour (1991) 將創新分為技術創新與經營創新，技術創新指全新產品與服務程序創新，經營創新指組織結構與管理程序之創新。Christensen (1997) 認為創新是涵蓋工程、製造、行銷與管理流程中，任何一種科技變革。所以創新之範圍概略包含引進新產品、新技術與材料運用、新市場開發與企業組織再造等。

關於創新設計，黎文龍 (2000) 定義為「在設計的過程中所使用的方法、零組件與生產方式等是前所未有的設計」。產品創新設計方法與設計程序上，由於設計方式具有變化性，將相關專家學者對產品之設計流程予以整理，如以下幾種不同方法：

Cross (1989) 認為設計者能將構想完全表達出來，並為製造而準備，即為一設計案之完成，提出一個四階段之設計流程：如圖 2.1 所示，Cross 之四階段設計流程圖。

- (1) 探討 (Exploration) 。
- (2) 產生 (Generation) 。
- (3) 評估 (Evaluation) 。
- (4) 傳達 (Communication) 。

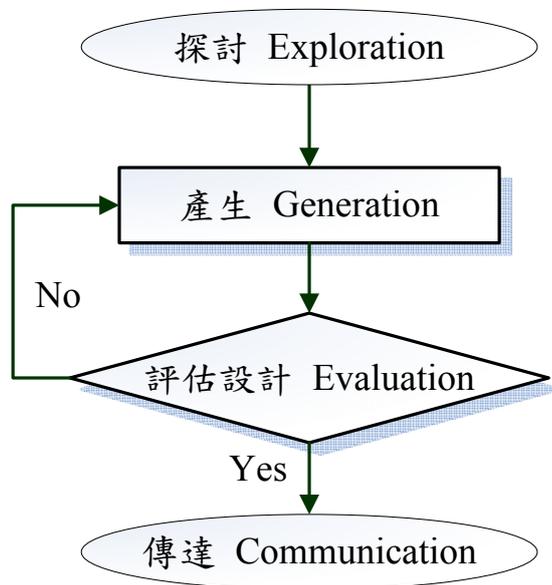


圖 2.1 Cross 之四階段設計流程圖

French (1985) 提出產品設計開發流程之四個步驟：如圖 2.2 所示，French 之設計開發流程圖

- (1) 分析問題 (Analysis of Problem) 。
- (2) 概念設計 (Conceptual Design) 。
- (3) 具體化 (Embodiment of Schemes) 。
- (4) 細部設計 (Detailing) 。

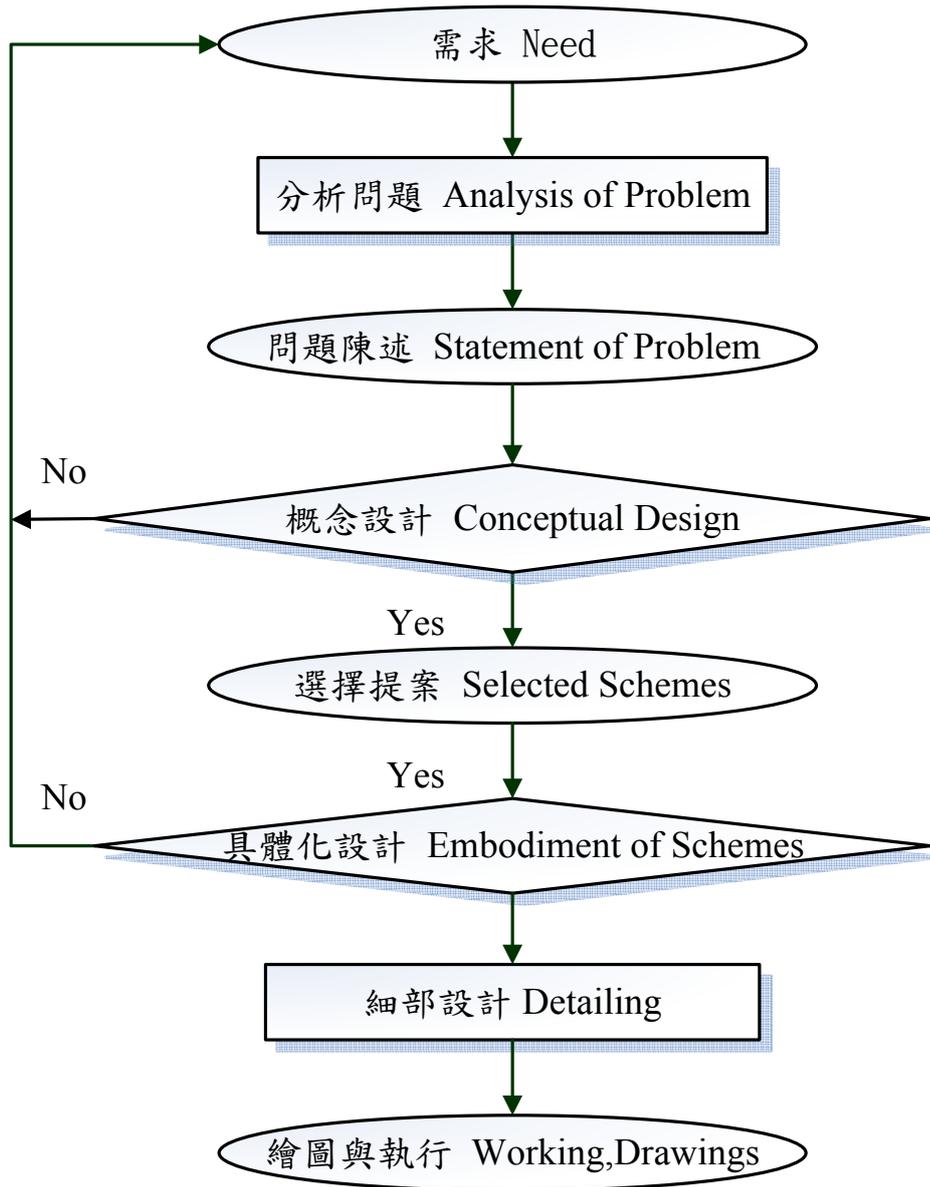


圖 2.2 French 之設計開發流程圖

Pahl & Beitz (1996) 將產品設計流程分為四階段：如圖 2.3 所示，Pahl & Beitz 之產品設計流程圖

- (1)釐清設計目標 (Planning and Clarifying)。
- (2)概念設計 (Conceptual Design)。
- (3)具體化設計 (Embodiment Design)。
- (4)細部設計 (Detail Design)。

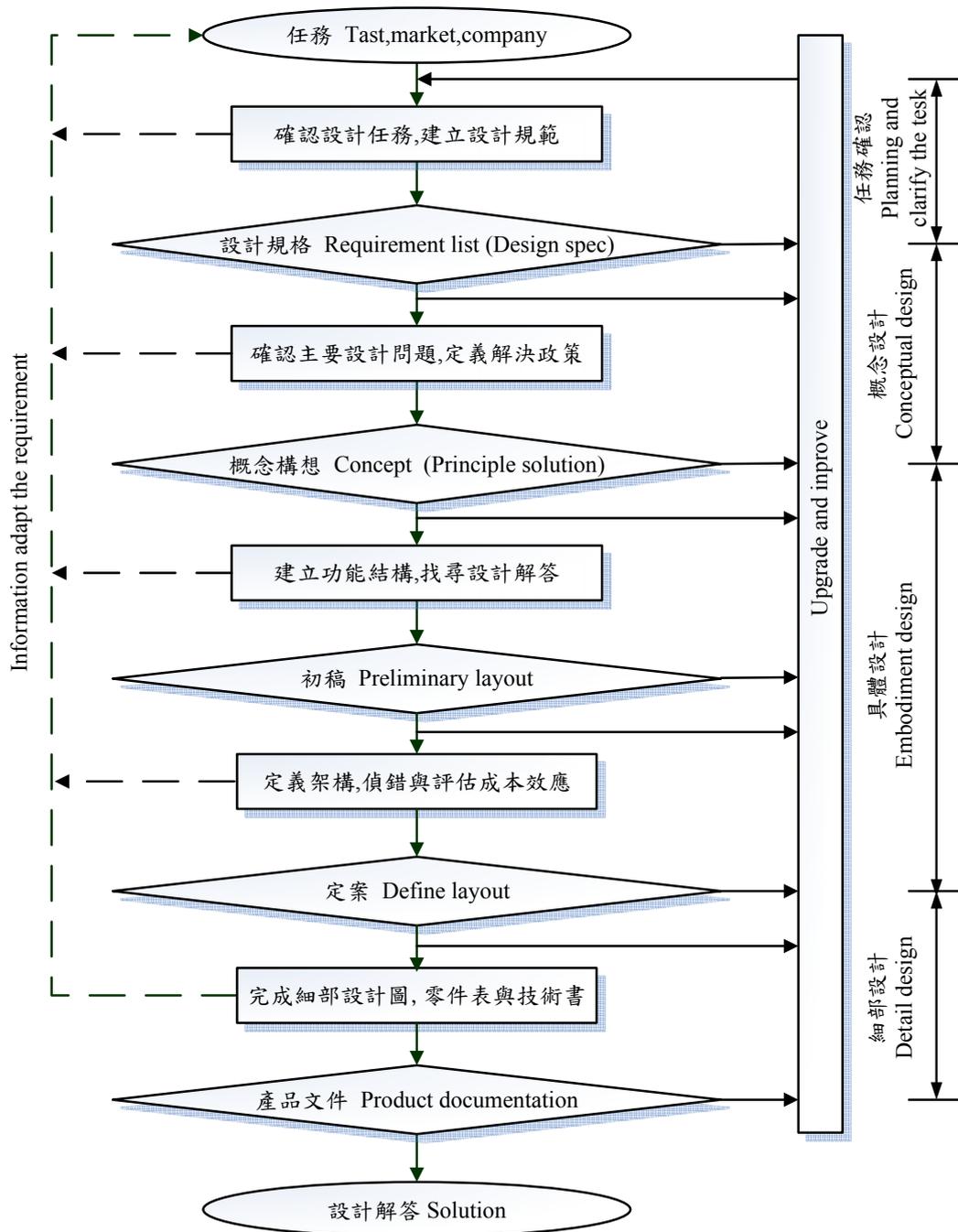


圖 2.3 Pahl & Beitz 之設計開發流程圖

進而將概念設計細分為七階段：如圖 2.4 所示，Pahl & Beitz 之概念設計流程圖

- (1) 確認主要解決的問題。
- (2) 建立功能結構。
- (3) 尋求可達成副功能之解答。
- (4) 整合所有可行之解答。
- (5) 選擇合適之解答組合。
- (6) 確認方法原理。
- (7) 評估技術與成本可行性。

經由分析各專家學者對產品設計開發程序，所提之原理雖有所不同，但其內涵卻相當類似。其所依循之步驟：先了解需求與問題點、分析問題原因、產生概念構想與最後尋求正確解答。在創新產品之開發過程中，以概念之產生最困難與耗費時間；而概念生成乃在於設計師之構想與創意，一般認為是由心理直覺所得，而構想與創意發揮卻佔整個開發案比例最重，即是概念發展階段。設計師對一問題可有多種概念對應，可運用發散與收斂方式產生概念發展。常用概念產生方法有腦力激盪法 (Brainstorming)、635 創意法 (635 Method)、自我腦力激盪法 (Solo Brainstorming)、關聯法 (Synectics) 與德爾非法 (Delphi Method) 等；由於創意產生較天馬行空無規則性，往往因人而異，因此運用 TRIZ 方法協助設計師，完成產品之概念設計階段。

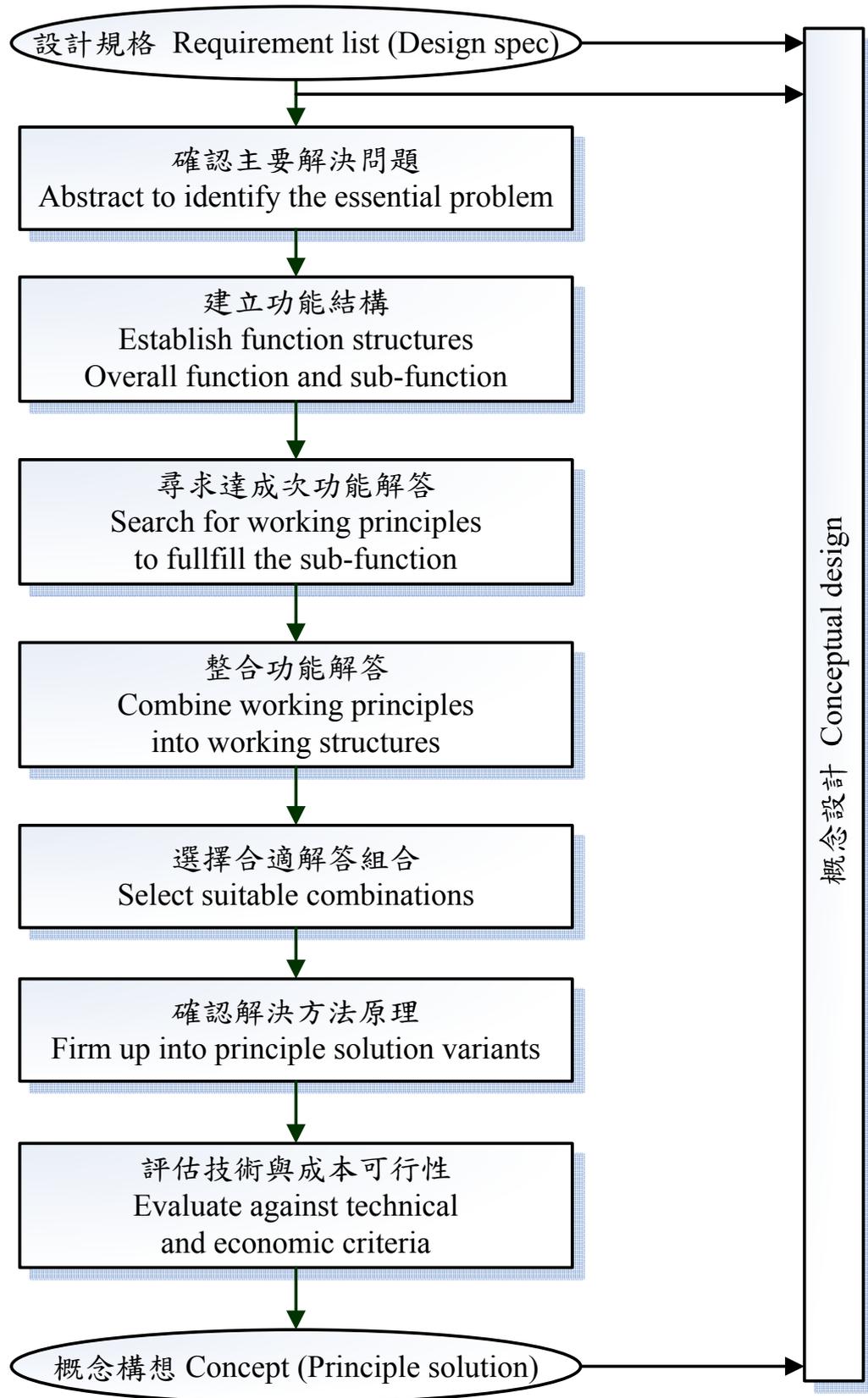


圖 2.4 Pahl & Beitz 之概念設計流程圖

## 2-2TRIZ 創新原理

在產品開發設計中，概念生成來自於設計師之構想與創意，設計師所能想到的方法，則會因其所學的專業領域與經驗背景不同與主觀意識，而有所差異。因此為使設計師能免除專業與經驗問題，以能快速有效找到創意概念，則需有一系統性之設計資料以供參考。

### 2-2-1TRIZ 創新原理概要

TRIZ 創新原理 (Theory of Inventive Problem Solving)，為俄國科學家 Altshuller 於 1946 年提出之發明方法。其研究超過數十萬個之科技專利案件，進行分析發現在不同領域的創新發明問題，皆有相同之基本問題與解決技巧。Altshuller (1988) 由這些專利中匯整並挑出四萬件具有首創之發明專利，予以整理成一系統化創意設計模式，進而提出發明創新的流程和解題的方法途徑，以提供設計師參考與分析。TRIZ 方法其內容主要有四個部分：

- (1) 問題規劃(Problem Formulation)。
- (2) 矛盾矩陣表( Contradiction Matrix)。
- (3) 理想化方法( Ideal Result)。
- (4) 物質場分析( Substance Field Analysis Modeling)。

### 2-2-2 矛盾矩陣表

在開發新產品過程中，常會遇到相互矛盾問題，一般設計師大都採取妥協方式或消極的取平衡點。而 TRIZ 創新法則之矛盾矩陣表，正是提供設計師以積極方式來解決相互矛盾問題。在矛盾矩陣表中，包括 40 創新法則(Inventive Principles)與 39 工程參數

( Engineering Parameter)。39 工程參數為 Altshuller 由數十萬個專利中，歸納出導致技術矛盾的系統參數共 39 個，稱為 39 工程參數。TRIZ 矛盾表為 39×39 之矩陣方式 Terninko (1998)，其縱軸為欲改善之工程特性(Improving Features)，橫軸為欲避惡之工程特性(Worsening Features)，各為 39 個工程參數組成；中間欄位數字部分，為所對應之創新法則編號。

矛盾矩陣表之運用，需先將問題對應到欲改善與欲避惡之 39 個工程參數後，在針對矛盾表中的問題套入 40 創新法則來求出一種或一種以上的解答，再依解答出現的次數多寡作為最佳的設計變更狀態。

## 2-2-3TRIZ 創新設計流程

Terninko (1998) 提出 TRIZ 創新方法之解決問題流程：如圖 2.5 所示，Terninko 之 TRIZ 解決問題流程圖。

- (1) 釐清工程問題 (Define the Problem)。
- (2) 刪減問題以得基本要素 (Reduce Problem to its Basic Constituents)。
- (3) 建立矛盾表 (Examine for Contradictions)。
- (4) 運用發明原理 (Apply the Inventive Principles)。
- (5) 評估方案 (Evaluate Alternatives)。
- (6) 成熟模式 (Maturity Model)。
- (7) 創新解答 (New Solution)。

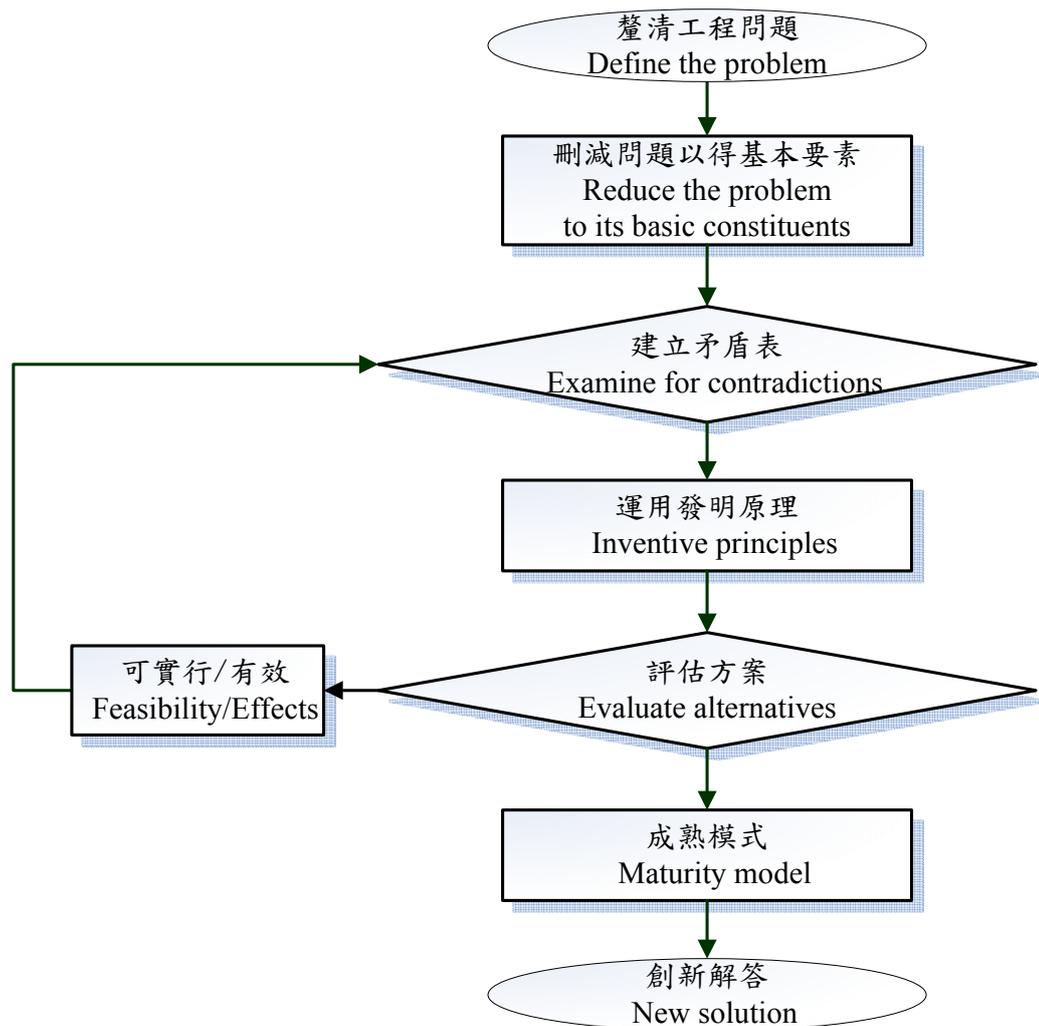


圖 2.5 Terninko 之 TRIZ 解決問題流程圖

劉志成 (2003) 提出 TRIZ 解決問題模式：如圖 2.6 所示，TRIZ 解決問題模式圖。

- (1) 找出欲改善工程系統問題。
- (2) 參照 39 個工程參數。
- (3) 轉換為 TRIZ 問題。
- (4) 建立矛盾表。
- (5) TRIZ 解答。
- (6) 對應 40 創新法則。
- (7) 獲得工程系統解答。

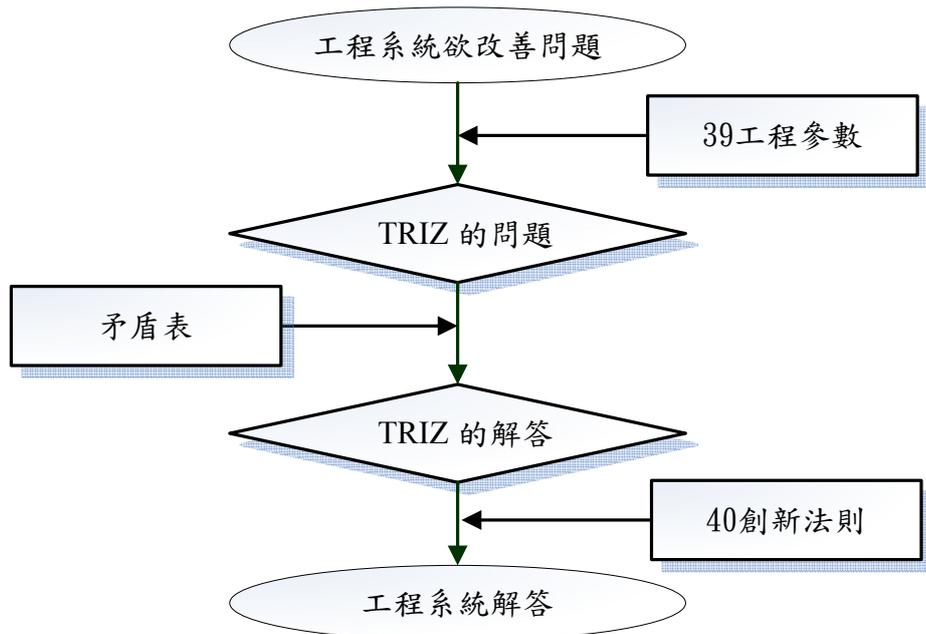


圖 2.6 TRIZ 解決問題模式

經由分析 TRIZ 解決問題流程，可知其原理著重在先對工程設計問題之分析，並提供解題工具以確定系統特性與欲改善之目的；經由確認相對之不良因素，再利用 40 創新法則以獲得工程系統之創新解答。所以 TRIZ 創新原理以一明確之解決問題流程，提供工程設計師運用於設計上，可快速有效的找出欲改善之解答並縮短整體的設計時間。

目前 TRIZ 運用之領域相當廣泛，除於學術研究與科技預測外，且陸續為工業界與企業界應用於產品開發設計、製程改善與商業管理上；並發展相關輔助軟體，張祥唐(2004) Eco-Design tool 綠色創新設計輔助軟體、IWB 與 TecOptimizer，以協助工程設計師應用於產品開發設計。其它相關文獻，如：Royzen(1997) 運用矛盾矩陣表之 39 個工程參數與 40 個創新法則，說明如何解決波音公司設計 737 客機時，因其需較大馬力之引擎以提供動力，而產生 Engine 與 Engine's Cowling 之空間尺寸矛盾問題。Anders

(1997) 運用 TRIZ 創新原理，成功的發明設計一設置於爐上之小型風扇發電機，以提供電能給瑞典家庭使用。Skrupskis & Ungvari (1998) 提出運用 TRIZ 創新原理，解決複雜之公共運輸交通問題，並提供運輸部門有效評估政策。Mann & Domb (1999) 提出以 40 創新法則，應用於商業與管理上，以解決客戶需求與員工管理訓練。Mann (1999) 提出以 40 創新法則，驗證發明概念來自自然界生物學之形式與數據，以為仿生科技應用。Pierluigi (2004) 提出 TRIZ 創新法則的矛盾運算，除了可以運用於設計的階段之外，其類比思考的模式也可以運用到產品的顧客需求面、技術需求面、製程需求面甚至於到最後的產品銷售面。Novacek (2003) 運用 TRIZ 創新原理於航太工業，以協助專業技術團隊發展新的發明構想與概念，並以 TRIZ 作為支持理論。並提出運用 TRIZ 方法之五項優點：

- (1) 可快速並有效的產生創新方法。
- (2) 可以解決不同的問題。
- (3) 減少開發之風險與成本。
- (4) 評估未來技術發展。
- (5) 概念構想的產生，全為透過實際專利而來。

在 TRIZ 方法改良與整合應用案例之相關研究文獻，Liu & Chen (2001) 運用 TRIZ 創新法則，改善工業問題與解決方式，藉有創新法則在矛盾表出現的次數進行統計歸納。當創新法則出現的次數越多代表該法則被運用的次數越高，相對運用該法則來解決問題的成功率會越高。可以避免因設計需求的不明確而造成設計障礙，亦可解決矛盾表中所出現的空矩陣問題。Terninko (1998)

提出整合 TRIZ、QFD 與田口方法，於產品改良之研究。Schlueter (2001) 提出 TRIZ 結合 QFD 方法，以協助設計師確認客戶需求於產品設計。Baessler (2002) 等學者，運用 TRIZ 結合 QFD 與 Scenario Technique 方法，用以改良產品設計研究。運用 TRIZ 結合綠色創新設計 (Eco-Innovation) 部分，Jones & Harrison (2000) 運用 TRIZ 於綠色創新設計之能源發展，有效率提高螢光管 (Fluorescent Tube Lighting) 的照明。Low (2000) 等學者，運用 TRIZ 結合綠色創新設計，研究 TRIZ 創新概念轉換為商業服務之創新趨勢，以電子商務、汽車與自動洗衣設備為例。Chang & Chen (2004) 將 TRIZ 創新法則之工程參數與環境保護需求的七個環境效率要素整合，提出綠色創新式的環保產品設計方式。

由上述相關 TRIZ 文獻研究，可確認 TRIZ 矛盾矩陣表與創新法則，可有效協助設計師於產品開發設計或改良上，提供快速的發明構想與解決方式在產品概念設計階段。但由於全球資訊與商業快速發展，致使市場需求與競爭對手之變化莫測，往往因工程師之閉門造車而疏忽競爭者或市場已有類似之專利產品。因 TRIZ 為匯集以往之發明專利而成，即使藉由 TRIZ 所產生之創新設計解答，並無法顯示是否已存在有類似之發明專利。因此為避免設計師研發設計完成之產品，不慎涉入他人的專利權利範圍，本研究結合專利迴避設計於產品概念設計過程。

### 2-3 專利迴避設計

智慧財產權是當前知識經濟時代，為學術界與企業界熱門投入研究，而專利則為智慧財產權中，眾所皆知之議題。對企業而

言，擁有多項技術與產品專利，對客戶與消費者較有保障並可使競爭者與跟隨者的產品不易進入市場門檻，以拉大市場差異性，使其有較大之競爭力與生存優勢。反之，對於欲進入此市場之競爭者與跟隨者而言，則需以專利迴避設計方式，才能避免設計開發之產品侵犯其專利範圍。

### 2-3-1 專利迴避設計流程

陳佳麟等學者（1998），說明迴避設計為依據專利侵權鑑定之過程與內容為基礎，藉由其差異性使欲設計或利用的技術，不落入已存在之專利權範圍內。並提出迴避設計之過程：

- (1) 列出所有專利權範圍，依其範圍由寬到窄排列。
- (2) 逐項挑除非授於之專利權範圍。
- (3) 就技術與市場已有商品，判斷可否減除專利有效權範圍。
- (4) 依全要件原則，是否有其他元件可取代；或均等論之功能、方式與結果，使其有一項條件不同。。
- (5) 可藉由挑除多餘之方法。

進一步說明迴避設計方法，為利用減少元件或置換方式，使其有別於現有專利之專利權範圍要件，以避開完全落入專利範圍之侵權行為。莊國祥與劉尚志（1997）提出技術創新的等級與專利發展有相互影響關係，專利數目越多的技術，越有可能產生更新的技術。並以美、日、德與我國的專利法為基礎，詳細介紹專利侵權的判定原則。劉尚志與陳佳麟（2001）分析我國目前企業專利創新發展情形，為跟隨著國際脈動與世界潮流接軌，企業對於專利制度的使用倍數成長，相對顯示迴避設計需求之重要性。黃文儀（2004）提出以元件迴避設計、技術手段迴避方式與等價

變換法，運用於一般之專利迴避設計。劉尚志與陳佳麟（2001）於電子商務與電腦軟體之專利保護發展、分析、創新與策略上，說明利用專利管理手法(專利地圖、迴避設計、侵害檢定等)，協助設計師於專利資料庫找出創新的概念與作法，突破即有的技術限制，增加本身產品的技術層級。

在專利產品設計研究文獻上，陳佳麟(2002)運用 TRIZ、QFD 結合專利策略方法，發展一完整之專利迴避設計流程與實施步驟，以進行專利迴避之創新產品設計，並以自行車之飛輪設計為例說明。楊崇森(2003)提出考量專利三要件，包括產業利用性、新穎性與進步性，並說明如何嘗試將新設計申請專利，以獲得創新成果的保障。林秀美(2003)利用 TRIZ 理論探討發明流程的建立方法，並以靜壓軸承與滑軌之供油造成微振問題，完成創新靜壓軸承供油結構設計的實例，驗證 TRIZ 創新法則在專利設計上的可行性。

在專利迴避設計流程與實施步驟，著重在專利分析與建立專利資料庫，以方便資料管理與應用，而查閱與分析專利文獻即為重要工作。所以運用專利檢索，以查詢蒐集相關之專利文獻與資訊；再藉由專利分析，瞭解相關專利之要件、範圍與新的技術資訊，以利後續進行迴避設計。

### 2-3-2 專利檢索與分析

專利檢索為相關專利文獻的查詢，其目的為「蒐集完整之專利文獻與資訊，以利於專利分析具備較高之可靠性」。一般專利檢

索可以透過各國的智慧財產局或專利局，提供之免費或付費的服務網站來作查詢相關之專利文獻或資訊。

經查明相關專利文獻後，為使迴避設計者在閱讀專利資訊時，能更有效地掌握全盤資訊，可藉由撰寫專利分析摘要表，以紀錄分析該專利的重點與特色。張祥唐（2004）說明專利分析摘要表的形式，其較為重要的欄位有「先前技術缺失」、「專利功能（Function）」、「達成結果（Results）」、「技術方式與關鍵圖式（Ways）」、與「專利範圍」。如表 2.1 所示 專利分析摘要表。

表 2.1 專利分析摘要表

|                                 |  |       |     |      |  |
|---------------------------------|--|-------|-----|------|--|
| 專利名稱                            |  |       |     | 專利狀態 |  |
| 專利號碼                            |  | 申請日期  |     | 公告日期 |  |
| 專利申請人                           |  |       | 發明人 |      |  |
| 專利分析人                           |  | 技術關鍵字 |     | 分析日期 |  |
| 先前技術缺失                          |  |       |     |      |  |
| 專利功能<br>(Function)              |  |       |     |      |  |
| 達成結果<br>(Results)               |  |       |     |      |  |
| 技術方式與<br>關鍵圖式<br>(Ways)<br>專利範圍 |  |       |     |      |  |

由世界智慧財產權組織(WIPO)之統計調查，發現全世界有 90~95%的發明成果，可藉由專利文獻查到。所以結合 TRIZ 創新方法與專利迴避設計，運用於開發新產品與新技術，可拉大與競爭者之差異性。藉由開發新產品，對企業所產生之八項利益：如圖 2.7 所示。

- (1) 以滿足客戶需求。
- (2) 以提升企業形象。
- (3) 提升企業獲利機會。
- (4) 提升企業優勢。
- (5) 以提升產品價值。
- (6) 以創造屬於企業本身之知識。
- (7) 創造產品差異性。
- (8) 開發新技術以避免資源閒置。

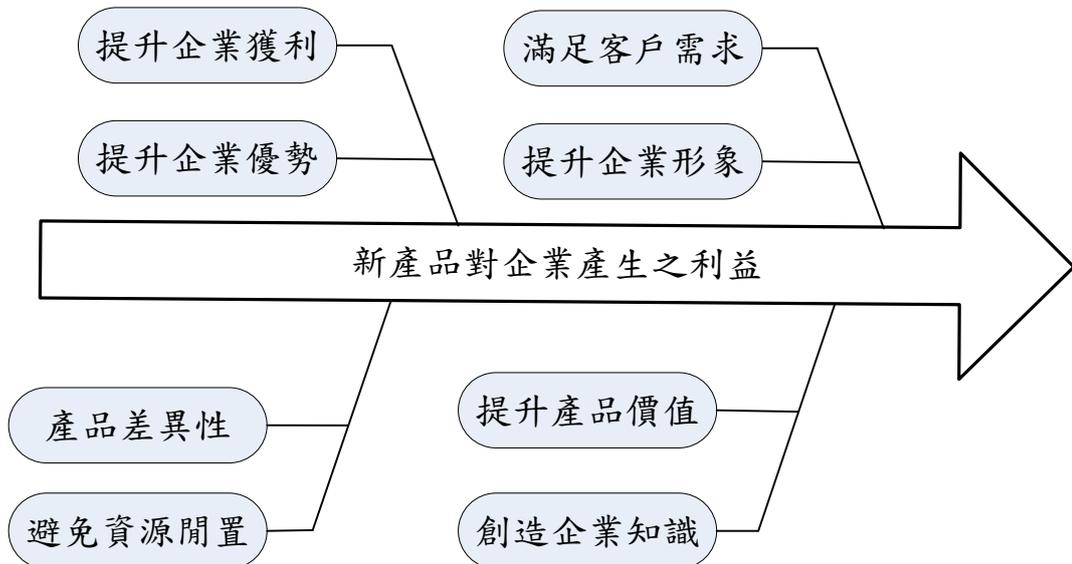


圖 2.7 開發新產品對企業產生之八項利益

## 2-4 設計結構矩陣

在新產品設計開發過程中，並非設計師將產品設計開發完成即算成功，尚需要考慮生產製造、組裝與作業管理等相關流程。若無法商品化製造與大量生產，對企業則無創造利潤之價值，只能視為藝術品而非商品。傳統之新產品設計開發程序，大都為順序式流程，當研發設計工程師設計完成後，再由製程工程師接續處理生產製造與組裝作業部分。往往易造成開發之新產品到生產

