

第一章 緒論

「風格」是設計者表現自我並將作品與他人區隔的重要手段（Minsky, 1986），亦是觀察者辨別不同藝術作品的輔助概念（Chan, 1992），「設計媒材」則是設計者呈現腦中抽象意念的工具，並且是設計者自我或者與他人溝通的媒介（McKim, 1980；Simon, 1981；Schön and Wiggins, 1992；Liu, 1996）。在建築領域，隨著電腦科技在硬體運算速度、設計應用軟體及設計資訊（design information）輸出入裝置的快速發展，電腦設計媒材（computer design media）日益成熟，由過去被設計者純粹作為成品的表現工具，轉而進一步被運用於設計過程（Liu, 1996；Sasada, 1999）。這種設計呈現技術的突飛猛進，使設計者得以不受限於傳統設計媒材（conventional design media），發展出過去所無法操作掌握的形體，新媒材的設計作品大量產生（Liu, 1996）。

1.1 研究背景

Gombrich (1960) 認為存在於某一時期作品的共同特徵，可以被稱為該時代的風格，Ackerman (1963) 進一步提出，風格的時代變遷，如同藝術史一般，與材料和技術的演進有關。在風格隨著時代變遷的同時，設計媒材亦隨著技術的演進而不斷改變，然而在過去的研究中，媒材卻從未被視為影響作品風格的因素。直到電腦媒材的出現，在設計領域對作品的特徵型態產生了極大影響，Liu (1996) 觀察到這個現象，提出隨著新技術、新設計工具的產生，所對應的作品，也應有新的設計特徵，屬於新時代的建築風格亦可能逐漸形成。

然而，風格的議題向來複雜且不易被研究，媒材與風格發展的關聯現象，至今仍未被學者討論。對於風格的研究，其發展是緩慢的，過去的成果仍停留在其定義、功能、社會文化意涵和如何評價（Gombrich, 1960, 1968；Schapiro, 1961；

Ackerman, 1963, 1967 ; Reynolds, 1970 ; Goodman, 1975 ; Meyer, 1979 ; Akin, 1986)。近年來，開始有少數研究者，試圖以設計行為、設計過程與作品特徵之間的關聯，探討風格的形成機制，例如 Chan (1992, 1993, 2001) 的一系列研究，然而這些研究中，媒材僅被視為設計的表現工具，媒材使用差異帶來的影響未被考慮。而對於設計媒材的研究，隨著電腦媒材的出現，產生了大量的比較性研究，內容雖對於電腦與傳統媒材在與風格發展最具相關的設計前期構想階段認知行為的異同有廣泛討論 (Sasada, 1999 ; Wong, 2000 ; Won, 2001 ; Hana and Barber, 2001 ; Liu and Huang, 2001)，然而亦少有提及對風格的可能影響。

1.2 研究問題

Chan (2001) 在檢視風格與設計思考關聯的研究中發現，影響風格的因素，包含設計過程中認知機制的運作 (operations of cognitive mechanism)、重複程序的使用 (utilization of repeated procedures)、對某些圖形的偏好 (preference for certain images) 和某些慣用設計知識的運用 (manipulation of certain seasoned design knowledge)。

媒材領域的研究成果，顯示這些影響風格形成的因素，因電腦介入設計思考過程而受到衝擊。例如：設計認知的運作 (Hana and Barber, 2001 ; Won, 2001) 及設計操作的程序 (Wong, 2000 ; Hana and Barber, 2001) 產生結構性的改變，設計者對圖形的偏好也因此而有不同 (Liu and Huang, 2001)。甚至在 Chan (2001) 的研究中，雖著重於探討設計者個人特質和風格的關聯，然而他亦觀察到在設計工作室的學生的個人風格中，似乎更傾向受到媒材選用的影響。

基於 Liu (1996) 的推測和媒材與風格二個領域的文獻觀察，顯示二者具有關聯，相關的研究亟待整合，然而，此面向的研究卻未見開展。究其原因，主要是因為風格議題的複雜性，媒材與其是否具有關聯亦未經證實。因此本研究所欲探討的問題為：媒材使用的差異是否為影響作品風格的一項因素？若是，則媒材如何影響形體的構想發展？

若媒材會影響風格，則媒材間的特質差異愈大，對風格的作品特徵及對設計過程中與作品特徵形成有關的認知機制的影響，理應愈明顯。電腦媒材的出現，使媒材的特質產生前所未有的巨大改變，相關研究皆以傳統和電腦媒材作為分類

(Liu, 1996; Sasada, 1999; Wong, 2000; Hana and Barber, 2001; Won, 2001; Liu and Huang, 2001)，足見其特殊性。因此，本研究依循同樣的分類方式，以期在初步研究（preliminary study）中較易獲致成果。

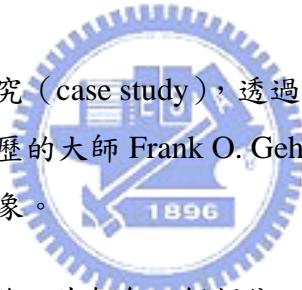
1.3 研究目的

本研究以傳統和電腦媒材的比較為例，主要目的為確認作品風格與媒材使用的關聯，次要目的則是探討媒材與風格發展有關的認知行為互動。

1.4 研究方法

由於將媒材視為風格形成因素的研究尚新，為能進行深入並有效地探討，本研究以傳統和電腦媒材的比較為例，進行的方法與步驟區分為二個階段，共包含三個部份。

第一階段，進行案例研究（case study），透過分析當代建築師中，具備傳統與電腦媒材二者完整設計經歷的大師 Frank O. Gehry 的作品和文字資料，提出其中與媒材使用有關的風格現象。



第二階段，進行認知實驗，共包含二個部份：第一部份為辨識實驗，由二組各十位不具設計和建築背景的受測者，分別以媒材和風格為主題，辨識案例研究中選取的作品，以確認媒材與風格的關聯；第二部份為口語實驗，由一位具備成熟傳統和電腦媒材設計經驗的受測者，分別以概要設計（schematic design）和設計發展（design development）為主題，進行不同媒材使用條件的三組口語實驗，以探討設計發展過程中，媒材影響形體發展的思考機制。

第二章 文獻回顧

風格是設計思考下的產物 (Gombrich, 1968 ; Chan, 1992)，媒材則是設計者呈現腦中思考的工具 (Liu, 1996)。在建築領域，隨著設計媒材的不斷演進，建築的呈現型態亦隨之改變，尤其是電腦媒材的出現，使得某些設計者們正逐漸發展出不同以往的作品，新時代的建築風格亦可能形成 (Liu, 1996)。本研究基於 Liu (1996) 的推測，試圖探討設計媒材與風格發展的關聯，依據的主要背景，包含設計風格 (style of design)、與設計媒材 (design media) 二個領域，本章中分別加以回顧。

2.1 設計風格



藝術領域普遍存在著風格的概念，各相關領域皆存在著此一概念的研究。早期的研究內容主要是透過現象觀察的方式，試圖為風格下定義，其中就設計領域而言，相關的研究面向，大致可區分為存在作品外觀(outcome)的視覺風格(visual style)、和創作行為中的過程風格(procedural style)二類，然而各研究者切入的觀點皆不盡相同，因此風格的定義仍是廣泛而且分歧的；近年來，某些學者試圖以實證性研究整合相關的論點，內容主要包含對風格形成因素的探討 (Chan, 1992, 1993, 2001)、和風格的辨識研究 (Chen and Owen, 1997 ; Chan, 2000) 二類。

風格的定義

藝術是一種高度抽象的表現，風格則是用來評斷藝術所衍生的產物。長久以來，哲學家嘗試以美學等各式哲學推理，試圖對「美」和藝術下定義，「風格」這個概念，因而被發展出來，成為辨別藝術作品之間差異的輔助工具 (Chan,

1992)。Minsky (1986, pp 52) 認為，風格概念存在的因素，是因為它具有三個主要功能：(1) 可辨識性 (recognizability)；(2) 一致性 (uniformity)；和 (3) 可預測性 (predictability)，因此可以減少人類在進行選擇時所需的心智工作 (mental work)。

藝術的概念最早可追溯至 Plato (Jowett, 1892)，當時認為藝術僅是模擬自然的行為，這個概念深深地影響當時西方的哲學理論。直至十八世紀，藝術的概念始被認為不僅在模擬自然，並且是一種想像的行為，藝術家將其情感呈現於作品，觀賞者則在作品中獲得其情感的刺激 (Reynolds, 1970)，這個時期風格的研究，傾向於解釋藝術作品所欲表達的涵義 (Chan, 1992)。

文藝復興時期，Vasari 開始了風格變遷的研究，他認為風格的演變如同生物一般，歷經出生、成長、老化和死亡 (Ackerman, 1967)，這種以生物為類比的理論進一步獲得 Darwin 演化論的支持，而持續至十九世紀。二十世紀初，Riegl 提倡「藝術問題的最佳解決方案，是取決於該方案是否能完全滿足個別藝術家的所追求的意圖」，這個觀點為歷史上風格變遷的因素帶來一種新的解讀 (Chan, 1992)。



在近代的研究中，藝術領域對風格概念的探討主要可以區分為以作品外觀、和創作過程為主體二類。Meyer (1979) 說明「風格是在某些限制條件下，進行一系列的選擇後，產生的一種型態的複製 (replication of patterning)，包含人類行為或者在人類行為下所產生的人造物」，風格不只是存在於作品，而且包含創作行為。建築，屬應用藝術 (fine art) 領域的一部份，向來皆和繪畫、雕塑、音樂以及詩詞等藝術或者應用藝術領域，被共同加以研究 (Greene, 1940)，因此亦包含上述二種分類 (Chan, 1992)。

在作品外觀方面，Schapiro (1961) 提出，風格的描述應參照三個方面：(1) 形體元素和設計主題；(2) 形體關係；和 (3) 品質。Ackerman (1963) 則認為有助於定義風格的作品特徵，包含：(1) 形體和象徵符號 (symbolism) 的習慣 (convention)；(2) 材料；和 (3) 技術三者。這些研究皆是透過可視的形體特徵差異，作為定義和辨識的對象，然而如果要深究這些特徵如何產生，則必須透過創作過程的檢視。

因此，在創作過程方面，Gombrich 提出「選擇 (choices)」的概念，他指出

「品味和流行的歷史，即是在被給予的替選方案（alternatives）中的各種選擇行為下的偏好的歷史」(1960)，在這個概念下，風格可以定義為「一種做事的方法」(Sparshott, 1965)，他並指出，風格是任何特殊（distinctive）、可辨（recognizable）的行為（Gombrich, 1968）。

依循這個概念，Simon (1975) 將風格探討的重心轉移到設計過程，提出「設計過程是產生風格的動態力量」的概念，人類設計者運用某種程序，決定設計開始的單位、設計條件或者目標；對建築設計而言，他認為設計限制條件（design constraints）是影響風格的因素之一，限制了進行選擇的自由度，並且是決定設計方案的主要因素。Akin (1986) 進一步說明：「風格是用來減少考量的替選方案數量」，他認為建築的問題是有限制條件的，但可行的替選方案數量仍過於龐大，設計者透過具備風格的選擇方式，減少替選方案的數量。

減少替選方案的數量，可以有效解決設計問題。經由訓練和經驗的累積，解決問題的過程，由描述性（declarative）逐漸轉換為程序性（procedural），於是形成專家知識（Anderson, 1983；Lloyd and Scott, 1995）。Liu (1998, pp 180-182) 提出「空間自由度（space of freedom）」的概念，在已形成的專家知識的導引（expert guidance）下，解決問題（problem-solving）的方式將變得固定，因此解決問題的空間自由度將變得很小，然而當設計者欲形成個人風格時，則是透過感性導引（emotional guidance），解決問題的方式不再具有絕對的限制，在符合相似性可以辨識的形況下，空間自由度將可以擴大。

歷史上探討風格的觀點，除遍及文化、社會、歷史、人類學和哲學等多種面向，此外其分析的對象可以區分為個人（individual）、團體或學校（group or school）、區域（region）和時代（period）四種不同的層級（Goodman, 1975；Chan, 1993, 2000）（圖 2-1）。例如，繪畫界的 van Gogh style、建築界的 Palladio style 即是屬於個人風格；而在建築史上，由大師 Wright 所引領的 Prairie style，曾有許多追隨者，屬於團體的風格層級；又如 Renaissance 、Modernism style 則是屬於時代的風格（Chan, 2000）。

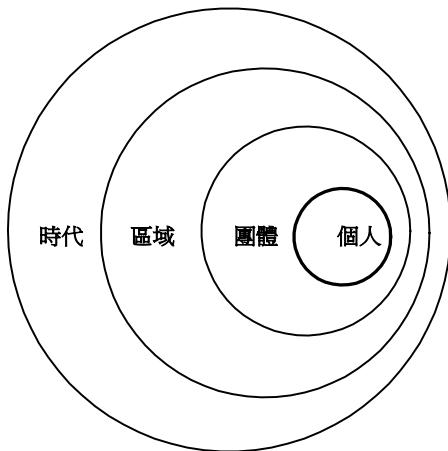


圖 2-1 風格的層級

在界定風格的對象層級差異下，歷史學家和評論家觀察和分析風格的方法亦存在多種方式。Chan (1993) 的研究中指出，過去的案例中至少存在多種方式，包含藉觀察藝術品的美學元素（線條、形狀、紋理）以解讀原作者意圖 (Torossian, 1937; Evans, 1982; Cleaver, 1985)、觀察並定義特定藝術家的技巧和原則 (Parker, 1926)、觀察建築師運用的特殊形體 (Scott, 1980; Smithies, 1981)、以圖像學 (iconology) 檢視意涵和潛在的態度 (attitude) 並且以型態學 (morphology) 檢視形體 (Finch, 1974)、藉由篩選固定的或者典型的設計作品中的元素對風格進行分類 (Newton, 1957)、及藉由研究社會結構 (social content) 的改變以審議風格 (Fischer, 1981) 等。

除探討風格的面向、層級，和觀察、分析的方式具有不同的觀點，不同領域對風格進行定義或者歸類的方式亦隨之不同。在語言學 (linguistics) 的領域，風格的定義方式專注於某些語言學元素間特殊的結合 (combination)、以及這些元素分佈的頻率；在音樂學 (musicology) 的領域，「自由選擇 (free choices)」和「複製特徵 (replicated features)」是二個主要的風格特徵；在視覺藝術 (visual arts) 領域，史論家專注於對大量藝術作品的分類，例如時間、區域、外觀、技術和主題等，作為進一步研究、分析的基礎，或者將風格的概念視為一系列的視覺特徵，對建築師而言，風格是一種具體的形式語言 (form language)，在視覺傳達上，風格則是一種元素、技術、語法、靈感、表現和目的的合成 (Chen and Owen, 1997)。

風格的設計實證研究

綜合上述，風格概念遍及各藝術領域，甚至早已是日常生活用語，然而其定義及分析的對象、層級和方法非常廣泛而分歧，因此建立一套科學化、客觀的系統，有其必要。近年來，開始有少數學者試圖以實證性研究整合相關的論點，內容主要包含對風格形成因素的探討（Chan, 1992, 1993, 2001）、和企圖建立科學化的風格辨識方法（蕭坤安，1995）(Chen and Owen, 1997；Chan, 2000)二類。

風格的形成因素

此部份研究的目的，在探討過程風格中，創作過程（creative process）和藝術作品間的關聯，或者風格如何在創作過程中產生（Wollheim, 1979）。這種創作過程，包含所有對作品產生影響的行為（Sparshott, 1965）。

這方面的研究，過去已有多項發現（Whyte, 1961；Sparshott, 1965；Weitz, 1970；Simon, 1975；Kubler, 1979；Chan, 1992, 1993, 2001）。其中，Chan (1992) 以 Simon (1975) 提出的風格與設計過程有關的概念為基礎，推論得到三個基本假定（assumption），認為風格主要由三個因素產生：(1) 重複的行為（act of repetition）；(2) 選擇（choices）；和 (3) 搜尋的成果（search efforts）。

在其後續研究中（Chan, 1993, 2001），透過一位具備 25 年設計經驗的受測者，進行一系列的設計任務，研究結果發現預先方案（presolution models）、基本的形體（primitive forms）、和限制條件（constraints）三者，對形體具有直接的影響，因此可視為直接因素（direct factors）；設計目標順序（design goal order）的改變將改變設計方法並造成形體的變化，因此可以視為個人風格形成的間接因素（indirect factors）；此外，即便設計者經由教育或實務工作獲得專家知識（expert knowledge），然而透過個人興趣（interest）和專業（expertise）長期培養後形成的某些慣用的設計知識（seasoned knowledge），才是決定個人風格樣式（pattern）產生的影響因素。基於這些觀察，他指出風格的形成因素，主要包含下列四項：

1. 設計過程中的認知機制的運作（operations of cognitive mechanism）；
2. 重複程序的使用（utilization of repeated procedures）；
3. 對某些圖形的偏好（preference for certain images）；

