

整合專利家族與專利引用於新產品設計之研究

New Product Design Process by Integrating Patent Family and Patent Citation

賴奎魁¹ Kuei-Kuei Lai 歐陽光¹ Kuang OuYang 郭宗賢² Tsung-Hsien Kuo
國立雲林科技大學企業管理系 中國文化大學企業管理系

¹Department of Business Administration, National Yunlin University of Science and Technology and ²Department of Business Administration, Chinese Culture University

(Received September 9, 2008; Final Version April 7, 2009)

摘要：專利家族 (patent family) 蘊含企業專利佈局 (portfolio) 的豐富資訊，專利引用 (patent citation) 則可以獲得專利先前技藝 (prior art)，提供新產品設計之創意來源，然而過去研究未見有效整合。本研究基於「先聚焦再放大」的研究構想，提出一套整合專利家族及專利引用的新模式，可以有系統的萃取專利情報 (intelligence)，提升新產品設計的效能，並植入「創意產品發展程序」(Innovative Product Development Process, IPDP) 之中，包括：(1)兼具管理與技術角度進行專利檢索 (patent search)。(2)選擇產業基礎專利，建構專利家族。(3)篩選專利家族，獲得關鍵性專利。(4)以專利引用追溯研發設計所需技術資訊。(5)結合 TRIZ 理論建構專利技術功效 (technology-performance) 地圖，發掘產品利基 (niche)。並且以實證方式具體說明本研究方法的可行性。

關鍵詞：專利家族、專利引用、IPDP

Abstract: A patent family comprises the information of a patent portfolio in an enterprise. While it is possible to get the information of a patent's prior art by means of patent citation analysis; however, no

method has been proposed to integrate a patent family and a patent citation effectively. Based on the idea of “focusing first, and then finding the details” which arose from this study, this report proposes a new model that combines patent family analysis with patent citation analysis into the Innovative Product Development Process (IPDP), and our research shows that the new model can indeed promote increased effectiveness of product design to extract useful patent intelligence systematically, including: (1) management based and technology based patent searching, (2) building the patent family based on an industry basic patent, (3) filtering the patent family to obtain key patents, (4) the use of patent citations to trace the necessary technology information in product design, and (5) combining TRIZ theory to build patent technology performance maps, and discover product niches. This new procedure is illustrated by applying it to a real life study.

Keywords: Patent Family, Patent Citation, IPDP

1. 前言

過去許多研究對於新產品開發 (New Product Development, NPD) 流程系統提出不同的建議 (Cooper, 2001; McGrath, 1996; Pahl and Beitz, 1996; Ulrich and Eppinger, 1995)。其中, Cooper (2001) 提出 NPD 階段-關卡 (stage-gate) 系統, 主張每道關卡是由許多平行的活動與功能部門所組成。在 NPD 的不同階段中, Bajaj *et al.* (2004) 認為設計階段的良窳會直接衝擊到製造階段, 同時對 NDP 成本與領先時間 (lead time) 影響甚鉅。為了開發符合顧客需求的產品, 有研究主張新產品規劃階段應運用品質機能展開 (Quality Function Deployment, QFD) 落實傾聽顧客聲音 (Akao and Mazur, 2003); 不同產業及產品, 應依特性彈性調整運用 (Lager, 2005)。另外, Kim and Cochran (2000) 認為 TRIZ 是 NPD 概念設計階段強而有效的工具, 能夠分析工程技術問題, 解決衝突矛盾, 產生系統性創新。因此, Yamashina *et al.* (2002) 提出 IPDP, 期能有系統整合 QFD 及 TRIZ, 以 QFD 將顧客聲音轉換為研發需求, 並運用 TRIZ 提出解決工程技術問題的創意, 系統性且有效地獲得技術創新, 提升新產品各系統的機構功效, 創造公司市場營運績效。

然而, IPDP 模式中卻未述及專利分析程序。專利管理對於企業智財權具有相當大的影響力, 許多研究發現, 專利對於企業之市值具有高度正相關 (Griliches, 1990; Grupp and Schmoch, 1999; Hall *et al.*, 2005; Jaffe *et al.*, 2000; Narin, 1995)。NPD 過程中因創意設計所產生的智財, 如果不能適時運用專利情報並進行完善佈局規劃, 既使事後取得專利權, 恐怕也將缺乏防衛能力, 遑論具備攻擊力, 是故無法形成及累積智財資本。企業在 NPD 若無進行專利分析及佈局, 營運上進一步可能產生的問題有: (1) 智慧資本損失, 未能充分發揮、轉換為財務資本。(2) 市場價值

無法完全呈現。(3)缺乏授權的籌碼，無法透過智財而獲利。產品設計階段若未將專利問題納入考量，因而甚至涉及侵權 (infringement) 時，不僅虛擲設計階段所投入的人力、時間與成本，使得產品無法量產上市，為企業創造利潤，嚴重時恐怕會賠上建立不易的企業形象與商譽，重創財務營運，損害公司市值。

分析專利所蘊含豐富的各種資訊分佈，提供研發管理決策，一直是許多學者持續探討的議題 (Chen and Chen, 2007; Moehrl et al., 2005; Watts et al., 1999; Yoon et al., 2002)。但是在分析的過程中，當檢索的專利資料量過於龐大，將造成專利聚焦困難，無法準確鎖定迴避設計 (design around) 標的，當專利技術資料不足時，設計人員則無法充分運用在 NPD 中，致使專利分析導入新產品設計工作陷入兩難；同時，由於設計人員間對於產品技術功效的定義缺乏共識，往往造成專利分析的結果無法將概念設計與細部設計兩階段工作緊密連結。隨著專利分析技術不斷發展，專利家族與專利引用技巧都是可以提供企業內部重要資訊，做為科技管理或企業策略之參考 (Mogee and Kolar, 1994)，例如企業專利申請時結合經營策略使用優先權 (priority right) 等機制進行佈局以形成專利家族，以及使用各種專利引用方式獲得專利技術之演進資訊，如何應用將其導入新產品設計，提升產品效能，保護創意及佈局，以利公司攻防，對於一向重視 NPD 對營運績效有顯著影響的公司，顯然是迫切而重要的課題。

由以上分析得知，交互運用專利家族與專利引用兩種分析方法，對於提供新產品設計資訊的支援，可以相輔相成，然過去諸多研究卻未見探討，本研究目的期望透過以上兩種方法的整合運用，提升專利分析導入新產品設計之效能，並植入 IPDP 模式中。因此，本文首先將透過文獻探討定義問題及進行方法研討。接下來，基於「先聚焦再放大」的研究構想，提出一套以專利分析為基之專利家族及專利引用分析法 (Patent Family and Citation Approach, PFCA)，在「專利資料聚焦」階段主要是透過「專利家族」而實現，「專利資料放大」階段則是主要透過「專利引用」來完成。其次，以特種車 (8×8) 乘載 (suspension) 系統之新產品設計，運用 Delphion 商業專利資料庫檢索，進行實例驗證，確保 PFCA 運用在新產品設計工作上的效能。最後，提供研究結論。

2. 文獻探討

Berkowitz (1993) 認為，從專利分析中可以獲得技術利基與處女地 (uncovered area) 等資訊。然而，兼具定量 (quantitative research) 及定性 (qualitative research) 兩種方法將專利分析具體導入新產品設計的文獻並不多見。Chen and Chen (2007) 以台灣專利資料庫為母體，選取 1992-2003 年間自行車零件之 96 個專利為研究樣本，以「設計專利地圖」進行技術分群，觀察專利分佈以及不同時期之變化，發展出設計策略。其研究方法主要是透過專家訪談，完成各專

利間之相似性評分，再利用 SPSS 統計軟體及多元尺度法 (Multi-Dimensional Scale, MDS) 獲得 96 個專利的 8 個群集分佈，並針對群集分佈情形提出建議策略。該研究所提出之專利分析程序主要包括：(1)分析專利資料 (analyzing patent data)。 (2)製作設計專利地圖 (creating design patent map)。 (3)形成設計策略 (formulating design strategy)。等三階段。

然而，以上研究忽略專利的非均質性 (heterogeneous)，即每一個專利並非等值 (翁順裕等，民 97；Ernst *et al.*, 2004)，因此並沒有篩選具代表性的重要專利，做為迴避設計之策略考量，而且研究中並未合併考量專利申請範圍 (claim) 等重要文字資訊，僅以專利公告時間 (patent publication date) 等基本資料進行初步篩選，進而運用專利「簡圖」進行相似性評估，研究顯示二維尺度之壓力係數 (stress) 高達 0.33423，配合度不佳，恐怕已經影響研究信度，最後仍運用「圍棋 (go)」策略，將價值不等的專利卻視同等值的棋子，形成產品設計策略。其次，研究未能將專利技術演進的資訊做為創意來源，即未能充份發揮專利所蘊含豐富的先前技藝價值；專利是技術演進的結果，追本溯源才能創造真正有價值的專利，尤其當專利技術越複雜多元，例如必須整合機電及資訊等跨專業領域時，技術演進的資訊更相顯重要，然而在 Chen and Chen (2007) 的研究中僅顯示 10 年期間專利數量的變化情形，未能定義並進一步描繪專利技術領域的組成或範疇，以致於未來設計工作主要仍須仰賴工程人員的專業與靈感。另外，新產品設計的目的在提升產品效能並滿足顧客需求，該研究雖然期望提供產品設計策略，卻並未對產品設計所需要的技術功效明確定義，具體說明技術發展所要解決的問題，因此所形成的策略不見得可以解決細部設計階段須面對的工程問題。最後，有關專家訪談方面，由於該研究僅以單一台灣專利資料庫為母體，研究方法仍為可行，但是當專利資料數量或資料庫種類增加，涉及不同語言時，如果缺乏過濾及鎖定設計迴避標之方法，資料判讀的時間及人力負荷勢必相對增加，該研究之產品標的僅涉及機械零件設計製造，技術雖較單純，已延請 11 位年資 10 年以上之專利審查員實施訪談，限制條件極高，當研究標的技術複雜度增加，同時產生跨國際專利資料時，勢必也需要對各國的專利審查員進行訪談，執行上將會有更高的困難度。有鑑於此，如何評選獲得專利迴避設計的目標，以及目標獲得後如何迴避設計，是提升專利分析導入產品設計效能必須面對的重要議題。

狹義專利家族是指一件專利在不同國家申請的集合；廣義專利家族則是同一技術發明揭露後，後續所衍生的不同專利申請案，加上相關專利在其他國家所申請的專利組合，包括專利分割申請案 (divisional applications)、連續案 (continuations) 與部分連續案 (Continuations in Part, CIP) 等。優先權是專利第一次申請後 12 個月內，對於原創專利的創新性 (novelty)、創造性步驟 (inventive step) 與非顯而易見性 (non-obviousness) 賦予後續優先審查的先機 (Haupt *et al.*, 2007)；世界智慧財產權組織 (World Intellectual Property Organization, WIPO) 之專利合作條約 (Patent Cooperation Treaty, PCT) 對於會員國國際優先權的規定，甚至可以延長至三十個月。歐

