

Chapter

1

產品造形原理



工業設計師這個專業的出現不超過一百年，工業設計的發展和思維從早期的形隨機能原理，到目前工業設計產品不再只是以功能及生產方式為主，其外觀造形的美感已是設計的基本要件。一件好的產品，它的基本需求包含了「技術」、「人因」與「美感」三種機能要素，這些要素融合後才能塑造出一個完整的造形物，成為人們可以信賴並需要的產品。造形可分為自然造形和人工造形兩類，生物造形順應生存與進化法則，這是自然造形之美；而人工造形則是人類有意識的創作賦予形態，直接、間接模仿自然形態，或根據人類經驗累積之造形原理，發展美感之造形。

1.1 工業設計與美學

工業設計對現代社會的人類生活產生相當巨大的影響，不但構成了廣泛的物質文化，也提高了人類的生活水平。工業設計史的演化反映著時代的物質生產和科學技術的水平，同時體現了當代社會意識的形態，並與政治、經濟、文化、藝術等方面有密切關係。工業設計是以工學、美學、經濟學為基礎，對工業產品進行的設計，它是 20 世紀初工業化社會的產物，其設計理念從產生之初的「形式隨機能」，發展到現今的「在符合各方面需求的基礎上兼具特色」（胡佑宗譯，1996）。工業設計師這個專業的出現不超過一百年，而目前被廣泛接受的定義是國際工業設計協會（The International Council of Societies of Industrial Design, ICSID）在 1980 年的巴黎年會上為工業設計下的修正定義：「就批量生產的工業產品而言，憑藉訓練、技術知識、經驗及視覺感受而賦予材料、結構、形態、色彩、表面加工及裝飾以新的品質和資格，叫做工業設計。」工業設計者的設計構思，應該包括產品的整體外型線條、各種細節特徵的相關位置、顏色、材質、音效；還要考慮產品使用時的人機工程學。更進一步的工業設計構想，會考量到產品的生產流程、材料的選擇、以及在產品銷售中展現產品的特色。工業設計者必須引導產品開發的過程，藉由改善產品的可用性，來使產品更有價值、更低生產成本、更高的產品魅力（維基百科，2009）。可見工業設計涉及的領域相當廣泛，可視為人類與工業互動過程中文明的累積。

回顧工業設計之發展，來到 19 世紀初期，歐洲各國相繼完成了工業革命，機器逐漸取代手工製造，因價格低廉，廣為大眾接受。這時期，市場上的商品存在明顯區隔，一種是外觀簡陋的廉價工業品，但為大眾接受，另一種是費時精美為少數權貴設計製作的高價手工藝品，也有為了適應人們傳統的審美觀，直接在機械產品上移植手工產品的裝飾，這種缺乏整體設計導致功能與形式的分離，反而激發了當時的設計家，如英國的拉斯金（John Ruskin）和莫里斯（William Morris）等對設計進行探討，從而拉開了 19 世紀下半葉、20 世紀初設計改革浪潮的序幕。莫里斯倡導了「工藝美術運動」（Arts and Craft, 1850-1900），試圖建立一種新的設計標準來拯救設計的危機，提出了「美與技術結合」的原則，主張廢棄「粗糙得醜陋或華麗得醜惡」的產品，代之以樸實而單純的產品，並鼓吹回歸到中世紀手工藝產品對於質量的尊重；這顯然是違背歷史潮流的，但他卻提出了工業產品必須重視研究，並需要解決在工業生產方式下的設計問題。另外，以法國為中心，歐洲又掀起了「新藝術運動」（Art Nouveau, 1890-1905），運用從自然界

中抽象出來的形式代替程式化的古典裝飾，強調曲線和花樣般的裝飾美。受到「工藝美術運動」和「新藝術運動」的影響，德國工作聯盟（German Werkbund）於 1907 年成立，旨在探索如何提高工業產品的質量並推進生產的標準化，也為工業設計的研究和應用奠定了基礎，接著在 1919 年，德國名建築師格羅佩斯（Walter Gropius）創辦了第一所以設計領域為主的包浩斯設計學院（Bauhaus, 1919-1933），將美學帶進了功能主義，使兩者結合，成為現代主義的先驅，包浩斯的建立為後代的工業設計教育訂定了很好範本，並奠定了現代設計觀念，到了 1933 年，受到德國納粹政府的迫害，導致包浩斯的解散。二次大戰的引發，迫使大部分的包浩斯人員相繼赴美，工業設計的中心因此由德國轉移到美國，並將原本的現代主義設計思想轉變成國際主義風格；另外，1950 年時馬克斯·比爾（Max Bill）設立了烏爾姆設計學院（Hochschule für Gestaltung, Ulm），將包浩斯的精神繼續發揚下去。烏爾姆強調人體工程學原則，從而發展出高度理性化、高度次序化的產品，影響德國其它企業的設計，繼而影響到其它西方國家的設計（王受之，1997）。第二次世界大戰後，無論是歐洲各個工業技術國家，還是在蘇聯、日本等新興工業化的國家，工業設計都受到高度重視；現代主義提倡設計與新的生產方式和科學技術相配合，並倡導重實效的機能主義設計，強調「形式追隨機能」、技術特徵與生產方式，注意新材料的運用，創造一種與機械工業生產方式和新技術相適應的設計美學，但後期的現代主義，造形單調、外表光滑的火柴盒式建築以及各種基於機能主義、技術邏輯以及機器美學的產品設計，在世界各地泛濫；觀念的枯燥與僵化、風格的單調與雷同，成為威脅著現代主義繼續存在與發展的致命傷。