4. 某些慣用設計知識的運用 (manipulation of certain seasoned design knowledge)。

同時，他並提出個人風格的研究應同時包含共同特徵 (common features) 和設計過程這二種觀點。

風格的科學化辨識

視覺風格的辨識和評估，過去的評論家採用的方式，主要是透過研究某些作品元素是否具有能反映文化和社會意涵的特徵 (Parker, 1926; Finch, 1974; Fischer, 1981)，然而這種方式難以脫離客觀性不足的問題，對定義介於二種風格間的相似性 (similarity) 或者某種風格的強弱 (degree of style)，難以具有科學化的佐證。為了整合各種不同觀點和概念層級下的視覺風格定義，研究者透過不同的角度，嘗試建立有效的系統。

蕭坤安 (1995) 以明式坐椅為例，提出產品風格操作的模式。透過對產品已知的特徵，進行風格內容、程度和認知範圍實驗，建立概念性的評量尺度，作為設計者進行再設計 (redesign) 時的參考。

Chen and Owen (1997) 亦以工業設計為例，提出風格的描述架構 SDF (Style Description Framework)。透過不同作品風格描述檔案 (style profile) (圖 2-2) 的建立，作為風格比較和辨識的依據。建立的方法，首先將對象物件的視覺特徵進行主要的編組 (major groupings)，接著以主要編組下的對立形容詞組 (polar adjective pairs) 進行評估，進而產生評估值 (estimated value)，並且加入信心指數 (confidence factor)、和重要性指標 (importance index) 作為修正的機制。其中，主要的編組、和對立形容詞組的內容，可依照不同領域的需求加以改變。

這一類的研究，提供了設計者和電腦溝通風格的語言、分析物品風格特徵的方法，與累積風格相關知識的方式，並可進一步發展，以電腦評估或產生具指定風格作品的運算輔助系統。

		Estimated Value	Confidence Factor	Importance Index
Form Elements	Harmonious - Contrasting Homogeneous - Heterogeneous Geometric - Biomorphic Pure - Impure Simple - Complex Balanced - Unstable Low - High Cultural Reference	=====	=====	=====
Joining Relationships	Monolithic - Fragmentary Self Evident - Hidden Static - Dynamic	=====	=====	=====
Detail Treatments	Uniform - Multiform Angular - Rounded Functional - Decorative	=====	=====	=====
Materials	Subtle - Bold Harmonious - Contrasting Single - Multiple	=====	=====	=====
Color Treatments	Hard - Soft Mat - Glossy Harmonious - Contrasting Single - Multiple	=====	=====	=====
Textures	Cool - Warm Hard - Soft Harmonious - Contrasting Single - Multiple	=====	=====	=====
	Subtle - Bold Regular - Irregular Tactile (3D) - Visual (2D)	=====	=====	=====

圖 2-2 風格描述檔案的完整形式 (Chen and Owen,1997)。

Chan (2000) 則以建築為例，提出風格的量測方法。以存在於物品的一組共同特徵作為量測的基本單位，作為進行風格的分類 (categorize) 基礎。分類的方法，首先進行特徵 (features) 的定義，受評估的特徵必須符合以下三個條件，方可視為有效：

1. 必須具備可用特定型態辨識的形體 (form) 或構成 (composition)，並且與其它特徵具有文脈上的關聯；
2. 必須是設計者的原創，或者是伴隨某些機能的達成而採用、複製自其它的出處；
3. 必須是該設計者重複運用的顯著的形體組合之一。

接著透過比較各作品間特徵的共同性，對某種風格下定義。最後，則是以獲得的共同特徵 (common features) 進行風格的量測。

在共同特徵的組合下，風格具有相似性、和強弱二項特質。在相似性方面，研究結果顯示，二個作品間必須具備至少三個共同特徵，始可被認知為屬於同一風格；在風格的強弱方面，同樣地，屬於某風格的作品間，必須具有三種以上共同特徵，該風格始可被認知。

除了量的因素外，特徵的品質也是一項因素，共同特徵能否被觀察者感知受到二個因素影響：(1) 該特徵尺度在整體上佔有的比例大小；(2) 知覺力 (perceptibility) 的顯著性。後者以特徵的視覺顯著性 (visual significance) 最為重要，與該特徵形體的複雜度 (form complexity) 和視覺衝擊性 (visual impact) 成正比。該研究並指出，共同特徵將隨設計生涯而改變，而相同設計者在生涯中創造愈多的新作品特徵，則將產生愈多的風格。

2.2 設計媒材

實際建築物的建造，是一種設計者將腦中意念實現的過程 (Liu, 1996)。即使在今日，我們仍可觀察到某些小型建築物或者原始部落，設計者同時肩負施工者的角色，這種設計意念的傳達，不須經過媒介物而直接在實體建築上呈現。然而今日的建築設計問題普遍顯得龐大而複雜，在人類有限的短期記憶 (STM, Miller, 1956) 下，建築設計的資訊必須藉由能提供暫存功能的中介物 (media) 進行記錄，此外建築生產過程在需要多人參與下，設計意念也必須透過中介物呈現，以進行設計溝通，這種中介的呈現工具即是今日所稱的設計媒材 (design media) 或者呈現媒材 (representational media)。

媒材的演進與建築的呈現

建築歷史的長久推演下，人類發展出語言、文字、符號、圖形、模型等設計媒材，甚至包含今日的電腦，建築的呈現 (architectural representation) 因此有了中介的形式。媒材的種類，涵蓋範圍極廣，其中最普遍被設計者使用的，可區分為圖形、模型等傳統媒材 (conventional media) 和逐漸發展的電腦媒材 (computer media)，相關研究皆以此作為分類 (Liu, 1996 ; Sasada, 1999 ; Wong, 2000 ; Hana and Barber, 2001 ; Won, 2001 ; Liu and Huang, 2001)，本研究依循同樣的分類方式，因此僅就此二部份進行回顧。

媒材發展的起源，最早可以追溯至古埃及時期，隨後歷經希臘、羅馬二個時期發展而漸趨成熟，在此之後，直到文藝復興時期，傳統媒材才有跳躍式的發展，包含透視圖學的出現、和大量模型的運用，其後直至現代，最重要的當屬電腦媒材的出現。

這些媒材的發展史，在過去文獻中已有詳盡的描述（Liu,1996；賴宗德，1997）。Liu（1996）以設計思考的觀點，將文藝復興時期和電腦媒材的出現視為主要的轉換點，提出設計者腦中意念、媒材、和實際建築物間互動的演變模式。在 Liu 的分類中，最原始的設計方式，是將抽象的建築意念直接付諸行動，也就是設計者直接將腦中意念輸出至實際建築物，而後，隨著設計思考需求的擴大，始有媒材的出現。他指出媒材開始發展之後，逐漸參與了設計思考與實際建築物的互動，這種互動並不斷地擴大。

在文藝復興以前，運用的設計媒材以圖形為主，建築師在腦中形成的意念，主要是透過二度空間圖集的搭配，表達三度空間的實體，此時期的圖集包含平面、立面和剖面圖；文藝復興以後，運用的設計媒材包含圖形和模型二者，當時的設計目標在建造立體的龐大建築物，為了達成這個目的，必須透過二度空間圖集和三度空間模型的共同搭配，幫助建築師檢視設計的可行性，並發揮創造力，此時期的圖集增加了以二度圖面表現三度空間感的透視圖；電腦媒材的出現，加入了電腦模型和相關的各種數位化模擬與分析等（圖 2-3），並且使得媒材由過去因設計思考需求下而產生的被動角色，轉而成為主動地刺激設計思考的探索（Liu, 1996）。

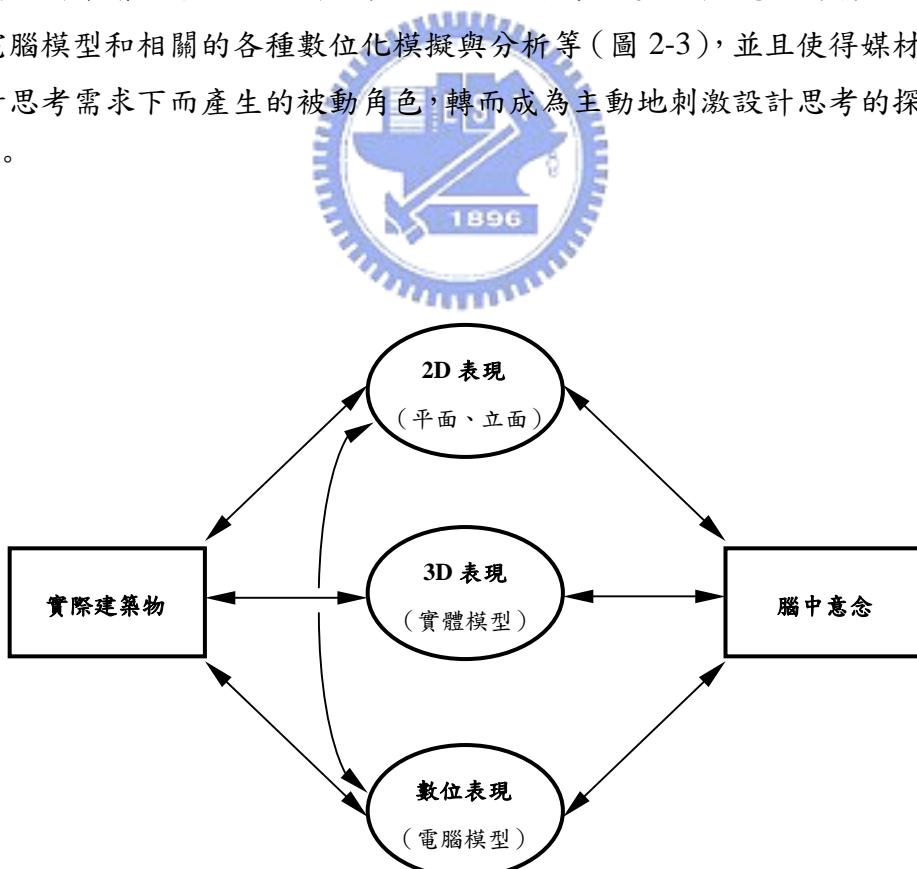


圖 2-3 嘉代數位化建築的思考模式（Liu, 1996）

賴宗德（1997）以媒材操作為主題，比較繪圖、模型以及電腦三類媒材的建築形式呈現特性，研究結果顯示二度空間的繪圖形式表現與描繪面多寡成正比，對輔助設計行為中與形式思考有關的調整機動性則不及模型和電腦，產生的形式相較後者顯得較為簡單；三度空間的實體模型，突破了二度空間繪圖的視覺呈現限制，設計者可以自由地轉移觀察的視點；而電腦模型的形式呈現特性介於繪圖和模型之間，其具備的特殊操作指令，例如旋轉、縮放和複製等，可能是影響建築形式表現的一項因素。

媒材與設計思考

風格的形成與設計行為有著密切的關聯。Simon（1981）提出人類解決問題行為的搜尋模型（search model），問題解決者（problem-solver）在問題空間中（problem space），由一個初始狀態（initial state），歷經一連串的中介狀態（intermediate state），最後達到目標狀態（goal state），完成問題的解決。Rowe（1987）則提出訊息處理的理論，他認為解決問題的搜尋透過決策樹（decision tree）進行，其中包含三個概念，第一是問題空間，由知識狀態（knowledge states）構成；第二是衍生的過程（generative process）或操作（operation），經由問題解決事件（problem-solving events），將原始輸入的知識狀態，轉換後輸出為另一個新的狀態，因此改變了問題的解決方向；第三則是測試過程（test procedures），允許問題解決者透過不同知識狀態間的比較，決定最後採用的衍生過程。

上述的二個研究皆包含二個重要的觀念，首先是「問題空間」，其次則是問題解決的中介狀態。在問題空間的議題上，Liu（1998, pp 19-24）以運算系統進行子形（sub-shape）的辨識，結果顯示人類的問題空間（Human space）相較媒材所能提供者為大；在問題解決的中介狀態的探索(exploration)上，Simon(1981)將它視為一種感知（perception）、概念（conception）、和表現（presentation）的過程，依據他的觀點，圖形（drawings）被用來將其中的訊息具體化（externalization），成為這些過程的記憶體（holding）。這種透過外部環境幫助思考的行為也在心理學領域獲得證實，Norman（1988）提出外部記憶體（external memory）的概念，處理問題所需的知識存在於記憶，這種記憶同時存在於人類腦中和外部的呈現。

設計過程的認知機制中，存在著視覺思考（visual thinking）或者視覺推論

(visual reasoning) 的行為 (Oxman, 1995)。依循 Simon (1981) 的看法，媒材操作下形成的設計外部呈現(external representation)，在這種透過視覺知覺(visual perception)進行的思考和推論行為中，扮演重要的角色。這種觀看設計呈現 (design representation) 而進行思考的行為在設計領域已有大量的研究，Mckim (1980) 將視覺思考分類為三類：看 (seeing)、想像 (imaging) 以及畫 (drawing)；Lawson (1980) 形容這是設計者和圖形之間的對話過程；Schön and Wiggins (1992) 則將這種「和設計的圖形對話 (graphical conversation with the design)」稱為「動作的迴響 (reflection of action)」，並且提出設計過程是「看——移動——看 (seeing-moving-seeing)」的循環觀點；Suwa and Tversky (1996, 1997) 的設計草圖研究中，也呈現了這種概念和草圖間所引起的互動關聯；Oxman (1997) 提出視覺推論不僅存在於設計者與外部圖像呈現間的互動，亦存在於設計者將內部心像 (mental imagery) 透過媒材轉換為外部圖像呈現的再呈現 (re-representation) 過程。

傳統與電腦媒材的比較性研究

草圖 (sketch) 與設計行為的關聯研究，過去已有許多，對其輔助設計認知和構想發展的角色皆抱持肯定的態度 (Pipes, 1990；Herbert, 1993；Lawson, 1994)；隨著電腦媒材的出現，發展至今，衍生出影像處理、3D 模型建構、動畫，甚至虛擬實境 (virtual reality) 等前所未有的呈現手段，在設計的使用上，由早期作為表現工具，逐漸能協助設計思考的發展，近年來並介入設計構想階段，幫助設計者獲得構想 (Liu, 1996；Sasada, 1999)，因此引發了一連串比較性的研究。

Wong (2000) 觀察到傳統和電腦媒材的設計程序差異，並提出電腦獨特的操作指令可能促使設計者探索新的形體，相對地傳統媒材則無此現象。Won (2001) 以視覺思考為主題，發現在設計構想階段，傳統和電腦二種媒材皆存在視覺思考的行為，然而使用電腦媒材時，設計者具有較多的想像 (imagine) 或者看成像 (seeing as) 的行為，並且較會注意細部與整體之間的完整性。Liu and Huang (2001) 則指出設計後期的構想較先期具有更高的創造力，電腦媒材的不預期性是引發創造力的關鍵，而電腦的即時視覺回饋能主動刺激設計者從中發現新的概念、想法及修正錯誤。

Hanna and Barber (2001) 探討以電腦為唯一設計媒材對設計行為的影響。

研究結果確認了草圖是設計思考的重要行為之一，然而當電腦成為唯一媒材時，則設計方法將由傳統的「草圖到概念」，轉變為直接由「思考到概念」的行為模式，同時亦發現電腦媒材對於設計認知、創造力和直覺皆有幫助，其特有的能力更對許多設計過程有深層的影響。



第三章 案例研究與辨識實驗

本研究進行的方法與步驟，包含二個階段，並區分為三個部份。本章中進行第一階段的案例研究和第二階段第一部份的辨識實驗，第二階段第二部份的口語實驗於下一章進行。

3.1 案例研究說明

就方法學而言，一般研究設計思考本質的方式，包含設計者訪談 (Interviews with designers)、觀察與案例研究 (Observations and case studies)、口語分析 (Protocol studies)、理論推導 (Reflection and theorizing) 和模擬實驗 (Simulation trials)，其中口語分析是被廣為採用並且比較正式的方法 (Cross, 1999 ; Meniru et al., 2003)。

然而媒材與風格的整合性研究尚新，二者間的關聯未被證實，更缺乏明確的探討方向。因此先以本文主題進行案例研究，有助於提供第二階段認知實驗設定時的參考。

研究對象的選擇

本研究以傳統和電腦媒材在建築領域的比較為例，探討設計媒材與個人風格發展的關聯，因此合適的研究對象，除作品須具備成熟的風格外，亦須同時具備傳統和電腦二種媒材的設計經歷。

建築領域的媒材發展，在傳統媒材方面，迄今具有長久的歷史，並持續被多數的設計者作為思考的輔助工具，其中不乏作品極具風格的知名設計者，如建築

師 Tadao Ando 即是一例；在電腦媒材方面，迄今雖已被大量的使用，然而並非所有使用電腦的設計者均將其作為思考的輔助工具，更遑論與作品的風格發展有關，其中，同時具備傳統和電腦二種媒材的完整設計經歷，且具備成熟風格的設計者僅為少數。