洲專利局 (Europe Patent Office, EPO) 整合國際專利文件中心 (International Patent Documentation Center, INPADOC) 資料庫至少包括八十個國家、六千萬筆的專利書目資料 (bibliographic data)，其透過專利優先權申請案號 (priority application number)、專利申請案號 (application number)、專利公告案號 (publication number) 以及法律狀態資料庫之附加連結資訊 (legal status database additional information) 等資料之建構，是目前最完整的擴充型 (extended) 專利家族資料庫，透過運用 INPADOC 資料庫，可迅速檢索獲得一篇專利的廣義專利家族資訊。是故，運用專利家族至少有下列效益：(1) 透過專利家族資料，取得較容易閱讀的專利說明書版本。例如一篇法國專利，如果我們可以找到該專利的英文版說明書，就可以節省相當多的專利分析時間。(2) 判定專利的重要性：當我們鎖定某家公司進行專利分析時，專利家族的佈局情形或數量可能都是反映該專利重要性的參考指標 (Harhoff *et al.*, 2003)。(3) 獲得專利迴避設計標的之群組：廣義專利家族是某企業高度相似性或高度關聯性的專利組合，透過專利家族可以評選出競爭者最具價值之代表性專利，提供 NPD 之迴避設計。實務上，我們卻發現由於各國審查基準不同，再加上語言的轉換與專利申請範圍撰寫不良，使得許多優良的創造發明並未取得對等的權利範圍保障，專利價值銳減，因此，在使用專利家族資訊時，仍必須透過專家分析判斷各篇專利之參考價值。綜上所述，透過運用 INPADOC 資料庫所建置之廣義專利家族，了解企業專利佈局，篩選出各公司最具代表性之專利，此過程可以將競爭者的重要專利聚焦，故在新產品設計過程中競爭者所擁有之重要專利，可依此假設為競爭標的，進行迴避設計，以提升專利分析之效能。

技術的發展具有累積性，因為新技術的發明與研發多是奠基於已發展的技術之上 (Podolny and Stuart, 1995; Stuart and Podolny, 1996)，有基於此，專利必須引用先前技藝；專利內容之先前技藝記載了技術知識累積的演進過程，以說明專利符合新穎性的審查標準 (Reitzig, 2003)，告知專利權人及一般大眾，評估專利範圍有時效性，不可侵犯先前技藝範圍 (Lai *et al.*, 2005)。NPD 進行迴避設計時，需要了解專利先前技藝，因此透過專利引用分析智慧遺產 (intellectual heritage) 的連結，正可以提供解決新產品設計過程技術資訊不足的瓶頸，作為研發創新的來源 (Narin *et al.*, 1987)。另一方面，專利引用可看出技術的市場價值 (Breitzman and Mogege, 2002; Hall *et al.*, 2005)，專利引用更可以作為評估專利重要性的指標 (Breitzman and Mogege, 2002; Ernst, 2003)，例如當一專利文獻被高度引用時，代表這專利包含著一項領先的重要技術，這項重要技術被往後許多的專利所應用或加強其功能 (Chakrabarti, 1991)。至於專利引用的方式，Wartburg *et al.* (2005) 歸納單一階段引用分析無法充分揭露技術軌跡，因此必須運用間接引用的方式改善之，二階 (two-stage) 專利引用分析即可以獲得較周延適切的先前技藝資訊，提供新產品設計參考使用。因此，專利引用分析不僅可以用來評估專利價值，強化代表性專利的篩選，同時更可以支援新產品設計階段相關的專利技術資訊，透過專家分析專利所引用之技術資料，取得假設競爭

標的專利之先前技藝，追溯其創新來源，奠定專利技術功效利基分析的基礎。

經以上文獻推論，有系統篩選專利資訊，可以有效鎖定具價值性專利，進行迴避設計；迴避設計所需的技術資訊，可以在專利先前技藝中獲得相當程度之支援。整合專利家族與專利引用，不僅可以適切獲得專利迴避設計標的，以及設計過程所需要的資訊；同時，可以運用這兩種專利分析方法及結合專家判斷準則，進行專利價值評選；另一方面，由於 TRIZ 理論是源自專利分析的結晶 (Altshuller, 1988)，近年蓬勃發展且豐富多元 (Moehrle, 2005)，產品設計如能妥善運用 TRIZ 理論及其明確之定義，整合專利技術功效分析，不僅可以強化共識，甚至避免侵權，保護創新的成果，未來透過專利佈局，累積智財並授權獲利。

3. 專利家族及引用分析法 (Patent Family and Citation Approach, PFCA)

PFCA 是運用專利家族與專利引用所建立的專利分析流程，主要目的是將專利情報有效導入 NPD 設計階段，區分五個階段進行，詳如圖 1。階段 I，透過產業分析與專家訪談，確認檢索策略，選擇適切的專利資料庫進行專利檢索。階段 II，選擇產業基礎專利，並且建構「專利家族」。階段 III，篩選「專利家族」並獲得最具代表性之關鍵性專利，迅速將產品設計有關之重要專利資料聚焦。階段 IV，採用「專利引用」的方式，追溯研發設計希望突破之「關鍵性專利」相關技術資訊。階段 V，結合 TRIZ 理論進行專利技術功效分析，建構技術功效地圖，提供產品設計運用。

PFCA 各階段工作說明如後：

3.1 階段 I：產業分析及專利檢索策略

步驟 1：產業分析及專家訪談

(1) 產業分析：

產業分析及專家訪談主要是確定產品設計之研究主題範圍，係針對市場趨勢、技術演進及競爭者（廠商）等三方面進行分析，兼顧管理及技術兩種不同觀察面向，獲得市場、技術及產業結構等主要資訊，確認公司及產品定位，做為產品設計工作目標之主要依據，分析流程詳如圖 2，各項工作主要說明如後：

- 1) 市場趨勢：主要分析產品等級類別、產品分佈情形、產品系統結構及市場未來發展，確認新產品之目標市場及市場位階。
- 2) 技術演進：就滿足顧客需求，提升產品性能的技術角度進行專家訪談，針對待開發之產品或子系統，了解重要關鍵技術結構、特徵以及技術演進情形，做為 NPD 之核心關鍵技術發展方向。此階段之分析工作，可以透過 QFD 將產品之顧客需求轉換為設計需求，並將設計需求轉換為零件特徵，做為產品關鍵技術分析研討之主要依據。

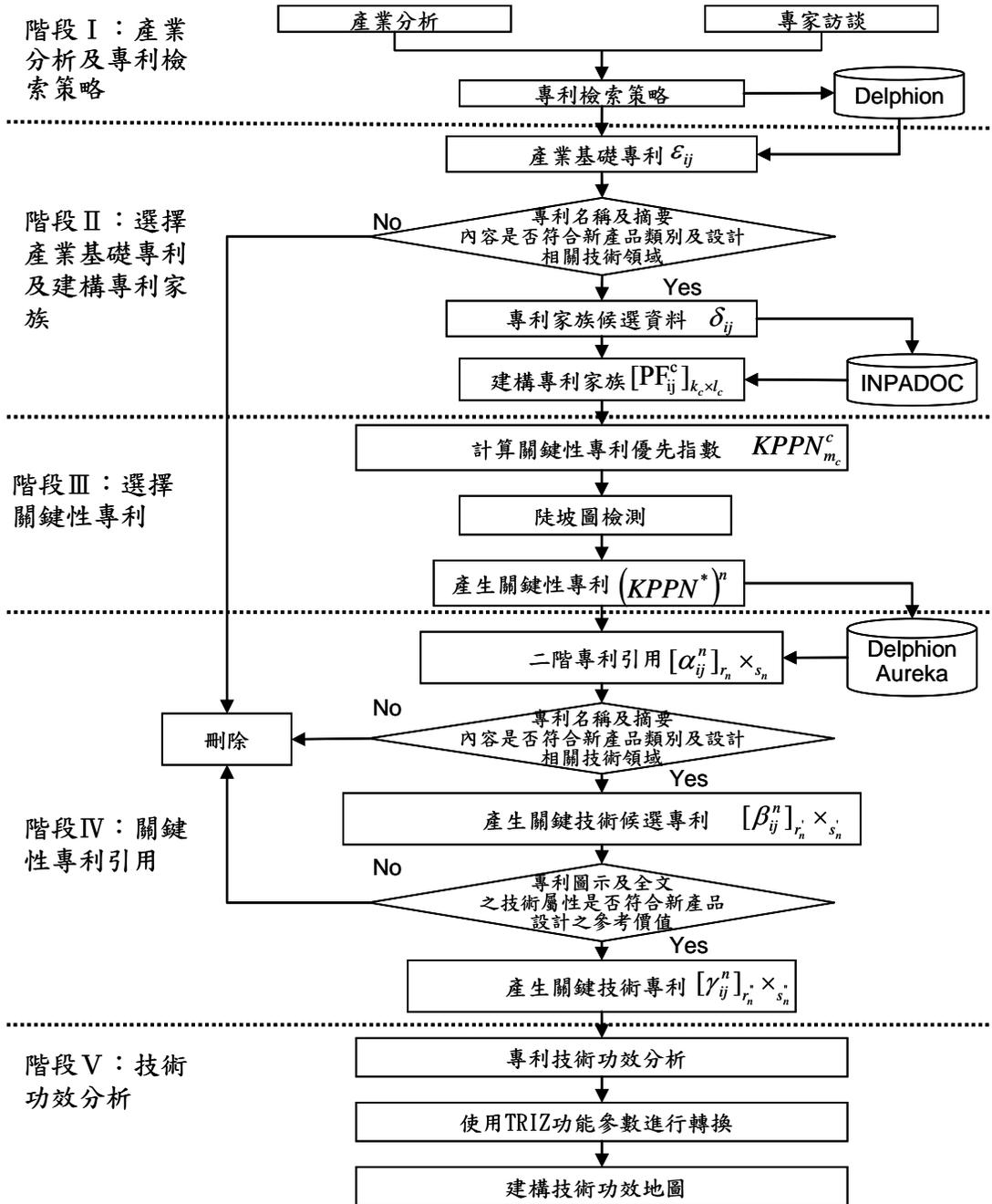


圖 1 PFCA 專利技術功效分析流程

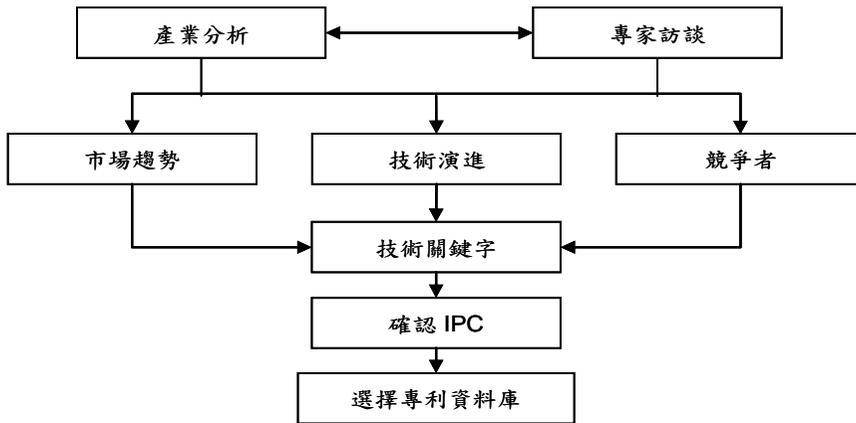


圖 2 PFCA 階段 I 分析流程

- 3) 競爭者：由於專利資訊數量龐大，為了提升專利資料檢索效能，應以經營管理角度，透過產業資料庫進行產業結構分析，了解上、中、下游產業結構及公司之定位，並與專家訪談結果交互比對驗證，取得新產品之市場競爭者資訊，做為專利資料檢索之重要設定條件。

