

第一章 緒論

1.1 研究背景與動機

近年來，由於社會、經濟與科技等等條件的影響，帶給企業前所未見的衝擊。過去，我國中小型產業一向以外銷導向的製造業為主，但近年來由於國內生產成本急遽增加，加上鄰近國家如東南亞與大陸地區以低廉的工資條件崛起，造成台灣傳統型代工產業逐漸失去競爭力。在趨勢的因素之下，產業除了外移與投資於工資低廉地區外，轉型為生存必然之趨勢，從過往的 OEM(Original Equipment Manufacturer) 代客生產加工轉變至 ODM (Original Design and Manufacturer) 委託設計與製造，進而推展至 OBM (Original Brand Manufacturer) 自創品牌行銷的目標【11】。因此，設計研發能力的導入與提升成為目前企業轉型與發展的重要契機，也是『根留台灣』的具體作法之一。

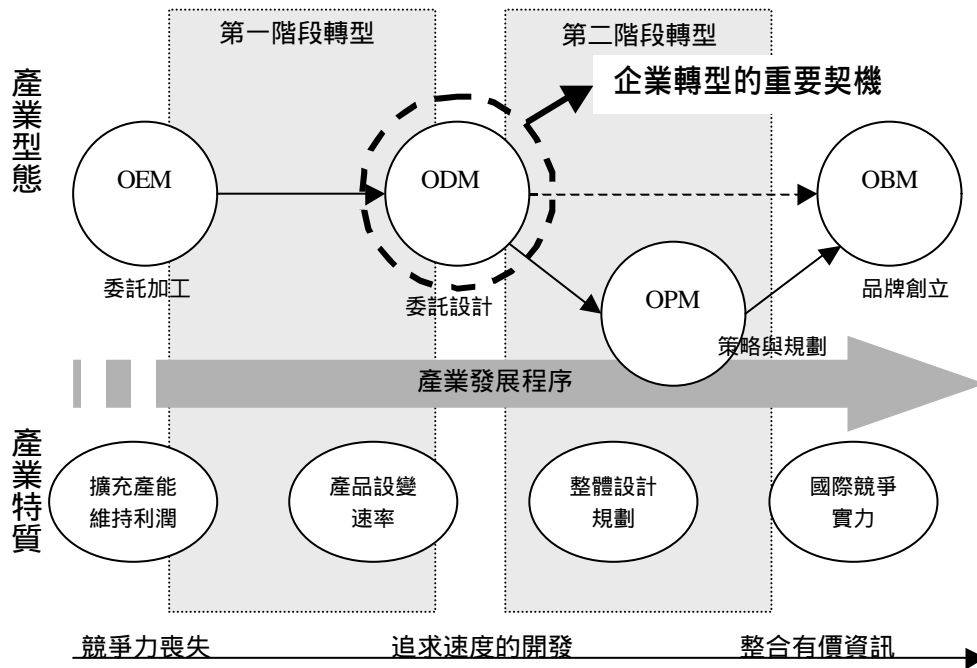


圖 1.1 我國產業型態之轉變 修改自【15】

設計研發活動在於企業中，具有舉足輕重的影響，Whitney 與 Huthwaite(1988)【36】便指出，在整體產品開發流程當中，設計研發階段實際花費成本雖僅佔了總成本約 5%的比例，卻決定了後續約 70% 80%的相關成本。Michael Porter 也提出

『價值鍊』的觀念【42】，指出在傳統供應練體系中，應加入設計研發階段的考量與管理。而供應練體系中的長鞭效應(Bullwhip Effect)【10】更凸顯了產品研發流程前端設計研發階段的重要性。就具體實例而言，Intel¹與 Volvo²均曾因設計失誤而造成重大損失。

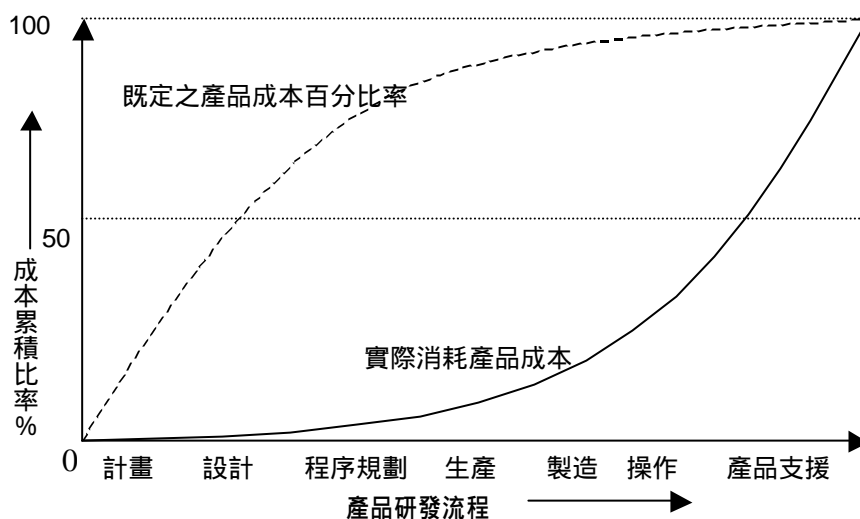


圖 1.2 產品生命週期成本累積比率圖【42】

就 ODM 類型的產業而言，產品設計研發的能力在於設計師經由客戶與市場的反應，擬定設計規範，界定產品所需的機能與屬性。對於設計師而言，此一行為屬一參酌個人經驗、輔以技術支援並整合提出設計提案的決策行為。其中經驗則為企業的重要資產，過去 Kogut 與 Zander 即指出一家公司過去所做的事，不僅可以用來預測未來即將從事的行為，該公司所累積的經驗知識更有助於拓展業務與因應市場不確定因素【40】。SwamiNathan(2000)也以腳踏車工業為個案研究指出企業中經驗的重要性【26】。

因應資訊化時代的來臨，電腦除了深入人類生活之外，也深重的影響著企業流程，諸多的電腦程式除了一般的資料處理與運算外，更逐漸發展出電腦輔助設計工具，但現今的電腦輔助設計軟仍多停留在以電腦輔助繪圖的層次，未能針對設計構想發展階段提供有效的輔助，尤以前端的概念發想階段為最。

¹由 Intel 所生產的 820 主機板晶片組不支援 SDRAM，因此必須搭配一顆 MTH 晶片才可以使用 SDRAM，但 820 加上 MTH 使用 SDRAM 最大的問題是會產生斷斷續續的系統雜訊，導致系統不穩定而當機或自動重開機，英特爾回收約 100 萬片有瑕疵 820 晶片組的主機板。

²自民國 78 年底凱楠 Volvo 汽車陸續發生暴衝事件，並被歸咎於設計失當之因素。

-----<http://www.car.org.tw/42cases.htm>

如上所述，設計研發階段具有的影響力與企業經驗知識的重要性，則凸顯了產品研發知識經驗的重要性，但此一知識經驗往往依附在『人』的身上，隨著人員的流動與知識的轉移過程則造成知識經驗的流失，若要有效的保存與應用產品研發相關的知識經驗，則必須透過系統化的方法加以擷取與整理再加以運用。因此，若能以資訊科技提供企業儲存管理產品研發相關知識經驗之資訊輔助工具，將有助於研發效率與能力的提升，更是近年來漸受重視的重要課題。

1.2 研究目的

在知識經濟的年代中，產業獲得競爭力的方法在於快速的掌握資訊與知識的運用。對於設計研發為主的 ODM 類型產業而言，確切的知識在於如何因應客戶需求提出確切合理的設計提案。加上資訊科技的運用則可加速與提升產品研發的速率與能力。因此本研究的主要目的，即在於將產品研發過程中，設計研發階段所必須的知識經驗做一探討，透過實際的訪談瞭解現今 ODM 類型的產業在研發上的重要因素為何。再進一步透過案例式推理法（Case based Reasoning；CBR）的探討與導入，以資訊化的角度發展設計概念階段產品知識的建構與應用方法。在此將各研究目的條列如下：

1. 經由個案研究，以設計為主要服務的產業類別所必須的知識內容。透過案例式推理法的導入，提出產品知識建構與應用的基本架構。
2. 應用案例式推理法並參酌中小型產業現況擷取產業實際專家經驗，並建構為相互連結的資訊進而形成知識。
3. 以動態網路資料庫架構，運用動態網頁程式（Active Server Page；Asp）配合微軟 Access 資料庫於 Windows XP 作業平台上撰寫以案例為基礎的產品知識建構與搜尋機制，並規劃輸入/出介面與自我學習的機制。
4. 驗案例式推理法（CBR）的相似度與推理特性，並實際交由產業操作，將系統提供資訊的可信度提升至合理的狀態。

1.3 研究架構

本論文共分為六個章節，如圖 1.3 所示。

第一章 緒論：主要說明本研究之背景、動機與目的。

第二章 文獻探討：首先以同步工程與相關理論的探討為主，瞭解產品設計研發資訊的多樣化，以瞭解規劃研發設計之產品知識所涉及之產品知識領域。其次則為人工智慧、專家系統與案例式推理法的研究，包含使用的方法，執行的程序與在設計領域中的應用以印證本研究中應用 CBR 的適切性。

第三章 研究方法與相關理論：經由文獻探討方法的適切性後，規劃與確立以 KJ 法與深入訪談擷取產品研發專家知識，做為系統發展所需的知識來源。其次為案例搜尋相關演算法的比較與分析並發展合宜的演算法則整合應用於系統架構中。

第四章 系統發展：系統的建置過程，包含系統目標的訂立、案例資料的擷取與演算法的發展並整合成整體系統架構。

第五章 系統模擬與測試：系統的模擬與操作，並驗證系統的推理特性。

第六章 結論與建議：提出本研究所得的結論與侷限，並提出對於後續研究的建議。

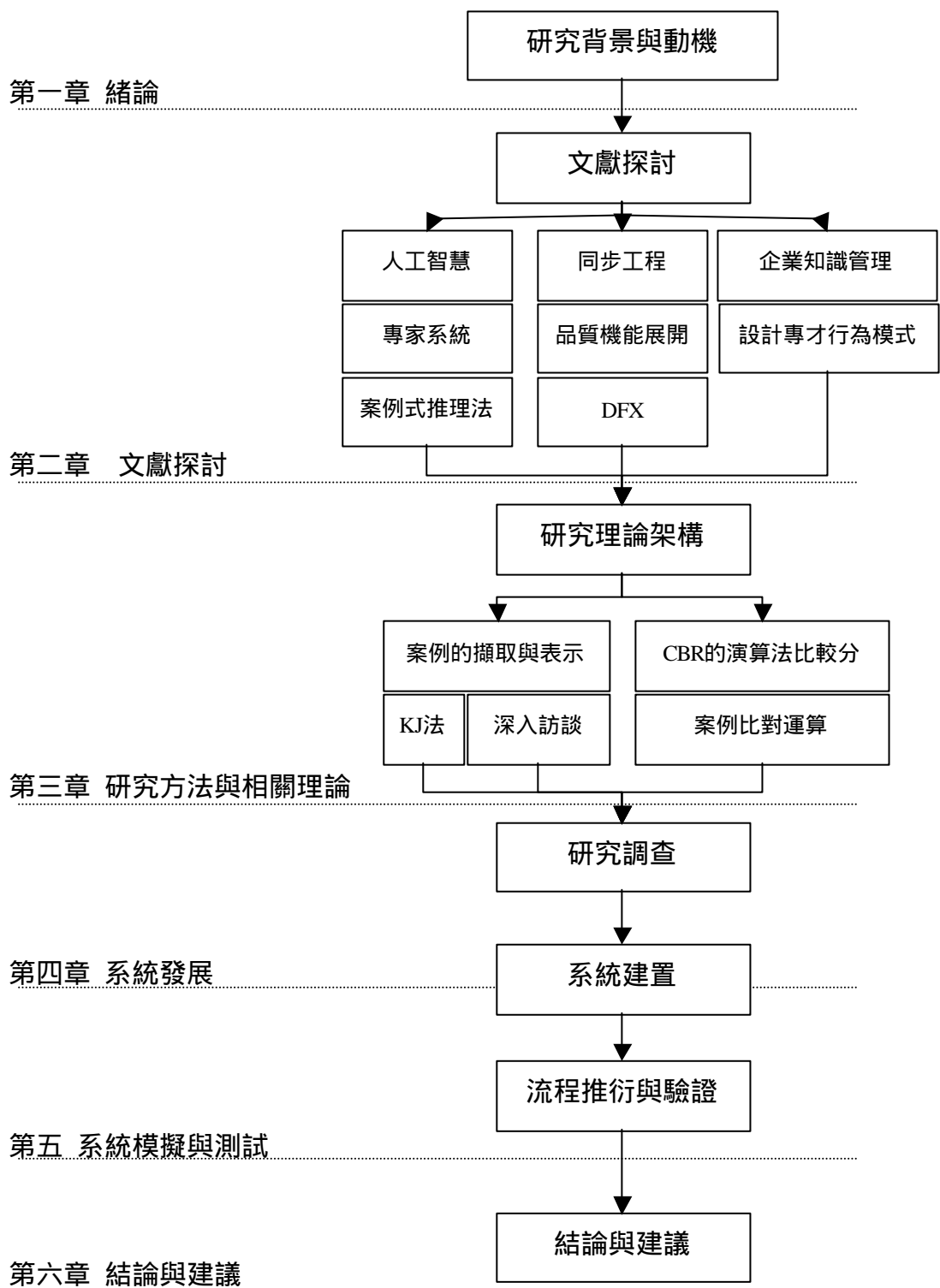


圖 1.3 研究架構流程圖

第二章 文獻探討

本章係整理本研究範圍相關文獻與方法學，共分三個部分，第一部份以同步工程概念為中心，進而以相關之 DFA(Design for Assembly 產品易組裝性設計)、DFM(Design for Manufacture 設計易製造性)與品質機能展開(Q.F.D; Quality Function Deployment)，用意在於瞭解設計階段需考量諸多資訊與設計活動之資訊層次，DFX 主要是以後端向前支援的設計觀念，而 QFD 則以客戶導向為中心，由上而下主導設計的過程進而構築整體同步工程概念。因此，本文以同步工程、DFX 與 QFD 的探討瞭解設計前後端資訊相互支援的特性。再進而瞭解專家與新手設計之差異性。第二部分則對於知識的定義與設計專才模式進行探討。第三部分則為本研究所應用相關的技術方法，分別為人工智慧 (AI ; Artificial intelligent)，專家系統 (ES ; Expert System) 與案例式推理法(CBR ; Case base Reasoning)以界定本研究所應用之方法。

2.1 同步工程

Nonaka 與 Takeuchim(1996)【45】與其他諸多學者均認為產品之開發方式得分為循序工程 (Sequential Engineering) 與同步工程 (Concurrent Engineering ; CE) 兩大類。傳統開發程序大致上乃依循試誤學習 (Try & Error) 的方式，經由概念發展、可行性分析、造型設計發展、樣版試作、產品量產等等程序。以直線流程方式，往往會產生於兩部門間呈『丟皮球』狀態，專案於兩部門間往返。同步工程則以類似團隊合作的方式，由團隊完成整體流程。同步工程是一套系統化的處理方法，主要在提倡一種觀念需透過其他方法加以實現；於所有產品生命週期 (Life-Cycle) 的工作能夠並行考慮及處理。在同步作業模式下，各部門由於有良好的溝通、分享並快速擷取所需的資料，避免了錯誤的發生，所以能夠提高產品的品質，增進客戶的信賴。當企業施行同步工程概念時，可包括行為同步與資訊同步兩種型態【38】：

1. 行為同步：

係代表不同的任務或模組由不同人或者團隊完成。主要的關鍵在於作業之間的時間重疊與資訊相互主動支援：

- a. 專案階段內重疊
- b. 跨階段重疊
- c. 軟硬體重疊
- d. 跨專案重疊

2. 資訊同步：

藉由資訊共享與者合的角度進行跨功能的整合，類型如下：

- a. 前端負荷，即是在設計之初及考量後端可能引發之問題。
- b. 後端承接，表示原始資料提前送抵後端，事前發現問題。
- c. 雙向資訊交換。

在行為與資訊同步的行為模式之下，藉由團隊合作與資訊分享的動作，促使整體工作效率提高，降低錯誤率。而成功導入之同步工程則具有以下特性【7】：

- 1. 品質佳：由於在設計之前即已注意到產品製造問題，產品品質佳
- 2. 成本低：有效提高產品之易製造性，可降低生產成本。雖設計研發成本較高，但卻可由較低的生產成本與生產前置時間來彌補。
- 3. 彈性高：產品之研發較為具有彈性，適於少量多樣化或高技術之產業。
- 4. 創新性：藉由產品設計過程中各部門間的協同合作，共同學習，使後續新產品之推出更為順暢。

2.1.1 產品易組裝性設計

產品易組裝性設計(Design for Assembly ; DFA)是產品開發的一種革命做法，追求以一多專長之研發小組參與產品設計，始能降低原料成本、降低組裝成本、減少零件個數，提昇產品組裝效率評比。設計配合製造(Design for Manufacturing ; DFM)，產品開發的一種方法，其目的在設計時即考慮製程的能力，利用企業的所有資源，以最短的時間、最低的成本，生產合乎顧客需求之最高品質產品；DFM可縮短產品開發時間、掌握製程能力，在產品設計時即注重其夾、治具的設計、設計規劃佈置、品質檢驗程序、數值控制(NC)確認和生產線平衡等問題，始能提昇產品設計對顧客需求和環境變遷之製造反應能力。

DFA、DFM 主要是以工程製造的角度探討設計的可行性與經濟價值，主要著重在於『細部』設計，由後至前評估設計之效益。Booyhroyd 與 Dewhurst(1983)【30】所提出的 DFA 是一設計評價的系統化方法，用於簡化產品結構和減少加工成本。而其基本的 DFA 原則為有八個要點如下：

1. 降低零組件數目與類型
2. 盡可能減少零組件的調整
3. 使設計零組件能自我對齊與定位
4. 確保有足夠的裝配通路與視線
5. 確保零件能夠從堆疊的狀態中輕易取出
6. 零組件於裝配時，使重新定位的需求降低
7. 零組件具有防呆的特性，不會被誤裝。
8. 提高零組件之對稱性，若對稱性無法達成時，盡可能使設計的零組件有明顯的不對稱。

而由 Booyhroyd 與 Dewhurst(1983)【30】所提出的 DFA 評價方法則是指對於此設計成果之組裝效率加以評價。組裝效率則是指“理論上最少的組裝時間”與“預估實際組裝時間”的比值：

$$\text{組裝效率} = \frac{\text{理論上最少組裝時間}}{\text{預估實際組裝時間}} = \frac{\text{理論上最少的零件數目} \times 3\text{秒}}{\text{預估實際組裝時間}}$$

其中“3 秒”，是一個設計良好的零件，被組裝在產品上時理論上所需要的時間。分母中的“預估實際組裝時間”，則可以透過以設計原型做組裝實驗的方式來估計。

依照這個組裝效率的式子，如果理論上最少零件數目很少，但實際設計中零件數目很多，造成預估實際組裝時間拉長的話，組裝效率自然比較低。要提升組裝效率，減少零件數目，將不必要分開的零件整合在一起，是一個非常重要的手段。整合零件的原則也非常簡單，再依估計設計的組裝效率時，設計者已經依照前面的三個條件評估每一個零件是否理論上必須被區分為一個獨立零件，如果某個零件沒有滿足上述的三個條件，則表示這個零件應該要和其他的零件整合在一起。零件的

整合後所得到的“新零件”，往往不見得是不同零件直接加成起來，而是要考慮各個零件所要達成不同的功能可否用一個零件來達成。另外將不同零件整合在一起，造型上也許會變得比較複雜，則需要略加修正。

綜上所述，DFA 與 DFM 均是以製造組裝的觀點加以評估設計的效益。相對而言，即是要求設計師在於從事設計的過程中即事先考量產品零件之設計適切性，以求得設計之最佳化結果。就其所涉及的層次而言屬於細部設計之要求。

2.1.2 品質機能展開法

1972 年由三菱 (Mitsubishi) 所倡導的品質機能展開法，是一種將產品設計行銷、製造等因素同時進行考量的方法論，提供跨部門如設計、行銷與製造人員與目的消費者之溝通機制。品質機能展開(Quality Function Deployment, QFD)是團隊合作的方式，聆聽顧客的聲音【33】，以正確了解顧客的需求，採用邏輯方法，以決定如何運用可用資源以最佳的方法來實現顧客的需求，根據顧客的需求來設計產品或服務。品質機能展開所使用的工具是矩陣，稱為品質屋(House of Quality)。品質屋左側所列的是顧客的需求，包括主要需求、詳細內容和各項目之重要性評分等。品質屋的上側是技術需求項目，中心是關係矩陣用以表示顧客需求和技術需求的關連程度。品質屋的底部是各項技術需求的目標值，是 QFD 活動的主要輸出，將構成下一層的品質屋的需求。QFD 可以為組織中的每一個人提供一幅路徑圖(road map)，揭示從設計到服務傳遞過程的每一個步驟應該怎樣做才能滿足顧客的需求。