就設計而言，後現代主義是一種反對以機能為主的單一表現形式之設計思想，也就是反現代主義，它形成於 20 世紀 60 年代，發展於 70 年代，並於 80 年代趨於成熟。因 60 年代由英國發起的普普運動，勇於表達自己、用色大膽強烈並突破舊有造形的設計風格，使設計品逐漸強調象徵、色彩和裝飾，並具有自己獨特的識別，也間接對工業設計領域造成影響，後現代主義設計是當代西方設計思潮向多元化方向發展的一個新流派，在將近 30 年的發展演變中，它由建築藝術方面的興起和壯大，擴展和影響其他設計領域。現代主義一向反對裝飾主義，而後現代主義則恢復裝飾性，並且高度強調裝飾性，且大部份的後現代主義設計作品都具有戲謔和調侃的色彩，與現代主義的冷默、嚴峻、理性化形成鮮明的對照（後現代建築運動，2009）。另外，高科技盛行於 70 到 80 年代，當時大眾對工業生產、豐足、舒適已經失去熱情，工業都市所造成的異化令人變得冷漠；同時，「科技」這一概念開始抬頭，新材料、微型化、多功能化成為時尚。由於後現代主義沒有形成堅實的核心，亦無明確的邊界，有的只是眾多立足點和各種設計流派及風

格特徵，在形式上的運用過於反覆，以至於社會和設計家本身對於形式上的符號產生厭倦，使後現代主義在 90 年代初期逐漸衰退。

時間推至 80 年代，設計又面臨新的形勢，解構主義（Deconstruction）與新現代主義（Neo-modernism）相繼出現，解構主義是指對現代主義和國際主義的正統原則與標準的否定及批判，多義性與模糊性是其重要的表現特徵，因此，解構主義用模糊的符碼去取代現代主義單一、一成不變的意義（林銘煌，2008）。到了 90 年代，原本在此之前各行業的界限清晰且分工明確；但進入 90 年代後，各行業之間的界限逐漸產生模糊。這個現象所受到的最大刺激，是設計師遇到問題不能按照產品的類別進行硬性分割；在設計時，他們必須注意設計對象與其它產品之間的關係，必須要跨出設計對象的設計範圍來考慮問題，不再是單純以是否符合人體工程學或以優美的造形為標準，還要考慮產品在什麼場合使用，與周圍的環境如何相適應。隨著設計師考慮的設計範圍日趨增大，出現了以品種分類邊緣的模糊化問題，各類學科也有了互相兼容的現象，即學科的交叉化，這是現代設計的重要趨勢（中國 CI 網，2009）。

今日，電腦帶給各行業的衝擊與型態的改變，對工業設計亦然。由於早期的設計院校之設計教育主要以技法訓練為主，在早期那個只能以紙筆與手工進行設計創作的年代，那是必然的現象，但到了 80 年代，個人電腦的普及與電腦輔助設計軟體的成熟，給設計帶來了相當大的衝擊，直到今日，對工業設計產業型態產生結構性的轉變。電子科技的進步，使設計可以透過不同的工具與軟體平台發展多元化的商品，除了效率性的提升外，也創造了無限可能的創作空間。

綜合上述，從工業革命到目前 21 世紀，工業設計發展可分為三個階段。第一階段始於 19 世紀美術工藝運動，到 20 世紀初德國包浩斯學校的興起，奠定了工業技術結合美學的現代主義；第二階段是 60 年代到 80 年代，因為社會結構改變，使反功能主義的後現代主義成為新的設計風格；第三階段自 80 年代後延續至今 21 世紀，電子科技的發展改變產品的使用方法及介面，因而形成了高科技時代，同時也因為國際環保意識的抬頭，使綠色設計成為未來不可避免的發展趨勢。

工業設計的發展和思維從早期的形隨機能原理，到目前工業設計產品不再只是以功能及生產方式為主，其外觀造形的美感已是設計的基本要件。因此，投身產品設計領域，必須先了解美學與設計之間的相互關係；另外，美的構成跟造形有相當大的影響，所以，理解造形原理的概念，在產品的造形美觀可以更靈活運用，當然也更能觸動人們美的感受，及傳遞設計師對所設計產品的訴求與理念。

1.2 工業設計與美學

自古至今，對於美的詮釋及探討相當多，美學不但是大家所追求的典範，甚至被認為是研究一切事物的最佳方法。隨著工業的出現和發達，美學不再只是藝術和繪畫的範疇；從藝術對於黃金比例和諧美的探索，經過了工業產品功能美學的定義到現代設計的美學思維，工業產品的美感需求逐漸受到重視。

科技的進步和社會的發展，使設計美學成爲一項重要的課題。設計美學不但是現代工業社會人們對設計普遍需要的產物，也是當代社會對於美學和藝術理論發展必然的路程。因此，如何培養敏銳的美學觀感，是設計師必須努力的目標之一。

1.2.1 美學是甚麼

美學是一門研究藝術與審美意識各方面的學科，以美感經驗爲中心且包含了三個層面：美的哲學、審美心理學、藝術心理學。

美的哲學在於探討從現實到藝術，從欣賞到創作之間關於美的現象。美的現象是相當豐富且複雜的，所以其共同本質必須藉由哲學的思考性質來定義，並從哲學中引用美和藝術抽象的理論支持各種具體的美學觀點。審美心理學則是研究人們複雜的審美心理活動，不同於生活經驗的傳承，美感經驗必須由自己去體驗，去感受各種心理現象如感知、想像、理解與情感等的交錯融合。藝術心理學包括藝術理論、藝術批評和藝術史三方面。藝術的創作過程會直接影響眾多美的現象和複雜的審美心理活動，因此在進行審美心理學和哲學的思考與探討時，絕不能忽視藝術在美學研究中的地位。

研究美學首先要理解審美心理學，接著才能對美的哲學和藝術美進行探索；但對於初學美學的人，學習途徑可以與研究途徑相反。因爲，美的哲學是美感經驗的靈魂，而藝術美則是審美經驗的物化形態。（李賢輝，2009）