最後，將產業分析與專家訪談之結果做為訂定專利檢索策略的依據。

(2) 專家訪談：

以上各項工作之專家訪談，成員應包含企業管理及研發人員，將商業與技術兩者資訊相結合，做為專利檢索之基礎。專利分析各階段，由專家透過職能分工維持專業獨立判斷，以群體決策方式，集思廣益取得共識。專家遴選標準：專家背景應為相關產業界具有豐富研發實務經驗，能配合參與會議討論、面談、電話訪談或電子郵件 e-mail 為溝通管道者。人員組成應涵蓋企業組織高、中、低研發管理各階層，專家人數可依產品開發之規模大小而彈性調整，人員主要配當及分工說明如後：

- 1) 相關技術領域產品設計工程師 (相關產品開發設計經驗 3 年以上)，分工說明：a.決定專利被引用次數，作為專利價值判斷之參考，分析專利名稱 (title) 及摘要 (abstract) 等專利基本資訊，篩選獲得產業基礎專利。b.關鍵技術候選專利之過濾、篩選。c.關鍵性專利所引用資料之過濾、篩選。d.專利技術功效分析。
- 2) 研發部門主管 (相關產品開發設計經驗 5 年以上)，分工說明：a.產業基礎專利以及專利技術功效分析資訊之最後決策。b.分析專利全文 (「專利申請範圍」、「圖示 (drawing)」及「發明結論 (summary of invention)」等重要技術內容分析判讀)，篩選專利家族資料及基礎技術專利，各專利家族中代表性專利之評選。c.關鍵技術專利之評選。d.技術功效利基分析。e.提供

關鍵性專利決策資訊交企業高階管理人員參考運用。

3) 企業高階管理人員，分工說明：關鍵性專利最後決策。

圖 1 顯示之第一及第二判斷處主要由專家分析判斷專利「名稱」及「摘要」內容是否符合新產品系統類別及設計相關技術領域，第三判斷處由專家分析判斷專利「圖示」及「全文」之技術屬性是否符合新產品設計之參考價值，技術屬性內涵則包括技術之創新突破、市場接受程度與未來發展潛力等面向考量。

步驟 2：專利檢索策略

主要是綜整產業分析及專家訪談的結果，確認技術關鍵字 (technology keyword) 及國際專利分類 (International Patent Classification, IPC) 號碼，並且依據新產品特性選擇適切之專利資料庫，做為專利檢索策略，說明如後：

- (1) 確認技術關鍵字：運用專家訪談比對專利分類系統內容，共同研討確認研發部門對 NPD 所需之關鍵技術內容，依技術分類獲得相關技術關鍵字，以利專利檢索。專利檢索主要目的在篩選專利資料，獲得研究樣本。
- (2) 確認專利分類系統及號碼：透過產業分析及技術關鍵字，由專家訪談選擇專利分類系統，過濾及確認 IPC 號碼，並且針對市場競爭者所擁有之專利進行檢索。
- (3) 選擇專利資料庫：由於專利資料常有跨國際專利資料庫 (如 USPTO、EPO 及 JPO 等) 的分佈情形，Delphion 商業專利資料庫是一種相當不錯的專利資料檢索應用軟體 (Moehrle *et al.*, 2005)；因此，妥善運用 Delphion 商業專利資料庫，可以有效解決大量專利資料檢索時間冗長的問題，獲得國際性之產業基礎專利資料 (industry basic patent pool)。

完成產業分析及專利檢索策略訂定之後，下階段將進行產業基礎專利檢索及篩選，做為專利家族建構之基礎，進而了解市場競爭者其相關專利佈局的情形。

3.2 階段 II：選擇產業基礎專利及建構專利家族

步驟 3：產業基礎專利

運用專利檢索策略，獲得產業結構中市場競爭者所擁有的專利與 NPD 所需核心技術專利之交集。檢索後的資料可以利用「公司」 C_i 及「專利」 P_j 表示。

- 公司 C_i ：是指該產業之市場競爭者。
- 專利 P_j ：是指確認專利分類系統及號碼進行檢索之結果，即 NPD 相關之已公告專利。
- 產業基礎專利：是指市場競爭者所擁有之專利，與 NPD 相關之已公告專利兩者間之交集，也是專利設計迴避之源頭。市場競爭者與產業基礎專利關係詳如圖 3， C_i 及 P_j 之間的關係以矩陣 $[\varepsilon_{ij}]_{M \times N}$ 表示，其中

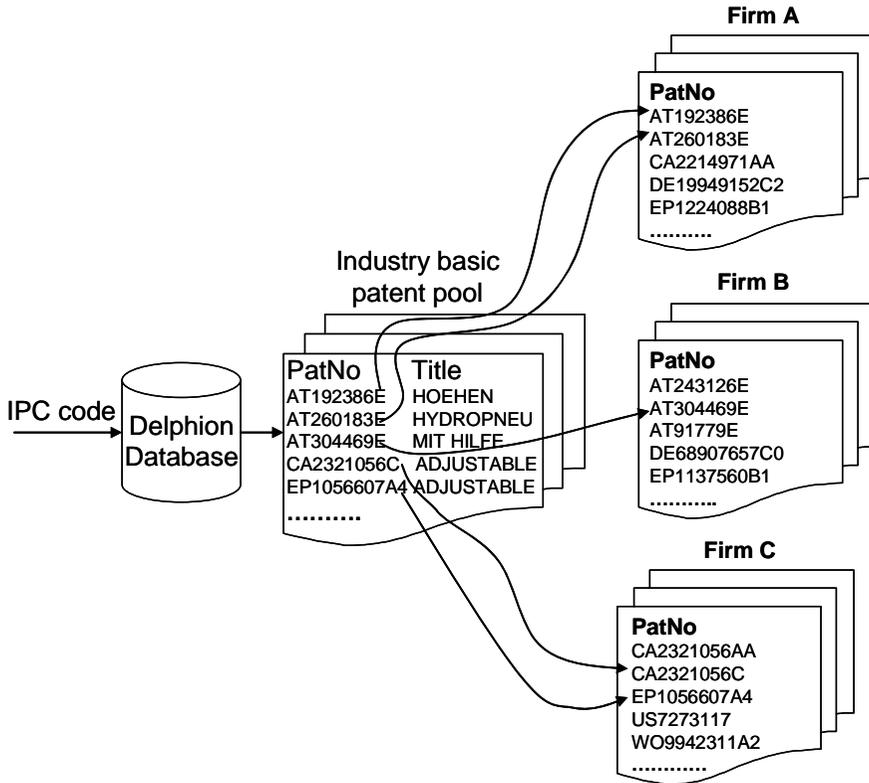


圖 3 市場競爭者與產業基礎專利關係圖

$$\varepsilon_{ij} = \begin{cases} 1 & P_j \text{ is affiliated to } C_i \quad i=1,2,\dots,M \\ 0 & \text{Otherwise} \end{cases} \quad j=1,2,\dots,N \quad (1)$$

獲得產業基礎專利後，透過決策者專業判斷及依據專利引用次數分析所提供之資料數據，逐步篩選出建構專利家族之相關資訊。

步驟 4：專利家族候選資料

主要目的在篩選產業基礎專利，提供專利家族建構之基礎。由於專利具有非均質性，即每一個專利之價值或重要性並不相同（翁順裕等，民 97；Ernst *et al.*, 2004），因此產品設計過程所運用之專利必須加以篩選。產業基礎專利資料篩選的基本準則為：a. 專利被引用數 (cited)。專利的重要性可以利用被其後面申請專利所引用的次數來判斷，作為專利初次過濾的參考依據，專

利被引用次數的大小則依產業特性及基礎專利數量規模而決定。b.專家判斷。由於 IPC 分類碼涵蓋範圍廣泛，產業基礎專利中仍會存在許多與新產品設計無直接相關之資料，必須由專家針對產業基礎專利之「名稱」與「摘要」等資料進行最後的分析判讀。完成產業基礎專利資料過濾後，獲得最終專利家族候選資料，詳如圖 4，將形成一個新的矩陣 $[\delta_{ij}]_{m \times n}$ ， $m < M$ ， $n < N$ 。其中：

$$\delta_{ij} = \begin{cases} 1 & P_j \text{ is affiliated to } C_i \quad i=1,2,\dots,m \\ 0 & \text{Otherwise} \end{cases} \quad j=1,2,\dots,n \quad (2)$$

產業基礎專利完成篩選後，將獲得之專利家族最終候選資料，提供做為專利家族建構建構之基礎。

步驟 5：建構專利家族

主要是透過 Delphion 商業資料庫進行檢索，以專利家族最終候選資料完成專利家族之建構，全面了解產業中市場競爭者對於特定技術之專利佈局情形，建構過程說明如後：

- (1) 計算專利家族候選資料總數量 $\sum_i \sum_j \delta_{ij} = s$ ， $s \geq 1$ 。s 數值的大小取決於決策者的專業判斷。
- (2) 為了有效完整蒐集市場競爭者專利資訊，將專利家族最終候選資料利用 Delphion 商業資料

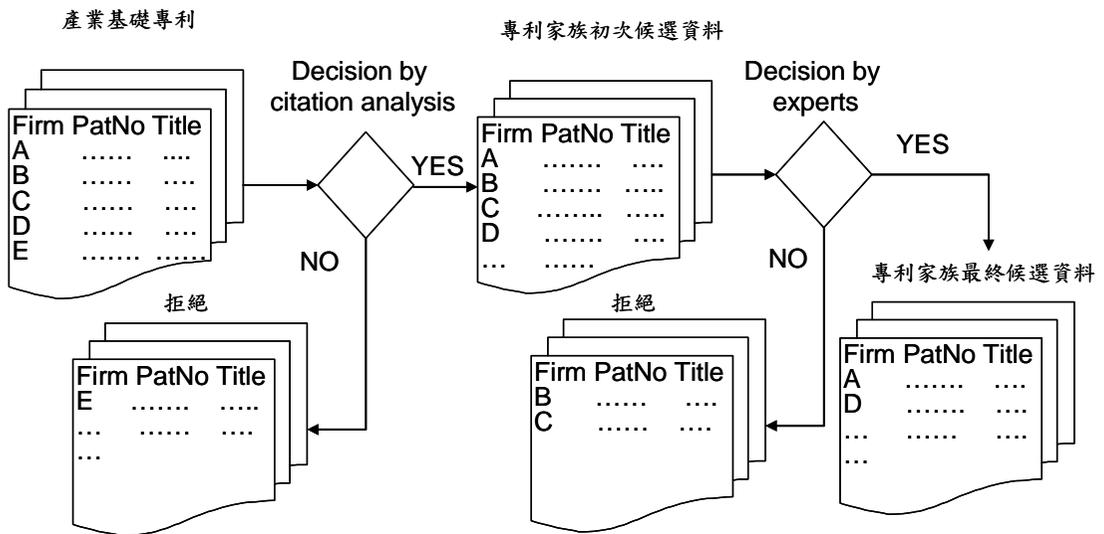


圖 4 專利家族候選資料篩選流程

庫進行分析 (Delphion 的專利家族即是建構在 INPADOC 資料庫之上)，完成建構專利家族資料。將形成

$$\text{專利家族矩陣} [PF_{ij}^c]_{k_c \times l_c}, C=1,2,3,\dots,s \quad (3)$$

接下來，必須由專家針對完成建構之各專利家族中每項專利分別進行專利價值評估及篩選，決定新產品設計之關鍵性專利，評估項目至少應包括「專利申請範圍」及「圖示」等重要專利內容。