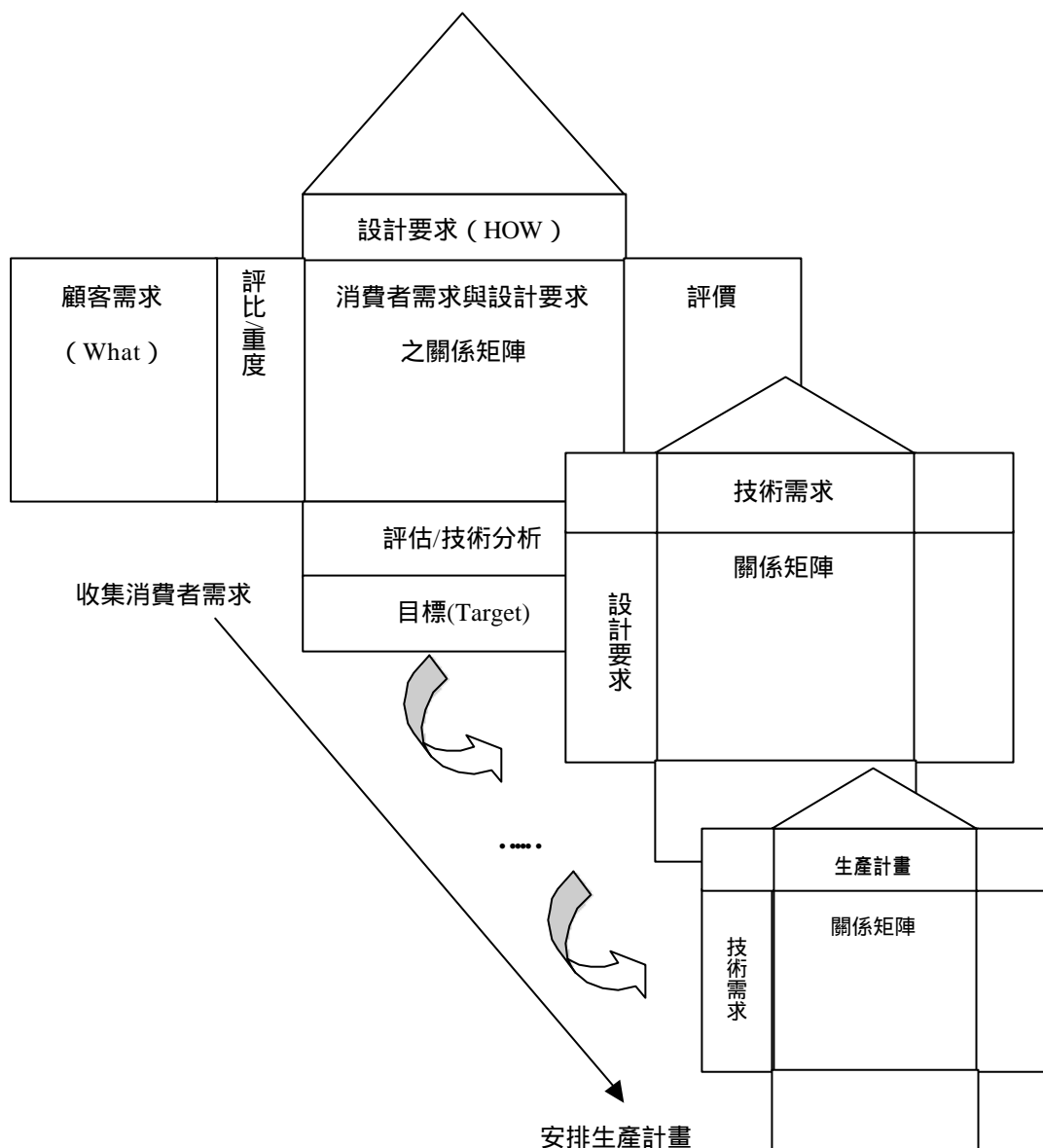


圖 2.1 QFD 操作與資料傳遞概略流程

實施 QFD 的第一個步驟是決定誰是顧客(Who)，再決定顧客想要什麼(What)，以及顧客的需求要如何達成(How)。顧客的需求或期望會隨著時間而改變，顧客的需求也很難用言語來確切形容，可以採用面談、問卷、市場調查數據、焦點訪談等方法，來掌握顧客的真正需求。顧客的需求通常都是以口語化的辭彙來表示，而非技術用語，如好用、舒服等，設計者必須將這些一般性的需求項目加以展開，變成更為明確的項目。實施 QFD 的第二個步驟是將顧客的需求轉換成技術需求，以建立產品或製程特性的目標值。顧客需求 and 技術需求之間可以用定量或定性的方式來表

示其間的關係。每項顧客需求必須至少與一項技術需求有強烈的關係，否則表示技術需求並未列舉完整。如果顧客需求和技術需求之間沒有任何關係，或者大部份的關係都很弱，就表示目前的產品設計將無法滿足顧客的需求。此外，關係矩陣也可以指出產品設計上的衝突。因此，QFD 的優點主要是利用淺顯易懂的知識表示法（representation）—品質屋與評價方法—關係矩陣將產品研發活動自最終消費者需求至產品生產活動予以串聯，並達成各部門間溝通與合作的目的。

因此，本節透過同步工程、DFA、DFM、DFX 與 QFD 之探討與瞭解，用意並非著重於方法之評價與評定孰優孰劣，而是在於瞭解產品設計所涉及層面之廣，設計之初必須經由行銷部門、製造部門...等等企業內部單位給予資訊支援。而同步工程的執行則可以 QFD 法由上至下(top down)從客戶需求至細部設計，以及以 DFA、DFM、DFX 等等後端支援觀點自小處著手(Bottom up)兩者相輔相成，自前後階段通盤考量以達成同步工程觀念。

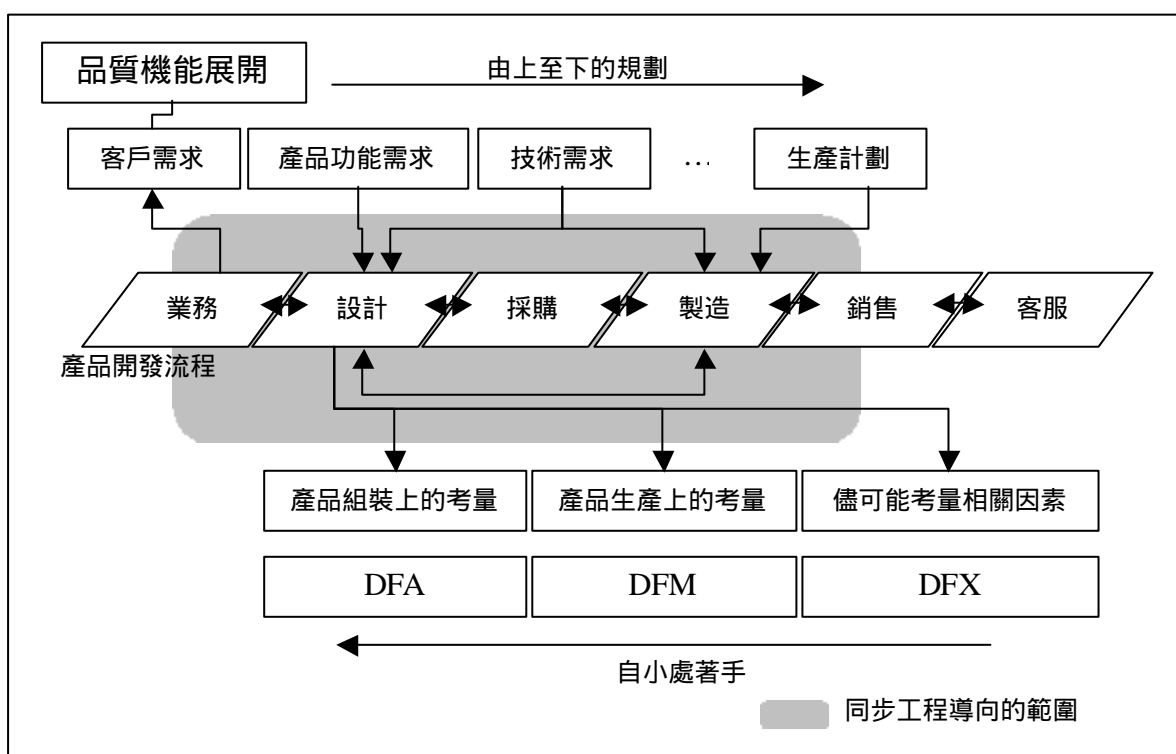


圖 2.2 DFA、DFM、DFX 與 QFD 在產品開發流程中之同步工程導向、位置與相關作用簡圖

2.2 企業內部知識與設計專才行為模式

2.2.1 企業內部知識管理

知識的定義，知識是一種流動性質的綜合體；其中包括結構化的經驗、價值、以及經過文字化的資訊。此外，也包含專家獨特的見解，為新經驗的評估、整合與資訊等提供架構。知識起源於智者的思想。在組織中，知識不僅存在文件與儲存系統中，也蘊涵在日常例行工作、過程、執行與規範當中。知識的形成，可分為以下四種方式：

1. 比較(Comparison)：藉由資訊與資訊的相互比較而產生知識。
2. 結果(Consequences)：經由活動產生的結果產生知識。
3. 關聯性(Connections)：透過資訊與資訊的相互連結，構成知識。
4. 交談(Conversation)：透過交換與傳遞的過程產生知識。

知識管理在近年來廣泛的受到討論，但他卻不能稱為一種新的觀念。在過去已有許多的企業與組織運用特有的方法進行某種形式的知識管理。在今日資訊爆炸的時代，則可透過許多解決方案達成知識管理的目的。

推行企業內部知識管理之初，則需界定企業所具有的知識所在。林朝賢【6】指出，企業知識可劃分為以下五個部分：

1.大量的資料倉儲：

在電子化的企業當中，許多的資料儲放於資料庫當中，舉凡客戶資料、交易紀錄、產品資料..等等。這些都是企業所擁有的資料資產。若能將這些資料加以分析整理轉換成決策上有效的資訊，這些資料則可被視為寶貴的知識資產。

2.企業的大量文件：

在企業中，文件的往返乃無可避免的事，知識則蘊含在這些流動的文件當中。過往的知識傳遞多半以文件居多，但紙張式的文件卻有著收藏、搜尋不易的缺點，如果能將這些文件加以整理、歸檔，讓企業內部有需要的工作者得快速的取用，這些文件知識才能發揮他最大的效用。

3.企業的員工：

人是企業中最重要資產，企業內部大部分的知識仰賴人、加以創造與產生，長久累積成為經驗。由於經驗無法快速的產生，一旦企業中具有經驗與能力的專才出走，將對企業造成很大的影響。因此，經驗知識的擷取、分享與學習是企業內部知識管理的重要關鍵。

4.企業的營運流程：

企業內部的作業流程、決策過程，其流程標準莫不經由經年累月的修正與最佳化，無疑也是企業內部所蘊含的知識所在。

5.企業的顧客：

企業的顧客也是知識存在的地方，因為在業務往來的過程中，我們可以累積客戶提出的需求、客戶的問題、建議加以整理並分析成有效的資訊。

在資訊爆炸的今日，知識管理顯然成為重要的工作，知識管理主要的工作在於管理知識的流動，讓需要的人在於正確的時間獲得正確的資訊，因而可以快速的做出回應。所以如何蒐羅在企業中分散流動的各種資訊，並納入管理的範圍，作後續的分析、比較與選取，則成為目前知識管理的重要工作。

2.2.2 設計專才的行為模式

長期配合下的設計專才，往往得依經驗採取直覺達成與其他部門之配合或於設計同時考量前後之設計要素【21】【52】。設計專才於設計活動中與其他部門長期配合之下，具有意識同步的特性，藉由經驗與衍生之直覺，設計專才在設計過程中有意無意的達成了 QFD、DFX 等等同步概念。

若將設計之初視為一個問題，而設計的結束是一個解答，整個設計程序便是一個不斷搜尋問題的解答的過程。Ullman[1992]便曾將設計程序比喻為包含許多路徑的地圖，如何能從特定的設計需求到達最終設計完成的產品，沿著不同路徑所進行的設計工作會產生不同的設計解答，但它們都必須能滿足設計之初的需求【52】。圖 2.2 顯示當設計師發現問題與接受設計需求之後，依照個人經驗知識與專業領域知識，針對設計問題提出合乎需求之設計。John Chris Jones 也曾於『設計方法』中揭示設計工程師之工作主要為【37】：1.發現問題、接受設計要求。2.瞭解問題、設計目的。3.思考、尋求解決之道。4.解決問題、提出解決方案。

所謂的設計專才則能在於黑箱作業中順理成章地省去諸多資料查閱、分析的動作，進行設計。主要在於設計專才所具有的經驗在於領域知識之具備，得以協助其進行設計工作時之輔助與參考。

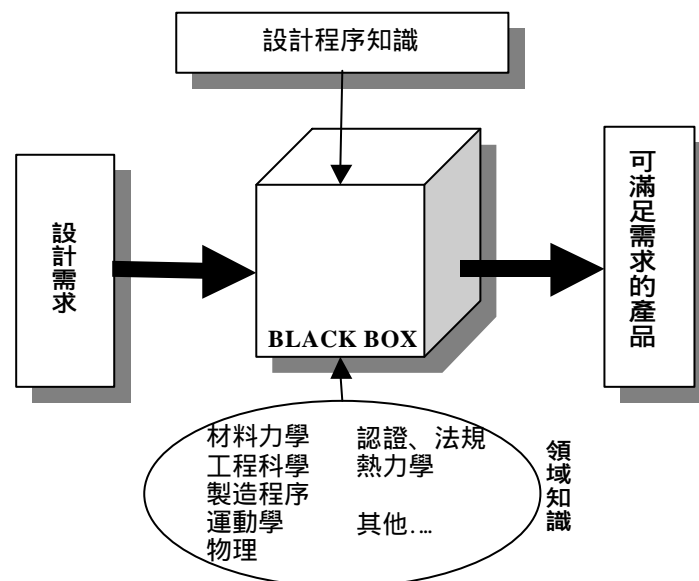


圖 2.3 設計的求解過程

在整個產品開發設計過程當中，產品設計工程師對於資訊的掌握決定了設計工作的成敗，能否順利將設計專案推進至量產與銷售階段，端賴於設計師能否因應設計目標做出正確而合乎目的之設計。以目前之產業情況觀察，工業設計師之主要工作在於將產品需求轉化並發展為虛擬的構想與概念，再將概念落實與收斂至可行之設計構想，以表現圖（Rendering）、電腦繪圖圖檔(CAD)或者模型(Modeling)等方式具體呈現。傳統設計方法乃根據概念收斂後之限制特徵，再應用關連法、腦力激盪（Brain storming），結構變異法……等等產生最終之產品型態。劉育東與陳勝智針對新手與專家對於電腦媒材的認知差異研究中指出，無論生手與專家，於從事設計發展之時均會提早從事細部之發展【21】，而此一行為之正確性則端賴經驗之多寡。新手與專家之最大差異在於設計過程中專家在操作與設計過程中，不斷的產生概念，並且在每個新概念產生之後會隨著其知識、功能考量而漸趨細分與明確，且專家設計得以快速建構與問題相關的情境並快速的將模糊的概念處理至明確的細節部分。反觀新手設計則產生幾個概念後便停留於反覆評估的迴圈之中。

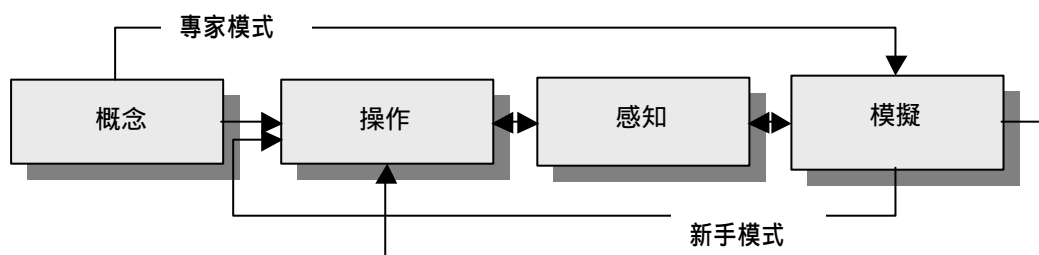


圖 2.4 新手與專家設計模型【21】

依照相關新手與專家經驗差異之研究中得以整理出三種不同之特性，或為不同之觀點如下：

1. 直覺式之行為：

AKIN 於 1984 年的研究指出，有經驗的設計者，在於處理設計問題之時，會採取「直覺性」的行為，而這種直覺性的行為，被視為一種對已知知識的編譯動作（Compiled），而有經驗的專家可以將此一經過瓦解，進而採取最少且最有用之策略。【25】

2. 前推式策略：Larkin（1981）與 Anderson（1981）均指出專家設計師在於問題的處理與操作過程上傾向於前推式（Work-forward）的搜尋策略，運用領域的程序性知識來解題。如此得以得到較為明確的進行方向。【27】

3. 倒推式策略：Ho（2001）則指出無論新手與專家，對於經驗的搜尋策略上均採取一致的策略，及傾向運用已知知識法則為基礎，由目標反向出發，其中則透過大量的運算步驟來獲得達成目標之充要條件。【34】

因此，於設計構想發展階段，設計經驗與資訊支援直接地影響設計的內容與結果，思考的路徑也隨著有所不同。為求企業內部設計流程的加速與提升，有效的提供必要的資訊可視為現今研究中的重要趨勢，而企業中有著豐富的現存知識，藉由知識擷取與資訊科技的輔助將有助於設計構想的展開與檢證。

2.3 人工智慧與專家系統

人工智慧 (Artificial Intelligence , AI) 為電腦科學 (Computer Science) 的一支 , 主要在研究如何使電腦的行為更像人類。西元 1960 到 1970 年之間 , 一批科學家開始研究如何使電腦更具理解能力 , 以便電腦可以瞭解人類所使用的自然語言 (natural languages) , 並與人類作雙向交談 , 進而具有自我意識與自我判斷的能力 , 這種新的研究領域便屬人工智慧的範疇。所謂人工智慧是指一電腦程式系統 , 具有人類的知識與行為 , 能夠學習 (learning) 、 推理 (reasoning) 、 判斷 (judging) 、 解決問題 (problem-solving) 、 知識儲存 (knowledge-saving) 、 了解人類的自然語言等等。其發展過程乃是將人類由於特定問題的刺激所引發的思考、推理、判斷、決策與學習等過程 , 分解成一些基本、具象的步驟 , 透過程式設計 , 將上述人類解決問題的過程模組化 (modulating) 或公式化 (formulating) , 使電腦具有一結構化的系統。【51】一般人工智慧研究的內容 , 可分為下列數種 :

1. 聯絡溝通 (connectionism) : 即如何使電腦更解人類的語言。
2. 符號處理 (symbol manipulation) : 如 LISP 語言、生產系統、黑板系統。
3. 經驗法則搜尋技巧 (heuristic search) 。
4. 邏輯系統 (logic system) : 如複雜事實的歸納及推理等。

事實上人工智慧在於應用上 , 發展於諸多層面上 , 如人工智慧語言 : LISP, Prolog 等。搜尋方法 (Search and Heuristics) 、 智慧型遊戲 (Game Playing) 、 知識表示法 (Knowledge Representation) 、 專家系統 (Expert Systems) 、 電腦視覺 (Computer Vision) 、 機器學習 (Machine Learning) 、 自然語言 (Natuarl Language Understanding) 、 人腦與類神經網路 (Brain and Artificial Neural Network) 與機器人等等課題。

而為了解決問題 , 往往採取建置知識庫之方式 , 對領域專家進行知識擷取工程 , 並將之存入知識庫中。知識庫是一個儲存規則及事實的資料庫。通常與推理機結合成為一個專家系統 , 用於解決問題或產生新的事實。建立知識庫的過程稱之為“知識庫工程”。知識庫內的規則與事實必須是清楚且正確 , 不可有混淆不清或不正確的存在。對知識庫建立者而言 , 只須考慮正確的事實 , 故較為簡單。對於其能解決的事

情而言將非常有效率。

如前所述，知識庫之運用往往以所謂的專家系統 (Expert System ; ES)方式呈現，ES 是指某些電腦軟體，這些電腦軟體除了具備處理問題的知識庫(Knowledge Base)外，更有一種模仿人類推理和思維的能力(Inference Engine)，並提供容易操作的界面(User Interface)給使用者作為，資料輸入與顯示之用。換言之，專家系統類似人類的專家，它能應用知識並配合思考而解決問題。

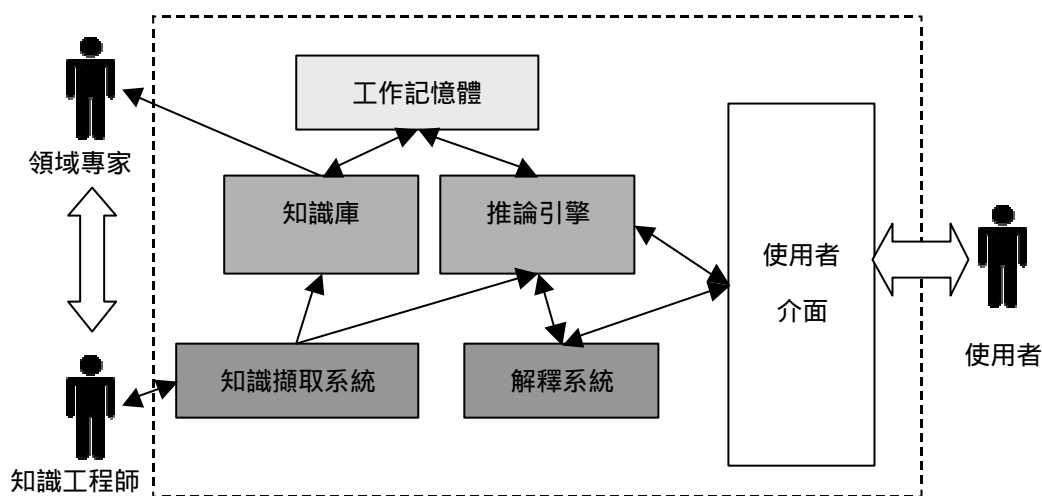


圖 2.5 專家系統

人工智慧與專家系統可用於知識表達，溝通傳達，問題解答，資料搜尋、遊戲與機器人學之上，而多半以專家系統方式呈現，其主要包含以下之特徵：

- 1.包含眾多 If-Then (前因-後果 or-情況-動作) 法則的集合
- 2.一組 If-Then 法則或之知識庫
- 3.整體性資料庫或工作記憶體
- 4.推理機制或法則解譯器
- 5.使用者介面