1.2.2 美學的發展

美學源於哲學理念而後發揚光大，不論是西方或東方，其哲學觀念當中就蘊含著美學精神。從古希臘羅馬時期的建築、藝術和繪畫中，可看出西方哲學對於美的定義，以數理比例上的完美以及秩序的韻律感來呈現。將富有和諧、比例、平衡和整齊感的形式美，搭配人體的比例原則與自然的生存法則，創作出具有黃金比例的藝術美。

黃金比例的運用，在十六世紀文藝復興時期主導了建築和雕塑的創作原則，為許多哲學與藝術家所推崇。黃金比例是從兩個不對稱部分中尋找出均衡感，此種比例讓人覺得明確且輕快，亦符合享樂主義和審美法則（林崇宏，2006）。

因為工業的發達，使以往黃金比例的概念轉為機器美學，到了包浩斯時期，幾何與零件方式的功能美學之工業產品也逐漸發展；接著解構主義和後現代主義的新理念，追求的是沒有規則的風格形式，運用片段、斷裂或折射等元素來建構成形，產生出另一種不協調的韻律感。在現代，除了造形比例的和諧與功能美學外，同時還牽涉了語意和符號學；設計的美學不再只是考慮數學比例上的和諧，使用的視覺印象與透過造形語言的溝通，都引導出設計美學的另一種型態。

1.2.3 設計美學

工業革命後，技術的發展引起了社會生產方式的變化，使現代的工業化生產方式代替了傳統的手工生產；加上隨著生活水平的提高，人們對產品的消費由功能性走向了審美性。在重視功能與質量的同時，外觀形式亦成了相當重要的一環，有時甚至是引起購買慾的主要關鍵，人們對於美感的需求逐漸上升至首要的地位。所以，對於現代工業生產的形態問題，將審美和藝術的眼光投射到工業產品上是必然的過程，因而導致現代設計的誕生；接著針對現代設計在審美及藝術上與技術結合的問題，設計美學的出現為其提出了合理的方式和途徑。

設計美學，即是在工業技術發展的基礎上，藝術直接介入技術的結果；它的運用必須是合適且不做作的單純美，不應有過度的裝飾，另外還需要合乎大眾的需求。對於一項好的產品，它的基本需求包含了「技術」、「人因」與「美感」三種機能要素，這些要素融合後才能塑造出一個完整的造形物，成為人們可以信賴並需要的產品。在設計產品的造形時，除了要充分地表現出產品的功能特點，以及反映先進的科技水準外，還要給予人美的感受；也就是說，產品造形設計必須在表現功能的前提下，合理地運用物質設計的條件，並充分地將美學藝術的內容和處理手法融合於整個產品造形之中。因此，涵蓋造形的美學修養和技術運用的能力，是設計師必須培養的重要技能（曾坤明、曾逸展，2008）。

1.3 造形原理

邱永福的《造形原理》指出「形」與「型」的關連及差異，認為「形」是元素的基本形狀，是數學或幾何學上之單元，它的視覺性格固定且單純；而「型」的視覺特徵除了形狀、色彩、紋理表面性格外，尚具有關聯性的作用，可以當作一種形式來看待。因此，「形」與「型」是有密切的關聯性，「型」以「形」為表現基礎，而形的展示則須透過形式方能顯示出來，在概念的層次上是：形→形式→型→式樣，所以是一直線之發展。因此，本章在造形原理的說明延用「形」，之後的章節介紹產品造型之設計應用，是各種幾何元素「形」的應用，並綜合設計要素發展成具有設計傳達與關聯性之產品「型」，故引用「型」以為說明。

造形可分為自然造形和人工造形兩類。萬物具像存在符合物理、化學特性，生物造形順應生存與進化法則，這是自然造形之美；而人工造形則是人類有意識的創作賦予形態，直接、間接模仿自然形態，或根據人類經驗累積之造形原理，發展美感之造形。

要領會設計中的美感，除了去了解人的審美過程，還必須要透過造形的基本元素及構成形式，來感受造形的內涵與美。因為對於設計的形式，不論是以概念圖形或模型的方式做呈現，都須要藉由造形來傳達出設計者心中的意念與認知，所以「形」是表達設計特色最直接的元素（林崇宏，2006）。追求造形的美，不但能讓設計特色充分的表達出來，也能滿足人們的生活慾望和需求，進而提升生活品質。



圖1-1 自然造形（澎湖玄武岩）



圖1-2 人工造形
（仿生設計，2006臺灣藝術大學/工藝設計系畢展）

1.3.1 造形的概念

凡是藉由感受創作者思維的視覺或觸覺活動，皆稱為造形。換言之，造形是一種有意識和計畫性的形式，能夠表達出其外表感受與創作者賦予的內涵。

每種造形活動都有其目的，包含審美性、實用性、經濟性及創造性等四項（林崇宏，2004）。造形將美學與科學做結合後，從而產生實用上與生產面的考量，再經由豐富的創造力，進一步滿足這些需求，達成造形設計的目的。因此，造形對於設計活動而言，是一項極為重要的關鍵；以真善美的造形與藝術觀去思考，才能創作出更完善的設計效果。

1.3.2 造形的基本要素

視覺形式是造形要素所不可或缺的內涵，主要呈現於外在或內在現象，大致可分為形態、色彩、質感、空間、機能。

1. 形態：可分為自然造形與人工造形。

自然的各類特性與形態，因在大自然整體環境的影響和相互關係中所產生的，故具有演化性的生存機能和美感秩序。人為的造形則涵蓋了具象及抽象的形式，具象造形是以模仿客觀事物為出發點，具有寫實客觀的意義，而非盲目的模仿自然形態，其最終目的在於描寫真實情況；抽象形式則不具有客觀意義的形象，它是以幾何概念或基本形要素構成的形體，將現實造形變形至非具象之程度，使其無法辨別出原始形象並具有某種特殊涵義，強調純粹性靈的發揮，生動靈活且富有變化，雖然非實際存在，但能成為某種觀念之代表符號，以及表現創作者的情感和思想（丘永福，2004）。

