

# 產品架構能力之研究

邊守仁

國立台北科技大學工業設計學系

(收件日期:88年09月13日；接受日期:90年03月07日)

## 摘要

當前台灣的工業設計專業在整體產業結構轉變中帶來了衝擊與影響，如何尋求創新的產品概念已成為新的課題。雖然以往產品架構普遍被視為應該隨產品概念發展階段展開，但是如何有效學習建立產品架構的契機仍有待研究。本研究進行三個實驗發現，(1)運用設計案例比運用設計規則能產生較多的產品架構提案，(2)造形重建能力與其產品架構表現無顯著相關、以及(3)是否應用機能組織對於產品架構表現沒有顯著影響。這些初步發現值得教育界與實務界參考，但未來應進一步探討設計師的創新產品概念的表現能力與套用既有案例的類比能力之間的關係。

關鍵詞：工業設計、產品架構、產品概念、產品開發

## 一、前言

當前台灣的工業設計專業面臨整體產業結構轉變所帶來的衝擊，尤其是在全球化的「數位經濟」時代中，網路、電腦、行動電話及數位傳播、消費性電子產品等徹底改變了企業運作的方式與人類生活的形態。一九九九年台灣的前一百大企業中，傳統產業與基礎產業都有成長率滑落的趨勢，唯獨高科技產業能在亞洲金融風暴中持續高速成長。

台灣高科技產業迅速竄起，表示開發外銷或國市場的智慧型產品將是台灣工業設計師的重要工作之一。因此，除了方面由於智慧型產品具有獨特的圖形交談介面，更重要的是，台灣廠商在製造技術已達一定水準後，最後決定其競爭力的關鍵往往在於是否提出創新的產品構想[1,2]。

過去工業設計師探討有關產品概念時，多半是藉由目標使用族群的描述或使用情境的模擬(例如以撰寫腳本的方式探索產品概念)，而把產品架構(product architecture)視為在產品概念擬定之後，產品造形細部設計之前的一個有關產品組件配置的活動。如此不但意味產品架構是在設計流程的中期才開始進行，也暗示產品架構是偏重在產品機能與對應的組件配置問題。

無論如何，如果及早在设计流程中進行產品架構，應該有益於設計師產生創新的產品概念，而且在智慧型產品類別裡，產品架構不可忽略因為軟體比重高所帶來的互動介面設計考

量。因此，本文的研究目的是嘗試探討創新的產品概念與產品架構的關係，包括如何在產品開發的初始階段就隨即展開產品架構以尋求創新的產品概念，並指出建立產品概念與建立產品架構的關係。

## 二、文獻回顧

長久以來，產品架構被定義為將某項產品的機能要素轉換成實質區塊(block)的配置規劃[4,11,12]；其表達方式是用草圖、機能組織圖、和檢驗概念所採用的原型等。許多探討產品架構的文獻也同樣採取這種定義，例如 Hall [6]、Clark and Fujimoto [5]和 The Open University [9]。其基本立場是採取系統論觀點的機能定義，意即產品架構是建立在「造型追隨機能」的假設上。它透過模組化(modularization)的概念，將一項產品區分成機能要素與實質要素二大類，然後進行系統化配置。

此外，一些有關產品設計與設計方法的文章也採取類似的觀點，將呈現的初始問題分解成若干子問題；同理，子問題繼續分解為子子問題，如此遞迴地分解。同時隨時探索各子問題之間的關係，加以分層分類。最後，針對每一個子問題或同一類子問題的解答就可綜合成解決初始問題的最終解答。例如 C. Alexander [3]的形式綜合法、E. Tjalve [10]的限量變異法以及 Jones [7]的設計形態法等。

雖然許多文獻通常主張在產品概念發展階段，產品架構就應該隨即展開。但實際上，產品架構通常是在產品概念定義之後，細部設計之前才決定的[11]。特別是在產品系統的建立時，產品架構是最重要的活動之一。此時，產品設計開發部隊往往為產品系統的效能建構模型、以便分析和測試，並選定必要的零組件和其採購來源。

