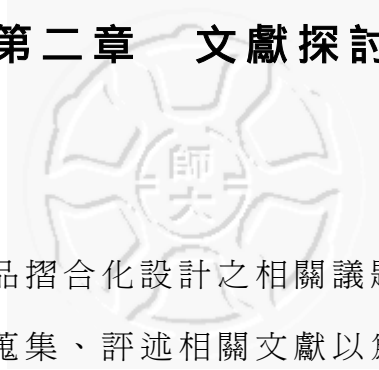


第二章 文獻探討



本章旨在針對產品摺合化設計之相關議題——摺合化、設計需求與產品設計，先行蒐集、評述相關文獻以為本研究參考。

2-1 摺合化

現有文獻中有關「摺合化」者並不多見，顯示其尚未獲得重視。本節納入「迷你化」與「摺合」兩議題之評述，並嘗試建構一「摺合化」之理論性輪廓。

2-1-1 迷你化 (miniaturization)

從「迷你化」構成趨勢的理由、縮小的設計方法、產品的使用形式與相對的負擔（陳美慧，2002），可發現「迷你化」與「摺合化」之間的高度相關性，故為摺合化觀念架構之一重要參考。

1. 構成趨勢之理由

「迷你化」是一種形成「輕、薄、短、小」的設計趨勢，其之所以構成趨勢的理由可理解如下：(a)爭取空間的擴張使用；(b)個別行動能力增強；(c)移動攜帶需求增加；(d)整合性商品的創新；(e)精簡主義潮流；(f)高科技技術快速成長；(g)設計即適切。

同樣地，人們之所以會期望產品「摺合化」，無非也是基於類似上述的理由：由於個別行動能力與攜帶需求的增強，因此希望擁有空間擴張使用的彈性與權利，而選擇一個既具創新表徵又較能適切於需求的摺合化產品。

2. 迷你化的縮小設計方法

迷你化有比例縮小、薄化、摺疊、伸縮、組裝、材質變更、形態轉變等七種縮小設計方法：

- (1) **比例縮小** - 體積、尺寸、重量相對地以較小的比例作縮減，使大化小達到體積縮減、尺寸縮小、重量減輕。
- (2) **薄化** - 厚度的縮小/變薄/刪減/簡化/壓縮，減少空間的浪費。
- (3) **摺疊** - 將物體或平面一層層折合、堆疊起來，使具有層集／堆疊的效果。伸展時達到尺寸的擴增，收納時聚合／靠攏節省不必要的空間，完成形體整合與節省空間效益。
- (4) **伸縮** - 藉收斂、延展的方式由小變大或由大變小，達到聚合／分離的效果。延展時達到尺寸的擴增，收斂時隱藏收納、保護保存，以功能性完成結構之靈活彈性。
- (5) **組裝** - 可拆換的單元元件組合，靈活變更組織結構的方式。
- (6) **材質變更** - 以較輕或較具彈性的新素材變更結構在重量和體積上的影響。
- (7) **形態轉變** - 改變舊式形態與修正結構，以更輕巧的造型和更簡便的操作型態達到結構簡化與縮減的目的。

在這其中，摺疊為當然之摺合化範疇，而伸縮、組裝、材質變更與形態轉變亦與本研究主題頗為相關，將於後續部分加以討論。

3. 迷你化產品之使用形式

產品在迷你化設計之後，可能的使用形式有：(a) **可攜式** - 輕、薄、短、小方便隨身攜帶；(b) **穿戴式** - 簡化了攜帶的形式以穿戴；(c) **植入式** - 小得足以植入人體；(d) **多功能複合式 (All-in-One)** - 整合多功能形式；(e) **手握持掌控式** - 小得足以手握持掌控。

此論點同樣可為摺合化產品之設計思考方向或規範，例如：藉著摺合化的應用以設計一部可攜式的電腦、穿戴式的手機、植入式的 AI 產品、All-in-One 的雨傘或是握持掌控式的通信助理。本研究後續之設計實例將可運用此形式概念。

4. 迷你化產品之相對的負擔

迷你化設計還須注意避免產生下列可能之相對負擔：

- (1) **心智的負擔** - 複雜度的增加與訊息的不易辨識、黑箱化使得人機互動產生強烈的隔閡；產品承載了太多比例之不可視部分（小松原明哲，1992）。
- (2) **可靠度的信任** - 訊息之虛渺（不借助資訊工具根本無法閱讀），承載工具皆有其壽命。
- (3) **相對的傷害** - 以行動電話為例：形態縮小相對加大電磁波發散能力而加深對人體的傷害。
- (4) **複雜性造成錯誤與能力的忽視** - 過於減縮的操作介面導致操作的複雜度與操作錯誤的可能性增加。

產品摺合化同樣仍須注意避免產生類似之相對的負擔。姑且不論因訊息的黑箱化所衍生之種種問題，人一機之間的安全、效率與親近性等問題，實為摺合化所應特別注意。

2-1-2 摺合 (Collapsible)

Mollerup (2001) 於所撰之《摺合》一書中，對於摺合的本質有諸多提示，現就摺合之重要性、程度類別與原理原則等面向依序整理說明於下。

1. 「摺合」之重要性

「摺合」之重要性可闡釋為以下各點：

- (1) **人類的巧思** - 摺合以兩種（甚至更多）相對的狀態展現雙重（甚至多重）的機能。可以消極的摺起，可以積極的展開，完全是依據機能的需求。
- (2) **生存法則** - 調整大小以適應機能需求一直是自然界由來已久的法則：動物縮小身軀以隱藏、休憩、保護，擴大身軀以炫耀、示威、飛翔、搏鬥、求愛；在物競天擇、適者生存的原則下，調整大小是一種不可缺少的進化策略。實際經驗也告訴我們：不知調整以順應環境變化的組織或企業終將步入失敗。調整的能力實為繼續生存之所必須。
- (3) **普遍存在** - 摺合的應用是普遍存在的，這本研究論文就是！閤上的時候就比攤開來佔據較少的空間，因此可以堆放在書架上，其餘如：眼鏡、手帕、頭髮、手機……等亦皆為摺合之應用。
- (4) **節省空間** - 摺合讓實際所佔空間更小與更「輕便」。摺合是減縮空間最理想的方法。
- (5) **改變：創造之母** - 這個世界一直在變動，而摺合形式則是人們為了適