階段，才發現無法組裝或量產等問題。所以整個新產品開發案執行，需要經由一連串之決策與管理，做出一個最好的決定；而涉及其中的設計工程師與管理者更需要互相溝通、協調。所以 Rolstadas (1995) 提出製造商在處理工程設計生產模式，是由一連串交互作用過程與一組執行關係之三個主要因素組成。如圖 2.8 所示，工程生產模式圖。

(1) 生產(Production)，為連接物料流，目的將原物料轉換成產品。

(2) 工程(Engineering)，為連接技術資訊流，目的藉由圖表提供技術規格與生產產品技術。

(3) 管理(Management)，為連接執行資訊流，目的藉由工作命令、計畫與狀態次序，管理與監控整個生產過程。

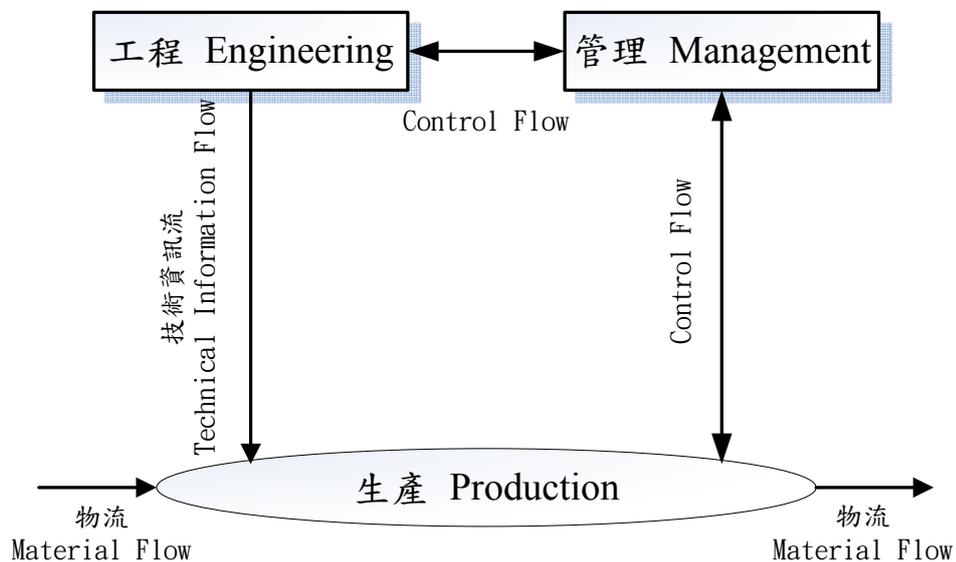


圖 2.8 Rolstadas 工程生產模式

## 2-4-1 設計結構矩陣關聯性

設計結構矩陣(Design Structure Matrix, 簡稱 DSM), 又稱為關聯結構矩陣(Dependency Structure Matrix), 為 Steward 於 1981 年提出以二維矩陣方式, 解決複雜專案任務與規劃工作程序的有效方法。Steward(1981)將複雜專案任務中, 各工作任務之作業關係, 分為獨立性(Independent)、相依性(Dependent)與交互作用性(Interdependent)。Yassine(2004)說明三種關聯性之不同處與表示方式, 如表 2.2 所示, 為三種關聯性類型表示法。

### (1) 獨立性：

兩個工作任務或元件間, 沒有訊息相互交流, 是完全獨立的作用方式, 其動態特徵表現為 A、B 作業方式是並聯式, A、B 可以同時進行。

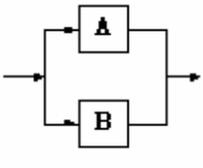
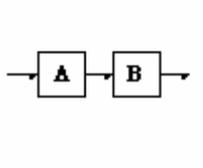
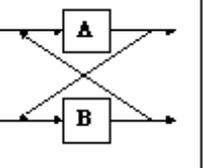
### (2) 相依性：

兩個工作任務或元件間, 只存在單向依賴關係之作動方式, 其動態特徵表現為 A、B 作業方式是串聯式, 既 A 做完再執行 B。

### (3) 交互作用性：

兩個工作任務或元件間存在著訊息交流的關聯, 且 A、B 的訊息關繫是雙向。即 A 要作業時, 需 B 給予訊息才能執行; 同理 B 要作業時, 也需要 A 給予訊息才能執行。其動態特徵表現為 A、B 之間須透過反覆交流, 才能完成執行任務, 其動態關聯的作業數量可超過兩個以上。

表 2.2 三種關聯性類型表示

| 關聯性<br>Relationship              | 獨立性<br>Parallel<br>(Independent)  | 相依性<br>Sequential<br>(Dependent)   | 交互作用<br>Coupled<br>(Interaction)  |
|----------------------------------|---|--|---|
| 動態關聯性<br>Graph<br>Representation |  |  |  |

傳統企業在工作順序排程工具，都以甘特圖(Gantt Chart)、直條圖、流程圖、組織圖或訊息流程圖等方式，以表示時間與工作順序項目，製作簡單容易且適宜各階層溝通使用。但其缺點為在設計開發案若複雜且作業流程增多時，即難以直覺的方式去判斷其間的相關性與各工作項目對整體開發案之影響。故此類圖表只適合表示簡單的時間與作業項目順序，無法顯示作業項目關係與複雜的工作程序。Rolstadas (1995) 在處理複雜性高的設計開發案時，將作業流程的先後關係藉由矩陣來表示，其工作的關聯性可清楚表現整個產品設計的過程，並可由電腦的計算把眾多的工作分解成較小且相關性較高的工作群組，再將其予以工作合併與分派。所以設計結構矩陣處理複雜設計開發過程的方式，較藉由圖表處理的方式為佳。Yassine 等學者(1999)，說明在複雜度高的產開發案中，除設計技術困難複雜，同時在專案管理之複雜性也高；而提出透過 DSM 之分析觀念，可有效簡化設計流程的複雜性。故由 DSM 所標示出各作業項目或零組件之關聯性與作業訊息關係，可以清楚地觀察各作業項目或各零組件之組裝順序與訊息間的流通方式。

## 2-4-2 設計結構矩陣形式分類

Sabbaghian & Eppinger(1998)，說明 DSM 最為廣泛共同使用之三種模式：參數為基模式 (Parameter-based Modeling)、以任務為基模式 (Task-based Modeling) 與以團隊為基模式 (Team-based Modeling)。Yassine(2004)說明藉由 DSM 用於一產品中，可以表示組成元件之訊息關係；若用於專案工程，則可表示團隊之協同工作之關係。所以 DSM 依用途可分為四類：

- (1) 以參數為基之形式：用於分析系統建立。
- (2) 以任務為基之形式：用於任務規劃。
- (3) 以團隊為基之形式：用於組織設計與規劃。
- (4) 以元件為基之形式 (Component-based Modeling)：用於組裝模組設計與規劃。

本研究以設計一創新產品為重心，選擇以元件為基之形式作為研究模式，來表示產品組成零組件之訊息關係，建立以元件為基之設計結構矩陣，作為後續模組分群之組裝模組設計與規劃。

Chen & Lin(2002)說明 DSM 為一個  $n \times n$  組成之矩陣， $n$  則代表  $n$  個工作或零組件數目。若第  $i$  個工作需要第  $j$  個工作的訊息，或第  $j$  個工作回饋(Feedback)給第  $i$  個工作訊息時，則在矩陣內標上註記(Mark)，以  $\times$  或 1 表示有關聯性，而以空白或 0 表示無關聯性；在矩陣斜對角線為表示自己對自己關係，故以 ● 取代。如圖 2.9 所示，二維設計結構矩陣(Binary DSM)。

$$\begin{array}{c}
X_1 \\
X_2 \\
\vdots \\
X_i \\
\vdots \\
X_j \\
\vdots \\
X_n
\end{array}
\begin{bmatrix}
X_1 & X_2 & \cdots & X_i & \cdots & X_j & \cdots & X_n \\
\bullet & M_{12} & \cdots & M_{1i} & \cdots & M_{1j} & \cdots & M_{1n} \\
M_{21} & \bullet & \cdots & M_{2i} & \cdots & M_{2j} & \cdots & M_{2n} \\
\vdots & \vdots & \ddots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\
M_{i1} & M_{i2} & \cdots & \bullet & \cdots & M_{ij} & \cdots & M_{in} \\
\vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots & \vdots & \vdots \\
M_{j1} & M_{j2} & \cdots & M_{ji} & \cdots & \bullet & \cdots & M_{jn} \\
\vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\
M_{n1} & M_{n2} & \cdots & M_{ni} & \cdots & M_{nj} & \cdots & \bullet
\end{bmatrix}$$

圖 2.9 二維設計結構矩陣

$X_i$  = 工作任務或零組件的第  $i$  個項目,  $i = 1, 2, \dots, n$

$M_{ij} = 1$ , 表示  $X_i$  需由  $X_j$  得到資訊。

$M_{ij} = 0$  或空白, 表示  $X_i$  與  $X_j$  沒有關係。

$\forall i, j = 1, 2, \dots, n$

### 2-4-3 設計結構矩陣之分割法則

在一個複雜產品開發案過程中, 包含產品設計與製造上之大量作業項目或零組件, 其相互屬性可能為獨立性、相依性或交互作用性。Chen & Lin(2002)說明若未經分割 DSM 之矩陣, 只能看出各作業項目或零組件之輸入與輸出關係性, 但尚無法明瞭其作業順序是屬於何種屬性, 如圖 2.10 所示, 基礎設計結構矩陣 (Original DSM)。故須藉由 Steward(1981)提出之分割法則 (Partitioned Algorithm), 予以分割簡化並重新排列矩陣, 使其依作業順序與不同關聯屬性排序, 而獲得分割與重新排列設計結構矩陣。以易於確認各作業項目或零組件之關聯性, 以為後續分群組。如圖 2.11 所示, 重新排列設計結構矩陣 (Partitioned/Reordered DSM)。

|   | A | B | C | D | E | F | G | H | I | J | K | L |   |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| A | • |   | 1 |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| B |   | • |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| C |   |   | 1 | • |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| D |   |   |   |   | • | 1 | 1 |   |   |   |   | 1 |   |
| E |   |   |   |   |   | • | 1 | 1 |   |   | 1 |   |   |
| F |   |   |   |   |   |   | • |   |   |   |   | 1 |   |
| G |   |   |   |   |   |   |   | • |   |   |   | 1 |   |
| H | 1 |   |   | 1 |   |   |   |   | • | 1 |   | 1 |   |
| I |   |   | 1 |   |   | 1 |   |   |   | • | 1 |   |   |
| J |   |   |   |   |   |   | 1 |   |   |   | • | 1 |   |
| K |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   | • |   |
| L | 1 |   |   |   |   |   |   |   |   | 1 | 1 | 1 | • |

圖 2.10 基礎設計結構矩陣

|   | B | C | A | K | L | J | F | I | E | D | H | G |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| B | • |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| C | 1 | • |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| A |   |   | 1 | • |   |   |   |   |   |   |   |   |
| K | 1 | 1 |   | • |   |   |   |   |   |   |   |   |
| L |   |   | 1 | 1 | • | 1 |   | 1 |   |   |   |   |
| J | 1 | 1 |   | 1 | 1 | • | 1 |   |   |   |   |   |
| F | 1 |   |   |   | 1 |   | • |   |   |   |   |   |
| I |   | 1 |   |   |   | 1 | 1 | • |   |   |   |   |
| E |   |   |   | 1 |   |   |   |   | • |   | 1 |   |
| D |   |   |   |   | 1 |   |   |   | 1 | • |   |   |
| H |   |   | 1 | 1 |   |   |   | 1 |   | 1 | • |   |
| G | 1 |   |   | 1 |   |   |   |   |   |   |   | • |

} 相依性 Dependent  
 } 獨立性 Independent  
 } 交互作用性 Interdependent  
 } 交互作用性 Interdependent

圖 2.11 重新排列設計結構矩陣

利用分割法則，可將整個開發設計專案之作業項目或零組件，予以分割與重新排列，有助於辨識其關聯性與簡化矩陣運算。Steward(1981)、Chen & Lin(2002)、Yassine(2004)與陳俊伊(2002)等學者，提出說明分割法則之三個步驟：

(1) 獨立與相依性元素之排列：

a. 矩陣中的任一行 (Row) 若為空白或0，則將這個元素排到矩陣最前面的次序，並從矩陣中移除。

b. 矩陣中的任一列 (Column) 若為空白或0，則將這個元素排到矩陣最後面的次序，並從矩陣中移除。

c. 重複上述的步驟，直到矩陣中沒有空白行與空白列存在。

(2) 交互作用性元素之排列：

利用路徑搜尋方式 (Path Searching)，使交互作用性元素成為一個群組，利用資訊向前回饋搜尋，直到搜尋至最初始的元素為止，使其成為一個群組。

(3) 將搜尋過之每一個群組，視為單一組的模組；並重複步驟(1) 至步驟(3)，直到所有的元素都被排序完成。

#### 2-4-4 設計結構矩陣設計流程

在複雜的產品設計開發專案，其包含大量作業項目與零組件，其相互屬性可能為獨立性、相依性或交互作用性。所以必需藉由分割簡化並重新排列矩陣，使其依作業順序與不同關聯屬性排序，以獲得重新排列 DSM 與數個較佳分群。而欲使產品設計開發案能達成，必須依賴良好的設計規劃予以細分群組，並由數個設計團隊予以執行，則整個新產品開發專案才能實現。Chen & Lin(2002)提出藉由輸入相依性工作任務於設計過程，以建構協同多功能專案團隊模式。如圖 2.12 所示，協同多功能專案團隊模式圖。

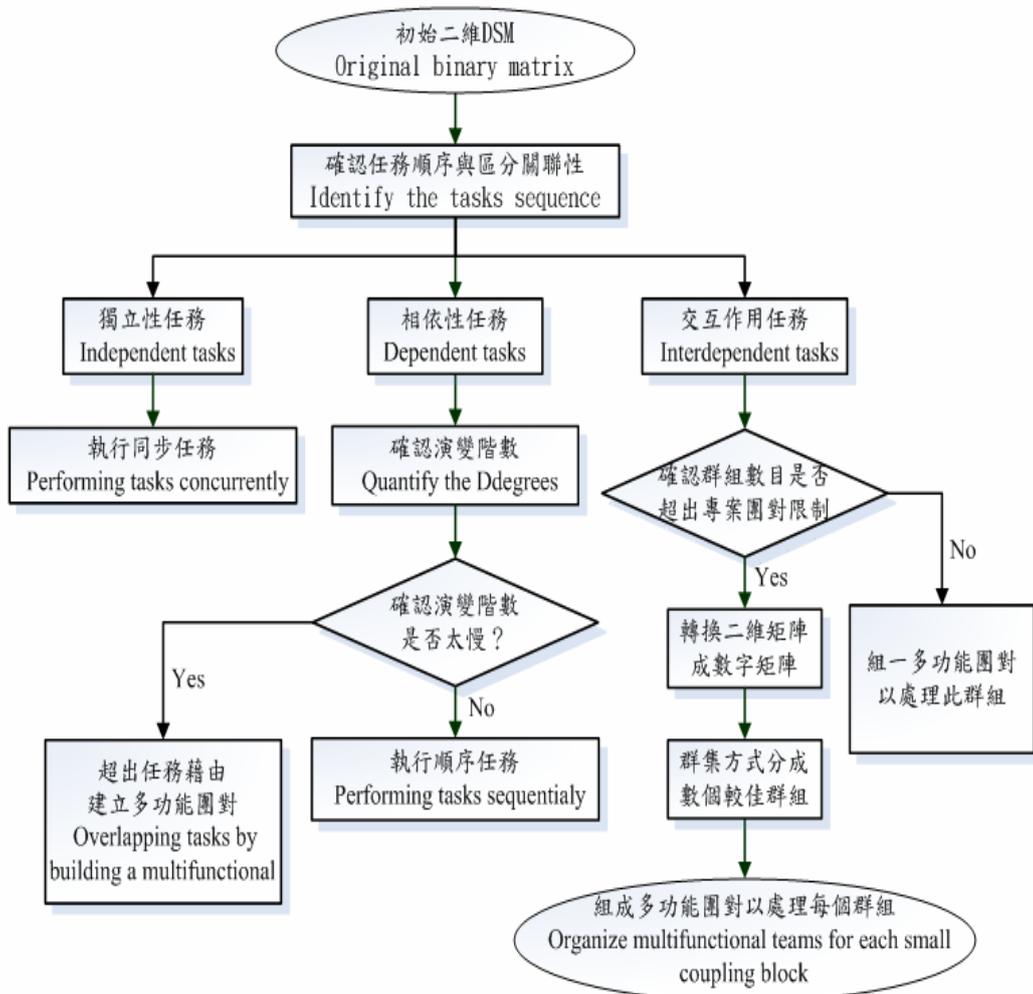
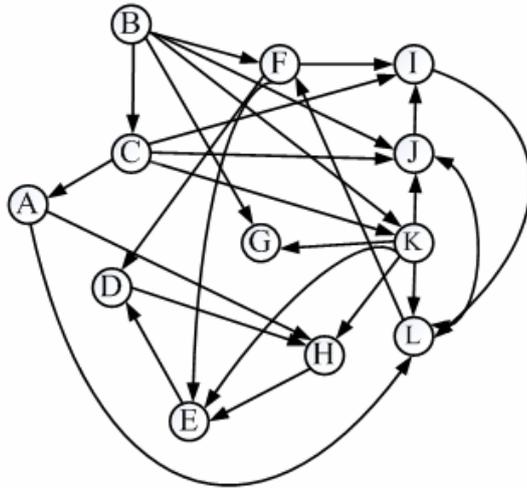


圖 2.12 Chen & Lin 協同多功能專案團隊模式圖

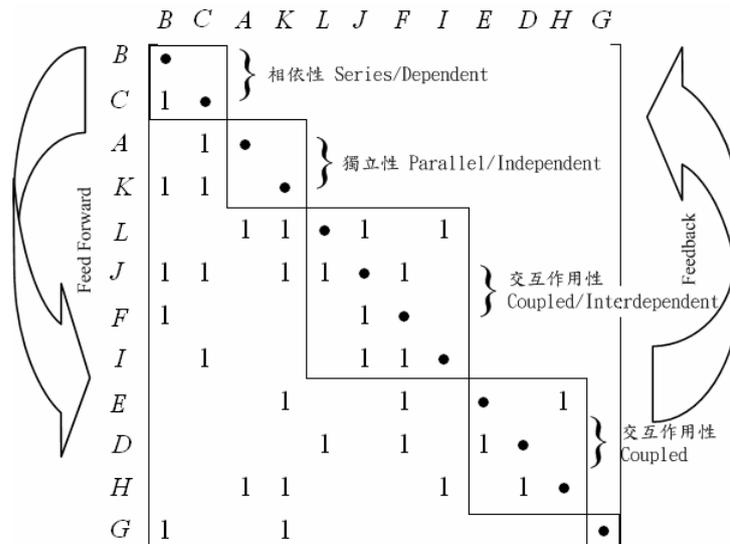
Yassine(2004)說明在處理複雜關聯性高之設計專案中，藉由先繪製各作業項目或零組件關聯性與作業順序，以成原始概念關聯流程圖(Spaghetti Graph)。將各作業項目或零組件之輸入與輸出關係性，輸入矩陣中以建立基礎設計結構矩陣(Base DSM)。再藉由分割法則予以分割簡化並重新排列矩陣，以獲得重新排列之設計結構矩陣(Partitioned DSM)。如圖 2.13 所示，為 Yassine 設計結構矩陣設計流程。



(a) 概念關聯流程圖

|   | A | B | C | D | E | F | G | H | I | J | K | L |   |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| A | • |   | 1 |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| B |   | • |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| C |   |   | 1 | • |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| D |   |   |   |   | • | 1 | 1 |   |   |   |   | 1 |   |
| E |   |   |   |   |   | • | 1 | 1 |   |   | 1 |   |   |
| F |   |   | 1 |   |   |   | • |   |   |   |   | 1 |   |
| G |   |   | 1 |   |   |   |   | • |   |   |   | 1 |   |
| H | 1 |   |   | 1 |   |   |   |   | • | 1 | 1 |   |   |
| I |   |   | 1 |   |   | 1 |   |   |   | • | 1 |   |   |
| J |   |   | 1 | 1 |   | 1 |   |   |   |   | • | 1 |   |
| K |   |   | 1 | 1 |   |   |   |   |   |   |   | • |   |
| L | 1 |   |   |   |   |   |   |   |   | 1 | 1 | 1 | • |

(b) 基礎設計結構矩陣



(c) 重新排列之設計結構矩陣

圖 2.13 Yassine 設計結構矩陣設計流程

目前 DSM 運用之領域相當廣泛，主要應用於專案工作之分析與排程規劃上，以作為模組化設計或同步工程開發基礎。Rolstadas (1995) 提出以 DSM 方式，可有效縮短前製作業時間(Lead Time)與工程生命週期，並同時考慮成本與時間效應，以合併專案工作於同步工程開發案。Rogers (1997) 運用 DSM 協助設計管理者於複雜設計流程，可有效的同時縮短時間與減少成本。Browning (1998)提出以 DSM 於產品整合發展過程，可明顯表示整個發展過程並縮短產品發展時間週期。Chen & Li(2000)運用 DSM，於複雜性高的產品同步設計開發案，協助工程師與管理者在作業流程之協調，以建立多功能團隊解決複雜問題。Yassine 等學者(2001)運用 DSM，於重覆工程(Reengineering/Rework)設計規劃流程，以協助管理者評估改善過程之可靠性與穩定性，並以汽車工業為例說明。Browning(2001)提出運用 DSM，於產品發展過程與組織管理之分工與整合。Chen 等學者(2003)運用 DSM，於新產品協同開發之排程、監控與規劃。陳俊伊(2002)運用 DSM 結合應用同步工程之多功能團隊概念，於產品同步工程開發專案，以簡化複雜專案工作的關聯性，便於辨識與運算，並以消費電子產品研發專案為例說明。進而提出運用 DSM 有以下優點：

- (1) 克服以圖表來表示專案工作的複雜度及數目的限制。
- (2) 容易瞭解以及能夠很完整地處理複雜的程序。
- (3) 適合利用電腦進行開發與運算。
- (4) 不但能確認整個專案工作的順序，也能夠藉由重新排序工作順序而得到新的工作結構。

## 2-5 詮釋結構模式

詮釋結構模式與設計結構矩陣之表現方式很相似，若往回追溯可發現其同為以二維矩陣模式 (Binary Matrices)，運用於系統運算與建立。而詮釋結構模式發展較早，於 1970 年代由 Warfield 提出之方法；設計結構矩陣則為於 1980 年代由 Steward 所提出之方法。

### 2-5-1 詮釋結構模式概要

Warfield 於 1972 年最早提出詮釋結構模式 (Interpretive Structural Model, 簡稱 ISM)，原為社會系統工學之一種構造模型法 (Structure modeling)，為一制定管理決策的工具，用來分析複雜情境和解決複雜問題。為在抽象的各種不同層面，發展出對問題更高層的概念性，而設計出必要的細部規劃來實行解決方案與有效的決策。ISM 為基於離散數學、線性代數和圖形理論，再結合行為科學、數學概念、團體決策 (Group Discussion) 及電腦輔助等領域 Warfield(1976)與 Fitz(1978)，透過二維矩陣的數學運算，呈現出一個系統內全部元素間的關聯性，並可藉由電腦來輔助執行繁複的數學運算過程，以產生一個完整的多層級結構化階層 (Multilevel Structural Hierarchy)，幫助決策者清楚而有系統地組織所得資訊和概念。

### 2-5-2 詮釋結構模式設計流程

ISM 為透過二維矩陣的數學運算，呈現出一個系統內全部元素間的關聯性，並可藉由電腦來輔助執行繁複的數學運算過程，以產生一個完整的多層級結構化階層，幫助決策者清楚而有系統的組織所得資訊和概念。 Hsiao & Liu (2005) 提出詮釋結構模式

之執行步驟：

(1) 建構關聯矩陣(Incidence Matrix Construction)，以執行邏輯運算及層級結構分析。藉由與資深設計工程師及管理者，將問題元素要件列出清單並以矩陣形式排列，以進行各元素要件互相關係比對。將其各元素要件互相關係 $a_{ij}$ ，填入關聯矩陣中 $M=[a_{ij}]$ ；因其具有方向性，其填入關聯矩陣有四項原則：

(a) 構成元件中 $a_{ij}$ ，如 $i$ 對 $j$ 有關聯性，則 $a_{ij}=1$ ，若無關聯性則 $a_{ij}=0$ 。

(b) 構成元件中 $a_{ji}$ ，如 $j$ 對 $i$ 有關聯性，則 $a_{ji}=1$ ，若無關聯性則 $a_{ji}=0$ 。

(c) 另若兩者皆有關聯性，則 $a_{ij}=1$ 且 $a_{ji}=1$ 。

(d) 另若兩者皆無關聯性，則 $a_{ij}=0$ 且 $a_{ji}=0$ 。如圖 2.14 所示，為關聯矩陣圖。

$$M = \begin{matrix} & c_1 & c_2 & c_3 & c_4 & c_5 & c_6 & c_7 \\ \begin{matrix} c_1 \\ c_2 \\ c_3 \\ c_4 \\ c_5 \\ c_6 \\ c_7 \end{matrix} & \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 1 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 1 & 0 & 0 \end{bmatrix} \end{matrix}$$

圖 2.14 關聯矩陣圖

(2) 產生可達矩陣(Reachability Matrix)，將關聯矩陣 $M$ 加上單位矩陣 $I$ ，變為含有自己的因果關係之新矩陣 $B$ ，即為 $B=M+I$ ；再重覆以布林數學運算方式(Boolean)，運算至出現重覆結果，

即轉化為可達矩陣 $R$ 。如圖 2.15 所示，為可達矩陣圖。

$$B = \begin{matrix} & c_1 & c_2 & c_3 & c_4 & c_5 & c_6 & c_7 \\ \begin{matrix} c_1 \\ c_2 \\ c_3 \\ c_4 \\ c_5 \\ c_6 \\ c_7 \end{matrix} & \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 1 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 1 & 0 & 0 \end{bmatrix} & + & \begin{matrix} & c_1 & c_2 & c_3 & c_4 & c_5 & c_6 & c_7 \\ \begin{matrix} c_1 \\ c_2 \\ c_3 \\ c_4 \\ c_5 \\ c_6 \\ c_7 \end{matrix} & \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \end{matrix}$$

$$\Rightarrow R = \begin{matrix} & c_1 & c_2 & c_3 & c_4 & c_5 & c_6 & c_7 \\ \begin{matrix} c_1 \\ c_2 \\ c_3 \\ c_4 \\ c_5 \\ c_6 \\ c_7 \end{matrix} & \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 1 & 1 & 0 & 1 & 1 & 1 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 1 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 1 & 1 & 1 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 1 & 0 & 1 \\ 1 & 1 & 1 & 0 & 1 & 1 & 1 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 1 & 0 & 1 \end{bmatrix} \end{matrix}$$

圖 2.15 可達矩陣圖

(3) 產生輸出矩陣(Output Matrix)，依據可達矩陣結果，再將矩陣中元素為 $a_{ij} = 1$ 且 $a_{ji} = 1$ 表示為相互有關聯性之交互作用，予以挑出以產生輸出矩陣。如圖 2.16 所示，為可達矩陣之輸出矩陣圖。

$$R \bullet R^t = \begin{matrix} & c_1 & c_2 & c_3 & c_4 & c_5 & c_6 & c_7 \\ \begin{matrix} c_1 \\ c_2 \\ c_3 \\ c_4 \\ c_5 \\ c_6 \\ c_7 \end{matrix} & \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 1 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 1 & 0 & 1 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 1 & 0 & 1 \end{bmatrix} \end{matrix}$$

圖 2.16 輸出矩陣圖

(4) 產生分群矩陣(Retrieval Matrix)，依據可達矩陣之輸出矩陣圖中，有相互關聯性之矩陣元素予以分群，以產生分群矩陣。如圖 2.17 所示，為分群矩陣圖。

$$R \bullet R^t = \begin{matrix} & c_1 & c_2 & c_6 & c_3 & c_5 & c_7 & c_4 \\ \begin{matrix} c_1 \\ c_2 \\ c_6 \\ c_3 \\ c_5 \\ c_7 \\ c_4 \end{matrix} & \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \end{matrix}$$

圖 2.17 分群矩陣圖

(5) 產生重組矩陣(Rearranged Matrix)，依據分群矩陣圖回溯至可達矩陣之元素關聯性，產生重組矩陣。如圖 2.18 所示，為重組矩陣圖。

$$R_R = \begin{matrix} & c_1 & c_2 & c_6 & c_3 & c_5 & c_7 & c_4 \\ \begin{matrix} c_1 \\ c_2 \\ c_6 \\ c_3 \\ c_5 \\ c_7 \\ c_4 \end{matrix} & \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 1 \end{bmatrix} \end{matrix}$$

圖 2.18 重組矩陣圖

(6) D+R 值/D-R 值與元素分佈圖，為依據關聯矩陣中之每一列元素值，加總數為 D 值；而矩陣中之每一行元素值，加總數為 R 值；由 D 值與 R 值可得知，該元素與其他元素關聯性。將 D+R/D-R 值以二維分佈圖表示，以使瞭解各元素之關聯性與交互作用關係。如 D+R 值越大，表示該元素交互作用(Interactive)關係越大，故該元素較不建議 Redesign 或設計變更，會牽涉其他元素較大且複雜；反之則越小，屬於獨立性(Interdependent)。若 D-R 值越大，表示該元素統治性(Dominant)越大，為支配其他元素，故在 Redesign 或設計變更時較易；反之則越小屬於受支配性(Subordinate)。如表 2.3 所示，為可達矩陣中之 D+R/ D-R 表。而圖 2.19 所示，為元素分佈圖。

表 2.3 可達矩陣中之 D+R/D-R 表

|                | C <sub>1</sub> | C <sub>2</sub> | C <sub>3</sub> | C <sub>4</sub> | C <sub>5</sub> | C <sub>6</sub> | C <sub>7</sub> | D | D+R | D-R |
|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|---|-----|-----|
| C <sub>1</sub> | 1              | 0              | 0              | 0              | 0              | 0              | 0              | 1 | 4   | -2  |
| C <sub>2</sub> | 1              | 1              | 1              | 0              | 1              | 1              | 1              | 6 | 8   | 4   |
| C <sub>3</sub> | 0              | 0              | 1              | 0              | 1              | 0              | 1              | 3 | 9   | -3  |
| C <sub>4</sub> | 0              | 0              | 1              | 1              | 1              | 0              | 1              | 4 | 5   | 3   |
| C <sub>5</sub> | 0              | 0              | 1              | 0              | 1              | 0              | 1              | 3 | 9   | -3  |
| C <sub>6</sub> | 1              | 1              | 1              | 0              | 1              | 1              | 1              | 6 | 8   | 4   |
| C <sub>7</sub> | 0              | 0              | 1              | 0              | 1              | 0              | 1              | 3 | 9   | -3  |
| R              | 3              | 2              | 6              | 1              | 6              | 2              | 6              |   |     |     |

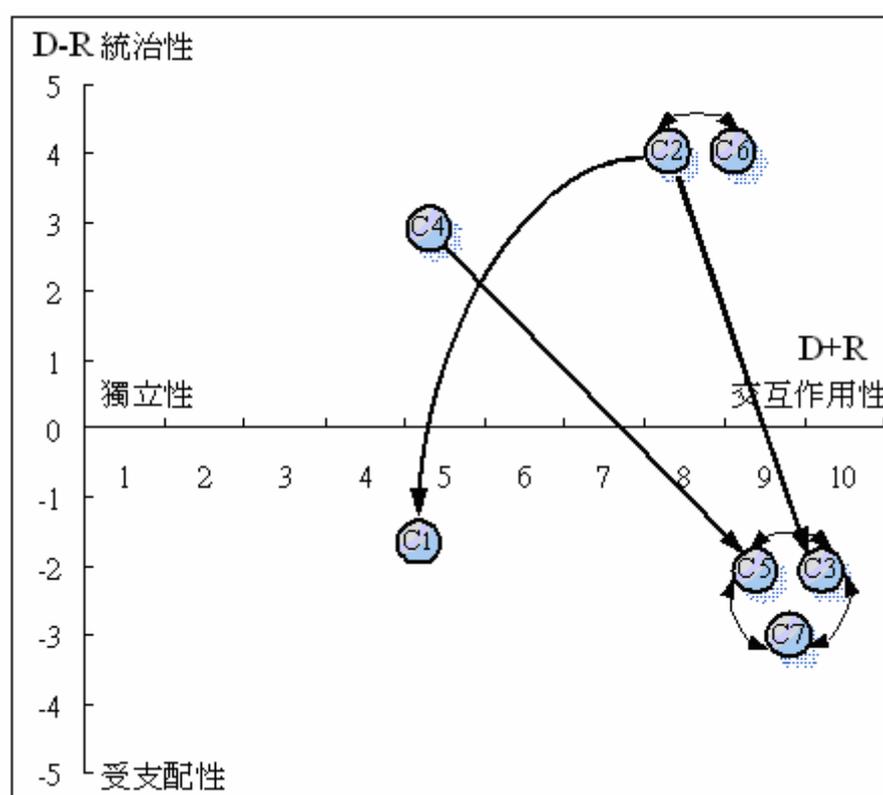


圖 2.19 元素分佈圖

(7) 繪出層級關係流程圖 (Hierarchical Interaction Graph)，依據重組矩陣繪出各元素間關聯性，而藉由 D+R/D-R 值表與元素分佈圖，運用圖解方式表示層級關係流程圖，以提供決策者解構問題之流程順序與層級架構關係。如圖 2.20 所示，為元素層級關係流程圖。