3.3 階段 III：選擇關鍵性專利

步驟 6：計算關鍵性專利優先指數 (key patent priority number, $KPPN_{m_c}^c$)

專利家族建構完成後，計算每個專利之關鍵性專利優先指數，評估並且選擇各專利家族中專利優先指數最大者做為代表性專利，即為候選關鍵性專利。

- 關鍵性專利：就是指所有專利家族中最具代表性的專利，也就是 NPD 過程中設計人員必須將專利分析工作聚焦，進行專利迴避設計之最重要專利。

關鍵性專利必須經過關鍵性專利優先指數 $KPPN_{m_c}^c$ 的計算來判定， $KPPN_{m_c}^c$ 計算方式說明如後：

(1) 令 $k_c \times l_c = m_c$ ，關鍵性專利優先指數 = $KPPN_{m_c}^c$ 。

Wartburg *et al.* (2005) 以汽車產業中動力系統控制閥 (機械工程領域) 為研究對象，發展出三項維度指標 (indicator) 14 項指數 (Indices)，做為專利家族中專利價值的評量準則 (Criteria)。由於與本研究之產業與 Wartburg *et al.* (2005) 之研究對象相同，產品技術領域屬性亦極為相近，因此 $KPPN_{m_c}^c$ 的計算，是以專利之技術附加價值 (technological value added, $T_{m_c}^c$)、應用潛力 (application potential, $A_{m_c}^c$) 以及其他 (other, $O_{m_c}^c$) 三項維度指標的數值等級進行運算，並將 $KPPN_{m_c}^c$ 的計算結果做為各專利家族中專利代表性評量篩選的基礎。為了使得專利價值的評量更加彈性化，令權重 $W_A + W_B + W_C = 1$ ，權重 W_A 、 W_B 、 W_C 之數值大小由決策者之專業判斷決定。

$$\begin{aligned} KPPN_{m_c}^c &= f(T_{m_c}^c, A_{m_c}^c, O_{m_c}^c) \\ &= (T_{m_c}^c \times W_A) \times (A_{m_c}^c \times W_B) \times (O_{m_c}^c \times W_C). \end{aligned} \quad (4)$$

(2) $KPPN_{m_c}^c$ 維度定義、指數建立及評估標準：由於與本研究之技術領域屬性與 Wartburg *et al.* (2005) 之研究極為相近，因此亦運用此 14 項指數為基礎，維度定義、指數建立及評估標準說明如後：

- $T_{m_c}^c$ ：是指該專利技術本身的創新價值，評量指數包括：1) 功能性 (functionality)。2) 可變性

(Variability)。

- $A_{m_c}^c$ ：是指該專利技術應用在新產品系統整合製造發展潛力的創新價值，評量指數包括：1) 發展投入程度 (development effort)。2) 安裝空間 (space)。3) 建置投入程度 (construction effort)。4) 資訊完整性 (information)。5) 成本 (cost)。6) 可生產性 (production)。7) 品質可控制程度 (control)。8) 維護投入程度 (maintenance effort)。9) 時間 (time)。
 - $O_{m_c}^c$ ：是指其他的創新價值，評量指數包括：1) 節能效率 (energy efficiency)。2) 安全性 (security)。3) 環保 (environment)。
 - 指數評估標準：運用以下定量標準，將 $KPPN_{m_c}^c$ 以三個維度進行評估。
 - $T_{m_c}^c$ ：1—10。其中，1 代表專利技術本身的創新價值低，即技術產生的功效低，10 代表專利技術本身的創新價值高，即技術產生的功效高。
 - $A_{m_c}^c$ ：1—10。其中，1 代表專利技術的應用價值低，不容易整合於產品子系統並商品化，10 代表專利技術的應用價值高，容易整合在汽車子系統並商品化。
 - $O_{m_c}^c$ ：1—10。1 代表專利技術其他方面的價值低，10 代表專利技術的其他方面的價值高。
- (3) 挑選專利家族中代表性專利。計算各專利家族之關鍵性專利優先指數 $KPPN_{m_c}^c$ ，並選擇各專利家族中最大之關鍵性專利優先指數 $KPPN_{m_c}^c$ 為代表性專利 $(KPPN^c)^*$ ，亦做為候選關鍵性專利 (key patent candidate)。即

$$\text{Select } MAX[KPPN_{m_c}^c] = (KPPN^c)^*, c=1,2,\dots,s \quad (5)$$

各專利家族候選關鍵性專利獲得後，下一階段進行所有候選關鍵性專利之 $KPPN_{m_c}^c$ 比較及評選，獲得關鍵性專利。

步驟 7：陡坡圖 (scree) 檢測

陡坡圖是 Cattell (1966) 提出的一種圖形判斷方法，其原理與主成分分析 (Principal Component Analysis, PCA) 相同，就是對重要變數給予較大的權重，不重要的變數給予較小權重的一種統計方法，因此當圖形中折線呈現平緩的時候，表示其變數權重都差不多，不予以選取。所以可以將各專利家族所有之代表性專利 $(KPPN^c)^*$ ，運用其關鍵性專利優先指數 $KPPN_{m_c}^c$ 之數值繪製成陡坡圖，進行檢測及篩選。另外，為了顯示出專利家族所有之代表性專利 $(KPPN^c)^*$ 分佈情形，將各 $(KPPN^c)^*$ 之指標放入三維座標中，做為決策參考，其關係詳如圖 5。圖 5 顯示當專利家族距離原點越遠，代表其關鍵性專利優先指數越大。

步驟 8：產生關鍵性專利

陡坡圖完成繪製後，運用 80-20% 法則提供決策者參考，進行專利篩選，篩選結果為關鍵性專利，即所有專利家族中之最具代表性之專利，可將此假設為新產品之主要競爭標的，說明如後：

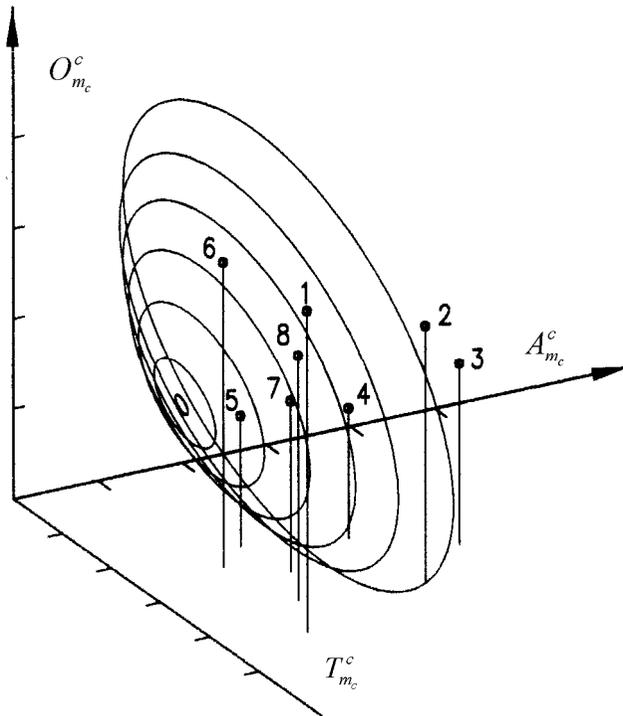


圖 5 專利家族代表性專利之關鍵性專利優先指數分佈圖

(1) 使用陡坡圖並整合 80-20%法則，透過專家訪談篩選代表性專利 $(KPPN^c)^*$ ，決定關鍵性專利之數量，即關鍵值 (critical value) C^* ，

$$1 \leq C^* \leq s。$$

(2) 關鍵值 C^* 決定之後，獲得關鍵性專利 $(KPPN^*)^n$ ， $n=1,2,\dots,C^*$ 。

獲得關鍵性專利後，下階段將以專利引用的分析方法，回溯並取得關鍵性專利之先前技藝，做為新產品迴避設計的主要參考資訊。

3.4 階段IV：關鍵性專利引用

步驟 9：二階專利引用

專利引用主要依據新產品特性，選擇適切的專利資料庫以及引用的方法，決定新產品設計參考資訊的數量，說明如后：

- (1) 為了進一步獲得產品設計相關技術資訊，將關鍵性專利 $(KPPN^*)^n$ 輸入 Delphion 商業資料庫，檢索並獲得專利引用資料。
- (2) 由於一階引用資料所檢索獲得之技術資訊參考性過於薄弱，三階引用資料所檢索之技術資料

又過於偏離新產品設計之技術主題，因此爲了確保專利引用資料的完整性，將專利資料進行二階引用 (Wartburg *et al.*, 2005)，資料涵蓋 EP、US、JP 及 WO 等全球重要專利資料庫，將形成一個新的矩陣，即

$$[\alpha_{ij}^n]_{r_n \times s_n}, \quad n=1,2,\dots,c^*, \quad i=1,2,\dots,r_n, \quad j=1,2,\dots,s_n \quad (6)$$

(3) 爲了獲得較爲完整的專利引用資料，以利後續專利分析工作，可以交互運用 Delphion 及 Aureka 兩個商業資料庫，相互補足個別商業資料庫在專利文件資料收集上的欠缺。

完成關鍵性專利二階專利引用後，將會獲得較爲完整之專利先前技藝資訊，但是其中仍會存在與新產品設計不相關之專利資訊，有待進一步過濾篩選，因此這階段的資訊謂之爲關鍵技術候選專利。

步驟 10：產生關鍵技術候選專利

關鍵技術就是企業進行 NPD 所需的核心技術，也是技術發展的關卡，然而這些關鍵技術往往存在於專利文件內容之中。關鍵性專利完成二階專利引用檢索後，由於資料擴散的因素，會出現部分與新產品設計不相關之專利資料，爲了提升資料過濾的速度，接下來必須先由專家針對專利「名稱」與「摘要」等內容進行分析判讀，完成關鍵技術候選專利之初步過濾，獲得關鍵技術候選專利組合，將形成一個新的矩陣，即

$$[\beta_{ij}^n]_{r_n' \times s_n'}, \quad n=1,2,\dots,c^*, \quad i=1,2,\dots,r_n', \quad j=1,2,\dots,s_n'; \quad r_n' \leq r_n, \quad s_n' \leq s_n \quad (7)$$