傳統觀點下的產品架構在設計流程的位階可以圖1表達。許多台灣廠商開發新產品時，對於產品架構的認知也是如此[2]。這種傳統觀點下的產品架構基本上只是承接已經誕生的創新產品概念，然後過繼給進一步細部設計的一個階段性任務，未曾被視為有助尋求產品創意的方法或策略性工具。

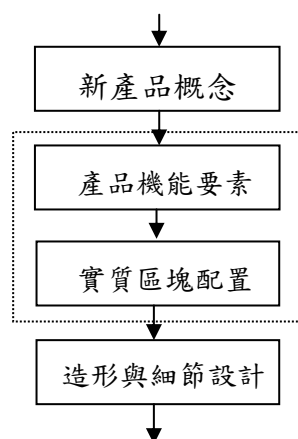


圖1 傳統的設計開發流程中，產品架構的位階示意圖

Pine [8]和 Baxer [4]則分別採取企業策略與產品整體性的觀點來看何產品架構所扮演的角色。前者認為產品架構是大量顧客化(mass customization)的一個關鍵因素，可增進產品產品架構能力之研究

的多樣化以滿足各種顧客的需求。後者則強調產品架構與整個產品開發的各個環節是環環相扣的，無法將產品架構從設計流程中分割成一個獨立的步驟。建立產品架構時，自然也必須活用產品構想的創新技巧和產品評估的合理篩選。

產品架構的探索對於工業設計師提升舊產品的創新、產品變革(如：產品的升級、改善、擴充性、裝配與拆解、使用上的變換彈性)、產品多樣化、組件的標準化、以及產品的效能等方面的能力非常有用(4,11)。此定位下，設計師掌握產品架構的要領主要是為了強化其產品概念具體化和設計程序控制的能力，而不是產品概念的生成。

但是本研究認為大部分的產品架構相關文獻都偏重特定方法或一般原則的介紹，鮮少有明顯的證據支持所謂產品架構攸關產品概念的論點，或者說明建立產品架構應具備好什麼樣的能力？具備什麼樣的知識或使用什麼樣的資訊或方法。因此，本研究的假設如下：

- (1)設計師的產品架構能力與他所運用的產品架構資訊形式(案例或規則)有關。
- (2)設計師的產品架構能力與他重建造型的能力有關。
- (3)設計師的產品架構能力與他運用的產品架構方法(機能組織法)有關。
- (4)設計師的產品架構能力與他構想出創新的產品概念的能力有關。

### 三、資訊類型與產品架構之實驗

本研究先針對上述的研究假設一：設計師的產品架構能力與他所運用的產品架構資訊形式(案例或規則)有關，進行第一個實驗。其實驗對象是十四位國立台北科技大學工業設計學系大三產品設計課的學生，並以隨機抽樣區分為A、B二組，每一組各有七位同學。每一位受測者的實驗結果之衡量是由兩位各有逾二十年與十年的產品設計教學經驗的教師，依據相同的標準共同核定。以下依序說明此實驗的設計與結果。

#### 3-1 實驗設計

本實驗的目的是比較受測者在提供案例與提供規則式等不同的資訊下，所建立的產品架構有何種差異，以便檢驗研究假設一是否成立。一開始，本實驗要求A、B二組的每一位受測者在一個小時內，提出給定的「彩色影印機」之產品幾何架構，並告知其實驗結果的衡量標準包括以下三項：

- (1)產品架構總數：指某位受測者所提出的所有產品架構中，具有完整性者之數目。
- (2)產品架構種類：指某位受測者所提出的產品架構總數中，可分辨出不同類型者之數目。
- (3)產品架構合理比：指某位受測者所提出的所有產品架構種類中，具有合理的操作性與零組件關係者之數目，除此產品架構種類。