專家系統在知識層面則包含了以下之要點：

- 1.領域法則 (Domain rule) 與多重決策 (Meta-decision)
 - a.領域法則：具嚴謹完整的知識定義，深層知識
 - b.多重決策：單純決定要或不要，經驗知識

2.知識的表達 (Representation of knowledge)

- a. 根據述詞運算及數學邏輯的正式方法
- b. 包含「概念、物件與事件等表達的結點的集合」與「聯繫結點與交互關係特徵化的聯結」之語意網路
- c. 法則式或生產式系統
- d. 包含預先定義資訊類別的衍生性資料結構 (slot) 之框架系統

3.推理的機制 (Inference mechanisms)

- a. 描述—符合 (describe-match paradigm) : 類似 IF-THEN 法則
- b. 目標—簡化 (goal-reduction paradigm) : 類似 Bottom-up 法則
- c. 衍生—測試 (generate-test system) : 類似 Top-down 法則
- d. 過程—結果 (means-ends analysis) :

但專家系統受限於知識庫內的規則與事實必須是清楚且正確的情形，若期望電腦所能取代的專家深層知識無法順利擷取，或者無法編譯成編譯知識，則往往不易將專家知識套用於專家系統。如電腦雖能以人工智慧打敗棋王，卻無法取代人力完成複雜度高或無法明確定義的設計與藝術行為。

2.4 案例式推理法

案例式推理法 (Case Based Reasoning ; 以下簡稱 CBR) 為人工智慧領域中重要的一個範疇，乃是一個方法論，用於建構電腦系統模擬人類思考推論之方法論。在 CBR 系統方法之下，最主要的精神有二：

- a 儲存既有經驗於電腦記憶體中
- b 將這些經驗用於解決某些新遭遇的問題：

- ◆ 自記憶體中重新取得近似的經驗或者相近狀態。
- ◆ 重複使用這些經驗中的解決方式於新遭遇的問題中。
- ◆ 並再次將新案例儲存於記憶體中。

這些經驗的儲存是一組包裹好的知識或者經過編輯與整理的問題與解答，以這些包裹好的特徵 (Feature) 集合表現出案例整體的特性與蘊含的經驗知識。並依此為依據搜尋相似之經驗。

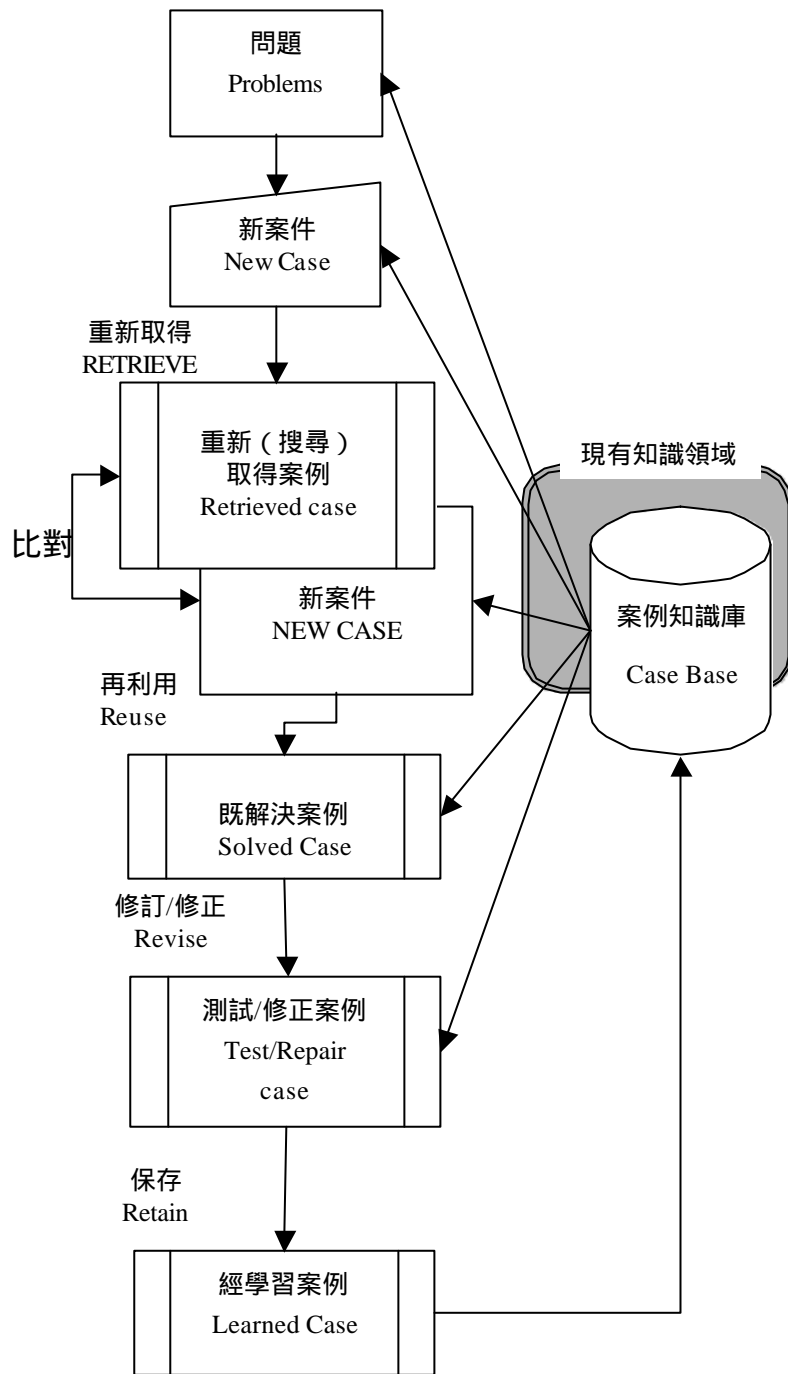


圖 2.6 CBR 系統流程

2.4.1 CBR 之執行程序

應用 CBR 於設計中，包含了從經驗知識庫中搜尋相似的過往案例，以及套用於現有設計個案之上。而在執行的過程之中，必須慎重考慮兩個重要的關鍵：一是辨別相似的過往案例，其次則為確認所要套用的設計案例，根據 CBR 系統流程（如圖 2.5 所示），執行之要點如下：

a. 案例之表示

由於大部分的設計問題於現況中是極為龐大與複雜的，同時設計的不確定性與流程上的不同層次的影響，因此必須在初期便必須釐清所需保留的資料內容。而參照不同的 CBR 系統可以發現，對於案例之表示法而言，必須先從案例既有資料中擷取具代表性的特徵來形成一足以代表整體案例之特徵集合。而資料的內容端看所應用的領域差別（Domain），在不同產業領域中，更有不同的特殊需求。

b. 經驗知識庫之建立

面臨設計問題所具有的不確定性（ill-defined），對於個案的搜尋，必須採用正規化之資料庫。以因應不同的個案、設計因素與方式。

c. 案例之搜尋

對於以電腦自動搜尋的架構，個案的相似性比對工作將直接影響搜尋的時間與有效性。若是太過於嚴謹的設定，將可能使得搜尋的結果缺乏變化。然而太過於寬鬆的定義，則會產生過多不相近的個案，徒增設計師的困擾。同時相似性程度的定義，也會視問題規範的層次（如應用在功能、造型、操作特性）而有所差異。

d. 案例的套用

案例的套用，可以是系統自動化的套用，也可以將此工作郊遊設計師主觀的套用。如果該套用的機制必須是自動的，那麼系統首要的挑戰便在於辨別可能解答的能力。其次乃在分析案例與引伸案例中特殊設計知識的能力。例如自動篩

選案例中不良的部分，僅保存好的部分。第三是修改案例至合宜的狀態，同時可以有效的產生各種變化已解決設計問題。

e. 案例的學習

在新設計問題得以順利解決之後，可再次將之視為一完整的個案，再次回存進電腦記憶體中，保留於經驗知識庫中，達成知識累積的循環。此部分可為電腦自動操作，也可視為整體流程中的一個必要操作，以規則限制設計師進行強制性的輸入，以達成知識的累積與經驗的傳承之功效。

2.4.2 案例式推理法在設計領域的應用

CBR 雖是一門年輕的學門，但已逐漸的被應用在諸多領域。主要可分為兩類。其一為診斷分析類，以往多運用在故障診斷的系統之上，利用舊有的案例來判斷新案例的解決方式，運用的領域包括醫療、機器故障維修、保養、顧客售後服務等。其二則為設計相關，大部分是應用於製造業的產品設計之上。藉由提供過去消費者需求的規格、設計的資料、裝配的功能和零件的特徵，使設計師易於開發新產品。針對設計而言國內外相關文獻分別簡述如表 2.1 所示

表 2.1 案例式推理法在設計領域的應用

作者	研究主題	摘要
湯玲郎、林志明 (1999)	應用案例推理,灰關聯分析法發展產品設計評估決策支援系統	主要探討產品在滿足顧客需求條件下，經由品質機能展開的過程，針對零組件展開品質機能表，藉由導入具有人工智慧的案例推理法(Case-Based Reasoning, CBR)和灰色關聯性分析(Grey Relational Analysis, GRA)的推理機制，提出一套以案例為主的「產品設計評估決策支援系統」
鄧怡莘、顏綏倫 (2000)	應用個案式推理法於造型設計套用之研究	應用以個案為基礎的推理法於造型設計套用之研究，建構出電腦輔助造型設計的衍生模式。並發展幾何套用及拓樸套用的兩種模式，同時透過特定領域知識及一般化

		的知識的導入，作為造形推導理論的基礎，而在推導的規範中融入了工程及人因的考量，使所建構的造形衍生模式，達到造形設計的要求。
鄧怡莘、馬奕群 (2000)	建立概念具體化設計 輔助系統之研究-以行為 為概念為基礎	設計師的角度而言，行為可用於說明一個產品結構如何達成其功能，行為是達成功能的途徑，而行為隱含於結構的元件中，因此設計師可從功能經由行為，以取得所必須的結構之元件。這個概念補足了功能與結構間轉換的不足之處。從設計流程的角度來看，行為可用於問題釐清、整合、分析、評估與再形成，行為也可提供一個推導功能與結構間關連的環境。行為概念所具有的多樣性，將更有利於我們瞭解設計師是如何思考由功能概念產生結構間的轉換過程。
尤春風、林顯達 (1997)	以案例式推理建立產 品功能結構之探討	以咖啡機設計問題為例，建立一套系統化流程，讓電腦根據工程師輸入的設計資訊，在過去案例資料庫中搜尋相似案例、轉移功能及組合功能。以輔助使用者建立產品功能結構，提高設計效率。
Whitaker(1990)	Aerospace applications for case-base reasoning	由於 CBR 克服標準規則是專家系統的限制和瓶頸，可將儲存於資料庫中的創新技術擷取後運用於航太工業的研發之上，
Trousse(1993)	Used of case-based reasoning techniques for intelligent computer aided design system	應用 CBR 技術於重複使用零組件和設計的 CAD 系統之上。並表示亦可應用於許多領域，如軟體、機械、太空船、機器人……等設計工作。
Rondonog(1993)	Knowledge-based design support system for radar system design	以知識為基礎的 CBR 推理程序，建構設計支援系統，應用於雷達的設計之上。

Vasudevan(1994)	An experience-based approach to software project management	利用過去經驗來從事軟體設計管理的工作，將過去解決的經驗案例一一詳細蒐集起來，編入資料庫中索引使用。CBR 會搜尋相似的就案例，使得管理者能夠判斷新案例的價值和風險，有助於管理者做為決策用途。
Irgens(1995)	Design support based on projection of information across the product development lifecycle by means of case-based reasoning	將 CBR 應用在汽車製造業的設計之上，在產品的發展設計和製造階段可以提供『佳』與『不佳』的建議，CBR 提供曾經發生產品設計問題的建議給設計者，運用相似的案例來解決目前所面臨的問題，並提供過去消費者需求的規格、設計的資料、裝配的功能特性和零件的特徵，使設計者更易開發出新的產品，減少產品開發的生命週期
Itakura(1995)	Application of CBR approach for electrical equipment layout design	將 CBR 應用於設施規劃的設計方法，發展電力設施的原型系統。研究中指出建構原型系統的基本架構和功能，以及一些應用的結果。
Swanminathan (1996)	An experience-based assembly sequence planner for mechanical assemblies	將機械裝配的以往經驗，儲存成案例，並應用在裝配的問題上。
Kim(1997)	Case based design for assembly	以 REV-ENGE(REVERse ENGINEering)電腦輔助工具結合案例推理法 CBR 與 DFA，利用過去成功設計案例，已成功運用於不同的機械設計領域
Sun(1996)	A fixture Design System using Case based reasoning	應用案例式推理法建構電腦輔助夾具設計系統

2.4.3 CBR 的優點與挑戰

CBR 系統主要的精神即在於以發生過的案例為基礎之推理系統，把用來解決舊有問題的答案加以收集與整理，並應用於為來發生的挑戰之上。當過往案例與遭遇問題之相似程度越高，則有助於使用者選取相近之案例，做為解決新問題之參考依據，因此 CBR 具有以下優點：

1. 重複利用過去相關推理成功的案例，有效解決所面臨的新問題
2. 過去成功案例得以指引使用者避免錯誤的機會，有效提升解決問題的品質。
3. 由於過往的案例在搜尋上相當容易，降低了知識擷取的瓶頸。
4. 在分析上不受限於一般統計理論要求的常態分配與大樣本數的原則。【17】

2.5 小結

若將設計比喻為一種推理行為，可針對其行為與生物學上之推理定義加以比對。生物學上之定義為，推理，是對觀察結果的解釋。推理必須根據觀察，對同一觀察的資料，應有二種以上的推理。因此推理的結果不一定可靠，根據觀察者的觀察過程是否仔細、詳盡，從數種推理中，選擇最可靠推理的必要。推理的結果可能因新的觀察來修正【58】。而對於設計師而言，設計也正是此一類型之推理行為，無論是造型上之創作，機構設計師之機構設計等等，皆由事前所獲得之資訊為依據而展開設計。而設計若視為一推理之結果，則設計獨特之不確定性則可由生物學上之推理定義加以解釋。

而透過相互比較可以理解其相互關係，設計師由實際工作累積設計相關特徵與案例，並在遭遇設計問題或發覺設計問題之時，開始蒐集資訊以瞭解設計目標，經由設計師之咀嚼消化，提出造型、機能、基本結構等之整合性設計解決方案。與 CBR 方法過程極為相似（圖 2.6）。因此得給予 CBR 運用於設計求解過程之正面評價。

由於研究目的在於針對台灣中小型企業，探討其產品研發經驗知識之保存應用模式。台灣中小型產業由於規模小，產品研發設計團隊之成員數量少，若以單一產業為研究對象，此一模式則難以傳統專家系統配合統計方法建置此一模式，此乃受訪對象樣本數小，以及未必呈常態分配導致專家知識之擷取未必能代表此一範疇之

領域知識。其次則為設計研發知識也難以專家系統之 If...Then 法則予以表示。因此，透過本章之文獻探討則認為 CBR 系統方法為可行性較高之應用方式。

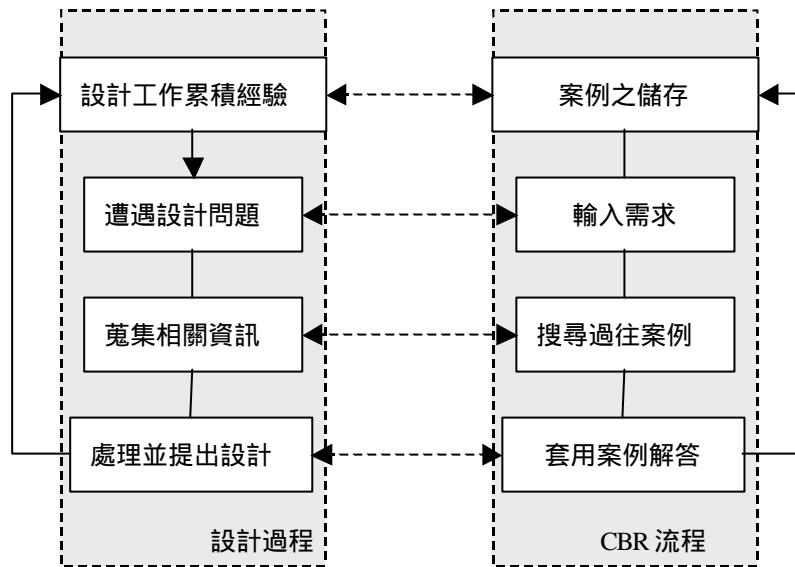


圖 2.7 設計流程與 CBR 系統流程比較分析

第三章 研究方法與相關理論

本研究採個案研究，主要透過訪談與文件收集瞭解產業現況與釐清產品相關知識內容。以 KJ 法與深入訪談擷取專家知識，透過 CBR 系統方法結構知識內容與建置電腦輔助系統架構。建置的過程分別可分為訪談與知識的擷取以利資料/案例庫的建置，CBR 比對演算法的比較分析以利系統演算法的發展，最後針對 CBR 系統方法與企業流程內容規劃整體系統架構。

3.1 研究對象與範圍

主要以國內中小型產業為對象，以產品開發流程中的構想發展階段為範圍，以電腦系統提供設計過程必要的資訊輔助。研究中基於產業優勢與地緣關係選取位於台中縣大雅鄉的來福嘉實業為研究對象。

3.2 研究架構與步驟

研究主要以案例式推理法做為企業內部產品知識建構與應用的系統方法論，主要目的在於提升產品研發前端之設計概念階段的效率與解決經驗傳承的問題。在系統的建構上需要經驗知識表示法的建構與案例知識庫的建構，進而在遭遇問題時進行搜尋比對以取得近似設計問題的案例資料以做為設計構想發展的參考與檢證。因此在研究上，共分為以下幾個步驟：

1. 系統目標的訂定：藉由與個案對象的訪談與溝通，配合設計推理的特性訂定系統的目的與企業流程中的位置。
2. 案例知識的表示與案例庫的建立：藉由專家知識的擷取，輔以 CBR 資料結構，建立本研究之案例知識表示法。
3. 案例的搜尋與比對：藉由案例式推理法的不同核心演算法的比較分析，配合系統案例資料內容的性質發展本研究所應用的演算法則，並於系統內建立案例相似度評斷邏輯。
4. 系統架構與流程：藉由案例庫的建置與相似度評斷邏輯的建構，以 CBR 系統架構為基礎，擬定整體系統架構與流程並推衍之。

5. 系統的建置與驗證：實際撰寫可運作的系統程式配合所建置的案例資料庫驗證系統推衍的結果。

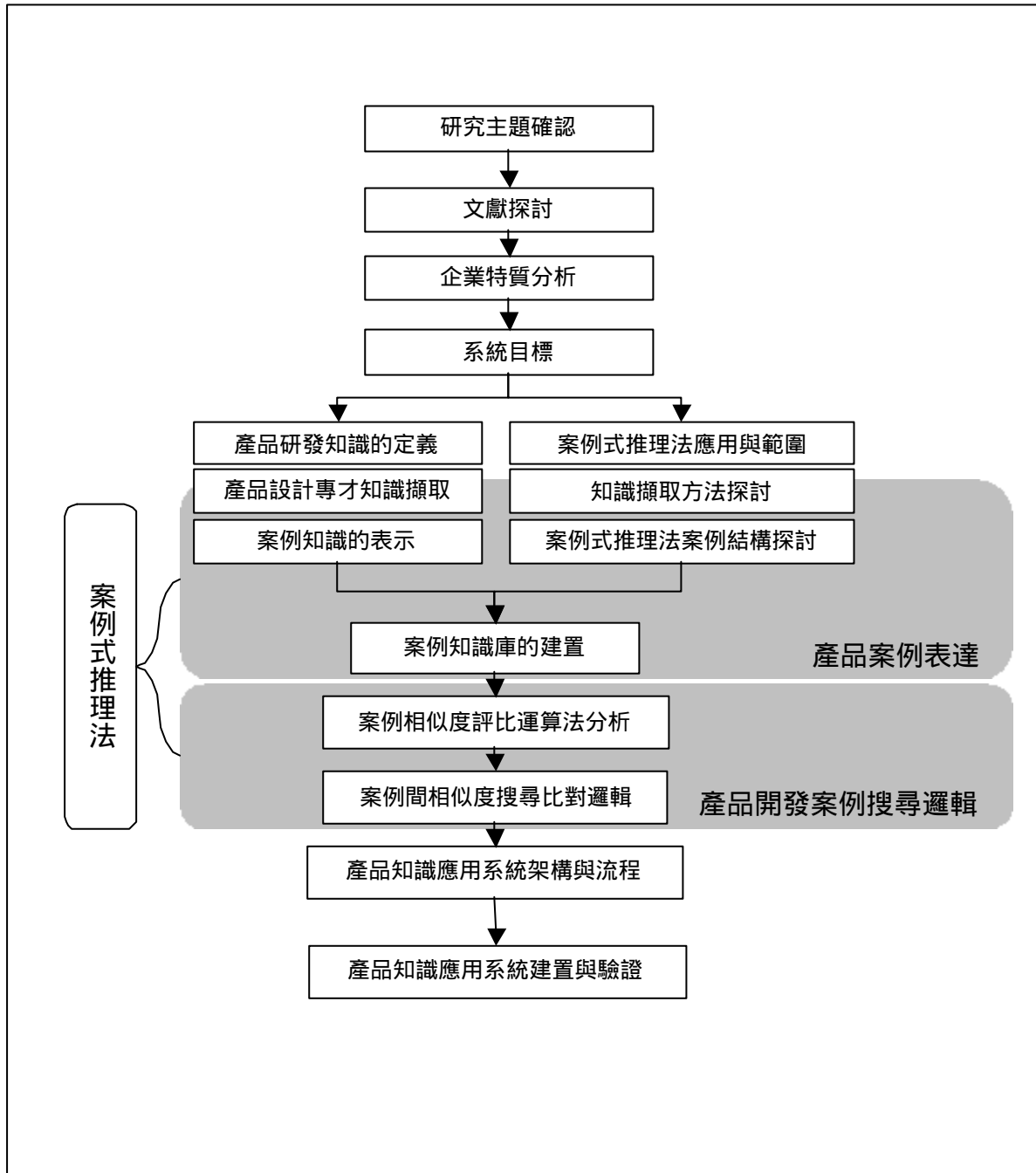


圖 3.1 研究方法步驟流程圖

3.3 研究相關方法論

在 CBR 的應用上，重要的部分為案例的表示、搜尋與套用。第一步為擷取知識，主要在將知識分解並重組成結構化的案例資料，進而以演算法搜尋相似性高的案例，透過套用的過程達成決策上的輔助功效。在本研究中主要運用的方法為深入訪談與 KJ 法，用以擷取專家知識進而建立案例的表示法以利建置於案例庫中，進而將蒐集的演算法比較分析以利本研究演算法的發展。相關的方法與分析如下：