獲得關鍵技術候選專利後，由研發部門主管將針對專利之完整內容進行最後階段的篩選，判斷專利之重要性與技術參考價值，獲得關鍵技術專利。

步驟 11：產生關鍵技術專利

關鍵技術專利就是關鍵技術加上優良的專利文件的組合，也是與新產品設計直接相關之專利技術資料。因此，獲得關鍵技術候選專利組合後，接下來必須由專家針對專利「圖示」與「專利申請範圍」等專利全文資料進行分析判讀及篩選，最後獲得研發設計所需之關鍵技術專利組合，將形成一個新的矩陣，即

$$[\gamma_{ij}^n]_{r_n'' \times s_n''}, \quad n=1,2,\dots,c^*, \quad i=1,2,\dots,r_n'', \quad j=1,2,\dots,s_n''; \quad r_n'' \leq r_n', \quad s_n'' \leq s_n' \quad (8)$$

關鍵技術專利產生後，下階段將針對此專利組合進行技術功效分析，透過其圖形分佈情形，瞭解產業中該技術領域發展與佈局全貌，進而發掘出技術功效利基。

3.5 階段 V：技術功效分析

步驟 12：專利技術功效分析

產品設計之主要目的在透過技術的應用提升產品功效，滿足研發需求，因此，這個階段必須針對完成篩選後之關鍵技術專利資料全文，進行技術功效分析。爲了提升專利技術功效分析之效能，可以先透過專利之「名稱」、「摘要」及「圖示」等內容，進行關鍵技術專利分類，專利之技術功效主要出現在「圖示」及「發明結論」之中，接下來分別針對各類專利進行技術功效定義與分析。

- (1) 經由專家判讀關鍵技術專利 σ_i^* ，決定專利技術 j^* 。
- (2) 經由專家判讀關鍵技術專利 σ_i^* ，決定專利功效 l^* 。
- (3) 功效 P_i 及技術 T_j 之間的關係產生技術功效矩陣 $[TP_{ij}]_{j^* \times l^*}$ ，其中：

$$TP_{ij} = \begin{cases} 1 & T_j \text{ is affiliated to } P_i \quad i=1,2,\dots,j^* \\ 0 & \text{Otherwise} \quad j=1,2,\dots,l^* \end{cases} \quad (9)$$

過去研究由於透過不同觀察面向，對於產品功效有許多不同的定義 (Hubka and Eder, 1988; Osteras *et al.*, 2006; Ullman, 1997; Ulrich and Eppinger, 1995; Zeng and Guo, 1999)，以至於對專利分析結果的意涵混淆不清，造成設計人員之間莫衷一是，以及細部設計階段之工程矛盾解決不易的情形發生，例如要提高材料表面硬度，卻造成產品容易脆裂，不利加工製造的矛盾。因此，本研究主張透過 TRIZ 理論對專利內容之技術功效予以明確定義。

步驟 13：使用 TRIZ 功能參數進行轉換

由於 TRIZ 是源自專利分析的結晶 (以機械設計領域爲主要發展背景)。爲了強化研發設計人員之間的共識，運用 TRIZ 理論定義明確之 39 個功能參數，透過研發團隊專家群體決策的方式，將專利分析之功效與 TRIZ 功能參數相互對照，進行 TRIZ 功能參數之標準化轉換，轉換方式可以區分爲 1)直接轉換：即兩者同義。2)間接轉換：取兩者意義相近者。3)合併轉換：運用兩個以上 TRIZ 功能參數進行功效轉換。透過以上轉換方式，針對「步驟 12」關鍵技術專利分析之結果，明確定義其技術功效，建構以 TRIZ 爲基礎之技術功效地圖，提供較爲清晰完整的新產品設計資訊，同時做爲細部設計階段解決工程矛盾之創意來源。

步驟 14：建構技術功效地圖

爲了快速有效獲得技術功效利基，支援產品設計工作，將完成 TRIZ 爲基礎的技術功效矩陣繪製成分佈圖型，以視覺化的方式呈現該產業專利技術功效佈局，提供研發決策運用。本階段將透過研發部門主管及產品設計工程師之專家訪談及群體決策，針對技術功效地圖分佈情形，共同分析研討新產品技術開發之難易程度，以利技術挖洞。透過對專利地圖的分析，不僅可以整體了解新產品設計相關專利技術功效之佈局情形，以及市場競爭者之技術強度，同時評估研

發部門可用資源及優勢，進而確認公司在該技術領域之利基，尋找專利技術功效之最佳切入點，進行新產品專利迴避設計，並權衡市場發展，著手專利佈局規劃。

4. PFCA 模式說明與實例驗證

A 廠商正準備針對特種車 (8×8) 新市場進行 NPD，由於該市場未曾使用過類似特種車 (8×8) 產品，經產業分析新市場具有相當大之發展潛力，其中承載系統不僅是該企業主要核心技術，也是新產品滿足新市場需求的關鍵技術。特種車 (8×8) 之市場結構分佈全球，專利資料亦涵蓋歐洲 (European, EP)、美國 (Unite State, US)、日本 (Japan, JP) 及世界組織 (World, WO) 等全球重要專利資料庫。顧客需求經調查分析確定後，本研究運用 PFCA 模式導入特種車 (8×8) 承載系統之新產品設計，各階段說明如後：

4.1 階段 I：產業分析及專利檢索策略

步驟 1：產業分析及專家訪談

透過專家訪談及運用產業商情資料庫，輸入“armored vehicle”及“wheeled armored vehicle”等關鍵字，檢索產業競爭情報，並且進入該競爭廠商之官方網站，交互查證資料的正確性。經分析該產業結構主要可區分為零件製造、系統製造以及全車系統整合生產三類，經統計全球從事特種車 (8×8) 全車系統整合生產之主要廠商共計有瑞士“Mowag Motorwagenfabrik AG”等 25 家。市場結構分佈全球各地，其中又以歐美市場需求量最大，而且特種車 (8×8) 市場有逐年成長之趨勢，雖然亞洲市場占有率偏低，卻有相當高的使用需求，非常具有 NPD 之強大潛力。產品技術結構分析顯示，主要由於各市場使用路面條件及車輛荷重需求之差異，承載系統設計是決定新產品進入新市場與市場適應性之關鍵技術，就技術發展演進分析，可控制之液氣式 (hydropneumatic) 承載系統為目前主流技術。

為了能夠提高專利定性分析之效度，本研究擬先選取適當的受訪專家，以會議、面談、電話及 e-mail 等方式請專家們提供寶貴意見，建立後續專利文件之篩選依據與定性分析工作。本研究選取的專家統計詳如表 1，說明如後：

- (1) 專利分析專家：涵蓋研發部門各階層，負責專利內容分析與評選，包括該企業特種車研發部門相關技術領域產品設計工程師 3 位 (均為機械工程碩士，資深產品設計工程師 1 位相關工作經驗 10 年以上；另兩位相關工作經驗 3 年以上)。研發部門主管 1 位 (機械工程碩士，相關工作經驗 20 年以上)。企業高層主管 1 位 (機械工程博士，相關工作經驗 25 年)。
- (2) 專利檢索專家：負責專利資料檢索、過濾、內容下載及分析，包括專利工程師 2 位 (分別為機械工程及管理碩士學歷，相關工作經驗 10 年以上)，專利部門主管 1 位 (化學工程博士，相關工作經驗 30 年以上)。

表 1 特種車 (8×8) 承載系統專家訪談及專利檢索專家統計表

編號	單位	級職	姓名	年資	學歷	主要工作內容
1	某企業研發部門	產品設計工程師	陳○○	3年	機械碩士	「專利名稱」、「摘要」及「技術功效」分析
2	某企業研發部門	產品設計工程師	王○○	3年	機械碩士	「專利名稱」、「摘要」及「技術功效」分析
3	某企業研發部門	產品設計工程師	黃○○	10年	機械碩士	「專利名稱」、「摘要」及「技術功效」分析
4	某企業研發部門	經理	嚴○○	20年	機械碩士	「專利申請範圍」、「圖示」及「發明結論」分析
5	某企業管理部門	副總經理	武○○	25年	機械博士	關鍵性專利最後決策
6	某企業智財部門	專利工程師	蘇○○	10年	管理碩士	Delphion 專利資料庫檢索
7	某企業智財部門	專利工程師	劉○○	10年	機械碩士	Aureka 專利資料庫檢索
8	某企業智財部門	經理	陳○○	30年	化工博士	判定專利資料庫檢索條件及檢索結果分析確認

步驟 2：專利檢索策略

(1) 確認技術關鍵字：

經分析產業狀況及專家訪談，了解承載系統技術結構、演進與分類，確認特種車 (8×8) 承載系統設計之重要關鍵技術區分：1) 作動方式 (actuating method)。2) 控制方式 (controlling method)。3) 結構形式 (structure form)。三類，確認各類技術關鍵字彙整如後：

- 1) actuating method：mechanical spring、fluid spring、hydraulic dampers、hydropneumatic suspension、mechanical brakes、hydraulic brakes、pneumatic brakes、compound brakes、electric brake、air-over-hydraulic brakes。
- 2) controlling method：automatic control devices、sensors、control uUnits。
- 3) structure form：suspension arms、axle supports、stabilizer bars、mounting bushings、stoppers。

(2) 確認專利分類系統及號碼：

由於特種車 (8×8) 產業及市場結構遍佈全球各地，爲了研究之便利性，因此選擇 WIPO 制定的 IPC 分類碼進行專利檢索。運用 EPO 資料庫以關鍵字進行檢索及交叉比對，經專家確認承載系統重要專利分類計有 IPC 分類號碼：B01D 53/047，B01D 53/053，B60B 1/，B60B 11/，B60B 21/，B60B 23/，B60B 25/，B60B 27/，B60B 3/，B60B 5/，B60B 7/，B60B 9/，B60G，B60Q 1/44，B60T 13/，B60T 15/，B60T 17/，B60T 7/，B60T 8/，B60W 40/12，F15B 21/，F16F，F16N 7/，同時以瑞士 “Mowag Motorwagenfabrik AG” 等 25 家市場競爭者與 IPC 分類碼做爲檢索之條件設定，即以兩者專利交集做爲檢索策略，並且使用 Delphion 商業專利資料庫進行檢索，檢索結果之所有專利確認為研究樣本，亦即產業基礎專利。

4.2 階段 II：選擇產業基礎專利及建構專利家族

步驟 3：產業基礎專利

專利檢索結果顯示，特種車 (8×8) 承載系統產業基礎專利有專利號碼 AT192386E 等 162 筆，統計詳如表 2。其中擁有產業基礎專利數量之前五家公司分別落於歐洲、美洲及亞洲三地，說明該技術分佈區域相當廣泛。但資料亦顯示原有 25 家生產廠商中僅有 16 家具有承載系統之專利，表示其他 9 家廠商並未擁有該項核心技術，極有可能透過外購或其他方式獲得，再整合至產品系統中。經分析，產業基礎專利矩陣如後： $[\varepsilon_{ij}]_{M \times N}$ ， $M=16$ ， $N=46$ 。

步驟 4：專利家族候選資料

首先由產品設計工程師以「專利引用數」、「專利名稱」及「摘要」等條件，自 162 筆產業基礎專利中進行篩選，並經研發部門主管確認，產生具研發設計參考價值之特種車(8×8)承載系統專利家族候選資料計 EP1493985A1、EP1547891B1、EP1657470A1、CA2423222AA、EP1676765A2、CN1796199A、EP1757472A1、US3941061、EP351277B1、US5957046、US6017023、US6036201、DE59809649C0、US6497262、US6662702、EP1222411B1、DE102004011113A1、EP1577580A2、EP1493942A1、FR2720448A1、EP1786639A1、EP908346A1、US6848692、US7273117。等 24 筆。經分析，專利家族候選資料矩陣如後：