本實驗給定的「彩色影印機」之設計要點為應用特定的現有彩色掃描器和彩色印表機結合，重新組合成一 款低成本的新型彩色影印機，以及考慮操作使用與零組件組立的合理性。本實驗提供A、B二組的受測者一份有關彩色掃描器和彩色印表機的概略尺寸圖。除上述共同的資料以外，本實驗分別提供不同的資訊給A、B二組。提供給A組的資訊是以案例為主，包括一份有關某廠牌的類似產品和此種產品的四種不同類型之產品架構(圖2)。

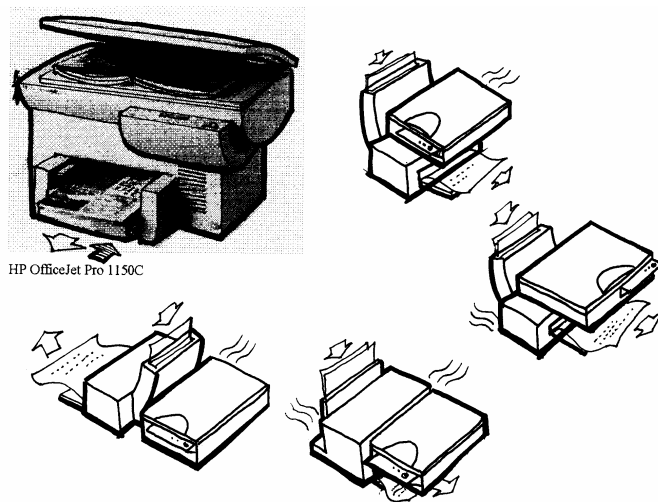


圖 2 提供給 A 組的參考案例資料

相對於 A 組的案例資料，本實驗提供給 B 組的資訊則是以下的七個建立產品架構原則：

- (1) 產品整合後的體積越小越好。
- (2) 影印、掃描、或列印時所涉及的所有操作動作(如掀蓋、放紙張、壓按鍵、取紙張)皆應力求過程合理。
- (3) 電源供應、連線接頭、散熱孔等應配置在產品背面，不宜朝向使用者。
- (4) 電路板與印表機及掃描器之主機板距離越近越好。
- (5) 電路板與電源供應距離越遠越好。
- (6) 掃描器不宜配置在印表機下方。
- (7) 換裝印表機耗材(如墨水匣和紙張)和維修(如夾紙)時，力求簡單容易、步驟少、不須特殊工具或訓練。

### 3-2 實驗結果

A 組與 B 組受測者所提的產品架構總數、類型與合理比等三項的比較，如表 1 所示。本實驗結果顯示，以參考案例建立產品架構的 A 組明顯比以設計原則建立產品架構的 B 組產生較多的產品架構替選方案；A 組每人平均有 5.1 案，B 組每人平均只有 2.9 案。就類型數目這一項而言，A 組每人平均有 1.9 個類型，B 組每人平均有 1.8 個類型，A、B 二組未呈現顯著差異。但 A 組平均人的合理比(0.89=1.7/1.9)略高於 B 組的合理比(0.78=1.4/1.8)。本實驗結果顯示，受測者使用以案例為主的資料比起使用以規則為主的資料，可以在短期內產生數量較多、合理比較高的產品架構，但是在產品架構類型上則無太大差異。然而，此實驗發現足以支持研究假設一：「設計師的產品架構能力與他所運用的產品架構資訊形式(案例或規則)有關」。