3.3.1 深入訪談

傳統實證論的訪談是以心理學的行為主義與實驗研究方法做為典範，亦即將訪談視為一個『刺激 反應』的過程(Mishler, 1986)【43】。訪談是一個行為，而不是交談行動。訪談的目的在對於研究對象作一正確的統計描述。而唯有在確保每一位受訪者都受到相同的刺激時，我們才能夠對於受訪者的反應加以比較。亦即唯有訪談的標準化才能保證測量的一致性(Fowler & Mangione, 1990)【32】。研究者認為「事實」是先於、外在於研究者而存在的。透過標準化的訪談過程，研究者可以逼近真實。他們將訪談的問題看成是技術性的問題，企圖尋求技術性的解決方法，反而模糊了更根本的人的理解的問題。密許樂(Mishler, 1986)認為訪談是一種交談行動，是受訪者與訪談者共同建構意義的過程。而訪談的分析，應理解其訪談的情境以及現象的社會文化脈絡。

研究中，對產業主導人訪談之目的在於尋求企業在面臨產業變遷之壓力之下所採取之策略與對應方法，而對於產業研發部門進行深入訪談原因則有兩個：

1. 中小企業之員工原本即屬少數，再次劃分其中研發部門相關成員，則受訪對象則更趨於少量，若以問卷調查方式設立題目，則未必能符合統計理論要求的常態分配與大樣本數的要求，即使勉強操作，所或得之資訊也未必能充分表達資訊的原貌。
2. 研究之目的在於探索產業研發經驗並予以保存，若以問卷調查執行，則不免落入預設立場，以問卷引導設計師作答，造成預料中的答案與結果，為求資料之真實性，故採訪談方式以確認確切經驗存在，並於後續以設計領域常用之 KJ 法操作

以探索相關資料。

3.3.2 KJ 法

KJ 法 (K.J. Method) 是 1953 年，川喜田二郎 (日本籍，文化人類學學者) 所創造的方法，屬「定性資料處理」的方法。在「書齋科學」與「實驗科學」之外，自稱此法屬「現場的科學」(野外科學)。能完整地掌握看似無法歸納與整理的各事實內涵，藉由架構式的組織來進行統合，並發掘新的意義。是以川喜田氏自稱其為「創造性技法」。KJ 法所發揮的「加乘效應」(synergy) 非常巨大，而「統合」與「組織」的結果，基本上可視為某一程度的『異質整合』。而 KJ 法操作的精髓如下：1. 強調「直觀重於定量數據」。2. 創造。3. 問題解決。4. 意見溝通。5. 團隊參與。而操作 KJ 法的基本態度有以下三點：1. 捨棄自我 自由 (解放自我) 2. 考慮他人立場 愛。3. 活用一切並加以統合 平等。

KJ 法的實程序：

準備 1. 主題決定

準備 2 資訊蒐集

1. 紙片製作
2. 編組
3. 圖解
4. 文章化

通常絕大部份的設計問題，都不是單一的設計命題；實際上往往是一組龐大的問題集合。面對這樣的現實，問題的「單純化」與「小規模化」，或謂「問題的分解」便成為重要且必然的思維路徑了。分解之後的諸多問題要素 (小而單純的問題因子)，必須再依據某種規則重新組織，方能掌握真正的問題全貌，這個過程我們稱之為「問題的組合」。是以，面對龐大複雜的問題時，必需建立一個具有層屬關係的系統架構，方能瞭解此複雜的設計問題之真正結構。按此觀點，將問題依特定之某些準則，分解成許多的問題要素；再就所有的問題要素，以一定的基準進行分類，建立一個基本的系統化之層屬關係架構，使問題『可視化』(visualization)，實乃處理複雜問題之不二法門。

KJ法，可視為由下而上之『川型思考法』。由系統理論所衍生之層屬關係表法，則屬由上而下之『樹型思考法』。因此於本研究之應用中，可被視為由於系統需要產品研發相關經驗的需要，藉由KJ法的操作將質化的經驗資料予以分解成可被操作的量化資訊，以利於被系統所處理、儲存與在應用。

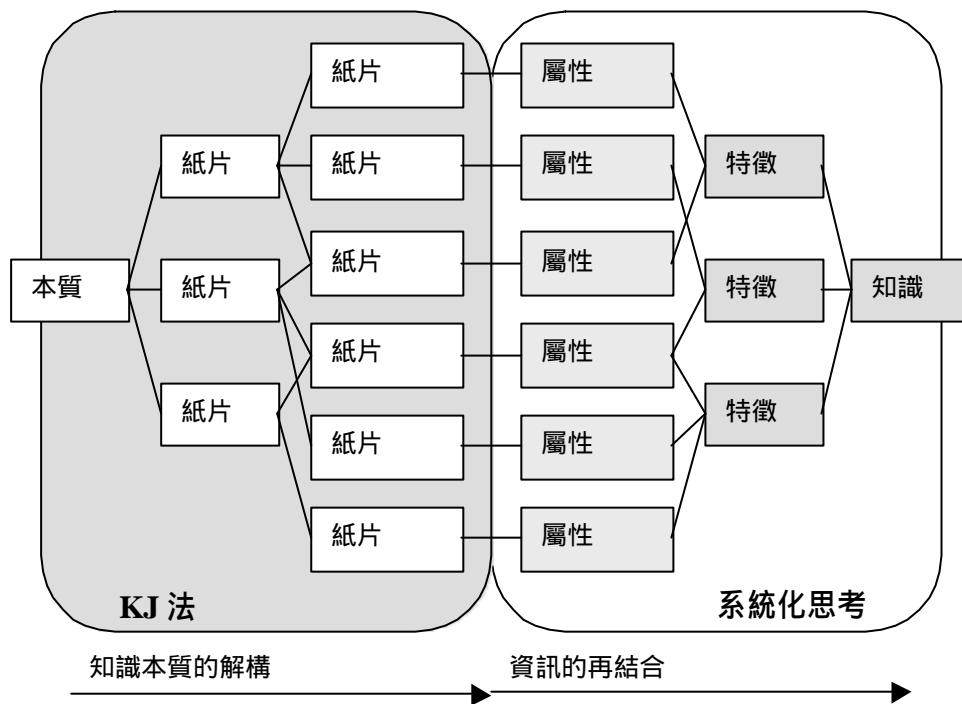


圖 3.1 KJ 法知識解構與系統化思考

3.4 CBR 的演算法比較分析

於案例式推理法中，於按例間相似度之比較與可歸納為定性與定量兩大類的相似度演算法【17】，各方法詳述如下：

1. 定性相似度演算法：

演算法一：

Stanfill 與 Waltz(1986)、Scott 與 Steven(1993)及 Deng(1994)等學者曾提出此相似性演算法分別應用於英文字彙發音、DNA 排列、預測蛋白質次結構和貸款申請人的風險評估分類等領域。以一演算法最為獨立，不需要內定指標的權重值與屬性間的相似值。演算法的內容如下：

T ：表示輸入的案例

C_j ：案例庫中的案例

n ：指標個數

$N_i(T, C_j)$ ：於第 i 個指標中，輸入案例與案例庫中案例是否具有相同屬性

$\frac{N_i(T, C_m)}{\sum_{j=1}^n N_i(T, C_j)}$ ：於第 i 個指標中，描述新案例 T 與 C_m 的相似度

$\frac{N_i(C_k, C_m)}{\sum_{j=1}^n N_i(C_k, C_j)}$ ：於第 i 個指標中，描述案例 C_k 與 C_m 的相似度

(1) 計算各指標的權重值

$$W_i = \sqrt{\left[\frac{\sum_{j=1}^n N_i(T, C_j)}{\sum_{j=1}^n N_i(T, C_j)} \right]^2}$$

(2) 計算案例與輸入值的差異

計算第 i 個指標的新案例 T 與案例庫中任選的一個案例 C_k 的差異

$$d(T, C_k) = \sum_{m=1}^n \left[\frac{N_i(T, C_m)}{\sum_{j=1}^n N_i(T, C_j)} - \frac{N_i(C_k, C_m)}{\sum_{j=1}^n N_i(C_k, C_j)} \right]^2$$

(3)計算指標差異值的總權重值

計算新案例 T 和案例庫中任選的其中一個案例 C_k 的權重差異值:

$$d_i(T, C_k) = W_i \times d_i(T, C_k)$$

$$d(T, C_k) = \sum_{j=1}^n d_i(T, C_k)$$

演算法二：

Kolodner(1993)及 Watson(1995)根據案例屬性之權重，依序計算輸入案例和案例庫中的案例之相似性總權重值。其中屬性間的相似值是由領域專家依據其經驗擬定或結合記量演算法計算而得。

n：屬性的個數

W_j :各屬性的權重值; $\sum_{j=1}^n W_j$; 權重總值和不為 1

f_i^I : 輸入案例之第 j 個屬性值

f_{ij}^R : 案例庫中第 i 個案例第 j 個屬性值

$sim(f^I, f_{ij}^R)$: 輸入案例與案例庫中的案例於第 j 個屬性的相似值

$similarity(f^I, f_i^R)$: 輸入案例與案例庫中第 i 個案例之相似值

$$similarity(f^I, f_i^R) = \frac{\sum_{j=1}^n W_j \times sim(f_j^I, f_{ij}^R)}{\sum_{j=1}^n W_j}$$

演算法三：

Shimazr(1993)及 Lee 與 Xon(1996)學者於顧客流程再造的案例中，透過關連式資料庫，結合結構化查詢語言發展 CBS 系統，於案例庫中搜尋相似之案例，解決定性屬性的問題。

<attribute_list>:查詢後所要顯示之屬性極其值

<table_list> : 所要查詢之資料庫中的資料表名稱

<condition> : 設定查詢案例之條件

n：屬性個數

$sim (f^I , f_{ij}^R)$: 輸入案例與案例庫中的案例於第 j 個屬性的相似值

$similarity(f^I, f_i^R)$: 輸入案例與案例庫中第 i 個案例之相似值

運用 SQL 語言從資料庫中存取資訊，其基本語法如下：

```
SELECT      <attribute_list>
FROM        <table_list>
WHERE       <condition>
```

表示將屬性自資料庫中擷取出來，並與輸入第 j 個屬性值相似的。

而將所擷取的案例屬性，依照其相似直（取決於領域專家的經驗或結合記量演算法）和屬性之權重值，計算案例之相似總權重值。

$$similarity(f^I, f_i^R) = \sum_{j \in n} Sim(f_j^I, f_{ij}^R) \times W_j$$

2. 定量相似度演算法

演算法四：

Salzberg(1991)、Mooney(1995)、Zhang 與 Michalski(1995)及 Rowe 與 Mills(1996)等學者所提出的相似性演算法，通常結合演算法二，同時解決定性與定量的屬性案例。

n : 屬性個數

W_j : 各屬性的權重值

f_j^I : 輸入案例的第 j 個屬性值

f_{ij}^R : 案例庫中第 i 個案例的第 j 個屬性值

$f_j^I \cup dom(f_{ij}^R)$: 輸入案例與案例庫於第 j 屬性之聯集

$sim (f^I , f_{ij}^R)$: 輸入案例與案例庫中的案例於第 j 個屬性的相似值

$similarity(f^I, f_i^R)$: 輸入案例與案例庫中第 i 個案例之相似值

$$sim(f_j^I, f_{ij}^R) = 1 - \left(\frac{f_j^I - f_{ij}^R}{R_{\max}(f_j^I \cup dom(f_{ij}^R)) - R_{\min}(f_j^I \cup dom(f_{ij}^R))} \right)^2$$

$$similarity(f^I, f_i^R) = \sum_{j \in n} Sim(f_j^I, f_{ij}^R) \times W_j$$

演算法五：

Miyashita Sycara 與 Mizoguchi 等學者分別於 1995 與 1996 年提出相似性演算法並將之運用於最佳化結構複雜的工作領域，並發展 Cabins 系統解決維修排成語維修方法的知識獲取及反覆校訂的問題。

n：屬性個數

W_j ：各屬性的權重值

f_j^I ：輸入案例的第 j 個屬性值

f_{ij}^R ：案例庫中第 i 個案例的第 j 個屬性值

SD_j ：案例庫中第 j 個屬性之標準差

$similarity(f^I, f_i^R)$ ：輸入案例與案例庫中第 i 個案例之相似值

$$similarity(f^I, f_i^R) = \exp\left(-\sqrt{\sum_{j=1}^n \left(w_j \times \frac{f_j^I - f_{ij}^R}{SD_j}\right)^2}\right)$$

演算法六：

Jo 與 Han 於 1997 年提出歐幾里得的距離觀念，利用財務指標來預測企業倒閉的可能性。

n：屬性個數

W_j ：各屬性的權重值

f_j^I ：輸入案例的第 j 個屬性值

f_{ij}^R ：案例庫中第 i 個案例的第 j 個屬性值

$d(f^I, f_i^R)$ 輸入案例與案例庫中第 i 個案例之距離

$similarity(f^I, f_i^R)$ ：輸入案例與案例庫中第 i 個案例之相似值

$$d(f^I, f_i^R) = \left[\sum_{j=1}^n W_j \left| f_j^I - f_{ij}^R \right|^r \right]^{1/r}$$

$$similarity(f^I, f_i^R) = e^{-d(f^I, f_i^R)}$$

演算法七：

Kwong、Smith 與 Lau 於 1997 年提出，應用於射出成形的程序中，推演過去的經驗值，以決定燒鑄時的各種複雜參數。

n ：屬性個數

W_j ：各屬性的權重值

f_j^I ：輸入案例的第 j 個屬性值

f_{ij}^R ：案例庫中第 i 個案例的第 j 個屬性值

$similarity(f^I, f_i^R)$ ：輸入案例與案例庫中第 i 個案例之相似值

$$similarity(f^I, f_i^R) = 1 - \frac{\sum_{j=1}^n W_j \times \frac{|f_j^I - f_{ij}^R|}{f}}{\sum_{j=1}^n W_j}$$

演算法八：

湯玲郎、陳振明與林志明（1999）應用三角形的餘弦定理發展 CBS 系統，用於解決監視器零件設計於案例庫中搜尋相似案例的解決方法。應用三角形餘弦定理，以兩向量間的夾角作為案例間的相似度。假設 x, y 並非零向量，若 x 與 y 向量構成一直角則 $x \cdot y = 0$ ，使得此二向量之餘弦值為 0，此時兩向量的相似程度最低。反觀 x, y 兩向量若構成水平 $x \cdot y = 1$ ，則介於此兩向量之餘弦值為 1，此時兩向量的相似程度最高。綜言之，餘角愈小代表案例間的相似度愈高。

n ：屬性個數

W_j ：各屬性的權重值

f_j^I ：輸入案例的第 j 個屬性值

f_{ij}^R ：案例庫中第 i 個案例的第 j 個屬性值

$similarity(f^I, f_i^R)$ ：輸入案例與案例庫中第 i 個案例之相似值

$$similarity(f^I, f_i^R) = \cos \mathbf{q} = \frac{|\langle x, y \rangle|}{\|x\| \|y\|} = \frac{|\sum_{j=1}^n f_j^I f_{ij}^R|}{\sqrt{(\sum_{j=1}^n f_j^{I^2})(\sum_{j=1}^n f_{ij}^{R^2})}} \quad (0 \leq \cos \mathbf{q} \leq 1)$$

綜觀所蒐集的定性與定量兩類，共八種演算法，大致上屬於應用平均數觀念加以計算案例間的相似度，包含了算數平均數、加權平均數與幾何平均數等。定性的問題則多由各因素間不同的重要度關係而加入權重的觀念以加權平均數加以計算。定量的數值化計算則可以幾何平均數以距離的概念評斷兩組因素間的重要程度。若所蒐集的案例混和了定性與定量屬性的資料，則可交互應用八種不同的演算法，使得演算法更加嚴謹與周延。

表 3.1 案例式推理法相似度演算法比較

	屬性	特性
演算法一	定性	演算法涵蓋自動產生要素的權重值，要素的相似度以加權平均數評析
演算法二	定性	運用加權平均數的方法計算案例間相似度，但案例構成要素間的相似度與權重數值，則需逐一由專家所擬定。
演算法三	定性	運用加權平均數決定案例間相似度，將 CBR 搜尋方法以 SQL 語法呈現。
演算法四	定量	以聯集的關練演算案例間各要素間的相似程度，通常結合演算法二加以運用
演算法五	定量	運用標準差並統合指數的運算，計算案例間的相似程度
演算法六	定量	以歐幾里得的距離觀念演算案例間的相似程度
演算法七	定量	運用加權平均數的方法計算案例間的相似程度
演算法八	定量	利用三角形餘弦定理 (cos)，將量化資料得以劃分為向量，以夾角 決定案例間的相似度

第四章 系統發展

本研究以台灣轉型中之中小型企业為目標對象，並考量交通因素與地緣關係以選定產業。透過基本資料調查瞭解企業優勢、訪談瞭解產業方針並釐清系統建置的目標、發掘研發經驗，透過 KJ 法與深入訪談擷取系統所需案例資料並建置系統所需之案例資料庫。後續配合演算法的發展，取得產品案例間的相似度並加以排序，以利最適化案例的取得，進而提出整體系統架構與流程的推行。

4.1 個案對象訪談與系統目標

Lifegear，初期以貿易為主，在歐美等地以自創品牌 Lifegear 代理各項運動健身器材。公司於 1991 於北美創立，目前主公司在美國洛杉磯，並於加州設有倉儲中心，產品的研發則由台灣分公司來福嘉所負責，並於太平洋沿岸的國家生產，包括台灣、大陸、泰國與馬來西亞。

來福嘉，為 Lifegear 台灣分公司，初期負責相關產品的 OEM 事務（如圖 4.1），近年則設立研發部門，積極從事研發動作，並逐漸發展電子商務、與導入電腦輔助設計軟體。主要產品電動跑步車、磁控運動車、橢圓機、踏步機、三溫暖（SPA 機）、按摩床.....等等。進而。而位於台灣省台中縣大雅鄉之在台分公司，目前共計員工二十人左右，另有其他業務人員。目前台灣分公司正逐步與美國母公司分離、財務獨立，未來將發展成獨立的運動用品設計研發為主的專業公司。

就其分公司體質而言，屬台資企業，資本額在新台幣八千萬以下，經常雇員在兩百人以下，屬於經濟部中小企業處所認定的中小型企业，且與一般中小型企业台灣企業相同，為台灣研發/接單，大陸與東南亞生產並行銷歐美的產業模式。與一般台灣中小型企业不同的是多了自有品牌的優勢。再則與本研究進行所在地（東海大學）有著地緣關係。因此本研究擬對該公司進行深入訪談與資料蒐集工作。

