

造形力發展之影響因素和作用力分析

陸定邦

國立成功大學工業設計學系

(收件日期:84年8月16日;接受日期:85年10月22日)

摘要

本研究以造形力發展曲線理論為基礎，藉生命週期分析(LCA)之方法與觀念，對造形發展影響因素加以定性分析，從中歸納造形作用力。透過不同產品生命週期階段之影響度分析和權數之運用，檢驗和驗證造形作用力與造形力發展曲線之關係。從各造形作用力之特性研究中，探究控制造形力發展之各項重要機制與觀念，提供設計管理實務參考。本研究發現技術限制力、市場發展力和環境影響力，為影響造形擴散之三大主要影響作用力，分別影響造形力曲線發展之垂直高度變化、水平長度延伸，以及整體曲線之起伏和新曲線之起始位置。透過對各造形發展影響因素和作用力特性之瞭解，設計管理者將可更有效率和效能的推動相關產品外觀的設計工作。

(關鍵字：造形力、造形影響因素、造形作用力、生命週期分析)

一、前言

全球性的經濟成長趨緩、產品和市場的成熟、市場細分化競爭、開發中國家的大量產品外銷、技術成熟與新科技的普及滲透、技術漸失永續競爭力、產品生命週期的急速縮短、產品開發週期的壓縮，以及市場全球化等因素影響，使得設計、市場和技術成為對等且牢不可分之市場競爭利器和夥伴[1]。雖然造形或式樣設計不等於產品設計，但不可諱言地，產品造形對產品價值判斷、操作使用認知、商品功能運作、企業形象發展等具有重大影響，尤其在產品進入市場成熟期之後，造形設計對產品附加價值貢獻大幅提昇，並明顯成為市場競爭之重點。

工業產品之造形工作，除工業設計外，為其它產品工程領域所難以從事和替代。造形設計已然成為市場主要競爭工具之一，產品設計師和管理者更應對其發展行為模式和影響因素多加探討與掌握，方能全盤掌握市場之運作並使企業永續成長。

有關產品造形發展模式和影響因素之理論探討，不勝枚舉。有從機能和結構觀點出發者，追溯產品風格和式樣其基本特徵之來源，得出技術、材料和製程等三大主要影響因素[2]；有從人機互動關係或使用心理認知觀點出發者，提出概念模型(conceptual model)以及提示(affordance)和限制(constraint)的種類內容[3]；有從文化特質[4]和文化認知[5]觀點

探討者，認為產品乃文化之加工品，以具文化特質之象徵意義的尋求與轉換，整合具體造形發展模式；有從主要設計內容觀點出發者，提出HSHS模式[6]並就產品消失[7]角度解釋及推測資訊產品造形演變和發展模式；有從產品語意和記號理論觀點建構和評價造形發展之模式[8]等等，各觀點均有其特定對象領域之適用性與優越性。

然而，審視上述觀點對造形發展分析之普遍性時發現，上述觀點多僅針對產品在部份生命週期（製售用棄過程）中之行為加以探究分析，整體行程之全貌未盡週延而有其侷限性，須覓適合角度重做分析。環保設計所使用之生命週期分析(Life Cycle Analysis, LCA)[9]觀念，以產品整體行程為考量，為理想之分析觀點。所謂生命週期分析，係以熱能為基本單位，對選擇不同設計之產品在材料製造、生產方法、銷售運輸、消費使用，以及廢棄和回收各過程之熱能消耗或獲得，以及所產生之廢棄物種類以污染指數(eco-point)計算和比較，以決定何種設計或其組合對環境保護較為有利的方法。由於生命週期分析所使用之中文名稱與市場學所常用之產品生命週期(Product Life Cycle, PLC)容易混淆，因此本文將以「LCA週期」或「LCA分析」稱呼前者，以「PLC週期」或「PLC階段」稱後者。

本文將以「造形力發展模式理論」為基礎，透過LCA分析之方法，質化歸納影響造形力發展之各影響因素和作用力，然後透過與技術、市場、產品和設計相關之PLC週期階段特性，建立各影響因素在不同PLC階段中之相對造形影響度，透過權數運用，以量化之造形力影響指數驗證所得結果與造形力發展曲線之關係，進而探究各作用力對造形力發展之影響方向和特性，並將之轉換成設計管理人員在產品造形設計上可資依循之觀念工具。

二、造形力發展曲線

作者於另文「造形力發展模式理論之研究」[10]中，以技術發展為主軸，透過造形量之量測，歸納出形似英文字母J之「造形力發展曲線」（圖1）：以PLC週期之各階段為橫軸、造形量為縱軸，造形力於導入期時，呈負斜率發展；成長期時之造形量為最低，曲線斜率趨零；成熟期之造形力將有大幅成長，技術限制力漸失。衰退期之產品造形則明顯呈兩極化發展：其一採高價格、高品質之產品藝術化路線，產品觀念或樣式將持續創新，擁有較成熟期更高之造形力；另者則採低價量產路線，維持現存有限產品之發展及生產力之繼續運作，僅維持少量或最低量之造形力。衰退期之後者非為產品發展之主流，不為本文討論之重點。

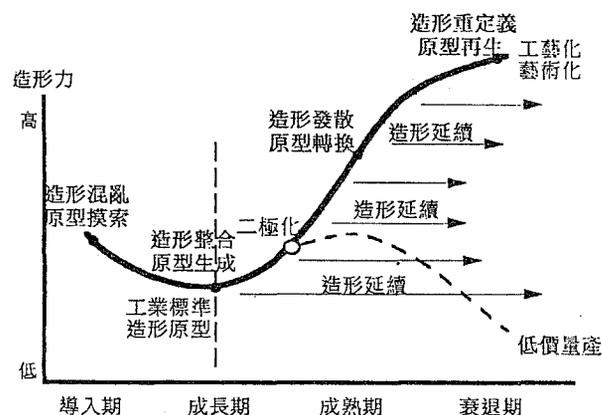


圖 1：造形力發展曲線各階段特性示意

所謂「造形力」(stylability)乃「產品造形發展脫離技術發展限制的能力」[10]，亦可解釋為「產品造形擴散之實現能力」。工業產品造形形成之源頭在產品技術的創新與改良，而新技術和新觀念之創新，是為產品造形發展之二大依據。產品發展前期裡，產品造形能否大幅發展，主要受限於技術因素；發展後期裡，技術影響力逐漸式微，使得新觀念（市場因素）得以彰顯發展。緣於新觀念創新所產生之產品造形（如隨身聽產品），受惠於既有技術限制之釋放，在商品化過程中，仍須考慮產製需求之技術因素，因此就產品技術發展而言，係屬既有技術之延伸、轉用而非創新，其造形發展實可追溯至源頭技術。