2. 色彩：是構成形態的必要原質，亦是眼睛受光線刺激而引起的感覺作用。

藉由色彩之色相、明度及彩度三種屬性的運用，能輔助設計形式的表達，賦予造形生命力與象徵性，進而吸引人們的目光和注意力。除了外在的裝飾外，色彩也可以做為一種傳達情感的工具，或是一種生命延續和機能性的象徵；因此，它會影響造形的發展，並使造形的知覺和特質改變。

3. 質感：指的是視覺與觸覺上對於物體表面的感覺。

透過質感的客觀呈現，來顯露材質的肌理和特性，能加強美學表現的效果，並傳達出造形的內涵。要適當的表現出質感，除了能夠掌握材質的特性，還需要配合光、色與造形等視覺條件；藉由視覺的明暗效果和觸覺上的實際觀感，能形成質感

上的差異變化，接著塑造出其率真的美感。利用各種材質的特殊屬性，再經由人為加工技術和塑造後，能使質感更有變化，並展現最佳的造形效果；因此，質感在造形設計上的運用也是相當重要的一環。

4. 空間：是超越實際形態之外，另一種虛的形態現象，並包含了視覺、觸覺和運動等空間意識條件。

空間的構成是介於物與物、環境與物之間的對立關係，或是物體內中空の間隔條件形式，並兼具了二次元與三次元空間之特性；也就是說，對於空間的定義有兩種，一種是兩個物體以上之實體相互應對的存在空間，另一種則是物體本身的虛實（林崇宏，2007）。不論是平面造形上的圖形和留白，或是立體造形所呈現出的深度及層次感，都是在追求空間中的和諧發展。

5. 機能：是造形必須考慮的條件和目的。

大自然中的許多生物，因為機能的狀況及需要，使其形態或組織以不同的形式呈現；同樣的，每件物品的構造，都應該有其相對應的功能，根據機能的需求不同，而導致了不同的使用方式，最後產生物體形式上的差異。

1.3.3 造形的構成元素

造形是形式的具體現象，而構成則是一種方法和行爲（林崇宏，2007）。構成是具有視覺及精神性的造形活動，並包含二次元與三次元的形成，即平面造形與立體造形。無論是平面形狀或是立體的形體，其構成視覺印象的基本元素都是點、線、面，但立體造形又多了體和空間兩個元素。

1. 平面造形

平面造形是由最簡單的點和線構成，再做二度空間的延伸，並以視覺的感受來傳達其形象與訊息。

- (1) 點：在整體構圖中有集中性，並具有凝聚視覺之作用。點沒有形狀的限制，但有大小的要求，必須與構成環境相比較；越小的點，點的感覺越強烈，反之則成爲了面。點的重覆和排列所構成的虛實效果，能產生出各種視覺圖形的變化，如凹凸感、律動、漸變、秩序……等。



圖1-3 點構圖之蒙太奇圖像
(2007澎湖冬日創作營成果展海報)

- (2) 線：和點相同，必須和其他元素相互比較，其寬度和長度的比要在一定條件範圍內。線分為直線和曲線，且因為粗細、方向、長短形狀及濃淡等構成上的差異與變化，使其除了具有感情上的性格還有遠近感、方向性等空間性格。



圖1-4 線構圖之LOGO
(2009新一代設計展展場/藝術與造形設計系logo)

- (3) 面：是由長和寬構成的二度空間，以輪廓的範圍決定其外形，可分為幾何和非幾何形。面與面之間的構成和組合，能表現出視覺上二次元平面中的立體感、律動感和空間感。



圖1-5 面構圖
(2009臺灣藝術大學/工藝設計系畢展)

2. 立體造形

從平面造形的二度空間做發展，加入面的範圍特徵、量感和空間性，形成三度空間的立體造形。立體造形的存在是真實之物體，因此除了視覺上的傳達外，還可藉由材料上的觸感呈現。

(1) 點：具有空間位置。在立體造形中純粹以點構成的造形不多，因為要在空間中將點固定，必須借助於其他的形體或媒介，才能達成目的。



圖1-6 點之立體造形 (一)



圖1-7 點之立體造形 (二)
(2009臺灣藝術大學/工藝設計系畢展)

- (2) 線：決定形的方向，具有速度感，並可表現動勢。利用線材的排列組合等連結方式，除了可創造出三度空間的變化，還可形成某種結構體之骨架，或是形體的外部輪廓，具有從外界分離出形的功能（朱炳樹、洪嘉永與林品章，2003）。