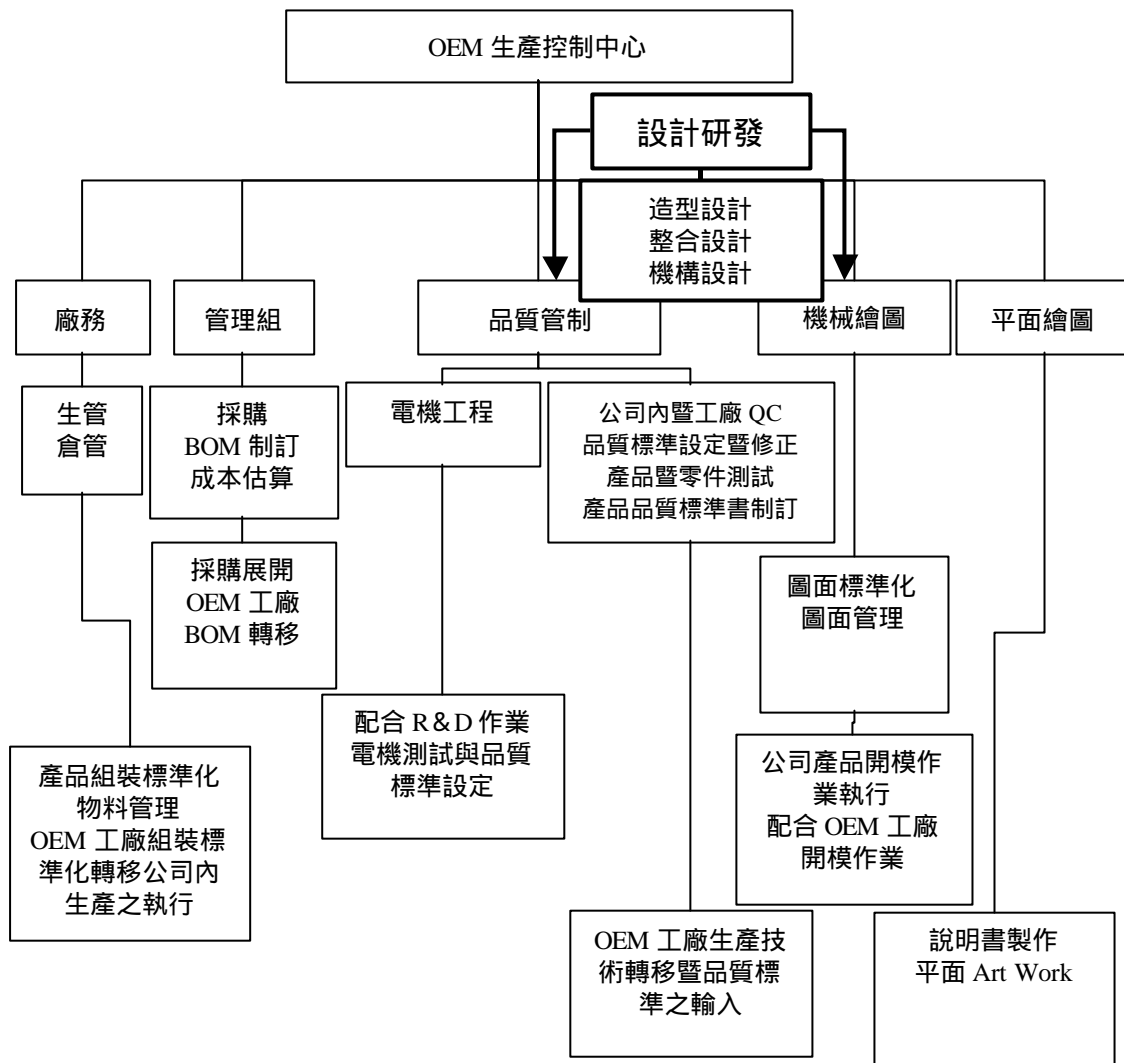


圖 4.1 來福嘉 OEM 生產中心組織架構圖與研發單位設置

4.1.1 初步訪談

初步訪談在於瞭解企業現況與產品設計師工作內容，以及對於公司產品之認知。根據該公司之林副總 裕賢 先生之訪談中所透露，產品之開發速度為極重要的因素之一，在面對其他同業之競爭之下如何較其他同業更迅速的將產品研發並取得相關訂單為重要的關鍵。對於研發部之員工，更深表對員工自我訓練與公司認同感之支持態度，為公司與員工雙贏的營運方針。員工得以發展個人能力，公司也因此得以或得更佳的设计品質。針對該公司的研發能力，認為最重要的部分在於經驗所得之精確使用者需求。

另對該公司研發部副理 郭進益先生進行訪談，請他描述設計工作內容，並對於該公司產品做詳盡之描述，目的在於從言語記錄中發掘是否因長期從事研發工作，並對此一領域具有特定的領域知識(Domain Knowledge)，以下為問題與其回應：

1. 請您針對您的工作內容、公司產品之認知做一敘述好嗎？

答：『主要工作在於因應客戶需求發展造型、結構整合設計，並申請相關專利、認證申請（德國來茵 GS、美國 UL. 等等）。以該公司之電動跑步機為例以描述產品：材質多為管材，並搭配局部塑件做整體造型配合。用色以黑色、銀色系為主。除一般工業設計所認知的設計領域之外，拿跑步機來講，跑步機更強調貼地性高、標準的通過與否。折疊功能、人機介面、坡度調整、互動設計(IA)... 等等為設計上之附加價值。另由於為外銷歐美家庭，更需重視安全的重要、防火與異常測試。』

2. 新人參與設計時，易發生的問題？那解決方案為何？

答：『新進研發人員，必須先至工廠擔任品管工作，以熟悉相關之設計需求，檢測標準.....等等。且由於我們屬於分公司，規模小，內部溝通上比較沒有大問題，研發部中的人員也還包含了機械領域的人，電機部分則是長期配合的廠商，所以設計上的問題通常在量產前都可以先檢測出來。新人加入，也就是跟著做跟著討論，這方面的問題上都可以由這樣的方式彌補過來。』

3. 能否敘述簡單你們的開發流程？

答：『基本上，與一般產品開發流程不會差太多，但是我們的產品由於都是銷到美國的大賣場還有歐洲的關係，必須特別注重標準與安全的問題。至於產品造型上，則是以家庭導向為主，比較講究親和力還有健身運動的感覺吧！』

4. 那麼客戶會很明確的描述所謂的使用者需求嗎？

答：『基本上，我們的客戶族群分為兩類，一種是屬於很清楚瞭解我們產品的長期客戶，所以我們多半能夠很清楚的瞭解到他們所需要的產品必須具備哪些特徵、要素。而另一種的就屬於比較新的客戶，頂多是概略的指定使用者類型，像是性別、年齡還有期望的導向，比如說運動型的產品還是家用的產品。』

5. 公司的產品以何者為最主要的呢？

答：『這兩年是因為保健還有休閒的風氣比較盛吧！所以 HOME SPA 系列的產品賣的特別好，不過多半都是互補的情況，銷售上都還蠻平穩的。還持續是獲利的狀態，但公司營運目標仍以運動產品為主要之研發內容，如跑步機、腳踏車、橢圓機等等。都是以關懷、身心健康的目標為主。』

4.1.2 企業之產品設計研發作業流程分析

進一步瞭解，來福嘉在產業之所運作的模式上，大致可以分為貿易、設計與生產等等部門；分別負責銷售業務、產品開發與產品製造。設計研發部門位居樞紐，將客戶需求整合，透過設計程序（Design Process；DP）提出產品原物料/零組件表格（Bill of Material；BOM）並經由品質管制（Quality Control；QC），經由量產提出適切產品于客戶。（圖 4.2）（附件）

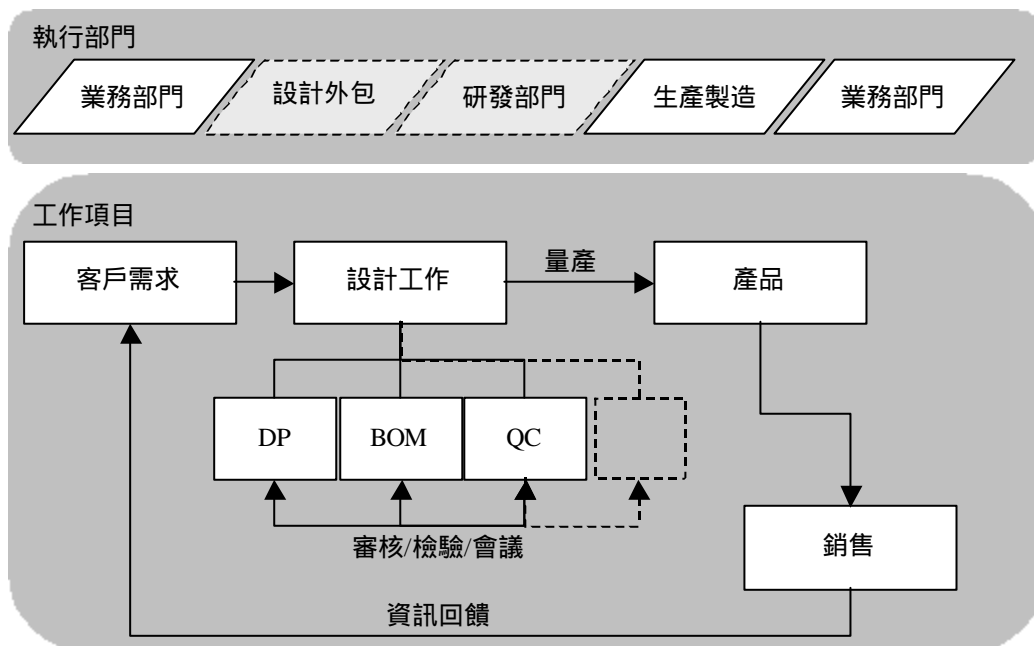


圖 4.2 來福嘉產品開發流程簡圖

而由於來福嘉屬 Lifegear 台灣分公司，整體而言以台灣為設計研發中心，向歐美等地接單，而在台灣、大陸與東南亞等地生產，與一般台灣外銷為主的中小型企业雷同（圖 4.3），而在此一架構之下，設計研發能力更顯重要。

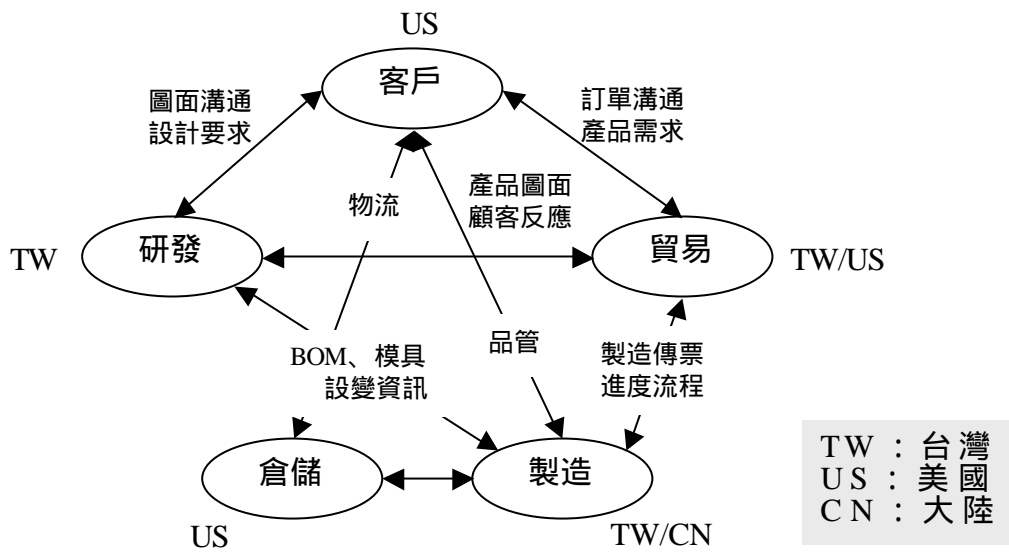


圖 4.3 來福嘉產品資訊交流模式

依照此階段的訪談中可察覺，該公司之產品設計屬於客導化的設計導向，依照客戶需求與配合經驗，統整設計目標，進而從事設計工作，提出整體考量之設計解決方案。在後序的討論中，發現該公司的產品研發的過程與同步工程概念相近，於設計研發初期便以團隊方式進行，有著資訊同步—『雙向資訊交換』與行為同步—『專案階段內重疊』的特性，並採用模組化的設計與 DFX 設計觀念。設計師則扮演著統整依客戶需求所篩選所得之各關鍵元件與賦予整體外觀造型的工作。對於該公司而言，所謂的設計研發經驗則可定義為依照客戶需求，發展造型與選擇『適當』模組化系統。而此訪談行為在本研究中則扮演著確認系統目標的工作，訂立系統之特性為接獲客戶需求後，提出相關連之產品關鍵特徵交赴設計師執行整合與設計動作。

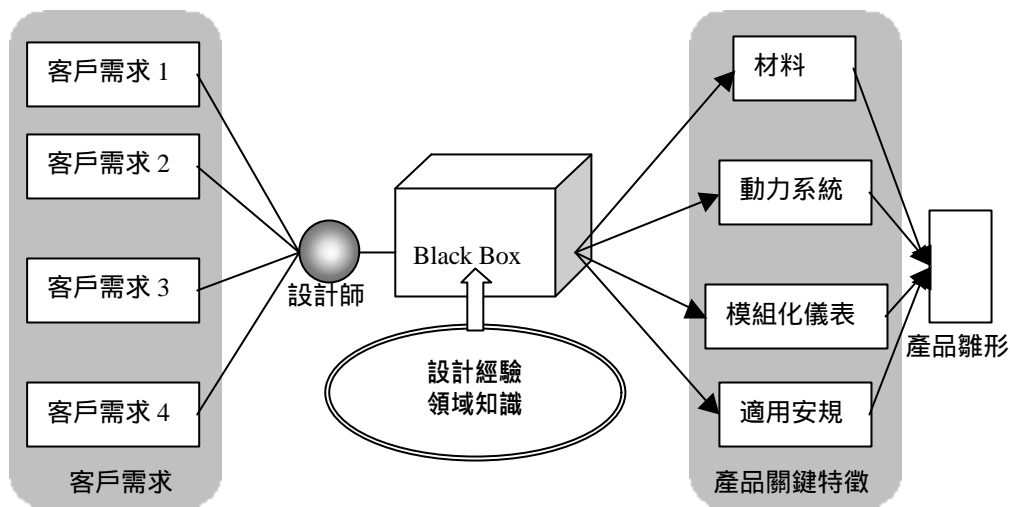


圖 4.4 客導化產業設計設計構想流程簡圖

在產品知識管理的基礎觀念中，是將產品資訊作有價值的整合。若能應用 CBR 概念，將過往合乎客戶需求的產品設計案例，在設計之初即以系統化的方法快速的提出予設計部門參考，則可達成提升設計品質與速度的目標。而系統的位階應處於一般的產品資料管理系統之前，建置一查詢模組將過去的設計資料快速的提出做為參考之用，支援設計過程所需之案例參考。

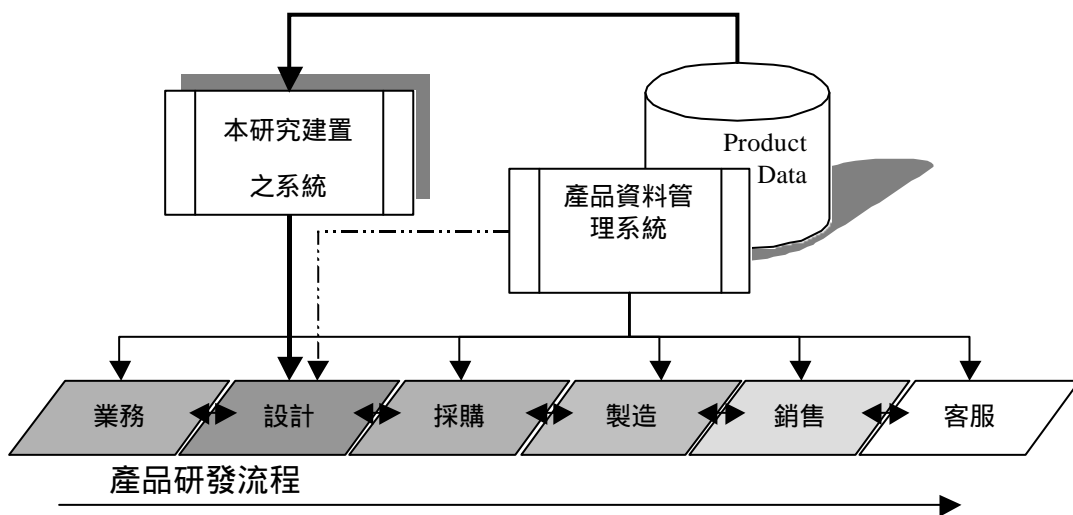


圖 4.5 設計支援系統於企業流程中之位階

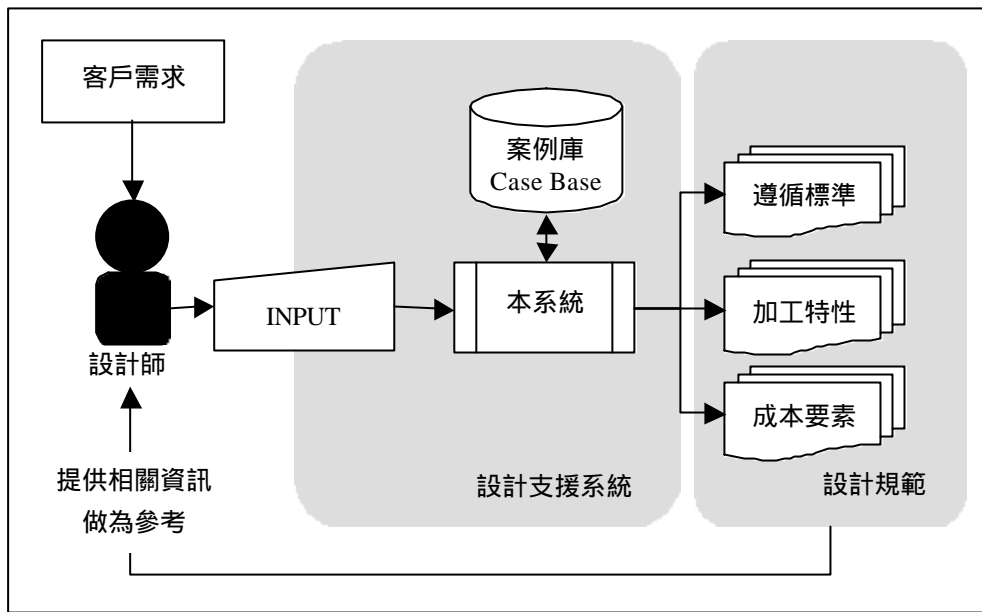


圖 4.6 系統基本運作概念

4.2 產品案例擷取

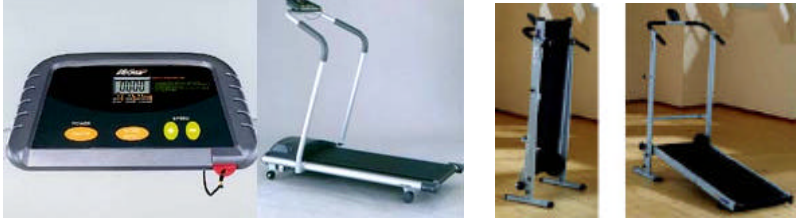




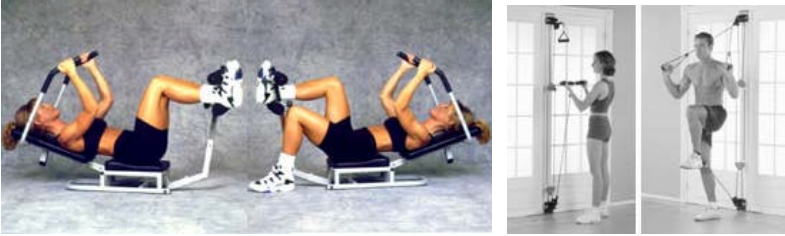
產品設計支援系統為達成客導化產品知識支援與相關產品資料搜尋之目的。依據前瞻性與發展性之要素，選定來福嘉實業之電動磁控跑步機 12 台（如附件 1）。由於研發人員少，與研究者非該領域之專家，未必能依照產業特性設計問卷並取得客觀之數據化資料，因此透過實際深入訪查來福嘉之設計研發人員，並共同操作 KJ 法以解析 12 台跑步機之定性資料以建立案例庫。

4.2.1 目標產品的選定

來福嘉實業目前所包含之產品有以下幾類：

1. 電動/磁控跑步機（Motorized/ [Magnetic Treadmill](#)）：
主要以提供跑帶區域使人可於是內於定點上進行慢跑運動之器具，而分別有電動與磁控方式提供跑動時之阻力或者速度等等控制因素。
2. 室內運動腳踏車（BIKE）：
主要也是提供使用者得以在家中簡便的進行腳踏車運動。具有多樣化產品結構方式，而阻力提供方式則有多樣化的方式如：磁控系統、重輪、煞車皮、風扇葉片 ... 等等。
3. 漫步機（AIR WALKER）：
進行擺動雙腿之室內運動
4. 室內踏步機與橢圓機（Stepper/ Elliptical Trainer）：
做為室內踏步運動或者搭配扭腰運動之踏步機與橢圓機
5. HOME SPA 系列產品：
方便使用者在家裡進行近年來流行的 SPA 身體保養，產品如蒸汽箱按摩床、按摩椅等等。產品類別多樣化、但多著重在於身體保養與保健之上。
6. 其他健身訓練器材：如進行仰臥起坐、重量訓練等等之運動器材

表 4.1 來福嘉產品類別列表

產品類型	產品照片
電動/磁控跑步機 (Motorized/ Magnetic Treadmill)	
室內運動腳踏車 (BIKE)	
漫步機 (AIR WALKER)	
室內踏步機與橢圓機 (Stepper/ Elliptical Trainer)	
HOME SPA 系列產品：	
其他健身訓練器	

由於產品之多樣化與平均發展，故必須要以一個客觀之條件來評選一案例加以分析作為本研究之產品案例。而運動為增進骨骼、肌肉、心肺功能與強化腦細胞之開端。運動生理學家 Dr. Astrand 曾表示：「一個人確實的運動 10 分鐘可以賺得 20 分鐘的生命。」而事前積極的運動也遠勝於事後消極的醫療行為。而美國健身運動聯席會曾請七位專家對於各種類型的運動進行評量。並以 0-3 分作為量化的量表。沒有效益為 0 分，而效益最高者為 3 分。故各項運動之評量中滿分為 21 分。其評量之前三名分別為：跑步、其單車與游泳。由此可知跑步為最佳效益之運動方式，且在運動器材中為最具發展性與前瞻性之產品。而若以消耗卡路里、的考量來看（表 4.2），跑步也是一最佳的運動行為，緩和的慢跑動作得以與激烈的越野滑雪等等活動消耗相近的熱能，也比騎單車的行為上增加消耗了約一倍的卡路里。且安全性上而言也較其他激烈運動來的高，卻又能有效率的增加肌耐力與心肺功能達成健康運動的效果。因此，就現在追求健康與休閒生活的趨勢，認為該公司之眾多產品中，究選擇以電動跑步機做為產品案例。