雖然技術限制的高低已足以說明造形力之發展變化關係，但為求觀念層次之提昇與細分，可根據造形形成之前、後期主因－技術和市場－將造形力做進一步詮釋：「產品造形發展脫離既有技術限制和市場觀念規範之能力或可能性」。產品造形發展必然受限於技術和市場因素，只是程度輕重有別，受限愈大者，造形力愈弱；反之則趨強。技術限制和觀念規範，分別與技術成熟度、市場成熟度成反比，技術和市場之成熟度愈高者，其技術限制和觀念規範則愈小。技術成熟之產品具有以下之傾向：內部構件極小化、配置可變性極大化、製造方式彈性化、材料選擇多元化、使用方式多樣化，以及系統配合極低化。觀念成熟之市場具有以下傾向：創新排斥極低化、需求發展多角化、企業競爭極大化、產品服務多樣化、市場資訊自由化。

產品造形可概分為功能造形和裝飾造形二大部份。根據產品擴散理論[11]，產品之功能造形將儘可能地反映技術之機能性以提高產品競爭力，技術影響力愈強，造形力愈弱，技術限制力與造形擴散力概成反比。根據經濟學上之假設，生產者為獲取最大利潤，產品亦將儘可能地附加裝飾造形或美學功能，以提高產品外觀之附加價值。裝飾造形之方向係循市場發展而來，市場發展力愈高者，所允許之觀念創新程度愈高，造形擴散力愈強，市場發展力與造形擴散力概成正比。

技術限制力和市場發展力為影響產品造形發展之二股主要力量，但是否存有其它作用力？此些作用力之重要影響因素為何？作用力與造形力之關係又如何？本文在技術發展和市場發展最終將趨成熟之前提條件下，對上述重要問題加以探究。

三、造形發展與LCA分析

現代工業產品式樣的發展演進歷程，先要有大量生產(mass production)，然後才会有大量消費(mass consumption)，接著出現大眾品味(mass taste)，最後形成大眾式樣(mass style)。製造和消費的社會經濟架構，實際上決定了大眾品味，式樣乃其有形之宣示。[12]。工業產品造形或式樣的出現，必然有其時代環境和生活背景因素，然往其源頭探究，多會發現造就其成功發展之重要技術原因，如流行於1930年代的流線型(Streamform)式樣，支持其產品被大量消費背後大量生產者為鋼模之模壓成形法和模注成形法(steel stamping & die-casting)的開發[12]。

以盛行於1930年代的Art Deco式樣為例，說明造形式樣流行的普遍性與多層次性。Art Deco式樣是最早為消費大眾所接受的量產造形或式樣之一，許多因素造就了它的受歡迎程度：它所附加的相對廉價物品一直接受惠於便宜的量產方法和新材料的使用（如鋁和塑膠）；它是當時美國熱門電影、包裝和廣告上最常出現的式樣，透過此些媒體可輕易地接

觸消費大眾；它在實體環境(mass environment)上造成了巨大衝擊，當時有許多商業和娛樂建築物門面、大型展示，甚至工廠和豪華油輪的設計都受到其影響；它提供了象徵的適當性，象徵效率和現代生活，它所傳遞的新生活方式，對那些在兩次世界大戰間(interwar)和美國經濟大蕭條期，藉流行性(fashionability)表現其社會期望和社會地位的消費群眾造成了巨大的吸引力[12]。

造形式樣的流行具普遍性與多層次性，因此在討論造形發展時，不宜以單方角度討論，而須以全方位的角度審視。環保觀念雖於1960年代開始被提出討論，但直到1980年代始成爲設計之重點一環，從產品廢棄後流程爲設計考量重點之設計觀及其造成之產品造形發展影響，乃前所未有者。LCA分析方法以產品整體行程爲考量，包含環保影響，日後若有新設計議題浮現，亦可一體適用，具全面性與周延性，是爲分析造形力影響因素及其作用力特性之理想觀念方法。

四、造形發展之影響因素和作用力分析

4-1 影響因素之LCA分析

根據LCA分析之觀念，將產品發展行程劃分爲生產製造、配銷行銷、消費使用和廢棄再生等四個階段[13]，以Hollins & Pugh[14]對完全設計(Total design)所提之設計影響因素和秦自強[15]之「產品生命週期中產品改良的時機與策略」之改良項目與時機爲基礎，將各階段對產品造形發展之影響因素加以分析整理，得表1。影響性因素之排置決定，以不重複爲原則，如「成本與價格」因素雖然會對所有階段產品造形都產生影響，但其最早發生於生產製造階段，且與該階段關係最爲密切，故不於其它階段重複。況且本研究之重點在找出影響因素之內容種類，是故最終分析結果，不會因影響因素之分佈多寡或排置分佈之不同而有所改變。

表1：影響造形發展因素之LCA分析

生產製造階段	配銷行銷階段	消費使用階段	廢棄再生階段
技術原理	搬運方式	功能需求	維修考量
製造方法	儲存方式	人因分佈	環保法規
材料特性	包裝形式	操作方式	回收用途
零組件界面	市場型態和競爭	產品系統	
組裝方式	市場定位	使用情境	
產品法規與標準	企業形象	使用文化	
成本與價格		環境系統	
		經濟條件	
		社會發展	

$$\text{造形擴散影響指數} = \frac{\text{市場發展力影響指數}}{\text{技術限制力影響指數}}$$

將各造形影響因素按性質區分，可概分成技術相關、市場相關和環境相關等三群（參見表 3），歸納出技術限制力、市場發展力和環境影響力等三大造形發展作用力。對造形發展而言，技術力和市場力是為直接力，將直接反映於造形結果之上；環境力則屬間接力，須轉換成技術力或市場力的形式之後方能發生作用。