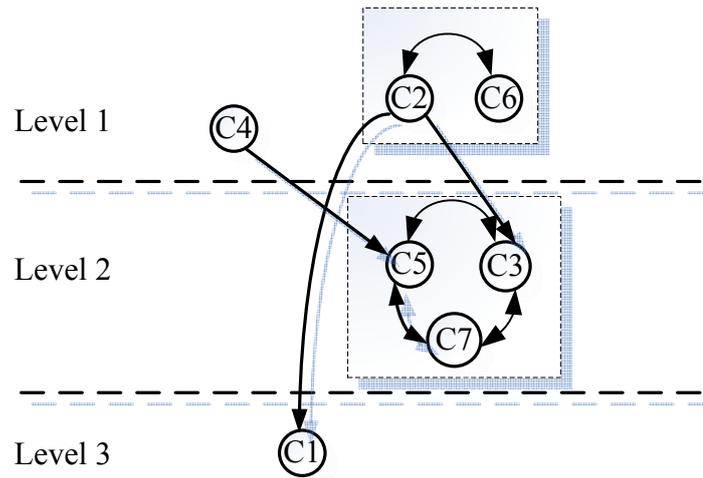


圖 2.20 元素層級關係流程圖

在 ISM 相關文獻上，鍾靜蓉（2002）運用 ISM 與結合電腦輔助運算，於教學課程之重新分析學習項目的編排順序，使教學進行更富邏輯與合理性，亦幫助學習者瞭解全面知識架構。並提出其優點，透過 ISM 之數學二值邏輯運算，可減輕認知負荷與提高概念構圖的效益；圖形式 ISM，可幫助精緻化的學習與記憶。李家豪（2004）以 ISM 為分析工具，運用於整體組織結構設計之部門劃分。Hsiao & Liu（2005）運用 ISM 於產品設計過程，以解構各元件之關聯性，進而導出元件執行流程順序與架構，以避免重覆設計問題，並以咖啡爐產品為例說明。

## 2-6 模組化設計

傳統整合式產品設計，其各零組件關連較為錯綜複雜，設計師如欲將即有產品規格予以設計變更成新的產品設計，需付出比重新設計更多的心力與時間。而模組化設計即是解決 Redesign 與設計變更最好方式，其以標準化為基礎，將相關聯的元件合併為同一模組，使製造或組裝等資源，可以更有效率的被使用，以達到快速、低成本的需求。Baldwin & Clark(1997)提出模組型產品與

整合式產品之差異，在於模組化概念是針對具有特定用途與機能之單元進行標準化，較易搭配與分解，故可選擇需要之單元以組合成不同產品或系統。所以模組化產品設計，可保持市場變動的靈活調適性，漸漸成為許多企業採用的系統化設計策略。

### 2-6-1 模組化設計概要

模組化設計是使用共用的元件模組，來創造產品變異性的一種設計策略。藉由使用獨立的、標準的與可置換的模組單元，以滿足產品功能的變異性。Shirley (1992) 提出模組化設計，具可局部升級、替換不同模組以形成不同功能之新產品；且具可將研發流程及組織分割，以個別進行細部分工及異地研發之優勢。Sanchez(1996)提出標準化對模組化發展的重要性，並強調模組化除運用於模組更換以產生多樣化，更著重在產品整體結構與介面相容性。並說明模組化之產品結構，為應用標準化單體介面，以創造彈性產品結構的一種模式。

O'Grady (1999) 提出模組化，為將一群模組集合，以組成產品。在模組內部可能相當複雜，但其外部必須界定清楚其介面，以使能與其他模組進行連結；而藉由模組設計以不同方式組合，使得組織可以在最短時間，達成產品多樣化目標。Stone(2000) 等學者，將模組化產品定義為：「能透過個別元件或模組的混合，達成整體功能的一種機械、組件或元件。」

## 2-6-2 模組化設計組成要素

Baldwin & Clark(1997)說明在日趨複雜之產品設計與管理上，為有效掌握組織之變化，而形成模組化設計策略，以使整個模組系統，發揮不同之功能以滿足各項需求。進一步提出在形成模組之三項基本構面：

(1) 模組架構平台(Modularity Architecture)，將系統之模組予以定義，再架構成一功能模組。

(2) 介面(Interface)，為各模組互動關係，如溝通與連接方式。

(3) 標準(Standards)，為測試模組是否符合設計功能，用以界定不同模組間之效能。

Huang & Kusiak(1998)說明依模組的組配交互關係性，模組化可分為三種模式類型：

(1) 零組件置換式模組式(Component-Swapping Modularity)。

(2) 零組件共用式模組式(Component-Sharing Modularity)。

(3) 模組匯流排模組式(Bus Modularity)。

Swamidass(2002) 進一步提出模組化型態，可分為六種型式：

(1) 零組件共用式模組化(Component-Sharing Modularity)。

(2) 零組件置換式模組化(Component- Swapping Modularity)。

(3) 切割以適配式模組化(Cut- to Fit Modularity)。

(4) 混合式模組化(Mix Modularity)。

(5) 模組匯流排模組式(Bus Modularity)。

(6) 組合式模組化(Sectional Modularity)。

由於模組化設計是將產品之所有組成單元作分解，篩選部分使用頻率高，且外型構造簡單化的基本模組單元為主。選擇構成基本的模組單元，必須符合四項基本條件：

- (1) 通用性。
- (2) 分割性。
- (3) 連接性。
- (4) 適當性。

### 2-6-3 模組化產品設計流程

模組化產品設計的兩個基礎為標準化與規格化設計，因為模組化產品設計是將整個產品分成很多的次系統，進而建立各個模組，最後將模組予以組合成產品或系統。而在模組化的設計過程中，如何界定模組的範圍，以使產品的每一項功能，由一個模組提供，亦即為一對一的模式。如此由一個模組提供一種功能，藉由模組化設計流程，以允許後續對單一模組進行設計改變，而不會影響其他模組，將可使產品的更新、維修、替換更加容易。

O'Grady (1999) 提出模組化設計程序，分為三個階段：

- (1) 架構設計階段。
- (2) 模組設計與開發階段。
- (3) 產品組裝階段。

進一步說明架構設計階段，為確認模組化結構與定義個別模組，分為七個細部設計步驟：

- (1) 確認產品範疇。
- (2) 確認潛在客戶需求。
- (3) 確認整體產品架構。

- (4) 將客戶需求，配置於產品功能。
- (5) 將產品功能或次功能，配置於潛在模組。
- (6) 合併或改善模組配置。
- (7) 確認模組特性與模組提供者。

曾項偉與謝文和（2000）提出模組化設計的主要策略與目的有以下幾點：

- (1) 可降低零件數目。
- (2) 增加產品可靠度。
- (3) 降低製造與開發成本。
- (4) 縮短產品的發展週期。
- (5) 增加競爭力。
- (6) 降低重施工率與工程更改數目。
- (7) 降低供應商與直接人工數目。
- (8) 減少材料處理設備。

O'Grady（1999）提出模組化為企業帶來的效益，有大幅縮減產品開發時間、增加產品多樣性、減少開發新產品所需資金、減少管銷費用。另在產品利益上，可將任務切割同步進行、增加設計自由度、增加產品或元件變動的可行性、使產品容易升級、快速的產品沿革與簡化控制。Sanchez(1999)說明在過去傳統產品設計，都希望能具備多功能性，造成產品需不斷測試與修改，而使上市時機延後。而以模組化產品設計則不同，因產品結構標準化且專業化，所以若有組成元件需修改時，並不需其他組成設計，故縮短開發時間與解省多方的資源。甘坤賢（2000）以成本、研

發、產品種類及策略彈性四方面說明模組化可為企業創造的不同層次競爭優勢。所以模組化設計優點尚有，在無需額外設計工作前提下，從設計到製造的整個供應鏈中所有合作夥伴可容易整合，而且能迅速在參考設計中，增加新特性或改變現有特性。而透過模組介面應用，可不必改變原始設計，並且模組化方法可以加速產品上市的時間，使產品設計與開發變成整合性工作。

## 2-7 文獻小結

由上述的文獻探討中，可以發現由市場需求與設計師創新概念發想，運用 TRIZ 創新法則與迴避設計產生新產品概念設計。再由建構 DSM 於新產品開發設計專案之分析與排程規劃上，解構各零組件的關聯性，並經由重新排序以獲得較佳之模組分群，作為模組化設計依據。最後以模組化設計作細部之具體設計，以標準化為基礎並運用共同的零組件建構產品多樣化，以縮短產品開發時程並製造符合客戶要求之具有競爭力創新產品。

在 DSM 與 ISM 方法，皆為用於產品分析元素或元件間之關聯性問題，其目的皆為運用於產品開發設計專案之分析與排程規劃上，以獲得較佳模組分群之有效的決策方法。經由相關文獻整理與研究後，本研究提出其差異性比較，如表 2.4 所示，為 DSM 與 ISM 方法比較表。

表 2.4 本研究整理之 DSM 與 ISM 方法比較表

| 設計方法 |       | 設計結構矩陣<br>Design Structure Matrix | 詮釋結構模式<br>Interpretive Structural Model |
|------|-------|-----------------------------------|---|
| 1    | 倡者/起源 | Steward 於 1981 年提出                | Warfield 於 1972 年提出                     |
| 2    | 表示方式  | 皆為二維矩陣方式                          |   |
| 3    | 元素關聯性 | 獨立、相依與交互作用性。                      | 強調交互作用性。                                |
| 4    | 運算原理  | 矩陣分割法則。                           | 可達矩陣運算。                                 |
| 5    | 分群方式  | 集群分析法、模糊類聚分析法與群聚辨識演算法等。           | D+R/D-R 值表與元素分佈圖，繪出層級關係圖等。              |
| 6    | 運用目的  | 分析元素關聯性、以得較佳                      | 模組分群與管理進度規劃。                            |
| 7    | 優點    | a. 對矩陣運算不甚瞭解者，可以手動方式，執行矩陣分割與重新排列。 | a. 建構方式較簡單。<br>b. 以繪出層級關係圖，分群方式較簡單易瞭解。  |
| 8    | 缺點    | 建構與分群方式較為繁雜。                      | 矩陣運算較為複雜，對不甚瞭解者執行較難。                    |

本研究以電動跑步機設計開發案作為驗證實例，因國內在電動跑步機設計相關研究上，仍著重於電動跑步機之功能與零組件技術之改善，尚無對整個新產品設計開發案之模組化設計與進度規劃，有較完善之研究。

## 第三章 創新產品開發之概念設計

概念設計階段之概念產生來自設計師的構想與創意，設計師對工程問題可藉由發散與收斂方式，而有多種概念發展。其所能想到的方法，會因所學的專業領域與經驗背景不同與主觀意識，而有所差異。為免除專業與經驗問題，以使能快速找到創意概念，則需藉由一系統性資料與設計法則以供參考。而 TRIZ 即是最合適之方法，運用 TRIZ 創新法則產生創新概念，並結合專利迴避設計，協助設計師於產品開發之概念設計，能有效找出合適解決方法；並避免在研發產品過程，不慎涉入他人的專利權利範圍。

### 3-1 TRIZ 創新法則之概念設計

Ma 等學者(2001)提出創新產品開發過程中，概念設計是整個產品開發的前段，也是最重要的階段。在產品生命週期之早期階段，所有設計需求與限制知識是相似與不明確的，甚至是未知的與隨即消失。並說明在概念設計的活動階段中，主要可分為二個步驟：

- (1)概念的產生。
- (2)最佳概念選擇。

概念的產生，可藉由設計師之創意發揮，經由反覆的解析、轉換與整合，以獲得合理富創意之設計概念構想。若要得到最佳概念設計，則需經不斷的學習過程。Cross (1989) 說明設計問題之整題解答，是經由設計師不斷思考、搜尋與評估，以將大問題分解成若干次問題，再由次問題以整合最終解答。因此在概念發想過程，並無法一次就達到完善。Wang(2001)提出在產品概念設

計階段，設計團隊依據設計需求而發展數組設計概念方案，經由解析與評估以選取最佳之方案。在此過程中一些新的概念會改善先前所提之概念，亦或將數個概念予以整合成一最佳方案，以提供後續設計階段運用。經由上述概念設計之相關研究，得知在概念設計階段之創新概念發展，需要一套有效的程序與系統來協助執行與管理。

一般傳統之發明程序上，都由特定領域問題直接找尋所需之解答，在邏輯思考較無法跳脫瓶頸。而 TRIZ 方法為先將特別問題 (Specific Problem)，轉成為一般問題 (General Problem)；在由一般問題找到一般解答 (General Solution)，進而獲得特別解答 (Specific Solution)。所以 TRIZ 以一連貫性之解題方式，使設計師有一明確而簡單的邏輯思考模式。Royzen (1997)、Anders (1997)、Terninko (1998)、Thomas (2003)、Pierluigi (2004) 等專家學者，說明 TRIZ 是最合適之創新概念設計方法，運用 TRIZ 之矛盾矩陣表與 40 創新法則，協助設計師解決問題與有效找到創新概念。

### 3-2 TRIZ 創新法則與矛盾矩陣

新產品開發過程中，常會有相互矛盾的工程問題產生，即為欲解決工程設計問題 A 時，造成隱藏於產品或系統之 B 問題，隨之顯示出來或導致系統不穩定的結果。而一般工程設計師大都採取消極之妥協方式，直接以兩者之平衡解決。而 TRIZ 創新法則之矛盾矩陣表，則提供設計師以積極方式來解決相互矛盾問題。林秀美 (2003) 是以 TRIZ 之矛盾解決與理想化，為解決問題之核心；並將矛盾因素分為：物理矛盾與技術矛盾 (功能矛盾)。

(1)物理矛盾：

在物理矛盾上，又分為空間、時間與物質狀態三方面，以解決物理矛盾問題。如冷和熱、長與短、大與小等物理特性，存在同一個子系統上。例如在設計自行車發電機花鼓時，其能源產生之原動力來自於永久磁鐵環，而磁鐵之物理性質為硬且易脆裂與不易塑性變形。當欲使其可輕易裝入殼體內，不會鬆脫且又需緊配合時，即產生空間配合之矛盾問題。其需藉由材料本身物理性質之熱脹冷縮原理，才能不需施加外力壓迫，以避免磁鐵環造成破裂，並可輕易將磁鐵環組裝入鋁殼內。故解決方式為將鋁殼加溫，使鋁殼因熱膨脹而內孔徑變大，即可輕易將磁鐵環置入鋁殼內；待鋁殼冷卻至常溫時，即縮收以固定磁鐵環而不會位移脫落。如圖 3.1 與圖 3.2 所示，為自行車發電機花鼓之鋁殼與磁鐵環組立方式。

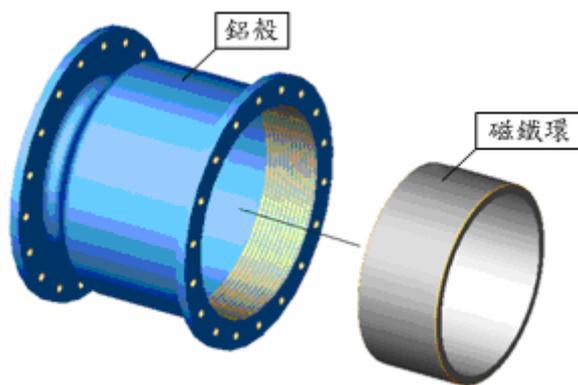


圖 3.1 鋁殼與磁鐵環組立前

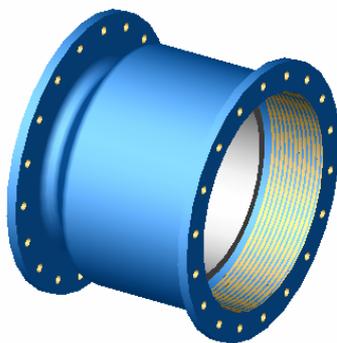


圖 3.2 鋁殼與磁鐵環組立後

## (2)技術矛盾：

技術矛盾問題，為在技術系統內之子系統互相衝突。例如使用鐵鎚施打於非鐵質材料之釘子或物體時，因一般鐵鎚頭部較硬，當其施力於非鐵質之輕型材質物體，易造成表面有傷痕，所以鎚頭材質必須改為較軟材質，以避免施力傷及受力物體表面。此技術矛盾問題，在於鎚子頭部要夠剛性，以能快速將釘子打入物體，又要避免傷及釘子或物體表面之技術矛盾問題。其解決方式，為將鎚頭材質設計成可更換方式之鎚子，故鎚頭與鎚體設計以螺紋鎖固易於拆換。使鎚子能適用施打各種不同材料表面，而不會造成表面有傷痕，即可改善此技術矛盾問題。所以欲施打硬質表面時，可用鐵質鎚頭；而欲施力打軟質表面時，則可將鎚頭卸下更換橡膠鎚頭，如圖 3.3 所示，為鎚子施打物體示意圖。如圖 3.4 所示，為設計可更換鎚頭材質之鎚子。



圖 3.3 鎚子施打物體示意圖



圖 3.4 可更換鎚頭材質之鎚子

所以在解決發明之矛盾問題時，需先歸納與分析其屬於物理矛盾因素或為技術（功能）矛盾因素。若其為物理矛盾因素問題，則使用分離原則，以解決物理矛盾問題。而為技術（功能）矛盾因素問題時，則可使用 TRIZ 矛盾矩陣表之 39 個工程參數與 40 創新法則，予以解決技術（功能）矛盾問題。

在 TRIZ 解決工程問題之設計流程，Terninko（1998）與劉志成（2003）說明先將工程問題分析，釐清與主要欲改善問題無關的予以挑除，使問題之複雜性縮減至切合設計目標與工程利益。若有需要則可予以分離為次問題，以利獨立解決。接續將問題對應到欲改善與欲避惡之 39 個工程參數，針對矛盾矩陣表中的問題，藉由直交關係以獲得創新法則編號。再套入 40 創新法則，以求出一種或一種以上的解答，再依解答出現的次數多寡作為最佳的設計變更狀態。如上述技術矛盾問題之鎚子鎚頭設計，將鎚頭

施力於物體表面之工程問題，轉換成欲改善工程參數為#11(張力/壓力 Tension/Pressure)；而會造成物體表面傷痕之工程問題，轉換成欲避免惡化的參數為#14(強度 Strength)。藉由矛盾矩陣表之直交關係以獲得創新法則編號，為#3(局部特性 Local Quality)、#9(先前反作用力 Prior Counteraction)、#18(機械振動 Mechanical Vibration)、#40(複合材料 Composite Materials)。表 3.1 為矛盾矩陣表使用範例。

表 3.1 矛盾矩陣表範例

|                              |                           |       |       |                |     |     |
|------------------------------|---------------------------|-------|-------|----------------|-----|-----|
| 欲避免工程參數<br>Undesired Result  |                           | 1.    | 2.    | 14.            | ... | 39. |
|                              |                           | 移動件重量 | 固定件重量 | 強度<br>Strength | ... | 生產力 |
| 欲改善工程參數<br>Feature to Change |                           | 1.    | 2.    | 14.            | ... | 39. |
|                              |                           | 移動件重量 | 固定件重量 | 強度<br>Strength | ... | 生產力 |
| 1.                           | 移動件重量                     |       |       |                |     |     |
| 2.                           | 固定件重量                     |       |       |                |     |     |
| 11.                          | 張力/壓力<br>Tension/Pressure |       |       | 9, 18<br>3, 40 |     |     |
| ⋮                            | ⋮                         |       |       |                |     |     |
| 39.                          | 生產力                       |       |       |                |     |     |

3. 局部特性  
Local Quality  
9. 先前反作用力  
Prior Counteraction  
18. 機械振動  
Mechanical Vibration  
40. 複合材料  
Composite Materials

### 3-3TRIZ 之單一特性法則

經由上述矛盾矩陣表使用範例，可得知在 TRIZ 解決工程問題之矛盾矩陣表上，需將欲改善與欲避免之工程問題，轉換並對應到 39 個工程參數，才能由矛盾矩陣表獲得創新法則編號，接續對應到 40 創新法則，以找出創新發明方法並協助設計師解決問題以作為創新概念。然而，在產品或系統之欲改善工程問題，可由設計目標與欲達成目的即可獲得；但欲避免之工程問題，則較為困難且有時無法預料會造成那些變化。

Liu & Chen (2001) 與劉志成 (2003) 提出改良之 TRIZ 方法，以解決無法預料或決定之欲避惡工程問題。並說明藉有創新法則在矛盾矩陣表出現的次數進行統計歸納，當創新法則出現的次數越多，代表該法則被運用的次數越高，相對運用該法則來解決問題的成功率會越高。此改良之 TRIZ 方法，即為單一工程特性方法 (Single Technical Feature Method)，簡稱為單一特性法則。可以避免因設計需求的不明確，而造成設計障礙，亦可解決矛盾表中所出現的空矩陣問題。如產品或系統之欲改善工程問題為#33(使用方便性 Convenience of Use)，卻無法預料會造成那些惡化時，即可運用單一特性法則，由矛盾矩陣表中找出所有對應改善參數#33之創新法則，予以整理統計並繪成統計圖。如圖 3.5 所示，為單一工程特性統計範例。統計圖中#1(分割 Segmentation)出現次數最多 12 次，#13(反轉 Inversion)出現次數最多 12 次，所以#1 與#13 之出現次數較高的法則，表示具有較高導出解答的機會。

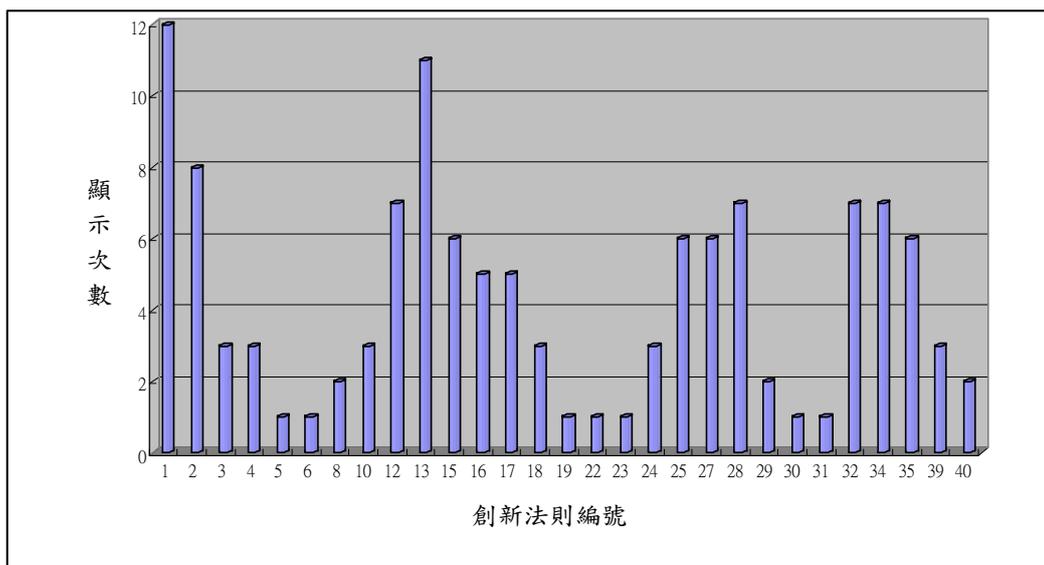


圖 3.5 單一工程特性統計範例圖

### 3-4TRIZ 與專利迴避設計運用

TRIZ 創新法則即為匯集以往之發明專利而成，但是藉由 TRIZ 所產生之創新設計方法，並無法顯示目前是否已存在有類似之發明專利。因此為避免設計師研發設計完成之產品，不慎涉入他人的專利權利範圍，本研究結合專利迴避設計於產品概念設計過程。

所以本研究，運用 Terninko (1998) 與劉志成 (2003) 提出 TRIZ 解決問題模式之設計流程，結合專利迴避設計予以整合而成，並應用於創新產品之概念設計。而在 TRIZ 結合專利迴避設計之設計流程共八個步驟。如圖 3.6 所示，為本研究之 TRIZ 結合專利迴避設計之設計流程圖。

- (1) 釐清工程欲改善問題。
- (2) 轉換成 39 工程參數。
- (3) 建立矛盾矩陣表。
- (4) 運用單一特性法則。
- (5) 對應 40 創新法則。
- (6) 專利檢索與分析。
- (7) 專利迴避設計。
- (8) TRIZ 創新解答於新產品之概念設計。

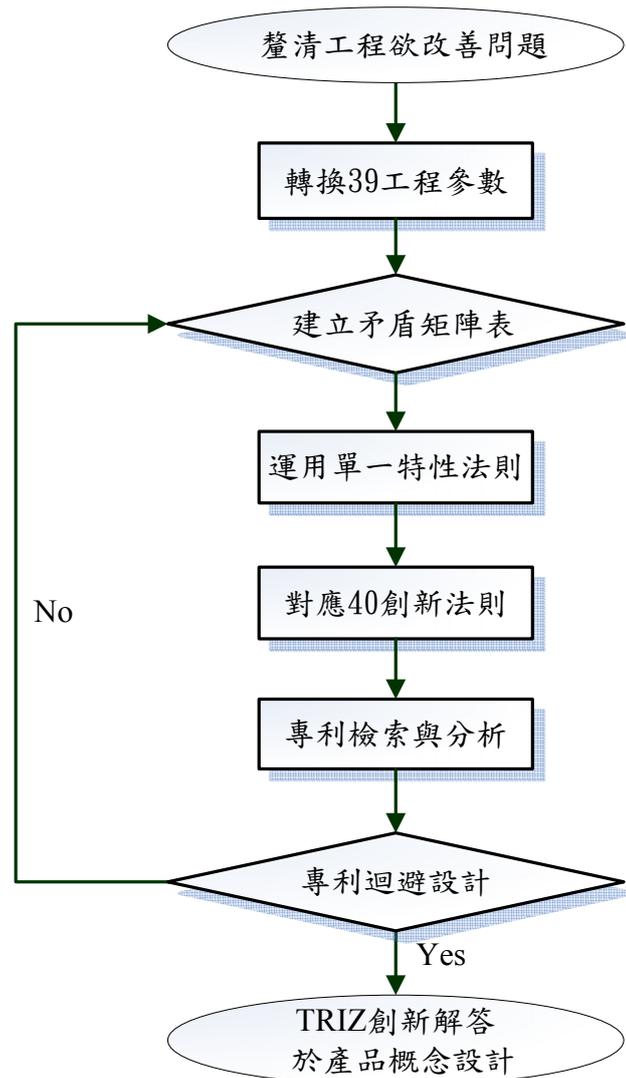


圖 3.6 TRIZ 結合專利迴避設計之設計流程圖

如自行車之煞車系統而言，其煞車之種類可分為：鼓式、V 型及碟式煞車。由於傳統 V 型煞車器，因煞車高溫而會導致失去煞車力。而碟式煞車之碟盤是直接曝露在外，所以散熱程度與煞車效力較佳，利於長期連續的使用。在一般自行車碟煞片固定系統之鎖固花鼓方式，皆為以六支螺絲鎖緊碟煞片固定於花鼓主體，如圖 3.7 所示，使得自行車組裝廠與消費者在組裝時，其鎖固方式不便利並且耗費時間。



圖 3.7 一般自行車以六支螺絲鎖固碟煞片系統

### 1. 建立 TRIZ 之矛盾矩陣表：

因以六支螺絲鎖緊碟煞片於花鼓主體之組裝，其鎖固方式不便利且耗費時間，需予以改善成可直接固定碟煞片與花鼓主體。因此找出欲使六支螺絲變為一體之工程問題，將此工程問題轉換成 39 工程參數，則形狀必須改變且同時考慮組裝方便與節省時間問題。所以對應 39 工程參數，將欲改善工程問題轉換成#12(形狀 Shape)、#25(時間的浪費 Waste of time)、#33(使用方便性 Convenience of Use)。將#12、#25、#33 此三項工程參數，填入矛盾矩陣表之左方直行，欲改善工程參數項目欄中。接著必須考慮在改變#12 形狀、#33 使用方便性、#25 時間的浪費之工程特性的同時，其將會發生矛盾現象之欲避免惡化工程參數。套入矛盾矩陣表經分析在改變形狀後，會產生矛盾現象之欲避惡工程問題，對應 39 工程參數，將其轉換成欲避惡參數為#1(移動物體重量 Weight of Moving Object)、#14(強度 Strength)、#27(可靠度 Reliability)與#29(製造準確度 Accuracy of Manufacture)，予以填入矛盾矩陣表之上方橫列，欲避惡工程參數項目欄中。藉由直交關係以獲得創新法則編號，再套入 40 創新法則中，以求出一種或一

種以上的解答，再依解答出現的次數多寡作為最佳的設計變更狀態。如表 3.2 所示，為自行車碟煞片固定系統之矛盾矩陣表

表 3.2 自行車碟煞片固定系統之矛盾矩陣表

| 欲避惡工程參數<br>Undesired Result  |                             | 1.                                  | 14.            | 27.                | 29.                                 |
|------------------------------|-----------------------------|-------------------------------------|----------------|--------------------|-------------------------------------|
|                              |                             | 移動件重量<br>Weight of<br>Moving Object | 強度<br>Strength | 可靠度<br>Reliability | 製造準確度<br>Accuracy of<br>Manufacture |
| 欲改善工程參數<br>Feature to Change |                             |                                     |                |                    |                                     |
| 12.                          | 形狀<br>Shape                 | 8,10<br>29,40                       | 30,14<br>10,40 | 10,40<br>16        | 32,30<br>40                         |
| 25.                          | 時間的浪費<br>Waste of time      | 10,20<br>37,35                      | 29,3<br>28,18  | 10,30<br>4         | 24,26<br>28,18                      |
| 33.                          | 使用方便性<br>Convenience of Use | 25,2<br>13,15                       | 32,40<br>3,28  | 17,27<br>8,40      | 1,32<br>35,23                       |

最後經統計出現最多次的創新法則，依序為#40(複合材料 Composite Materials)6 次，#10(先前的動作 Preliminary Anti-action)5 次之創新解答。如圖 3.8 所示，為自行車碟煞片固定系統之創新法則統計圖。藉由創新法則之#10 先前的動作，可以試想獲得二個新的創新設計方法：

(1) 將原本六支螺絲各自獨立鎖緊之方式，改為一體之連接片使六支銷一起插入碟煞片固定於花鼓主體，再以一鎖緊環鎖固。

(2) 直接由花鼓主體長出六支銷，再反由碟剎片插入固定於花鼓主體並以一鎖緊環鎖固。

以上二個新的創新設計方法，皆可使自行車組裝廠與消費者在組裝時，達到方便及節省時間。由創新法則之#40 複合材料，則可將設計一體之連接片，改為六支固定銷以合金鋼為材料，而環

體平板則以鋁合金材料製作，即可改善強度不足與重量增加的問題。

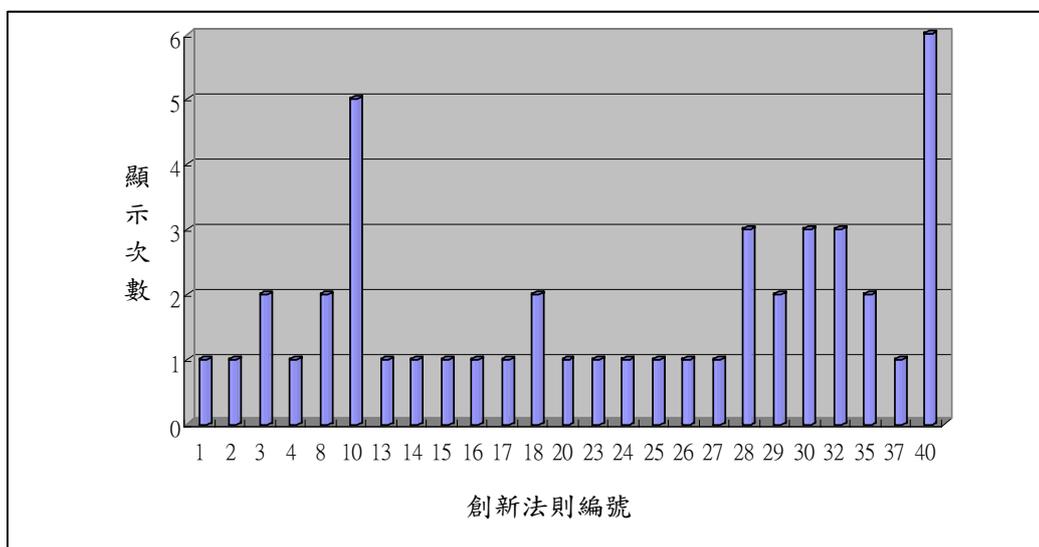


圖 3.8 自行車碟煞片固定系統之創新法則統計圖

然而由以上 TRIZ 創新法則，雖可找到新的創新設計與解決方法之方式，但尚有二個不易被發現的潛在因素需被考慮：

(1) 新的設計師若是對產品不熟悉，是否可試想找到簡單又有效之解決方法。

(2) 試想找到之新的創新設計與解決方法，有無不慎涉入他人即有之專利權利範圍。

所以最好的方式，即是再由專利檢索與分析之專利迴避設計運用，以避免設計師在研發產品過程，不慎涉入他人的專利權利範圍。

## 2. 專利檢索與分析：

專利資料檢索可以透過各國的智慧財產局或專利局，提供之免費或付費的服務網站來作查詢，得到相關之自行車碟式煞車專利。如可由經濟部智慧財產局，查詢關於自行車碟煞裝置之相關專利文獻。藉由專利檢索方式，查詢到關於自行車碟煞裝置之相關結構設計專利。如花鼓主體具一錐套壁之煞車安裝座，與運用方栓齒套裝於碟煞片上，藉以一鎖緊環鎖固花鼓專利等，以作為專利分析用。如表 3.3 所示，為本研究所查詢到較具代表與專業性，自行車碟煞裝置之相關專利文獻表。

表 3.3 自行車碟煞裝置之相關專利文獻表

| 專利號碼    | 專利名稱                   | 專利概述                     | 公告日期        |
|---------|------------------------|--------------------------|-------------|
| 253502  | 具外加式煞車安裝之花鼓            | 花鼓主體具一錐套壁之煞車安裝座。         | Jan.11,2004 |
| 6371252 | Bicycle disc brake hub | 運用方栓齒碟煞固定裝置，設計於自行車之套裝花鼓。 | Apr.16,2002 |
| 0994269 | Disc brake assembly    | 運用方栓齒套裝於碟煞片上，藉以一鎖緊環鎖固花鼓。 | Apr.19,2000 |

在專利分析上，由上述自行車碟煞裝置之相關專利文獻，分析得知自行車碟煞固定裝置，系由花鼓主體、碟煞片、連接套件與鎖緊環等零組件，鎖固結合成一碟煞片固定系統。而碟煞片、鎖緊環等零件皆為一般市面皆可取之標準零件，並不作設計變更。

## 3. 專利迴避設計運用

專利迴避設計，可藉由撰寫專利分析摘要表以紀錄該專利的特色，並可由專利中了解新技術方式與關鍵專利範圍。如附錄 A

之專利分析摘要表，對專利號碼：253502 具外加式煞車安裝之花鼓與 6371252 Bicycle Disc Brake Hub 之專利予以分析。並對應到先前 TRIZ 創新法則之解答，以獲得創新方式為將六支螺絲設計成一具爪形之連接片，藉以穿過並插入花鼓主體，再以一鎖緊環鎖固花鼓。

#### 4.進行工程設計製作：

經由專利迴避設計與對應到先前 TRIZ 創新法則之解答，而獲得二個新的創新設計方法，將六支螺絲設計為一具爪形之連接片，藉以穿過並插入花鼓主體再以一鎖緊環鎖固花鼓。如圖 3.9 為爪形連接片概念設計圖。因考慮重量增加、強度不足與製造不易問題，予以修改設計為六支固定銷以合金鋼材質，而環體平板則以鋁合金材料製作，再予以鉚合成一體即可改善。如圖 3.10 為爪形連接片之固定銷與平板鉚合設計圖。而由專利分析與迴避設計上之另一方式，亦可由花鼓主體原本是六個孔，設計變更為直接長出六支固定銷的方式，藉以穿過並插入花鼓主體再以一鎖緊環鎖固花鼓。如圖 3.11 花鼓主體長出六支固定銷概念設計圖。