應變動所發明的智慧產物——摺合傘適應了天氣的改變、摺合椅適應了社會的變遷、摺尺適應了不同的測量需求……。

- (6) **經濟性** - 摺合減少了實佔空間、節省了倉儲與運輸成本。試問：如果雲梯與水管不能摺合，消防車如何穿梭大街小巷？消防隊該有多大？……沒有摺合形式，人們生命財產將有嚴重的損失。
- (7) **競爭利器** - 就時間的觀點而言，「摺合」絕不是工具的目標機能，而是一種輔助性質的過渡功能。吾人需要某樣產品的最主要原因通常因其擁有此目標機能：刀子要能切、椅子要能坐、雨傘要能遮雨，而選擇某件產品的原因，則可能多數成分是因為其具有輔助的過渡功能：摺合刀不會刺破口袋、摺合椅可以摺疊存放、摺傘不會佔用空間。在同樣滿足主要需求的前提下，「摺合」之次級需求的滿足，往往是消費者選擇購買而讓產品勝出的關鍵因素。

經由以上論述，吾人已能清楚了解「摺合」之重要性。產品的摺合化設計，同樣應為設計領域中的重要議題。

2. 「摺合」之程度類別

吾人可從摺合之程度類別了解它的本質——Mollerup (2001) 以(a)摺合過程能否重複？以及(b)摺閉狀態是否有空間節省之價值？對於摺合作了程度上的分類 (degrees of collapsibility)：

「偽摺合」(non)、「半摺合」(quasi) 與「實摺合」(genuine)。並指出：「真正」的摺合，其摺合過程必須要能重複 (repeat)，且必須有一種摺閉之空間節省狀態 (one folded passive/space-saving state)、與一種或多種展開之活動狀態 (one or more unfolded/expanded active state)。詳細之界定、闡述與示例對應如表 2.1 所示。

表 2.1 「摺合」之程度類別與闡釋【整理自 Mollerup (2001)】

程度類別	狀態描述	應用示例
「偽摺合」 Non	僅能“摺合”一次 It is only ‘unfolded’ once	須自行組裝之家具 Self-assembly furniture
	兩種活動狀態 Two active states 無空間節省狀態 No passive state	有蓋的盒、箱子 Box with lid
「半摺合」 Quasi	多種活動狀態 Many active states 無空間節省狀態 No passive state	辦公椅 Office chair
	多種活動狀態 Many active states 摺閉狀態同時為其中一種活動狀態 One active state doubles as a passive state	剪刀 Scissors
「實摺合」 Genuine	一種活動狀態 One active state 一種空間節省狀態 One passive state	雨傘 Umbrella
	多種活動狀態 Many active states 一種空間節省狀態 One passive state	可摺疊、調整椅 Foldable, adjustable chair

3. 「摺合」之原理原則

摺合可匯整出十二項原理原則 (collapsibility principles)，之間偶有範疇重疊之情形，然而事實上，有許多產品是同時應用了多種方法，再進而尋求適切整合的。例如：帳棚整合了組裝、軟摺與捲 (Mollerup, 2001)。現就其重點說明如下：

- (1) **加壓 (stress)** — 最基本，卻為非正式的摺合方法。它暗示了擠壓 (compression) 與鬆擴 (expansion) —— 擠壓以儲存、鬆擴以使用。例如睡袋：擠壓以儲存與攜帶，欲使用時則鬆解開來；而反過來亦能成立——當鬆擴的目的是為了要儲存，擠壓則為使用狀態，由橡皮圈、鬆緊帶的例子可以知道。拉伸與緊縮是時常並存的。(圖 2.1)

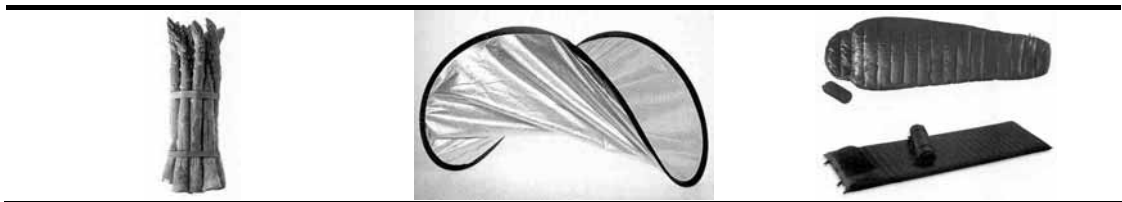


圖 2.1 「加壓」應用示例 (Mollerup, 2001)

- (2) **軟摺 (folding)** — 最常見的摺合方法。無方向性、沒有規範、可隨心所欲的摺，常用於布料與某些塑膠類的軟性材質，例如：手帕、旗子、船帆、漁網。紙並不包含，因其不能如布料般地無方向曲折；紙通常具有方向性，不像布料般柔軟，它較為刻板、拘謹，係屬於硬摺 (creasing) 的範疇——原則上鼓勵沿著同一條線重複摺疊。(圖 2.2)



圖 2.2 「軟摺」應用示例 (Mollerup, 2001)

- (3) **硬摺 (creasing)** — 相當於沿著摺痕軟摺 (folding along creases); 而若不要隨意亂摺，布料或其他軟性材質亦能沿著預摺線或摺痕。其與軟摺相較有二點優勢：(a) 摺起來較整齊 (neater appearance)，(b) 讓摺合變得較容易 (facilitate)。常見的如地圖，而「摺景」通常為多片同時存在，乃是服裝設計師為了美觀效果與掩飾肥胖所設計。(圖 2.3)



圖 2.3 「硬摺」應用示例 (Mollerup, 2001)

- (4) **蛇腹 (bellows)** — 面與面之間有彈性而密封的連結。如果摺合狀態是休息同時為活動狀態，那麼它屬於「半摺合」，例如某些空氣幫浦 (air pumps); 而比如在鏡頭與底片之間用蛇腹相連的照相機或是機場的登機門，不使用時可縮減空間，則為「實摺合」。(圖 2.4)



圖 2.4 「蛇腹」應用示例 (Mollerup, 2001)

(5) **組裝 (assembling)** — 組裝方法是由來已久的應用，其概念如圖 2.5 所示，藉者組合與拆卸 (dismantling) 完成組件之結合與分離。例如：積木、拼圖玩具、七巧板。(圖 2.6)

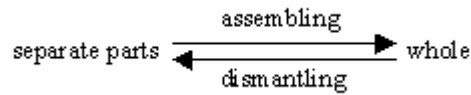


圖 2.5 組裝方法概念示意

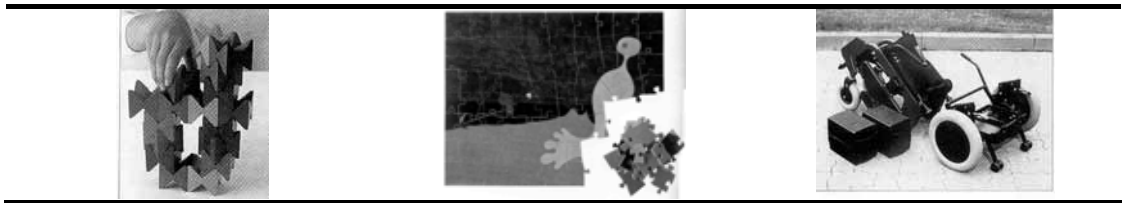


圖 2.6 「組裝」應用示例 (Mollerup, 2001)