4-2 影響因素之造形影響度分析

雖然各造形影響因素之影響程度和方向不一，如技術原理與企業形象之差、使用文化與製造方法之異等，但可根據技術、市場和環境發展，以及產品演化過程等相關理論和現象，推論各造形影響因素在不同PLC週期之相對受影響程度，藉以瞭解各階段作用力和造形力發展、造形影響因素間之關係。將PLC週期管理相關資料[1, 5, 11, 16, 14, 17, 18]加以整理，得表 2。

表 2：P L C 週期階段及特性

週期階段 特性	導入期	成長期	成熟期	衰退期	
				下降曲線	上揚曲線
銷售量	慢速漸增	快速漸增	穩定	持續減少	
售價	最高	下降	穩定	下降後平穩或稍增	
收益情況	虧或少	盈	穩定	生存者有合理利潤	
目標市場	高收入者	中收入者	大眾市場	低收入者	高收入者
消費者類型	創用者	早期採用者及早期大眾	早期大眾及晚期大眾	落後者	創用者
需求彈性	無彈性	彈性	高彈性	彈性	高彈性
對較差環境之抗力	很差	最佳	視經濟情況	產品下線速度加快	
市場變化	創造市場	擴張市場	延伸市場	尋求新市場	
銷售者類型	先驅者	模仿者	保守型競爭者	模仿者	先驅者
行銷策略	創新及防禦	模仿主導產品	擴張現有產品 轉換主導產品	未來（新科技、觀念等）	
策略重心	擴充市場	市場滲透	穩住佔有率	生產力	工藝力
行銷重點	產品知名度	品牌偏好	品牌忠誠度	選擇性	知名度
品牌忠誠度	無	開始發展	強	衰減	強
度行銷費	高	高(%下降)	下降	低	增加
用配銷管道	特定的	選擇的	密集的	選擇的	特定的
競爭者數	少數直接	最多	穩定數目	少數較小的專業競爭	
產品線數	少數	較多	最多	少數	
市場區隔	甚少	增加	高度	減少	特定
產品	基本形式	改良	差異化	合理化	工藝化
產品修下情況	頻繁	主要部份修正	每年式樣更新	少修改或不修	
技術變化	新產品	改良、差異化	差異化、多樣化	多樣化	
製造成本	高	下降	穩定	降低	上昇
行銷成本	高	下降	穩定	降低	上昇
零件及服務需求	少量零件但服務頻繁	大量倉儲	種類增繁且費用增高	少數	少數
品質功能改良幅度	大	中	小	無	小
感知週期變化	工具	器具	道具	玩具	

各階段作用力和造形影響因素之影響度設定，乃根據各造形影響因素在不同PLC階段之相對重要性而設，造形影響因素之間各為獨立。影響度概分三級，顏色愈重者級數愈高、影響程度愈大，造形擴散能力愈弱（表3）。本研究係針對衰退期前者之上揚曲線部份加以探討，是以屬後者之低價量產（下降曲線）部份不在本文分析之列，衰退期前、後段之階段特性於表2中加以區分。各造形影響因素之影響度分析如下：

表3：各階段作用力和造形影響因素之影響度關係分析

		產品生命週期			
		導入期	成長期	成熟期	衰退期
技術 相 關	技術原理	●	●	○	○
	製造方法	○	●	●	○
	材料特性	●	●	○	○
	零組件界面	●	●	○	●
	組裝方式	○	●	●	○
	搬運方式	○	●	●	○
	儲存方式	○	●	●	○
	功能需求	●	●	○	○
	人因分佈	○	●	●	○
	操作方式	●	●	●	○
	產品系統	●	●	○	○
	維修考量	●	●	○	○
	回收使用	○	○	●	○
市 場 相 關	成本與價格	○	●	●	○
	包裝形式	○	○	●	●
	市場型態和競爭	○	●	●	○
	市場定位	●	●	●	○
	企業形象	○	●	●	●
	使用情境	●	●	○	●
	使用文化	●	●	○	○
環 境 相 關	經濟條件	●	○	●	●
	社會發展	●	●	●	○
	環境系統	●	●	●	○
	環保法規	○	○	●	○
	產品法規與標準	●	●	●	○

影響程度
● 高
● 中
○ 低

1) 技術限制力因素：

技術原理：產生基本功能的科技原理。品質功能改善幅度愈大者，造形發展速度愈緩慢。根據技術發展 S 曲線理論[18]和表 2 之技術變化、產品修正情況變化推論，隨技術創新 / 改良速度演變，發展初期之產品品質功能改良幅度最大，對造形影響度為最高，之後隨品質功能改良幅度趨緩而遞減。

製造方法：產品量產之過程與方法。產品初期以技術原理發展為主，所以並未受到最大注意，專業生產設備亦未成形，製造彈性大，影響度低；根據銷售量、製造成本變化推論，成長期量產規模快速擴大，程序設計影響層面相對擴大；成熟期製造方法漸臻成熟而具有配合造形發展調整能力，影響度逐漸下降；衰退期時，產品工藝性增強，製造方法更具彈性，影響度再下降。

材料特性：材料準備、應用和替代之容易程度。導入期處探索階段，影響度最高，如初期之塑鋼材料其特性和加工方法對造形發展之限制；成長期隨競爭者大量加入而趨穩定；成熟期中材料應用多元發展，特殊材料和替代性材料湧現，造形擴散速度得以大增；衰退期材料替代性強，影響度低。

零組件特性：根據零件與服務需求、需求彈性和產品變化推論，產品初期多屬基本形式，專門零組件之發展緩慢，造形發展受限於內部空間配置和零件結合界面程度為高；之後隨程序設計改良與零組件標準化而獲得改善，影響度漸低；成熟期之零組件種類增繁，有助造形擴散；衰退期可選擇零組件數減少，造形發展受限程度上昇。

組裝方式：產品組裝之過程與方法。產品初期之空間配置調整可能性高，影響度低；成長期中標準化形成，量產為重，對造形發展之相對影響度大增；成熟期開始，機件整合、簡化傾向逐漸增高，影響度開始下滑。