因此案例研究的對象，選擇符合前述條件並極具代表性的當代知名建築師 Frank O. Gehry。其設計生涯及作品自 1954 年起，迄今橫跨傳統和電腦媒材，並於 1989 年的路易斯住宅設計案（Lewis Residence, Lyndhurst, Ohio, 1989-95），首次放棄傳統的圖面設計作業方式，從此致力於電腦媒材在設計思考上的發展。在該案中，他第一次將電腦應用於設計早期的構想階段（Marquez, 1995）；而後，隨著在西班牙畢爾包的古根翰美術館（Guggenheim Museum, Bilbao, Spain, 1991-97）的完成，終於以其掌握自由形體的獨特風格，名列二十世紀建築大師之列，並引領設計媒材的進一步發展（Friedman, 1999）（圖 3-1）。此外，他並多次與建築評論家就其作品的設計過程、媒材應用等發表看法（Marquez, 1995；Friedman, 1999），在研究資料的取得上較為充分。

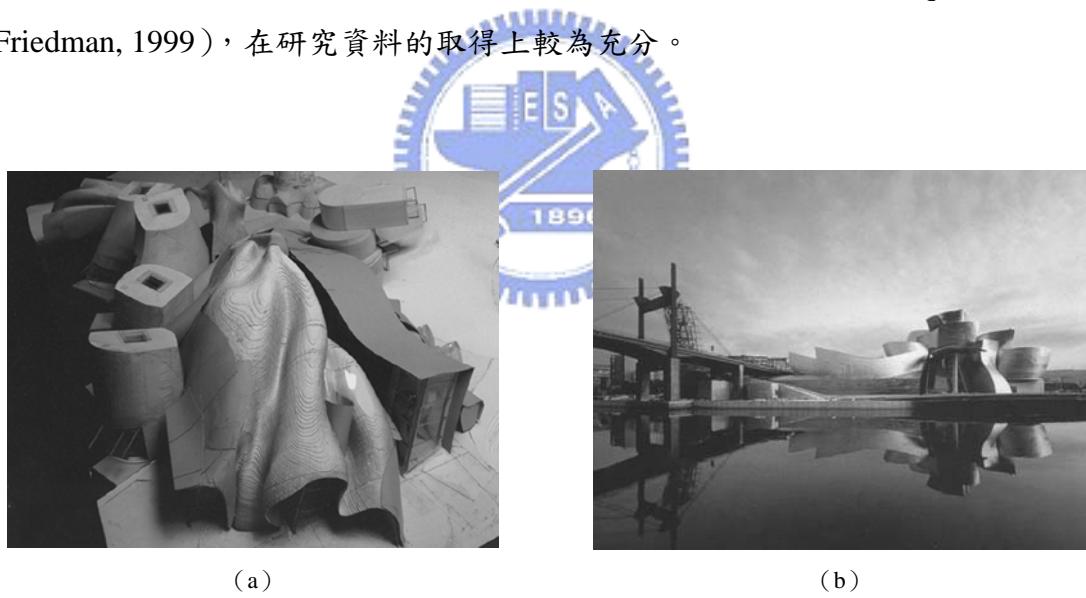


圖 3-1 (a) 路易斯住宅案（Lewis Residence, Lyndhurst, Ohio, 1989-1995）；(b) 畢爾包古根翰美術館（Guggenheim Museum, Bilbao, Spain, 1991-97）

研究的內容與步驟

案例研究的內容，包含與對象有關的文字和視覺資料，即文獻和作品本身。資料的來源，選擇以 Gehry 本人和評論家共同著作的 *Gehry talks* (Friedman, 1999) 一書為主要依據，該書以其作品為主軸，記錄並探討設計中過程、媒材與作品三

者間的關聯。

研究的步驟，先進行文獻回顧，接著依據本文主題，選取部份具代表性的作品觀察與比較。作品是否具有 Gehry 各時期的代表性，參考該作品在各時期作品間，被報導的頻繁程度和報導中評論家的看法，由本文作者作主觀的判斷。

選取作品的方式，以 Gehry 首次運用電腦於設計早期構想階段的 1989 年為分界點，選擇不同屬性的作品。作品的屬性，依據設計開始的時間點、與電腦是否被應用於設計早期構想階段區分。選取後分別給予代號，代號 C 開頭的作品，表示使用傳統媒材，或者電腦未被應用於設計早期的構想階段，在本研究的分析中，作者將之歸類為傳統媒材作品，代號 D 則反之。

選取的作品共包含三種屬性類型，共計選得九個作品（圖 3-2, 3-3）：第一類，目的在取得時代、文化背景差距相近，並足以產生風格轉變者進行比較，作者分別於距該年前後，在三年以上、十年以內，各選得三個作品（C1、C2、C3；D1、D2、D3）；第二類，目的在觀察媒材的改變對風格轉變的連續性過程可能造成的影響，在媒材使用方式改變的前後一年內，各選得一個代表性作品（C4；D4）；第三類，目的則在觀察使用電腦媒材後，若回歸使用傳統媒材，對個人風格的影響為何？在開始嘗試使用電腦媒材為設計思考工具之後，Gehry 仍有部分作品仍完全使用傳統媒材完成，因此加入此類作品最後完成者（C5）(Lindsey, 2001, pp 38)。

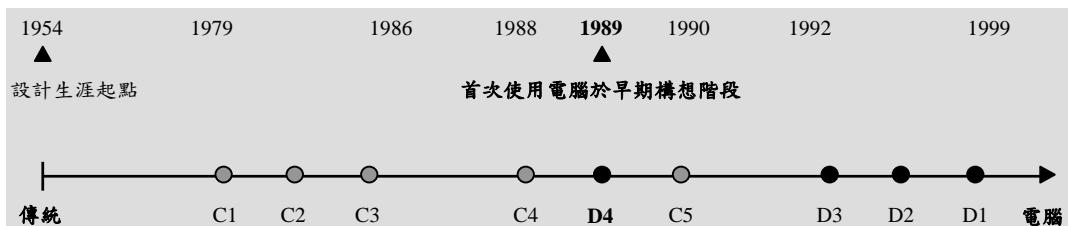


圖 3-2 案例研究選取作品的相互時間關係



圖 3-3 案例研究選取的九個作品：C1：California Aerospace Museum and Theater, Los Angeles, California, 1982-84；C2：Edgemar Development, Santa Monica, California, 1984-88；C3：Chiat Day Building, Venice, California, 1985-91；C4：American Center, Paris, France, 1988-94；D4：Lewis Residence, Lyndhurst, Ohio, 1989-95. (project)；C5：Frederick R. Weisman Museum, Minneapolis, Minnesota, 1990-93；D3：Experience Music Projects (EMP), Seattle, Washington, 1995-；D2：DG Bank at Pariser Platz, Berlin, Germany, 1995-00；D1：Weatherhead School of Management at Case Western Reserve University, Cleveland, Ohio, 1997-.

3.2 案例研究結果分析

經由文獻及作品的觀察，可以發現電腦媒材對 Gehry 的作品風格及設計行為均造成影響。在對 Gehry 作品的相關文字和視覺資料進行深入分析後，我們得到三個初步現象，其中初步現象一、二，為針對作品外觀的觀察，初步現象三，為針對設計過程的觀察，以下分別加以描述。

第一個現象與風格轉變程度和速率有關。直至 1970 年代，Gehry 始將其在 1950 後半至 1960 年間，早期設計中的方盒分離，此時他並受到都市議題的影響而發展出灰泥、夾板、鏈條和皺折金屬組成的異類風格，稍後的 1980 年代，因受到一些藝術家的作品影響，而出現了一系列「魚」的作品（圖 3-4），開始了對一些新形體的嘗試，然而只有在 1989 年後，電腦媒材的加入，才使 Gehry 在形體的圍塑上，獲得真正的自由（Friedman, 1999）。Gehry 自身亦認為電腦媒材的出現改變了建築的生產方式，使新的、雕塑般的建築成為可能，該生產方式並持續在改變（Marquez, 1995；Friedman, 1999）。自 1954 年開始正式設計生涯，Gehry 使用傳統媒材的時間達三十五年以上，而後從 1989 年起，電腦媒材開始介入其設計過程，自此其作品風格呈現微妙的轉變，由破碎、斜交、扭曲的方盒，逐漸轉變為自由形體（Friedman, 1999, pp 29-39）。上述觀察，顯示 Gehry 具有喜好探索新形體的個人特質，然而只有在 1989 年電腦媒材介入其設計的早期構想階段後，方使其作品風格產生明確且迅速的變化。

比對選取的作品，其中 C4 和 D4 間的風格轉變尤其值得注意，該二作品設計開始時間僅相距一年，然而作品特徵明顯不同，二者間風格轉變程度遠大於 C1 到 C4 或者 D4 到 D1 相互之間的比較。這個現象可描述如下：

【初步現象一】

對喜好探索新形體的設計者而言，改變使用的媒材，可明確地影響作品風格，並加速其轉變速率。

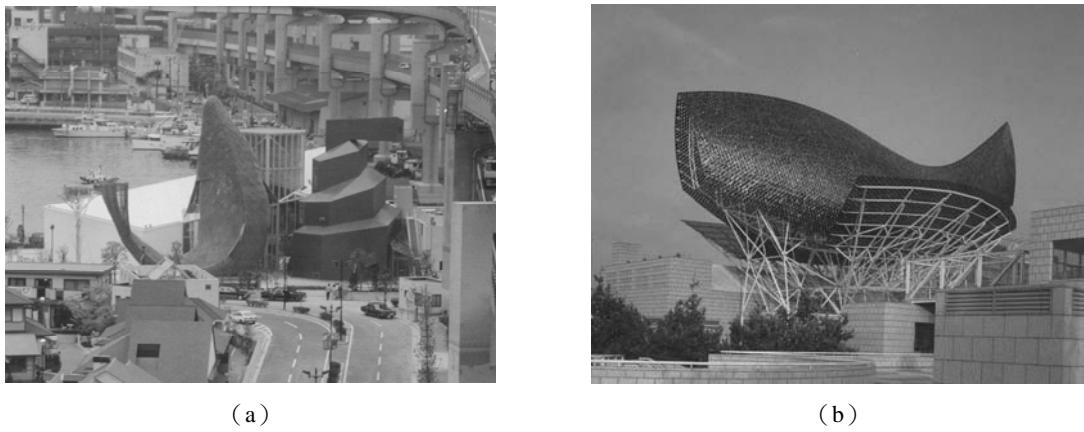


圖 3-4 「魚」系列作品的二個代表性案例：(a) Fish Dance Restaurant, Kobe, Japan, 1986-87；(b) Olympic Monumental Sculpture, Barcelona, Spain, 1989-92.

第二個現象與個人特質的設計者偏好有關。Gehry 不論使用的媒材為何，其設計生涯中的主題（theme）均著重於探討材料和形體的可能。他在路易斯住宅案中，首次嘗試在設計初期就以電腦進行設計構想，由於對電腦視覺化環境的不適應與質疑，而後在其他案例中，他依然循著舊有的手繪草圖和實體模型方式進行設計操作，只是加入了數位化的輸入、輸出裝置，但這種數位化媒材的應用對他的設計發展已成為必要（Marquez, 1995, pp 155）。在荷蘭國際辦公大樓的設計流程中（Liu, 2001）（圖 3-5），可以說明電腦媒材在 Gehry 設計發展中所扮演的角色。即便對 Gehry 而言，電腦只是掌握形體，而不是發明形體（Friedman, 1999, pp 34），然而隨著他的事務所使用電腦媒材作為設計工具之後，縱使他個人仍然依循舊有的工作方式，我們仍可明顯地觀察到其作品的形體偏好產生變化。

作品 D4 為 Gehry 第一個使用電腦媒材於早期構想階段的作品，出現數個未存在於先前作品的、新的風格特徵，例如：極度複雜皺折的金屬外皮、發泡般的造型，該些特徵於 D3 到 D1 之間皆再次出現，甚至在 D4 中所發展出的「馬頭形體（The Horse's Head）」成為作品 D2 空間形體的主體（圖 3-6），相對地，許多先前作品的特徵，在 D4 後逐漸消失，例如：破碎、斜交的方盒，僅在 D4 中尚存，在 D3 到 D1 中則完全消失，顯示 Gehry 在 D4 的設計經驗後，對形體的偏好逐漸轉變為電腦媒材產生者。

作品 C5 為其具有作品 D4 設計經驗後所作，但完全使用傳統媒材，然而其中可以觀察到數種 Gehry 於作品 D4 後才有的風格特徵，例如：外皮材料大量使用金屬材質、造型幾何趨向複雜化、多元幾何空間佔整體比例大幅增加成為空間

主體，顯示其對形體的偏好，可能因 D4 的設計經驗而轉變，此後即便完全使用傳統媒材設計時亦受到影響。上述觀察可重新描述如下：

【初步現象二】

使用媒材的轉變，改變設計者對形體的偏好，且其後不論使用何種媒材均受到影響。

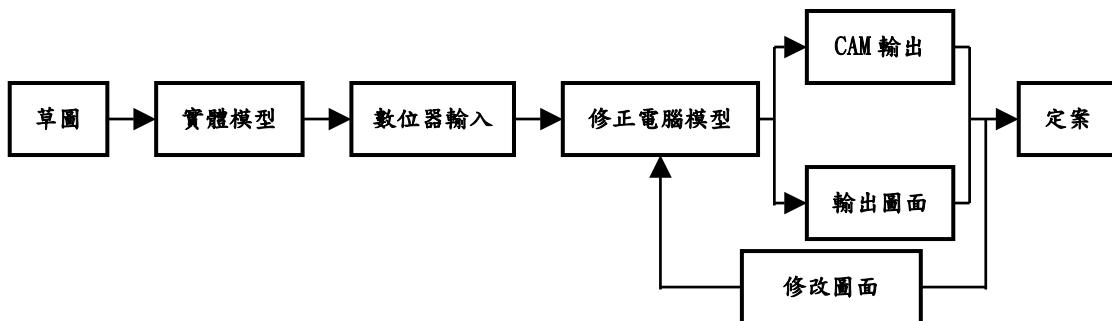


圖 3-5 荷蘭國際辦公大樓的設計流程 (Liu, 2001)

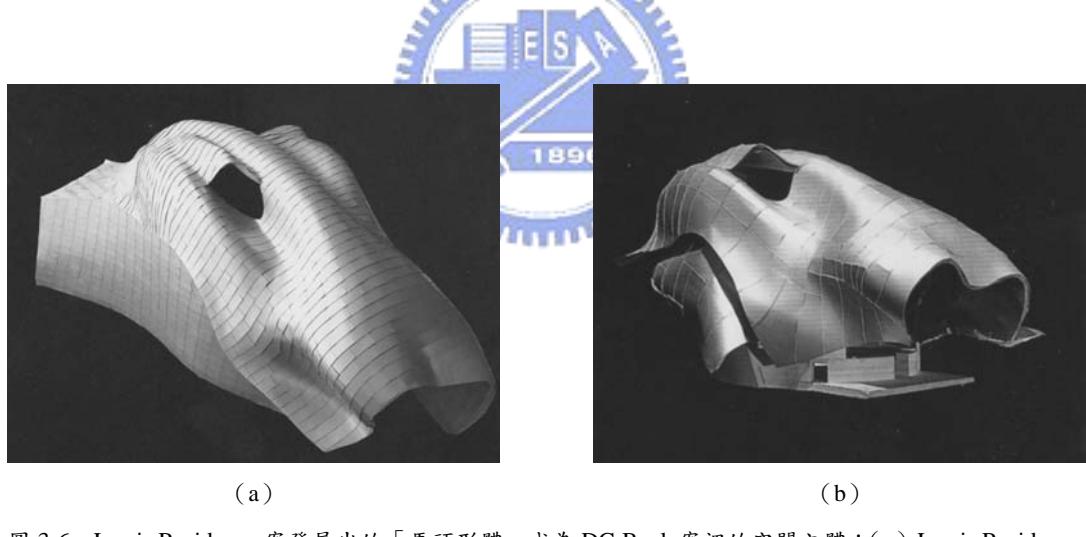


圖 3-6 Lewis Residence 案發展出的「馬頭形體」成為 DG Bank 案裡的空間主體：(a) Lewis Residence 案中的馬頭形；(b) DG Bank 案中的馬頭形

第三個現象與設計過程中形體構想的發展有關。Friedman (1999, pp 52) 認為電腦媒材提供了 Gehry 設計中形體的自由度和加以控制的能力。關於這個現象，Gehry 描述：

「1980 年代中期，如果我想修改某些設計，在此工作的人將變的反常，……，在那個時期我遭遇到技術上的困難，我們無法繪製大型設計案的施工

圖，．．．，當 Jim Glymph 在 1989 年加入我們，我指出我們使用可描述的幾何 (*descriptive geometry*) 繪出如同在 Vitra Museum 案中的曲線，我告訴他，從現在起，我要處理更複雜的形體，他回答說：『沒問題，我們將用電腦做這件事』，．．．，因而，我們擁有極大的自由度！我在形體間玩耍，．．．，在最近幾年，我們將過去所害怕做的界限往前推！但仍存在著許多比我們所理解的更大的可能。」(Friedman, 1999, pp 50)