(6) **鉸鍊 (hinging)** — 鉸鍊、樞紐 (hinge) 應用於連結兩個獨立的組件，是最早被應用的原理原則。例如：鋼琴、雨傘。在「家具」中是被應用最普遍的一種原理原則。(圖 2.7)



圖 2.7 「鉸鍊」應用示例 (Mollerup, 2001)

(7) **捲 (rolling)** — 例如報紙、捲軸、大幅掛圖，甚或電線、捲尺等應用，不使用時捲起來，展開便能使用。(圖 2.8)



圖 2.8 「捲」應用示例 (Mollerup, 2001)

- (8) **滑動 (sliding)** — 例如望遠鏡、收音機天線、油壓起重機、照相機鏡頭、口紅管、攝影腳架、可伸縮的塑膠杯等應用，以滑動的方式進行摺合過程。(圖 2.9)



圖 2.9 「滑動」應用示例 (Mollerup, 2001)

- (9) **窩疊 (nesting)** — 是一種群體原則 ($1+1=1.5$) 的應用，群集後所佔空間將比個別時小。而若想被套疊，一定要有某種凹處，讓另一件可以加以套疊。例如：湯匙、平底鍋、盤子、杯子、錐形的路標、大賣場的推車與購物籃、建築工人處理瓦礫石塊所用的滑運道；然而也並非一定要相同或相似的形狀，例如某些旅行用的茶具組合，而可堆疊的桌椅，則為其變形。(圖 2.10)



圖 2.10 「窩疊」應用示例 (Mollerup, 2001)

(10) **充氣 (inflation)** – 熱氣球是最大的應用，孩童玩的氣球是最常見的，救生筏與救生衣是最有用的，充氣娃娃是最奇異的，而孩童的沙灘玩具也許是最有趣的。消氣時是那麼地不起眼，而充滿氣後則是如此地潛力無窮。建築物可以在極短的時間就「蓋」完，在緊急與突發狀況時顯得彌足珍貴；充氣地板則提供了十足新奇與互動的經驗。(圖 2.11)

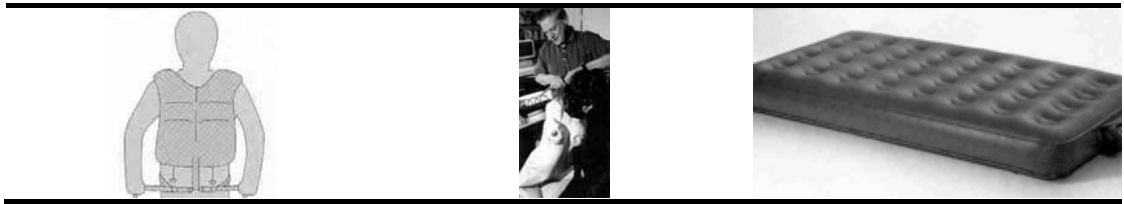


圖 2.11 「充氣」應用示例 (Mollerup, 2001)

(11) **扇型 (fanning)** – 會有一樞軸箝住 (hold) 各扇葉，是一種讓面材結合在一起的有效方式，例如：色票。(圖 2.12)

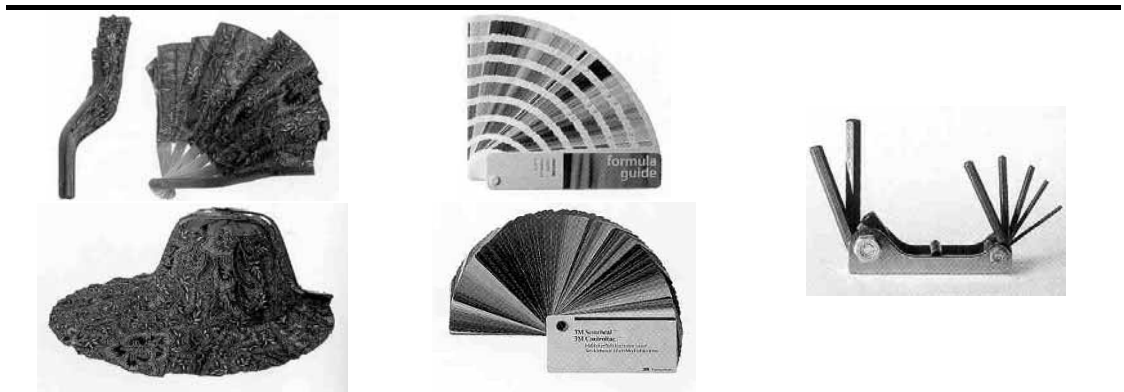


圖 2.12 「扇型」應用示例 (Mollerup, 2001)

(12) **手風琴型 (concertina)** – 實際上是蛇腹原理的應用，因外形特徵而具此名。藉著樞軸連結許多同樣的桿子成串 (Xs-XXXXX)，並改變之間的角度以達成伸與縮。例如：安裝在牆上的鏡子與燈，可以機動地調整；電視台攝影棚的螢幕與場燈，可以從天花板降下與升回；而伸縮鉗，延伸人們的可及範圍，更照顧了許多行動不便的使用者。(圖 2.13)



圖 2.13 「手風琴型」之應用示例 (Mollerup, 2001)

至此可知，摺合之方法多樣且均具有合理的機械原理，若能深入剖析組件之間配置的物理特性與原理，將可促進摺合之本質釐清與創意發想，以逐步建構摺合化設計方法之理論基礎。

2-2 設計需求

設計作業由需求所引發，設計的目的在解決需求實現之問題，設計過程可理解為由設計需求到設計結果之進程。是故，於探討產品設計之前，必須先行了解設計需求。

2-2-1 設計需求意涵

根據心理學對「需求」的定義：「個體缺乏某種東西之狀態」，可分為心理需求、生理需求與社會需求（黃志成，1998）。心理學的需求為人類所有行為之動機，即 Maslow（1970）所提之「需求層次理論」(Hierarchy of Needs)，由低而高分別為：生理需求 (The physiological needs)、安全需求 (The safety and security needs)、愛與歸屬需求 (The love and belonging needs)、自尊需求 (The esteem needs)、自我實現需求 (Self-actualization)，如圖 2.14。