搬運方式：產品可移動性。初期之考量順序為低，服務頻繁；成長期隨量產規模擴大而漸受重視，此階段反映於運輸配銷者多於消費者使用操作者；成熟期隨消費者類型擴散和產品技術成熟，個人使用型產品大增，影響度快速上昇；衰退期中產品工藝品質增強，造形訴求重點移轉，考量順序轉弱。

儲存方式：產品倉儲之造形功能型態。隨產品量產規模擴大和售價降低而漸受重視；衰退期時量產規模縮小，售價平穩或稍增，影響度下降。此外從經濟學邊際效益遞減率分析，購買提供相同服務內容之產品數量愈多時（如椅子），其儲存需求愈大，造形發展限制愈多；衰退期中之產品屬高品質、高價位者，展示性強於儲存需求性。

功能需求：產品所提供之服務內容種類數量與程度。基本上，機械產品類，單位時間內附加之功能數量愈多造形發展受限愈大；電子 / 資訊產品類，增加數量愈多，人機械面複雜度亦相對增加，造形擴散速度則變慢。根據產品和技術變化推論，產品所附加之功能種類隨產品成熟而增加，導入期之產品以功能競爭為主，增加幅度最高；成長期之產品差異化，使中高等級之產品仍然有較多功能競爭；成熟期中各等級之功能品質穩定，附加功能數量成長有限；衰退期僅維持合理之基本型態。此外，根據感知週期之階段重點變化，雖然產品功能品質逐漸提升，但是消費者對產品功能之重視程度，卻隨產品之成熟發展而遞減，對外觀裝飾則逐漸提高。消費者對產品之需求彈性變化亦指出，功能需求對造

形擴散之限制將隨 P L C 週期發展而遞減。

人因分佈：產品適用者之分配考量，如為95%一般使用者設計，或納入或專為左手使用者、小體型者或年老者等特殊身體條件者加以設計考量。產品之適用者範圍愈大，造形擴散限制愈大。根據目標市場和消費者類型變化推論：導入期有特定市場，影響度低；成長期之產品適用者範圍最大，影響度最大；成熟期產品區隔最細，影響度次之；衰退期適用者範圍縮小，產品區隔特定，影響度為弱。

操作方式：產品之人機界面模式。操作方式愈多樣，造形擴散能力愈高。初期產品修正頻繁，人機界面多變；成長期標準操作模式形成，影響度達最高；成熟期產品多樣化發展，操作形式數量增多；衰退期使用情境改變，形式方法更不受前產品限制。

產品系統：產品為另一產品之部份，本身無法單獨運作產生功能服務者，如錄影帶之於放映機，滑鼠器之於電腦產品者。產品之系統配合度愈高，或所配合之系統數愈多，造形擴散力愈低，影響度愈高。在企業競爭之前提下，導入期將存有少數主要競爭系統，系統間互通性低，產品之單一系統配合度高；成長期進入系統整合階段，整體產品之系統配合度相對下降；成熟期系統多元發展，但系統間互通性強，造形擴散力相對提高；衰退期將有系統簡化或產品消失，即產品或其系統成為另一系統之次系統之情況發生，系統配合度反而提昇，如收音機功能（產品）附屬於其他產品者屬之。

維修考量：維修需求愈多者，其造形影響度將愈高。根據零件及服務需求變化推論，初期服務頻繁，影響度高；成熟期時產品售價相對下降，但相對維修費用卻增加，維修需求降低。

回收使用：產品設計時前置考量後續回收使用因素愈多者，其材料、製程、原理方法等之選擇愈受限制，造形影響度將愈高。當產品產出數量少時，較難達到被要求回收使用之條件。成熟期之產品產出數量最多，發展時程最長，回收使用之要求亦最高。衰退期時產量驟減，而回收使用方法已趨成熟，影響度回降。

2) 市場發展力因素：

成本與價格：根據銷售量、收益情況、售價、目標市場、消費者類型、需求彈性、市場區隔和產品線數之變化推論：導入期目標市場局限於高收入者和創用者，產品適用者範圍小，造形創新期望性高、造形發展空間大；成長期中適用者範圍擴大，售價下降但投資生產設備成本升高，造形受量產規模限制趨強，影響度快速上昇；成熟期中競爭者數、銷售量、售價和成本穩定，市場高度區隔，需求彈性高，有最多產品線數，造形發展量趨高，影響度轉弱；衰退期中需求彈性仍高，而目標市場為高收入之創用者，造形影響度降至最低。

包裝形式：成長期之前受工業包裝影響為重，產品造形影響度相對為低；成熟期後以商業包裝為重，產品與包裝之互動性提高，影響度增加；衰退期中產品之藝品、禮品傾向趨重，造形影響度再提昇。

市場型態和競爭：從市場變化、銷售者類型、行銷策略、策略重心、品牌忠誠度、行銷重點之變化中可推論：導入期選擇特定配銷管道，以創新、提高產品知名

度為策略重點，創造並擴充市場，造形變化為必然之配合行動；成長期以模仿主導產品、擴張及滲透市場為主，市場發展方向有限，造形發展所受限制升高；成熟期一方面須確保品牌忠誠度、穩住佔有率，一方面又得延伸市場、轉換主導產品，做為保守競爭者，產品造形在現有基礎上做小幅度、高頻率之擴散行動，影響度下降；衰退期則以新科技、新觀念之發展為主，選擇適當配銷管道，大幅提高工藝力，影響度再往下滑。

市場定位：競爭愈激烈、市場區隔愈明顯，造形可變化幅度愈高，市場定位愈重要。造形可變化幅度愈高，影響度愈低。從競爭者數、市場區隔中可推論：導入期具少數直接競爭者，市場區隔不明顯，產品造形個別發展，具中影響度；成長期有最多競爭者，市場區隔增加，具高影響度；成熟期競爭者數穩定，但高度市場區隔，具高影響度；衰退期屬少數專業競爭做特定市場區隔，具低影響度。

企業形象：除少數企業生產屬技術衰退期產品，可堅持企業形象而維持特定產品造形發展方向之外，其餘多適用於市場競爭法則，而具有和市場定位相似之造形影響度，然其程度與衰退期者相較明顯為弱。