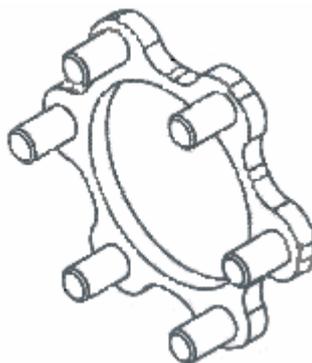


圖 3.9 爪形連接片概念設計圖

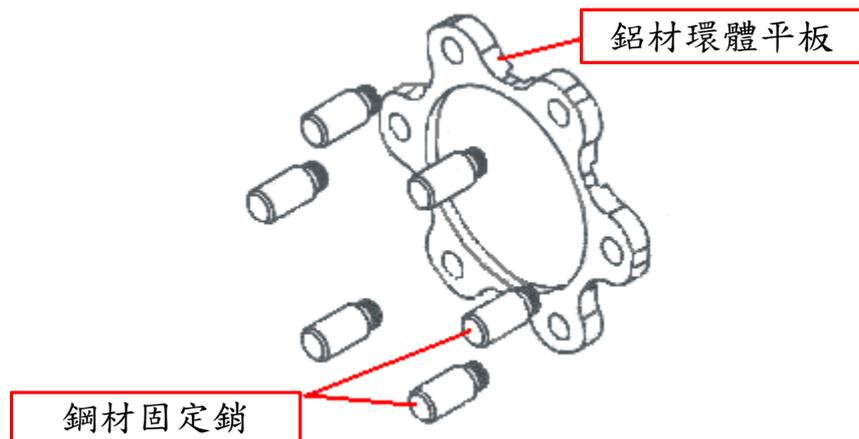


圖 3.10 爪形連接片之固定銷與平板鉚合設計圖

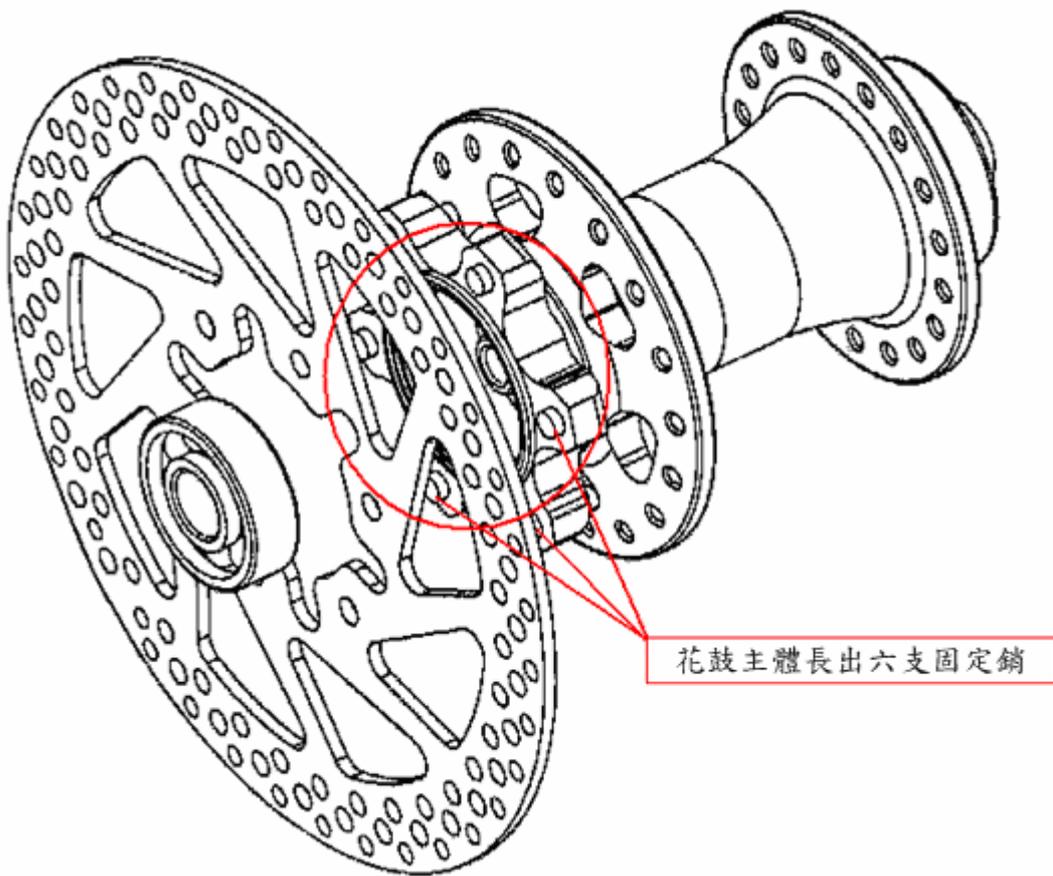


圖 3.11 花鼓主體長出六支固定銷概念設計圖

由上述二個初步概念設計方式：設計一具爪形之連接片，另一為花鼓主體直接長出六支固定銷。雖然二者皆可達到使自行車組裝廠與消費者組裝時，其鎖固方式便利並節省時間；但是由花鼓主體直接長出六支固定銷方式，其缺點加工製造不易與強度不

足，以致不符合效益而予以捨棄不用。將第一項之設計一具爪形之連接片，使六支螺絲設計為一體連接片，藉以穿過碟煞片並插入花鼓主體，再以一鎖緊環鎖固花鼓主體。如圖 3.12 創新設計自行車碟煞片固定系統。

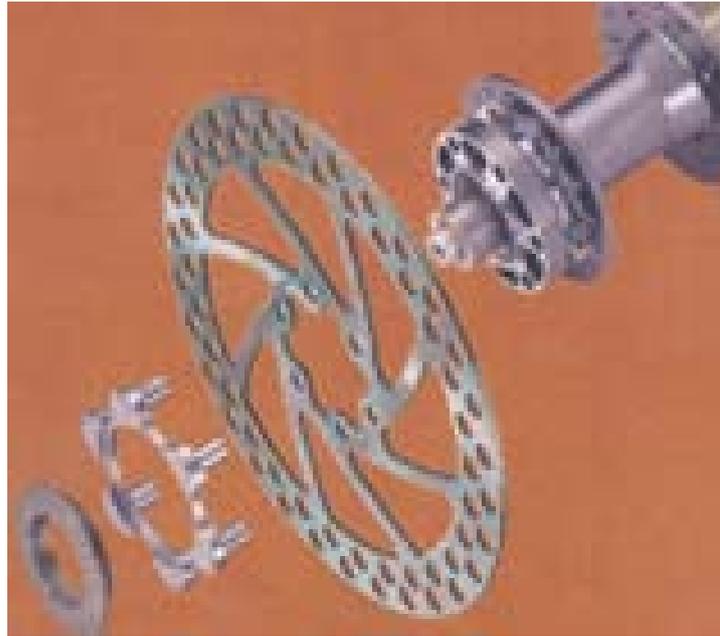


圖 3.12 創新設計自行車碟煞片固定系統

在設計初期如果可以運用專利檢索分析與專利迴避設計，設計師即可由相關之專利中了解新技術方式與關鍵專利範圍。而在產品創新開發過程中，運用 TRIZ 創新法則，以找出合適解決方法於概念設計發展，將是影響產品開發進度之關鍵。不但可節省找尋解決方法的時間並可避免在研發產品過程中，不慎涉入他人的專利權利範圍，以致使未來產品可能面臨侵權的糾紛。

## 第四章 創新產品之設計結構矩陣建構

創新產品開發的成功關鍵，除在產品開發初期之概念設計階段，要有明確之創新發明與解決方法。接續需將整個設計開發案，予以分析各零組件與模組間關聯性，以作為較佳模組分群；而其成功關鍵，即必須依賴良好的規劃與設計團隊予以執行，整個新產品開發專案才能實現。傳統之新產品設計開發程序，大都為順序式流程，當研發設計工程師設計完成後，再由製程工程師接續處理生產製造與組裝作業部分。往往易造成開發之新產品到生產階段，才發現無法組裝或量產等問題。因此在整個新產品開發執行過程中，需要經由一連串的決策與管理，做出一個最好的決定；而涉及其中的工程師與管理者更需要互相溝通、協調。在研究上藉由 DSM 建構出設計規劃，以表現各零組件與設計模組間的關聯性及簡化組裝工作順序，使整個設計任務的規劃能明確。

### 4-1 設計結構矩陣之表示法

以往傳統企業在工作順序之排程工具，都以甘特圖、直條圖、流程圖、組織圖或訊息流程圖等方式，以表示時間與工作順序項目，製作簡單容易且適宜各階層溝通使用。但對複雜的設計開發案且作業流程增多時，即不易以直覺方式判斷其間之相關性與各項目對整體開發案之影響。而 DSM 為以二維矩陣方式，表現各零組件與設計模組間的關聯性，以有效解決複雜的設計開發案之作業流程與組裝順序。

在解決複雜專案任務與規劃工作程序上，因其內部包含有獨

立性、相依性與交互作用性關係，需先將各零組件與設計模組間的關聯性以 DSM 表現。再以分割法則予以分割並重新排列，使其各零組件與設計模組間的關聯性，依獨立性、相依性與交互作用性之屬性，分類與排序以利於辨識。Yassine(2004)說明在 DSM 二維矩陣內，各元素屬性之獨立性、相依性與交互作用性表示方式。如表 4.1 所示，DSM 之三種關聯性，獨立性、相依性與交互作用性表示法。

表 4.1 DSM 之三種關聯性表示法

| 關聯性<br>Relationship              | 獨立性<br>Parallel<br>(Independent)   | 相依性<br>Sequential<br>(Dependent) | 交互作用<br>Coupled<br>(Interaction) |   |   |   |  |   |  |   |   |  |   |   |   |   |  |   |   |   |  |  |   |   |   |   |   |   |   |   |
|----------------------------------|--|----------------------------------|----------------------------------|---|---|---|--|---|--|---|---|--|---|---|---|---|--|---|---|---|--|--|---|---|---|---|---|---|---|---|
| DSM 表示法<br>DSM<br>Representation | <table border="1"> <tr><td></td><td>A</td><td>B</td></tr> <tr><td>A</td><td>■</td><td></td></tr> <tr><td>B</td><td></td><td>■</td></tr> </table> |                                  | A                                | B | A | ■ |  | B |  | ■ | <table border="1"> <tr><td></td><td>A</td><td>B</td></tr> <tr><td>A</td><td>■</td><td></td></tr> <tr><td>B</td><td>1</td><td>■</td></tr> </table> |  | A | B | A | ■ |  | B | 1 | ■ | <table border="1"> <tr><td></td><td>A</td><td>B</td></tr> <tr><td>A</td><td>■</td><td>1</td></tr> <tr><td>B</td><td>1</td><td>■</td></tr> </table> |  | A | B | A | ■ | 1 | B | 1 | ■ |
|                                  | A  | B                                |                                  |   |   |   |  |   |  |   |   |  |   |   |   |   |  |   |   |   |  |  |   |   |   |   |   |   |   |   |
| A                                | ■  |                                  |                                  |   |   |   |  |   |  |   |   |  |   |   |   |   |  |   |   |   |  |  |   |   |   |   |   |   |   |   |
| B                                |  | ■                                |                                  |   |   |   |  |   |  |   |   |  |   |   |   |   |  |   |   |   |  |  |   |   |   |   |   |   |   |   |
|                                  | A  | B                                |                                  |   |   |   |  |   |  |   |   |  |   |   |   |   |  |   |   |   |  |  |   |   |   |   |   |   |   |   |
| A                                | ■  |                                  |                                  |   |   |   |  |   |  |   |   |  |   |   |   |   |  |   |   |   |  |  |   |   |   |   |   |   |   |   |
| B                                | 1  | ■                                |                                  |   |   |   |  |   |  |   |   |  |   |   |   |   |  |   |   |   |  |  |   |   |   |   |   |   |   |   |
|                                  | A  | B                                |                                  |   |   |   |  |   |  |   |   |  |   |   |   |   |  |   |   |   |  |  |   |   |   |   |   |   |   |   |
| A                                | ■  | 1                                |                                  |   |   |   |  |   |  |   |   |  |   |   |   |   |  |   |   |   |  |  |   |   |   |   |   |   |   |   |
| B                                | 1  | ■                                |                                  |   |   |   |  |   |  |   |   |  |   |   |   |   |  |   |   |   |  |  |   |   |   |   |   |   |   |   |

Yassine 等學者(2001)說明在 DSM 方形矩陣內，任一非零的部份，即表示此兩個元素間(直行與橫列)有關聯性。在對角線之右上方(上三角矩陣)，表示資訊向前回饋部分，如第 C 項元素需獲得第 I 項元素的訊息，或第 I 項元素回饋訊息給第 C 項元素時才可執行作業；則在矩陣內直交點標上註記，以 X 或 1 表示有關聯性，而以空白或 0 表示無關聯性。而在對角線之左下方(下三角矩陣)，表示作業向下傳遞，如第 E 項執行完成後，接續執行第 G 項為順序式。在矩陣斜對角線上為表示自己對自己關係，故以 ● 取代。如圖 4.1 所示，為 DSM 作業資訊示意圖。

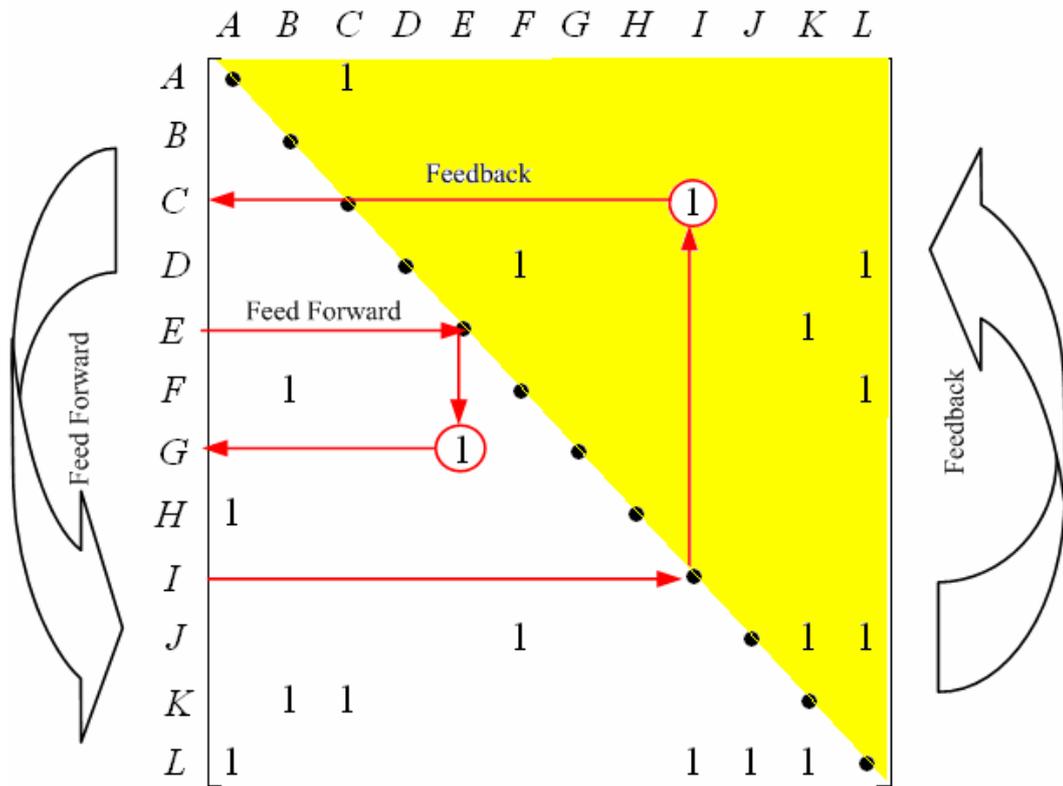


圖 4.1 DSM 作業資訊示意圖

Sabbaghian & Eppinger(1998)說明 DSM 之獨立性、相依性與交互作用性，三種關聯性表示法與動態表示圖。如圖 4.2 所示，為 DSM 之三種關聯性與動態表示圖。在  $T_1$  與  $T_2$  因上下無標記為屬獨立性，動態作業表示為  $T_1$  與  $T_2$  可同步進行。而  $T_3$ 、 $T_4$  與  $T_5$  因只有左下方有標記為屬相依性，動態作業表示為順序性  $T_3 \rightarrow T_4 \rightarrow T_5$ 。在  $T_7$  與  $T_8$  因上下都有標記為屬交互作用性，動態作業表示為欲執行  $T_7$  時，需先獲得  $T_8$  訊息回饋才能執行  $T_7$ 。

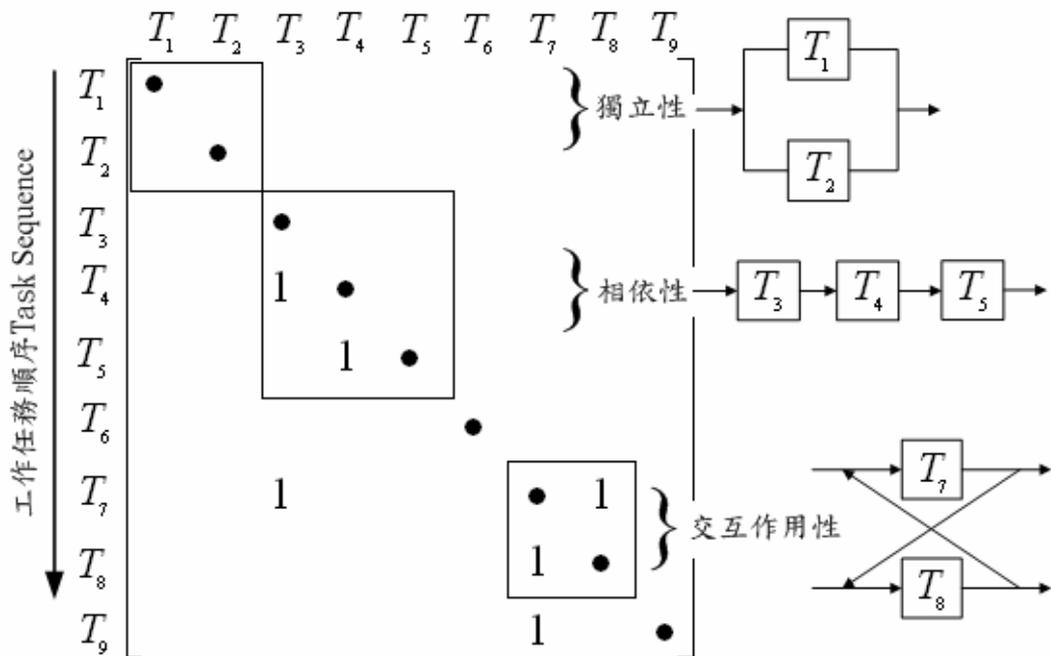


圖 4.2 DSM 之三種關聯性與動態表示圖

在複雜的產品設計開發案中，包含大量的輸入與輸出訊息，雖利用矩陣可表現出各零組件與設計模組間的關聯性。但若未經由分割法則予以分割並重新排列，則矩陣只能表現作業元素間之訊息流向，仍無法使設計師與管理者清楚辨識其關聯屬性分類。所以藉由分割法則與上述 DSM 之表示法與動態表示圖，可使設計師與管理者，能明確辨識各零組件與設計模組間，三種關聯屬性分類與排序。

#### 4-2 設計結構矩陣之分群方式

經由 DSM 之分割法則與重新排列，可明確得知各零組件與設計模組間之關聯屬性分類與排序。若要獲得合適之模組分群，則需藉由集群分析方式 (Cluster Analysis)，以獲得較佳之模組分群。而 DSM 最重要目的，除分析關聯屬性與作業順序規劃外，即為獲得較佳模組分群，以作為後續模組化設計與同步工程開發工作之

依據。

各種不同的分群方法被應用於不同的領域，包括市場區隔、顧客分群、機器佈置、人員配置與模組分群。其目的為利用群體中，具有相同特性者聚成同一群，使其同一群內同質性高、而不同群間的相異性具有顯著性差異。而分群方法種類繁多，如模糊類聚分析法、群聚辨識演算法、與層級分析法(AHP)等。郭奉宜(2005)說明由於模糊類聚分析法，在運算過程中各作業元素之前後關係無法明確表示，致使設計執行不易掌握設計動向。而群聚辨識演算法，雖可清楚表示各作業元素之關聯性與前後作業關係，但其門檻數大小會影響分群結果。Chen 等學者(2003)為利用 AHP 法之衡量尺度方式，藉由資深專業人員憑其經驗判斷，再計算以求得其特徵值作為關聯性強度依據。因衡量尺度由人員憑其經驗判定，較不客觀亦會影響分群結果。所以各分析法有其優缺點，並沒有一定的指標與準則，說明分群所得之結果，是否為組內變異小，而組間變異大之最佳分群。

由於模糊類聚分析法、群聚辨識演算法、與階層分析法等，其運算與分析方式較為複雜。所以本研究在 DSM 之分群方法，藉由整合 Hsiao & Liu (2005) 提出詮釋結構模式之  $D+R/D-R$  值表與元素分佈圖方式，以作為分群組依據，並繪出各組群之層級關係流程圖。其優點為將關聯矩陣轉換為數值，以繪製成分佈圖方式較為簡單且可清楚辨識與分析其分佈情況，以利於將分佈相似之元素聚成一組。並運用圖解方式表示各組群之層級關係流程，以提供決策者解構問題之流程順序與層級架構關係。

### 4-3 設計結構矩陣之建構與運用

在新產品設計開發之 DSM 建構方式，首先需藉由資深工程設計師與管理者，將整個設計開發專案之零組件與模組清單列出，予以解構分析各相關零組件與設計模組間的關聯性。研究上將 Yassine (1999)、Chen(2002)、Yassine(2004)等學者，所提之 DSM 建構方式與 Hsiao & Liu (2005) 提之詮釋結構模式，予以整合成五個 DSM 建構步驟：

(1) 繪製概念關聯流程圖，藉由設計開發案之零組件與模組清單，先繪製各零組件與模組關聯性圖。

(2) 建立初始 DSM，由資深工程設計師與管理者，將各零組件與模組之輸入與輸出關係，標上註記於矩陣中，以建立初始 DSM。

(3) 分割與重新排列 DSM，利用分割法則與路徑搜尋方式，使各零組件與模組的關聯性，依獨立性、相依性與交互作用性之屬性分類，並重新排列 DSM。

(4) DSM 模組分群，將重組之 DSM，利用  $D+R/D-R$  值表與元素分佈圖，予以分成數個群組，而獲得較佳模組分群。

(5) 繪製層級關係流程圖，藉由  $D+R/D-R$  值表與元素分佈圖，運用圖解方式表示各組群之層級關係流程圖。如圖 4.3 所示，為本研究整合 ISM 之設計結構矩陣建構流程圖。

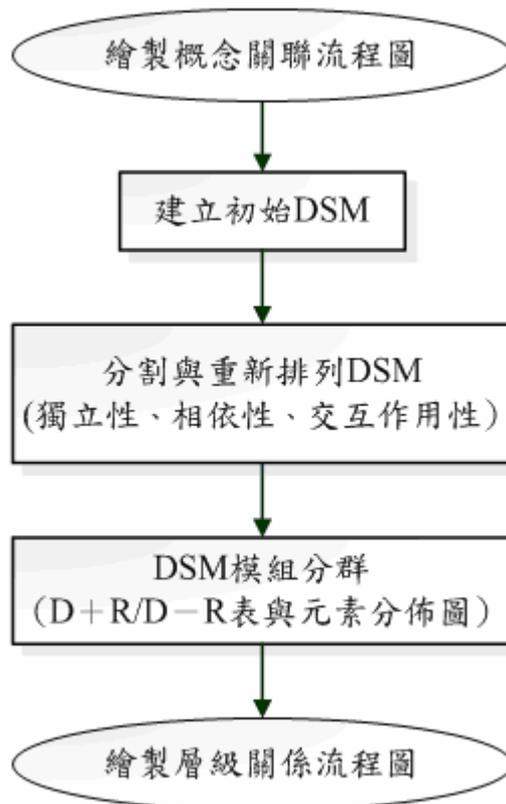


圖 4.3 本研究整合 ISM 之設計結構矩陣建構流程圖

例如：自行車前燈照明設備之設計開發案，一般市售大都以電池提供電能使燈炮得以發亮而產生照明效果。然由於電池所造成環境污染與能源之消耗，已不符合綠色設計與環保的基本原則。因而設計以發電模組方式，取代目前電池提供電流使燈炮發亮之照明設備。

#### 1. 繪製概念關聯流程圖：

首先藉由與資深設計工程師及管理者訪談，將發電模組設計開發案之各零組件與模組清單列出。如圖 4.4 所示，為自行車發電模組之解構圖。再予以解構分析各相關零組件與設計模組間的關聯性，並繪製各零組件與模組關聯性圖。如圖 4.5 所示，為自行車發電模組概念關聯流程圖。

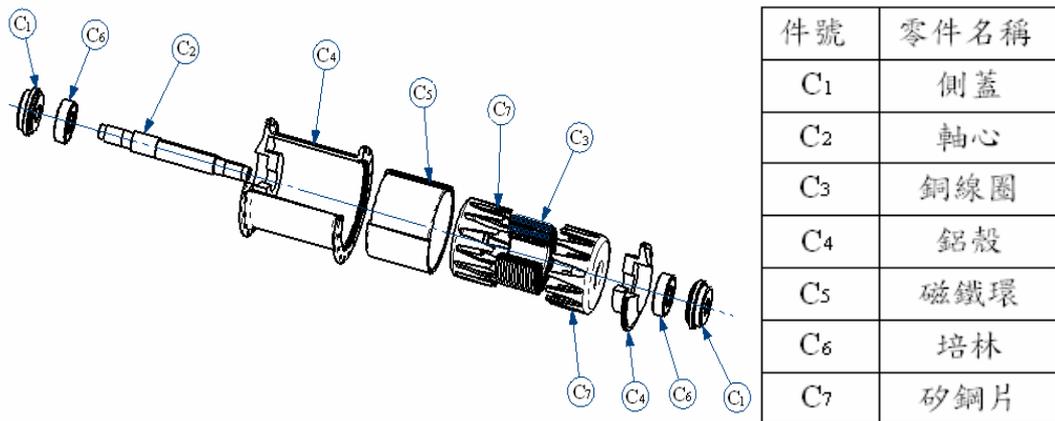


圖 4.4 自行車發電模組之解構圖

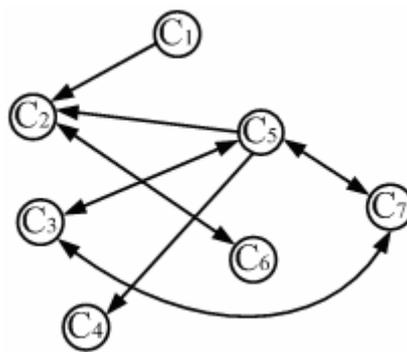


圖 4.5 自行車發電模組之概念關聯流程圖

## 2. 建立初始 DSM：

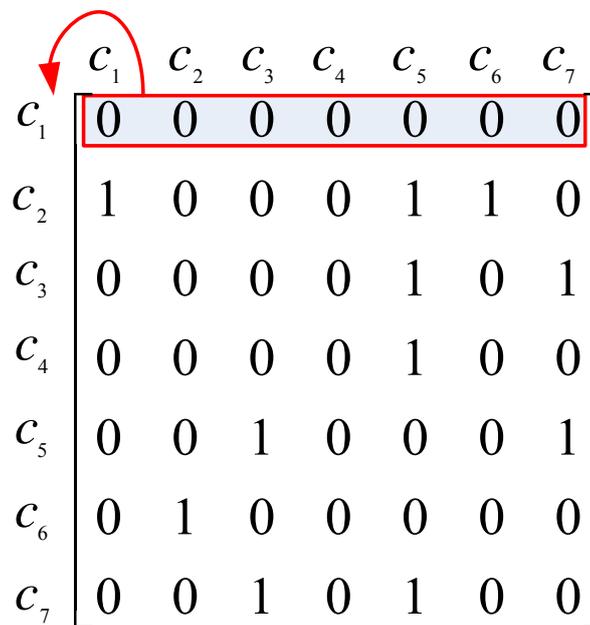
藉由資深設計工程師及管理者，將各零組件與模組之輸入與輸出關係，依概念關聯流程圖之關聯性，標上註記於二維矩陣中，以建立初始 DSM。如圖 4.6 所示，為自行車發電模組關聯 DSM 圖。

|       | $c_1$ | $c_2$ | $c_3$ | $c_4$ | $c_5$ | $c_6$ | $c_7$ |
|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| $c_1$ | ●     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     |
| $c_2$ | 1     | ●     | 0     | 0     | 1     | 1     | 0     |
| $c_3$ | 0     | 0     | ●     | 0     | 1     | 0     | 1     |
| $c_4$ | 0     | 0     | 0     | ●     | 1     | 0     | 0     |
| $c_5$ | 0     | 0     | 1     | 0     | ●     | 0     | 1     |
| $c_6$ | 0     | 1     | 0     | 0     | 0     | ●     | 0     |
| $c_7$ | 0     | 0     | 1     | 0     | 1     | 0     | ●     |

圖 4.6 自行車發電模組之關聯 DSM 圖

### 3. 分割與重新排列 DSM：

利用分割法則與路徑搜尋方式，使各零組件與模組的關聯性，依獨立性、相依性與交互作用性之屬性分類，並重新排列 DSM。將矩陣中屬於獨立性與相依性之零組件，行與列為 0 者，予以分割並排於矩陣最前與最後次序。如矩陣中第一列  $C_1$  為 0，則將  $C_1$  排到矩陣最前次序。另第四行  $C_4$  為 0，則將  $C_4$  排到矩陣最後次序。而剩下  $\{C_2, C_3, C_5, C_6, C_7\}$ ，則為交互作用性之零組件，須以路徑搜尋方式，利用資訊向前回饋由後往前方式搜尋，直到搜尋至最初始的元件為止，使其成為一個群組並予以重新排列，以獲得重組 DSM。如圖 4.7~圖 4.10 所示。



|       | $C_1$ | $C_2$ | $C_3$ | $C_4$ | $C_5$ | $C_6$ | $C_7$ |
|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| $C_1$ | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     |
| $C_2$ | 1     | 0     | 0     | 0     | 1     | 1     | 0     |
| $C_3$ | 0     | 0     | 0     | 0     | 1     | 0     | 1     |
| $C_4$ | 0     | 0     | 0     | 0     | 1     | 0     | 0     |
| $C_5$ | 0     | 0     | 1     | 0     | 0     | 0     | 1     |
| $C_6$ | 0     | 1     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     |
| $C_7$ | 0     | 0     | 1     | 0     | 1     | 0     | 0     |

圖 4.7 自行車發電模組 DSM 之列分割圖

$$\begin{array}{c}
c_1 \quad c_2 \quad c_3 \quad c_4 \quad c_5 \quad c_6 \quad c_7 \\
\begin{array}{c}
c_1 \\
c_2 \\
c_3 \\
c_4 \\
c_5 \\
c_6 \\
c_7
\end{array}
\begin{bmatrix}
0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
1 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 0 \\
0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 1 \\
0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\
0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 1 \\
0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
0 & 0 & 1 & 0 & 1 & 0 & 0
\end{bmatrix}
\end{array}$$

圖 4.8 自行車發電模組 DSM 之行分割圖

$$\begin{array}{c}
c_1 \quad c_2 \quad c_3 \quad c_5 \quad c_6 \quad c_7 \quad c_4 \\
\begin{array}{c}
c_1 \\
c_2 \\
c_3 \\
c_5 \\
c_6 \\
c_7 \\
c_4
\end{array}
\begin{bmatrix}
\bullet & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
1 & \bullet & 0 & 1 & 1 & 0 & 0 \\
0 & 0 & \bullet & 1 & 0 & 1 & 0 \\
0 & 0 & 1 & \bullet & 0 & 1 & 0 \\
0 & 1 & 0 & 0 & \bullet & 0 & 0 \\
0 & 0 & 1 & 1 & 0 & \bullet & 0 \\
0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & \bullet
\end{bmatrix}
\end{array}$$

圖 4.9 自行車發電模組 DSM 之分割矩陣圖

$$\begin{array}{c}
c_1 \quad c_2 \quad c_6 \quad c_7 \quad c_3 \quad c_5 \quad c_4 \\
\begin{array}{c}
c_1 \\
c_2 \\
c_6 \\
c_7 \\
c_3 \\
c_5 \\
c_4
\end{array}
\begin{bmatrix}
\bullet & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
1 & \bullet & 1 & 0 & 0 & 1 & 0 \\
0 & 1 & \bullet & 0 & 0 & 0 & 0 \\
0 & 0 & 0 & \bullet & 1 & 1 & 0 \\
0 & 0 & 0 & 1 & \bullet & 1 & 0 \\
0 & 0 & 0 & 1 & 1 & \bullet & 0 \\
0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & \bullet
\end{bmatrix}
\begin{array}{l}
\} \text{獨立性} \\
\} \text{交互作用性} \\
\} \text{交互作用性} \\
\} \text{獨立性}
\end{array}
\end{array}$$

圖 4.10 自行車發電模組之重組 DSM 圖

#### 4.DSM 模組分群：

利用  $D+R/D-R$  值表，將關聯矩陣轉換為數值，並繪製成二維元素分佈圖表示。如  $D+R$  值越大，表示該元素交互作用性關係越大，故該元素較不建議 Redesign 或設計變更，會牽涉其他元素較大且複雜；反之則越小，屬獨立性。若  $D-R$  值越大，表示該元素統治性(Dominant)越大，為支配其他元素，故在 Redesign 或設計變更時較易；反之則越小，屬受支配性(Subordinate)。如表 4.2 所示，為自行車發電模之  $D+R/D-R$  值表；如圖 4.11 所示，為自行車發電模之元素分佈圖。

表 4.2 自行車發電模組之  $D+R/D-R$  值表

|                | C <sub>1</sub> | C <sub>2</sub> | C <sub>3</sub> | C <sub>4</sub> | C <sub>5</sub> | C <sub>6</sub> | C <sub>7</sub> | D | D+R | D-R |
|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|---|-----|-----|
| C <sub>1</sub> | 1              | 0              | 0              | 0              | 0              | 0              | 0              | 1 | 4   | -2  |
| C <sub>2</sub> | 1              | 1              | 1              | 0              | 1              | 1              | 1              | 6 | 8   | 4   |
| C <sub>3</sub> | 0              | 0              | 1              | 0              | 1              | 0              | 1              | 3 | 9   | -3  |
| C <sub>4</sub> | 0              | 0              | 1              | 1              | 1              | 0              | 1              | 4 | 5   | 3   |
| C <sub>5</sub> | 0              | 0              | 1              | 0              | 1              | 0              | 1              | 3 | 9   | -3  |
| C <sub>6</sub> | 1              | 1              | 1              | 0              | 1              | 1              | 1              | 6 | 8   | 4   |
| C <sub>7</sub> | 0              | 0              | 1              | 0              | 1              | 0              | 1              | 3 | 9   | -3  |
| R              | 3              | 2              | 6              | 1              | 6              | 2              | 6              |   |     |     |