這些描述，顯示 Gehry 在具有初步構想後的設計發展過程，因考慮媒材的能力限制，而影響其對設計造型的決定和探索。

在選取的作品中，我們亦可以觀察到設計發展過程中 Gehry 考量媒材特質的行為，在作品造型和對材料處理方式產生的變化。使用傳統媒材的五個作品 (C1、C2、C3、C4、C5)，皆屬於可描述的幾何，僅 C4、C5 較趨複雜，然仍可描述，且該案的設計完成狀態與初始設計概念比較，顯然經過較多修改而與設計操作的模型不同，而使用電腦媒材的四個作品 (D4、D3、D2、D1)，其幾何形狀則較不易描述，並更接近操作模型；在材料上，對金屬材料延展性質的處理也有不同，使用傳統媒材的作品，金屬的處理皆顯得較平整、且曲率變化較小，使用電腦媒材的作品則起伏較大，以使用傳統媒材的 Vitra Headquarters 案 (1988-94) 與使用電腦媒材的作品 D1 為例，對照下可以明顯看出這樣的差異(圖 3-7)，這些作品上的觀察回應了 Gehry 自身的描述。因此我們可將此一現象重新描述如下：

【初步現象三】

造型風格的發展，與設計發展過程中設計者具有考量媒材特質的行為有關。

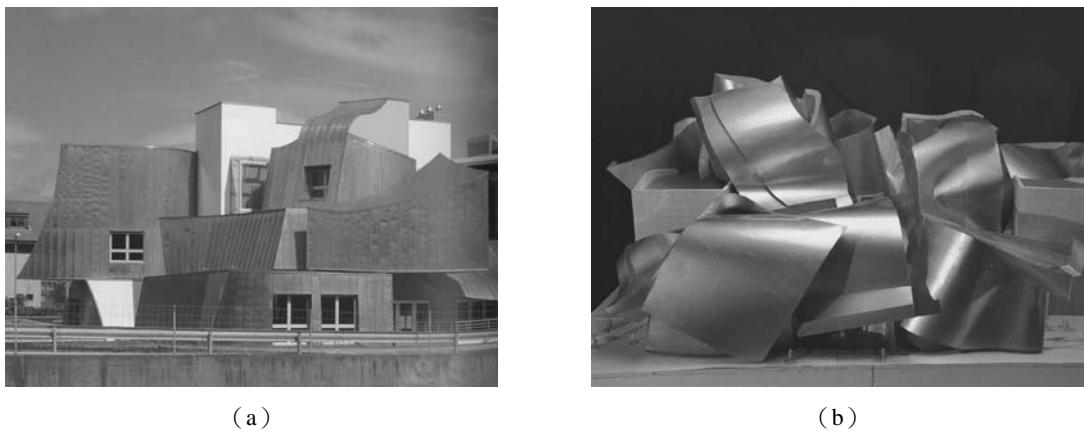


圖 3-7 使用電腦媒材前後，Gehry 對金屬材料的彎曲、皺折處理差異比較：(a) 運用電腦媒材前 (Vitra headquarters, Basel, Switzerland, 1988-94);(b) 運用電腦媒材後 (Weatherhead School of Management at Case Western Reserve University, Cleveland, Ohio, 1997-)

3.3 辨識實驗說明

第一階段的案例研究中，我們得到了三個初步現象。接著，第二階段的研究，依據案例研究中的發現進行實驗設定，以觀察更多有關的細微現象，其中第一部份為以建築作品的觀察者為受測者的辨識實驗。

在深入研究媒材對風格設計過程的影響之前，設計者使用不同媒材進行設計是否會對其作品的風格造成影響應先被確認。風格形成的狀態，必須透過外在的呈現才能傳達給觀察者。風格的區分 (distinction or differentiation)，則必須透過非作者的第三人，即觀察者，對作品或者設計行為模式進行辨識 (recognize)，進而加以分類 (categorize)、定義 (define) (Minsky, 1986; Simon, 1975; Reynolds, 1970; Gombrich, 1968; Ackerman, 1963; Schapiro, 1961)。在這個觀點下，風格的概念是設計者經由設計過程的操作，形成某種可被觀察者辨識為具有風格現象的作品。因此作品間是否存在風格、存在的風格是否因媒材使用而產生變化，必須可被觀察者感知，並且獲得認同，如此得到的答案方具意義。

因此本研究的第二階段首先進行建築作品的辨識實驗。然而排除設計過程，僅單就作品而言，建築的風格特徵尚包含多種元素，除了主要的空間造型之外，亦包含顏色、材料……等，為了縮小觀察的範圍，本研究僅對空間造型進行討論，因此以「對觀察者而言，相同設計者以不同媒材設計的作品造型，可被辨識

為使用不同的媒材下的作品，並且被視為具有不同的風格」作為此部份的實驗假設。以下對實驗的內容進行說明。

受測者的選擇

嚴謹的風格特徵辨識或者定義，必須透過該領域公認的評論家進行，方可獲得多數有效的認同，然而此類專家並不易覓得。雖受限於此，風格已成為一般人日常生活共同的概念，社會大眾普遍皆有風格的評鑑與辨識能力（Minsky, 1986），據此作者推論一般受測者仍符合進行本實驗的條件。

此外，我們特意選擇不具備設計或者建築教育背景的受測者，如此可以避免因相關教育背景對於實驗內容中作品、作者已有的知識，導致產生不客觀的結果。唯為求受測者可清楚理解實驗內容以清楚作出其認知判斷，因此將受測者學歷背景限制為大學以上的條件。

辨識實驗共分為 A、B 二組，各由十位受測者進行。受測者由交通大學圖書館中的學生隨機取得，所有受測者均無重複，同一人僅進行一組實驗，以排除結果受到前一組實驗記憶的影響。



實驗題目的選擇

二組實驗分別探討不同的主題，A 組為「設計媒材的辨識」，B 組則為「作品風格的辨識」。除了主題不同外，二組實驗的其餘設定皆相同，如此可獲得比較的基礎。然而，受限於自由形體的風格特徵尚難以定義，因此實驗中僅進行作品造型的辨識與分類，得到的是受測者直覺（intuitive）的判斷，至於需要專家進行的特徵定義及視覺顯著性的比較不列入實驗範圍。

提供受測者辨識的對象，採用案例研究中選取的九個作品。影響建築風格形成的因素，除本文欲探討的媒材外，包含主觀的設計者偏好、個別設計者的設計程序，亦包含客觀的時代、文化、歷史、地理、技術、材料等，因此測試時採用案例研究中選擇的作品，該些作品出自同一位設計者，設計開始時間的範圍控制在二十年內，如此可有效降低主客觀條件的差異，並可對案例研究中有關作品外觀的觀察做直接地檢驗。

實驗環境與紀錄

實驗環境為交通大學圖書館內，並以隨機取得受測者處為背景，實驗結果由實驗者以表格紀錄。測試的場所對本實驗的進行並非重要因素，僅需讓受測者能集中注意力不受外界干擾，並提供足夠的空間以同時瀏覽所有作品，完成所有辨識動作。

實驗方法與程序

實驗方法為要求受測者，依照各自實驗的主題，觀察測試作品間造型的關聯，而後依其直覺判斷，將測試作品分為二到三組。分組數量的限制有如下三點理由：

- (1) 由於實驗中的測試作品皆出自同一位設計者，相互間必然具有某種程度的特徵相似度，然而若將全部作品分為一組，則因區分為同組的門檻過低，其結果將對本研究不具意義，因此排除此種狀況，限制分為二組以上；
- (2) 個人風格、偏好的轉變，具有時間上的連續性(Gombrich, 1968; Meyer, 1979; Minsky, 1986; Chan, 1992; Liu, 1998)，同時在上一節案例研究中，我們亦觀察到媒材改變對其可能造成的影響，在給予受測者測試的作品中，C4、D4 設計開始的時間僅相距一年，然而卻是設計者使用媒材經驗的轉換點，D5 則為案例研究對象在該轉換點之後，最後完全使用傳統媒材完成的作品，這種時間、媒材的相互交錯，對辨識的結果可能造成影響，因此提供受測者分為第三組以上的可能；
- (3) 基於第二點理由，若不限制分組數，則因組別過多、實驗結果組別數可能差異过大，在結果比較上較為困難，各受測者分組門檻的標準不一，亦可能使結果失去相互比較的基礎，因此作者將區分的最大組數限制為三組。

實驗進行時，實驗者皆一次給予受測者所有測試作品，使受測者能同時進行瀏覽，以形成共同評斷的標準，並採隨機排列方式，避免特定順序影響結果的情況發生。實驗詳細的測試程序，以下列步驟進行：

- (1) 請受測者填寫辨識實驗調查表上的基本資料。二組實驗分別對應其專有表

格（附錄 A），此時實驗者並配合表上的解說向受測者說明實驗的內容與作答方式。

(2) 請受測者對實驗者提供的九個作品進行瀏覽。每個測試的作品皆以二個具代表性視角的灰階圖片，裱褙於 A4 尺寸的白色卡紙上（附錄 B）。所有欲測試作品皆以隨機排列方式，同時提供受測者進行初步瀏覽。

(3) 請受測者對實驗者提供的九個作品進行個別詳細觀察。進行觀察之前，A 組實驗者提示受測者針對各測試作品的造型與其可能運用的設計媒材上的關聯進行觀察，然不提示可能包含哪些媒材，B 組實驗者則提示受測者針對各測試作品的造型與其具有的風格特徵進行觀察。

(4) 請受測者對實驗者提供的九個作品進行交互比較。進行比較之前，A 組實驗者提示受測者針對各案例作品可能運用的設計媒材上的異同進行比較，B 組實驗者則提示受測者針對各案例作品風格特徵的異同進行比較。

(5) 請受測者對實驗者提供的各測試作品進行分組。A 組，以使用媒材的異同為判斷依據，分為二到三組。B 組，以風格的異同為判斷依據，同樣分為二到三組。



作答的過程以受測者直接判斷後進行分組的方式，無須說出其中觀察與判斷的思考過程，作答時間不限制。二組實驗過程中，每位受測者都能清楚理解測試程序與作答方式，並且都能以直覺方式自然地作答，沒有發生任何無法作答或者感到不耐煩的情況。

3.4 辨識實驗結果分析

二組實驗受測者共得十三男七女的實驗結果。以小群體受測者而言，性別分佈尚稱平均，且性別差異不在本研究範圍，以下僅以受測者個體的差異進行討論。

實驗結果的分析，依照下列步驟進行：第一步驟進行實驗 A 結果的初步分析，以了解媒材的使用異同，是否可以透過作品特徵被觀察者感知；第二步驟進行實驗 B 結果的初步分析，以了解透過觀察作品特徵的風格分組結果，是否與使用的設計媒材有關；第三步驟進行二組實驗結果的交叉討論，進一步檢驗作品

造型特徵、媒材和風格三者間的關聯；最後步驟則以個別作品與其他作品配對關係，及其設計時使用的媒材與時間的前後關係，進行案例研究中所得初步現象一、二的檢驗。

實驗 A 結果初步分析

實驗過程各受測者在瀏覽並仔細觀察測試作品後，分組的行為模式大致可分為二：第一種模式的受測者將其認為具有代表性的個別作品或容易分為同一類的群組選出，作為幾種分組的基準，接著再將其餘較模糊的作品與這些基準進行配對，若整體分組數超過三組時，則進行合併調整；第二種模式的受測者則先挑選出特定較有代表性的單一作品，接著將其他作品與該作品逐一進行比較，採用二分法將認為使用相同媒材設計的作品併入同組，不同的作品則放置一旁，如此反覆，最後再進行調整。

本實驗測試時間不限制，但各受測者皆在五到十分鐘內完成作答，在限制分組數量下，實驗結果將媒材關聯分為二或三組的受測者各半，共產生二十五個分組，我們將結果初步整理如表 3-1 所示。



表 3-1 實驗 A 媒材辨識實驗分組結果

受測者編號	媒材辨識分組結果		
1A	C1、C2、C3、C4	D4、C5	D3、D2、D1
2A	C1、C2、C4、C5		C3、D4、D3、D2、D1
3A	C1、C2、C4、C5		C3、D4、D3、D2、D1
4A	C1、C2、C4	C3、C5	D4、D3、D2、D1
5A	C1、C2、C5	C4、D3、D2	C3、D4、D1
6A	C1、C2、C3、C4		D4、C5、D3、D2、D1
7A	C3、C4、C5	C1、C2	D4、D3、D2、D1
8A	C2、C3、C4、C5、D2		C1、D4、D3、D1
9A	C1、C2、C4、C5	C3、D1	D4、D3、D2
10A	C1、C2、C4、C5		C3、D4、D3、D2、D1

整理的規則，先將各組內包含的作品依設計開始的時間排序，接著將僅有二組的作答結果，依據含有的作品多數使用傳統或電腦媒材的順序，分別置於左右

二欄（如受測者 2A、3A、6A、8A、10A）；若有第三組，則將包含作品數量較多的二組，同樣依據上述規則順序置放，含有較少作品的一組則置於中間欄位（如受測者 1A、4A、7A、9A）。其中若有二組以上結果組成的作品數量相同，則將包含相同媒材作品數量較多者優先置於左或右欄，若亦相同者，則以含有該媒材作品設計開始時間最極端者（C1、D1），優先置於左或右欄，令一組則置於中間欄位（如受測者 5A）。

觀察表中各組別，可以發現各受測者不論分為二組或三組，皆有二個分組結果包含的多數作品與實際使用媒材吻合，顯示即使無建築專業知識背景的受測者，普遍皆能透過作品特徵的比較，準確判斷各作品使用媒材的關聯，其中受測者 4A、7A，更無二種媒材混合的分組結果。將單一組別組成的作品進行比對，二十五個分組中，僅有十八種組成型態，其中受測者 2A、3A、10A 三者的整體分組結果完全相同，顯示特定作品群的某些特徵，容易被推論為使用類似媒材下的結果。

在文獻回顧與案例研究中可知，風格的發展不只可能與本實驗所探討的媒材使用有關，更具有時間上的連續性。為了探究媒材與時間對實驗結果的影響，我們將表 3-1 各受測者分組結果與上述二者的連續關係以圖 3-8 表示。

觀察該圖可以發現，整體媒材辨識的分組結果，多數與設計媒材轉變點（C4、D4）、各作品間的設計開始時間相距程度和實際上使用媒材異同三者皆有關，僅二位受測者結果無明顯關聯（受測者 5A、8A）。

以圖中的分組型態觀察，依測試作品設計開始時間與媒材轉變點的遠近，可區分為二：第一種型態為分佈於距離該轉變點最遠二端的作品（C1、C2、D3、D2、D1），分類結果呈現連續的狀態；第二種型態為分佈於靠近該轉變點前後的作品（C3、C4、D4、C5），分類結果相對不連續。

以媒材轉變點觀察，各分組結果均呈現斷開的現象。以設計開始時間相距程度和實際使用媒材異同觀察，第一種型態，各作品分組結果連續，顯示分組連結關係與此二因素均呈現正相關；相對地，第二種型態，各作品分組結果較不連續，其中作品 C3 分組結果，與時間或者媒材均無明顯關聯，以其餘作品 C4、D4、C5 觀察，顯示分組連結關係以媒材為主（受測者 2A、3A、4A、7A、9A、10A），時間的影響較不明顯（受測者 1A、6A）。

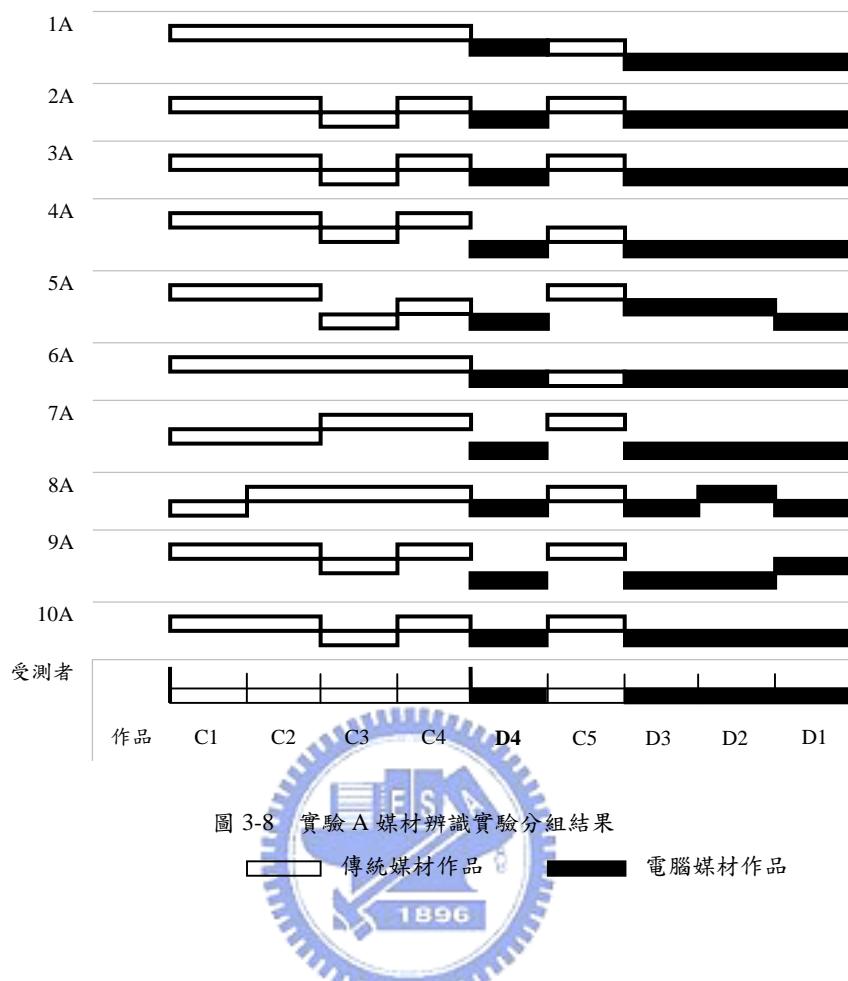


圖 3-8 實驗 A 媒材辨識實驗分組結果

■ 傳統媒材作品 ■ 電腦媒材作品

上述分析顯示，進行媒材辨識時，使用媒材的立即轉變，可以明確地被受測者感知；作品特徵間的關聯，使用媒材的異同大於設計時間連續性的影響；媒材的差異比較上，電腦相對於傳統媒材作品，受時間因素的影響較小，其分類結果與實際使用媒材的關聯更明確。