使用情境：產品在特定時空環境中之造形配合，如手錶與服飾之搭配、燈具與傢具間之造形互動等。使用情境愈不定或愈多樣者，造形影響度愈低。從銷售者類型和消費者類型變化中可推論：導入期有多種嘗試；成長期使用情境最固定；成熟期變化最多；衰退期則概與導入期相似。

使用文化：產品受文化因素之調整，如顏色、駕駛座位置、語言、風俗習慣等。文化限制愈大者，影響度愈大。根據高科技／高感應(high tech/high touch)公式 [19]，技術創新幅度愈高，其表現方式愈要符合文化習慣以減少創新排斥。隨創新技術之漸續改良發展，創新排斥將隨時間之發展而遞減。

3) 環境影響力因素：

經濟條件：根據表 2 之對較差（經濟）環境之抗力和售價之變化情況推論：導入期售價高、抗力差，創新排斥性最高，造形影響度最高；成長期售價下降、抗力最佳，創新排斥性最低，影響度最低；成熟期售價穩定，抗力視經濟情況而定，經濟情況佳時，創新排斥性降低，差時則提高，持平而論，影響度居中；衰退期售價平穩或稍增，產品下線速度快，抗力低，創新排斥性提高，影響度提高。

社會發展：社會發展愈成熟，創新排斥之可能性將愈低。造形擴散能力與創新排斥程度概成反比，與社會發展概成正比。

環境系統：概指產品或產品系統所有之基礎設施（如加油站、道路系統之於汽車），以及所處之實體環境，如氣候條件、地理狀況等。雖無直接證據推論，但可以經濟條件和社會發展者加以間接推論：經濟條件愈好、社會發展愈成熟者，其環境系統可能愈健全。將二者之影響度加以平均後，得環境系統者。

環保法規：產品多於成熟期時被加以規範，其影響度推論概與回收使用相近。

產品法規與標準：企業內部之產品標準多於導入期中制定，產業間或政府之相關法規與標準則多於成長期中制定。標準愈高，對造形發展之束縛愈大；標準愈新，對觀念發展之限制性愈強，然後隨經驗累積而遞減。

4-3 作用力與造形力發展曲線驗證

將影響度以權數量化換算，以驗證各作用力之綜合結果與造形力發展曲線之關係。設影響度權數分爲 3,2,1和5,3,1兩種，權數愈大，影響程度愈高，造形擴散力愈低，換算結果整理如表 4。技術限制力與造形擴散力概成反比，市場發展力與造形擴散力概成正比。然前述設定影響度時，均以高影響度爲高限制造形擴散程度，市場發展力之影響指數須加以還原處理：以最高權數乘以因素項數（3x7或5x7）減去各項加權總合後，得市場發展力影響指數。

表 4：造形作用力影響指數統計

	影響度權數			產品生命週期			
	●	●	○	導入	成長	成熟	衰退
技術限制力	3	2	1	25	29	22	14
	5	3	1	39	45	31	15
市場發展力	3	2	1	21-11	21-17	21-13	21-11
	5	3	1	35-15	35-27	35-19	35-15
環境影響力	3	2	1	12	9	9	7
	5	3	1	19	13	13	9

環境影響力係屬間接力，須透過技術或市場之形態轉換方能產生作用。又「造形量＝裝飾造形值／功能造形值」[10]，造形量之強弱可適度反映造形擴散力之變化。因此，可採用公式（1）計算造形力影響指數，其結果附以環境影響力之量化指數整理如圖 2。

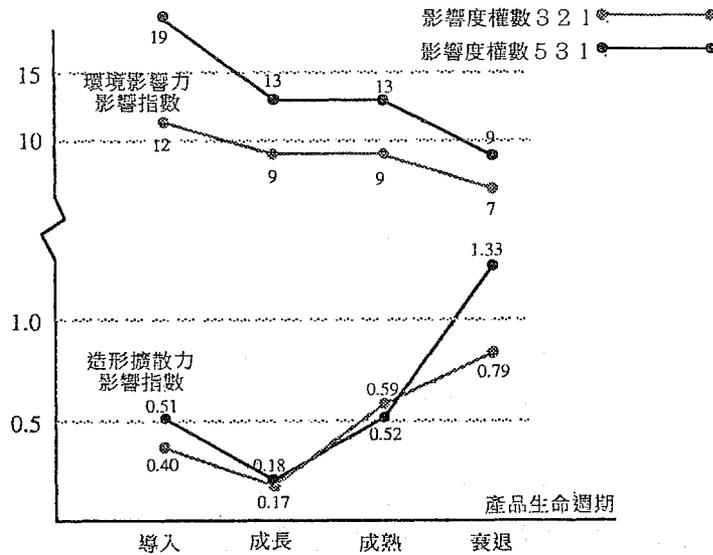


圖 2：差異影響度權數所構成之造形力曲線示意圖

$$\text{造形擴散力影響指數} = \text{市場發展力影響指數} / \text{技術限制力影響指數} \quad (1)$$

圖 2 之曲線模式與造形力發展曲線模式相近似，且影響度權數之差異度愈大，曲線模式愈明顯。環境影響力在導入期時明顯爲高，於成長期和成熟期中略爲下降，衰退期中則

再行下降。將環境影響力指數全數加入技術限制力指數或市場發展力指數，加以重新計算統計，所得之造形力發展曲線模式未因環境影響力之單方加入計算而偏離原有模式。若僅就最早造形力定義—「產品造形發展脫離技術發展限制的能力」—將市場和環境相關之影響力指數全數併入技術限制力指數中計算，仍然符合前述曲線模式。

五、造形作用力之特性分析

產品造形隨新技術發展和市場型態演進，將歷經造形混亂期、造形整合期、造形發散期，以及造形重定義期等四個不同時期。相對於產品原型之演進，則歷經原型摸索期、原型生成期、原型轉換期，以及原型再生期等四個不同之發展階段[20]。各階段之發展與轉變，均受力於不同之造形作用力。

從造形發展影響因素內容、造形力定義，以及造形力發展曲線模式可知：

1) 技術限制力之相關影響因素多，且屬造形基本面之影響。從造形力定義中可看出，技術限制力變數主要在影響造形力曲線之高度變化，技術限制力愈高者，造形發展所受限制愈多，造形力則相對降低。