表 2 承載系統產業基礎專利統計表

項次	專利所有人 (Assignee)	專利數量	地區
1	Giat Industries	46	France
2	Mowag Motorwagenfabrik AG	27	Switzerland
3	Komatsu	26	Japan
4	Doosan	18	South Korea
5	General Dynamics Land Systems	14	Canada
6	Krauss	8	Germany
7	Steyr Daimler Puch	7	Australia
8	Reunert Mechanical Systems Limited	5	France
9	Samsung Techwin	3	South Korea
10	Recherche Et	2	Europe
11	Magna Steyr	1	Austria
12	Nextersystems	1	France
13	Patria Vammas OY	1	Finland
14	Singapore Technologies	1	Singapore
15	Volkswagen AG	1	Germany
16	Wegmann & Co.	1	Germany

$$[\delta_{ij}]_{m \times n}, m=8, n=7。$$

由以上分析之資料顯示，其中有部分公司同時擁有多筆專利家族候選資料。

步驟 5：建構專利家族

承載系統專利家族候選資料 24 筆，透過 Delphion 商業專利資料庫所聯結之 INPADOC 資料庫完成建構專利家族，分析獲得專利家族資料 $\sum_i \sum_j \delta_{ij} = s$ ， $s=179$ 筆。經分析，專利家族

$$[PF_{ij}^c]_{k_c \times l_c}, k_c = 24, l_c = 16。$$

接下來，針對 24 個專利家族、179 筆專利資料逐步進行關鍵性專利評選。

4.3 第三階段：選擇關鍵性專利

步驟 6：計算關鍵性專利優先指數

透過專家分析特種車(8×8)承載系統各專利家族資料，計算其專利優先指數 $KPPN_{m_c}^c$ 如后：

$$[KPPN_{(1)}^c] = \{ 45, 36, 32, 18, 6, 8, 12, 30, 9, 24, 12, 48, 8, 6, 18, 8 \}$$

$$[KPPN_{(2)}^c] = \{ 72, 45, 9, 60, 8, 18, 8, 24, 90, 9, 36, 27, 9, 1, 6, 8 \}$$

$$[KPPN_{(3)}^c] = \{ 150, 240, 64, 80, 49, 180, 336, 56, 12, 72, 8, 90, 9, 81 \}$$

$$[KPPN_{(4)}^c] = \{ 56, 280, 95, 310, 350, 580, 81, 648, 450, 90, 125, 210, 49 \}$$

$$[KPPN_{(5)}^c] = \{ 285, 240, 160, 480, 576, 250, 380, 420, 280, 125, 81, 25 \}$$

$$[KPPN_{(6)}^c] = \{ 60, 64, 28, 48, 20, 48, 8, 36, 35, 72, 48 \}$$

$$[KPPN_{(7)}^c] = \{ 81, 240, 125, 312, 120, 78, 81, 72, 95, 16 \}$$

$$[KPPN_{(8)}^c] = \{ 150, 240, 9, 8, 21, 68, 300, 120, 15, 49 \}$$

$$[KPPN_{(9)}^c] = \{ 10, 64, 8, 72, 35, 12, 8, 52, 21 \}$$

$$[KPPN_{(10)}^c] = \{ 90, 60, 49, 8, 36, 18, 10, 60 \}$$

$$[KPPN_{(11)}^c] = \{ 15, 75, 54, 48, 9, 16, 18 \}$$

$$[KPPN_{(12)}^c] = \{ 28, 42, 45, 18, 48, 60 \}$$

$$[KPPN_{(13)}^c] = \{ 8, 8, 5, 18, 16, 8 \}$$

$$[KPPN_{(14)}^c] = \{ 285, 480, 250, 512, 360 \}$$

$$[KPPN_{(15)}^c] = \{ 8, 36, 45, 27, 18 \}$$

$$[KPPN_{(16)}^c] = \{ 30, 24, 2, 9, 18 \}$$

$$[KPPN_{(17)}^c] = \{ 120, 81, 196, 108 \}$$

$$[KPPN_{(18)}^c] = \{ 30, 16, 9, 18 \}$$

$$[KPPN_{(19)}^c] = \{ 2, 18, 16, 8 \}$$

$$[KPPN_{(20)}^c] = \{ 6, 15, 24, 8 \}$$

$$[KPPN_{(21)}^c] = \{ 95, 116, 126 \}$$

$$[KPPN_{(22)}^c] = \{ 8, 6, 8 \}$$

$$[KPPN_{(23)}^c] = \{ 105, 120, 324 \}$$

$$[KPPN_{(24)}^c] = \{ 196, 124 \}$$

針對各專利家族之專利優先指數分別進行專利價值評選，評選後獲得 24 個候選關鍵性專利如後：

$$(KPPN^c)^* = \{ 648, 576, 512, 336, 324, 312, 300, 196, 196, 126, 90, 90, 75, 72, 72, 60, 48, 45, 30, 30, 24, 18, 18, 8 \}$$

步驟 7：陡坡圖檢測

將步驟 6 中特種車(8×8)承載系統各專利家族 $KPPN_{m_c}^c$ 所獲得的結果製作成陡坡圖，詳如圖 6。由圖 6 顯示，當 $KPPN_{m_c}^c \leq 100$ 時，圖形線條開始出現平緩的趨勢，可以直接判斷該專利不予以選取，因此初步評選計有 US6017023 等 10 個專利對於迴避設計為較具價值者。

步驟 8：產生關鍵性專利

- (1) 以 80-20%法則及專家訪談，進一步篩選代表性專利 $(KPPN^c)^*$ ，從陡坡圖決定關鍵性專利之數量，即關鍵值 $C^* = 3$ 。
- (2) 關鍵值 C^* 決定後，獲得關鍵性專利 $(KPPN^*)^n$ ， $n=1,2,3$ 。

$$(KPPN^*)^n = \{ 648, 576, 512 \}。$$

專利優先指數

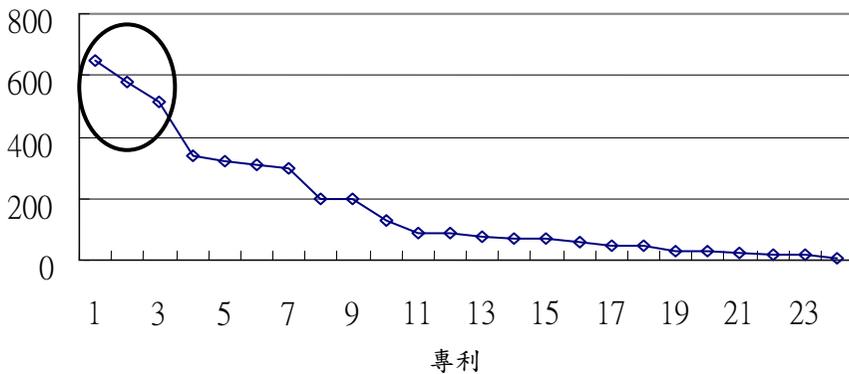


圖 6 承載系統關鍵性專利陡坡圖

承載系統關鍵性專利 3 筆分別為 US6017023、US6036201 及 US2003196433A1，即新產品設計之假設競爭標的之專利，資料顯示都是近幾年所發展的主流技術，其中 US6017023 及 US6036201 分別為歐、美公司所擁有，不僅是市場主要競爭者，其產品也是目前特種車(8×8)市場之主流產品；另外，由於日本 Komatsu 公司最近並沒有推出新產品，專利申請目的並不在實踐此項技術，因此推論 US2003196433A1 為日本 Komatsu 公司企圖透過專利佈局授權獲利，或是降低競爭對手優勢、限制對手而發展之專利技術。承載系統專利家族篩選後之關鍵性專利及相關代表性專利統計詳如表 3。由表 3 顯示，「關鍵性專利」中有兩筆專利家族規模之數量大小分別位居第 4 及 5 位，另有一筆則落於第 14 位，因此由以上資料分析得知，專利家族規模大小雖然可以做為專利重要性的參考，但是並非影響研發單位需求決策之唯一因素，最終決策仍必須視專家針對專利內容對產品設計之影響，實施定性分析之評鑑結果而判定。完成「專利聚焦」後，下一階段將運用 3 筆關鍵性專利資料進行專利引用分析，進一步追溯、獲得支持這 3 筆關鍵性專利發展的先前技藝資訊，並且分析專利技術功效佈局情形，提供新產品設計參考。

4.4 階段IV：關鍵性專利引用

步驟 9：二階專利引用

此階段將關鍵性專利進行二階專利引用擴大搜索先前技藝，其中運用 Delphion 資料庫檢索挑選出 507 筆專利，惟 Delphion 資料庫僅收錄其中 424 筆專利全文；因此，運用 Aureka 資料庫交互比對再獲得 47 筆專利全文，共計 471 筆專利資料可供分析， $r_n=78$ ， $s_n=9$ 。另外，其中有 36 筆未收錄全文之專利資料，經過專家分析專利資料之「公告時間」、「專利名稱」與「摘要」等內容，分析結果顯示均屬於早期落後技術，產品已經汰除，或者技術內容與研究對象不符，因此都不具有新產品設計之技術參考的價值，即並不影響下階段資料分析之結果，最後依專家意見決定予以刪除。

步驟 10：產生基礎技術候選專利

為提升專利資料篩選的速度，由產品設計工程師運用關鍵字 (hydropneumatic、height adjustment、automatic、parallelogram)，針對 471 筆專利資料之「專利名稱」與「摘要」進行初步篩選，由決策者以專業判斷挑選出 60 筆具研發設計參考價值之基礎技術候選專利， $r'_n=32$ ， $s'_n=7$ 。

步驟 11：產生基礎技術專利

接下來，經由研發部門主管針對 60 筆基礎技術候選專利之「圖示」、「專利申請範圍」等重要專利資料全文進行評選，由決策者以專業判斷最後評選出 US3778081 等 17 筆專利， $r''_n=14$ ， $s''_n=4$ ，為特種車 (8×8) 承載系統產品設計過程中最具參考價值之專利，亦即與 3 筆競爭標的專利設計相關之重要先前技藝。