實驗 B 結果初步分析

實驗過程各受測者對測試作品風格辨識後的分組行為模式，大致上與實驗 A 相同，即以挑選數個代表不同風格的作品或群組，或者以單一作品作為基準的二分方式。實驗時間同樣不限制，然各受測者亦皆在五到十分鐘內完成作答。

實驗分組數量同樣限制為二到三組，實驗結果將測試作品風格分為二組的受測者僅有二人，其餘皆分為三組，共產生二十八個分組，整理如表 3-2 所示，整理的規則與實驗 A 的表 3-1 相同。

表 3-2 實驗 B 風格辨識實驗分組結果

受測者編號	風格辨識分組結果		
1B	C1、C2、C3、C4、C5		D4、D3、D2、D1
2B	C2、C4、C5	C1、C3	D4、D3、D2、D1
3B	C1、C2、C4	C3、C5、D1	D4、D3、D2
4B	C1、C2、C3、C4、C5		D4、D3、D2、D1
5B	C3、C4、C5	C1、C2	D4、D3、D2、D1
6B	C1、C2、C4、C5	C3	D4、D3、D2、D1
7B	C1、C3、C4、D2、D1	D3	C2、D4、C5
8B	C1、C2、C4、C5	C3	D4、D3、D2、D1
9B	C2、C4、C5	D4、D1	C1、C3、D3、D2
10B	C1、C2、C4、C5	C3	D4、D3、D2、D1

觀察表中各組別，可以發現各受測者不論分為二組或三組，皆有二個分組結果包含的多數作品使用相同的設計媒材，顯示受測者透過作品共同特徵的辨識後，風格分組結果與媒材有關，其中編號 1B、2B、4B、5B、6B、8B、10B 的七位受測者分組結果無二種媒材混合的情況。將單一組別組成的作品進行比對，二十八個分組中，僅有十六種組成型態，其中受測者 1B、4B 二者與 6B、8B、10B 三者的整體分組結果完全相同，顯示特定作品群的某些特徵，容易被推論為具有接近的風格。

同樣地，為了探究媒材與時間對實驗結果的影響，我們將表 3-2 各受測者分組結果與上述二者的連續關係以圖 3-9 表示。

觀察該圖可以發現，整體風格辨識的分組結果，多數亦與設計媒材轉變點、各作品間的設計開始時間相距程度和實際上使用媒材異同三者皆有關，僅三位受測者結果無明顯關聯（受測 3B、7B、9B）。

以圖中的分組型態觀察，依測試作品設計開始時間與媒材轉變點的遠近，同樣可區分為二，分佈的作品範圍和呈現的狀態與實驗 A 結果亦相近。

以媒材轉變點觀察，各分組結果同樣均呈現斷開的現象。以設計開始時間相距程度和實際使用媒材異同觀察，結果亦與實驗 A 相近。值得留意的是，第一

種型態的傳統媒材作品，呈現的狀態連續程度，低於同型態電腦媒材作品，亦略低於在實驗 A 中的結果，以測試作品 C1、C2 觀察，其連結關係，多數亦與時間、媒材二者皆有關（受測者 1B、4B、5B、6B、8B、10B），僅一組結果較無時間上的關聯（受測者 2B），顯示此型態中，這二個因素對傳統媒材作品在風格判斷時的助益，低於電腦媒材作品，亦略低於在媒材判斷時的助益；第二種型態，作品 C3 分組結果，除同樣與時間或者媒材均無明顯關聯外，並出現三次被獨立分為一組的情況（受測者 2B、6B、8B），顯示該作品風格特殊，且風格的判斷標準，較媒材分組時更為嚴格，以其餘作品 C4、D4、C5 觀察，分組連結關係以媒材為主的情況，較實驗 A 中更明顯，所有受測者的分組結果皆以媒材為主要關聯。

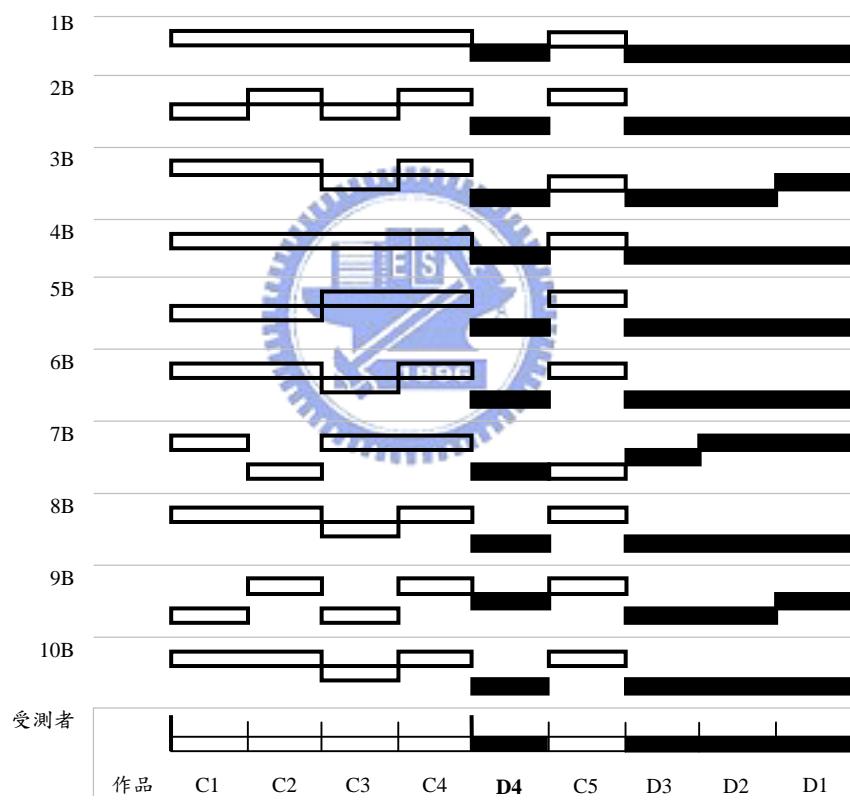


圖 3-9 實驗 B 風格辨識實驗分組結果

■ 傳統媒材作品 ■ 電腦媒材作品

上述分析顯示，進行風格辨識時，使用媒材的立即轉變，同樣明確地影響結果；當受測者進行風格辨識時，分組的標準較媒材辨識時更高；媒材異同與時間連續性對作品風格特徵的影響，及傳統和電腦媒材的差異比較，則與對媒材辨識

結果的觀察相近，且該二現象在風格辨識的結果中更為明顯。

二組實驗結果的交叉討論

以下分析根據 A、B 二組實驗結果資料，先以分組型態統計進行初步觀察，再以個別作品與其他作品配對機率進行討論，以驗證此部份實驗假設是否成立。首先將表 3-1、3-2 內出現的分組型態整理並比較後，統計可得表 3-3，藉以觀察二組實驗的所有分組型態、出現次數及二組實驗間的關聯。

表 3-3 二組實驗分組型態統計

分組 型態	包含作品	出現次數		分組 型態	包含作品	出現次數	
		A 組	B 組			A 組	B 組
1	C1、C2、C3、C4	2		15	C2、C3、C4、C5、D2	1	
2	C5、D4	1		16	C1、D4、D3、D1	1	
3	D3、D2、D1	1		17	C3、D1	1	
4	C1、C2、C4、C5	4		18	D4、D3、D2	1	1
5	C3、D4、D3、D2、D1	3		19	C1、C2、C3、C4、C5	2	
6	C1、C2、C4	1		20	C1、C3	1	
7	C3、C5	1		21	C2、C4、C5	2	
8	D4、D3、D2、D1	2	7	22	C3、C5、D1	1	
9	C1、C2、C5	1		23	C3	3	
10	C3、D4、D1	1		24	C1、C3、C4、D2、D1	1	
11	C4、D3、D2	1		25	C2、C5、D4	1	
12	C5、D4、D3、D2、D1	1		26	D3	1	
13	C1、C2	1	1	27	C1、C3、D3、D2	1	
14	C3、C4、C5	1	1	28	D4、D1	1	

由表 3-3 可知，實驗 A 共有二十五個分組，由十八種型態組成，實驗 B 則有二十八個分組，由十六種型態組成，合計五十三個分組，其中二組實驗結果有六種型態完全相同（分組編號 4、6、8、13、14、18），因此僅有二十八種組成方式。前述六種分組型態，二組實驗內共出現二十四次，且包含的作品皆無使用不同媒材，其中編號 4、8 二種型態即出現十六次，此二種型態並皆由四個以上相同媒材的作品組成。上述結果，顯示受測者透過造型特徵的觀察，不論辨識作

品使用媒材或者風格的關聯，皆與實際使用的媒材呈現高度相關。

接著我們以方陣（square matrix）表示二組實驗結果各作品間兩兩相互配對關係，此方陣且為一對稱矩陣（symmetric matrix， $A^T = A$ ），因此可以將之簡化如圖 3-10 所示。主對角線上的出現的數字（C1C1、C2C2、...），表示受測者將該作品單獨分為一組的次數，灰階區塊則表示使用相同媒材的作品相互配對的情況。

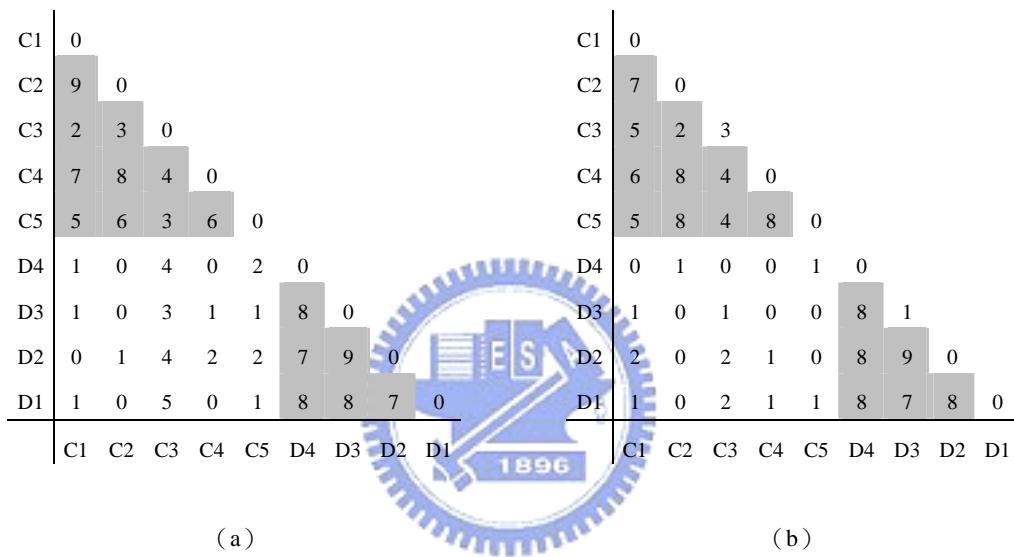


圖 3-10 作品相互配對次數與使用媒材關聯：(a) 媒材辨識實驗結果；(b) 風格辨識實驗結果

圖 3-10 (a) 中，主對角線數字皆為 0，代表所有作品皆無被獨立分為一組的情況，顯示測試時，受測者均能感受各作品與其他至少一個以上的特定作品有使用媒材的關聯。二種媒材作品相互配對出現的最高次數（傳統，C1C2；電腦，D2D3），皆出現在與相同媒材配對的區域，且該區域內各次數，普遍大於出現在不同媒材配對區域者，顯示媒材辨識的結果與作品實際使用媒材的關聯性高。

圖 3-10 (b) 中，主對角線僅有二個數字大於 0 (C3C3、D3D3)，代表多數作品亦無被獨立分為一組的情況，顯示測試時，受測者亦均能感受多數作品與其他至少一個以上的特定作品有風格特徵的關聯。二種媒材作品相互配對出現的最高次數（傳統，C2C4、C2C5；電腦，D2D3），亦皆出現在相同媒材配對的區域，

且該區域內各次數，同樣普遍大於出現在不同媒材配對區域者，顯示風格辨識的結果與作品使用媒材的關聯性亦高。

實驗 B 主對角線中出現二組數字大於 0，相對實驗 A 則無此情況，作品 C3、D3 在媒材辨識實驗中皆可與其他作品分類為同組，在風格辨識實驗中卻有單獨分為一組的情況，顯示風格的分類並不僅只和使用媒材的因素有關，共同特徵成立的條件較媒材分類時更為嚴格，此觀察並呼應了實驗結果的初步分析。

我們將圖 3-10 的數據，將各測試作品以配對作品間相互設計媒材的異同為分類條件進行統計，對前述觀察進行進一步分析和確認，整理如表 3-4 所示。表中配對關係稱同媒材者，為上圖各作品在灰階區塊內的數字合計，表示該作品與同媒材作品配對的次數；稱不同媒材者，則為上圖各作品在上述區域以外的數字合計，表示該作品與不同媒材作品配對的次數；稱單獨一組者，為上圖各作品在主對角線內的數字，表示該作品單獨分為一組的次數。

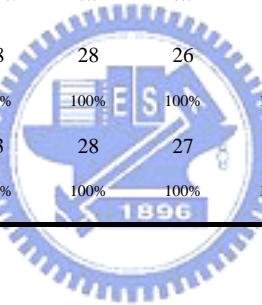
表 3-4 中各作品的同媒材配對關係，合計次數在二組實驗結果皆佔極高的百分比（實驗 A，77.52%；實驗 B，86.78%）；實驗 B 各作品相互配對關係中，合計有 1.65% 的次數將作品分為單獨一組，實驗 A 則無。這些數據與圖 3-10 的初步觀察符合，顯示不論媒材或風格特徵的辨識皆與實際使用的媒材有高度相關。

此外，在單獨一組的數據中，實驗 B 作品 C3 被分為單獨一組的次數特高，比對二組實驗所有作品結果，該作品與同媒材其他作品被分為同組的合計次數亦最低，推論應是該作品獨有的特徵（望遠鏡形體）具高度視覺顯著性，且其尺度佔整體的比例極大，帶給受測者強烈視覺衝擊而影響辨識的結果，此現象與 Chan (2000) 對作品特徵品質的觀點符合，其影響並高於媒材使用形成的特徵關聯。

由分組型態和個別作品分析的結果，可以推論辨識實驗的假設成立，即「對觀察者而言，相同設計者以不同媒材設計的作品造型，可被辨識為使用不同的媒材下的作品，並且被視為具有不同的風格」。以建築作品的觀察者的角度來看，Liu (1996) 所提，設計媒材的轉變影響建築形式，並與風格的演進有關的觀點獲得確認。

表 3-4 個別作品配對次數與使用媒材關聯統計

配對 關係	實驗 組別	作品編號									合計
		C1	C2	C3	C4	C5	D4	D3	D2	D1	
同 媒材	A 組	23	26	12	25	20	23	25	23	23	200
		88.46%	96.30%	42.86%	89.29%	76.92%	76.67%	80.65%	71.88%	76.67%	77.52%
	B 組	23	25	15	26	25	24	24	25	23	210
		85.19%	96.15%	65.22%	92.86%	92.59%	92.31%	88.89%	83.33%	82.14%	86.78%
不同 媒材	A 組	3	1	16	3	6	7	6	9	7	58
		11.54%	3.70%	57.14%	10.71%	23.08%	23.33%	19.35%	28.12%	23.33%	22.48%
	B 組	4	1	5	2	2	2	2	5	5	28
		14.81%	3.85%	21.74%	7.14%	7.41%	7.69%	7.41%	16.67%	17.86%	11.57%
單獨 一組	A 組	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
	B 組	0	0	3	0	0	0	1	0	0	4
		0%	0%	13.04%	0%	0%	0%	3.70%	0%	0%	1.65%
合計	A 組	26	27	28	28	26	30	31	32	30	258
		100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
	B 組	27	26	23	28	27	26	27	30	28	242
		100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%