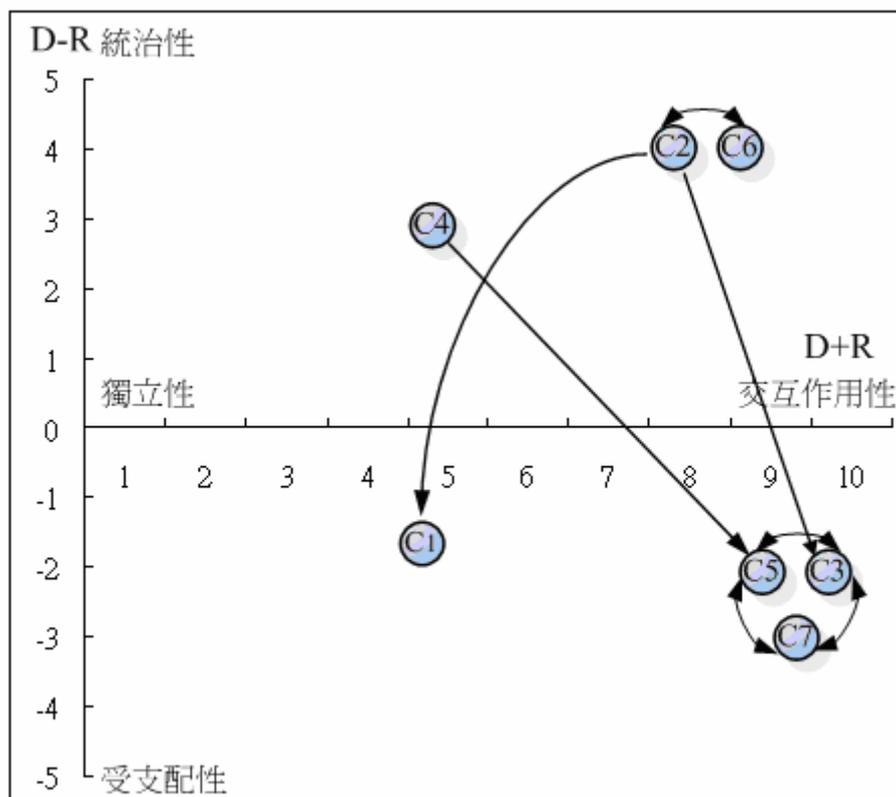


圖 4.11 自行車發電模組之元素分佈圖

1. 繪製層級關係流程圖：

藉由  $D+R/D-R$  值表與元素分佈圖，運用圖解方式表示各組群之層級關係流程圖。以使瞭解各零組件之關聯性，可清楚辨識與分析其分佈情況，予以分成數個群組，而獲得較佳模組分群。如圖 4.12 所示，自行車發電模組層級關係流程圖。所以自行車發電模組之模組分群，可分成三個群組如下依序以集合方式表示：

(1) 第一群組： $M_1 = \{C_2, C_4, C_6\}$ ，由軸心、鋁殼、培林元件組成。

(2) 第二群組： $M_2 = \{C_3, C_5, C_7\}$ ，由銅線圈、磁鐵環、矽鋼片元件組成。

(3) 第三群組： $M_3 = \{C_1\}$ ，為側蓋元件。

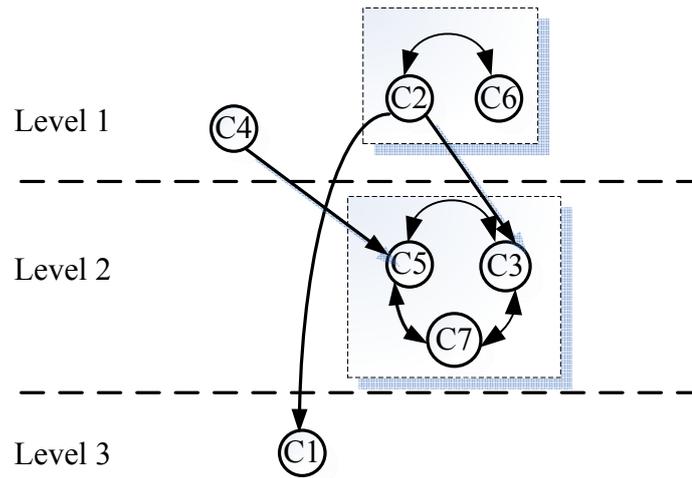


圖 4.12 自行車發電模組之層級關係流程圖

經由建構 DSM 與重新排列，表現各零組件之獨立性、相依性與交互作用關聯屬性。再由 ISM 之圖形理論模式，以矩陣之列加總額 D 值與行加總額 R 值，運算轉換成元素分佈圖，繪製層級關係流程圖以獲得較佳模組分群。提供設計師與決策者作為產品設計之模組分析，作為後續模組化設計與同步工程設計基礎。

## 第五章 創新產品模組化設計

在創新產品開發初期，藉由設計結構矩陣建構與繪製層級架構圖，以表現各零組件與設計模組間的關聯性，獲得完整零組件排列順序與數個較佳組裝模組分群，以使整個產品組裝順序與設計流程規劃能明確。進而於創新產品開發之具體設計與製作上，藉由模組化設計方法，以標準化與規格化設計提供使用共同的零組件，同時考量產品設計、製造與裝配等問題，以建構產品多樣化。在模組化具體設計上，先定義出產品所有組裝模組與模組組裝順序；進而在模組化之設計多樣化方法，為運用 CAD 軟體 SolidWorks 進行 3D 建模與各別零件及模組設計，並由模組替換方式，創造新產品之多樣性。

### 5-1 定義產品組裝模組

藉由設計結構矩陣建構與繪製零組件層級架構圖，以獲得數個較佳組裝模組分群，以利於設計師與決策者作為產品設計之模組分析，並確認各零組件與設計模組間之關聯性，進而定義出合適之產品組裝模組。徐仁雄(2006)產品模組化設計之零組件，依使用組態可分為四類：

#### (1) 共同件(Common)：

為在所有產品模組皆會使用的零組件，可視為構成產品設計之基礎。如自行車之傳動系統、轉向系統，皆為必須之組成共同零組件。

#### (2) 變化件(Variant)：

為產品之模組，具有不同規格變化零組件。如自行車之輪胎，

可選擇不同尺寸的規格(有 14、16、18、20 英吋等)。當模組化設計之任一變化件規格改變時，會相對影響其配合件隨之改變。所以在模組化設計時，通常將相關聯之變化件建立在同一模組，以方便替換。如輪胎的尺寸規格改變時，其相對應之輪圈規格必須隨之調整，故將輪胎與輪圈設計為同一模組，亦稱為輪組。

### (3) 選配件(Optional)：

為產品模組中可有可無之零組件，其不影響原有之產品模組功能，而具有附加價值的作用。如自行車之照明模組與後載裝置，若沒有此項模組裝置，仍屬完整的產品結構。

### (4) 特殊件(Special)：

為具有特殊需求或功能作用的模組，如有別於自行車之單輪表演車或輪椅車之傳動系統。

將自行車之發電模組總成，如圖 5.1 所示，其中發電模組元件，因有輸出電壓與發電功率等安規要求，故予以設計成一標準模組，以利後續發展不同規格之產品多樣化。而整個自行車發電模組設計規劃，為依據建構 DSM 以獲得較佳模組分群，進而定義出合適之三個設計模組，為  $M_1\{C_2$  軸心、 $C_4$  鋁殼、 $C_6$  培林} 轉動模組元件、 $M_2\{C_3$  銅線圈、 $C_5$  磁鐵環、 $C_7$  矽鋼片} 發電模組元件與  $M_3\{C_1$  側蓋} 配件組成。

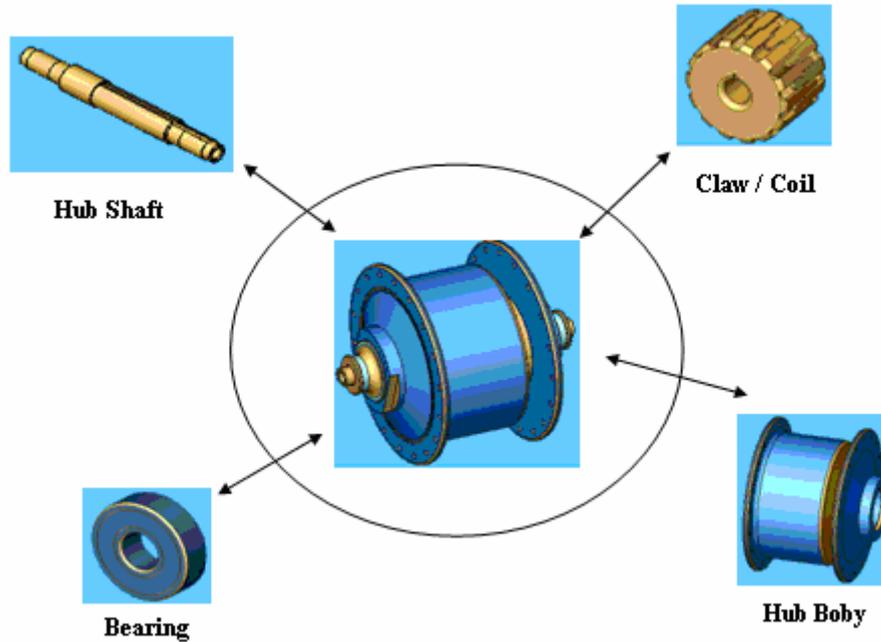


圖 5.1 自行車發電模組總成圖

## 5-2 產品模組組裝順序

在傳統產品組裝規劃模式，大都依設計工程師自身的經驗及對該產品的瞭解，以及產品設計工程圖所描述之各零組件組成關係為依據，配合技術文件敘述說明，以製作產品組裝順序。其容易造成因組合之零組件變異時，其組裝規劃變更不易與耗費時間。所以面對當今變異頻繁的多樣化消費市場，模組化設計即是最佳解決方法。如圖 5.2 所示，為傳統產品組裝模式，圖中之  $C$  為零件而  $M$  為模組，並無法清楚瞭解，各零組件與模組的關聯性或組裝順序。並且若其中  $C_2$  零件或  $M_1$  模組，需設變或更換時，則影響整個產品或系統之組裝關係與功能性。

在模組化產品設計之模組組裝方式，為藉由建構 DSM，以使各零組件與模組的關聯性，依獨立性、相依性與交互作用性之屬性分類，並重新排列 DSM。藉由繪製層級關係流程圖，以獲得較

佳數個模組分群，再依據模組分群定義出合適之設計模組，進而考量產品製造與裝配等問題。如自行車發電模組之組裝規劃，依據所定義出合適之三個設計模組，予以規劃組裝順序為屬於交互作用性之發電模組  $M_2$  {  $C_3$  銅線圈、 $C_5$  磁鐵環、 $C_7$  矽鋼片 }，因其關聯性較複雜，故先予組成一設計模組；接續為將轉動模組  $M_1$  {  $C_2$  軸心、 $C_4$  鋁殼、 $C_6$  培林 } 組成另一設計模組；最後與獨立性之  $M_3$  {  $C_1$  側蓋 } 配件，組合成自行車發電模組。如圖 5.3 所示，為自行車發電模組之組裝順序。其優點為各個設計模組，可事先分別設計與組裝成一模組，故如需設變或更換零組件  $C_4$  鋁殼規格時，只需小幅更動  $M_1$  模組，而不影響整個產品或系統之組裝關係與功能性。

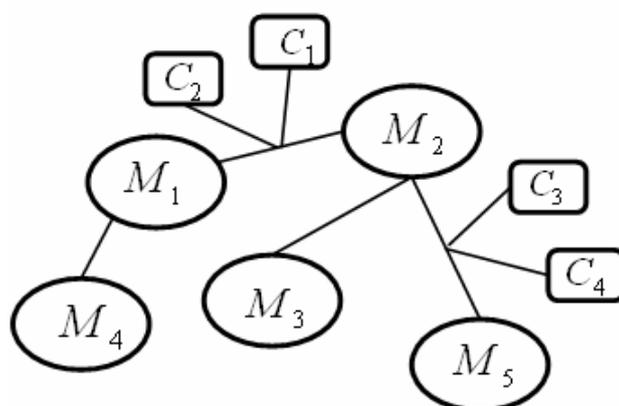


圖 5.2 傳統產品組裝模式圖

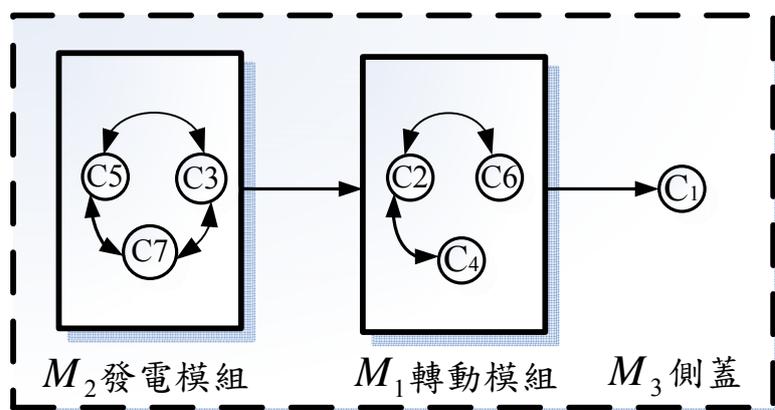


圖 5.3 自行車發電模組組裝順序

### 5-3 產品模組化設計之多樣化

藉由建構 DSM 與重新排列，並繪製層級關係流程圖，以獲得較佳數個模組分群。再依據模組分群定義出合適之設計模組，與整個新產品之模組組裝順序架構，作為模組化之產品多樣化設計基礎。模組化之設計多樣化，為依據  $D+R/D-R$  值表與元素分佈圖所示，於第一群轉動模組  $M_1$  之  $C_4$  鋁殼元件，其  $D-R$  值最大、統治性高與  $D+R$  值較小、獨立性高；故以  $C_4$  鋁殼元件作為 Redesign 或設計變更，以生成產品多樣化設計。而第二群之發電模組  $M_2$ ，因其各零組件關聯性與功能性較複雜，而且組裝技術與製作成本較高，故設計成為標準模組，而不建議 Redesign 或設計變更。

模組化設計之多樣化方法，為運用 CAD 軟體 SolidWorks 進行 3D 建模與各別零組件及模組設計，並由模組替換方式創造產品多樣性。本研究設計出幾個不同型式之設計圖進行模組替換，以達成模組化設計之產品多樣化。如圖 5.4 所示，為自行車花鼓鋁殼之模組替換設計。由工程設計師設計出幾組不同型式之花鼓鋁殼，即可進行模組替換，而在 CAD 軟體即有零組件替換功能，可節省 Redesign 或設計變更之時間。經由模組替換設計，而產生數個新產品樣式。如圖 5.5 所示，為自行車花鼓模組替換方式。如圖 5.6 所示，為自行車花鼓模組之模組替換設計。

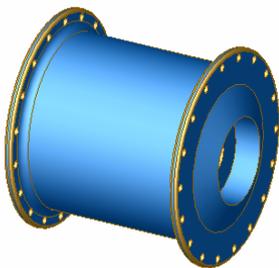
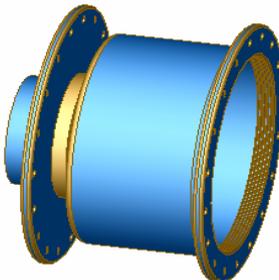
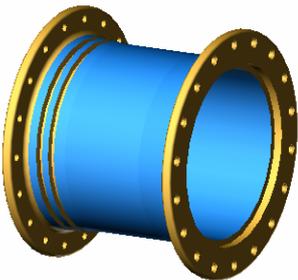
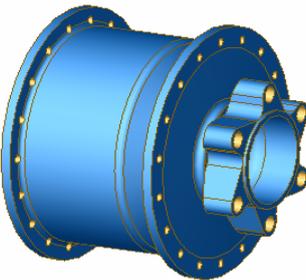
| 項目 | 鋁殼替換選項  |  |
|----|---|--|
| 鋁殼 |  |  |
|    | 型式一   | 型式二  |
| 鋁殼 |  |  |
|    | 型式三   | 型式四  |

圖 5.4 自行車花鼓鋁殼之模組替換設計

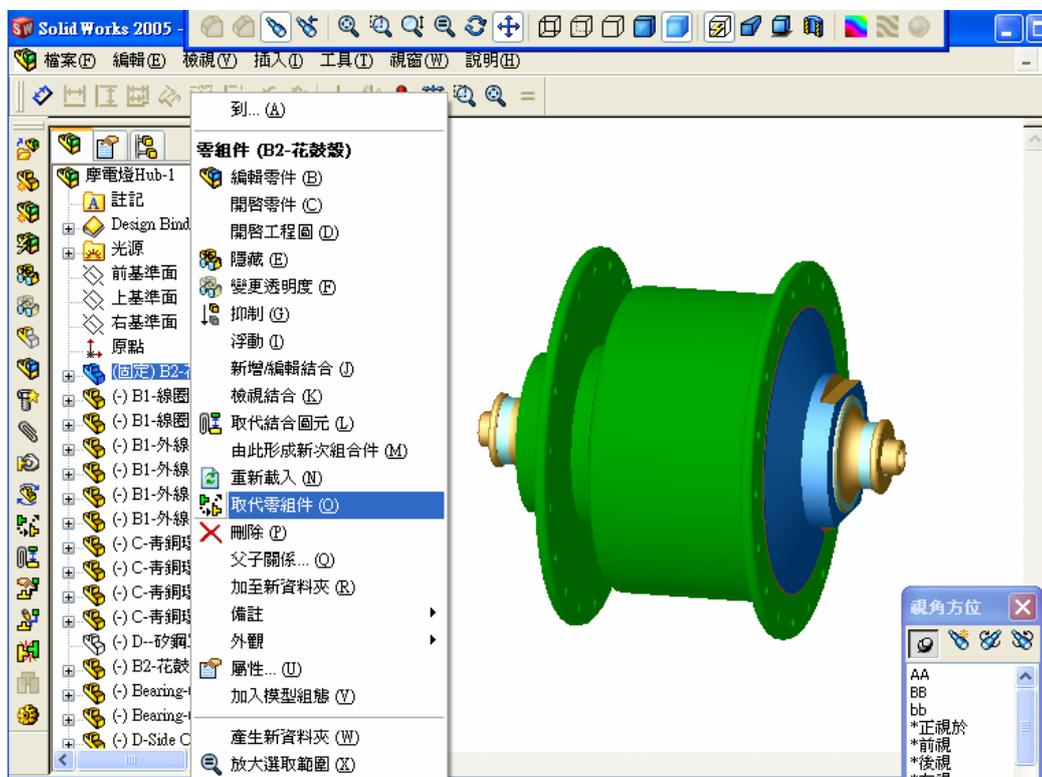


圖 5.5 自行車花鼓模組替換方式

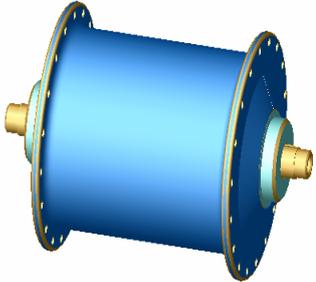
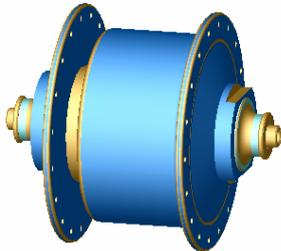
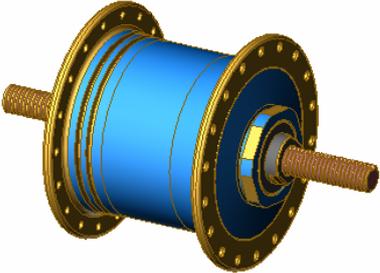
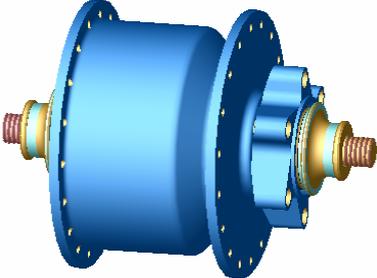
| 項目 | 模組替換選項  |  |
|----|---|--|
| 鋁殼 |  |  |
|    | 模組一   | 模組二  |
| 鋁殼 |  |  |
|    | 模組三   | 模組四  |

圖 5.6 自行車花鼓模組之模組替換設計

經由模組化設計之模組替換方式，工程設計師可節省 Redesign 與重覆繪圖時間及製作成本。且由模組化設計之模組替換，可以產生更多組之產品新樣式，以供客戶挑選較合適之產品，使產品得以分類成一系列之產品型式，以達成模組化具體設計效益，並創造產品之多樣性。

## 第六章 實例驗證

經由前幾章敘述說明，在新產品概念設計階段，運用 TRIZ 創新法則與整合 DSM 與 ISM 方法，建構 DSM 與重新排列，以表現各零組件與模組的關聯性，並獲得較佳數個模組分群，使整個新產品設計規劃能明確。而在新產品具體設計階段，藉由模組化設計方法，依據模組分群定義出合適之設計模組，與模組組裝順序架構，以標準化與規格化為基礎，運用共同零組件與模組替換，以創造產品多樣化。本研究提出以電動跑步機為例，具體說明如何有效縮短新產品開發時間與建構產品多樣化，使企業保持競爭優勢。

### 6-1 實例驗證之研究流程

本研究整個新產品設計開發流程，共分為四個階段進行，由釐清設計目標、概念設計、具體化設計與細部設計，以電動跑步機為例，予以執行與驗證。

第一階段：為研究案例電動跑步機之相關資料蒐集，與分析釐清問題，以作為欲設計改善目標。

第二階段：電動跑步機之概念設計，運用 TRIZ 創新法則與結合專利迴避設計，協助設計師於新產品開發之概念設計，以有效找出合適解決方法，並避免落入他人權力範圍。

第三階段：建構 DSM 與重新排列，以 Visual Basic 程式語言之簡單操作界面，執行各零組件與模組的關聯性運算與重新排列 DSM。再依據 D+R/D-R 值表與元素分佈圖，並繪製零組件層級關係流程圖，以獲得較佳數個模組分群。

第四階段：電動跑步機之具體設計與製作上，藉由模組化設計方法，以標準化與規格化使用共同的零組件，同時考量產品設計、製造與裝配等問題。在模組化具體設計上，先定義出產品所有組裝模組與模組組裝順序；進而在模組化之設計多樣化方法，為運用 CAD 軟體 SolidWorks 進行 3D 建模與各別零件及模組之細部設計，並由模組替換方式，創造新產品之多樣性。

## 6-2 實例驗證案例說明

健身醫療器材產業，可分為三類：保健醫學器材、檢測醫學器材及治療醫學器材。根據台灣區健身醫療器材工業同業公會調查，隨著國人生活水平提高與高齡化趨勢，該產業每年平均成長率為 14.83%，產業之成長空間相當大。而健身醫療器材工業，結合了材料科學、電子工程、機械工程、生化科技、人體工程及心理學等基礎理論及應用技術，可謂應用各種科技綜合的產業。而健身醫療器材產品，又以電動跑步機最具代表性，除健身中心與家庭使用於健康休閒運動外，藉由電動跑步機可調式之跑步帶速度與斜坡仰角度，可以進行心肺耐力訓練，近來更為醫界運用於對患者之體適能測試與復健功能。

隨著工商業發達，現代人普遍存在運動量不足現象，導致高血壓、糖尿病、心臟病、肥胖及體能欠佳等，文明病罹患機會大增。惟有經常運動，強化心肺功能才可保持最佳體適能狀況。美國衛生署(Surgeon General) 於 1996 年，發表健身運動與健康報告 ( Reports on Physical Activity and Health)，大力倡導從事健身運動，並要求醫生在診斷病人時，將適度運動列入治療處方項目中。

隨著生活水準提升，國人對日常健康休閒與運動也相對重視，健身器材使用已由健身中心，漸漸普及到一般家庭，而健身器材中即以跑步機最為普遍。由於馬達、控制板與微電腦的功能與技術不斷提升，使得電動跑步機之附加功能更為完善。

在電動跑步機應用上，除健身中心與家庭使用於健康休閒運動外，藉由電動跑步機可調式之跑步帶速度與斜坡仰角度，可以進行心肺耐力訓練，近來更為醫界運用於對患者之體適能測試與復健功能。陳玉蘭(2001)應用電動跑步機，於冠狀動脈繞道術病患之心臟復健運動計劃。陳世銘(2004)應用不同的跑步機訓練模式，對正常受試者及中風患者，下肢肌群之肌電訊號恆定性(Certainty)的影響研究。翁瑀揚(2005)運用虛擬實境的跑步機，對中風患者於行走功能、功能性活動及社會參與能力之訓練療效。

國內在電動跑步機設計相關研究文獻，茆尚勳(2002)設計以直驅式直流無刷馬達跑步機，運用模組化架構設計直流馬達，將馬達分為數個模組，可增加整合馬達性能規格的彈性與擴充性，並可避免皮帶輪產生的機械損失、噪音與設計節省空間。郭柏佑(2003)設計以不外加感測器之轉速檢測電路，實現於跑步機控制驅動系統，直接利用直流馬達與碳刷切換時所產生之漣波，進行分析轉速、負載量、步數、運動量及運動行為。詹順智(2005)設計可程式跑步運動測試系統，以發展一套整合性的運動測試平臺，能自動調整、校正跑步機，同時開發和建置輔助軟體以監控與記錄運動測試過程的各項參數。徐志宏(2005)運用整合 QFD、TRIZ、工程設計法與專利分析方法，設計行走訓練用的復健跑步機，以提供

復健者與物理治療師參考的步態分析功能。

而國內在電動跑步機設計相關研究上，仍著重於電動跑步機之功能與零組件技術之改善，尚無對整個新產品設計開發案之模組化設計與進度規劃，有較完善之研究。而且電動跑步機包含機構、馬達、控制板與微電腦功能，屬於完整機電整合產品，更適合說明各零組件與設計模組間，資訊輸入、輸出與訊號回饋之關聯性，以為建構 DSM 之案例說明。故本研究以電動跑步機設計開發案，作為驗證實例。

### 6-3 分析問題與釐清設計目標

在進行產品概念設計之前，需先將產品欲改善之問題予以分析，才能進一步找出明確解決方法，以作為概念設計目標。以往市面上常見銷售之電動跑步機，其動力來源是由電源提供電力，經控制板（Control Board）轉換為直流電，驅動直流馬達（DC Motor）旋轉，以帶動皮帶轉動並間接傳動滾筒轉動，再由滾筒帶動跑步帶轉動，以讓使用者於跑步帶上方跑步或步行運動。而使用者可輕易藉由微電腦控制面板選項，依需求調整跑步帶之跑步速度並輕鬆操作使用。

因傳統電動跑步機，於上述之控制與轉動零組件，尚有設計與製造技術問題，致使電動跑步機之體積較為龐大且重，不但佔具空間且造成收納或移動搬運不便等問題。所以將體積龐大佔具空間，且收納搬運不便問題，作為設計改善目標。如圖 6.1 所示，為傳統電動跑步機。



圖 6.1 傳統電動跑步機

#### 6-4 電動跑步機之概念設計

由於近年來馬達、控制板與微電腦的功能與技術不斷提升，而零組件之體積與重量隨之減小，並發展成標準零組件，使得電動跑步機之功能更為完善，所以該項零組件不予設計變更。而有鑑於上述收納與移動搬運不便問題，將電動跑步機原本設計為一體之主體支架，因體積龐大且較為笨重問題，試想予以改善成可折疊設計方式，使體積變小較不佔空間，重量減輕且移動搬運較不費力。本研究在電動跑步機之概念設計，為運用 TRIZ 創新法則結合專利迴避設計，設計步驟如下：

##### 1. 建立 TRIZ 之矛盾矩陣表：

因傳統電動跑步機之體積龐大且笨重，欲改善使其體積變小不佔空間，且重量減輕易於移動搬運，需將原一體之主體支架，予以改善成可折疊式。因此找出欲使一體主體支架變為可折疊式之工程問題，將此工程問題轉換成 39 工程參數，則形狀必須改變

同時考慮體積不佔空間與移動操作方便問題。所以對應 39 工程參數，將欲改善工程問題轉換成#7 移動件體積、#10 力量、#12 形狀、#25 時間的浪費。將#7、#10、#12 與#25 此四項工程參數，填入矛盾矩陣表之左方直行，欲改善工程參數項目欄中。接著必須考慮在改變#7 移動件體積、#10 力量、#12 形狀、#25 時間的浪費之工程特性的同時，其將會發生矛盾現象之欲避免惡化工程參數，套入矛盾矩陣表。經分析在改變形狀後，會產生矛盾現象之欲避惡工程問題，為重量增加、強度減弱、可靠度降低與製造難易性等影響。再對應 39 工程參數，將其轉換成欲避惡參數為#1 移動物件重量、#14 強度、#27 可靠度與#32 製造性，予以填入矛盾矩陣表之上方橫列，欲避惡工程參數項目欄中。藉由直交關係以獲得創新法則編號，再套入 40 創新法則中，以求出一種或一種以上的解答，再依解答出現的次數最多者，作為最佳的創新設計解答。如表 6.1 所示，為電動跑步機之矛盾矩陣表。

表 6.1 電動跑步機矛盾矩陣表

| 欲避惡工程參數<br>欲改善工程參數 |       | 1.             | 14.            | 27.           | 32.            |
|--------------------|-------|----------------|----------------|---------------|----------------|
|                    |       | 移動件重量          | 強度             | 可靠度           | 製造性            |
| 7.                 | 移動件體積 | 2,26<br>29,40  | 9,14<br>15,7   | 14,1<br>40,11 | 29,1<br>40     |
| 10.                | 力量    | 8,1<br>37,18   | 35,10<br>14,27 | 3,35<br>13,21 | 15,37<br>18,1  |
| 12.                | 形狀    | 8,10<br>29,40  | 30,14<br>10,40 | 10,40<br>16   | 1, 32<br>17,28 |
| 25.                | 時間的浪費 | 10,20<br>37,35 | 29,3<br>28,18  | 10,30<br>4    | 35,28<br>34,4  |

經統計出現最多次的創新法則，依序為#10 先前的動作、#40 複合材料皆為 6 次，#1 分割為 5 次之解答。如圖 6.2 所示，為電動跑步機之創新單一特性法則統計圖。藉由創新法則之#10 先前的動作、40 複合材料與#1 分割，可以試想獲得二個新的創新概念設計方法：

(1) 將原本設計為一體之主體支架，分割成二段式之主體支架，設計使其可折疊易收納與移動搬運方便。

(2) 將保護蓋材質由鐵板製作，設計為塑膠材質取代，以減輕重量。

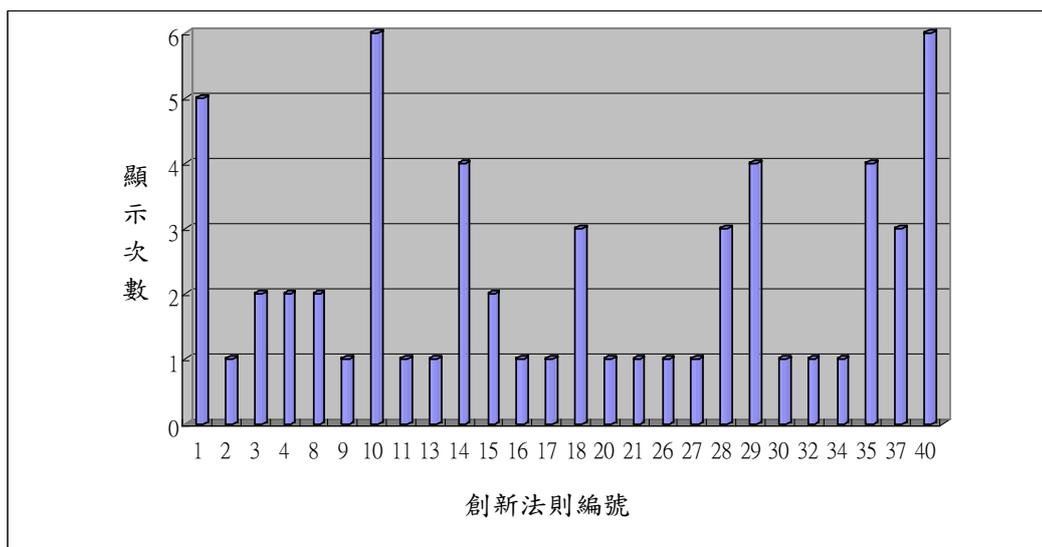


圖 6.2 電動跑步機之創新單一特性法則統計圖

由以上 TRIZ 創新法則，雖可找到創新設計解決方法，但對新的設計師而言，若是對該產品不熟悉，則可能無法立即找到簡單又有效解決方法。然而好不容易找到新的創新設計解決方法，其有無慎涉入他人即有之專利權利範圍，若未經相關專利查詢仍無法得知。所以最佳方式，即是再由專利檢索與迴避設計運用，以

避免設計師在研發產品過程，不慎涉入他人的專利權利範圍。

## 2. 專利檢索與分析：

可透過各國的智慧財產局或專利局，所提供之免費或付費的服務網站來作查詢，得到相關之電動跑步機折疊結構專利，如表 6.2 所示。藉由專利檢索方式，查詢到關於電動跑步機之相關折疊結構設計專利，如運用底座樞設一導引連桿，利用滑座對導引連桿之帶動與限制，而使跑步基座得以收折動作與利於收納。

表 6.2 電動跑步機折疊結構專利

| 專利號碼    | 專利名稱                          | 專利概述   | 公告日期        |
|---------|-------------------------------|--|-------------|
| 421038  | 電動跑步機之收折結構                    | 底座橫桿樞設一導引連桿，利用滑座對導引連桿形成夾持限位，使跑步帶基座得在導引連桿限位下收折動作。         | Feb.01,2001 |
| 584001  | 具傾斜調整功能之掀起式電動跑步機              | 藉跑步平台與底座間之連接片構造，使傾斜掀起裝置之推拉套筒於前後移動時，令跑步平台進行傾斜度之調整作業，以利收存。 | Apr.11,2004 |
| 7097594 | Folding device for treadmills | 底架與跑步平台間係藉由一對支撐臂樞接，於底架樞設轉軸令其可轉動跑步平台得於扶手架轉動收合。            | Aug.29,2006 |

## 3. 專利迴避設計運用：

藉由上述專利分析，可瞭解相關專利之新技術方式與關鍵專利範圍。並對應到先前 TRIZ 創新法則之解答，以獲得創新方式為將原本設計為一體之主體支架，分割成二段式之主體支架，設計使其可折疊易收納。而且於前段主體支架，增加設計移動輪以方便移動搬運；並將保護蓋設計為塑膠射出方式，以減輕重量與製造方便且降低成本。