表 3 承載系統專利家族篩選後之關鍵性專利統計表

項次	專利號碼	家族數	代表性專利	專利所有/申請人 (Assignee/Applicant Name)	重要程度
1	US6662702	16	US6662702	GIAT Industries	
2	EP1222411B1	15	US6854358	Magna Steyr Powertrain AG & Co KG	
3	US6848692	14	US6848692B1	Mowag Motorwagenfabrik AG	◎
4	US6017023	13	US6017023	Mowag Motorwagenfabrik AG	☆
5	US6036201	12	US6036201	General Dynamics Land Systems, Inc.	☆
6	US3941061	11	US3941061	Wegmann & Co.	
7	DE59809649C0	10	US6400135B1	Steyr-Daimler-Puch Spezialfahrzeug AG & Co.KG/Volkswagen AG	◎
8	US6497262	10	US6497262B1	Steyr-Daimler-Puch Spezialfahrzeug AG & Co.KG/Volkswagen AG	◎
9	EP351277B1	9	US4957033	GIAT Industries	
10	EP1547891B1	8	EP1547891B1	GIAT Industries	
11	EP1493985A1	7	EP1493985A1	GIAT Industries	
12	US5957046	6	US5957046	Komatsu Ltd./ Komatsu Industries Corporation	
13	EP908346A1	6	EP908346A1	GIAT Industries	
14	CA2423222AA	5	US2003196433A1	Komatsu Mining Germany GmbH	☆
15	EP1757472A1	5	US2007044881A1	Steyr-Daimler-Puch Spezialfahrzeug GmbH	
16	DE102004011113A1	5	US7097021	Komatsu Forklift Co., Ltd./Komatsu Ltd.	
17	EP1657470A1	4	EP1657470A1	Krauss-Maffei Wegmann GmbH & Co. KG	△
18	EP1676765A2	4	US2006137345A1	Doosan Infracore Co., Ltd.	
19	CN1796199A	4	US2006157028A1	Doosan Infracore Co., Ltd	
20	EP1786639A1	4	EP1786639A1	Krauss-Maffei Wegmann GmbH & Co. KG	
21	EP1577580A2	3	EP1577580A2	Krauss-Maffei Wegmann GmbH & Co. KG	△
22	EP1493942A1	3	EP1493942A1	GIAT Industries	
23	US7273117	3	US2005/0051990A1	General Dynamics Land Systems, Inc.	◎
24	FR2720448A1	2	FR2720448A1	GIAT Industries	△

符號說明：極重要（☆），重要（◎），普通重要（△）

4.5 階段 V：技術功效分析

步驟 12：專利技術功效分析

將完成評選之 17 篇專利進行技術功效分析。由專家分析判斷並將技術彙整分類計「作動方式」、「控制方式」及「結構形式」等三類 8 項，詳如表 4， $j^* = 8$ 。資料顯示涵蓋承載系統之主要技術領域組成及範疇，關鍵性技術則涉及跨技術領域；為了解專利技術發展演進的情形，彙

表 4 承載系統技術分類表

技術分類	主題描述	技術分類代碼
1	作動方式(actuating method)	T1
1.1	液氣壓式(hydropneumatic)	T11
1.2	液壓式(hydraulic)	T12
1.3	氣壓式(pneumatic)	T13
2	控制方式(controlling method)	T2
2.1	信號處理(signal control)	T21
2.2	偵測感測(detect & sensor)	T22
2.3	閥體迴路(valve & circuit)	T23
3	結構形式(structure form)	T3
3.1	上下控制臂(upper and lower control arm)	T31
3.2	桿端軸承(ball joint)	T32

整 17 篇基礎技術專利技術分佈與年代發展詳如表 5，資料顯示部份專利同時涵蓋多項技術分類範疇。另外，由專家自專利「圖示」及「發明結論」等資訊分析，將專利技術所產生之功效彙整分類計有「F1 成本低」等 12 項，分別賦予功效分類編號詳如表 6，即 $l^* = 12$ 。

經專家分析、群體決策並對映 TRIZ 參數表，可以區分三種類型進行轉換。當專利分析所定義之功效與 TRIZ 參數表相同，直接轉換為 TRIZ 參數，例如 F10 轉換為 TRIZ 參數表 No.38；當專利分析所定義之功效與 TRIZ 參數表不同，必須藉由群體決策，透過討論取得共識後進行間接轉換，例如 F4 轉換為 TRIZ 參數表 No.13，或以兩個參數合併轉換，例如 F12 轉換為 TRIZ 參數表 No.33、37。

步驟 13：使用 TRIZ 功能參數進行轉換

彙整基礎技術專利功效分類計有「No.32 可製造性」等 12 項，參數轉換詳如表 6。接下來，針對 17 篇專利逐一分析其技術功效，並將結果完成統計彙整，技術功效矩陣分析詳如表 7。完成 TRIZ 功能參數轉換及技術功效矩陣建構後，運用 TRIZ 理論中的矛盾矩陣表 (Altshuller's table of contradictions) 及 40 個創新法則 (the 40 principles)，解決產品細部設計階段之工程技術矛盾，例如要滿足承載系統控制方式中信號處理 (T21) 之研發需求，且同時解決表 7 所顯示之 TRIZ 功能參數中「No.3 移動物體的長度」以及「No.13 物體穩定性」的工程矛盾，經對照矛盾矩陣表中發現，可以選用 40 個創新法則之 No.1 分割 (segmentation)、No.8 平衡動力 (counterweight)、No.15 動態化 (dynamics) 及 No.34 丟棄與回收 (discarding and recovering) 等創意方式來解決。當選擇運用 No.1 分割的法則，可以藉由「增加物體分割的程度」的方法，進而產生設計「多段式迴路訊號控制」之解決方案，同時提升「F5 調整高度」與「F4 系統穩定度」兩項功效，滿足研發需求。

表 5 承載系統研發設計基礎技術專利統計表

代碼	技術分類	專利號碼 (年份)
T11	液氣壓式	US4591185 (1986)、US4593920 (1986)、US5586781 (1996)
T12	液壓式	US3778081 (1973)、US4723640 (1988)、US5013061 (1991)、US5076606 (1991)、US5181696 (1993)、US5619413 (1997)、US6182979B1 (2001)、US6293562B1 (2001)
T13	氣壓式	US4266790 (1981)、US4354693 (1982)、US4518169 (1985)、US4685689 (1987)、US4971360 (1990)、US6293562B1 (2001)、US6416061B1 (2002)
T21	信號處理	US3778081 (1973)、US4266790 (1981)、US4354693 (1982)、US4518169 (1985)、US4591185 (1986)、US4593920 (1986)、US4685689 (1987)、US4971360 (1990)、US5013061 (1991)、US5076606 (1991)、US5586781 (1996)、US5619413 (1997)、US6293562B1 (2001)、US6416061B1 (2002)
T22	偵測感測	US3778081 (1973)、US4266790 (1981)、US4354693 (1982)、US4518169 (1985)、US4591185 (1986)、US4593920 (1986)、US4685689 (1987)、US4971360 (1990)、US5013061 (1991)、US5076606 (1991)、US5619413 (1997)、US6182979B1 (2001)、US6293562B1 (2001)
T23	閥體迴路	US3778081 (1973)、US4266790 (1981)、US4354693 (1982)、US4518169 (1985)、US4591185 (1986)、US4593920 (1986)、US4723640 (1988)、US4971360 (1990)、US5013061 (1991)、US5076606 (1991)、US5181696 (1993)、US5586781 (1996)、US5619413 (1997)、US6416061B1 (2002)
T31	上下控制臂	US6182979B1 (2001)
T32	桿端軸承	US6182979B1 (2001)

表 6 承載系統功效分類表

功效分類代碼	主題描述	TRIZ 工程參數
F1	成本低 (inexpensive)	No.32 可製造性 (ease of manufacture)
F2	行駛穩定性 (in a minimum of lateral movement)	No.13 物體穩定性 (stability of object's composition)
F3	舒適性 (improved cushioning)	No.31 有害的副作用 (object-generated harmful factors)
F4	系統穩定度 (with a limit stop for the bottom surface of the sensor)	No.13 物體穩定性 (stability of object's composition)
F5	調整高度 (rise travel)	No.3 移動物體的長度 (length of moving object)
F6	修正作用 (helpful adjustable track tension)	No.13 物體穩定性 (stability of object's composition)
F7	獨立操控性 (the distance can be altered independently for the front, rear, and sides of the vehicle)	No.37 控制複雜性 (difficulty of detecting and measuring)
F8	車身安全性 (ensure safety)	No.14 強度 (strength)
F9	適應性 (a fully interchangeable suspension assembly)	No.35 適應性 (adaptability or versatility)
F10	自動化程度 (automatic control)	No.38 自動化程度 (extent of automation)
F11	結構簡單 (repair-friendly)	No.36 設備複雜性 (device complexity)
F12	控制彈性化 (continuously variable adjustable vehicle ground clearance and variable wheel-track width respectively)	No.37 控制複雜性 (difficulty of detecting and measuring) No.33 使用方便性 (ease of operation)

表 7 承載系統專利技術功效矩陣分析表

功效	技術	作動方式			控制方式			結構形式	
		液氣壓式	液壓式	氣壓式	信號處理	偵測感測	閥體迴路	上下控制臂	桿端軸承
		T11	T12	T13	T21	T22	T23	T31	T32
32 可製造性	F1	1			1		1		
13 物體穩定性	F2		1		2	2	2	1	1
31 有害的副作用	F3		1		1	1	1		
13 物體穩定性	F4				2	2	1		
3 移動物體的長度	F5	3	6	6	14	11	12		
13 物體穩定性	F6				3	3	3		
37 控制複雜性	F7	2			2	2			
14 強度	F8				2	2	1		
35 適應性	F9		1				1		
38 自動化程度	F10		1		2	3			
36 設備複雜性	F11							1	1
37 控制複雜性	F12						1		
33 使用方便性									

步驟 14：建構技術功效地圖

最後，將專利技術功效矩陣轉換為專利技術功效地圖詳如圖 7。由圖 7 得知該產業相關專利技術功效佈局之全貌，目前承載系統技術發展主要集中在「控制方式」與「作動方式」兩類，功效則集中在提升「No.3：移動物體的長度」(高度調整)。「控制方式」及「作動方式」兩項技術分別分佈於歐、美、日等主要市場競爭者，其中又以日本廠商發展「控制方式」技術強度最高，「作動方式」技術日本廠商雖有發展，但數量並不多，技術強度較弱。「結構形式」技術是由韓國廠商所發展，數量最少，由於每種產品之構型本來就不相同，因此不具佈局之價值。由技術功效地圖顯示，雖然技術功效集中於「控制方式」與「No.3：移動物體的長度」(高度調整)之交集，但是經專家訪談結果發現，該區域卻是新產品最容易進行迴避設計，也是從事車輛承載系統發展必須建立的核心技術，因此產生技術密集、競爭激烈的現象，也是企業從事 NPD 過程必須直接面對，致力於技術挖洞、專利佈局規劃的重點。

5. 結論

由以上案例實證得知，本研究提出之 PFCA 模式，整合專利家族分析及專利引用分析兩種方法，各階段均具體說明專利分析之步驟及重點，確實能夠循序漸進，化繁為簡，有系統地萃取專利情報，評選獲得產品設計過程所需要的關鍵性專利，進行迴避設計，並運用適切的專利先前技藝，將專利技術功效分析的結果緊密連結 TRIZ，植入 IPDP 模式中，建構完整的專利技術功效地圖，分析專利佈局，獲得技術功效利基。以本研究與 Chen and Chen (2007) 所提供之實