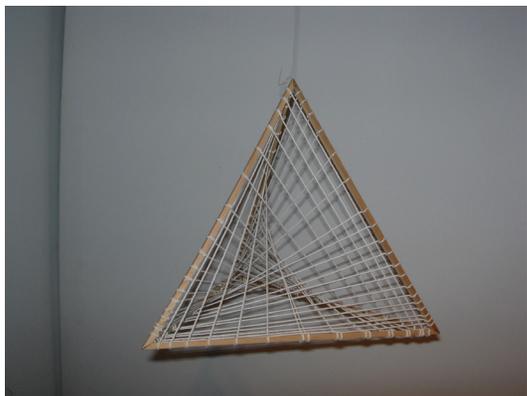


圖1-8 線之立體造形（一）

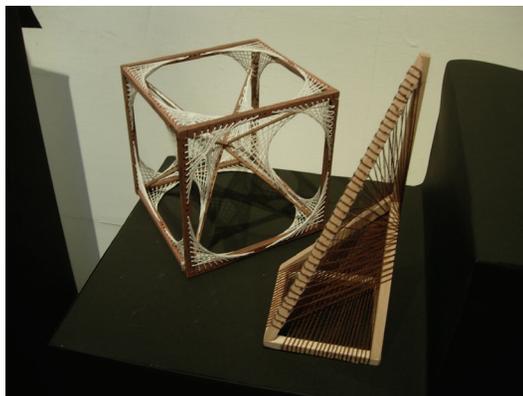


圖1-9 線之立體造形（二）

- (3) 面：視覺上最有效的媒介物（丘永福，2004）。在立體空間中，除了二次元的長和寬之外，還具有了厚度的現象，並分為直面和曲面兩類，而平面構成的「面」是沒有厚度特質的。面材的功能運用可以產生包容的機能，如圖 1-6 造型燈飾，由於透明性質，其充填成立體具有的硬質感較弱，反而輕盈明朗的感覺較明顯；此外，也做為空間上的分割，並還能簡化三次元的造形，將其抽象化。



圖1-10 面之立體造形（一）



圖1-11 面之立體造形（二）

- (4) 體：線或面的肥厚化，屬於封閉的形體，又分為實心與空心兩種。不同於線材和面材的輕快、敏銳，體是一種存在性強、穩重且安定的形體，除了塊狀素材之單獨造形外，運用塊材之分割、組合，亦可創作不同形式的造形，並能組合出空間感。



圖1-12 體之立體造形（一）



圖1-13 體之立體造形（二）

- (5) 空間：對於實體的形態，所呈現的是一種虛的狀態。利用物體之間的重疊、配置，或是以實體的凹凸和挖空，都可構成空間；另外像形體的扭曲、透明材質的運用，還有使用影像或透視等方式，也可以造成空間的存在感。



圖1-14 空間狀態（一）



圖1-15 空間狀態（二）

1.3.4 構成形式

美的構成形式是順應自然法則而成的。經由許多的心理學及美學家加以探討、分析，並歸納出反覆、漸層、均衡、律動、比例、調和、對比和強調等項目（林崇宏，2007），成為可依循的法則，並做為美的判斷標準。

1. 反覆：用相同或相似的單元形或色，做規律性的重覆排列。除了形成有秩序性和整體性的構圖與美感，有時還能達到強調的效果。

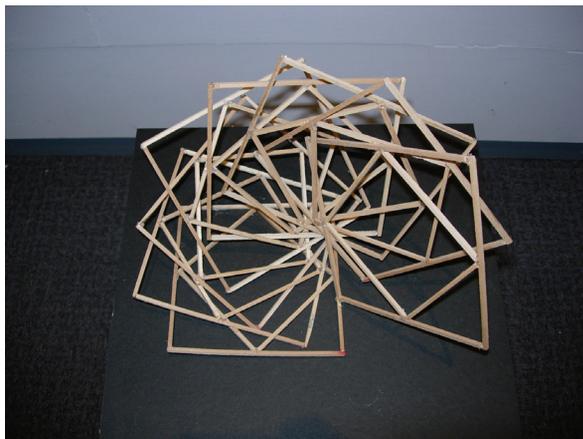


圖1-16 反覆構成（一）



圖1-17 反覆構成（二）

2. 漸層：反覆形式呈現出等差、等比或漸變等規律性的漸次變化，即是漸層形式。強調比例的應用和秩序的排列，其效果較反覆來的活潑、生動。

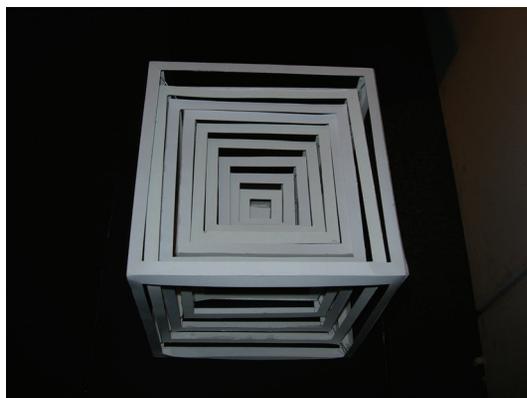


圖1-18 漸層構成（一）



圖1-19 漸層構成（二）

3. 均衡：是以中心軸為基準，維持相等的分量而形成的安定現象，分為對稱與非對稱兩種情形。對稱是指中心軸兩側相同元素的鏡射狀態，或是中心點四周以放射狀排列做輻射對稱；非對稱則是指不盡相同的元素以安穩、和諧的方式結合，而成為一種相互抗衡的視覺及心理效果，富有變化性和活潑感。