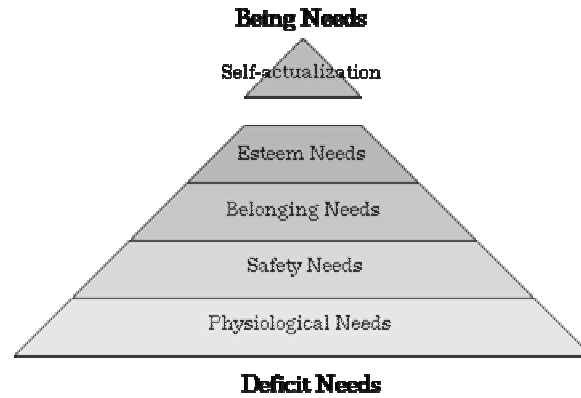


圖 2.14 Maslow's Hierarchy of Needs

行為科學依據心理學而有所謂的「需要」，是指「人們對某種目標的渴望或慾望」。慾望是一種心理現象，行為科學家將促成行為的慾望稱為需要（王加微，1996）。在行銷的核心概念中，需要、慾望與需求是一切行銷活動的起點。需要是對特定物的渴望；而需求是「對特定產品的慾望，而有能力及意願去購買。」（Philip Kotler, 1996）

綜合上述三種領域，心理學的動機理論衍生出行為科學中的需要，行為科學的需要加上付諸於行為而有行銷學中的需求。產品設計師所要努力的目標是產品，因此必須先讓人們對產品產生慾望，且符合能力有意願去購買，才能說滿足了人們的需求，而這些人即為所設定之消費者。

而使用者需求可略分為功能性需求與感官性需求（蔡碩凱，2000），此恰可呼應官政能（1995）所認為使用者之需求意識：基本機能、服務品質與價值表徵，彼此之間均有所關聯。而官政能同時所提的企業與市場之對應考量：激進型取向、漸進型取向、應用型取向與合成型取向，可視為企業市場的一種策略需求；產品之立

場觀點與對象關係：就技術／材料之條件考量則視之為「製品」、就行銷／利潤之條件考量則視之為「商品」、就文化／美學之條件考量則視之為「藝品」、就行為／機能之條件考量則視之為「用品」、就物品與物品的對應關係則視之為「競爭品」、就物品與週遭之匹配關係則視之為「呼應品」、就物品與生命延續之關係則視之為「續生品」、就物品與自然、宇宙探測之關係則視之為「測天品」、就物品與靈性嚮往之關係則視之為「形上品」，可理解為產品本身的一種角色需求；而創作人之創意特質要點：知識與經驗作用、概念視覺化、綜合感官經驗之呼應，則可為創作人自身創意需求之另一種解釋。

設計作業過程所牽涉之層面繁複，除了使用者的需求考量外，尚涵括了其他因素。綜合上述觀點可知，從設計需求到結果之設計進程，至少受到以下層面因素的影響：使用者因素、企業因素、創作者因素與社會文化因素，概念與其間關係為圖 2.15 所示。

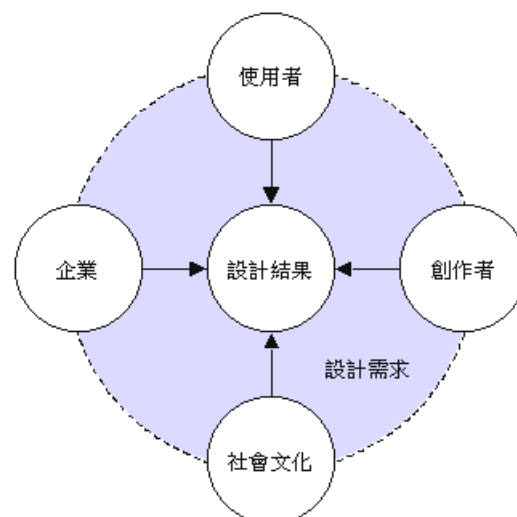


圖 2.15 層面因素影響觀點之設計進程

2-2-2 消費者需求導向之設計理念

正如 Walter A. Schaer (1990) 所言：「設計的過程必須被視為一個介於消費者與設計者兩端之間溝通的複雜系統。」(如圖 2.16) 這兩者同時涉入一個資訊的交互關係中(有相互回饋之發訊與收訊過程)(楊思暉, 2000)。

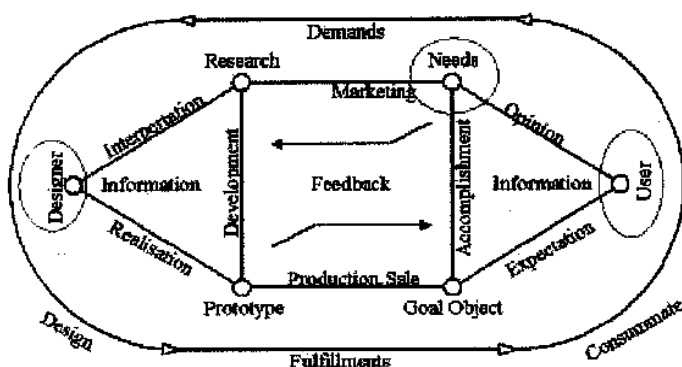


圖 2.16 Total Design 概念圖

從事設計活動首先要考慮的就是符合消費者需求；當產品未能滿足消費者需求，則產品亦無法為消費者接受(劉孟昌, 1999)。故 Leonard 等人(1979)曾提出「以性能為基礎的設計架構」，強調消費者需求的重要性，進而將其對應至設計參數之模式中。

60 年代日本企業亦發展出「品質機能展開」(Quality Function Deployment, 簡稱 QFD) 方法，逐漸將客戶需求為導向的觀念落實於產品開發與製造；將客戶需求這種模糊定義的目標，轉換為一套實際解決需求問題的方法。而 70 年代所發展出之「感性工學」(Kansei Engineering, KE) 的概念，也是一種以客戶需求為導向之產品開發人因技術；「Kansei」在日文中即具有「客戶有關於產品的感覺及需要」之意。

由於設計活動經常是在許多不確定條件下展開，過大的自由度常使得設計者對設計資訊的掌握不易精確，而造成設計結果與消費者需求難以符合。此種設計的模糊性因 Zadeh (1965) 的「模糊理論」(Fuzzy) 而得以改善，Bahrami 與 Dagli (1993) 即利用模糊理論提出消費者需求與設計方案之間的連結模式，利用模糊評價模式於設計方案的選定，探討消費者對色彩喜好的認知等。

2-2-3 使用者需求調查方法

現今行銷導向 (marketing orientation) 的時代，企業花更多的心思去吸引顧客前來購買產品，不幸的是使用者與設計者之間已形成一個巨大的鴻溝 (big gap) (謝毅彬，2000)。