表 4.2 各類運動每分鐘所消耗熱能表

活動種類	卡路里/MIN
越野滑雪	10~15
跑步	10~12
壘球、手球（單打）	8~11
壘球、手球（雙打）	6~8
獨木舟、划船	7~11
游泳	8~10
騎單車	5~10
跳繩	7~10
網球（單打）	7~10
網球（雙打）	5~7
滑冰、溜冰	5~10
走路	5~7

註：熱量、消耗準確值依照個人體重、運動強度、技巧與天氣狀況而有所差異，以上為參考標準，實際消耗量依個人因素與當時因素而有所差異。

4.2.2 產品案例資料的擷取

根據 CBR 系統方法、案例庫 (CASE BASE) 之建立需對目標案例進行解構，而前文中所探討與來福嘉訪談資料顯示，產品設計開發經驗之要素部分在於將客戶需求轉化為實際之各模組與機構等最適化整合式設計。以案例之觀點得將產品視為一必須特徵或設計規範之最佳化組合。因此研究以產品為單位，期望在後續系統之發展中得以依照使用者需求或設計師認知提出目前案例庫中最为相近之案例以提供設計所需之參考與引用。

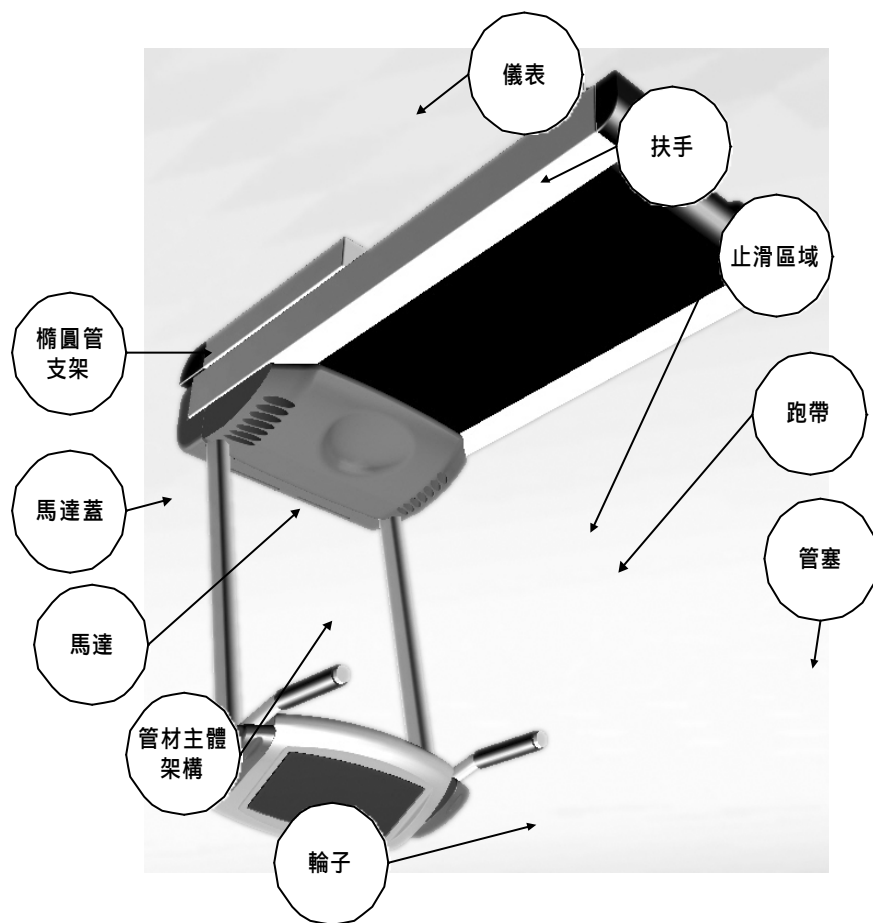


圖 4.7 跑步機產品簡圖

依據研發部門人員表示，目標產品—電動跑步機之產品特性為模組化之設計。在新產品之開發上，重要工作在於依據客戶需求選擇正確的動力/阻力系統，合宜的儀表設計，決定功能的多寡。若將上述依客戶需求而得的各設計目標，視為此產品設計的特徵，可進一步推論產品由特徵所組成，而特徵的緣起則由抽象的客戶需求而來，可知由客戶需求推展至具體產品的過程 (圖 4.8)。此一架構可被視為一結構

化之知識之具體呈現，以 KJ 法（川喜田二郎；1953）之精神加以檢證，認知此知識結構具有定性化資訊、創造性之特性，並有助於問題解決與意見溝通，為集體意識之呈現。且預測此一知識結構乃具有「加乘效應」(Synergy)與異質整合之效用。

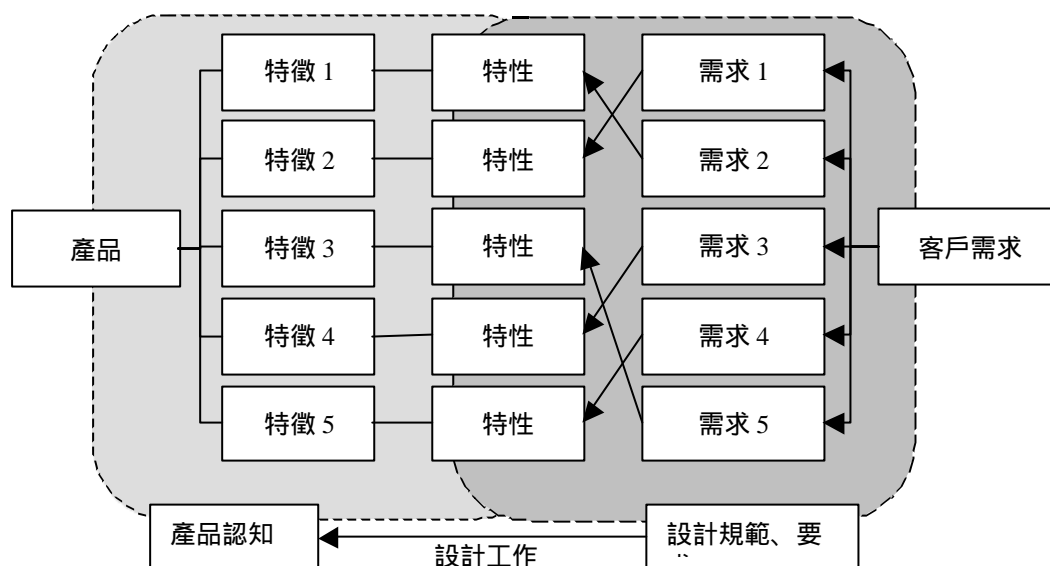


圖 4.8 產品案例結構分析

本研究應用 KJ 法與深入訪談擷取來福嘉研發部門工程師因長期工作而得之產品關鍵知識。KJ 法之執程序可分為兩個事前準備，四個程序動作分別為：主題決定、資訊蒐集、紙片製作、編組、圖解與文章化。而於調查展開之前討論而認為應找尋產品所具有之代表性特徵。而資訊蒐集步驟則藉由研發部成員內部經驗值為主要依據，也正是本研究之重要觀點—產品設計研發相關知識之探索與再運用。

經由紙片之製作與分組（附件二），透過討論後認為對跑步機而言，重要的特徵因素為產品名稱、儀表類型、系統類別、所遵循的法規以及管材規格。

- a. 產品名稱：來福嘉實業在產品名稱上盡量採取能夠代表產品內涵之命名法則，如 Manual Treadmill 代表著較為陽春型的跑步機，而絕大部分的跑步機在功能上具有一定程度上的共通性，如計時、里程數統計、卡路裡換算等等，稱之為基本功能。可附加感應器加以檢測脈搏心跳者則加上 Heartwave 字樣。依據動力系統不同，磁控跑步機則加上 Magnetic 字樣、電動跑步機則另外加上 Motorize 字樣。於分類過程一致認為此特徵最為具有產品代表性。

- b. 法規限制：由於產品本身已具有成熟的發展，在歐美各國已有明確的規定與法則。而在跑步機類型則以德國之 GS 標準為規範為主（如附件三）。如共通規定：跑板調整保護裝置、溫度控制、電源 .. 等等細項需通過重重測試。而更有精確度上的區別，各為 Class A、Class B、Class C 等等級的差別。而以研發者的角度來看，主要取決於使用者的不同，一般家庭用戶多採用 Class C 以下的等級（包含未經認證的機種）Class A 與 B 多為運動型的使用者或者年輕力壯的使用者。
- c. 系統類別：因應不同的使用情況，電動跑步機往往採用不同的動力或阻力系統。如不同馬力值的電動馬達，磁控系統，織帶阻力 等等不同的系統。而分別具有不同的特性。如採取重飛輪作為阻力來源的系統而言，由於結構簡單因此具有簡便、安靜、耐用 等等特性。而不同馬力等級之動力系統則具有不同速度、扭力的特性。
- d. 管材類型：在該公司之跑步機之上使用了不同組合之現有管材，如不同尺寸的方管搭配圓管與橢圓管而這些管材的排列組合往往在不同的產品上呈現出統一的產品特性。如同較為圓滑、或者較為強而有力的意向。或者採用某些組合之產品往往強調貼地性高，或者高穩定性的特性。
- e. 儀表類型：主要可區分為兩類。一種為獨立式表，一種為整合設計形式。整合性表樣式表往往與產品一起設計而具有整體性與產品之整合度高。但獨立樣式卻往往是具有彈性，可以選購之產品，多半是向儀表製造商選購功能相容之操作儀表只要訊號相容，設計造型設計相符合的話，基本上均可通用，因此具有多樣化，可選擇的特性。

在 CBR 的案例表示法中，主要是以特徵（feature）構成案例，相對而言，這些特徵的集合即為案例的代表，特徵之下則連結著特徵的內容—特徵值（Value）。研究中所執行的 KJ 法與深入訪談的目的即在取得特徵與其所屬值並加以結構與定義。但於本研究中所擷取到的資料結構則增加了一個層次—屬性（property），屬性資料欄位在於 KJ 法執行時，多屬於產品的形容語詞與特性，較特徵更能代表產品

的內涵。另一方面，也有利於案例相似度的擬定。因此，利用樹狀結構圖將擷取的資料結果結構如圖 4.9 所示，並定義各個階層在案例中所代表的位階。後續則繼續執行 KJ 法，以 12 台跑步機為依據，將紙片中的定性化資料歸屬於各不同的層級，建構一具體之產品案例結構化資料。

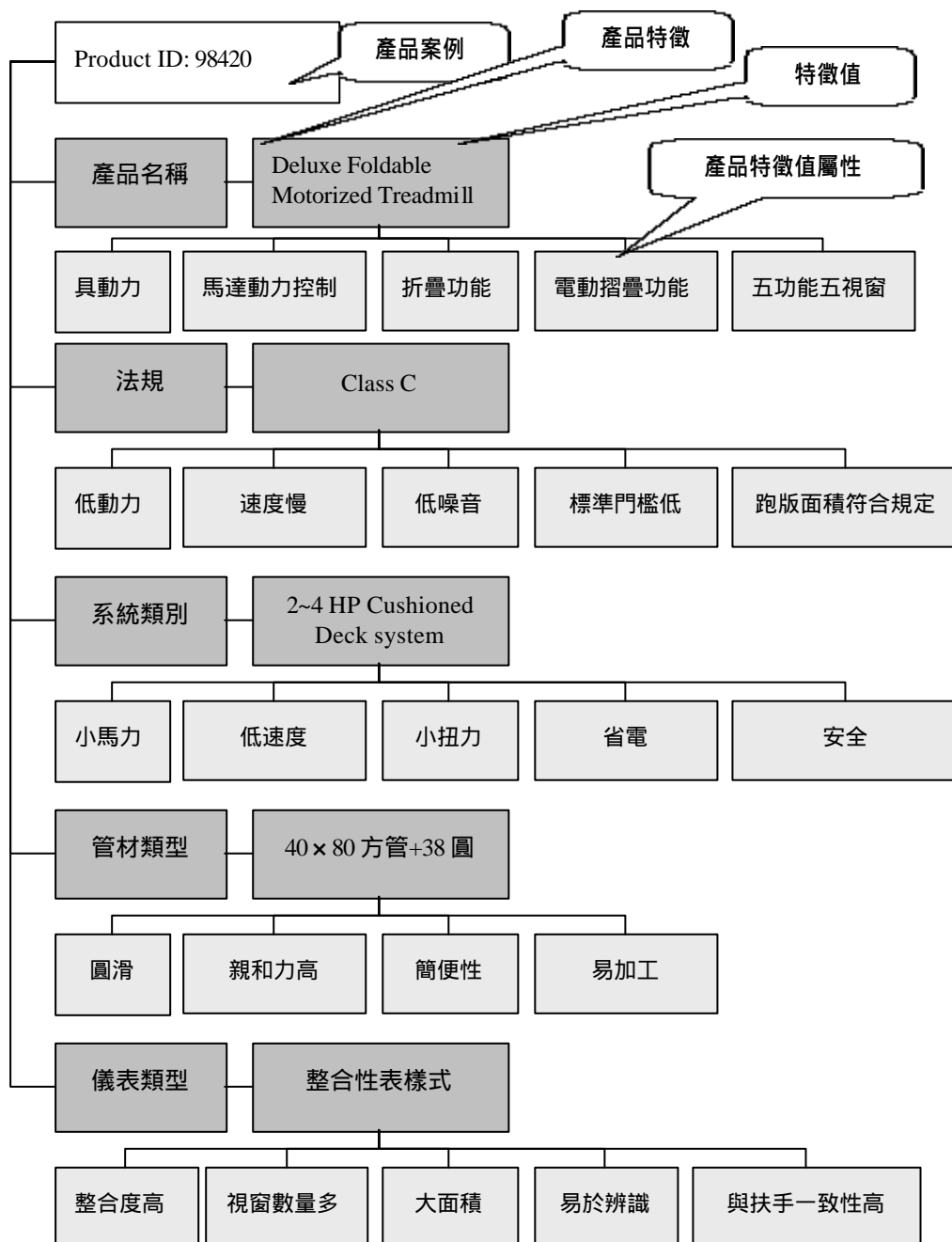


圖 4.9 跑步機案例資料樹狀結構圖，以型號 98420 機型為例

4.3 案例比對運算邏輯

根據案例式推理法的演算法比較分析（第三章）與本研究所擷取建置的資料內容與特性，將案例資料自結構底層逐步比對而提出案例整體之相似度。比對過程分為兩個步驟：1.特徵相似度評比。3..案例相似度評比。

4.3.1 特徵相似度評比

由於案例是由產品特徵值屬性、特徵值、特徵等（圖 4.9），由小至大堆疊結構而形成。在此結構之下，案例間相似程度可由其中包含相同因子的多寡決定，當兩組五五相對的字串相互比較的情況，其中有兩組字串吻合時，就其資料的組成而言，兩組特稱值所屬的屬性資料間有 40%的屬性相同，因此特徵的相似度可被視為 40%，而案例資料乃根據專家知識擷取所得。因此，此一相似度可被視為專家所提供的特徵相似度數值。以方程式表示：

$$Sim_{xy} = f(x, y) = \frac{Q_{xi=yi}}{T_{xy}} \dots \text{方程式 (1)}$$

（若 x, y 為兩不同特徵值， Sim_{xy} 為兩不同特徵值間之相似程度； $Q_{xi=yi}$ 表示特徵值中相等之屬性（property）總數，若（ $X_i = Y_i$ ）則 $Q_{xy} = 2$ ，若（ $X_i = Y_i, X_j = Y_j$ ）則 $Q_{xy} = 4$ ； T_{xy} 為 x, y 兩組屬性值總和(totality)）

以客戶對『動力系統的需求』與案例庫中一案例之『系統類別』為實例說明，當客戶要求跑步機之動力系統必須是『小馬力』、『簡便』、『安靜』、『省電』與『安全』的情況，自案例庫中擷取 Cast Iron flywheel 特徵與特徵值，其中有三組字串相同，相似度為 $Sim_{xy} = f(\text{系統類別, 客戶需求}) = \text{相同特徵值數量} / \text{總特徵數量} = 6/10 = 60\%$ （如圖 4.10 所示）。

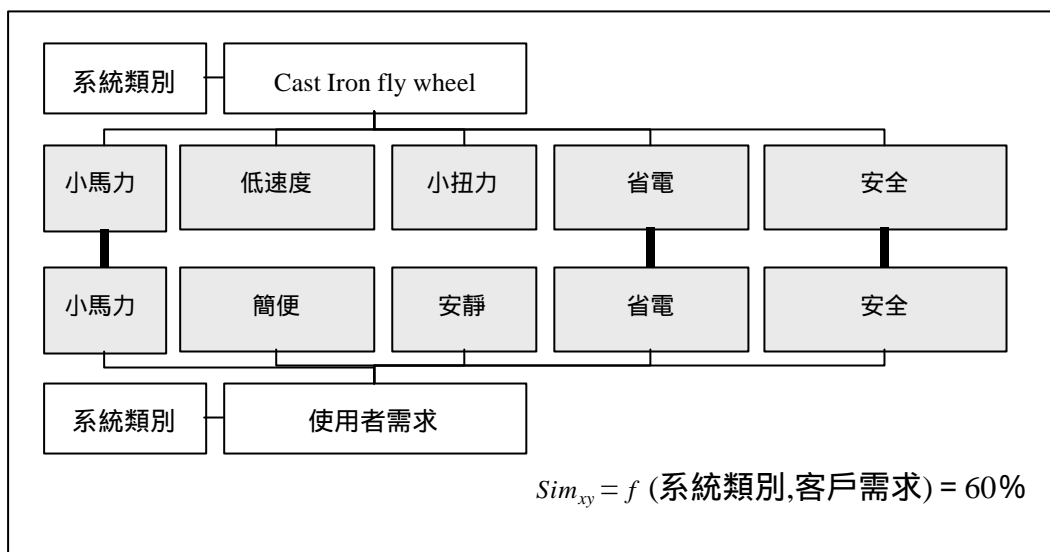


圖 4.10 特徵值間相似度評比

4.3.2 案例間相似度評比

基於研究之案例結構乃由不同之特徵與其所屬特徵值所構成，因此其相似度得依方程式(1)，分別求得特徵值間之相似度。但由產品特性而言，雖一產品由不同特徵構成，但就參考價值與其重要度來說，並未佔同等重要性，應將此一特性表現於計算法則之上（圖 4.11），而定義於方程式(2)：

$$Sim = \frac{\sum (W_i \times S_i)}{\sum W_i} \quad (Sim \text{ 為案例間之相似度； } S_i \text{ 為依方程式 (1) 所得之特徵值間}$$

相似度； w_i 為各特徵所佔之重度，由系統主動提出或設計者提出) .方程式 (2)

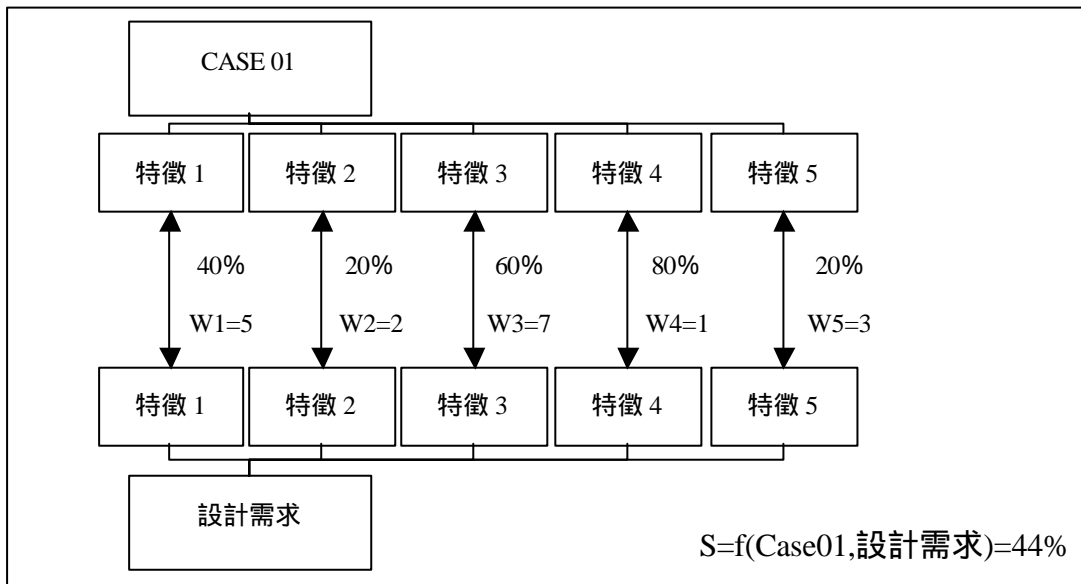


圖 4.11 案例間相似度評比

4.3.3 特徵權數擬定

由於特徵之重度關係會因時間、社會因素、流行趨勢.等外在因素，進而影響設計師對不同特徵的重視度，也就是說於方程式（2）中所運用的權數數值會隨著時間因素造成變動情形。若權數值未能因應設計師的看法而隨之變化，則經歷時間的變動之後，系統的適用性將備受考驗。因此，於研究中依據搜尋的次數制訂了以下的權數計算法：

$$W'_{default} = \frac{W_{default} \times t + W_{user}}{t + 1} \dots \text{方程式 (3)}$$

（ $W_{default}$ 代表搜尋時系統所提出之預設權數； $W'_{default}$ 代表下次搜尋時系統所提出之預設權數； t 為次數統計）

每一次的搜尋均會影響下一次系統預設權數的表現，當設計師所輸入的數值大於當次的預設權數時，將會提高下一個使用者使用時該特徵權數的比重，反之亦然。而在未更動情況下，此次搜尋的影響則反映在次數的增加上，表示設計師贊同目前的權數看法，也就是說設計師認為該特徵的重要程度與系統所提供的權數表現相吻合。當搜尋並記錄的次數夠多時，預計將收斂成一穩定的數據。屆時，產品搜尋之方式將更具有客觀性。