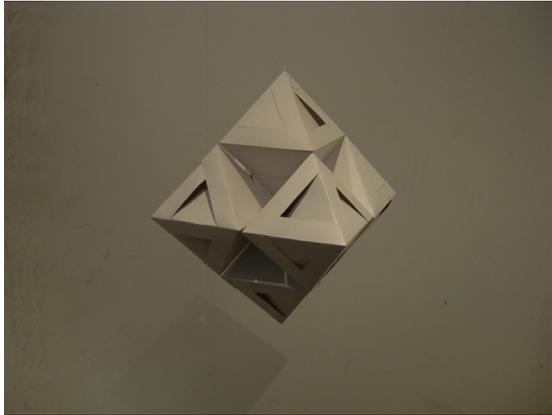


圖1-20 均衡構成（一）



圖1-21 均衡構成（二）

4. 律動：隨著漸層和反覆的安排，呈現出連續的動態或轉移現象如速度、跳動、流動、回旋、方向等。富有變化和動感的律動形式，能讓造形更有生命力。

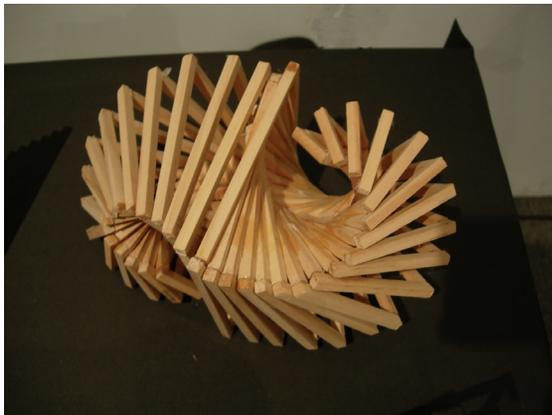


圖1-22 律動構成（一）

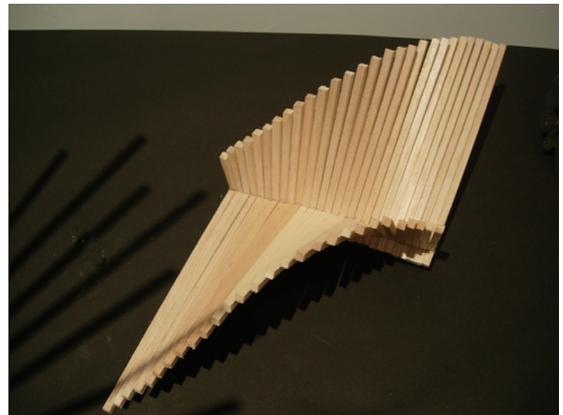


圖1-23 律動構成（二）

5. 比例：指在特定範圍內，形體間具有數理的法則關係。除了自古以來用於衡量自然與人為造形美的黃金比例外，其他還有等差、等比、調和級數等數列，都是構成比例形式的基礎。

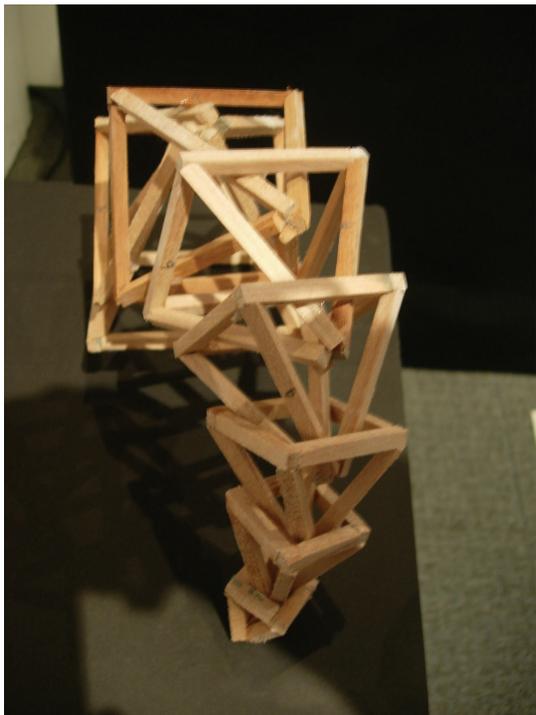


圖1-24 比例構成 (一)



圖1-25 比例構成 (二) — 矩形黃金比例

6. 調和：各種元素以互不衝突的和諧感融合在一起，並產生心理和視覺上的舒適感，其目的在追求安定與祥和的效果，以達到愉悅的感覺。

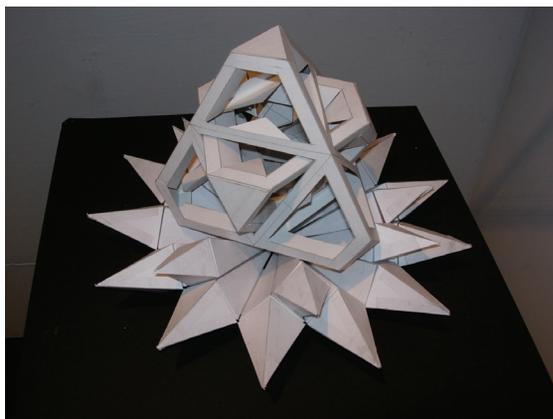


圖1-26 調和構成 (一)



圖1-27 調和構成 (二)

7. 對比：是將兩種事物並列，使其產生對立或相斥的差異現象，像是明暗、強弱、大小、粗細等對比。可使造形有活力，也能突顯特點，吸引視覺的停留。

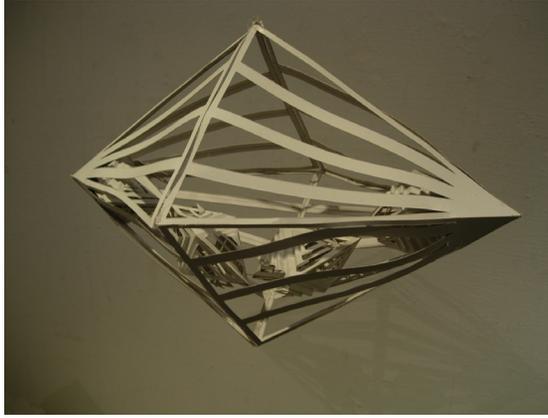


圖1-28 對比構成

8. 強調：指在某一畫面或整體造形中，有強烈獨特的元素或刻意加強其視覺效果的現象。



圖1-29 強調構成（一）



圖1-30 強調構成（二）

1.3.5 造形的應用

依據機能和空間的特性，造形可分為平面、立體和空間三種形式的呈現，其主要的應用可概分為視覺傳達、產品及建築的三個領域，但彼此在造形原理應用上並沒有嚴格的分界。視覺傳達是視覺元素的排列和組合構成了平面造形，主要目的在於資訊的傳達，包含廣告、企業識別系統（Corporate Identity System, CIS）、多媒體、包裝設計等，其中