表 1 AB 兩組的產品架構總數、類型與合理比比較表

	資訊形式	產品架構總數	產品架構類型	產品架構合理比
A 組	以案例為主	5.1	1.9	0.89
B 組	以規則為主	2.9	1.8	0.78

## 四、重建能力、架構方法與創新產品概念之實驗

本實驗的目的是檢驗研究假設二、三與四。第一是比較受測者的造形重建能力與產生新產品概念之間的關係，以便檢驗研究假設二「設計師的產品架構能力與他重建造形的能力有關」。第二是比較運用產品機能組織圖與不運用產品機能組織圖，是否對產生新產品概念有影響，以便檢驗研究假設三「設計師的產品架構能力與他運用的產品架構方法(機能組織法)有關」。第三是以第一個實驗的評分結果代表受測者建立產品架構的能力，並以本實驗第二階段的評分結果代表構想創新產品概念的能力，從而探討二者之間的關係，以檢驗研究假設四「設計師的產品架構能力與他構想出創新的產品概念的能力有關」。

### 4-1 實驗設計

本實驗的對象、分組和衡量者，皆與第一個實驗「資訊類型與產品架構之實驗」完全相同，仍然將這十四位學生隨機抽樣區分為 A、B 二組，每一組各有七位同學。每一位受測者的實驗結果之衡量也是由上述的兩位教師擔任，依據相同的標準共同核定。本實驗分兩個階段進行，其基本架構如表 2 所示。

表 2 實驗二 的設計架構

	第一階段：造形重建	第二階段：創新產品概念
A 組	觀看幻燈片後重建造形	強制使用機能組織法
B 組	觀看幻燈片後重建造形	不拘形式

第一階段要求 A、B 二組的受測者同時觀看一張小型電視機的幻燈片(如圖 3)一分鐘後，於十分鐘內畫出其造形草圖。



圖 3 小型電視機的幻燈片

第二階段各給予 A、B 二組受測者六種現有的削皮器(削馬鈴薯等之用)造形,要求受測者以削皮功能為設計目標,提出創新的產品概念。此時要求 A 組依照下列的步驟進行:

- (1)運用機能組織圖(如圖 4)尋求較新穎的產品架構,嘗試改變削皮器的基本組件、組件造形、組件之間的關係等。
- (2)產品架構確定後,逐步以不同於現有產品的造形細節,做為產品的細部設計要素。
- (3)完成細部設計的草圖後,標註各個功能說明。



圖 4 一個削皮器的機能組織圖

另一方面則要求 B 組嘗試新奇的削皮器的基本組件、組件造形、組件之間的關係等,畫出草圖,並標註各個功能說明,但不要求他們按部就班地運用機能組織圖來建立產品架構。

實驗結果包括第一階段的造形重建與第二階段的創新概念等二個部分,二位教師的評分差距五分或以上時,則須重新共同評分。

上述二個階段的實驗結果都依下列四個項目評分,每項最高給十分,最低給一分。但第二階段的創新概念在評分時,是針對產品的創新因素(即與現有削皮器的差異程度),未考慮產品的價值因素。

- (1)產品要素(如造形、機能)的位相關係。位相關係越清楚,分數越高。
- (2)產品的造形細節與造形要素之間的層屬關係。層屬關係越清楚,分數越高。
- (3)產品造形與機能的對應關係。對應關係越清楚,分數越高。
- (4)產品造形要素的形狀與比例的正確性。正確性越高,分數越高。

## 4-2 實驗結果

本實驗結果的統計分析採取 95%信賴區間,進行 t 檢定與 Pearson 相關係數檢定。

圖 6 與 7 分別是 A、B 二組中各一位受測者的造形重建與新產品概念圖例。圖 8 是 A、B 二組的重建能力等四項的比較。結果顯示,造形重建能力、產品架構能力、以及創新產品概念的能力彼此之間,並無顯著的關聯性。以 Pearson 相關係數檢定,在 0.05 的顯著水準下,此三個因素之間的相關係數 r 都不高於 0.71。至於是否依照一般建立產品架構的步驟依