#### 4.進行工程設計製作：

經由專利迴避設計與對應先前 TRIZ 創新法則之解答，而獲得電動跑步機之三個創新概念設計方法：

(1) 電動跑步機主體支架設計成二段式，可折疊方式。如圖 6.3 所示，為電動跑步機主體支架概念設計。

(2) 增加設計移動輪於主體支架前段，以方便移動搬運。如圖 6.4 所示，為電動跑步機移動輪概念設計。

(3) 將保護蓋設計為塑膠射出方式，以減輕重量與製造方便降低成本。如圖 6.5 所示，為電動跑步機塑膠保護蓋概念設計。

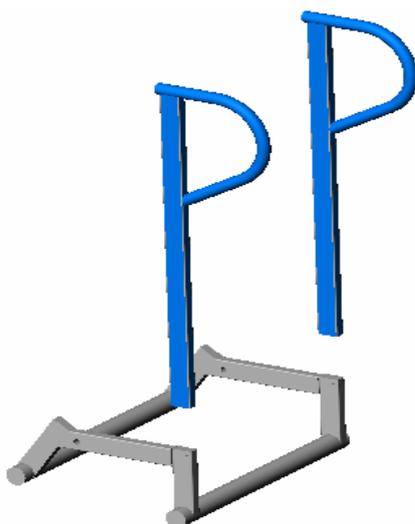


圖 6.3 電動跑步機主體支架概念設計

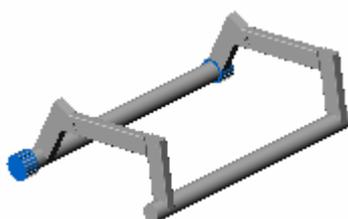


圖 6.4 電動跑步機移動輪概念設計

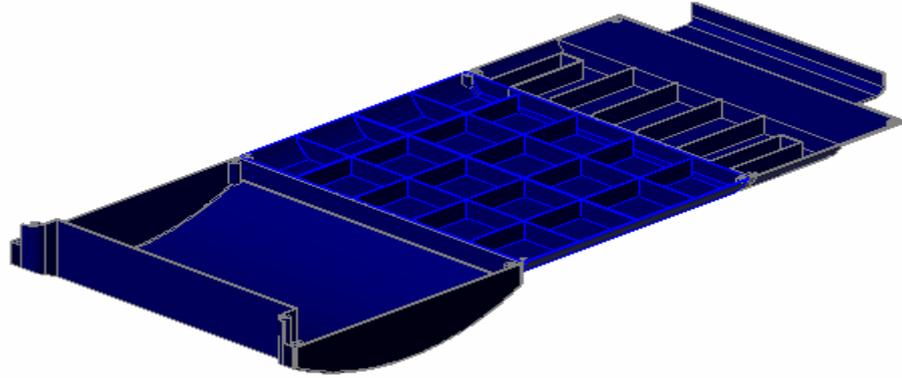


圖 6.5 電動跑步機塑膠保護蓋概念設計

由上述三個創新概念設計方法，予以設計結合使其成完整電動跑步機之創新產品概念設計，如圖 6.6 所示。為電動跑步機之產品概念設計圖。而欲使其方便折疊操作與移動搬運，如圖 6.7 與圖 6.8 所示，為電動跑步機之折疊與移動搬運概念設計圖。

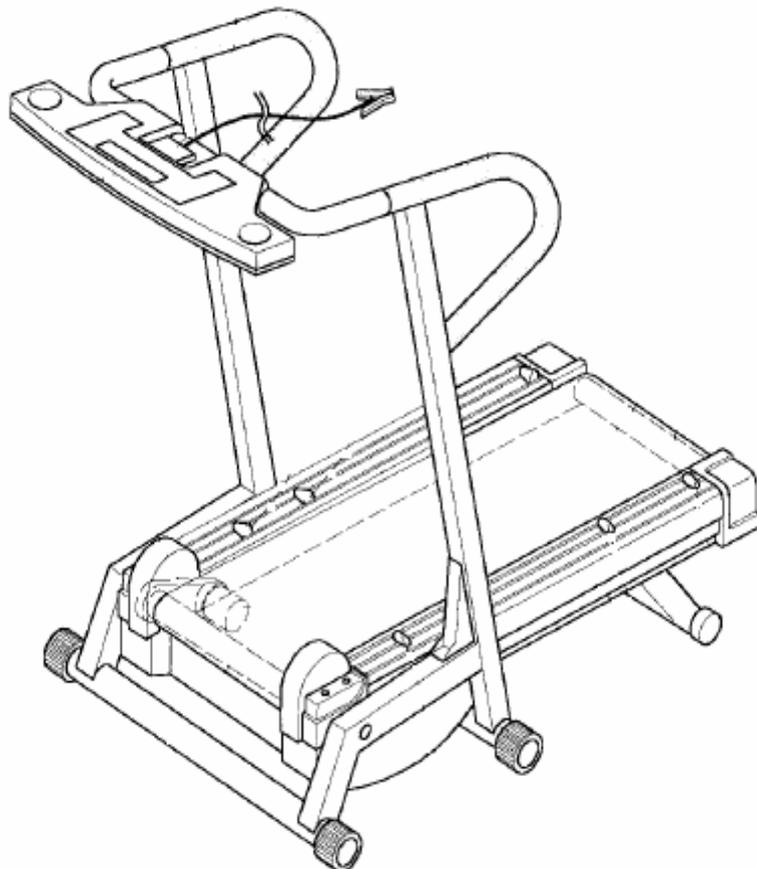


圖 6.6 電動跑步機之產品概念設計圖

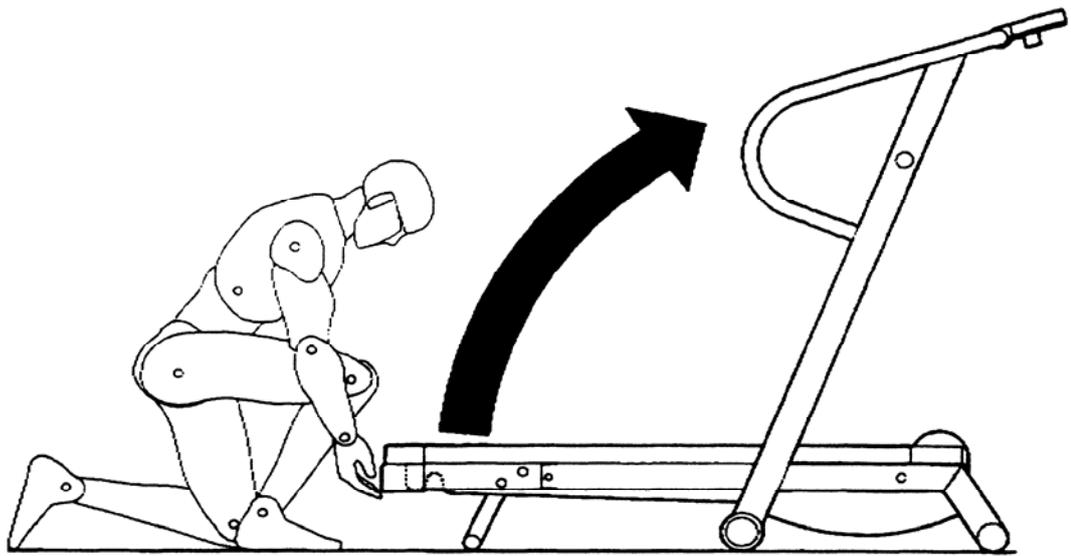


圖 6.7 電動跑步機折疊概念設計圖

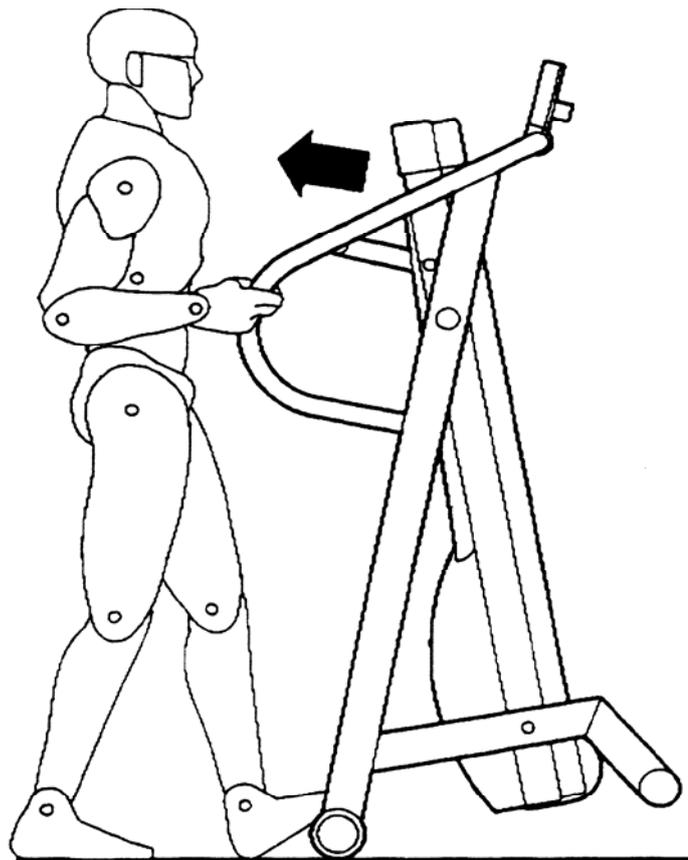


圖 6.8 電動跑步機移動搬運概念設計圖

## 6-5 電動跑步機之設計結構矩陣建構

在電動跑步機產品設計開發之 DSM 建構方式，首先需藉由資深設計工程師與管理者訪談，將整個產品設計開發案之零組件與模組清單列出。而電動跑步機主要組成零組件，為由一跑步架、一對扶手部、一電子儀表板、一馬達與控制器、一跑步帶及一後支撐桿所組成。而傳動方式藉由馬達傳動皮帶，以驅動一前滾輪帶動跑步帶，而跑步帶則為圍繞於前、後滾輪上，並可因馬達之傳動而不斷運轉。如圖 6.9 與圖 6.10 所示，為電動跑步機之解構圖。如表 6.3 所示，為電動跑步機之零組件清單。

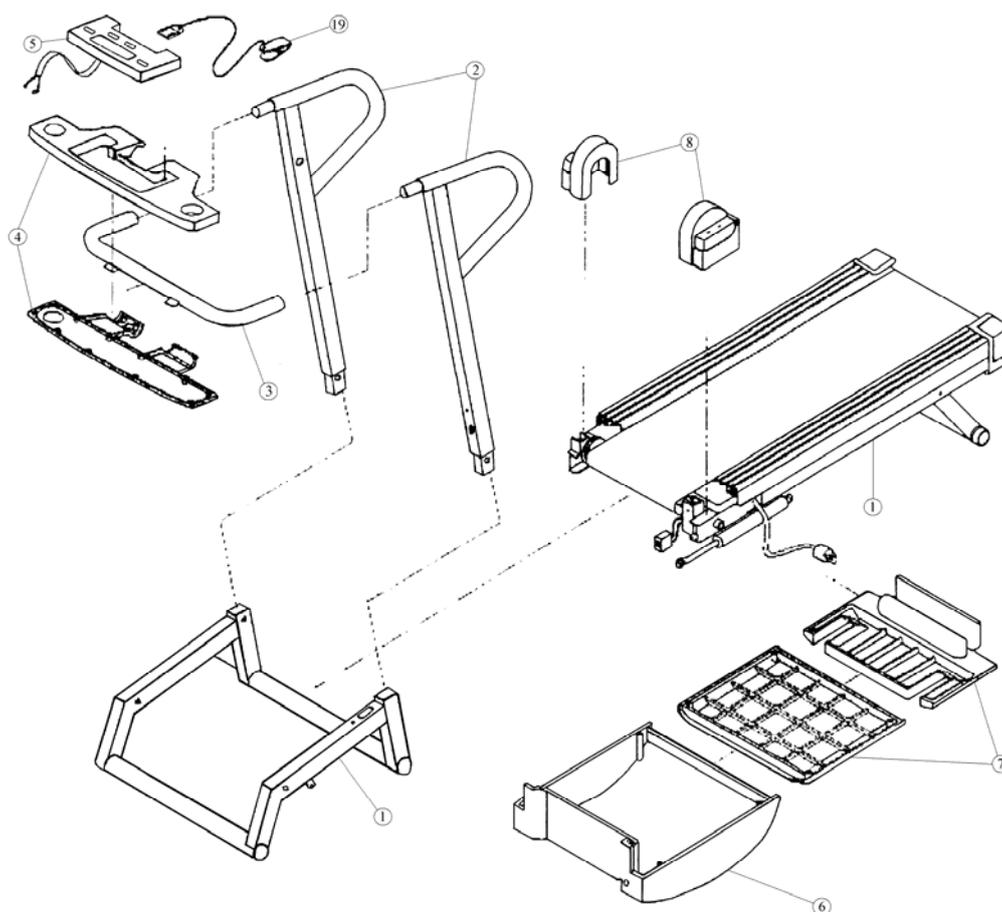


圖 6.9 電動跑步機解構圖 1

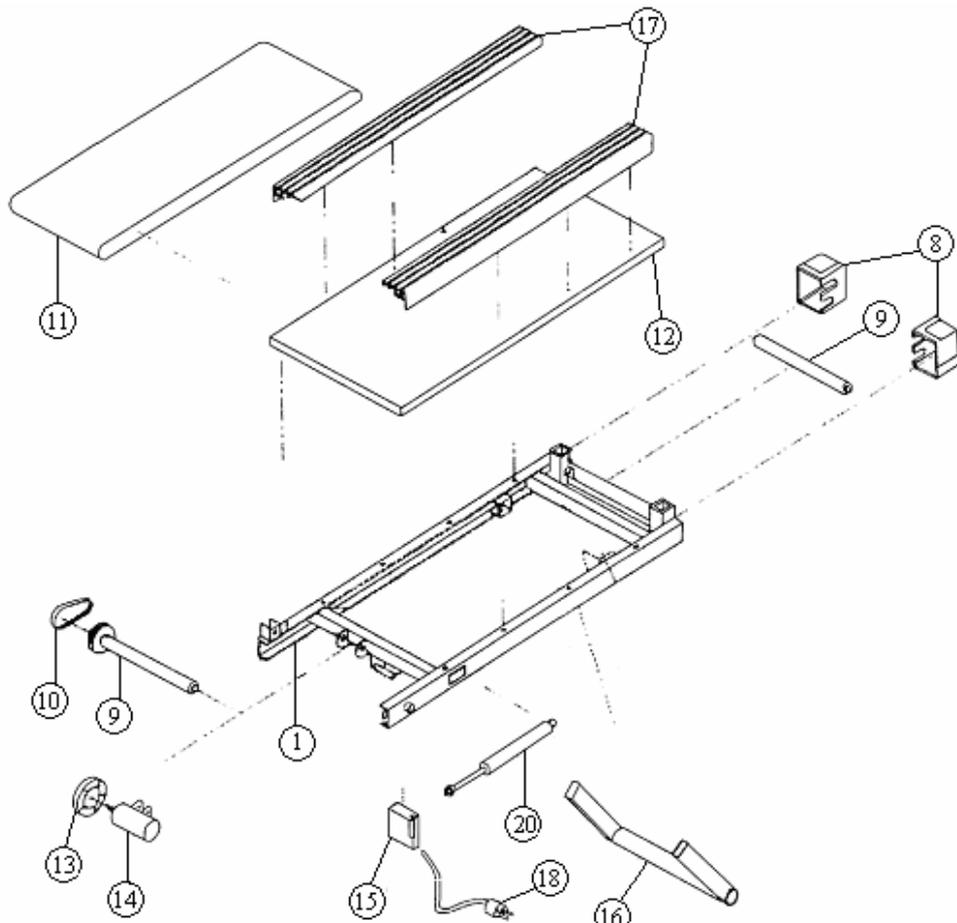


圖 6.10 電動跑步機解構圖 2

表 6.3 電動跑步機之零組件清單

| 編號  | 零件名稱                         | 編號  | 零件名稱                |
|-----|------------------------------|-----|---------------------|
| C1  | 主體支架 Base Frame              | C11 | 跑步帶 Running Belt    |
| C2  | 把手桿 Handlebar Support        | C12 | 跑步板 Deck            |
| C3  | 把手 Handlebar                 | C13 | 飛輪 Flywheel         |
| C4  | 面板座 Console                  | C14 | 馬達 Motor            |
| C5  | 電子儀表板 Computer Panel         | C15 | 控制器 Control Board   |
| C6  | 馬達護蓋 Motor Cover             | C16 | 後支撐桿 Rear Leg       |
| C7  | 腹部/後護蓋<br>Belly/ Rear Cover  | C17 | 側邊護條<br>Side Trip   |
| C8  | 前/後端蓋<br>Front / Rear Endcap | C18 | 感應電線<br>Sensor Wire |
| C9  | 前/後滾筒<br>Front / Rear Roller | C19 | 安全鑰匙<br>Safety Key  |
| C10 | 馬達皮帶 Motor Belt              | C20 | 氣壓棒 Shock           |

### 1.繪製電動跑步機概念關聯流程圖：

藉由與資深設計工程師及管理者訪談，將電動跑步機產品設計開發案之各零組件與模組清單列出。再予以解構分析各相關零組件與設計模組間的關聯性，並繪製各零組件與模組關聯性流程圖。如圖 6.11 所示，為電動跑步機概念關聯流程圖。

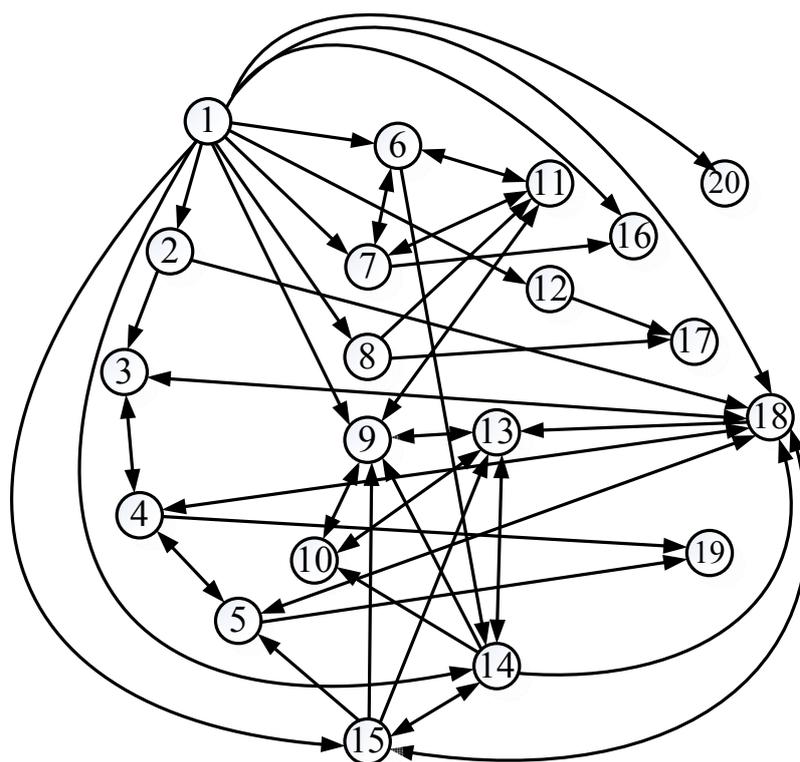


圖 6.11 電動跑步機概念關聯流程圖

### 2.建立電動跑步機關聯 DSM：

藉由資深設計工程師及管理者，將各零組件與模組之輸入與輸出關係，依概念關聯流程圖之關聯性，標上註記於二維矩陣中，以建立電動跑步機關聯 DSM。如圖 6.12 所示，為電動跑步機關聯 DSM 圖。

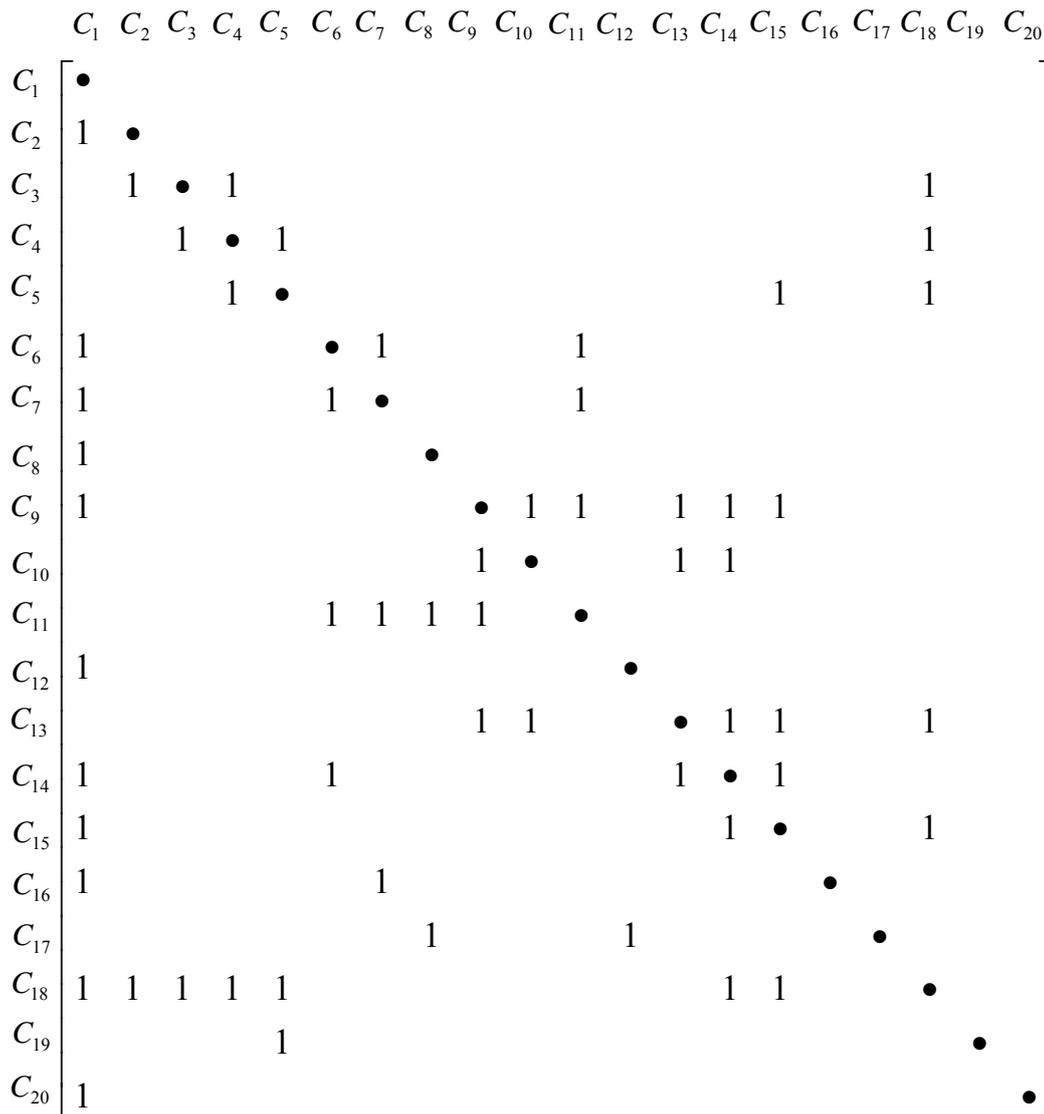


圖 6.12 電動跑步機概念關聯 DSM

### 3. 分割與重新排列 DSM：

在建構 DSM 過程上，為解決複雜難懂之 DSM 建構方式與流程，以協助設計師與管理者方便使用，並節省時間於獨立性、相依性與交互作用性，三種關聯屬性之分割與重新排列 DSM 之執行運算。本研究發展以 Visual Basic 程式語言之簡單操作界面，讓使用者藉由互動式操作界面方式，容易操作執行各零組件與模組的關聯性運算。再重新排列 DSM 並轉換輸出於 Excel 表中，以利分析關聯屬性與後續模組分群。而 Visual Basic 程式語言之簡單操作

界面，建構DSM方式與流程，如圖6.13所示，為本研究Visual Basic建構DSM架構流程圖。而在模組分群方式，為依據D+R/D-R值表與元素分佈圖，以繪製零組件層級關係流程圖，以獲得較佳數個模組分群。

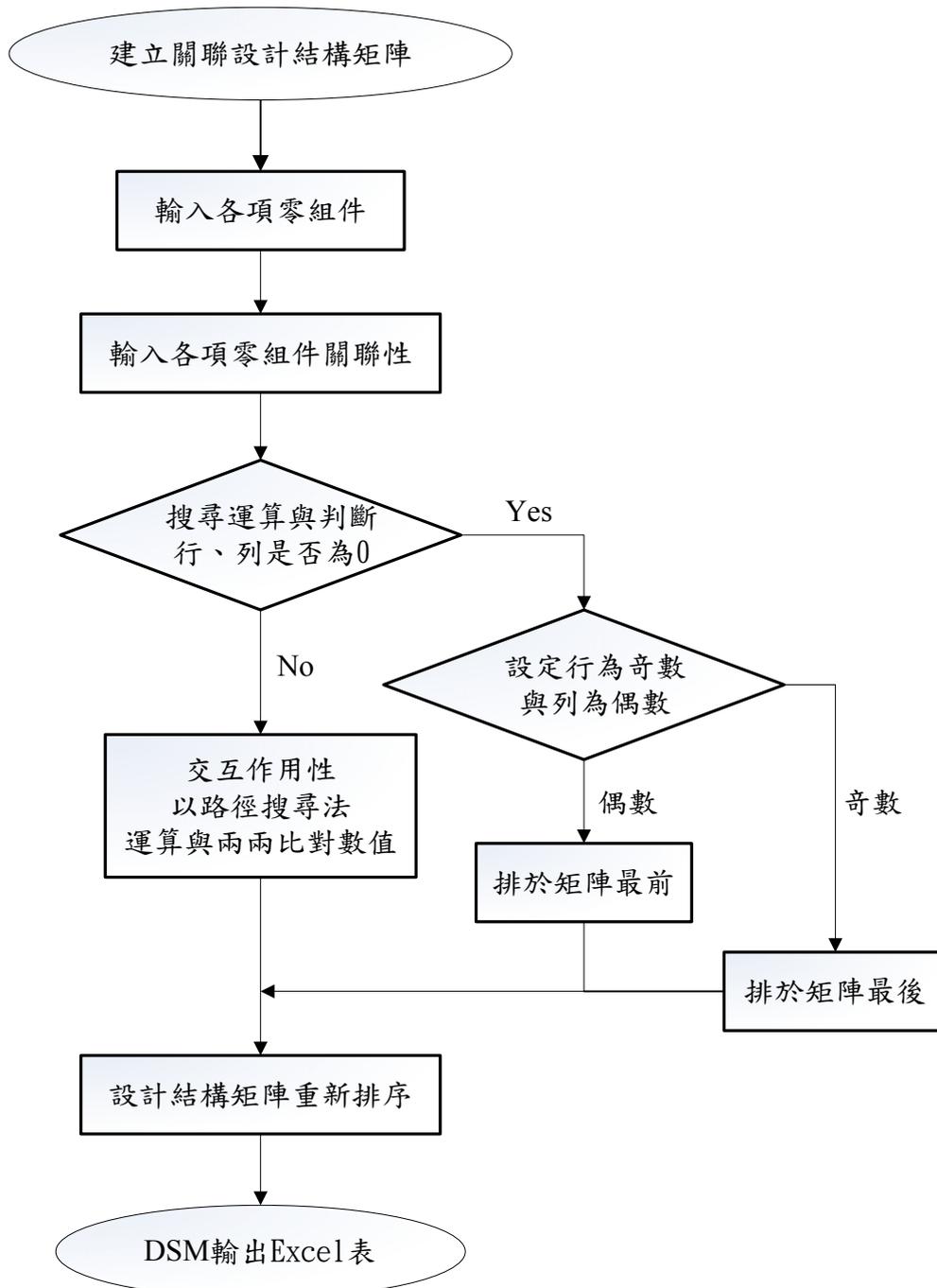


圖 6.13 Visual Basic 建構 DSM 架構流程圖

在系統操作流程圖中，包括六大項功能，為輸入各項工作任務、確認工作任務關聯性、列出初始設計結構矩陣圖、執行邏輯運算與排序、列出重新排序設計結構矩陣圖、結束。如圖 6.14 所示，為本研究 Visual Basic 建構 DSM 主畫面圖。



圖 6.14 本研究 Visual Basic 建構 DSM 主畫面

(1)輸入各項工作任務：

將電動跑步機關聯 DSM 予以建立後，確認整個電動跑步機設計開發案，共 20 項零組件清單。將電動跑步機之 20 項零組件，依序輸入各項零組件以建立初始 DSM。若項目不多且需直接顯示項目名稱，則可以各別輸入方式輸入；若項目多則以全部輸入方式輸入，可以節省輸入時間而各項目為以  $X_1 \sim X_n$  表示於行與列中，如圖 6.15 所示



圖 6.15 輸入電動跑步機之 20 項零組件

(2) 確認工作任務關聯性：

當電動跑步機之 20 項零組件予以輸入完成，即予以儲存並離開此畫面，回到系統主畫面圖中；點選確認工作任務關聯性，即可執行行與列之兩兩關聯性確認。而關聯性分為三種，資訊向下傳遞(為下三角矩陣內有標記者)、資訊向前回饋(在上三角矩陣矩陣內有標記者)與無關聯性(空白或 0 者)。依據電動跑步機關聯 DSM 中之標記，將行與列中  $X_1 \sim X_n$  各項零組件以點選方式，點選關聯性屬於資訊向下傳遞、資訊向前回饋或無關聯性。如  $X_5$  電子儀表板與  $X_{18}$  感應電線，其關聯性屬於資訊向前回饋，故點選資訊向前回饋。如圖 6.16 所示，確認各零組件關聯性。

(3) 列出初始 DSM：

各項零組件關聯性確認完成，即予以結束並離開此畫面，回到系統主畫面圖中；點選初始設計結構矩陣，程式會自動將所點選確認之關聯性，依序排列並顯示出初始 DSM。以讓設計工程師或管理者，核對確認是否有錯誤之處，如圖 6.17 所示。若有遺落

點選或點選錯誤，則可回到系統主畫面，再進入確認關聯性將其修改並更新，以利後續執行邏輯運算。

圖 6.16 確認電動跑步機各零組件關聯性

|     | x 1 | x 2 | x 3 | x 4 | x 5 | x 6 | x 7 | x 8 | x 9 | x 10 | x 11 | x 12 | x 13 | x 14 |
|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|------|------|------|------|
| x 1 | ●   |     |     |     |     |     |     |     |     |      |      |      |      |      |
| x 2 | 1   | ●   |     |     |     |     |     |     |     |      |      |      |      |      |
| x 3 |     | 1   | ●   | 1   |     |     |     |     |     |      |      |      |      |      |
| x 4 |     |     | 1   | ●   | 1   |     |     |     |     |      |      |      |      |      |
| x 5 |     |     |     | 1   | ●   |     |     |     |     |      |      |      |      |      |
| x 6 | 1   |     |     |     |     | ●   | 1   |     |     |      | 1    |      |      |      |
| x 7 | 1   |     |     |     |     | 1   | ●   |     |     |      | 1    |      |      |      |
| x 8 | 1   |     |     |     |     |     |     | ●   |     |      |      |      |      |      |

圖 6.17 排列電動跑步機初始 DSM

(4) 執行邏輯運算與排序：

由設計工程師或管理者核對確認，初始 DSM 之各項關聯性標記無誤，即予以結束並離開此畫面，回到系統主畫面圖中。點選執行邏輯運算與排序，則程式會自動將初始 DSM 之標記數目，利用分割法則與路徑搜尋原理，予以執行邏輯運算，如圖 6.18 所示。

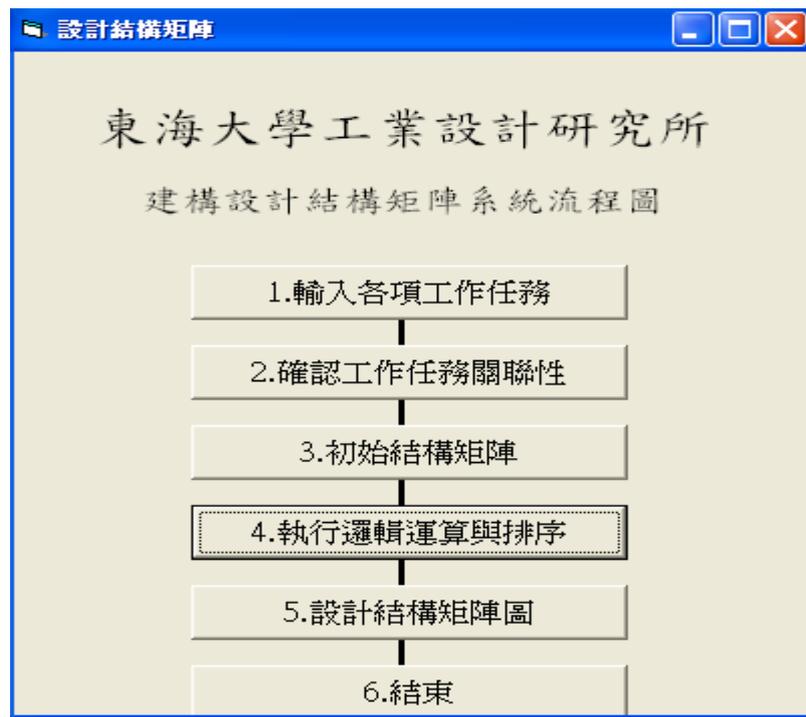


圖 6.18 電動跑步機執行邏輯運算與排序

(5) 重新排序 DSM：

經由電腦執行邏輯運算後，電腦會自動依獨立性、相依性與交互作用性之屬性分類，並重新排列並顯示出 DSM。如圖 6.19 所示，為電動跑步機之重新排序 DSM。

| Part | x 1 | x 2 | x 8 | x 12 | x 17 | x 20 | x 6 | x 7 | x 11 | x 3 | x 4 | x 5 | x 9 | x 10 |
|------|-----|-----|-----|------|------|------|-----|-----|------|-----|-----|-----|-----|------|
| x 1  | ●   |     |     |      |      |      |     |     |      |     |     |     |     |      |
| x 2  | 1   | ●   |     |      |      |      |     |     |      |     |     |     |     |      |
| x 8  | 1   |     | ●   |      |      |      |     |     |      |     |     |     |     |      |
| x 12 | 1   |     |     | ●    |      |      |     |     |      |     |     |     |     |      |
| x 17 |     |     | 1   | 1    | ●    |      |     |     |      |     |     |     |     |      |
| x 20 | 1   |     |     |      |      | ●    |     |     |      |     |     |     |     |      |
| x 6  | 1   |     |     |      |      |      | ●   | 1   | 1    |     |     |     |     |      |
| x 7  | 1   |     |     |      |      |      | 1   | ●   | 1    |     |     |     |     |      |
| x 11 |     |     | 1   |      |      |      | 1   | 1   | ●    |     |     |     | 1   |      |