包裝設計除了平面造形的訊息傳達外，尚包括立體造形、結構和使用方式等之設計考慮；產品設計是立體造形之應用，造形是人與產品溝通的媒介（林崇宏，2007），須具備美的形態和完整的機能造形，以汽車設計為例，外造形可以傳達設計之意念，但仍須考慮內部空間與人之互動和情感；建築則是由實體與空間兩種要素構成，建築物的外形是立體造形應用之範疇，空間設計包含外部空間與室內空間，事實上造成外部空間的存在感，又與立體造形是存在互動的，而室內空間是以人的生活習慣為重心去規劃空間，展示空間則以物品的呈現營造出參觀的設計目的，一個空間有多種功能的規畫與使用，但都需考慮造形的美感，使人對空間感到自在與舒適。



圖1-31 企業識別系統
(人文與藝術學院院徽設計)



圖1-32 包裝設計（一）



圖1-33 包裝設計（二）
(2009新一代設計展)



圖1-34 產品設計（一）
（2006臺灣藝術大學/工藝設計系畢展）



圖1-35 產品設計（二）
（2008新一代設計展）



圖1-36 建築設計
（臺灣大學圖書館）

1.4 數位立體造形之應用

工業產品屬於立體造形之範圍，因此，其設計의 思考和發展必須借助平面和立體的表現方式，經由不斷的修正而趨於明確的設計解答。但是以二次元平面圖式來表現三次元空間的立體感，存在相當的困難及侷限性的，透過立體模型去感受物體視覺化的進行是有其必要性。

以傳統的手繪及模型製作，整個設計過程是繁複且耗工、時的；而現今，電腦輔助設計的運用，除了能將二度空間的思維轉入三度空間的互動系統，還能進行即時的評估與修改、整合，大幅地節省了時間和成本，並達到適當的設計決策和減少失誤，提升設計產品的可行性。

1.4.1 電腦輔助設計的演進

始於 60 年代，因為資訊的蓬勃發展，電腦輔助設計（CAD，Computer Aided Design）系統逐漸發展，並成為設計中不可或缺的角色。有別於傳統的設計圖示，其快速的圖形整合和表現能力，使設計者能快速且便利地掌握 2D 和 3D 的視覺化；因此，現在電腦輔助設計已經廣泛為建築師、工程師和設計師等執行專業的設計工作。

一般工程圖面可分為 2D 及 3D 圖面。2D 電腦輔助繪圖的應用，主要是延續以往工程製圖的觀念，運用投影的原理將物體造形以線條呈現出來。除了應用工具的不同外，專業軟體的指令規劃和使用特性，加上程式資料的自動運算的優勢，都讓電腦輔助繪圖比手工繪圖方便，且精確許多，其輸出列印的品質也可輕易達到一般製圖的高標準要求。2D 電腦輔助繪圖在尺度、線條或許十分精準，但還是無法達到電腦輔助設計的層次。

經過業者多年的努力，新的視覺媒材又取代了 2D 平面的模擬方式，並利用三度空間的模型建構能力取代以往的模型製作，此種形式除了能開啓另一層思考模式，也能有效利用電腦輔助設計系統整合新概念，提高工作效率（官政能，1995）。3D 電腦輔助設計，不論是以曲面架構或實體的建模方式，都是在模擬一個真實的模型，這個數位模型可提供各個視角之觀測，並可實際檢測幾何資料，或預先計算設計產品之相關物理特性，加上所設計模型具有完整的數位化資料，可支援後續的模型製作及產品之量產，包含可將這些模型資料應用到模具設計，並轉換至 CAM 軟體作 CNC 加工設計，或輸出到 CAE 軟體進行有限元素分析等；另外，在設計階段還可搭配彩現軟體作材質貼附與光影模擬等，描述一個幾近真實的使用情境，提供設計者與客戶更完整且精確的溝通。

1.4.2 3D軟體的參數化

3D 軟體可概分為三類，分別為實體、NURBS 自由曲面及 Polygon 多邊形建模，這三類軟體各有其市場區隔及應用的領域，CATIA 達梭公司購併 Solidworks、Autodesk (Inventor) 公司購併 Alias 後，目前都維持個別產品銷售，筆者認為市場區隔與整合技術的投資效益是其中的考量，當然期待軟體公司能將設計與製造產業人員所使用的 3D CAD 軟體整合成為同一平台，除了解決資料移轉問題並提升效率外，也減輕相關從業人員介面適應的問題，是一大福音。NURBS 自由曲面建模是屬於外形設計軟體，如 Alias、Rhino 等之 CAID 類型的 3D 軟體，全名稱之為「非均勻有理 B 型雲規線 (Non-uniform rational B-spline, NURBS)」建模軟體，一般簡稱為 NURBS 建模軟體，具有容易上手的特性，而 Pro/ENGINEER 的 Style/ 樣式工具即是支援設計變更的 NURBS 建模方式。參數科技公司 PTC 在 2003 年推出 Wildfire 版本後，操作介面大幅提昇讓工業設計師也能易於上手，同時，在 2007 購併直覺式建模的開創者和領導者的 CoCreate，使 Pro/ENGINEER 的功能與介面會更直覺、靈活，更貼近使用者的人性化介面，更符合工業設計師的需求，同時還能保有設計變更功能，這對 Pro/ENGINEER 的使用者是一大福音。動畫類型的 3D 軟體，一般稱之為「多邊形 (Polygon) 建模」軟體，以 3D max、Maya 等之動畫軟體為代表，2011 年 Wildfire 更名為 Creo，PTC 推出 Creo 1.0，其中 Creo 之 Freestyle/ 自由樣式工具即是將 Polygon 建模技術導入產品設計，同時具有設計變更的功能，自此，任何有機、仿生等複雜造型的產品幾乎都可以在 CREO 的環境下快速完成設計提案，並且沒有設計製造過程中資料移轉的介面問題，完全滿足工業設計師、機構工程師的需求。