2) 技術限制力愈低，可衍生之新市場機會則愈多。在相同產品技術層次中之市場發展力或需求力愈強，造形力之橫向發展寬度將愈寬。市場發展力主在影響造形力之水平發展寬度，不論技術繼續發展之速度如何，只要有足夠之市場需求（內部或外部），便會產生相對滿足之造形發展寬度。所謂「內部」之市場需求，如「企業形象」和產品印象之維持，以及「成本和價格」之控制；「外部」之市場需求者，如「市場型態和競爭」、「市場定位」、「使用文化」等，使目前許多係屬低科技和舊科技之產品造形者仍得以造形延續。

3) 環境影響力係屬間接作用力，乃透過其對技術限制力、市場發展力之施力作用，輾轉影響於造形發展之上。環境影響力可決定因新技術、新觀念、新市場所形成之新造形力曲線（或支線）起點位置，並影響整體曲線之發展變化情況。概括而論，經濟愈富足、社會發展愈成熟、生活品質愈高、環境系統愈完整和法規標準愈具彈性者，其環境影響力愈強，技術限制力將相對降低、市場發展力相對提高，間接提昇造形力，亦將使新產生之造形力曲線具有較高起始位置，整體曲線位置向上偏移。

綜前而論，技術限制力(TR)、市場發展力(MP)和環境影響力(EI)，分別控制造形力發展曲線之高度變化、寬度發展，以及起點位置和整體曲線之偏移情況。三大造形作用力與造形力發展曲線間之關係表示如圖 3。市場發展力在不同 P L C 階段之變化，隨市場整體努力程度變動，猶如技術發展之階段變化與整體技術努力程度相關，而與時間無關。根據 "Inside the Tornado"[21]一書的說法，導入期的歷程愈短，愈快進入市場高速成長和量產之成長期，成熟期的歷程拉長，有助產品擴散層面的推展。未有後續市場努力時，該造形力發展曲線即告終結。

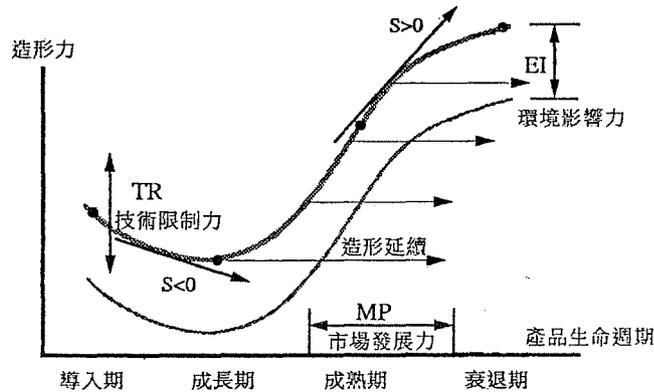


圖 3：造形力曲線作用力之影響方向示意圖

由於環境影響力屬間接力，難以直接從事特性分析，但可從曲線斜率變化($\Delta TR/\Delta MP$)之討論中，間接瞭解其作用力特性。因此，以下之造形作用力特性分析，將以技術限制力、市場發展力，省略環境影響力，代之以「斜率變化(S)」，為主要討論重心，討論中並納入技術發展 S 曲線理論和 PLC 理論之觀點加以比較。

5-1 技術限制力－控制曲線之高度發展變化。

1)大體而言，標準原型出現之前之技術限制力成長為正，之後為負，相對於造形力變化，則之前為負、之後為正。技術改良速度愈快，造形力變化愈快由負轉正。初期之所以為負，主要受技術創新和程序創新未臻成熟之雙重影響。

2)技術發展有其發展極限，技術初期與技術極限之品質功能差距愈近，顯示技術改進之速度將相對加快，造形力之高低差距將愈大。

3)技術層次間之品質功能差距愈大（如電唱機之於 CD 之產品技術層次），二造形力曲線起始點之高度差將愈大。

4)技術創新程度低時，其作用與技術改良同；觀念創新程度高過認知臨界點時，容易產生新的造形力曲線支線（如隨身聽、立可拍相機），至於創新程度之計算和認知臨界點之設定，尚未有定論。

5)技術發展有其極限，造形力曲線的高度也有其極限。蓋因工業設計之產品具實用性，造形發展受功能限制之故。若產品屬性從根本上發生改變，例如從實用品轉變成藝術品性質，則其高度上限可望大幅提昇，如鐘錶飾品、藝術燈具等產品之造形演進。

6)技術發展將發生所謂「技術不連續期」，而造形發展需考量並連繫市場運作，將會產生階段性之「造形連續期」，以平衡新技術對人性需求和市場銜接之衝擊影響程度。如 Raymond Loewy 之 "MAYA" (Most Advanced Yet Acceptable) 造形原理和 Henry Dreyfuss 所稱「存活之造形」(Survival form)[22]，此亦造形力曲線始初不為最低之重要原因。

將準則(criteria)、次準則(sub-criteria), 及決策的案例(alternative)建立成階層式架構的關係, 最主要的原因是對於人類認知而言, 階層式關係是容易被接受, 而且具備易於溝通的特色, 一旦階層架構建立了之後, 就可以排定每一階層中每一元素的相關重要性(在此有一基本假設, 在作決策時對於所有的元素的知識認知都已很清楚)。

在 AHP 之決策觀念中是以數值來表達偏好的程度, 如表 1 是 AHP 模式中的評估尺度, 決策者可以表達個人的偏好以表 1 所談及如稍為重要、頗重要的方式來描述偏好, 而這種描述會轉變成實際的數值(numerical rating)如 3 及 5 的數值對應, 而 2,4,6,8 的數值將會表達成在兩個連續性的定量判斷下, 妥協狀況下的中間數值(Saaty, 1986)。由階層的最上層至最下層, 在給予的階層中, 以一連串的偏好矩陣(preference matrices)來比較元素的重要性, 何謂偏好矩陣呢? 以表 2 為例說明之, 比如說某一消費者想要選購車子, 他列出四項評估標準: 價格、燃料費、舒適度、車型, 以價格與燃料費而言, 他認為價格便宜稍為重要於燃料費的節省, 故在矩陣中的第二行第一列填入 3, 反之在第一行第二列中填入 1/3(燃料費比上價格), 同理他認為價格便宜比起車型為極重要(表 1 中此項數值為 7), 故在第五行第一列中填上 7 而在第一行第五列中填上 1/7, 將所有的評估準則依偏好填上數值(如表 2), 吾人稱這個矩陣為偏好矩陣。