案例研究初步現象一、二的檢驗

案例研究中提出媒材與風格關聯的三個初步現象，其中初步現象一、二為針對作品外觀的觀察所得，因此可以本實驗加以檢驗。

該二初步現象推論過程與選取的作品有關的部份，除對各作品造型特徵相互比較，亦由使用媒材和區分的屬性類型間的相互關聯二個層面作分析。測試結果顯示作品 C3 的風格特殊，不具該二層面普遍代表性，因此我們將圖 3-10 中與其有關的數據排除後，對各作品配對關係重新計算，並依序由這二個層面作為分類條件進行統計以檢視該二現象（表 3-5、3-6）。

表 3-5 媒材類型與配對關係

配對 關係	實驗 組別	使 用 媒 材	
		傳 統	電 腹
包含作品		C1、C2、C4、C5	D4、D3、D2、D1
同媒材	A 組	84 86.60%	94 87.85%
	B 組	84 90.32%	96 90.57%
不同媒材	A 組	13 13.40%	13 12.15%
	B 組	9 9.68%	9 8.49%
單獨一組	A 組	0 0%	0 0%
	B 組	0 0%	1 0.94%



表 3-6 屬性類型與配對關係

配對 關係	實驗 組別	屬 性 類 型		
		第一類	第二類	第三類
包含作品	傳統	C1、C2	C4	C5
同媒材	傳統	C1、C2	C4	C5
	電腦	D3、D2、D1	D4	
同媒材	A 組	117 89.31%	44 88.00%	17 73.91%
	B 組	113 89.68%	46 92.00%	21 91.30%
不同媒材	A 組	14 10.69%	6 12.00%	6 26.09%
	B 組	12 9.52%	4 8.00%	2 8.70%
單獨一組	A 組	0 0%	0 0%	0 0%
	B 組	1 0.80%	0 0%	0 0%

初步現象一的檢驗

初步現象一提出：「對喜好探索新形體的設計者而言，改變使用的媒材，可明確地影響作品風格，並加速其轉變速率。」風格轉變的過程具有時間上的連續特質，因此風格轉變的速率可定義為單位時間內風格變化的程度。該變化的程度，以 Chan (2000) 發表的風格相似度概念，可定義為風格特徵變化數量佔整體風格特徵數量的百分比。該現象提出的依據，在媒材類型層面，為觀察選取作品間整體的變化，在屬性類型層面，為觀察第二類作品 C4、D4 二者之間的變化，該二作品設計開始時間僅相距一年，然而使用不同的媒材。

媒材類型層面，實驗 B 的測試結果，傳統與電腦媒材作品配對關係為同媒材的次數，均佔合計分組次數極高的百分比（傳統，90.32%；電腦，90.57%）（表 3-5），顯示風格一致性的變化主要受到使用媒材的影響，相對在時間上的連續性較不明顯。

屬性類型層面，實驗 B 的測試結果，第二類作品與其他二種類型作品，配對關係為同媒材的次數百分比接近（第一類，89.68%；第二類，92.00%；第三類，91.30%）（表 3-6），同時該二作品相互之間風格被受測者分為同組的次數為 0（圖 3-10 (b)），在設計開始時間前後僅有一年差異的情況下，風格變化的結果與媒材分類層面觀察所得相同，顯示風格在改變使用媒材後隨即轉變。據這二個層面的觀察可以推論，細微現象一在本實驗中成立。

初步現象二的檢驗

初步現象二提出：「使用媒材的轉變，改變設計者對形體的偏好，且其後不論使用何種媒材均受到影響。」設計者偏好的定義範圍極廣，本文依循 Chan (1992) 發表的概念，僅探討造型與設計主題二者。該現象提出的依據，在媒材類型層面，與初步現象一同為觀察作品特徵在選取作品間整體的變化，在屬性類型層面，則為觀察作品特徵在第二、第三屬性類型作品與其他作品之間的變化。

媒材類型層面，二種媒材作品配對關係為同媒材者，實驗 A 的數值均低於實驗 B（傳統，86.60 比 90.32%；電腦，87.85 比 90.57%）（表 3-5），表示測試結果二種媒材作品的特徵與媒材特質的關聯略低於風格的關聯。依循共同特徵數量影響風格相似度強弱的概念（Chan, 2000），此結果顯示測試作品間，除了某些

特徵影響使用媒材的辨識外，尚有額外特徵影響風格的辨識，這些特徵同樣與使用的媒材有關，但與其圖形能力無直接關聯，因此在媒材辨識時存有模糊空間，可以推論為使用媒材對設計者偏好的影響。

屬性類型層面，各類型作品同媒材配對關係，在二組實驗結果數值相近（實驗 A：第一類，89.31%；第二類，88.00%；第三類，79.31%）（實驗 B：第一類，89.68%；第二類，92.00%；第三類，91.30%）（表 3-6），表示測試結果各類型作品，媒材均為影響特徵的主要因素，作品屬性差異的影響相對不明顯。然而詳細比較三類作品數值（圖 3-11），由第一到第三類，二組實驗的數值以實驗 A 為基準的差異逐類擴大，表示設計時間和使用媒材的屬性變化皆與作品特徵在媒材和風格辨識二者的差異程度呈現正相關，其中實驗 A 的數值具有緩降的趨勢，實驗 B 的數值變化較不明顯，表示屬性變化主要影響作品特徵與使用媒材的關聯判斷，此些觀察顯示，隨屬性變化作品特徵亦產生細微變化，這種變化可被觀察者感知，並將之視為與使用的媒材有關，但其強度尚不足以被視為風格的轉變。

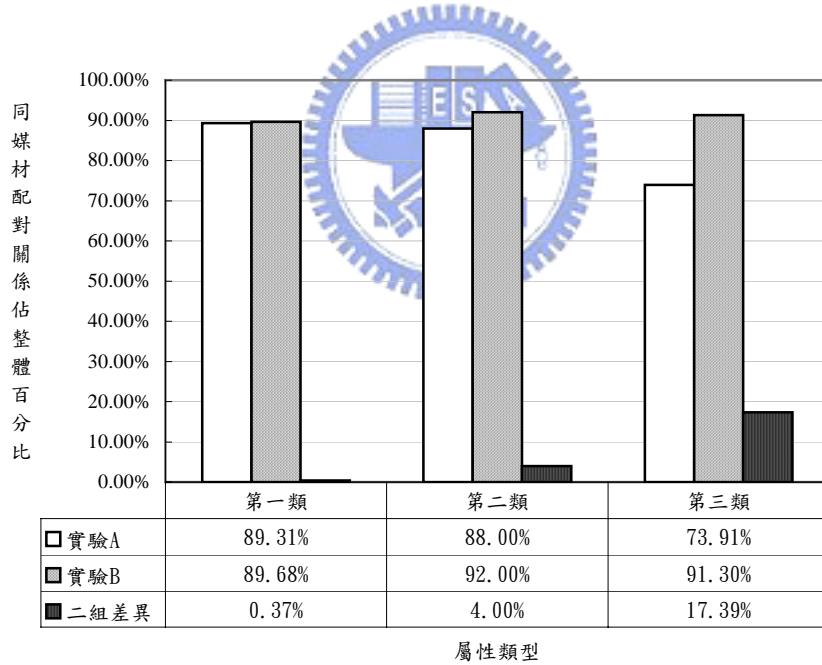


圖 3-11 屬性類型同媒材配對關係比較

為逐一檢視此細微現象個別案例作品的細微描述，我們再次以實驗 A 的數值為基準，統計各屬性作品二組實驗中同媒材配對關係的數值差異，結果如表 3-7。

表 3-7 屬性類型同媒材配對關係二組實驗差異

實驗 組別	配對 關係	屬性類型		
		第一類	第二類	第三類
包含作品	傳統	C1、C2	C4	C5
	電腦	D3、D2、D1	D4	
A 組	同媒材	92.00%	87.65%	87.50%
B 組	同媒材	89.13%	90.00%	91.67%
二組差異		-2.87%	2.35%	4.17%
			3.85%	17.39%

第一是第二類屬性作品 D4 的描述，該作品為 Gehry 設計生涯，首次使用電腦媒材於早期構想階段的作品。其實驗 A、B 的數值均略高於同媒材第一類作品，二組實驗數值差異略大（實驗 A, 88.46 比 87.65%；實驗 B, 92.31 比 90.00%；二組差，3.85 比 2.35%），表示其特徵與使用媒材、風格與同媒材作品的關聯程度，均與其他類型同媒材作品接近。據此推論該設計者對造型或設計主題的偏好，於作品 D4 即產生明顯轉變，此種轉變在其後作品並重複出現。

第二則是第三類屬性作品 C5 的描述，該作品為 Gehry 具有作品 D4 設計經驗後，生涯完全以傳統媒材完成的最後一個作品。其實驗 A 的數值明顯低於同媒材另二類作品，實驗 B 的數值偏高，二組數值差異為最大者（實驗 A, 73.91%；實驗 B, 91.30%；二組差，17.39%），表示其特徵與使用媒材的關聯程度明顯降低，風格與同媒材作品的關聯程度不減，特徵在媒材和風格辨識的結果落差隨之擴大。據此推論該設計者於具有使用電腦媒材的經驗後，以傳統媒材慣用的設計方式產生轉變，因此特徵與媒材的關聯性明顯降低，然而受限於媒材特質的因素，故與同媒材作品比較，其風格的變化不明顯。Gehry 於偏好轉變後，回歸使用傳統媒材的作品特徵，其變化不足以被視為使用電腦媒材的風格。上述媒材、屬性類型二個層面的觀察，和個別作品檢視的結果顯示，細微現象二有關設計者偏好轉變的細微描述成立。

第四章 口語實驗

此部份研究以建築作品的設計者為受測者，進行限制與不限制使用電腦媒材的設計發展口語實驗。藉由觀察電腦媒材的抽離與否，對設計發展過程認知行為的影響，探討媒材和風格發展的關聯。

4.1 實驗計劃說明

建築設計過程由規劃、設計到施工，可細分為數個不同的階段，因人、時、地、物不同，包含的過程和階段的細分方式亦略有差異。依據 Laseau (1989) 和 Liu (1996) 的區分方式，其中與設計思考最具關聯的，為設計者為掌握機能和美感等設計意念的概要設計 (schematic design) 或者初步設計 (preliminary design)、以及其後為求更精確表達方案的設計發展 (design developments) 二個階段。

前一章案例研究中得自觀察設計過程描述的初步現象三，說明風格的發展與媒材隱涵的特質有關，尤其是設計發展階段，並顯示電腦相較傳統媒材有助於設計者處理複雜形體所需的認知。因此實驗設計上，區分為前後二個設計過程階段，共進行三個實驗。

第一階段進行概要設計的實驗一，目的在獲得一個初步的設計構想原型，作為第二階段實驗構想發展的依據，在不限制使用媒材（紙、筆、模型、電腦）的自然情況下，由受測者自由選用習慣的單一或者混合媒材。

第二階段則進行設計發展的實驗二、三，延續第一階段所得的原型進行構想發展，目的在觀察電腦媒材的抽離與否，對設計發展認知行為的影響，實驗二限

制受測者使用傳統媒材（紙、筆、模型）為工具，實驗三則不限制。

如此，先進行限制使用傳統媒材的設計發展實驗，可避免受測者進行包含使用電腦媒材在內的實驗後，可能產生的記憶效應對純粹使用傳統媒材的實驗結果造成影響。以下對受測者、實驗題目的選擇方式以及實驗的環境與紀錄方式說明。

受測者的選擇

為取得客觀的個人風格比較基礎，三個實驗皆由同一位受測者完成。由於並非所有已使用電腦媒材的設計者均將其視為思考工具，合格的受測者，除必須具備成熟使用傳統與電腦媒材二者的能力外，其使用電腦媒材的方式須包含運用於設計思考，而非僅是作為表現工作，且作品風格在使用的前後應有差異。

受測者經由篩選產生，以確保符合實驗的資格。篩選的對象來源為就讀交通大學建築研究所設計組的學生，共計十四名，該組學生均於入學前即至少具備熟練的傳統媒材設計能力，進入該所後則專注於電腦媒材在設計思考上的發展。篩選過程分為二個階段：



初步篩選，以個別口頭詢問的方式進行。限於電腦介入設計構想階段仍是近年來的發展，設計生涯豐富而由傳統轉為使用電腦媒材的設計者，二種媒材的使用經驗有極大的差距，因此作者以三年為基準，選出該二種媒材使用經驗相近、且均達三年以上的候選受測者，對象來源中共有三位符合資格。

正式篩選，以作品評估的方式進行。由作者評估候選受測者的作品集，選出具成熟設計風格且作品特徵明顯受到媒材改變影響的最適受測者一人。選出的受測者具備八年建築設計訓練，且使用電腦媒材時間已達三年，其過去作品的比較亦最符合前述資格（圖 4-1）。

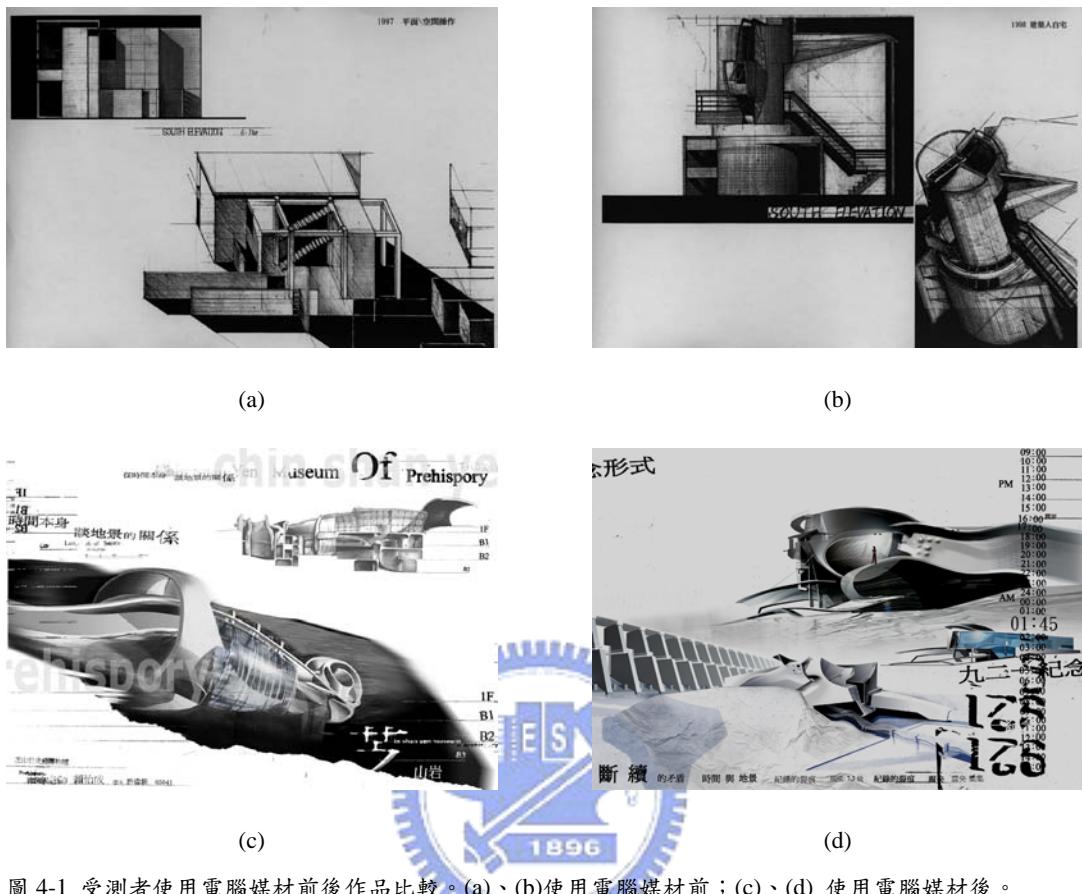


圖 4-1 受測者使用電腦媒材前後作品比較。(a)、(b) 使用電腦媒材前；(c)、(d) 使用電腦媒材後。

實驗題目的選擇

建築設計所需考量的範圍極廣，包含機能、美學、材料、文化、預算、工程技術和其他多項範疇。在短暫的實驗時間內，為專注探討媒材與造型風格的關聯，因此實驗題目，著重讓受測者在造型上有最大的發揮空間，盡量避免因太複雜而產生過多的議題例如機能、法規等的干擾，唯設定時仍加入部份機能議題以維持建築設計的本質。

在和受測者討論之後，作者選擇以受測者當時即將進行的一個實務設計案例「工研院入口大門」為設計題目。除了符合前述條件，以實務設計任務作為題目有助於受測者專注於實驗過程，產生的資料較能符合其原有行為。該設計任務的要求，為在基地現有入口的位置上進行大門重建，該新建大門須具備原有警衛室