工程設計軟體在追求完整的幾何定義、精確的尺度數值、確實的零件組裝、符合標準的工程圖、3D 模型的展示及後端的電腦輔助製造、生產，其輸出的 3D 幾何資料嚴謹且精密，因此在 3D 塑型的過程較拘謹、繁複。而外形設計軟體則是講求自由變化的外形設計，因此適用於沒有內部結構及精確尺度限制的產品，比實體模型的操作快捷和容易，但所發展的 3D 數位模型在設計變更與後端工程應用上，仍有相當的成長空間，就軟體發展趨勢之觀察，兩者的差距正在接近中。

要操作傳統的 2D 軟體，必須有基本圖學的能力，才能繪出正確的三視圖。但現今 3D CAD 的技術對就算是沒有基本圖學經驗的人員，也能輕易的操作，並快速繪出正確的 3D 模型。自從 1988 美國參數科技公司導入參數式的 3D CAD 設計概念，參、變數式 3D CAD 已經是目前的主流軟體，所謂參數式設計，是以草圖來產生 3D 的實體模型，在

給定尺寸、限制條件的方式完成草圖，再指定特徵的長出方式，如填充伸長、掃出、疊層拉伸等，逐步建立幾何特徵，最後完成建模，之後，仍可進行需要的設計變更（參數式 3D CAD 的特色），因為易於控制特徵的尺寸與其限制方式，而達成零件設計的立即變更，因此，相當適合在機械元件或標準零件的設計上使用，同時可以支援產品開發過程模型必須面對的設計變更問題。而變數式的設計，則可以先完全不考慮其限制條件，將注意力完全放在設計者所著眼的地方，可能是外觀設計或是關鍵點，等到設計到一定程度之後再加入限制條件以加速求解的速度，因此在具有造形考量的設計上就比較有彈性，因此，目前的商用 3D CAD 軟體是兼具參、變數式之設計功能。

1.4.3 3D CAD未來的發展

20 世紀末，資訊科技蓬勃發展，人類文明史進入「數位革命」的時代，而其影響所及也非僅止於提升產業技術的層面，同時也意味著人類的活動方式與生活形態也將出現重大的轉變。數位革命的時代，人類所面對的基本觀念轉變是以『原子』為基本粒子的物質世界，變成由『位元』組成的資訊世界（黃銘智，2009）。

電子數位科技的發展和應用，除了改變人類的生活型態，也成就了電腦輔助設計。藉由數位化來模擬產品的細節與內部構造，及產品的使用情境，此為數位化輔助工業設計的基本需求。因此，工業設計數位化的主要用意在於模擬實體與產品，達到與客戶良好的溝通，並減少設計的失誤，使作品更加精確與迅速完成。

3D CAD 的強大曲面功能，對產品造形有很大的衝擊和決定性之影響，因為 CAD 不再只局限在一般正正方方有尺寸的傳統觀念，而是將產品造形設計以及機械設計的理念，結合而成的強大設計系統。而設計師透過 CAD 軟件來造出心目中所想的造形，甚至超乎設計師的想像。目前 3D CAD 軟體的趨勢，是以結合造形設計為主，參數式與變數式的設計方式交互運用，讓設計者不單只能做簡單的機械設計造形，而是能夠發展出造形設計的理念，直接模擬出想要的外觀造形，並能夠以機械設計的概念，繪製出外型美麗且實用的產品（香港理工大學工業中心，2007）。

快速原型製造（Rapid Prototyping, RP），在 1988 年由美國 3D system 公司開發出第一台商用機種後，此一動則千萬級的設備，屬於高成本的產品開發方式，直到 2009 年部分的快速成型專利過期，各國大量投入開發平民式的商業機種（數萬元），快速原型製造快速成長，同時被賦予一個更平民化的名稱—3D 列印，讓設計師可以透過數位造型設計，直接列印輸出模型，快速具體化設計師的構想，「Dr. 牙癢癢」公仔是第十屆玩具暨兒童用品創意設計競賽的金獎作品（陳順典，2008），即是典型的數位設計（圖 1-37）

與 3D 列印輸出（圖 1-38）的案例，此 3D 列印模式更提供自造者（maker）便捷的開發方式，因應 3D 列印時代的來臨，其發展的核心，仍視使用者能設計出屬於自己的 3D 數位創意造型為關鍵，也預告 3D CAD 會更普及，介面也更友善與容易上手。



圖 1-37 第十屆玩具暨兒童用品創意設計競賽的金獎作品
「Dr. 牙癢癢」/Creo 檔：Dr.Ya_Yang_Yang
/DYYYY_ASM.asm（設計者：陳順典）

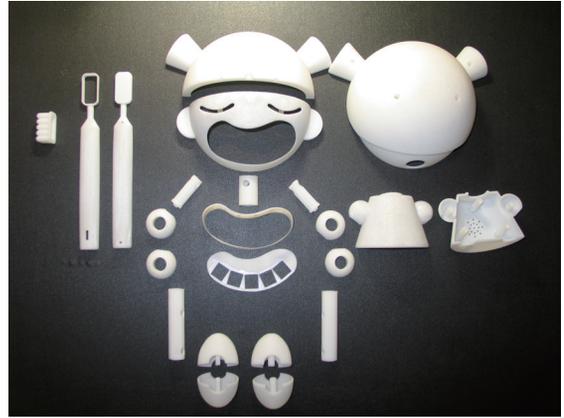


圖 1-38 「Dr. 牙癢癢」3D 列印
（設計者：陳順典）

另一個重要趨勢，是 CAD/CAE/CAM/PDM 等相關技術的整合目前已應用於產品開發上，並藉由資訊科技建立「單一資料庫」與「資料一元化」的產品開發環境，期能整合跨領域的團隊，進而成就一個更有效率的設計與製造環境，這是同步工程追求的目標。