Task | Part | 轉換至 Excel | 離開

圖 6.19 電動跑步機之重新排序 DSM

(6) 完成輸出於 Excel 表：

當執行重新排序 DSM 後，若整個專案很大則可將其輸出於 Excel 表中，以利設計工程師或管理者進一步核對確認，各零組件之獨立、相依性與交互作用性關聯性，以作為後續模組分群。如圖 6.20 所示，為電動跑步機 DSM 輸出 Excel 表。

|    | A    | B  | C  | D  | E   | F   | G   | H  | I  | J   | K  | L  | M  | N  | O   | P   | Q   | R   | S   | T   | U   | V |   |
|----|------|----|----|----|-----|-----|-----|----|----|-----|----|----|----|----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|---|---|
| 1  | Part | C1 | C2 | C8 | C12 | C17 | C20 | C6 | C7 | C11 | C3 | C4 | C5 | C9 | C10 | C13 | C14 | C15 | C18 | C16 | C19 |   |   |
| 2  | C1   | ●  |    |    |     |     |     |    |    |     |    |    |    |    |     |     |     |     |     |     |     |   |   |
| 3  | C2   | 1  | ●  |    |     |     |     |    |    |     |    |    |    |    |     |     |     |     |     |     |     |   |   |
| 4  | C8   | 1  |    | ●  |     |     |     |    |    |     |    |    |    |    |     |     |     |     |     |     |     |   |   |
| 5  | C12  | 1  |    |    | ●   |     |     |    |    |     |    |    |    |    |     |     |     |     |     |     |     |   |   |
| 6  | C17  |    |    | 1  | 1   | ●   |     |    |    |     |    |    |    |    |     |     |     |     |     |     |     |   |   |
| 7  | C20  | 1  |    |    |     |     | ●   |    |    |     |    |    |    |    |     |     |     |     |     |     |     |   |   |
| 8  | C6   | 1  |    |    |     |     |     | ●  | 1  | 1   |    |    |    |    |     |     |     |     |     |     |     |   |   |
| 9  | C7   | 1  |    |    |     |     |     | 1  | ●  | 1   |    |    |    |    |     |     |     |     |     |     |     |   |   |
| 10 | C11  |    |    | 1  |     |     |     | 1  | 1  | ●   |    |    |    | 1  |     |     |     |     |     |     |     |   |   |
| 11 | C3   |    | 1  |    |     |     |     |    |    |     | ●  | 1  |    |    |     |     |     |     |     |     |     | 1 |   |
| 12 | C4   |    |    |    |     |     |     |    |    |     | 1  | ●  | 1  |    |     |     |     |     |     |     |     | 1 |   |
| 13 | C5   |    |    |    |     |     |     |    |    |     |    | 1  | ●  |    |     |     |     |     |     |     |     | 1 | 1 |
| 14 | C9   | 1  |    |    |     |     |     |    |    | 1   |    |    |    | ●  | 1   | 1   | 1   |     |     |     | 1   |   |   |
| 15 | C10  |    |    |    |     |     |     |    |    |     |    |    |    | 1  | ●   | 1   | 1   |     |     |     |     |   |   |
| 16 | C13  |    |    |    |     |     |     |    |    |     |    |    |    | 1  | 1   | ●   | 1   |     |     |     | 1   | 1 |   |
| 17 | C14  | 1  |    |    |     |     |     | 1  |    |     |    |    |    |    |     | 1   | ●   | 1   |     |     |     |   |   |
| 18 | C15  | 1  |    |    |     |     |     |    |    |     |    |    |    |    |     |     | 1   | ●   | 1   |     |     |   |   |
| 19 | C18  | 1  | 1  |    |     |     |     |    |    |     | 1  | 1  | 1  |    |     |     | 1   | 1   | ●   |     |     |   |   |
| 20 | C16  | 1  |    |    |     |     |     |    | 1  |     |    |    |    |    |     |     |     |     |     | ●   |     |   |   |
| 21 | C19  |    |    |    |     |     |     |    |    |     |    |    | 1  |    |     |     |     |     |     |     | ●   |   |   |

圖 6.20 電動跑步機 DSM 輸出 Excel 表

#### 4. 電動跑步機之 DSM 模組分群：

利用  $D+R/D-R$  值表，將關聯矩陣轉換為數值，並繪製成二維元素分佈圖表示。如  $D+R$  值越大，表示該元素交互作用性關係越大，故該元素較不建議 Redesign 或設計變更，會牽涉其他元素較大且複雜；反之則越小，屬獨立性。若  $D-R$  值越大，表示該元素統治性越大，為支配其他元素，故在 Redesign 或設計變更時較易；反之則越小，屬受支配性。如表 6.4 所示，為電動跑步機之  $D+R/D-R$  值表；如圖 6.21 所示，為電動跑步機之元素分佈圖。

表 6.4 電動跑步機之 D+R/D-R 值表

|     | C1 | C2 | C3 | C4 | C5 | C6 | C7 | C8 | C9 | C10 | C11 | C12 | C13 | C14 | C15 | C16 | C17 | C18 | C19 | C20 | D  | D+R | D-R |
|-----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|----|-----|-----|
| C1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1   | 1   | 1   | 1   | 1   | 1   | 1   | 1   | 1   | 1   | 1   | 20 | 21  | 19  |
| C2  | 0  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 0  | 1  | 1   | 1   | 0   | 1   | 1   | 1   | 1   | 0   | 1   | 1   | 0   | 15 | 17  | 13  |
| C3  | 0  | 0  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 0  | 1  | 1   | 1   | 0   | 1   | 1   | 1   | 1   | 0   | 1   | 1   | 0   | 14 | 29  | -1  |
| C4  | 0  | 0  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 0  | 1  | 1   | 1   | 0   | 1   | 1   | 1   | 1   | 0   | 1   | 1   | 0   | 14 | 29  | -1  |
| C5  | 0  | 0  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 0  | 1  | 1   | 1   | 0   | 1   | 1   | 1   | 1   | 0   | 1   | 1   | 0   | 14 | 29  | -1  |
| C6  | 0  | 0  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 0  | 1  | 1   | 1   | 0   | 1   | 1   | 1   | 1   | 0   | 1   | 1   | 0   | 14 | 29  | -1  |
| C7  | 0  | 0  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 0  | 1  | 1   | 1   | 0   | 1   | 1   | 1   | 1   | 0   | 1   | 1   | 0   | 14 | 29  | -1  |
| C8  | 0  | 0  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1   | 1   | 0   | 1   | 1   | 1   | 1   | 1   | 1   | 1   | 0   | 16 | 18  | 14  |
| C9  | 0  | 0  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 0  | 1  | 1   | 1   | 0   | 1   | 1   | 1   | 1   | 0   | 1   | 1   | 0   | 14 | 29  | -1  |
| C10 | 0  | 0  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 0  | 1  | 1   | 1   | 0   | 1   | 1   | 1   | 1   | 0   | 1   | 1   | 0   | 14 | 29  | -1  |
| C11 | 0  | 0  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 0  | 1  | 1   | 1   | 0   | 1   | 1   | 1   | 1   | 0   | 1   | 1   | 0   | 14 | 29  | -1  |
| C12 | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0   | 0   | 1   | 0   | 0   | 0   | 0   | 1   | 0   | 0   | 0   | 2  | 4   | 0   |
| C13 | 0  | 0  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 0  | 1  | 1   | 1   | 0   | 1   | 1   | 1   | 1   | 0   | 1   | 1   | 0   | 14 | 29  | -1  |
| C14 | 0  | 0  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 0  | 1  | 1   | 1   | 0   | 1   | 1   | 1   | 1   | 0   | 1   | 1   | 0   | 14 | 29  | -1  |
| C15 | 0  | 0  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 0  | 1  | 1   | 1   | 0   | 1   | 1   | 1   | 1   | 0   | 1   | 1   | 0   | 14 | 29  | -1  |
| C16 | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 1   | 0   | 0   | 0   | 0   | 1  | 17  | -15 |
| C17 | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 1   | 0   | 0   | 0   | 1  | 5   | -3  |
| C18 | 0  | 0  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 0  | 1  | 1   | 1   | 0   | 1   | 1   | 1   | 1   | 0   | 1   | 1   | 0   | 14 | 29  | -1  |
| C19 | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 1   | 0   | 1  | 17  | -15 |
| C20 | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 1   | 1  | 3   | -1  |
| R   | 1  | 2  | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | 2  | 15 | 15  | 15  | 2   | 15  | 15  | 15  | 16  | 4   | 15  | 16  | 2   |    |     |     |

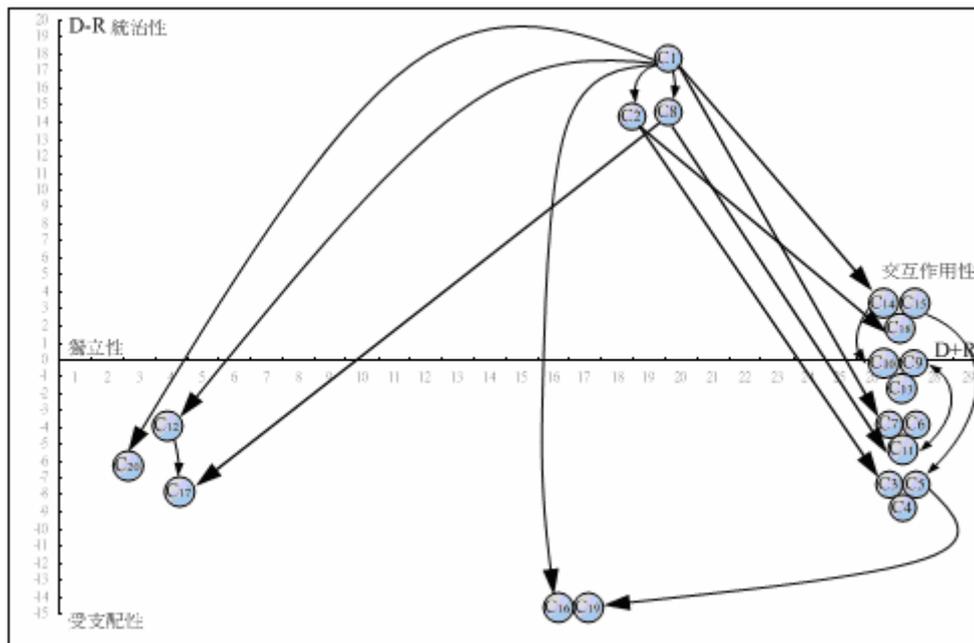


圖 6.21 電動跑步機之元素分佈圖

藉由  $D+R/D-R$  值表與元素分佈圖，運用圖解方式表示各組群之層級關係流程圖。以使瞭解各零組件之關聯性，可清楚辨識與分析其分佈情況，予以分成數個群組，而獲得較佳模組分群。如圖 6.22 所示，為電動跑步機層級關係流程圖。故電動跑步機模組分群，可以獲得七個較佳模組分群，如下依序以集合方式表示：

(1) 第一群模組： $M_1 = \{C_1, C_2, C_8\}$ ，由主體支架 Base Frame、把手桿 Handlebar Support、前/後端蓋 Front / Rear Endcap 元件組成。

(2) 第二群模組： $M_2 = \{C_{14}, C_{15}, C_{18}\}$ ，由馬達 Motor、控制器 Control Board、感應電線 Sensor Wire 元件組成。

(3) 第三群模組： $M_3 = \{C_9, C_{10}, C_{13}\}$ ，由前/後滾筒 Front / Rear Roller、馬達皮帶 Motor Belt、飛輪 Flywheel 元件組成。

(4) 第四群模組： $M_4 = \{C_6, C_7, C_{11}\}$ ，由馬達護蓋 Motor Cover、腹部/後護蓋 Belly/ Rear Cover、跑步帶 Running Belt 元件組成。

(5) 第五群模組： $M_5 = \{C_3, C_4, C_5\}$ ，由把手 Handlebar、面板座 Console、電子儀表板 Computer Panel 元件組成。

(6) 第六群模組： $M_6 = \{C_{12}, C_{17}, C_{20}\}$ ，由跑步板 Deck、側邊護條 Side Trip、氣壓棒 Shock 元件組成。

(7) 第七群模組： $M_7 = \{C_{16}, C_{19}\}$ ，由後支撐桿 Rear Leg、安全鑰匙 Safety Key 元件組成。

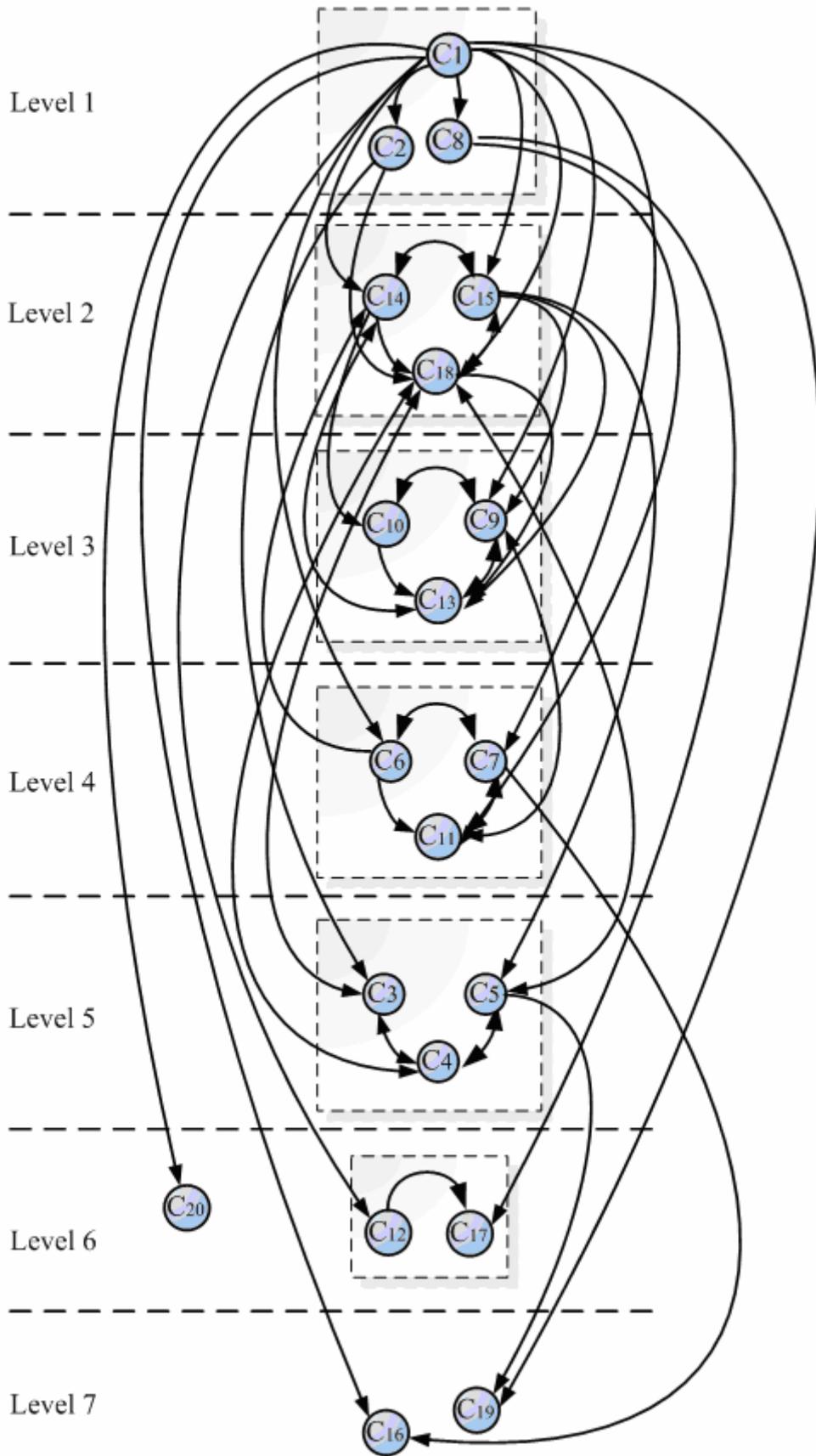


圖 6.22 電動跑步機之層級關係流程圖

## 6-6 電動跑步機之具體設計

經由建構 DSM 與重新排列，再予以繪製層級關係流程圖，以獲得完整零組件排列順序與數個較佳模組分群。藉以提供設計師與決策者作為產品設計之模組分析，並作為後續模組化設計基礎，以使整個產品組裝順序與設計流程規劃能明確。

在電動跑步機具體設計與製作上，藉由模組化設計方法，先定義出產品所有組裝模組與模組組裝順序。而在模組化之設計多樣化，為運用 CAD 軟體 SolidWorks，進行 3D 建模與各零組件及模組之細部設計；並由模組替換方式，創造新產品之多樣性。而模組化具體設計，以創造產品多樣化之設計流程，如圖 6.23 所示，為電動跑步機模組化具體設計流程圖。

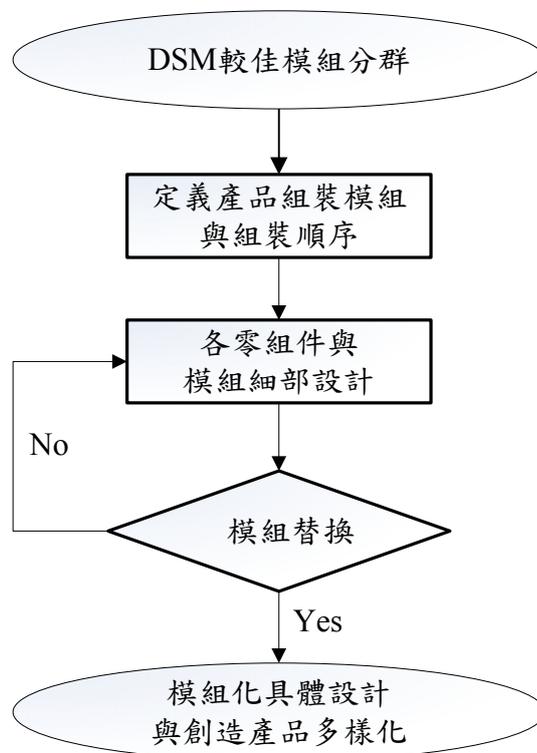


圖 6.23 電動跑步機模組化具體設計流程圖

### 1. 定義電動跑步機組裝模組與模組組裝順序：

藉由建構 DSM 與繪製層級架構圖，以獲得電動跑步機之較佳模組分群，將 20 項零組件定義出合適之七組設計模組。第一群  $M_1$  為主架構模組  $\{C_1、C_2、C_8\}$ ，由主體支架、把手桿、前/後端蓋元件組成。第二群  $M_2$  為主動力模組  $\{C_{14}、C_{15}、C_{18}\}$ ，由馬達、控制器、感應電線元件組成。第三群  $M_3$  為從動模組  $\{C_9、C_{10}、C_{13}\}$ ，由前/後滾筒、馬達皮帶、飛輪元件組成。第四群  $M_4$  為保護蓋模組  $\{C_6、C_7、C_{11}\}$ ，由馬達護蓋、腹部/後護蓋、跑步帶元件組成。第五群  $M_5$  為操作介面模組  $\{C_3、C_4、C_5\}$ ，由把手、面板座、電子儀表板元件組成。第六群  $M_6$  為緩衝支撐模組  $\{C_{12}、C_{17}、C_{20}\}$ ，由跑步板、側邊護條、氣壓棒元件組成。第七群  $M_7$  為調整與安全裝置模組  $\{C_{16}、C_{19}\}$ ，由後支撐桿、安全鑰匙元件組成。如表 6.5 所示，為電動跑步機之定義各組裝模組。

表 6.5 電動跑步機之定義各組裝模組

| 項目 | 模組名稱      | 組成元件             | 模組功能                           |
|----|-----------|------------------|--------------------------------|
| M1 | 主架構模組     | 主體支架、把手桿、前/後端蓋。  | 為產品主要架構，支撐主體重量與扶持各組件。          |
| M2 | 主動力模組     | 馬達、控制器、感應電線。     | 為主要提供跑步動力來源，並將輸入輸出訊號轉換以控制馬達轉速。 |
| M3 | 從動模組      | 前/後滾筒、馬達皮帶、飛輪。   | 將馬達動力轉換傳送到跑步帶，使跑步帶旋轉。          |
| M4 | 保護蓋模組     | 馬達護蓋、腹部/後護蓋、跑步帶。 | 以護蓋將轉動組件與危險部位遮蓋，以免危險。          |
| M5 | 操作介面模組    | 把手、面板座、電子儀表板。    | 使用者可由電子儀表之選項，調整跑步速度、與選取其他功能。   |
| M6 | 緩衝支撐模組    | 跑步板、側邊護條、氣壓棒。    | 為跑步支撐使用者重量與折疊緩衝主架重量。           |
| M7 | 調整與安全裝置模組 | 後支撐桿、安全鑰匙。       | 為調整跑步仰角與緊急危險斷電安全裝置。            |

在電動跑步機之模組組裝規劃，為將 20 項零組件經由重新排序 DSM，依獨立性、相依性與交互作用性模組劃分；並繪製零組件層級關係流程圖，以定義出合適之七個較佳設計模組，再予以規劃整個電動跑步機之模組組裝順序。而在設計模組中，屬於交互作用性之設計模組，因關聯性較為複雜，故將其零組件先予以設計組裝成單一模組，再與其他零組件或模組組裝成產品。而在電動跑步機屬於交互作用性之模組，共有四個群組；如第二群  $M_2$  模組為馬達、控制器、感應電線，予以設計組成主動力模組；第三群  $M_3$  模組為前/後滾筒、馬達皮帶、飛輪，予以設計組成從動模組；第四群  $M_4$  模組為馬達護蓋、腹部/後護蓋、跑步帶，予以設計組成保護蓋模組；第五群  $M_5$  為把手、面板座、電子儀表板，予以設計組成操作介面模組。接續再將屬於相依性模組之二個群組，予以設計組裝成單一模組。如第一群  $M_1$  模組為主體支架、把手桿、前/後端蓋，予以設計組成主架構模組；第六群  $M_6$  模組為跑步板、側邊護條、氣壓棒予以設計組成緩衝支撐模組。而屬於獨立性模組之第七群  $M_7$  調整與安全裝置模組，為支撐桿與安全鑰匙，最後再予以組裝以成完整電動跑步機產品。

在整個電動跑步機之模組組裝順序，經由事先將屬於交互作用性與獨立性模組之模組，先予組成單一模組。接續模組組裝順序，依序為第一群  $M_1$  主架構模組→第六群  $M_6$  緩衝支撐模組→第二群  $M_2$  主動力模組→第三群  $M_3$  從動模組→第四群  $M_4$  保護蓋模組→第五群  $M_5$  操作介面模組→第七群  $M_7$  調整與安全裝置模組。如圖 6.24 所示，為電動跑步機之模組組裝順序。

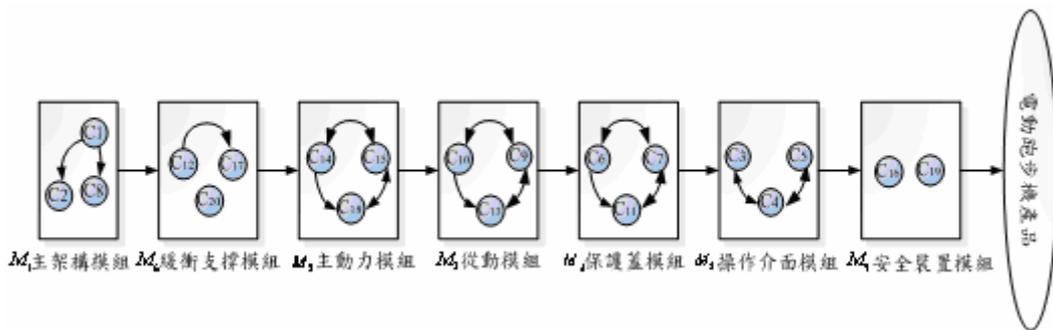


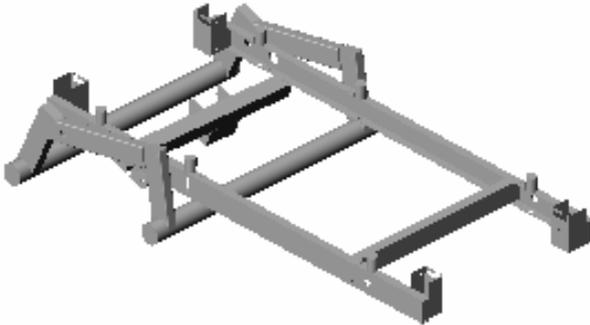
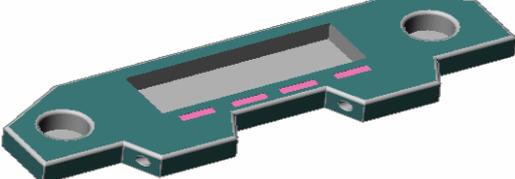
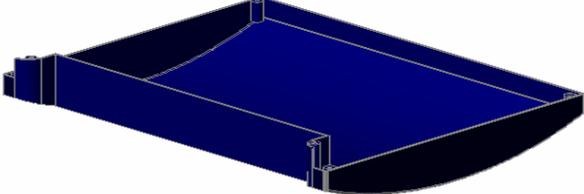
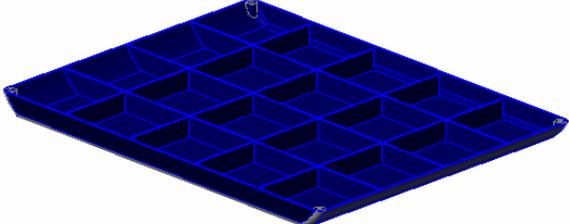
圖 6.24 電動跑步機模組組裝順序

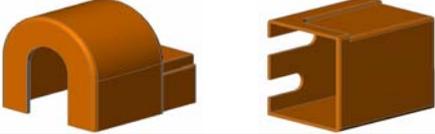
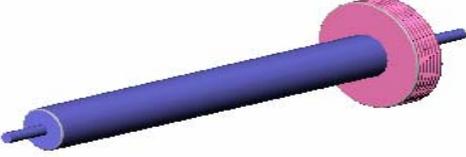
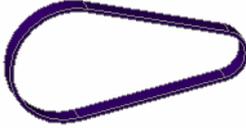
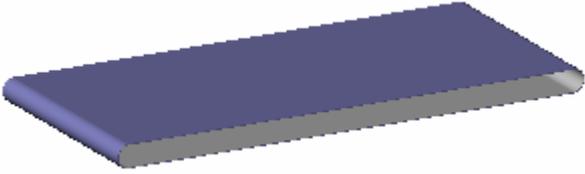
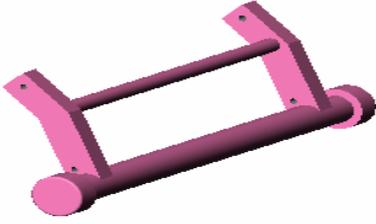
所以模組組裝規劃為產品建構之重要工作，藉由完善的組裝順序規劃，可減少製造時間與成本，並使製造與裝配性可靠度增加。而且各個模組分群，可事先分別設計與組裝成單一模組，故如需設變或更換零組件規格時，只需小幅更動單一模組，而不影響整個產品或系統之組裝關係與功能性等優點。

## 2. 各零組件與模組細部設計：

經由產品之模組組裝順序規劃完成，即可進行各零組件與模組之細部設計；此階段設計工作任務，可由數位設計工程師依模組分群，予以細分工作任務。再由不同設計工程師，同步進行產品之各零組件或模組設計，可有效縮短產品之設計開發時間。

在電動跑步機之概念設計階段，已將創新方法與欲改善部分予以初步設計，將電動跑步機之 20 個主要零組件，予以進行細部設計。因電動跑步機之跑步帶、電子儀表板、馬達與控制器等零組件，為一般市面皆可取得之標準零件，其規格為標準化且大量製造生產，故不需另外設計，只需考慮其空間座標位置與配合零組件之關聯性。如圖 6.25 所示，為電動跑步機各零組件細部設計完成圖。如圖 6.26 所示，電動跑步機各模組細部設計完成圖。

| 項目<br>編號       | 零件名稱     | 細部設計圖  |
|----------------|----------|--|
| C <sub>1</sub> | 主體支架     |    |
| C <sub>2</sub> | 把手桿      |    |
| C <sub>3</sub> | 把手       |   |
| C <sub>4</sub> | 面板座      |  |
| C <sub>5</sub> | 電子儀表板    |  |
| C <sub>6</sub> | 馬達護蓋     |  |
| C <sub>7</sub> | 腹部 / 後護蓋 |  |

|                 |       |  |
|-----------------|-------|--|
| C <sub>8</sub>  | 前/後端蓋 |    |
| C <sub>9</sub>  | 前/後滾筒 |    |
| C <sub>10</sub> | 馬達皮帶  |    |
| C <sub>11</sub> | 跑步帶   |    |
| C <sub>12</sub> | 跑步板   |   |
| C <sub>13</sub> | 飛輪    |  |
| C <sub>14</sub> | 馬達    |  |
| C <sub>15</sub> | 控制器   |  |
| C <sub>16</sub> | 後支撐桿  |  |

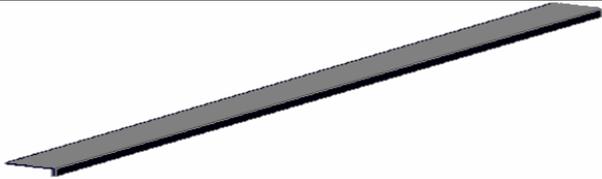
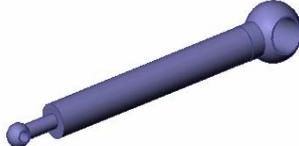
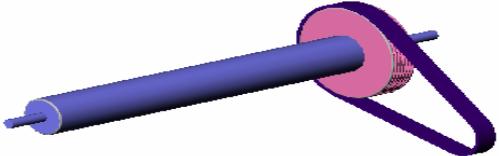
|     |      |  |
|-----|------|--|
| C17 | 側邊護條 |  |
| C18 | 感應電線 |  |
| C19 | 安全鑰匙 |  |
| C20 | 氣壓棒  |  |

圖 6.25 電動跑步機各零組件細部設計

| 項目<br>編號 | 模組名稱  | 細部設計圖  |
|----------|-------|--|
| M1       | 主架構模組 |  |
| M2       | 主動力模組 |  |
| M3       | 從動模組  |  |

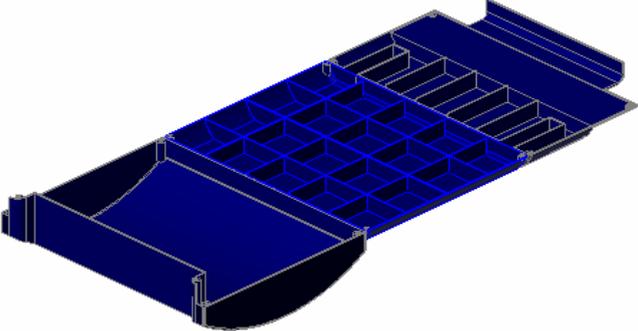
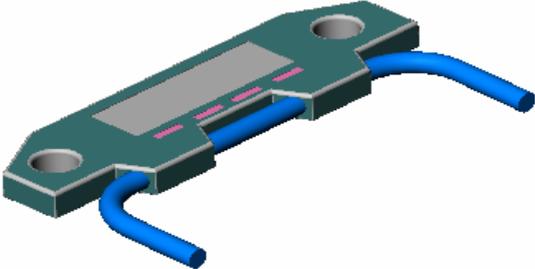
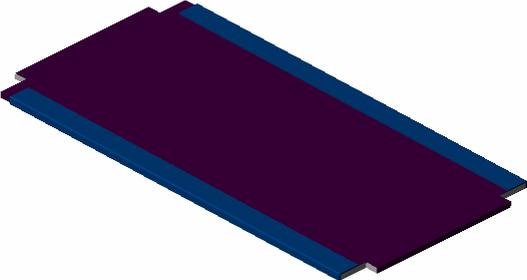
|    |                   |  |
|----|-------------------|--|
| M4 | 保護蓋模組             |    |
| M5 | 操作介面<br>模組        |    |
| M6 | 緩衝支撐<br>模組        |   |
| M7 | 調整與<br>安全裝置<br>模組 |  |

圖 6.26 電動跑步機各模組細部設計

經由各零組件與模組設計完成，並依其整個組裝模組順，予以組裝完成電動跑步機之產品，如圖 6.27 所示，為本研究之電動跑步機成品圖；如圖 6.28 所示，為電動跑步機之成品折疊收納圖。

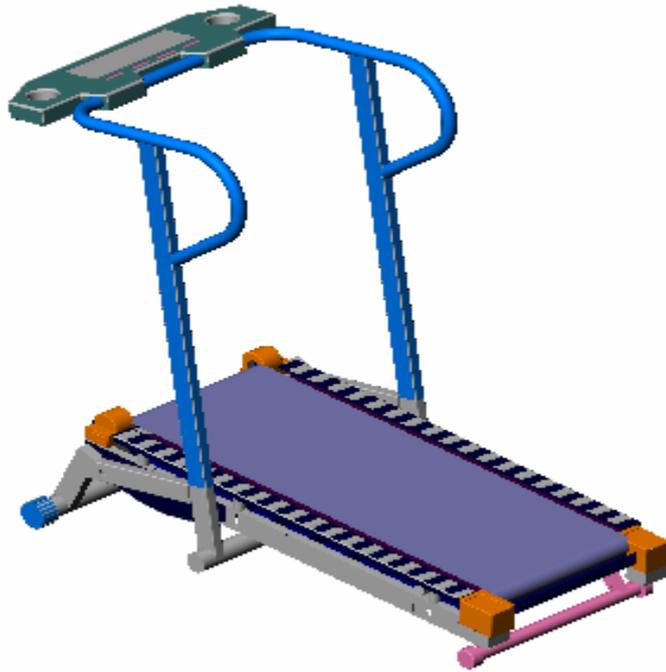


圖 6.27 本研究之電動跑步機成品圖



圖 6.28 電動跑步機之成品折疊收納圖

### 3. 模組替換創造多樣化：

依據  $D+R/D-R$  值表與元素分佈圖所示，於第一群主架構模組模組  $M_1$  之  $C_2$  把手桿元件，其  $D-R$  值最大、統治性高與  $D+R$  值較小、獨立性高；故以  $C_2$  把手桿元件作為 Redesign 或設計變更，

以生成產品多樣化設計。另設計模組則以  $M_5$  操作介面模組，增加設計一新模組。運用 CAD 軟體 SolidWorks 進行模組替換，藉由模組替換方式創造產品多樣性。本研究設計出幾個不同型式之設計圖，進行模組替換，如圖 6.29 所示，為電動跑步機之模組替換設計。由工程設計師設計出幾組不同型式之把手桿，即可進行模組替換，而在 CAD 軟體即有零組件替換功能，可節省 Redesign 或設計變更之時間。經由模組替換設計，而產生數個新產品樣式。如圖 6.30~6.31 所示，為電動跑步機替換方式。如圖 6.32 所示，為電動跑步機模組之新產品樣式。

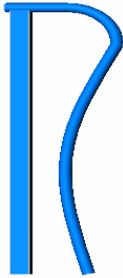
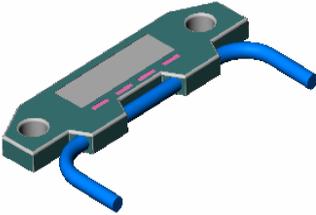
| 項目         | 模組替換選項  |  |
|------------|---|--|
| 把手桿        |   |  |
|            | 型式一   | 型式二  |
| 操作介面<br>模組 |  |  |
|            | 型式一   | 型式二  |