先民使用的器皿 (此時尚未被稱為產品) 主要來自使用者本身之製造，使用者是設計者，亦是製造者，所以使用者可完全依照自己的想法在自己的手中實現，此時器皿為功能導向 (function orientation)。中古世紀的城邦出現了技術工匠，人們委託工匠製造想要的器皿，由工匠直接面對顧客，直接探索使用者的需求，此時期可說是技術導向 (skill orientation) 的時代。工業革命以後，機器生產之規格產品充斥整個社會，人們亦希望使用由機器所生產之低廉產品，這是一個需求遠高過於供給的年代，只要產品製造的出來不愁賣不出去，因此可謂製造導向 (manufacturing orientation) 的年代。而如今隨著社會的多元化，企業部門的分工更細了，設計、生產製造、行銷、銷售完全獨立，使用者與設計者的距離更遠了，使用者真正的需求與內心的感受已不易傳入設計者心中。

因此，哪一家公司能在鴻溝的兩端作適切的引渡，應用在產品

上，就一定會成功（謝毅彬，2000）。蔡碩凱（2000）亦認為，衡量使用者需求最有效率的方法，為可量化的活動、興趣與意見（AIO）問題。謝毅彬（2000）則將使用者意見之蒐集方法整理為：郵寄問卷（Directly Mail）、電話訪談（Phone Interview）、人員親訪（Interview）、小群體訪問（Focus Group Meeting）與展示會場資訊（Show）（詳見表 2.2），更具體揭示了使用者意見調查可蒐集到的資料類型：市場供需（want& need）、行為（behavior）、意圖（intention）、認知（recognition）、使用者特徵（users background）、看法與意見（opinion）（詳見表 2.3），而找尋受訪者之前，設計者應先問自己：「未來哪一些人用這個產品？」，「現在哪一些人正在使用類似產品？」，再由其中分離出受訪者之地區、年齡、收入、性別、使用地點等等。

表 2.2 使用者意見蒐集方法【整理自謝毅彬（2000）】

蒐集方法	方法摘要
郵寄問卷	將問卷以郵寄方式寄達鎖定之使用族群並回覆。成本不高，可對廣泛族群蒐集意見；缺點為回收率偏低。
電話訪談	透過電話與受訪者進行交談以蒐集意見，適用於調查樣本龐大、受訪區域寬廣、或是彼此沒有太多時間的情況下。
人員親訪	適用於想得到更詳細且深入的意見、或是受訪者必須先看到實體操作的情況；惟成本昂貴。
小群體訪問	通常被用來提供新產品創意，改善未上市、或現有產品缺點；產品原型完成後，亦常藉此了解顧客群對價格、色彩、功能、操作習慣的意見；類似腦力激盪會議。
展示會場資訊	從展市會場了解使用者直接且正確的資訊，並可觀察到同類產品的趨勢、行銷手法、新科技的走向與機會點。

表 2.3 使用者意見調查可蒐集到的資料類型【整理自謝毅彬（2000）】

資料類型	資料細項
市場供需	廠商生產與銷售現況、產品在賣場中流通情況
行爲	使用者使用產品之行爲、使用者在何時使用產品、在哪些場合與地點使用、哪一些因素吸引他去看這個產品、哪一些因素左右他下決定購買此產品
意圖	使用者希望改良之產品缺點、對未來產品之期待
認知	使用者對新技術之認知程度、使用者對產品的印象、特殊功能之接受性
使用者特徵	受訪者年齡、性別、職業；教育程度、所得；居住地、家庭現況；購買地點
看法與意見	對公司、產品之觀點；對產品之批評

2-3 產品設計

Roozenburg 和 Eekels（1995）在著作《Product Design: Fundamentals and Method》（產品設計：設計基礎和方法論）中，對於設計問題與設計程序的架構有精闢的論述，茲說明如下。

2-3-1 設計問題

1. 從機能到造形

產品是一種物質系統，因為具有其特殊屬性才為人們所設計與製造。若其產品屬性可以實現某些機能要求，便能滿足使用者的需求，進而有機會了解該產品之價值。圖 2.17 為上述互動情形之表示。

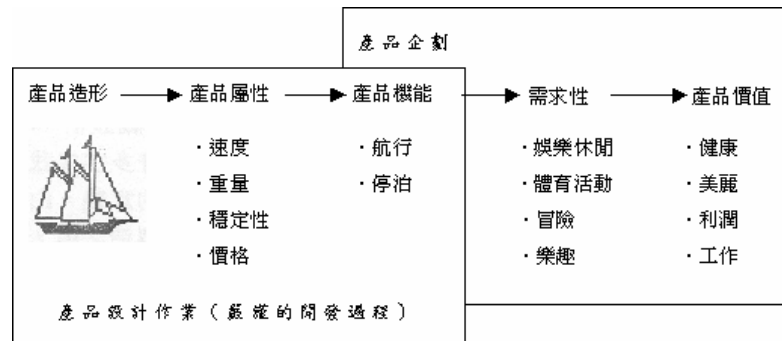


圖 2.17 產品機能連結產品企劃與產品設計作業 (Roozenburg& Eekels, 1995)

一般而言，新產品開發的過程正好和圖 2.17 的順序相反；但是設計人員通常不會從最右邊開始產品開發作業程序。產品開發程序可以分為兩個部分——產品企劃和產品設計作業（嚴謹的開發過程）。產品設計實際發生的過程在於嚴謹的開發過程，推理的方向是由機能的界定回溯到產品的造形。

2. 產品造形

產品的造形可分為兩類：第一類是產品的**幾何造形**（說明尺寸）；第二類是產品的**物理 - 化學造形**（說明材質）。技術圖面上應分別載明清楚。

3. 產品屬性

產品的幾何、物理－化學造形承載著不同的屬性，如重量、強度、硬度、顏色等。各項產品的屬性意示著產品在某一環境下以某種方式使用時可能出現的反應，各屬性的總和說明了產品在某種狀況下之可被預期模式。

產品屬性可分**內涵屬性**（intensive properties）與**外延屬性**（extensive properties）。內涵屬性源自產品的物理－化學造形，例如產品的比重密度；外延屬性則為產品的幾何造形與內涵屬性之加

成，例如產品的重量。設計的藝術便在於選擇適切的內涵屬性之材質下，賦予產品一幾何造形，使其可以達到外延屬性的要求。

4. 產品機能

產品的機能是產品事先所特別規劃的能力，它可以在所處的環境中造就部分的改變。要達成設計目標，必須要能改變環境中的某些部分。例如：咖啡研磨機要能將咖啡豆轉變成粉末狀咖啡；椅子要能支撐，使吾人免於疲憊；宣傳海報要能提供正確資訊，降低不確定性。最常以黑箱（black box）方式表示，如圖 2.18 所示。