在形成偏好矩陣之後, 接著推導不同元素間的相關權重(weights), 這些計算的程序皆可以在電腦軟體中自動計算, 在本文中並不描述 AHP 的數學部份, 數學的理論可以參考 Saaty 的相關著作(1980, 1986, 1990a)或者相關的評論文獻(Zahedi, 1986), 基本上, 階層間的相關權重值的計算是以特徵向量值(eigenvalue)的方式計算(Saaty 1980), 而決策中的 alternative 可以透過階層中的 eigenvalue 總合來計算, 也就是由階層中沿著最上一層往底層 alternative 路徑, 將所有的總合權重值相乘而得。

AHP 方法尚有另外一種特性, 它可以檢查偏好矩陣中的元素成對比較的一致性(Consistency), 這個測量的結果稱之為 CR(Consistency Ratio), 可以提供使用者在作成對比較時, 偵測出錯誤的判斷, 比如說檢測出不小心所犯下的錯誤, 或者指出使用者的偏見, Saaty(1980)建議 CR 應該小於或等於 0.1 時才是可以被接受的數值, 若超過 0.1 時則表示使用者所作的比較有衝突, 應該予以重新評估, Expert Choice 有提供每一個偏好矩陣(preference matrix)及整體階層的 CR 值, 使用者可以藉著 CR 值可否被接受來觀看偏好設定的正確與否, 當 CR 值不被接受時, 使用者就必須調整偏好程度(表 1)反復計算, 以便得到滿意的 CR 值。

表 1 AHP 評估尺度表

評估尺度	定義	說明
1	同等重要(Equal Importance)	比較方案的貢獻度, 具有相同的重要性
3	稍為重要(Weak Importance)	經驗及判斷上, 稍為傾向某一方案
5	頗重要(Essential Importance)	經驗及判斷上, 強烈傾向某一方案
7	極重要(Very strong Importance)	經驗及判斷上, 非常強烈傾向某一方案
9	絕對重要(Absolute Importance)	有絕對的證據肯定喜好某一方案
2,4,6,8	相對尺度的中間值(Intermediate Value)	需要折衷處理時

造成前者之重要原因，可能與該技術未獲重視或受到刻意之壓制（如CD出現後之DAT技術），或與趨近技術發展極限有關；而後者之主要形成原因，尚待進一步研究。

6)當技術限制力或市場發展力趨零時，將產生斜率趨近無限大之情況。前者無發生之可能性，而後者情況出現時，市場結束，造形力曲線發展結束。

7)低價量產路線亦具有不同之斜率變化，但此部份不在本研究探討範圍之內。

六、影響因素與作用力之設計管理應用

企業有其各自之主要競爭優勢，有的在技術力，有的為市場力，也有藉政治遊說之手段，而提昇環境力之操作者。設計管理者須善加運用企業本身之優勢力量，影響或操控造形力曲線之發展，以獲取最大之市場利益。「企業優勢力量為何」、「優勢之產品造形力量為何」為設計管理者須深加思索的重要問題。「造形影響因素和作用力對造形發展之各階段影響程度分析」（表3）和「造形力曲線作用力之影響方向示意圖」（圖3），提供設計管理者擬定設計策略發展之重要參考架構。誰能掌控階段造形影響因素的發展，誰具較大造形作用力，誰便具有較佳造形引導優勢和市場優勢。從造形力發展之影響因素和作用力分析中，可以發展出以下之設計管理技巧和觀念發展工具：

1) 全方位之造形發展思考模式：

透過造形發展影響因素的瞭解和各階段影響程度之分析（表3），設計人員得以整體和重點並重之方式發展產品造形，同時考量各種可能因素所造成之造形變化而不失之偏頗。如造形考慮「製造方法」時，應同時思索儲存方式、維修方式、回收方式、環境系統、經濟條件等其它重要因素之影響，以減少後續修正設計之機率和全面提高設計之品質。此外，各影響因素亦提供現成之造形發展參考方向，指出各階段之設計重點，做為設計展開之發想基礎。

2) 系統之造形優勢分析與設計策略管理：

企業本身和競爭者之造形優勢分析，可透過各造形影響因素和作用力之比對，系統化地瞭解各自之優缺點以發展優勢之產品設計策略。比對方式涉及量化評估，需另案研究探討。不同階段之造形影響因素具有差異之造形影響程度，使產品造形之設計策略管理成爲一種動態之管理系統模式。有關設計策略之決策建議，可參考作者另著「設計策略決策系統芻議」[23]。

3) 設計資源的有效整合運用：

產品設計工作是一種團隊工作。透過造形影響因素之影響度分析，設計管理者將可預期下階段之造形工作重點，召集所需背景成員共同發展產品，而成員間亦明確其階段任務與重要性，視發展需要轉換核心設計與支援設計[24]之內容與層次。如導入期以「技術原理」、「材料特性」、「產品系統」、「使用文化」、「環境系統」等影響因素發展爲重，而成長期以「製造方法」、「操作方式」、「成本價格」、「市場型態和競爭」、「法規標準」等因素爲優先考慮，核心設計之主導人員應有調整。

4) 設計風格之解讀與詮釋

不同國家、地區，甚至設計公司或個人，會有不同之設計理念和風格，如德國、義大利風格，或BRAUN, SONY, PHILIP式樣等。我們可透過各公司或個人從過去到目前在各影響因素和作用力之著力多寡，追溯並理解其形成原因。同樣地，通過現階段各影響因素和作用力之分析，可用於規劃企業形象或建立企業設計風格等整體策略或未來性之工作。

七、結論與討論

從前述研究討論中，可獲致以下結論：

1) LCA分析為系統和有效之造形影響因素分析方法，可定性分析出影響造形發展之影響因素種類。

2) 各影響因素對造形力之影響度分析，指出各週期階段中造形發展重心之移轉情況。透過影響度之權數計算，可驗證造形力曲線模式理論。

3) 透過影響因素之整理，可歸納出影響造形發展之三大作用力—技術限制力、市場發展力和環境影響力。前二者屬直接力，將對造形發展結果產生直接影響；環境影響力屬間接力，須先轉換成技術力和市場力形式，方能有所作用。