功效 \ 技術		作動方式			控制方式			結構型式	
		液氣壓式	液壓式	氣壓式	信號處理	偵測感測	閥體迴路	上下控制臂	桿端軸承
		T11	T12	T13	T21	T22	T23	T32	T33
32 可製造性	F1	1 ●			1 ●		1 ●		
13 物體穩定性	F2		1 ●		2 ●	2 ●	2 ●	1 ●	1 ●
31 有害的副作用	F3		1 ●		2 ●	2 ●	2 ●		
13 物體穩定性	F4				2 ●	2 ●	1 ●		
3 移動物體的長度	F5	3 ●	6 ●	6 ●	14 ●	11 ●	12 ●		
13 物體穩定性	F6				3 ●	3 ●	3 ●		
37 控制複雜性	F7	2 ●			2 ●	2 ●			
14 強度	F8				2 ●	2 ●	1 ●		
35 適應性	F9		1 ●				1 ●		
38 自動化程度	F10		1 ●		2 ●	3 ●			
36 設備複雜性	F11						1 ●	1 ●	
37 控制複雜性 33 使用方便性	F12						1 ●		

圖 7 承載系統專利技術功效地圖

證案例相比較，其投入11位不易獲得之人力，本研究則以較容易獲得且精簡的8位人力，即完成產品特性相對較為複雜的專利分析工作，人力運用相對較為效能；其次，該研究僅針對台灣單一專利資料庫進行搜尋，本研究搜尋資料庫的範圍遍及全世界80個國家以上，搜尋成果亦較全面且精確；另外，該研究係逐筆下載專利文件進行分析，本研究透過Delphion商業資料庫快速檢索專利資訊的功能，先行完成整批次專利名稱及摘要等基本資料過濾，進而下載專利全文，區分不同階段逐步進行有系統之分析，雖然增加若干成本，惟確實可以大幅節省專利資料分析的時間。是故，本研究建構之模式確實可以較為有效獲得產品設計所需的專利資訊。

研究發現說明如後：(1)專利資訊雖然是產品研發設計的重要資源，但是必須兼顧定性與定量的分析，才能夠迅速提供正確完整的技術功效資訊，協助新產品設計。(2)以專利家族分析進

行「專利聚焦」，主要在消除雜訊效應 (noise effect)，迅速獲得關鍵性專利，但是如果沒有透過專家進行系統化的定性分析過濾，仍然會有不必要的專利存在。例如PFCA第IV階段透過專利引用「全面檢索」的過程，專家以關鍵字針對「專利名稱」與「摘要」進行資料過濾時，仍發現存在「重型機車」承載系統的專利 (US04568101)，與研究標的不相符，予以刪除。(3)機械工程領域專利之核心價值，經常展現於專利文件之「圖示」中，當進行專利技術功效分析，如果只是針對「專利名稱」及「摘要」內容，資訊揭露程度將會顯得嚴重不足，因此必須合併加入「圖示」，甚至合併「專利申請範圍」及「發明結論」等重要內容，透過交互對照分析，資訊才會趨近完整；同時，產品功效定義必須透過研發團隊合作的方式進行，比較容易產生共識，以利新產品細部設計。(4)由於研究結果以TRIZ明確定義產品功效，未來可以結合運用TRIZ矛盾功能矩陣表 (圖)，以40個創新法則解決產品細部設計階段可能發生之工程技術矛盾，或將技術矛盾轉換為物理矛盾 (physical contradictions)，以分隔原則協助專利設計迴避設計或佈局。

雖然本研究提出的分析模式在實務上具體可行，但在執行面仍有一些限制：(1)假設新產品顧客需求已確認，並有效轉換為工程技術需求之情況下，進行專利分析。(2)語言文字上的限制。分析文件以英文版本為主，當專利文件內容出現日本、德國等其他國家文字版本，且無法獲得正確之翻譯資料時，未納入分析。(3)預算成本上的限制。商業資料庫雖使用方便，但是由於成本費用較高，當同步進行不同專業之跨領域研究，資料下載之規模需求增加時，研究預算將隨之提高。(4)時間上的限制。無法具體完成新產品細部設計及進行開發 (development and production)。

參考文獻

- 翁順裕，賴奎魁，陳孟棋，「將專利組合鑲嵌至技術規劃中」，管理與系統，第十五卷第二期，民國 97 年，323-354 頁。
- Akao, Y. and Mazur, G. H., "The Leading Edge in QFD: Past, Present and Future," *International Journal of Quality & Reliability Management*, Vol. 20, No. 1, 2003, pp. 20-35.
- Altshuller, G. S., *Creativity as an Exact Science: the Theory of Inventive Problem Solving*, New York: Gordon and Breach, 1988.
- Bajaj, A., Kekre, S., and Srinivasan, K., "Managing NPD: Cost and Schedule Performance in Design and Manufacturing," *Management Science*, Vol. 50, No. 4, 2004, pp. 527-536.
- Berkowitz, L., "Getting the Most from Your Patents," *Research Technology Management*, Vol. 36, No. 2, 1993, pp. 26-31.

- Breitzman, A. F. and Mogee, M. E., "The Many Applications of Patent Analysis," *Journal of Information Science*, Vol. 28, No. 3, 2002, pp. 187-205.
- Cattell, R. B., "The Scree Test for the Number of Factors," *Multivariate Behavioral Research*, Vol. 1, No. 1, 1966, pp. 245-276
- Chakrabarti, A. K., "Industry Characteristics Influencing the Technical Output: A Case of Small and Medium Size Firms in the US," *R&D Management*, Vol. 21, No. 2, 1991, pp. 139-152.
- Chen, A. and Chen, R., "Design Patent Map: an Innovative Measure for Corporate Design Strategies," *Engineering Management Journal*, Vol. 19, No. 3, 2007, pp. 14-29.
- Cooper, R. G., *Winning at New Products: Accelerating the Process from Idea to Launch*, 3rd ed., New York: Perseus, 2001.
- Ernst, H., "Patent Information for Strategic Technology Management," *World Patent Information*, Vol. 25, No. 3, 2003, pp. 233-242.
- Ernst, H., Fabry, B., and Soll, J. H., "Enhancing Market-oriented R&D Planning by Integrated Market and Patent Portfolios," *Journal of Business Chemistry*, Vol. 1, No. 1, 2004, pp. 2-13.
- Griliches, Z., "Patent Statistics as Economic Indicators: A Survey," *Journal of Economic Literature*, Vol. 28, No. 4, 1990, pp. 1661-1707.
- Grupp, H. and Schmoch, U., "Patent Statistics in The Age of Globalization: New Legal Procedures, New Analytical Methods, New Economic Interpretation," *Research Policy*, Vol. 28, No. 4, 1999, pp. 377-396.
- Hall, B. H., Jaffe, A., and Trajtenberg, M., "Market Value and Patent Citation," *The Rand Journal of Economics*, Vol. 36, No. 1, 2005, pp. 16-38.
- Harhoff, D., Scherer, F. M., and Vopel, K., "Citations, Family Size, Opposition and the Value of Patent Rights," *Research Policy*, Vol. 32, No. 8, 2003, pp. 1343-1363.
- Haupt, R., Kloyer, M., and Lange, M., "Patent Indicators for the Technology Life Cycle Development," *Research Policy*, Vol. 36, No. 3, 2007, pp. 387-398.
- Hubka, V. and Eder, W. E., *Theory of Technical Systems*, Berlin : Springer Verlag, 1988.
- Jaffe, A. B., Trajtenberg, M., and Fogarty, M. S., "Knowledge Spillovers and Patent Citations: Evidence from a Survey of Inventors," *The American Economic Review*, Vol. 90, No. 2, 2000, pp. 215-218.
- Kim, Y. S. and Cochran, D. S., "Reviewing TRIZ from the Perspective of Axiomatic Design," *Journal of Engineering Design*, Vol. 11, No. 1, 2000, pp. 79-94.

- Lager T., "The Industrial Usability of Quality Function Deployment: A Literature Review and Synthesis on a Meta-level," *R&D Management*, Vol. 35, No. 4, 2005, pp. 409-426.
- Lai, K. K., Wu, S. J., and Chang, S. B., "Establishing an Industry Classification System-from the Viewpoint of Patent Co-citation," *Journal of Management*, Vol. 22, No. 2, 2005, pp. 261-277.
- McGrath, M. E., *Setting the PACE in Product Development: A Guide to Product and Cycle-time Excellence*, 2nd ed., Boston: Butterworth-Heinemann, 1996.
- Moehrle, M. G., "How Combinations of TRIZ Tools Are Used in Companies – Results of a Cluster Analysis," *R&D Management*, Vol. 35, No.3, 2005, pp. 285-296.
- Moehrle, M. G., Walter, L., Geritz, A., and Sandra, M. I., "Patent-based Inventor Profiles as a Basis for Human Resource Decisions in Research and Development," *R&D Management*, Vol. 35, No. 5, 2005, pp. 513-524.
- Mogee, M. E. and Kolar, R. G., "International Patent Analysis as a Tool for Corporate Technology Analysis and Planning," *Technology Analysis & Strategic Management*, Vol. 6, No. 4, 1994, pp. 485-503.
- Narin, F., "Patents as Indicators for the Evaluation of Industrial Research Output," *Scientometrics*, Vol. 34, No.3, 1995, pp. 489-496.
- Narin, F., Noma, E., and Perry, R., "Patents as Indicators of Corporate Technological Strength," *Research Policy*, Vol. 16, No. 2-4, 1987, pp. 143-155.
- Osteras, T., Murthy, D. N. P., and Rausand, M., "Product Performance and Specification in New Product Development," *Journal of Engineering Design*, Vol. 17, No. 2, 2006, pp. 177-192.
- Pahl, G. and Beitz, W., *Engineering Design – A Systematic Approach*, London: Springer Verlag, 1996.
- Podolny, J. M. and Stuart, T. E., "A Role-based Ecology of Technological Change," *American Journal of Sociology*, Vol.100, No. 5, 1995, pp. 1224-1260.
- Reitzig, M., "What Determine Patent Value? Insights from the Semiconductor Industry," *Research Policy*, Vol. 32, No. 1, 2003, pp. 13-26.
- Stuart, T. E. and Podolny, J. M., "Local Search and the Evolution of Technological Capabilities," *Strategic Management Journal*, Vol. 17, No. 7, 1996, pp. 21-38.
- Ullman, D. G., *The Mechanical Design Process*, New York: McGraw-Hill, 1997.
- Ulrich, K. T. and Eppinger, S. D., *Product Design and Development*, New York: McGraw-Hill, 1995.
- Wartburg, I. V., Teichert, T., and Rost, K., "Inventive Progress Measured by Multi-stage Patent Citation Analysis," *Research Policy*, Vol. 34, No. 10, 2005, pp. 1591-1607.

- Watts, R. J., Porter, A. L., and Courseault, C., “Functional Analysis Deriving Systems Knowledge from Bibliographic Information Resources,” *Information Knowledge System Management*, Vol. 1, No. 1, 1999, pp. 45-61.
- Yamashina, H., Ito, T., and Kawada, H., “Innovative Product Development Process by Integrating QFD and TRIZ,” *International Journal of Production Research*, Vol. 40, No. 5, 2002, pp. 1031-1050.
- Yoon, B. U., Yoon, C. B., and Park Y. T., “On the Development and Application of Self-organizing Feature Map-based Patent Map,” *R&D Management*, Vol. 32, No. 4, 2002, pp. 291-300.
- Zeng, Y. and Guö, P., “A Science-based Approach to Product Design Theory. Part II : Formulation of Design Requirements and Products,” *Robotics and Computer Integrated Manufacturing*, Vol. 15, No. 4, 1999, pp. 341-352.