5. 設計問題的重點

每一種外延屬性代表著某一種可能的產品機能，但須注意：產品必須在某一種特定的使用方式下（滿足設計師所構想、界定的環境和操作條件），才能正常運作（所賦予的機能屬性如預期地表現出來），由此可見產品說明書的重要性。圖 2.19 顯示了產品造形與使用條件決定了產品機能。設計人員的思考推理方向應與箭頭方向相反。如果某一產品機能已經訂定清楚，那麼設計師應提出產品造形構想。如果使用者能依使用說明操作產品，那麼產品機能便能實現。此即設計問題之重點所在。

可否藉著歸納推理的方式由產品機能推論產品的幾何和物理－化學造形？答案是否定的；由機能轉變成造形大都要靠設計人員的創造力和洞察力，惟仍有許多成功的範例與設計方法可以參考。

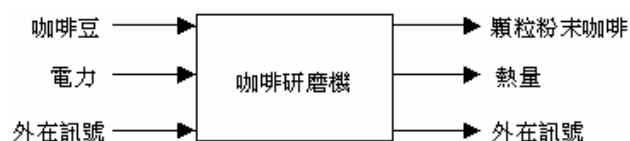


圖 2.18 產品機能之黑箱示例圖（Rozenburg& Eekels, 1995）

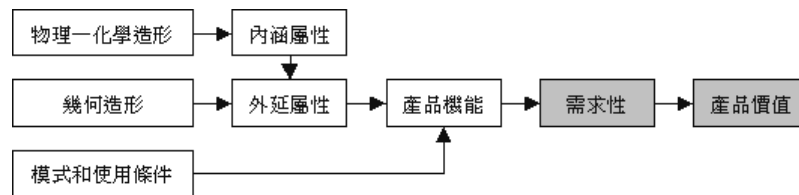


圖 2.19 產品機能脈絡 (Roozenburg & Eekels, 1995)

6. 產品的雙重機能

產品至少有兩方面的機能：使用者購買某項產品是因為該產品可以滿足他們的某些需求，稱之為產品的社會經濟機能；對於生產者而言，產品必須能實現商業經濟機能，亦即要能獲利與兼顧其他社會機能，例如提供就業機會等（圖 2.20）。生產者和使用者有關產品目的的關聯性結束在產品價值上，兩者的價值觀常會互相衝突，例如環境議題便是一項常引起紛爭的因素。

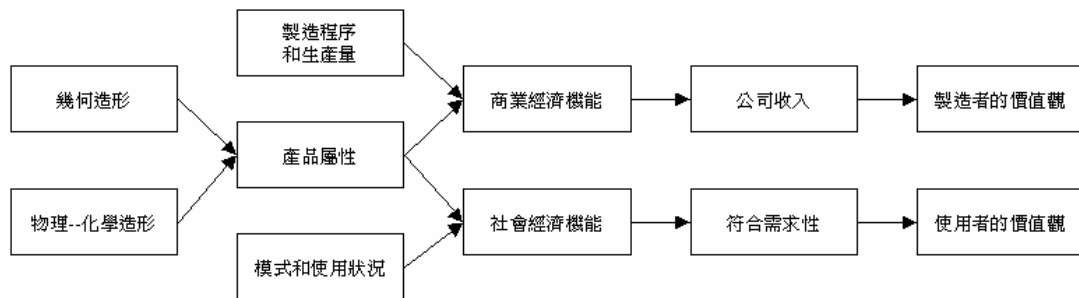


圖 2.20 產品雙重機能脈絡 (Roozenburg & Eekels, 1995)

2-3-2 設計程序的架構

基本設計迴路模式：「問題解決－設計階段－開發層面」。其為問題解決的基本模式，亦是許多設計理論、方法與過程的基礎。

1. 設計是一種問題解決方法

(1) 經驗程序

所有的問題解決模式中有一種經驗迴路是可確認的，De Groot (1961) 稱之為經驗程序 (empirical cycle)，並指出其要點如下：

觀察 - 假定 - 預期 - 測試 - 評估

而其特點為：

- 嘗試 (trying)。問題解決和設計行為基本上都是一種嘗試錯誤 (trial and error) 過程。
- 迴路中，解決方案通常不會實際去實行，而是想像評估 - - 「反射的經驗程序」(empirical cycle as reflected)(De Groot, 1969)。
- 螺旋形架構。問題和解答的發展成多次的迴路循環。

(2) 基本設計過程：一種反射經驗程序的特殊應用實例(圖 2.21)。

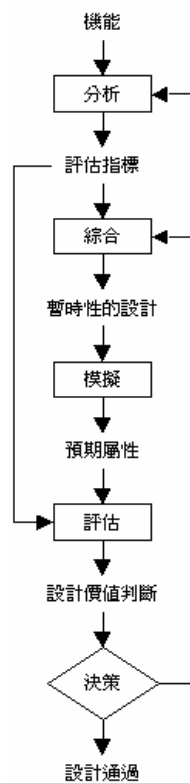


圖 2.21 基本設計過程 (Roozenburg& Eekels, 1995)

- A. 分析** - 產品設計的出發點通常都是新產品的機能（包含技術、心理、社會、經濟與文化機能），也就是該產品所預期的行爲。在分析階段，設計人員會發展和新產品構想相關的問題點，並形成解答所應符合的評估指標。這些評估指標剛開始較為廣泛粗略，後期則會變得較確實與完整，逐漸形成具設計目標性質的「設計規範」(design specification)，其必須儘可能以具體的方式條列出所需條件。設計規範不可直接從設計問題演繹，它乃是設計委託客戶、設計人員和其他相關人員對設計問題的綜合觀點。
- B. 綜合** - 第二個步驟是產生暫時性的設計提案。「綜合」意味著組合各種不同的事物和構想成爲完整的部分（如：材料、組件和元素在空間中的重新配合）。它是一項將構想以任何形式（如：文字語言、草圖、工程圖、模型……等）表達的具象化過程。此類暫時性的設計是模擬和評估的先決條件，透過模擬和評估方能斷定其是否優良或可行。
- C. 模擬** - 藉著推理與測試模型的方式，形成所設計產品的行爲和屬性意象，以對新產品的實際屬性作較客觀的預測。
- D. 評估** - 藉由預期產品屬性和設計規範中理想屬性之比較，可建立暫時性設計的價值和品質系統。由於兩種屬性間必定有差距存在，因此設計人員必須判斷此一差距是否可以接受。
- E. 決策** - 將設計提案的細部加以修正。如果是最終設計，可能決

定是進行生產或是重新來過。通常不會在第一個暫時性的設計就完全符合人員的要求，設計人員必須回到綜合階段，在第二次、第三次的迴路過程中完成更理想的設計提案。但此不僅是設計程序中可能的一種經驗回饋（feedback of experience），吾人亦可回到分析階段，對設計問題和設計規範作部分甚至全盤的修正。