4) 三大作用力在造形力發展曲線上之作用情況：技術限制力主在控制曲線之高度變化，市場發展力主在影響曲線之橫向發展距離，環境影響力則在決定曲線始點位置和整體曲線偏移情況。

5) 環境影響力因屬間接力，難以直接從事特性分析，但從斜率變化討論中，可間接瞭解其作用特性。

6) 從LCA分析、造形發展影響因素和影響度分析，以及造形作用力特性分析等所得之重要觀念，有助產品設計相關人員在造形發展思考模式、造形優勢分析與設計策略管理、設計資源整合運用，以及設計風格詮釋與建立等方面之理解與應用。

造形力分析之影響度設定，雖多數係依直接理論或證據之推論而得，但少部份仍為間接推論，如間接推論者之文獻資料得以陸續發掘與建立，將有助影響指數計算之客觀性與公正性。從以上討論中亦發現許多尚待進一步探討與釐清之問題與觀念，如低價量產路線之造形力發展曲線內容、觀念臨界點之定義與量化處理方式、造形極限、造形延續之影響因素及特性、造形二極化之時機與條件等，此些問題及觀念之釐清，將有助造形力曲線理論週延性與系統性之發展。

八、參考文獻

- [1] Lorenz, C., 1990, *The Design Dimension: the new competitive weapon for product strategy and global marketing*, Basil Blackwell Ltd., Massachussetts, pp. 42-46.
- [2] 曾坤明, 1979, 《工業設計的基礎》, 六合, 台北, pp. 114, 45-58.
- [3] Norman, Donald A, 1988, *The Psychology of Everyday Things*, Basic Books, pp. 84-86.
- [4] 官政能, 1991, “產品的文化特質示意性探討”, “主導造形風格變遷因素之層屬關係研究”, 《1991年技術與教學研討會論文集》, 明志工專, 台北, pp. 47-54, 75-84.
- [5] 官政能、陳玫岑, 1992, “從文化認知觀點探討產品造形發展之模式研究”, 《1992年技術與教學研討會論文集》, 明志工專, 台北, pp 15-24.
- [6] 陸定邦, 1993, “資訊產品之發展模式”, 《產品設計與包裝》, No. 54, 台北, pp. 24-28.
- [7] Ann Ferebee著, 吳玉成譯, 1992, 《現代設計史》, 胡氏, 台北, pp.107。
- [8] 鄭傳儒, 1993, “產品語言的發展與應用”, 成功大學演講稿。
- [9] Borsboom, Tom, 1992, “環保對設計之影響”, 《贏的策略》, No. 14, 南區工業設計人才培訓暨研究發展中心, 台南, pp. 2-11。
- [10] 陸定邦, 1995, “造形力發展模式理論之研究”, 《技術學刊》, 第卷第期, 台北 (已接受)
- [11] Onkvist, S. & Shaw, J., 1989, *Product Life Cycle and Product Management*, Quorum Books, New York, pp. 65-67
- [12] Sparke, Penny, *An Introduction to Design and Culture in the Twentieth Century*, London: Allen & Unwin, 1986, pp. 109, 112-115.
- [13] 陸定邦, 1995, “產品造形發展之因素分析”, 《設計》, No. 63, 台北, pp. 10-17.
- [14] Hollins, B. & Pugh, S., 1990, *Successful Product Design*, Butterworths, Columbus.
- [15] 秦自強, 1988, “產品生命週期中產品改良的時機與策略”, 《工業設計》, No. 61, pp 112-117。
- [16] Kotler & Armstrong著, 陳正男譯, 1992, 《行銷學原理》, 東華, 台北, pp. 397.
- [17] Luh, D. B., 1994, "The Development of Psychological Indexes for Product Design and the Concepts for Product Phases", *Design Management Journal*, Vol. 5, No. 1, pp. 30-39.
- [18] Foster, R., 1988, 鄒應瑗譯, 《S曲線 - 創新技術的發展趨勢》, 中國生產力中心, 台北, 76-79。
- [19] Saeki, A., 1991, "Technological Innovation and Today's Design", 1991 International Seminar on Industrial Design, National Cheng Kung University, Tainan.
- [20] 陸定邦, 1992, “從馬斯洛理論看技術造型發展曲勢”, 《產品設計與包裝》, No. 48, 台北, pp. 42-47.
- [21] Moore, Geoffrey A., 1995, *Inside the Tornado*, New York: HarperCollins.
- [22] John Heskett, J., 李玉龍譯, 1989, 《工業設計》, 大中國, 台北, pp. 222-223。
- [23] 陸定邦, 1993, “設計策略過濾系統芻議”, 《成功大學學報》, No. 28, 台南, pp. 75-92。

-
- [24] 陸定邦，1992，「傢俱設計的彈性整合」，《產品設計與包裝》，No. 53，台北，pp. 27-33.

Influential Factors and Forces Analysis on Stylability Development

Ding-Bang Luh

Department of Industrial Design
National Cheng Kung University
Tainan, Taiwan, R.O.C.

(Date Received : August 16, 1995 ; Date Accepted : October 22, 1996)

Abstract

On the basis of the Theory of Stylability Development Curve (SDC), through the methodology and the concept used in Life Cycle Analysis (LCA), this research qualitatively analyzed the influential factors that affect the development of product appearance, and induced major forces upon which stylability development is influenced. Through the analysis on the influentiality in each phase of Product Life Cycle and by the exercise of weighing, the relationships between influential forces and SDC were examined and validated. Through characteristics study of the influential forces, the important mechanisms and concepts that determine the development of stylability were explored, which can be used as reference for design management practices.

This research concludes that technology resistance, market progression, and environment influence are the three major forces that affect the diffusion of product appearance and dominate, respectively, the development of stylability curve in terms of altitude change, lateral extension, and overall performance and the starting point of an emerging curve. With the comprehension of the characteristics of the influential factors and forces, design managers can efficiently and effectively undertake their design tasks related to product appearance.

(Keywords: stylability, influential factors, influential forces, life cycle analysis)