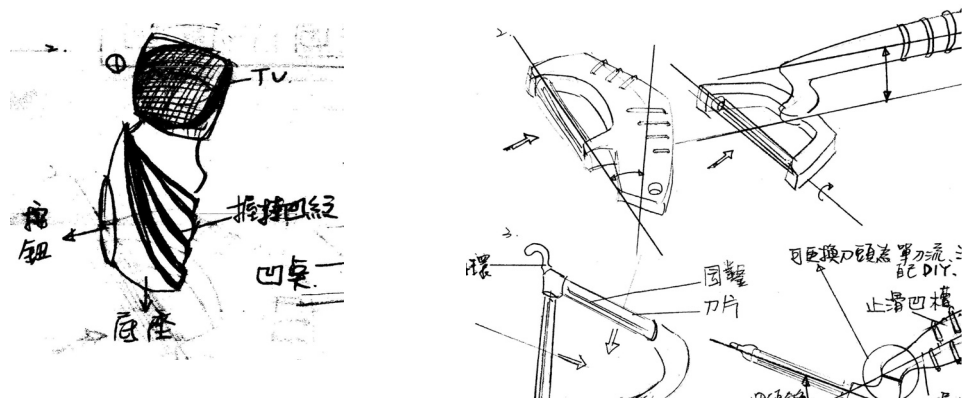


圖 6 A 組受測者的造形重建與新產品概念圖例

序進行，對於產生創新產品概念的能力也無明顯差別。但是創新能力較佳者的前30位中，分別各有2位聯想到刮鬍刀與車床，1位聯想到蝴蝶。

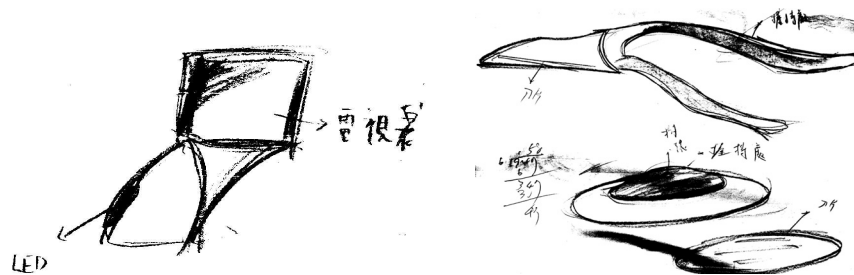


圖 7 B 組受測者的造形重建與新產品概念圖例

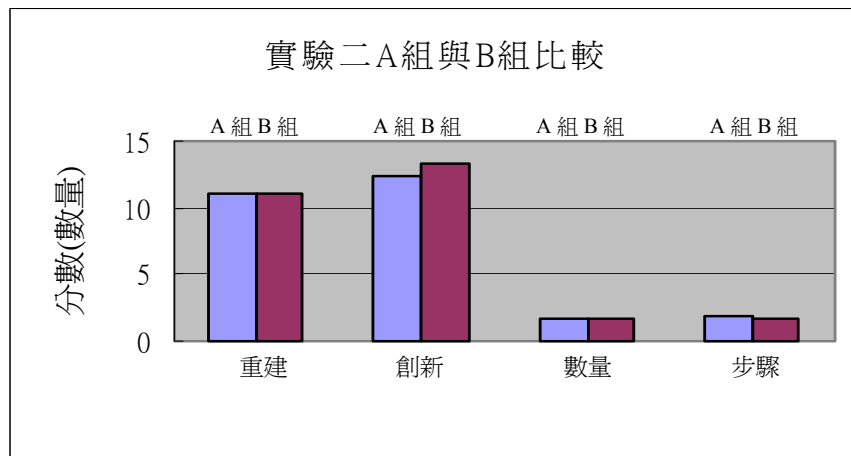


圖 8 實驗二 A 組與 B 組比較。

以上的發現無法支持研究假設<sub>1</sub>，也無法推翻研究假設<sub>2</sub>與<sub>4</sub>。因為這些創新能力較佳的受測者聯想到的案例，可視為具有與削皮器可以匹配或套用的產品架構。受測者可能直接以某種聯想或類比的打法，將所面臨的產品架構問題，依據其分類、屬性、數值等而類推到某一個事物上。在實驗<sub>2</sub>中，就有許多受測者將削皮器類比為車床、鉗子、電鬍刀、銅拔、鉋刀、板擦等。