圖 6.29 電動跑步機之模組替換設計

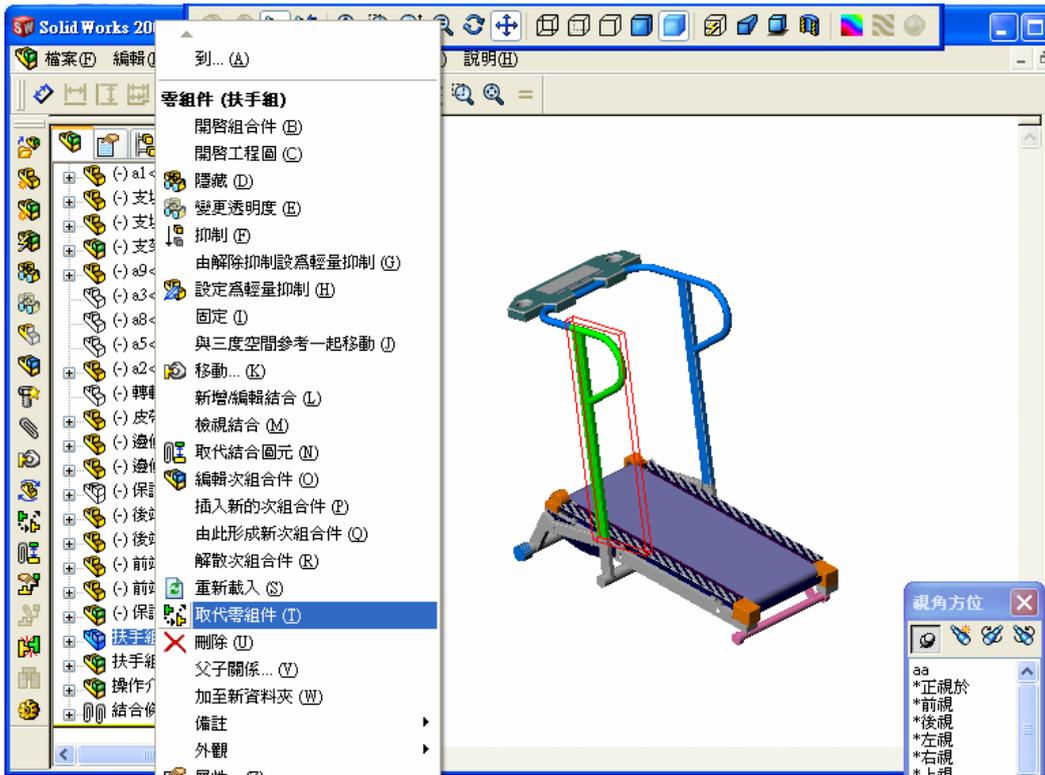


圖 6.30 電動跑步機之把手桿模組替換

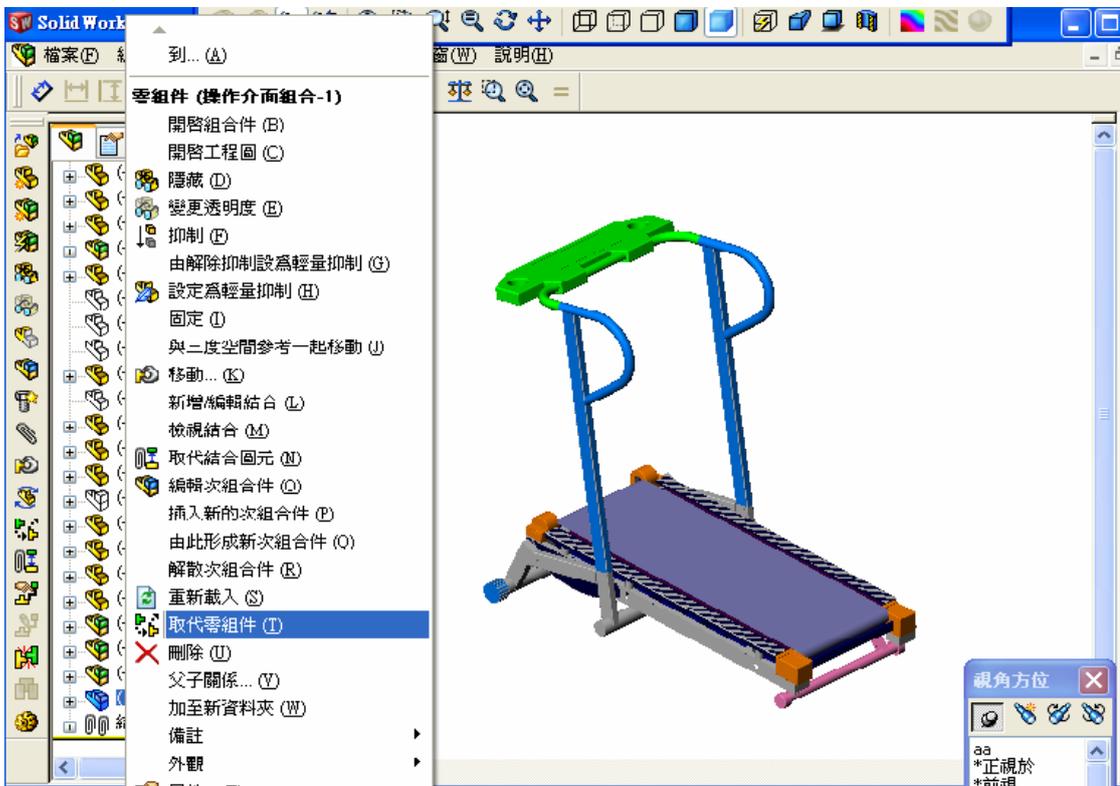


圖 6.31 電動跑步機之操作介面模組替換

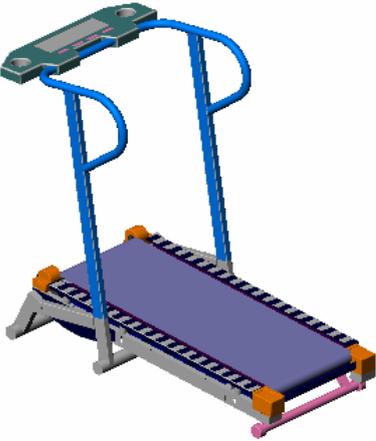
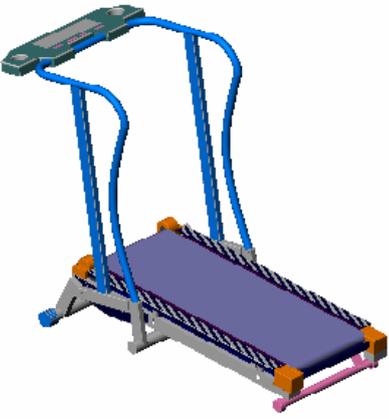
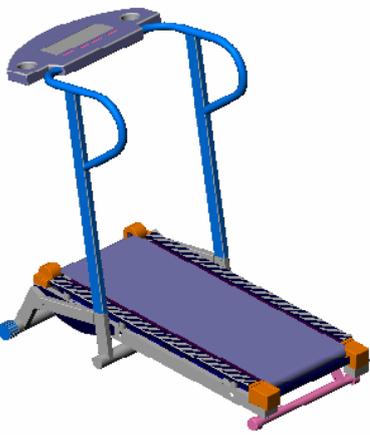
| 項目     | 模組替換選項   |   |
|--------|--|---|
| 把手桿    |   |   |
|        | 樣式一  | 樣式二   |
| 操作介面模組 |  |  |
|        | 樣式三  | 樣式四   |

圖 6.32 電動跑步機模組之新產品樣式

經由模組替換過程中，設計工程師可節省重覆設計與繪製設計圖的時間，並且藉有模組替換可以產生更多組之產品新樣式，以供客戶挑選較合適之產品樣式，使產品得以分類成一系列之產品形式，以達成模組化具體設計並創造產品之多樣性，即為模組化設計之優點。

## 第七章 結論與建議

創新為企業永續生存的唯一方法，以自行車與健身器材產業而言，要能不斷創新流行款式、產品功能、材料應用、加工技術等，才能開發出具有重量輕盈、安全耐用、零件修護簡單、成本低廉，並能迎合市場需求之產品。以往傳統自行車與健身器材於產品設計開發過程，大都依賴資深設計師與管理者的構想與經驗，以決定產品發展方向。因會受限其所學之專業領域與經驗背景影響，致使產品無法創新突破。有鑑於此原因，本研究提出運用 TRIZ 創新法則，以協助設計師於概念設計階段，能有效找出合適解決方法。再藉由建構 DSM 與繪製層級架構圖，以表現各零組件與設計模組間的關聯性，獲得完整零組件排列順序與數個較佳組裝模組分群，以協助設計師與管理者能明確規劃，產品組裝順序與設計流程。進而以模組化設計方法，先定義產品組裝模組與模組組裝順序，同時考量產品設計、製造與裝配等問題，再由模組替換方式，創造新產品之多樣性，使企業具競爭優勢與永續發展。

### 7-1 結論

本研究經由自行車之花鼓模組與電動跑步機為例，說明在產品創新設計開發過程中，概念設計發展與整個設計專案規劃能明確，並以模組化之具體設計縮短設計開發時間，將是影響產品開發進度之關鍵。藉由研究獲得具體結果，以提供設計師與管理者一套有效之設計開發流程，作為新產品設計開發參考。本研究中所獲得的具體成果如下：

1.以 TRIZ 創新法則結合專利迴避設計，協助設計師有效找出合適解決方法，於產品開發之概念設計。

在新產品開發之概念設計階段，運用 TRIZ 創新法則結合專利迴避設計，協助設計師能有效找出合適解決方法，並避免不慎涉入他人的專利權利範圍。所以藉由 TRIZ 創新法則與結合專利迴避設計，具有下列四項優點：

(1) 免除設計師自身專業與經驗問題，以使能快速找到創意概念。

(2) 節省找尋解決方法的時間，並避免矛盾問題產生。

(3) 對新的設計師或產品不熟悉時，可由相關專利文獻瞭解新技術與關鍵專利範圍，以找到簡單又有效之解決方法。

(4) 避免設計師在研發產品過程，不慎涉入他人的專利權利範圍。

2.整合 DSM 與 ISM 方法，以建構 DSM 表現各零組件的關聯性，並由 ISM 圖形理論模式獲得較佳模組分群，以使整個設計規劃能明確。

在新產品開發初期之設計規劃階段，藉由整合 DSM 與 ISM 方法，協助設計師與管理者於產品設計流程規劃。以 DSM 建構出設計規劃，以表現各零組件與設計模組間的關聯性及簡化組裝工作順序，使整個設計任務的規劃能明確。進而以 ISM 之 D+R/D-R 值表與元素分佈圖，繪製層級關係流程圖，運用圖解方式表示各組群之層級關係流程圖，以獲得較佳模組分群。藉由整合 DSM 與 ISM 方法，具有下列五項優點：

(1) 改善傳統之排程工具，以甘特圖、直條圖、流程圖、組織

圖或訊息流程圖等，只能表示時間與工作順序。

(2) 藉由 DSM 分割與重新排列，表現各零組件與設計模組間的關聯性，可有效解決大型且複雜的設計開發案，於作業流程與組裝順序規劃。

(3) 可藉由電腦執行邏輯運算與重新排序，以節省時間。

(4) 利用  $D+R/D-R$  值表，將關聯矩陣轉換為數值與繪製成二維元素分佈圖，作為 Redesign 或設計變更依據。

(5) 運用圖解方式表示各組群之層級關係流程圖，可獲得產品設計之較佳模組分群。

在 DSM 建構方法，本研究以 Visual Basic 程式語言之簡單操作界面，具下列四項優點：

(1) 藉由電腦執行邏輯運算與重新排列 DSM，以減化分割法則與路徑搜尋法之繁複作業。

(2) 能快速有效建構 DSM 以節省時間，且可避免因人為因素所產生之錯誤。

(3) 對大型複雜之設計專案，能快速執行建構並輸出於 Excel 表。

(4) 對於 DSM 建構方式不甚瞭解者，亦能操作使用。

3. 在 DSM 與 ISM 之理論基礎與建構方式深入研究，發現其表現方式很相似，並整理與歸納分析比較其差異性與優缺點，以提供後續研究。

4. 運用模組化設計以建構產品多樣化，縮短產品開發時程，

使企業保持競爭優勢與創新產品開發目的。

新產品開發之具體設計階段，藉由模組化設計方法，以標準化與規格化設計使用共同零組件為基礎，同時考量產品設計、製造與裝配等問題。可避免在傳統產品組裝規劃模式，大都以設計工程師自身的經驗及產品設計工程圖所描述方式，為產品組裝規劃依據。而易造成因組合零組件變異時，其組裝規劃變更不易與耗費時間。在模組化具體設計上，先定義出產品組裝模組與模組組裝順序，進而在設計多樣化方法，為運用 CAD 軟體 SolidWorks 進行 3D 建模與各別零件及模組設計，並由模組替換方式，創造新產品之多樣性。藉由模組化具體設計，具有下列五項優點：

- (1) 運用共同零組件，以節省開發成本。
- (2) 以標準化與規格化設計為基礎，降低製造成本與重工率。
- (3) 當組合零組件需設變或更換時，只需修改該設計模組，而不會影響整個產品或系統之功能性。
- (4) 藉由模組替換，可節省 Redesign 與重覆繪圖時間與製作成本。
- (5) 增加產品設計靈活度，以創造產品多樣性與競爭優勢。

5. 本研究整合 TRIZ、DSM 與 ISM 方法，使其成為一套有系統之新產品設計開發模式，不僅適用於自行車與電動跑步機之設計開發，並適合於不同產業使用於新產品設計開發。

## 7-2 後續研究

由於時間短促，研究上雖已將新產品設計開發之各階段工作任務，藉由自行車之花鼓模組與電動跑步機案例具體詳細說明，

但仍有幾項問題，建議尚需深入研究部分。

1.在 TRIZ 矛盾矩陣表建構，若能結合模糊理論以分析決策，欲改善與欲避惡工程問題，將可解決由設計師自行決策之不客觀因素。

2.在建構 DSM 之初始關聯矩陣，如何以更明確方式將關聯性輸入標記於矩陣中，將可解決由設計師與管理者自行決策之不客觀因素。

在 DSM 與 ISM 之建構方式，雖已清楚驗證說明，並完成以 Visual Basic 程式語言之簡單操作界面，以協助設計師與管理者，解決複雜設計開發案之產品設計流程規劃。但在建立 DSM 與 ISM 之初始關聯矩陣上，仍需仰賴經驗豐富之設計工程師與管理者，予以確認整個設計開發案之工作任務與零組件關聯性並列出清單；再確認兩兩之關聯性，並依其關聯性輸入標記於矩陣中。而建立初始關聯矩陣是相當重要之工作，因輸入矩陣之標記會影響，整個矩陣運算結果。故如何避免因人為之不客觀或標記錯誤因素，而造成矩陣運算結果錯誤是值得深入再研究。

3.在 DSM 與 ISM 之表現方式很相似，起源是否同出一脈，可深入研究以釐清演變過程。

雖經由國內外相關文獻研究整理與歸納發現，二者可能同出於離散數學和圖形理論，但尚未有研究證實二者是否同出一脈。故建議後續深入研究，往回追溯二者基於何種原由與時空背景，而發展成不同建構方式。

4.在後續同步工程與協同設計上，能結合 IDEF 方法或斐氏網系統(Petri Nets)法，可將製造流程予以納入分析規劃。

在模組化具體設計雖已達成藉由模組替換過程，工程設計師可節省重覆設計與繪製設計圖的時間；並可產生更多組之產品新樣式，以供客戶挑選較合適之產品樣式，使產品得以分類成一系列之產品形式，創造產品之多樣性。而於後續如何將模組化設計，實際運用於製造生產線之大量生產，以使模組化設計與同步工程結合，確切由新產品之概念設計到具體設計串聯成一套系統，以達成同步工程與實現整個設計鍊（Design Chain Management）。

## 參考文獻

中文部份：

1. 甘坤賢，（2000）台灣工具機優勢商品模組化應用之探討—產品模組化與組織模組化，東海大學工業工程研究所，碩士論文。
2. 李家豪，（2004）以結構整合觀點探討組織設計模式—以 I.S.M 為分析工具，中原大學企業管理研究所，碩士論文。
3. 林秀美，（2003）運用 TRIZ 原理探討專利開發實例，中原大學機械工程研究所，碩士論文。
4. 張祥唐，（2004）整合 TRIZ 與可拓方式之綠色創新設計研究，國立成功大學機械工程學系，博士論文。
5. 莊國祥、劉尚志，（1997）“專利侵害鑑定與技術創新概念之探討”，台大法學論叢 26 卷 3 期，國立交通大學科技管理研究所，pp. 263-307。
6. 陳佳麟，（2002）專利產品設計方法與策略整合之研究，國立交通大學機械工程研究所，博士論文。
7. 陳佳麟、劉尚志、曾錦煥，（1998）“技術創新之專利迴避設計”，1998 年全國智慧財產權研討會論文集，國立交通大學企業法律研究中心。
8. 陳俊伊，（2002）同步工程應用於新產品開發專案工作協調之研究，國立台北科技大學，生產系統工程與管理研究所，碩士論文。
9. 陳世銘（2004），不同跑步機訓練模式對下肢恆定性步態表現之影響，高雄醫學大學行為科學研究所，碩士論文。
10. 陳玉蘭（2001），冠狀動脈繞道術病患接受住院期跑步機

心臟復健運動計劃成效之探討，台北醫學大學護理學研究所，碩士論文。

11. 黃文儀，(2004) 專利實務，第三版，三民書局，台北市。
12. 楊崇森，(2003) 專利法理論與應用，三民書局，台北市。
13. 劉尚志、陳佳麟，(2001) 電子商務與電腦軟體之專利保護－發展、分析、創新與策略，翰蘆圖書出版，第二版，台北市。
14. 劉志成，(2003) TRIZ 方法改良與綠色創新設計方法之研究，國立成功大學機械工程學系，博士論文。
15. 鍾靜蓉，(2002) 詮釋結構模式於構造化教材設計之研究，淡江大學教育科技學系，碩士論文。
16. 徐仁雄，(2006) 模組化設計之組裝界面幾何研究，東海大學工業設計研究所，碩士論文。
17. 徐志宏(2005)，復健跑步機系統設計，國立中興大學機械工程學系，碩士論文。
18. 曾項偉、謝文和(2000)，設計組裝方式之探討，CAD Design，pp. 129-130。
19. 茆尚勳(2002)，直驅式跑步機用直流無刷馬達之設計，國立成功大學機械工程學系，碩士論文。
20. 詹順智(2005)，可程式跑步運動測試系統設計，南台科技大學資訊工程學系，碩士論文。
21. 郭柏佑(2003)，以微控制器為基礎的無轉速感測器跑步機驅動系統之研製，國立中央大學電機工程研究所，碩士論文。
22. 郭奉宜(2005)，統包工程之進度規劃模式，國立交通大

學土木工程學系，碩士論文。

23. 翁瑀揚 (2005)，虛擬實境跑步機訓練對中風患者療效之研究，國立陽明大學物理治療研究所，碩士論文。
24. 黎文龍，(2000)，工程設計與分析：創新設計分析與模擬，東華書局，台北市。

英文部分：

1. Altshulle, G., (1988), Creativity as an Exact Science : Theory of Inventive Problem Solving, Gordon & Breach Science Publisher, New York.
2. Anders, J.K., (1997), “Generating Electricity for Families in Northern Sweden”, The TRIZ Journal.  
<http://www.triz-journal.com/>, Feb. 1997.
3. Baessler, E., Breuer, T., Grawatsh, M., (2002), “Combing the Scenario Technique with QFD and TRIZ to A Product Innovation Methodology“, The TRIZ Journal.  
<http://www.triz-journal.com/>, Jan. 2002.
4. Baldwin, C.Y., Clark, K.B., (1997), Managing in an Age of Modularity, Harvard Business Review, pp. 84~93.
5. Browning, T.R., (2001), “Applying the Design Structure Matrix to System Decomposition and Integration Problems: A Review and New Directions”, IEEE Transactions On Engineering Management, Vol. 48, No. 3, pp. 292-306.
6. Browning, T.R., (1998), “Use of Dependency Structure Matrices for Product Development Cycle Time Reduction”,

Proceedings of the Fifth ISPE International Conference on Concurrent Engineering: Research and Applications, Tokyo, Japan, pp. 89-96.

7. Chang, H.T., Chen, J.L., (2004), “The Conflict Problem Solving CAD Software Integrating TRIZ into Eco-innovation”, *Advances in Engineering Software*. Vol. 35, pp. 553-556.
8. Chen, C.H., Ling, S.F., Chen, W., (2003), “Project Scheduling for Collaborative Product Development Using DSM”, *International Journal of Project Management*, Vol. 21, Iss. 4, pp. 291-299.
9. Chen, L., Li, S., (2000), “Modeling Concurrent Engineering Product Design: A Multifunctional Team Approach,” *Concurrent Engineering: Research and Application*, Vol. 8, No. 3, pp.183-198.
10. Chen, S, J., Lin, L., (2002), “A Project Task Coordination Model for Team Organization in Concurrent Engineering ,” *Concurrent Engineering: Research and Application*, Vol. 10, No. 3, pp.187-203.
11. Christensen, C.M., (1997) , *The Innovator’s Dilemma : When New Technologies Cause Great Firms to Fail*, NY : Havard Business School Press.
12. Cross, N., (1989) , *Engineering Design Methods*, John Wiley & Sons.
13. Damanpour, F., (1991) , “Organizational Innovation: A

- Meta-analysis of Effects of Determinants and Moderators”,  
Academy of Management Journal, Vol. 34, No. 3, pp.  
555-590.
14. Fitz, R., (1978), “Societal Systems Planning, Policy and Complexity”, Proceedings of the IEEE, Vol. 66, No. 3, pp. 362-363.
  15. French, M.J., (1985) , Concepture Design for Engineers, Design Council, London.
  16. Hsiao, S.W., Liu, E., (2005) , “A Structural Component-based Approach for Designing Product Family”, Computers in Industry, Vol. 56, pp. 13-28.
  17. Huang, C.C., Kusiak, A., (1998), “Modularity in Design of Products and Systems”, IEEE Transactions on Systems and Cybernetics, Vol. 28, No. 1, pp. 66-77.
  18. Hunt, I., Jones, R., (1998), “Winning New Product Business in the Contract Electronics Industry”, International Journal of Operations and Production Management, Vol. 18, Iss. 2, pp. 130-142.
  19. Jones, E., Harrison, D., (2000) , “Investigating the Use of TRIZ in Eco-Innovation”, The TRIZ Journal.  
<http://www.triz-journal.com/>, Sep. 2000.
  20. Liu, C.C., Chen, J.L., (2001) , “A TRIZ Inventive Design Method without Contradiction Information”, The TRIZ Journal.  
<http://www.triz-journal.com/>, Sep. 2001.

21. Low, M.K., Lamvik, T., Walsh, K., Myklebust, O., (2000), "Product to Service Eco-innovation: The TRIZ Model of Creativity Explored", 2000 IEEE International Symposium on Electronics and the Environment, IEEE, San Francisco, pp. 209-214.
22. Schlueter, M., (2001), "QFD by TRIZ", The TRIZ Journal. <http://www.triz-journal.com/>, Jun. 2001.
23. Mann, D., Domb, E., (1999), "40 Inventive (Business) Principles with Examples", The TRIZ Journal. <http://www.triz-journal.com/>, Sep. 1999.
24. Mann, D., (1999), "Creative as an Exact (Biomimetic) Science", The TRIZ Journal. <http://www.triz-journal.com/>, Nov. 1999.
25. Ma, C., Wang, H., and Dai, G. (2001), "Research on network based conceptual design," Computer Supported Cooperative Work in Design, The Sixth International Conference on Network Based Conceptual Design. pp. 232-235.
26. Skrupskis, M.A., Ungvari, S.F., (1998), "Management Response to Inventive Thinking - (TRIZ) In a Public Transportation Agency", The TRIZ Journal. <http://www.triz-journal.com/>, October. 1998.
27. O'Gray, P., (1999), The Age of Modularity: Using the World of Modular Products to Revolutionize Your Corporation, Adams and Steele publishers, pp. 92.
28. Pahl, G., Beitz, W., (1996), Engineering Design: A

Systematic Approach, Springer, London, pp. 64-70.

29. Pierluigi, P., ( 2004 ) , “Integrating TRIZ and other Methodologies in Product/Process Re-engineering”, The TRIZ Journal.  
<http://www.triz-journal.com/>, Feb. 2004.
30. Rogers, J.L., (1997), “Reducing Design Cycle Time and Cost through Process Resequencing”, Proceedings of the International Conference on Engineering Design, Tampere, Finland.
31. Rolstadas, A., (1995), “Planning and Control of Concurrent Engineering Projects”, The International Journal of Production Economics, Vol. 38, pp. 3-13.
32. Royzen, Z., ( 1997 ) , “Solving Contradictions in Development of New Generation Products Using TRIZ”, The TRIZ Journal.  
<http://www.triz-journal.com/>, Feb. 1997.
33. Sabbaghian, N., Eppinger, S., Murman, E., (1998), “Product Development Process Capture & Display Using Web-based Technologies”, in IEEE Int. Conf. on Syst., Man, Cybern San Diego, CA, pp. 2664-2669.
34. Sanchez, R., (1999), “Modular Architecture in the Marketing Process”, Journal of Marketing, Vol. 63, pp. 92-111.
35. Shirley, G.V., ( 1992 ) , Modular Design and the Economics of Design Competitive Manufacturing, Integrating Design and Manufacturing for Competitive Advantage, pp. 82-102.

36. Steward, D.V., (1981), "The Design Structure System: A Method for Managing the Design of Complex Systems", IEEE Transactions on Engineering Management, Vol. 78, No. 3, pp. 71-74.
37. Stone, R.B., Wood, K.L., Crawford, R.H., (2000), "Using Quantitative Functional Models to Develop Product Architecture", Design Study, Vol. 21, No. 3, pp. 239-260.
38. Swamidass, P.M., (2002), Innovations in Competitive Manufacturing, SBN: 0814471404 AMACOM, p. 439.
39. Terninko, J., Zusman, A., Zlotin, B., (1988), Systematic Innovation - An Introduction to TRIZ (Theory of Inventive Problem Solving), CRC Press LLC.
40. Terninko, J., (1998), "The QFD, TRIZ and Taguchi Connection: Customer-Driven Robust Design", The TRIZ Journal.  
<http://www.triz-journal.com/>, Jan. 1998.
41. Novacek, T., (2003), "Innovation Process as a Key to the Market Success in the Engine Manufacturing Business", European TRIZ Association Conference, Germany.
42. Tseng, M.M., Jiao, J., (1996), "Design for Mass Customization", Annals of the CIRP, Vol. 45, No. 1, pp. 153-156.
43. Warfield, J.N., (1976), Societal Systems: Planning Policy and Complexity, Wiley, New York.
44. Wang, J., (2001), "Ranking Engineering Design Concepts

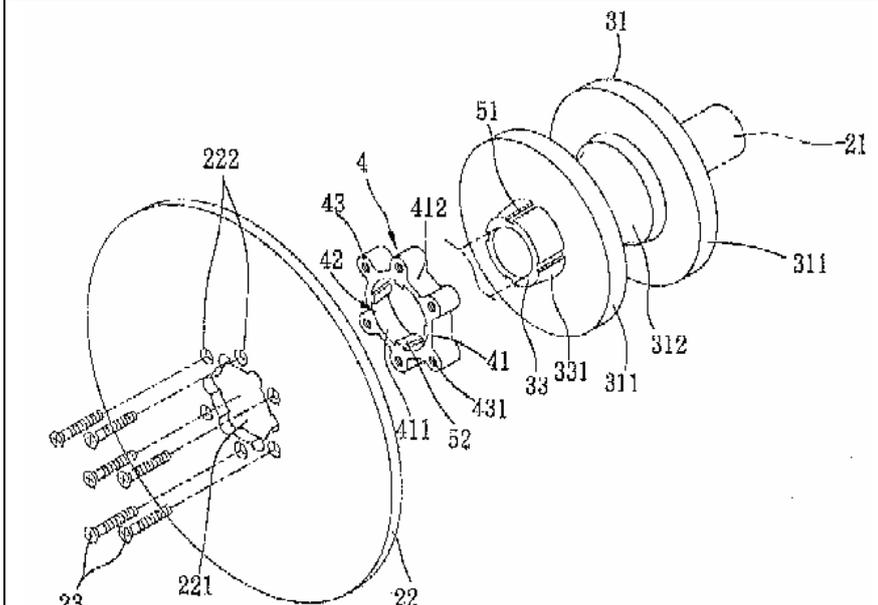
Using a Fuzzy Outranking Preference Model”, Fuzzy Sets and Systems, Vol. 119, Iss. 1, pp. 161-170.

45. Yassine, A., Falkenburg, D., Chelst, K., (1999), “Engineering Design Management: An Information Structure Approach”, International Journal of Production Research, Vol. 37, No. 13, pp. 2957-2975.
46. Yassine, A.A., (2004), “An Introduction to Modeling and Analyzing Complex Product Development Processes Using the Design Structure Matrix (DSM) Method”, Quaderni di Management ( Italian Management Review ), [www.quaderni-di-management.it](http://www.quaderni-di-management.it), No. 9.
47. Yassine, A.A., Whitney, D.E., Zambito, T., (2001), “Assessment of Rework Probabilities for Simulating Product Development Processes Using the Design Structure Matrix (DSM)”, International Design Engineering Technical & Computers and Information in Engineering Conference, ASME, pp. 1-9.



# 附錄 A

附錄 A 專利分析摘要表

|                                 |  |       |            |      |             |
|---------------------------------|--|-------|------------|------|-------------|
| 專利名稱                            | 具外加式煞車安裝之花鼓  |       |            | 專利狀態 |             |
| 專利號碼                            | 中華民國<br>253502   | 申請日   | Jan.1,1997 | 公告日期 | Dec.21,2004 |
| 專利申請人                           | 亞獵士科技<br>股份有限公司  |       | 發明人        | 陳朝穎  |             |
| 專利分析人                           | 吳建南  | 技術關鍵字 | 碟式花鼓       | 分析日期 | Jan.12,2006 |
| 先前技術<br>缺失                      | 一般碟煞花鼓之碟煞盤固定座與花鼓為一體，然若消費者不要安裝煞車片時，既必須更換不同花鼓。   |       |            |      |             |
| 專利功能<br>(Function)              | 將碟煞安裝座設計為可拆式，而碟煞安裝座內環設數卡摺機構使碟煞花鼓與碟煞安裝座得以安裝與拆下，呈現最佳狀態。  |       |            |      |             |
| 達成結果<br>(Results)               | 將碟煞安裝座設計為內環設數卡摺機構與花鼓主體環設數凹槽使碟煞花鼓與煞車片安裝，藉由碟煞安裝座以螺絲鎖固於碟煞花鼓，並得以安裝與拆下煞車片，不須更換不同花鼓。   |       |            |      |             |
| 技術方式與<br>關鍵圖式<br>(Ways)<br>專利範圍 | <p>1. 一碟煞安裝座套設在花鼓主體之錐套壁上，使碟煞花鼓與煞車片安裝藉由碟煞安裝座以螺絲鎖固，使其可安裝與拆下煞車片。</p> <p>2. 碟煞安裝座內環設數卡摺機構與花鼓主體環設數凹槽，使得該碟煞安裝座與花鼓主體連轉套合。</p> |       |            |      |             |
|                                 |                                    |       |            |      |             |

附錄 A 專利分析摘要表 (續)

|                                 |  |       |             |                   |             |
|---------------------------------|--|-------|-------------|-------------------|-------------|
| 專利名稱                            | Bicycle disc brake hub   |       |             | 專利狀態              |             |
| 專利號碼                            | US 6371252   | 申請日   | Aug.30,2001 | 公告日期              | Apr.16,2002 |
| 專利申請人                           | Shimano Inc., Osaka (JP)   |       | 發明人         | Takanori Kanehisa |             |
| 專利分析人                           | 吳建南  | 技術關鍵字 | 碟式花鼓        | 分析日期              | Jan.12,2006 |
| 先前技術<br>缺失                      | 一般碟煞花鼓之碟煞盤固定座與花鼓為一體，但是要拆裝煞車碟片時必須操作六個螺絲，不便利並耗費時間。   |       |             |                   |             |
| 專利功能<br>(Function)              | 一碟煞花鼓外具有方栓齒的殼體，與一內具有方栓齒之固定環體，呈不可相對轉動地嵌套煞車碟片並固在碟煞花鼓主體。  |       |             |                   |             |
| 達成結果<br>(Results)               | 將碟煞安裝座設計為內環設數卡摯機構與花鼓主體環設數凹槽使碟煞花鼓與煞車片安裝，藉由碟煞安裝座以螺絲鎖固於碟煞花鼓，並得以安裝與拆下煞車片，不須更換不同花鼓。                                     |       |             |                   |             |
| 技術方式與<br>關鍵圖式<br>(Ways)<br>專利範圍 | <p>1. 一碟煞花鼓其包含一具有方栓齒的殼體與一呈不可相對轉動地嵌套固方栓齒上的固定環體，藉以嵌套煞車碟片。</p> <p>2. 一可使煞車碟片獲得定位且螺接該殼體內部之鎖環件，當操作鎖環件既可達到拆裝煞車碟片之目的。</p> |       |             |                   |             |
|                                 |  |       |             |                   |             |

# 個人簡歷

姓 名：吳 建 南

籍 貫：台灣省台南縣

出生日期：民國 60 年 8 月 20 日

學 歷：東海大學工業設計研究所畢業

高雄應用科技大學機械工程系畢業(原高雄工專)

經 歷：聯盟企業股份有限公司生產經理(86 年~89 年)

艾諾士實業社負責人(90 年~91 年)

崑藤工業股份有限公司總經理室專員/品管部經理(92 年~96 年)

研討會發表論文：

1. 王中行、吳建南、張庭瑞，(2005)“型態解構法與專利設計策略在創新產品開發之研究”，2005 國際創新設計研討會，台北科技大學。
2. 王中行、吳建南、張庭瑞，(2005)“創新與專利設計策略在永續性產品開發之研究”，2005 永續性產品與產業管理研討會，台北科技大學。
3. 王中行、吳建南、張庭瑞，(2006)“腳部運動產品之創新開發研究”，EST2006 第十三屆中華民國人因工程學會年會暨學術研討會，義守大學。
4. 王中行、吳建南、張庭瑞，(2006)“模組化設計在永續性產品創新開發之研究”，2006 永續性產品與產業管理研討會，成功大學。
5. 王中行、吳建南、張庭瑞，(2007)“詮釋結構模式在模組化

設計與產品創新開發研究”，2007 第十二屆中華民國設計學會研討會，高雄師範大學。

專利：

1. 廖龍安、吳建南，“適用於運動器材的阻尼回復機構”，新型專利，證書號數 M177283 中華民國。
2. 吳建南、李志傑，“腿部運動裝置”，新型專利，證書號數 M215661，中華民國(同時申請通過美國發明專利、德國新型專利、中國新型專利)。
3. 吳建南、李志傑，“手持式韻律球裝置”，新型專利，證書號數 M204219，中華民國。
4. 吳建南，“多功能運動裝置”，新型專利，證書號數 M199096，中華民國。
5. 吳建南、張晟、莊育昇，“加工機夾具”，新型專利，證書號數 M314655，中華民國。