圖 2.22 顯示了這種設計和設計規範之間重複性的螺旋發展。設計過程包含一系列直覺的（歸納的）和推論的（演繹的）步驟，兩者之中永遠存在著目前成果和所期望結果的比較。某一迴路過程的經驗將會回饋到後續的迴路中，並且影響層面會擴大，包括設計提案、問題界定和設計規範……等。

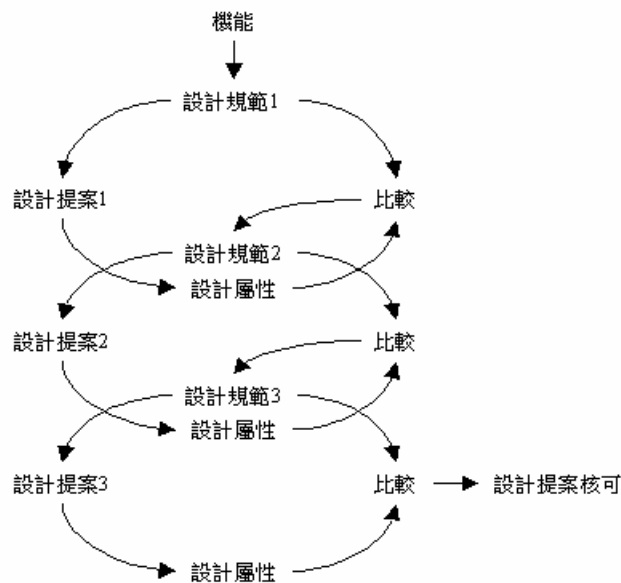


圖 2.22 設計過程之重複性結構 (Rozenburg& Eekels, 1995)

2. 產品設計階段模式基礎

基本設計過程和螺旋狀的產品開發程序可以發展成設計過程

的階段模式（Phase model），亦即設計過程可以分成不同的相關活動（設計開發的各個階段），例如：機能設計、機能結構、主要解答案、概念設計……等。產品設計階段模式乃是基於設計行爲，可以存在於三種不同方式的基礎（三種設計型式）：

- 一種機能結構
- 一種解答原則
- 一種具象的設計

機能結構是產品和其組件所預期行爲（機能）的表徵。解答原則界定了產品和組件的作業原則或行爲模式（model of action），它使用一般語彙定義產品要完成內部和外在機能所需要的機能零組件，實際作業上通常以圖表或草圖表示。而藉著具象的設計，使得吾人可以更容易了解某一個設計，它通常以圖形和文字敘述方式來表達產品和其組件的幾何和物理化學造形。

（1）產品本身是一個系統

產品由各種組件所組成，組件由各種零件所構成，零件又由各種材料所製成。產品是一個系統，而且本身就是較大範圍之人機系統（man-machine systems）的一部分。

一個系統是由一些屬性相關的元素所構建，這些元素的屬性為他們的重量、尺寸大小、外形和硬度……等。如圖 2.23 之簡單物質系統，它是由一個箱子、一塊石頭和一支鐵棒所組成。有時候，某一元素的屬性會依賴其他元素的屬性，稱為互動關係。例如箱子、鐵棒和石頭的位置，會與舉起箱子之所需費力形成某種關係。這種不變的互動關係稱為「系統的結構」。雖然系統會持續變化，但是它的結構卻會限制該系統於某些可能的變化型態。由於結構的存

在，系統才能維持。而每一個系統都有一個環境，這是由系統外的所有元素所組成，將會影響系統的行爲模式。圖 2.23 中，地面和使用者即是該系統環境的一部分。

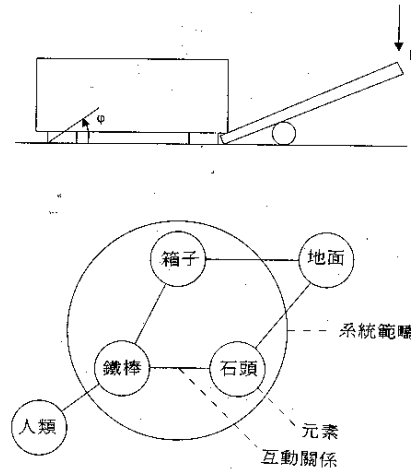


圖 2.23 箱子、鐵棒、石頭構成之系統示例圖 (Roozenburg& Eekels, 1995)

(2) 系統的機能

系統的機能是輸入到輸出過程中所預期的轉變，同等於系統環境狀態的改變，通常以黑箱代表，此黑箱所表示的機能就等於產品實際可觀察到的過程。

(3) 機能結構

假若某人要以一支鐵棒和一塊石頭舉起一個箱子，「鐵棒加石頭」便可看成一個次系統(設備)。當輸入的操作人員施加外力 F_1 ，則其輸出即為反作用力 F_2 和 F_3 (見圖 2.24 之說明)。由此可知，機能結構包含了系統的整體機能與次級機能之間的互動關係。這是一種抽象表徵，和系統的具體造形及物理材料部分無關。這樣的表達方式，也同時是一種「機能設計」(圖 2.25)。機能結構是一項重要的方法論工具，它幫助設計人員思考產品的作業模式。

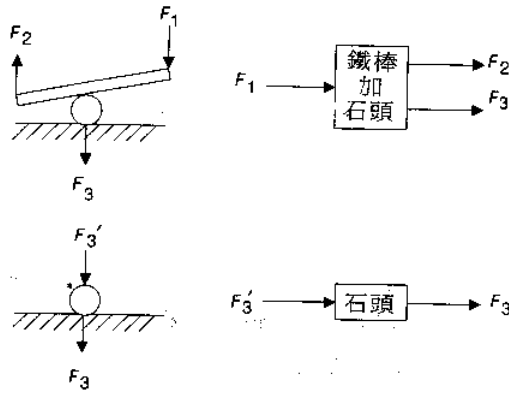


圖 2.24 次系統之機能示意圖 (Roozenburg & Eekels, 1995)

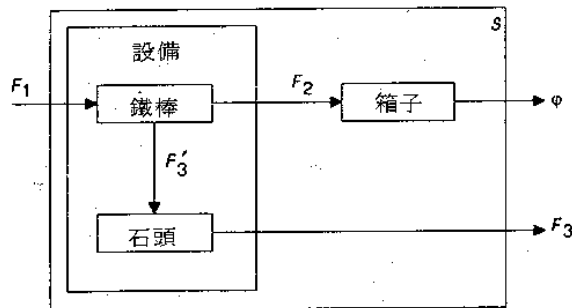


圖 2.25 「箱子、鐵棒和石頭」的機能結構 (Roozenburg & Eekels, 1995)

(4) 解答原則

機能結構是物質系統所預期的行為模式，它顯示零組件所要實現的內部機能，如此整體系統方能完成它的整體機能。要實現所預期的行為，設計師必須構想出內部機能的實體零組件——設定每個組件在整體系統中的位置、精確的幾何造形和所使用的材料，以便完成所期望之內部與外在的轉變，此種安排組織的方式稱為「解答原則」。