這暗示能否及早聯想到適當的案例，以便套用其產品架構是創新的關鍵因素之一。但是本實驗結果僅能合理地猜測這些受測者解構與重建產品架構與引用的參考案例有關，至於設計者如何引用案例的具體方法，以及一個案例如何儲存產品架構的知識則尚須進一步的研究。

### 三、結論

本研究的實驗發現，總結如下列三點：

- (1) 在一定的合理比率下，提供參考案例比提供設計原則來建立產品架構，可產生較多的方案。產品架構方法可以透過足夠的案例以有效學習，未必適合用一些規範性的原則方針來學習。
- (2) 傳統產品架構的方法強調按部就班的步驟未必是唯一的辦法。設計師很可能不需要太多的產品架構原則，而傾向在設計初始階段就直接引用有效的案例，從中萃取所需的產品架構

---

知識；知識就隱藏在案例之中。

(3) 產品架構與造型重塑、創新產品概念之間未發現顯著關係。這個結果除了可能是評分的主觀判斷造成，但更可能是研究設計未針對受測者如何引用案例進行實驗所致。

本研究建議學術界應加強案例式設計研究，包括產品架構的知識如何儲存在案例中、此類案例如何被引用、以及如何建立產品架構的案例庫，提供教育界與實務界學習如何運用既有產品架構案例，有效幫助創新的產品開發。



---

## 參考文獻

1. 邊守仁，1995，產品創新與工業設計管理，台北：亞太圖書公司。
2. 邊守仁，1999，產品創新設計，台北：全華科技圖書。
3. Alexander, C., 1964, Notes on the Synthesis of Form, Harvard University Press, Cambridge, MA.
4. Baxter, M., 1995, Product Design, London: Chapman & Hall.
5. Clark, R. B. and Fujimoto, T., 1991, Product Development Performance: Strategy, Organization, and Management in the World Auto Industry, Harvard Business School Press, Boston, MA.
6. Hall, A. D., III, 1989, Met systems Methodology: A New Synthesis and Unification, Bergamot Press, Elmsford, NY.
7. Jones, J. C., 1980, Design Methods, John Wiley & Sons, UK.
8. Pine, B. J., 1992, Mass Customization: The new frontier in Business competition, Harvard Business School Press, Boston.
9. The Open University, 1992, The Intelligence and Creativity, The Open University Press, UK.
10. Tjalve, E., 1979, A Short Course in Industrial Design, London: Newnes-Butterworths.
11. Ulrich, K. T. and Eppinger, S. D., 1995, Product Design and Development, New York: McGraw Hill.
12. Ulrich, K., 1995, The Role of Product Architecture in the Manufacturing Firm, Research Policy, Vol. 24.

---

# How Industrial Designers Create Product Architectures

Shou-Jen Bien

National Taipei University of Technology

(Date Received : September 13,1999 ; Date Accepted : March 07,2001)

## Abstract

The capability to create product architectures is very important for industrial designers, because it is the arrangement of functional elements of a product into physical blocks in earlier design stages. This study attends to explore how the designers create product architectures. Two experiments are conducted to examine the aspects that are related to the capabilities. Three findings were obtained as follows: (1) the resource for the designers to generate product architecture is the given design cases, rather than the given design guidelines, (2) the relationship between the designers' capabilities to remodel product appearances and to represent product architectures is not significant, and (3) the relationship between the designers' use of product functional diagrams and their capabilities of product architectures is not significant. The results of this study could be applied to both of the areas of design practice and education. The further studies should include the inquiry on how the designers generate innovative product architectures by means of analogy.

Keywords : Industrial design, Product architecture, Product concept, Product development.