的管制機能、新增多媒體的展示牆面，並能傳達該機構特有的高科技意象。

實驗環境與紀錄

實驗的地點，為避免因環境生疏造成對受測者設計行為的影響，選擇以其本身習慣的場所進行，進行的時間長短不限制，以避免影響受測者慣有的行為模式，實驗全程並錄音、錄影紀錄。實驗的口語資料採用影音回溯（audio/video retrospective）方式取得，透過錄影資料的視覺線索，可有效減少受測者報告時對設計中認知行為的遺漏（Suwa and Tversky, 1997），並避免因同步放聲思考（concurrent thinking-aloud）對受測者原有的認知行為模式可能造成的影響（Lloyd, 1995）。

4.2 實驗過程與結果

此部份研究共進行三個實驗，其中實驗一為不限制使用媒材的概要設計，實驗二為限制使用媒材的設計發展，實驗三則是不限制使用媒材的設計發展。實驗的進行之間，相互間隔二天，在受測者能獲得充分的休息下，盡量保持其對實驗一初始構想的記憶。接下來的部分首先對這三個實驗的過程和結果進行描述。

實驗一：不限制使用媒材的概要設計

實驗一的內容為要求受測者產生一個初步設計構想，作為接續的二個實驗發展的依據。實驗中受測者使用的媒材種類、方式和順序，以及設計進行時間長短，皆不受到任何限制。由於概要設計或者初步設計的定義並沒有一個客觀標準（Liu, 1996），因此實驗的結束取決於受測者自我的認定，以能清楚建立一個可被發展的完整構想為止，並取得實驗者的認可。

實驗過程描述

受測者以先前的設計方案為範本，透過描繪隨意的線條和以不同的模式觀看，逐步產生構想方案。開始，受測者尋找存在其電腦中過去的入口設計案例影像檔案。隨之在圖紙上自由描繪一些線條，作為構想來源。描繪的過程中，不斷

地將觀看線條的思考角度，在平面、立面或者透視之間切換，同時描繪出基地週邊的環境作為發展構想時的參考，並將已知的、機能性的警衛室空間平面畫出。

接著，透過基地車子往來間的流動作為設計概念。以不同的剖面、立面思考設計的形體意象，過程中同樣頻繁地將圖面當成不同的意義觀看，透過隨意的線條產生設計概念，發展出以「工」字為基礎的流線造型，作為該機構的意象及識別。最後，設計燈具等細部構件、考慮材質、畫上陰影表達深度的概念、修飾細部，並畫上基地的其他元素。

實驗結果

實驗結果受測者總共花費了約一小時（0:57:12）的時間，完成初步的設計構想（圖 4-2）。

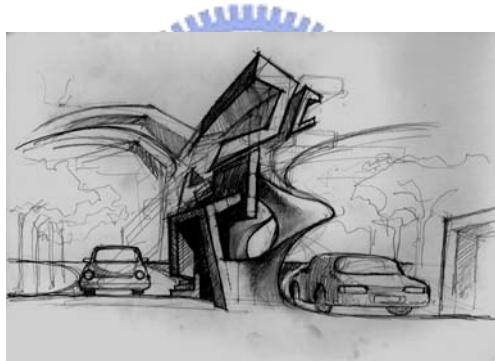


圖 4-2 實驗一中受測者完成的初步構想圖

實驗二：限制使用媒材的設計發展

實驗二的內容為要求受測者依據實驗一產生的初步構想進行設計發展。實驗中限制受測者僅能使用傳統媒材（紙、筆、模型），實驗的時間同樣不加以限制，以受測者自我認定完成該設計構想方案的發展時結束。開始前，受測者被要求盡量不更動原始的設計意念，然而基於發展過程中的需求，對原概念進行調整或者產生新概念是被允許的。

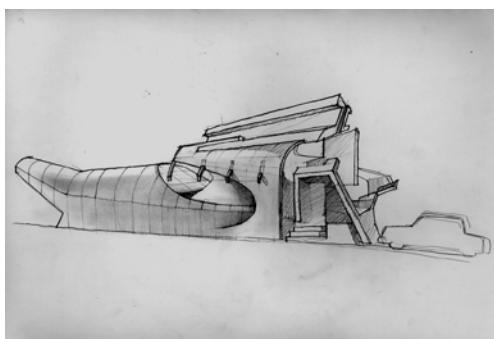
實驗過程描述

受測者以 2D 的平立面方式，進行設計發展。開始，以側立面的角度思考。依據實驗一中產生的最後一個完整的構想圖，先畫出受測者確知的部份，包含最確定的警衛室和其細部，及其餘在該圖中能描述的部分。隨之延續該構想圖中的概念，處理其中幾何的「工」字和下方自由形體之間的關係，前後段兩個空間的交集，則以單曲線的方式簡化。而後觀察實驗一所得的各構想草圖之間的關係，透過心中想像，處理其中未知的部分，並加入新的元素強化空間的虛實感。完成後進行細部的處理，以線條和陰影表達形體，並畫上車子等基地元素表示比例。

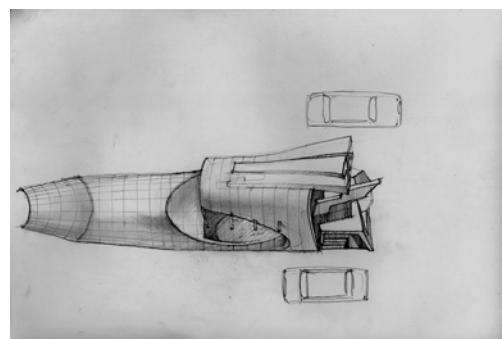
完成立面的發展後，受測者以俯視的角度思考。參考的圖面增加了上一張剛完成的側立面圖，同樣先畫出已知的部分，由警衛室的空間開始，依序畫出工字形體、概念中右側曲線的部分，而後處理幾何「工」字和下方自由形體空間銜接的關係，完成後同樣進行細部構件設計，補上車子等基地元素，並加上線條、陰影。最後則是進行受測者感到最難以處理的前後段空間銜接部分。

實驗結果

實驗結果受測者總共花費了不到一小時(00:45:22)的時間完成設計發展(圖 4-3)。



(a)



(b)

圖 4-3 實驗二受測者完成的設計發展方案

實驗三：不限制使用媒材的設計發展

實驗三與實驗二僅有一項設定不同，即實驗中不限制受測者使用的媒材（紙、筆、模型、電腦）。

實驗過程描述

受測者先以電腦進行構想發展，使用的軟體為 Maya 4.0。開始，以長向的角度思考實驗一構想圖中未知的部分。因應軟體操作特性，受測者以路徑定義形體，藉由不斷地調整視角和運用電腦快速上彩的功能，進行形體的評估和調整，掌握空間感後決定造型。過程中，電腦模型動態顯示的線條重疊關係，或者產生的非預期形體，皆引發受測者產生新的思考方向，或者從中探索靈感。最後考量桁架部份、處理空間造型和地景的關係，並調整細部。

完成電腦的構想發展後，受測者回到手繪工具進行構想的再發展與整合。開始，與實驗二同樣由側立面思考，以實驗一的構想圖和電腦產生的模型，相互整合後進行描繪，然而主要為依照電腦模型。過程由前端的警衛室部份開始，隨後轉由尾端的部份下筆，接著描繪「工」字造型、及其與後方空間的交接處，而後進行整體造型的調整、修飾，並以陰影表現。接續立面的發展，受測者同樣轉由俯視的角度思考。過程由整體造型的尾端開始，隨後回到前端的「工」字形部分、及其與後方空間的交接處，接著處理警衛室的部份，最後進行整體造型的調整、修飾，並以陰影表現。

實驗結果

實驗結果受測者總共花費了約二小時進行設計發展，其中花費在電腦和傳統媒材的時間相近（電腦 01:02:42，傳統 01:00:35），最後結果則同樣以手繪的方式呈現（圖 4-4）。

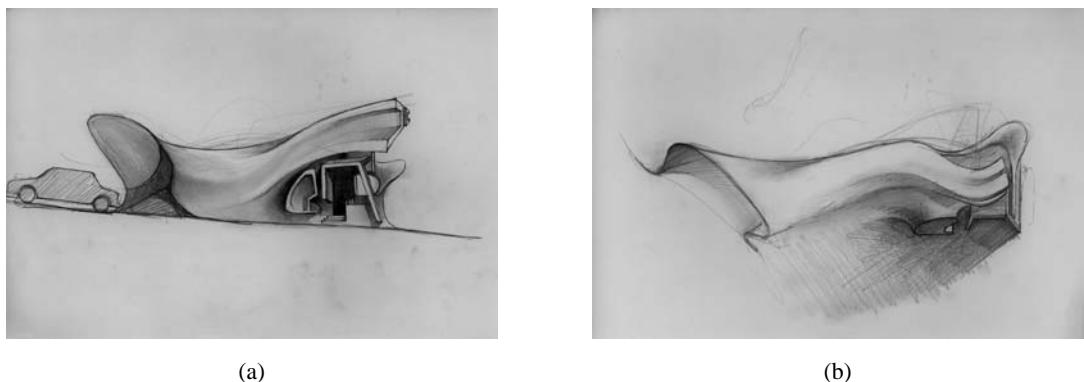


圖 4-4 實驗三受測者完成的設計發展方案

實驗過程與結果的初步觀察歸納

上述實驗過程與結果的初步觀察可以歸納為三個方面：媒材選用方面，進行的三個實驗中，受測者僅使用手繪工具和電腦，而未使用實體模型。在第一階段的實驗一中，受測者僅使用了手繪工具，並未使用電腦和實體模型；第二階段的實驗二中，在不被允許使用電腦為工具下，受測者使用傳統媒材時，同樣僅使用手繪工具；而實驗三中，除後半段使用傳統媒材部份，受測者同樣僅使用手繪工具外，其使用媒材的模式，可明確地區分為前後二個部份，過程中均無二種媒材來回操作的混用情形，為純粹使用單一媒材完成階段操作後，方換至下一種媒材的情況。實驗結束後經詢問受測者得知這是其個人的設計習慣，由於媒材的混用方式依設計者和設計程序不同而有所差異，因此並無必然模式可循。

設計進行時間方面，在實驗時間不限的條件下，實驗一、二各自僅進行了不到一個小時，實驗三則進行了約二小時。究其原因除實驗三多了電腦媒材的構想發展行為外，比較實驗二與實驗三的傳統媒材部分，後者花費的時間仍較前者長，推論為實驗三中多了電腦媒材產生的新構想，受測者需要較多時間進行整合。

問題解決的順序方面，三個實驗中慣用的策略一致。受測者皆由心中確知的部份做起，而後處理較不確定的部份，當面對不同複雜程度的空間時，處理順序上亦皆由簡單而後複雜。

案例研究初步現象三的檢驗

案例研究的初步現象三提出：「造型風格的發展，與設計發展過程中設計者具有考量媒材特質的行為有關。」透過實驗口語資料的密集觀察，顯示考量媒材特質的行為普遍存在於受測者的設計發展過程，因此該現象於本實驗中成立。其出現次數佔整體思考行為的比例和分佈的狀態，於稍後將作說明，於此不贅述。此部份我們先對實驗口語資料中，受測者考量哪些媒材特質進行說明。

媒材特質考量的種類

在實驗的口語資料中，受測者考量的媒材特質，至少可以區分為三種類型：

圖形能力 (graphical capability)

第一種媒材特質的考量是媒材的圖形能力，即使用的媒材是否能呈現腦中構想，此種考量行為僅出現在使用手繪工具的實驗二中，電腦媒材未被抽離的實驗三中則無此形況。例如：



「現在我在想再來還有哪些東西要加…，我現在在加的，就是我當時不敢碰的部分，因為前面的圖我把它畫的太自由了…，可是在這張圖上我卻沒辦法掌握它精確的形…，所以我變成把它弄得比較銳利…，」(附錄 C，實驗二，斷句 20)

構想呈現模式 (concept representational method)

第二種媒材特質的考量是媒材的構想呈現模式，即使用的媒材如何呈現腦中構想，此種行為於二組設計發展實驗中均普遍存在。例如：

「接著…畫完剛剛那張圖，我想這個樣子就是我想要的…，現在我想要用平立面的方式，把它描繪清楚…，開始我先把警衛室畫出來，原因在於我先前畫的這張圖…工字形的這張圖，我因為心理最清楚的…工字形正門的圖為基礎，把側立面描述出來…，」(附錄 C，實驗二，斷句 1)

「接著這些 path 都跟我的 sketch 是很類似的，因為我由橫向去思考…，我原本以為可以透過側向去思考這個形體，可是實際上電腦的邏輯是用路徑的原理，所以我要畫成一個類似於單曲面的量體…跟原先手繪圖有關的向度一樣，所以我一定要這麼做，才能作出那個樣子，」（附錄 C，實驗三電腦部份，斷句 6）

設計運算能力 (design computational capability)

第三種媒材特質的考量則是媒材對設計衍生資訊的運算能力，即使用的媒材能產生何種新的構想，相對於第一種類型，此種行為僅出現在使用電腦媒材的實驗三前半部份，使用手繪工具的實驗二中則無此情況。例如：

「可是我突然覺得…嗯…可以變變看，因為我知道它可以製造這種效果，所以就試著變變看…，…我試著調整這些形體，這個軟體具有這個功能，它可以透過擠壓去調整形體，」（附錄 C，實驗三電腦部份，斷句 16）

4.3 編碼系統



如實驗計劃說明中所述，案例研究中的初步現象三，指出設計發展過程中，設計者具有考量媒材特質的行為，該現象已於前述口語資料的觀察中獲得證實，並發現受測者考量的媒材特質種類。然而，這些媒材特質的考量與設計發展過程的哪些認知行為有關？相互之間又存在哪些互動模式？是接下來本文要探討的問題。

完整的資料分析，包含呈現實驗設計結果的圖面文件 (graphic documents) 和呈現實驗設計過程的錄影和口語資料 (design process documents)，然而如文獻回顧中所述，風格特徵的定義實非容易，尤其是電腦媒材出現後的自由形體，至今尚未發展出普遍有效的特徵定義系統，因此本研究僅進行設計過程的資料分析。口語資料的分析方法，分為過程導向 (process-oriented) 和內容導向 (content-oriented) 二種類型 (Dorst and Dijkhuis, 1995)，後者對於設計過程認知層面互動細節的探討較為適切，本研究選擇後者。

斷句

實驗口語報告轉譯為文字之後，首先進行斷句。常用斷句的方法，可區分為以口語事件（verbalization events）或者受測者的意圖（intention）為依據二種類型，前者以報告時的停頓、語調或者語意的變化為新斷句的開始，後者則以 Goldschmidt (1991) 描述的「設計移動（design move）」為斷句的分界，本研究選擇後者。

編碼定義

在進行系統化分析之前，資料的分類、定義是首要工作。本研究編碼系統的建立，除了以研究主題探討的媒材與風格形成過程的關聯為方向外，主要依據案例研究的發現、實驗口語資料的密集觀察和理論推導。

我們參考 Suwa, Purcell and Gero (1998) 提出的系統，該系統依據心理學中認知行為抽象層級的順序，將設計行為和隱含的資訊分為動作的（physical）、感知的（perceptual）、機能的（functional）和概念的（conceptual）四類。

然而該系統與本研究主題有如下三點差異：首先，該系統主要針對手繪草圖行為而定，本研究則包含電腦媒材，在動作範疇的定義上有所差異；其次，該系統為針對設計認知與外部呈現的互動研究，其與媒材有關的動作分類，僅包含外部呈現過程的操作和視覺行為，而未包含本文觀察到的內部呈現過程的考量媒材特質行為，該行為屬於抽象的概念層級，因此將其加入該範疇；最後則是本研究的目的在探討媒材對造型風格發展的影響，對設計資訊的分類和該系統略有不同。據上理由，我們將該系統重新劃分為動作的（physical）、感知的（perceptual）、評鑑的（evaluation）和概念的（conceptual）四類範疇（表 4-1），並對各類的細項略有調整，各範疇的定義及內容於下說明：

動作的範疇，指設計者操作媒材的動作。操作的動作包含二種類型：(1) 產生或修改，指實質影響圖形、影像的動作，稱之為 D-action；(2) 觀看或移動，指觀看已有的圖形、影像及伴隨的動作，而無實質的更動，稱之為 L-action，例如觀看不同的圖面、調整視角、切換視窗、縮放畫面等。

表 4-1 編碼範疇與動作類型

範疇	行為	定義	舉例
動作的	D-action	實質影響圖形或影像的動作	畫、塗改、標註、輸入參數、調整形體
	L-action	觀看或移動圖形、影像	觀看不同的圖面、調整視角、切換視窗、縮放畫面
感知的	V-action	專注於局部圖形或空間視覺特徵	形狀、尺寸、材料、紋理
	S-action	專注於整體空間組織關係	鄰接、斷開、交集、對齊、軸線、對稱、不對稱
評鑑的	A-action	美感、偏好的評鑑	美醜、好壞
	F-action	機能性議題的評鑑	用途、動線、景觀、照明、使用者
概念的	G-action	設定設計目標	—
	K-action	回溯已有的設計知識或者限制條件	知識、題目限制、先前的設計目標
	M-action	考量媒材特質	能否呈現、如何呈現、能呈現何種設計概念