由圖 2.26 舉出的三個解答原則和實例可看出：物理的特性原則並不受使用場合的影響，它是一種定律或原則。惟解答原則所涵蓋的範圍要比組件的物理特性來得廣——它能將產品造形的重點突顯出來。

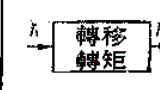

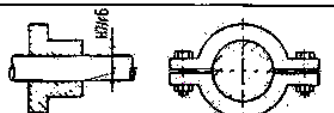
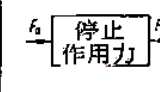
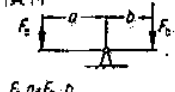


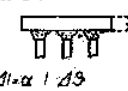
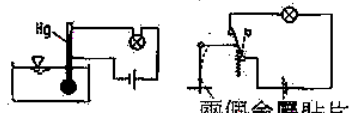
次級機能	物理特性 (不受解答 案影響)	解答原則 (物理特色和造 形設計特點)
 轉移 轉矩	摩擦力  $F_2 = \mu \cdot F_1$	
 停止 作用力	槓桿  $F_1 a = F_2 b$	
 增加施力 當 $v \geq v_{val}$ 時	膨脹  $d = \alpha l \Delta S$	 兩個金屬貼片

圖 2.26 次級機能、物理特性和解答原則實例 (Pahl & Beitz, 1984)

如同系統的整體機能是各種次級機能的合成一般，一個產品的整體解答原則可視為所有組件解答原則的組合。此用以進一步開發的整體解答原則可稱為「主要解答」。建構主要解答時，設計作業行為的核心（由機能到造形的推理過程）特別能彰顯其重要性，因為主要解答可以顯示抽象機能結構如何轉變成產品具體的材料結構。要注意的是：由機能推理到造形的答案並非唯一，任何機能都可能以不同的物理特性予以實現。

(5) 具象的設計

主要解答可說是產品設計開發的首要設計提案，因為它將產品的幾何造形和材料等相關決策予以具體化。主要解答絕非僅是和物理可行性相關的概略設計提案，它是一種可能實現的技術行為模式。由主要解答到細部設計 (detailed design) 的發展過程，可以逐步建立更精確、更多的新產品特點。Hubka 和 Eder (1988) 曾就上述觀點區分產品的內部和外在屬性 (internal and external properties)，如圖 2.27。概略而言，其與產品內部和外在機能相關。

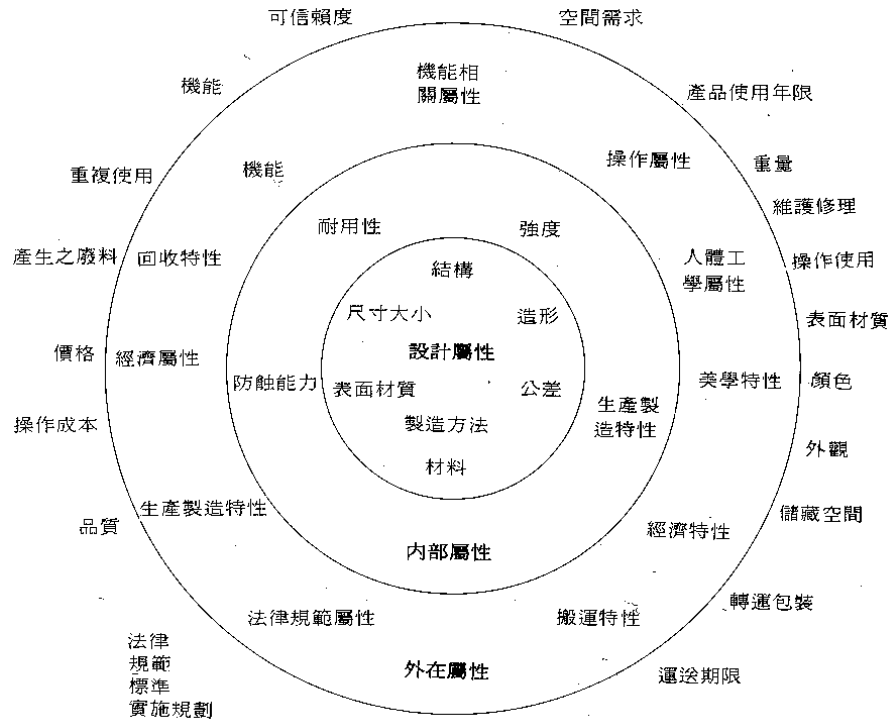


圖 2.27 技術系統的各种屬性 (Hubka& Eder, 1988)

外在機能或屬性和產品的環境有關，內部機能或屬性則著眼於產品組件彼此間的互動關係，當然我們也可看出外在屬性會跟隨內部屬性而變化。這些所謂的「設計屬性」(design properties)就是整體產品的架構——產品組件的組織架構，而每一個零組件都具有下列屬性：

- 造形 ■ 尺寸大小 ■ 材料 ■ 表面材質 ■ 公差 ■ 製造方法 ■ 結構

如果產品的所有設計屬性都被定義清楚，並且達到所需的細部要求，則該產品設計便可準備製造生產。主要解答發展到細部設計需要經過許多步驟，典型的過渡階段包括概念設計、先期設計和構想草圖設計 (Hubka& Eder, 1988)。具象的設計除了技術實體機能外，諸如外觀、主要尺寸、操作使用、材料、製造可行性和成本都須加以考量。

(6) 產品設計階段模式的邏輯

通常每一階段或多或少都有一相對的表徵模式，例如：機能結構的流程圖（flow diagram）、解答原則的圖表、概念設計草圖、先期設計的組立配置圖（layout drawings）和最終設計的標準工程圖……等，均代表設計開發過程中的各項步驟。其中「機能－機能結構－解答原則－具象設計」之順序乃是基於一種「目的」與「手段」的關聯性，此關聯性正好指出了產品設計過程的基本邏輯順序。

綜合上述，產品設計之主要問題結構要項可理解如圖 2.28 所示。產品機能、產品屬性、產品造型，即分別為機能結構、解答原則、具象設計之階段結果。

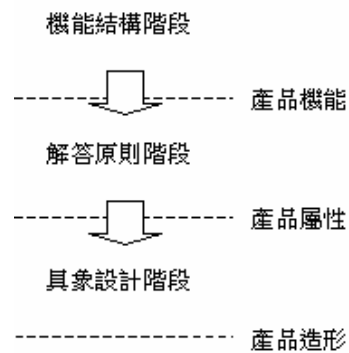


圖 2.28 產品設計之主要問題結構要項