案例乃由結構性資訊所組成，需由特徵值與屬性等資料集體構成，方具有知識與經驗特性，若個別視之則僅只是單一的語詞或字串。使用者需求則為一概念性、知識層次之資料集合。因此，於系統建構時，需將兩者同化至同一層次方能從事比對。而案例庫之案例，對電腦而言仍視為資料加以處理，因此在系統運作中，透過介面的設置將使用者需求規範成案例之資料結構，並於搜尋比對時將案例庫中所有案例展開，針對特性資料、特徵值以案例為單位，逐層計算相似度(方程式(1)(2)(3))。個別得到使用者需求對每一案例之相似程度，其次則運用排序功能將所有案例依照相似度暫存於記憶體中並加以排序，將相似度較高者顯示於使用者介面之上，提供設計工作之參考。相似程度是依據演算而得，數值並非絕對的關係，而是依據該次搜尋與各案例間的相對關係，也是說本次搜尋的 60% 相似度與前次搜尋的 60% 相似度，代表的意義可能有所不同，以尋求與目標最接近的案例為主要的目的。

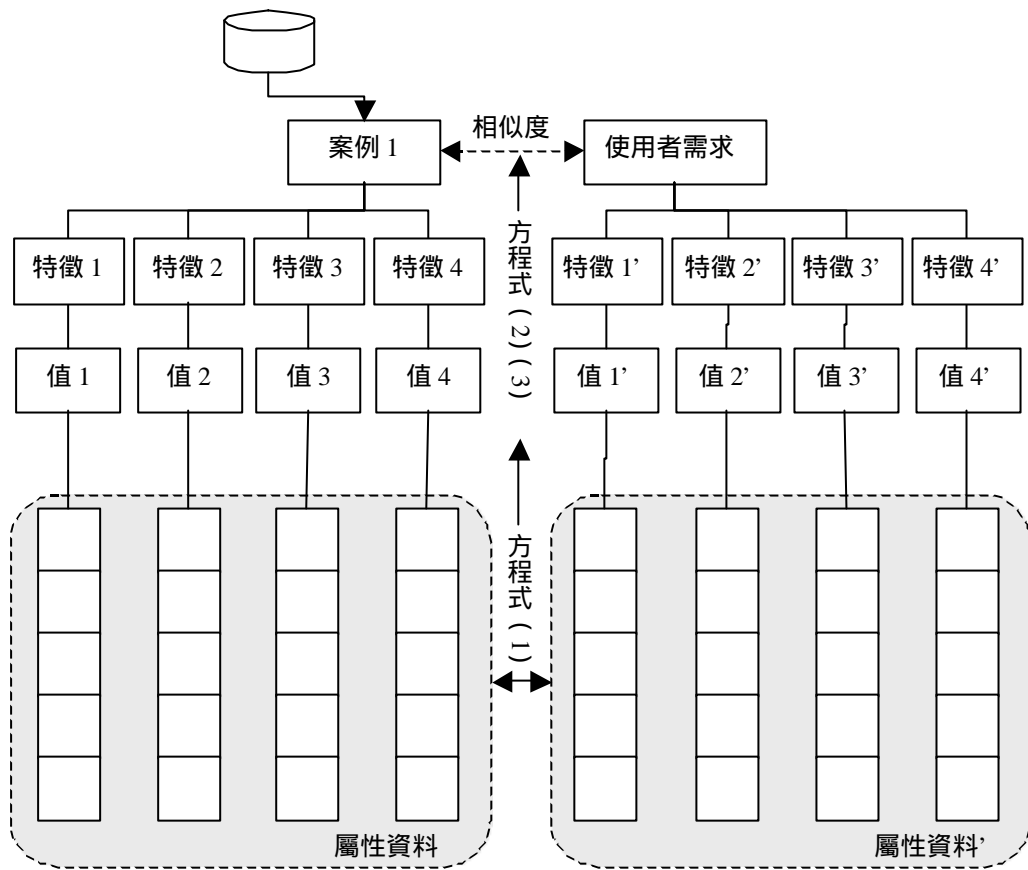


圖 4.12 產品案例相似度比對

4.4 系統流程

由需求語彙的輸入，由權數的加入與演算法的作用，對案例庫中的案例資料進行比對，逐一將輸入的需求與案例庫中所有案例比較相似度，進而依據所得相似度加以排序並呈現於使用者介面上。當合乎使用者需求時，設計師則可依據所得的結果套用其中的特徵以運用在目前的設計問題上或抽換其中的特徵形成新設計。系統整體的流程如下圖所示：

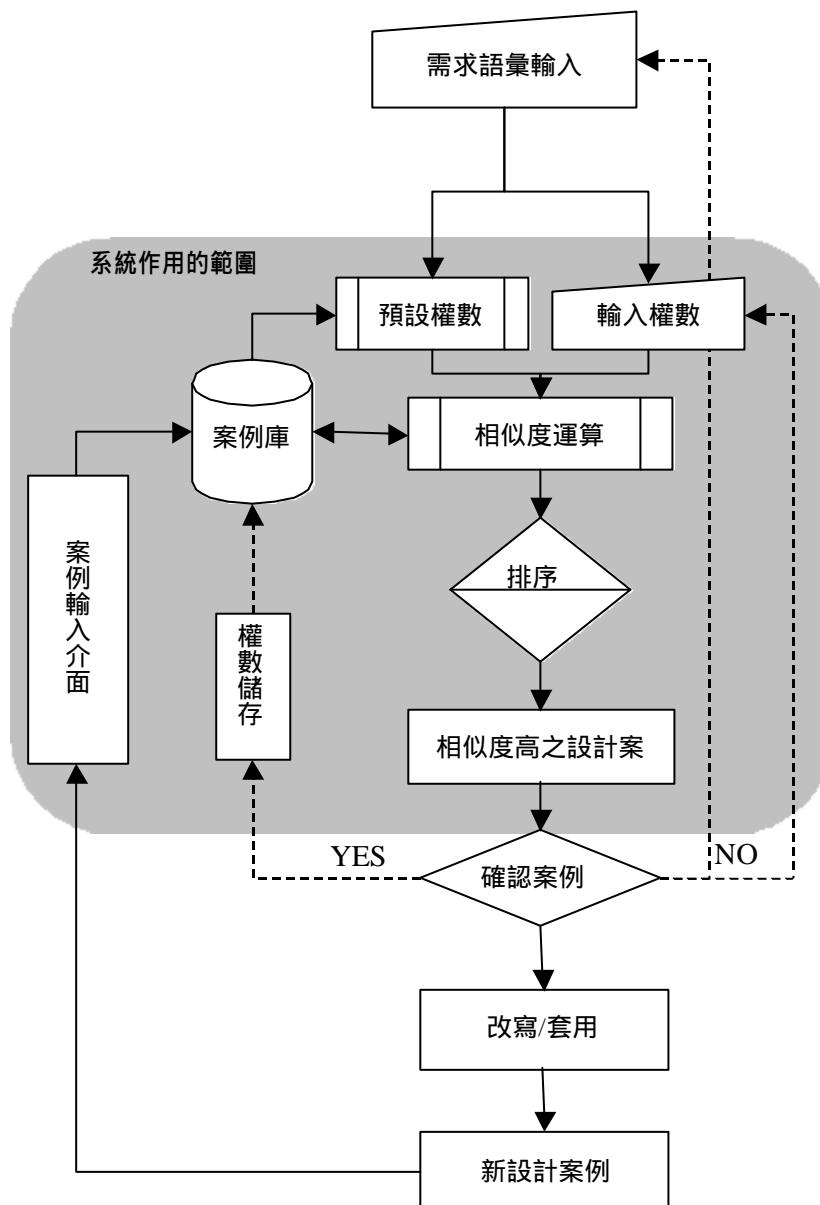


圖 4.13 系統流程圖

4.5 系統建置的方法與步驟

本研究基於效率、負載平衡與後續維護上的考量，運用網際網路分散式系統之三層式（3tiers）架構，將系統區分為資料服務層(data service tier)、運算邏輯層(business logic tier)與使用者介面層(presentation tier)，進行系統的建置。

系統的建置步驟上，可區分為以下六個步驟：

1.經驗案例的擷取：

運用深入訪談與 KJ 法的操作，探索並擷取設計師經驗與知識作為案例內容。

2.編纂整合至資料庫

整理並將前一步驟所得的資料加以連結與串連，提升至知識的層次，用以整理至資料庫中以利後續運用。

3.演算法分析比較與發展成運算邏輯

透過八種 CBR 搜尋比對演算法的比較與分析，參考其中三種定性化演算法，並參酌企業需求與相關問題點，制訂發展本系統所運用之案例比對運算邏輯。

4.系統開發

在此階段，主要工作在於系統的分析與的設計工作。藉由訪談而訂立的系統目標與需求，進而開發以 CBR 為基礎的設計決策輔助系統。

5.介面的發展

提供使用者一個人性化的使用環境，此階段的工作在於介面的規劃與設計。設計的原則以易於辨識與使用為主，此外為了快速選取與參數輸入錯誤等要素的考量，因此在參數輸入方面，多採用下拉式選單的設計，以減少需求語彙等參數的誤判情形。

6.系統測試。

交付產業做實際的展示與操作，作為後續改良修正之參考。

使用的工具分別為 PC 作業平台、Windows XP 視窗作業系統，以 Microsoft Access 建置案例資料庫，Macromedia Dreamwaver 發展使用者介面與 ASP(Active Server Page)程式的編纂，以及 Microsoft Internet Explorer 作為瀏覽與操作的工具。相關的作用與步驟、如圖 4.14 所示，電腦硬體相關需求如表 4.3 所示：

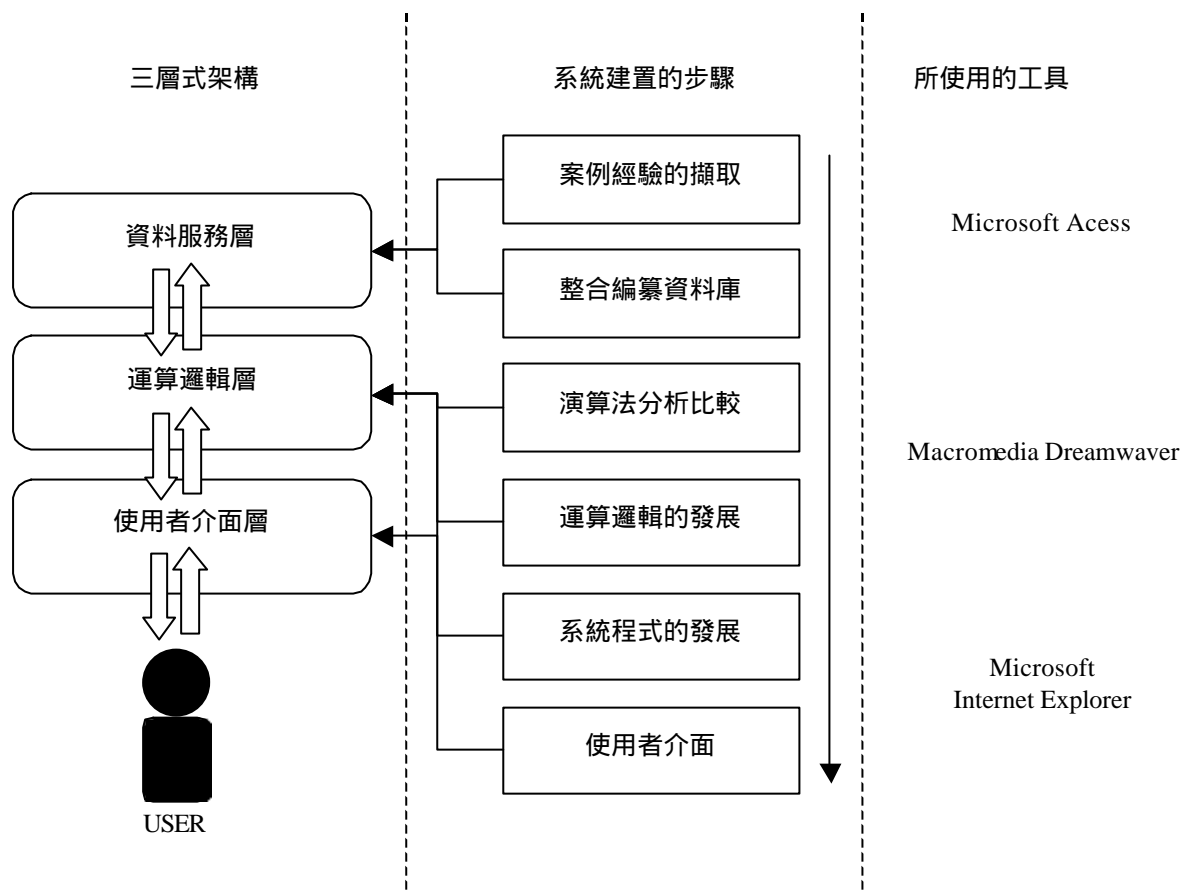


圖 4.14 系統建置的步驟與相關運用工具

表 4.3 本研究應用之相關電腦軟硬體設備

Server 端 Win2000 server	
CPU	AMD Duron 1.0G
記憶體	256 MB SD RAM
作業系統	Microsoft Windows 2000 Server
網際網路資訊服務器	Microsoft Internet Information Server ; IIS (內建於 Windows 2000 Server)
Client 端 User 使用電腦	
具備瀏覽器(Browser)之一般個人電腦 (PC)	

第五章 系統模擬測試

5.1 使用者登入

本研究所建置的系統，主要在於企業內部使用，使用者需透過身份的審核方得使用本系統。

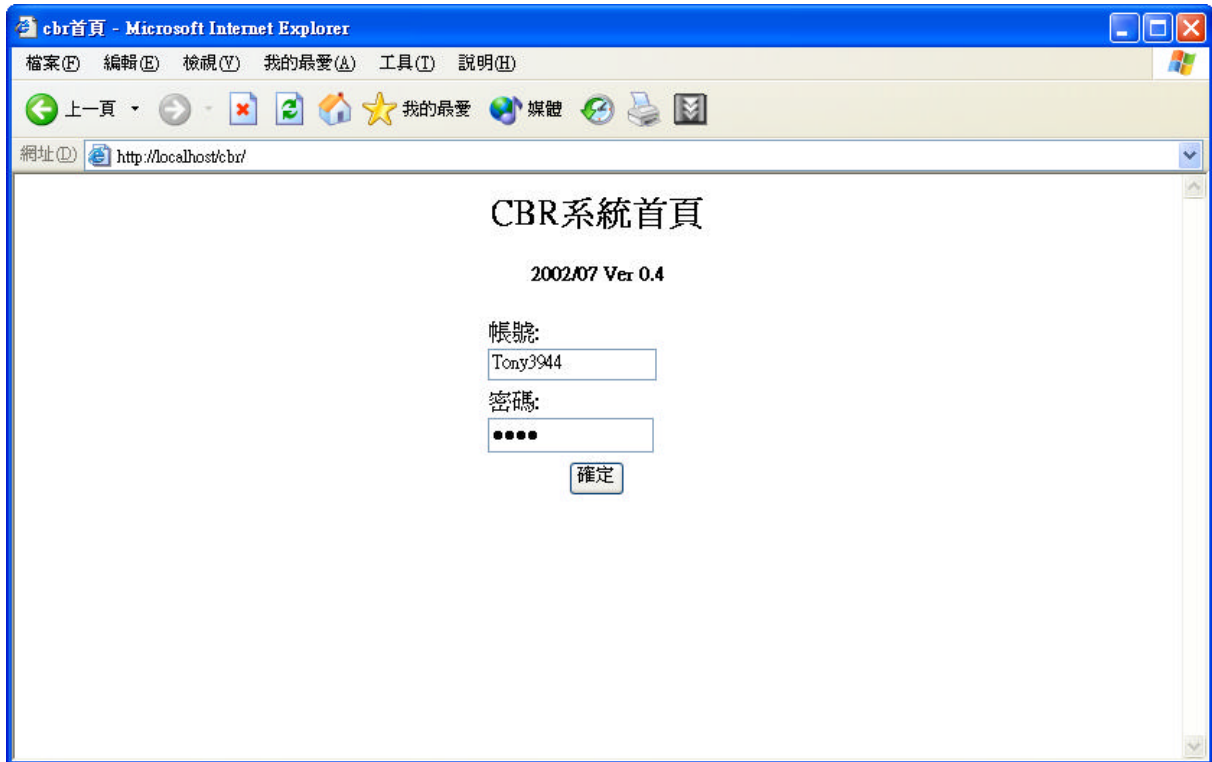


圖 5.1 使用者登入介面

5.2 使用者介面

進入本系統後，主要介面如圖 5.2 所示。於畫面左側為系統所提供的預設權重數值，代表各不同特徵之重要程度。若使用者對於其重要度之相對關係意見相左，則可透過自訂權數的設定進行搜尋。畫面右方則為各特徵值屬性的輸入欄位，皆為下拉式選單，以避免語彙上的差異影響查詢的結果。

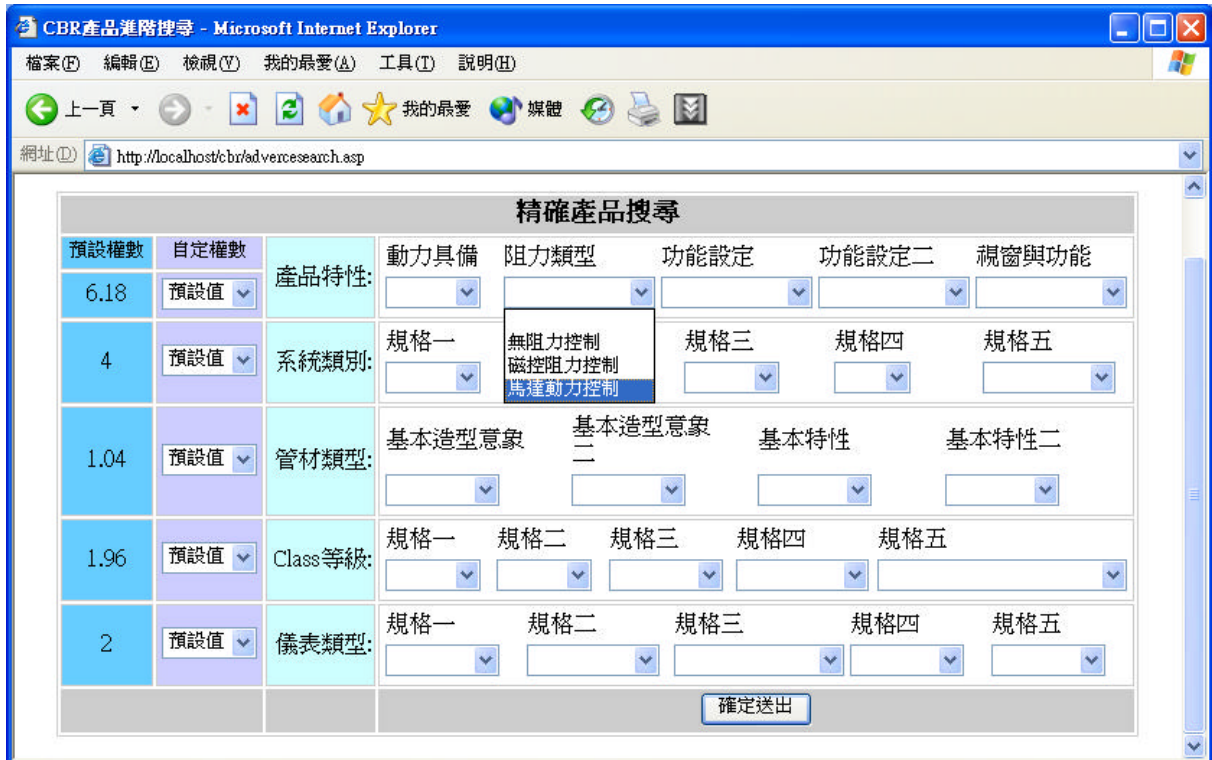


圖 5.2 案例搜尋語彙輸入介面

5.3 系統模擬

5.3.1 以預設權數進行搜尋

依據使用者所輸入的語彙與權重數值，系統進行案例之比對與排序。在使用上，若所提供的語彙未盡合乎設計需求，設計師無須將所有的語彙欄位均填滿，僅需選擇所需要的欄位進行搜尋。以假設性的實例進行搜尋：『我想要一台電動跑步機，還要能夠便於收藏，造型要容易和我家的環境搭配，最好功能多一點。』因此，在語彙的輸入上，分別輸入『具動力』、『馬達動力控制』、『折疊功能』、『五功能五視窗』、『馬力強』、『扭力大』、『安靜』、『圓滑』與『親和力高』等等分別代表造型、功能與特性的語彙資料(如圖 5.3 所示)，並套用系統所提供的預設權數。當確定送出後，系統便會針對所輸入的語彙資料，對案例加以比對與排序，呈現於使用者介面之上(如圖 5.4 所示)。依據輸入特徵與案例的比對，排名一的案例在產品特性與系統類別上與使用者需求有相當程度的吻合，分別為 80%與 60%的相似程度。加總計算的結果為 48%相似。當所得到的結果滿足設計師的想法與意向時，便可引用其中所包含的特徵，如此類電動跑步機多採用『整合性表樣式』的儀表設計、必須遵循安規

『Class C』的規範，在主架構的管材使用上可利用 40×80 (mm) 方管與 38(mm) 圓管的組合，主要的動力系統可以採用公司內部具有的 2~4 匹馬力的 Cushioned Deck System。而依使用者需求則可將排序的結果展開，觀看相近與不相近所有案例。

精確產品搜尋							
預設權數	自定權數	產品特性:	動力具備	阻力類型	功能設定	功能設定二	視窗與功能
6.18	預設值		具動力	馬達動力控制	折疊功能	可測脈搏心跳	五功能五視窗
4	預設值	系統類別:	規格一	規格二	規格三	規格四	規格五
			馬力強		扭力大	安靜	
1.04	預設值	管材類型:	基本造型意象	基本造型意象二	基本特性	基本特性二	
			圓滑	親和力高			
1.96	預設值	Class等級:	規格一	規格二	規格三	規格四	規格五
2	預設值	儀表類型:	規格一	規格二	規格三	規格四	規格五
						確定送出	

圖 5.3 需求語彙的輸入

排名:1	
產品圖片	
	
型號:	98420
名稱:	Deluxe Foldable Motorized Treadmill
class:	Class C
儀表類型:	整合性表樣式
管材類型:	40*80方管+38圓管(mm)
系統類別:	2.0 ~ 4.0 HP Cushioned Deck system
使用者對象:	年齡層:40-50 性別:男女皆可 類型:家庭用戶
產品特性相似度:	80 %
系統類別相似度:	60%
管材類型相似度:	0%
class等級相似度:	0%
儀表類型相似度:	0%
產品相似度總分(加權後):	48 %

圖 5.4 搜尋產生相似度最高的結果



圖 5.5 案例搜尋的結果為案例的排序

5.3.2 更動權數進行搜尋

當系統所提出的案例未能合乎設計師的意向與想法時，設計師可回到前一畫面進行語彙的修正與權數的變動。在語彙無誤的情況之下，設計師可強化某部分的觀點，調整運算的權數重新進行搜尋。延續前例的語彙資料並強化造型意向的部分將具有造型屬性的管材類型部分權數提高，將功能性的產品特性權數加以抑制(如圖 5.6)，進而得到一個新的結果(如圖 5.7)，為一無動力的一般跑步機，具有測脈搏心跳等附屬功能。

精確產品搜尋						
預設權數	自定權數		動力具備	阻力類型	功能設定	功能設定二
6.18	2.0	產品特性:	具動力	馬達動力控制	折疊功能	可測脈搏心跳
4	預設值	系統類別:	規格一 馬力強	規格二	規格三 扭力大	規格四
1.04	6.0	管材類型:	基本造型意象 圓滑	基本造型意象二 親和力高	基本特性	基本特性二
1.96	預設值	Class等級:	規格一	規格二	規格三	規格四
2	預設值	儀表類型:	規格一	規格二	規格三	規格四
確定送出						

圖 5.6 權數的變更

排名:1

產品圖片



型號:	40211
名稱:	Manual & Heartwave Treadmill
class:	none
儀表類型:	獨立樣式
管材類型:	30*70 橢圓管 + 38圓管
系統類別:	Cast iron fly wheel
使用者對象:	年齡層:50以上 性別:男女皆可 類型:家庭用戶
產品特性相似度:	20%
系統類別相似度:	0%
管材類型相似度:	50%
class等級相似度:	0%
儀表類型相似度:	0%
產品相似度總分(加權後):	21.25%

圖 5.7 變更權數後的搜尋結果

當產品搜尋合乎設計師或使用者之想法、概念之後，可由畫面中點選 按鈕，可將本次搜尋所套用之搜尋權數加以記錄，在於下一次搜尋時，由系統主動提供相關之搜尋權數。

預設權數	自定權數		預設權數	自定權數	
6.18	20	產品特性:	6.14	預設值	產品特性:
4	預設值	系統類別:	4	預設值	系統類別:
1.04	預設值	管材類型:	1.05	預設值	管材類型:
1.96	預設值	Class等級:	1.96	預設值	Class等級:
2	預設值	儀表類型:	2	預設值	儀表類型:

圖 5.8 儲存經驗參數後的權數變化

5.4 系統預設權數的變化情形

本系統在完成功能上的建置與測試後，即上線由來福嘉實業研發部門加以測試與訓練，，在受測初期的權數均訂定為 5，共進行了 127 次搜尋，以成功得到案例結果才加以統計。在測試初期系統較不易得到滿意的案例資料，但在為期一個月的測試之後各權數分別變化為：

1. 產品特性：從 5 提升至 6.18（重視程度高）
2. 系統類別：從 5 降到 4（重視程度略高）
3. 管材類型：從 5 降到 1.04（重視程度較低）
4. Class 等級：從 5 降到 1.96（重視程度中）
5. 儀表類型：從 5 降到 2（重視程度中）

根據測試的研發工程師表示，他們在實務上多半著重在於功能適切性的考量上，因此搜尋的條件多半為功能類型的考量，在功能上確切合乎客戶的需求，客訴與退貨的情形才不容易發生。因此，就權重數值的變化上來看，的確反映了這樣的事實。設計師在搜尋上多偏重於『產品特性』與『系統類別』兩個特徵。而較為忽略其他三個項目。

5.5 系統使用後分析與探討

透過系統實際的模擬與測試後，與設計師針對系統的優缺點一同討論，提出以下的論點：

1. 本系統的優勢
 - (1) 經訓練後可提出合理的設計案例，藉由案例的特徵有助於新產品開發時，有助在各元件的配置上的參考。
 - (2) 權數的統計有助於釐清設計上的缺漏，如現況多忽略了造型上的考量。
 - (3) 查詢的過程有利於設計的發想。不盡合乎設計師意向的案例中仍有合乎查詢條件的特徵。而在得到合理的案例時，由於前次搜尋的刺激，在案

例的改寫上，會運用得到前次搜尋中的特徵。

(4) 利用網際網路為工具，即使不在公司內部與客戶溝通，透過系統的搜尋，也能較為清楚的知悉客戶理想的機型。

2. 本系統的不足處

(1) 系統的操作不易瞭解，測試初期需透過研究生的講解才得以順利操作。

(2) 產品案例數量不足，若可囊括大部分的跑步機產品案例，系統的效益將更有效的提升。

(3) 系統的連結性較低，目前系統的內容僅止於提供案例的搜尋與其相關的特徵。但若能連結相關的資料，以網頁的方式呈現，在設計的過程中資料的蒐集將更為容易。

3. 與一般資料庫的差異點：

以全文檢索系統為例，本研究所建置的系統與之最大的差異在於，知識表示法搜尋方法的不同。以案例與全文檢索系統的文件資料而言，CBR 的案例為一組包裝好、相互連結的、結構性資料。而全文檢索的資料則為單一獨立性的資料。在演算法上也有所不同，全文檢索乃根據關鍵字檢索資料庫中所有的資料，會列出來的即是包含該關鍵字詞的資料，彼此沒有次序關係，僅就具備資料與否取決是否顯示，而本研究所建置的 CBR 系統則是將案例加以排序，獲得的結果並非單一的資料內容，而屬一個排序的組合。表示在目前的設計需求條件之下，從最相似到不相似的案例皆列入參考的範圍之內。

5.6 小結

本研究透過實際的測試運作與訓練中可發覺，運用 CBR 系統方法建置之本系統有助於設計研發階段的產品知識建構，在實際搜尋的過程中，設計需求往往為『不完備』的訊息，系統則可依照輸入的訊息挑選出最為相近的案例，使設計師得以參考過往設計瞭解其他特徵的配置。以小節 5.3.1 的模擬為例，當輸入的語彙資料僅限於『產品特性』、『系統類別』與『管材特性』時，藉由系統所呈現的案例內容則可提示其他特徵的配置，如『儀表類型』的選擇，與遵循的『法規』等級。透過重複查詢的動作則更可協助設計師於設計發想上的全面性，交叉運用兩案例中的特徵，構築出新的產品規劃。就知識的定義而言，知識是一種流動性質的綜合體；其中包括結構化的經驗、價值、以及經過文字化的資訊。此外，也包含專家獨特的見解，為新經驗的評估、整合與資訊等提供架構。知識起源於智者的思想。在組織中，知識不僅存在文件與儲存系統中，也蘊涵在日常例行工作、過程、執行與規範當中。本系統整合了原有企業內部的產品資料，以專家經驗的擷取將原有四散的資訊加以連結與應用，提升至一個知識應用的層次。

第六章、結論與建議

6.1 結論

本研究的目的是在於建立一套設計支援模式，以中小型企業為對象，透過深入訪談、KJ 法、案例式推理法與資訊科技整合運用，提出將過去難以解決之設計經驗傳承、保存問題的解決方案。使得電腦扮演的角色不再侷限在後端設計工作，而由設計初期即以過往成功案例支持設計研發之構想發展階段。

藉由訪談瞭解目標產業屬一客導化企業，設計師之經驗在於將客戶的需求轉化至確切之產品設計解決方案，屬於一種淺層知識的處理，設計師藉由經驗累積而來，在遭遇問題時，最終解決方案的提出往往取決於設計者的直覺，未必明瞭其中堂奧。與深層知識與編譯知識等得以推論與定義的知識相較之下，較難以以專家系統方法予以儲存與整理。而藉由案例式推理法的應用，透過相似度運算邏輯的制訂，將接近設計需求的設計主要構成特徵提出作為設計師構想的參考資料。進而做出以下結論：

- (1) 系統之發展並不在於以電腦取代現有之研發人力，而是盡其所能的提供必要的幫助，而首先則是依實際之產業需求、將客戶需求等模糊、質化的資訊轉化成實質的過往設計案例，直接提供設計師參考。
- (2) 以案例拆解成關鍵字詞再加以評量予以計算，具有質化搜尋之特質，於一般搜尋引擎之針對字詞搜尋相較之下，較為具合理性，每次搜尋均獲得現有資訊中最为貼近需求之結果。
- (3) 本系統之運作，得以輕易的連結企業現有普遍採用之 PDM 系統，如本研究中所保留之產品序號欄位，即是作為連結外部資訊之鑰 (Key)，得連接之資訊如 BOM 表、專案.....等等重要產品資訊。
- (4) 延續上述觀點，得將本系統視為輕易連結現有 PDM 系統之子系統或外掛模組。以不同的觀點對不同的使用者研發相關之子系統，取得產品資料庫中之相關資訊。如應用造型研發之語意網路，使新手設計時瞭解前輩在造型發展之考量，或專案控管資訊之相關資訊。

6.2 研究侷限與限制

本研究受限於人力與資源等限制條件，研究的成果可能未盡完善，而歸納出以下幾個主要問題點：

1. 知識擷取的問題：

本研究基於研究對象的樣本數較少，而採取深入訪談與 KJ 法操作取得案例庫所需之設計案例資料，在知識的代表性上，恐難涵蓋大部分的設計思考模式。

2. 最佳化的問題：

研究中所採取的知識表示法屬於結構化的資料呈現，但並未對資料的多寡進行最佳化的探討。特徵數量越多，越能具體代表案例知識，但由於搜尋方法的限制，特徵數量過多將導致系統效能的降低。同樣的，權數涉及的層次也可深入至各特徵間相似度的評比但以目前系統的狀態，使用者即有 34 個欄位資料需填入，若再增加也未必是個有利的使用環境，綜合而言即是案例結構與權數的最佳化問題。

3. 系統效能的問題：

本研究採用案例式推理法進行案例的搜尋、比對與提出，但對於電腦而言，需將將所有的結構化案例展開，並一一比對且包含空的欄位，當案例資料因企業發展而膨脹成大量的資料時，系統運行的效率未必能夠使企業願意採用此類系統架構模式。

4. 特徵值屬性間的重複與衝突：

於本研究中所擷取的部分資料內容具有重複性，與衝突性，就單一欄位而言，這樣的情況屬不合理的狀況，但由於本研究所應用的表示法是以案例為單位，就案例而言為彼此獨立的情況，特徵值的屬性資料的重複與衝突並不會造成案例相似度比對上嚴重的問題，但仍造成使用者在選取上的困擾。

5. 相似度的比例問題：

由於系統容許使用者輸入不完備的語彙資料，因而降低了特徵間相似度與案例相似度，在某些情況下會造成差異不明顯的情況，影響最接近案例的選取。

6.3 後續研究建議

本研究針對產業設計研發經驗保存問題進行探討，並提供一些可行的方法，而為來仍可朝以下方向繼續發展：

1. 案例式推理法的主要關鍵在於知識的表示與套用之上，若沿用本研究之觀點，將目的鎖定在支援設計師發想之初的資訊支援，則可針對知識的擷取方面進行後續的研究，如廣泛性的設計案例知識表示法探討。
2. 電腦系統發展的目的在取代人力進行繁雜的運算處理動作，而有大型化（Scale up）與分散式（Scale out）的趨勢，本研究屬分散式處理的一部份，若以整體設計鍊為支援對象，後續則可針對不同產業別、設計方針..等，進行不同模組的研究與開發。
3. 延續上點，開發小型系統的優點在於軟硬體成本的較低，但因應而來的是較高的系統管理與維護成本。後續則可對於子模組系統間整合、應用與管理方面進行深入探討。

參考文獻

一、中文部分

- 【1】 日本能率協會編著,沈士涼翻譯,“ KJ 法應用實務 ”,1990/4 版
- 【2】 朱柏穎,工業設計電腦化與電腦輔助工業設計,設計雙月刊,75 期,1997/6,pp72~75
- 【3】 李新富,“企業設計策略管理之研究”, 台中商專學報, VOL. 8, pp.631~68
- 【4】 李新富,“企業形象策略的意涵、價值與影響因素之探討”, 88.06 2000
- 【5】 林明德,“從企業內改造到企業間整合”, 台北,資策會,1998/4
- 【6】 林朝賢,“知識管理與資訊整合”,0 與 1byte 科技雜誌中文版,Vol.222, 1999/10
- 【7】 洪鉛財, 戰略生產力雜誌,中國生產力中心發行,440 期,1994/10
- 【8】 紀念慈、陳少卿編譯, 電腦輔助設計與製造概論, 全華科技圖書股份有限公司出版, 1994
- 【9】 徐業良 & 陳如煌,“產品設計程序電腦輔助支援系統的研究開發”,第八屆全國自動化科技研討會論文集(一),pp 508~515
- 【10】 許聰鑫,“長鞭效應之探討”, 中國工業工程學會九十年度年會暨學術研討會論文,2001
- 【11】 邱淑芬,“顧客導向的設計推廣時代”,產品設計與包裝季刊,Vol.56,p.3,1994
- 【12】 郭炳宏、黃弘毅,“以案例式推導法建立設計輔助發展模式”, 中華民國設計學會第六屆設計學術研究成果研討會,2001
- 【13】 郭炳宏、黃弘毅,“案例式推理法應用於產品開發知識整合之研究-以產品設計概念發展階段為例”, 2001 年科技與管理學術研討會,2001
- 【14】 郭炳宏、鄭再添, 產品企畫論教材,2000
- 【15】 郭炳宏、鄭再添,“建構企業產品商務系統之研究與應用”,私立東海大學工業設計學系碩士論文,2000/7,p20
- 【16】 游萬來、宋同正,“亞太製造中心設置支援性設計中心的芻議”, 1998。
- 【17】 湯玲郎、陳振明、林志明, “應用案例式推理、灰色關聯性分析法發展設計評估決策支援系統” 中央大學工管所碩士論文,1999.6
- 【18】 經濟部統計處, 製造業經營實況調查報告, 1999/5

- 【19】葉日豐,“淺談產品資料管理 PDM”, CADesigner 雜誌,2000 年 8 月號
- 【20】資訊運籌管理-CALS 100 問, 財團法人中衛發展中心
- 【21】劉育東 陳勝智,“專家與生手設計者使用電腦媒材的認知差異”,第六屆設計學術研究成果研討會,2000/5
- 【22】鄧宜莘、馬奕群,“建立具體化設計輔助系統之研究-以行為概念為基礎”,國立成功大學工業設計學系碩士論文,2000/7, p1
- 【23】魏延軍,“ 權變管理 ”,企業管理出版社,3/2000
- 【24】John Chris Jones 著,張建成 譯,“設計方法”,六合出版社,10,1994 pp101~102

二、英文部分

- 【25】Akin, ð.”Architects’ reasoning with structure and functions ”Environment and Planning B: Planning and Design,1993 pp270-29
- 【26】Anand SwamiNathan, Glen Dowell, "The Effect of Experience and Performance on New Market Segment Decisions: Evidence from the U.S. Bicycle Industry" (committee member). University of Michigan Business School (Corporate Strategy), final defense, February 25, 2000
- 【27】Anderson J .R. “The Architecture of Cognition”. Cambridge, MA: Harvard University Press, 1983,
- 【28】Agnar Aamodt & E. Plaza *Case-based reasoning: Foundational issues, methodological variations, and system approaches*.In AI Communications, Vol. 7 Nr. 1, March 1994, pp 35-59.
- 【29】Bill Gates , 樂為良譯 , 數位神經系統 , 商周出版社 , P65,P235
- 【30】Boothroyd.,G and Dewhurst,P.” Product Design For Assembly,” Boothroyd Dewhurst, Wakefield,RI,1990(1st edn, 1983).
- 【31】Domeshek, E.A., Kolodner, J.L., & Zimring, C.M., The Design of A Tool Kit For Case-Based Design Aids, in J.S. Gero and J. Sudweeks (eds), Artificial Intelligence in Design '94. Kluwer AcademicPublishers., Netherlands, 1994,
- 【32】Floyd J. Fowler,Jr , Thomas W. Mangione,“ Standardized survey interviewing : minimizing interviewer-related error.”,弘智文化, 1999

- 【33】 Germany,1995.Griffin,A .& Hauser,J.,”The Voice of Customer”,Marketing Science, Vol.12,No1,Winter,1993
- 【34】 Ho C.H.”Some Phenomena of Problem decomposition strategy for Design thinking: Difference between novices and experts”Design Studies, 2001, pp27-45
- 【35】 Hua, K., Schmitt, G., and Faltings, B., Adaptation of spatial design cases, in J.S. Gero (eds), Artificial Intelligence in Design '92. Kluwer Academic Publishers., Netherlands, 1992,
- 【36】 Huthwaite, B., ”Design in quality,” Quality, 27(11), pp35~36, 1988
- 【37】 Jones, G.R., (1998), Organizational Theory-Text and Cases, Second Edition, Addison-Wesley.
- 【38】 Joseph D. Blackburn, Geert Hoedemaker and Luk N. Van Wassenhove, "Concurrent Software Engineering: Prospects and Pitfalls", IEEE Transactions on Engineering Management, Vol.43, No.2, 1996.
- 【39】 Kogut B., Zander U. 1992. Knowledge of the firm, combinative capabilities, and the replication of technology, Organization Science,
- 【40】 Kogut B., Zander U. 1992. Knowledge of the firm, combinative capabilities, and the replication of technology, Organization Science, 3: 383-397
- 【41】 M.L., and Zhang, D.M., CADSYN: Using case and decomposition knowledge for design synthesis, in J.S. Gero (ed), Oxford, Artificial Intelligence In Design '91. UK: Butterworth-Heinemann. 1991,
- 【42】 Michael E. Porter, "競爭優勢 (上)", 天下文化出版, 1999,
- 【43】 Mishler, E. G. (1986). Research interviewing: Context and narrative. Cambridge, MA: Harvard University Press.1986
- 【44】 NavinChandra, D., and Narasimhan, S., Behavioral Synthesis inCADET, a Case-based Design Tool, Proceedings of the SeventhConference on Artificial Intelligence IEEE, Miami, Florida, pp217-221
- 【45】 Nonaka,I.,Takeuchi ,H., and Umenoto,K.,”A theory of organizational knowledge creation,”Int.J.Technology Management, Vol.11, pp833-845, 1996.
- 【46】 Peter ,Michael E, Competitive Advantage, Free Press, New York,1985
- 【47】 Prasad, B., ” Concurrent Engineering Fundamentals: integrated product and

process organization,”pp27~59,1996

- 【48】 Pu, P., & Purvis, L., Formalizing Case Adaptation In A Case-Based Design system, in J.S. Gero and J. Sudweeks (eds), Artificial Intelligence in Design '94. Kluwer Academic Publishers., Netherlands,1994,
- 【49】 Ralph Bergmann,CBR- WEB,[http”//www.cbr.org](http://www.cbr.org)
- 【50】 Sak Onkvisit John J.shaw, ”An Examination of the International Product life cycle and Its Applications within Marketing”, Columbia Journal of World Business(Fall, 1983)
- 【51】 Stuart Russell and Peter Norvig, Artificial Intelligence: A Modern Approach, Prentice Hall, 1995.
- 【52】 Ullman, D.G., The Mechanical Design Process, McGraw-Hill, 1992.
- 【53】 Zander and Kogut, "Knowledge and the Speed of Transfer and Imitation of Organizational Capabilities: An Empirical Test".1995
- 【54】 Zander U., Kogut B. 1995. Knowledge and the speed of the transfer and imitation of organizational capabilities: an empirical test. Organization Science, 6

三、網頁資料

- 【55】 人工智慧, http://ai.ee.ccu.edu.tw/intro_ai/intro.html
- 【56】 人工智慧與類神經網路簡介, <http://www.im.ntu.edu.tw/~b8705005/report/AIrp.htm>
- 【57】 人工智慧篇,<http://www.taconet.com.tw/rickho/>,1998
- 【58】 生命的世界, http://pei.cjh.tc.edu.tw/bio-note/bio_1.htm
- 【59】 物件導向軟體元件再利用之研究:以事例推論為基礎,
<http://www.mis.yuntech.edu.tw/MISWebSite98/level1/gmi84/8423710.html>
- 【60】 經濟部,企業大型化、集團化發展趨勢對中小企業之衝擊與因應,
http://www.moeasmea.gov.tw/html/study/%E4%BC%81%E6%A5%AD%E5%A4%A7%E5%9E%8B/L_enterprise-m.htm , 2001