感知的範疇，指設計者專注於描繪、操作中的圖形或影像間的視覺、空間特徵（visual-spatial feature）的行為。專注的圖像分為二類：(1) 局部特徵，指專注於局部圖形或空間的視覺特徵，稱之為 V-action，例如形狀、尺寸、材料、紋理；(2) 空間組織，指專注於多個局部或整體空間的組織關係，稱之為 S-action，例如鄰接、斷開、交集、對齊、軸線、對稱、不對稱。

評鑑的範疇，指設計者對描繪、操作中的圖形或影像給予評價的行為。評鑑的行為依形體（form）和機能（function）的議題差異分為二類：(1) 美感的，指設計者對形體提出的個人圖形偏好的評鑑，稱之為 A-action，例如美醜、好壞等；(2) 機能的，指設計者對形體提出的非視覺評鑑，稱之為 F-action，例如空間名稱、用途、動線、景觀、照明、使用者。

概念的範疇，指設計者非直接由描繪、操作中的圖形或影像產生的認知行為。共包含三種類型：(1) 設定目標，指設計者做出設計決定、提出設計目標的認知行為 (goal setting) 稱之為 G-action；(2) 回溯設計知識，指設計者回溯已有的設計知識或者限制條件，稱之為 K-action，依據本實驗設定，受測者回溯實驗一中產生的構想意念，亦屬於此範疇；(3) 考量媒材特質，指設計者考量呈現腦中構想所需的媒材圖形能力、操作、或者運算等特質，稱之為 M-action，例如媒材能否呈現概念、如何呈現概念、能呈現何種概念。

編碼程序與方法

編碼的工作，依據斷句的口語資料為主，並以過程的錄影資料和完成的圖面為動作判別的輔助。此外，為避免因僅有作者一人從事編碼，易產生主觀判斷的情形，採用二次編碼程序 (Gero and Neill, 1997)，二次編碼時間間隔 15 天，而後比對結果，前後不符合處，則重新檢討直到確認為止。

一個斷句中，包含了設計者一個完整的設計意圖，因此可能不僅包含一種認知行為，各行為之間亦相互具有順序性和關聯性。編碼時，加註數字表示同種類動作發生的順序，並附註內容、及不同範疇動作間關聯的索引。

編碼資料選取與排除

如前所述，本實驗設計的目的，為探討設計發展過程，媒材使用如何影響初始設計概念的具體化及發展。實驗取得的口語資料中（附錄 C），第一階段實驗的目的僅在產生一個初步構想，作為第二階段實驗設計發展的依據，其過程並非本研究探討的對象，因此該部份資料不列入觀察範圍。

第二階段實驗的資料中，實驗三「不限制使用媒材的設計發展實驗」後半段使用手繪工具部份，雖有部份設計的再發展及整合行為，然多數為複製性質的描繪，因此亦將之排除。分析時，選取實驗二整體及實驗三前半段部份二組資料為觀察範圍。

瀏覽該二組資料的結果顯示，僅部份斷句中受測者具有考量媒材特質的行為。因此編碼工作進行之前，首先篩選出含有該行為的部份，以對媒材與設計認

知行為的互動關聯作直接地觀察。

4.4 編碼結果分析

圖 4-5 表示選取的二組資料中，具有考量媒材特質行為的斷句出現位置，橫軸為斷句行數，呈現設計進行的時間順序。在出現的比例方面，使用手繪工具和電腦媒材的設計過程，分別有 13 及 16 個斷句含有該行為（附錄 D），佔各組總斷句數的比例接近（手繪，32.5%；電腦，32.0%）；在分佈的狀態方面，二種媒材的結果無明顯不同。此觀察顯示，該行為普遍於存在設計發展過程，不因使用媒材不同而有差異。

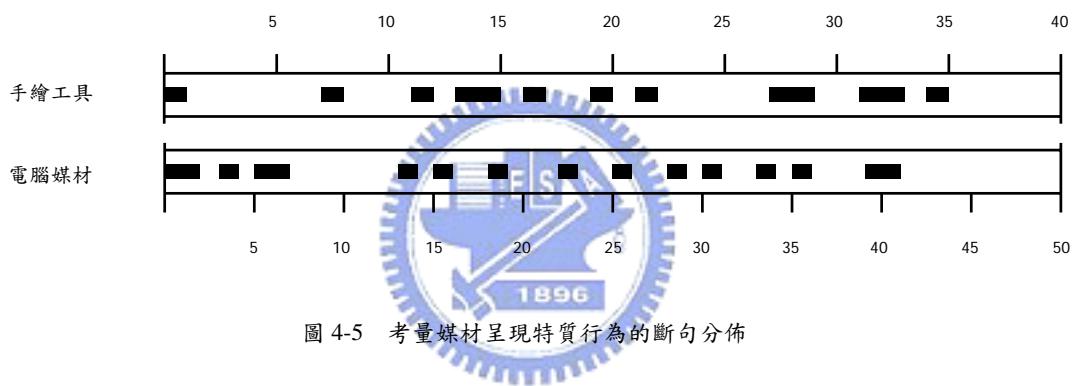


圖 4-5 考量媒材呈現特質行為的斷句分佈

編碼後的結果標示了動作之間的索引，我們將各結果圖示化，並以「→」表示行為發生的順序和關聯，例如「A→B」，表示受測者先有 A 動作，接著並引發（trigger）B 動作（圖 4-6）。

圖 4-6 為實驗二斷句 1 編碼圖示化的結果，顯示一個完整的設計意圖，涵蓋多個範疇的認知行為，各行為間亦具有複雜的順序性和關聯性。為清楚並集中地觀察受測者考量媒材特質行為與其他認知行為的互動模式，我們由各編碼結果，擷取與該行為直接連結的前後各一個動作，並將其簡化後進行統計。

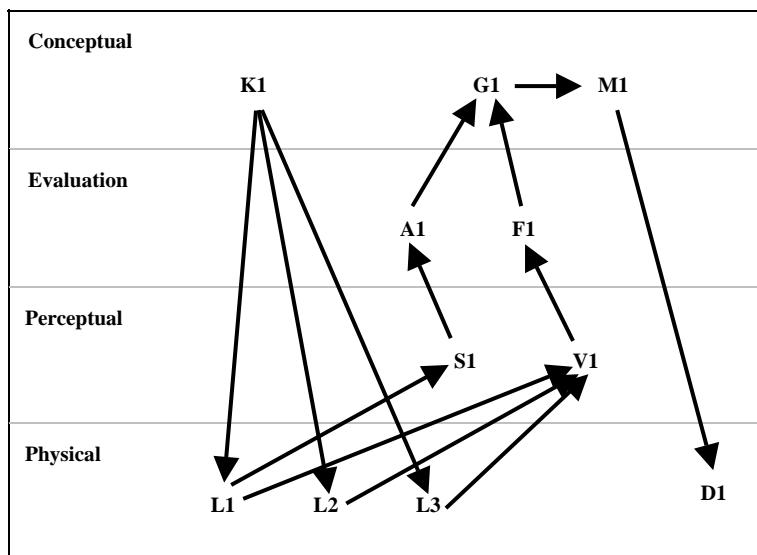


圖 4-6 實驗二斷句 1 認知行為的互動模式

簡化的方式，依據三個步驟：(1) 移除動作的數字標註，例如將「K1」簡化為「K」；(2) 將同種類且共同引發下一動作的行為，以單一符號總稱，例如圖 4-6 中，受測者基於 L1、L2 和 L3 的觀看動作，產生對局部形體的注視行為 V1，則簡化為「L→V」表示；(3) 若單一動作由二個以上不同種類的動作引發、或單一動作引發二個以上不同種類的動作，則將其細分為單一動作間的組合，例如圖 4-6 中，動作 A1 及 F1 引發動作 G1，則將其細分後以「A→G」和「F→G」二組表示。擷取並簡化後的結果，依同模式發生次數的多寡排序，整理如表 4-2 所示。

表 4-2 顯示受測者考量媒材特質行為與其他認知行為的互動，在使用媒材的種類差異下，具有共通性與差異性。在共通性方面，不論使用手繪工具或電腦，受測者皆出現「G→M→G」、「G→M→D」、「A→M→G」和「K→M→G」四種模式，其中「G→M→D」模式在二種媒材編碼結果的發生次數，順序皆位居第二位。在差異性方面，以二種媒材發生次數最高的模式比較，在手繪工具部份為「G→M→G」模式，在電腦媒材部份為「M→G」模式，其中「G→M→G」模式在電腦媒材部份僅發生一次，「M→G」模式在手繪工具部份則未發生；以互動模式的種類比較，電腦媒材部份相較手繪工具部份為多。

表 4-2 考量媒材特質行為與其他認知行為的互動模式

手繪工具				電腦媒材			
編號	模式	次數	斷句	編號	模式	次數	斷句
1a	G→M→G	4	2, 20, 32, 33	1b	M→G	6	16, 23, 31, 34, 40, 41
2a	G→M→D	3	1, 14, 15,	2b	G→M→D	4	7, 14, 29, 36
3a	A→M→G	3	12, 22, 29	3b	A→M→G	2	1, 19
4a	K→M→G	3	17, 28, 29	4b	L→M→G	1	2
5a	S→M→G	1	28	5b	G→M→G	1	4
				6b	K→M→G	1	6
				7b	M→D	1	26

接著，我們將表 4-2 的資料再次簡化為單一行為之間的連結後重新統計，整理如表 4-3、4-4。統計結果顯示，不論使用手繪工具或電腦媒材，考量媒材特質行為皆主要由決定設計目標（G）的動作引發，其次依序為美感的評鑑（A）和回溯設計知識（K）；引發該行為後則皆延續決定設計目標（G）的動作，其次為繪圖等操作（D）的動作。

表 4-3 其他認知行為啟動考量媒材特質行為的模式

手繪工具				電腦媒材			
編號	模式	次數	斷句	編號	模式	次數	斷句
1a	G→M	7	2, 20, 32, 33, 1, 14, 15,	1b	G→M	5	7, 14, 29, 36, 4
2a	A→M	3	12, 22, 29	2b	A→M	2	1, 19
3a	K→M	3	17, 28, 29	3b	L→M	1	2
4a	S→M	1	28	4b	K→M	1	6

表 4-4 考量媒材特質行為啟動其他認知行為的模式

手繪工具				電腦媒材			
編號	模式	次數	斷句	編號	模式	次數	斷句
1a	M→G	11	2, 20, 32, 33, 12, 22, 29, 17, 28, 29, 28	1b	M→G	11	16, 23, 31, 34, 40, 41, 1, 19, 2, 4, 6
2a	M→D	3	1, 14, 15,	2b	M→D	5	7, 14, 29, 36, 26

上述觀察可以歸納為如下三點：首先，不論使用手繪工具或電腦媒材，設計者在決定設計目標、對外部呈現作美感評鑑或者回溯設計知識、構想之後，皆有引發考量媒材特質的行為，而後形成新的設計目標或者執行圖形操作的認知模式。其次，當設計者決定設計目標後，經由考量媒材特質行為的轉換後，方進行設計的外部圖形呈現行為，在二種媒材的結果具有同等重要性。

此外，使用電腦媒材與手繪工具最大的差異，為前者獨具以媒材特質的考量為設計意圖開端的行為，而後決定設計目標或者直接進行形體的操作，在該行為與其他認知行為的互動模式種類上，亦較後者多樣。



第五章 結論與建議

本章中總結第三章案例研究、辨識實驗和第四章口語實驗三部份的研究發現，並討論前述各部份研究上的限制，提供後續研究者建議和發展方向。

5.1 研究結論

總結本研究各部份的結果，可以得到以下幾點結論：

一、設計媒材是影響風格發展的一項重要因素。透過比較造型特徵，作品使用媒材的轉變，可被觀察者立即察覺，並反映在對風格的感受，其中，電腦相較於傳統媒材的作品，更能使觀察者感受到風格特徵品質的關聯性。以觀察者的角度來看，Liu (1996) 所提，設計媒材的轉變影響建築形式，並與風格的演進有關的推測獲得證實。

二、使用媒材的轉變，改變設計者的形體偏好，且其後不論使用何種媒材均受到影響。然而，風格特徵的品質仍主要受到媒材影響，即便偏好已經轉變，當回歸使用原有媒材時，觀察者對作品特徵的感受依然偏向原有媒材的風格。

三、作品中佔整體尺度比例大、且視覺顯著性高的特殊造型，是影響風格辨識的最關鍵因素，其次才是媒材使用形成的關聯，作品設計時間的連續與否則非重要因素。

四、設計發展的過程中，不論使用傳統或電腦媒材，設計者皆有考量媒材特質的行為，其考量的媒材特質種類，至少包含媒材的圖形能力、構想呈現模式和設計運算能力三類。

五、使用傳統和電腦媒材，在設計發展過程認知行為與媒材的互動模式，具有共通和差異性，共通部份顯示認知與媒材的互動普遍存在且具有基礎模式，差異部份則顯示不同的媒材特質將對此互動模式造成影響。

5.2 研究限制

風格的議題向來不易被探討，除了對此主題的直接研究外，相關研究提及與其的關聯多僅是點到為止或者語帶模糊，因此本文以媒材使用的新觀點探討此議題，必然存在限制。以下依各部分研究，分別加以提出。

在案例研究部份，觀察的對象為建築師 Frank O. Gehry，雖與其有關的作品和文字資料豐富，然而其作品中的風格特徵僅部份已被評論家定義，因此觀察中有關作品造型的比較方面，為避免本文作者武斷地定義，而採引用相關文字中描述其作品的對立形容詞組進行評價。另外則是觀察作品的時間範圍和數量方面，除了 Gehry 設計生涯整體作品的瀏覽外，為了減少發展時間差異對風格變化的影響，選擇深入觀察的作品設計開始時間範圍以其改變使用媒材的前後十年為限，並僅選擇部份該期間內不同屬性的代表性作品，而未能涵蓋全部，若更全面地比較同時期作品應有助於提高觀察的說服力。

在辨識實驗部份，首先是作品的特徵方面，僅針對造型部分進行辨識，排除材料、顏色等因素。其次是實驗結果的呈現方面，為了避免設計領域或建築史的知識影響結果，選取的受測者皆無前述背景，因此要求受測者呈現結果時，非以作出明確的描述或者作出精細的相似程度評價的方式，而僅以要求其作直覺地分組判斷取代，此為考量受測者能力下的實驗設定，然不致影響實驗結果的分析。再次是受測者的數量方面，二組實驗各由十位受測者完成，未來若能以更多受測者參與實驗，可更降低個體差異的影響。最後則是結果的統計分析方面，限於本文作者未具有統計的背景，因此分析時涉及統計方式的部份，僅以百分比和平均值作比較，若能以更嚴謹的統計方式檢定，有助於確認結果的有效性。

在口語實驗部份，首先是觀察的媒材種類方面，雖實驗設定傳統媒材部份，受測者可選用實體模型為工具，然而實驗過程受測者並未採用，因此分析時無法觀察使用該媒材的行為。其次是媒材使用模式方面，為了盡量貼近受測者習慣的媒材混用模式，因此設計發展實驗部份，二組實驗設定的差異為電腦媒材使用的

限制與否，而非限制為純粹使用單一媒材的情況。再次則是結果分析的內容方面，以設計過程的資料為主，實驗產生的圖面文件部份，受限於風格特徵的定義困難，尤其是自由形體的部份，相關定義系統尚未完備，因此未能探討該部份。

5.3 研究重要性

本論文透過案例觀察和實驗方式，證實 Liu (1996) 的推測，確認設計作品外觀的風格特徵與使用媒材的關聯，並發現設計發展過程中形體圍塑的認知行為與媒材呈現特質的互動，為未來進一步整合媒材與風格領域的研究發展建立依據和基礎。

此外，透過本研究的發現，可作為評論家在未來進行風格特徵的觀察或者形成背景的探究時，加入媒材使用面向的考量依據，並可作為媒材發展、設計教育研究，及設計者發展個人風格時的參考。

5.4 未來研究建議



電腦媒材的出現，使設計者在空間的圍塑上獲得解放，產生自由、複雜而難以簡單幾何方式描述的型體造型。相應的空間描述尚缺乏定義系統，致相關研究涉及設計圖面中的視覺資料分析時難有客觀的基礎，因此針對自由形體造型的定義系統，亟待於未來的研究中發展。

多媒材 (multi-media) 設計環境的盛行，使設計工具的選擇和混用模式變得多樣。設計資訊在不同媒材間轉譯，如何影響設計想法的保留和發展，尚待後續研究中探討。此外，如何整合不同媒材的呈現特質優勢，運用於設計過程或者教育層面，亦是值得研究者思考的課題。

參考文獻

英文部分

- Ackerman J S, 1967**, A theory of style, *Aesthetic Inquiry: Essays on Art Criticism and the Philosophy of Art*, pp 54-66.
- Akin Ö, 1986**, *Psychology of Architectural Design*, Pion, London.
- Anderson J R, 1983**, *The architecture of cognition*, Harvard University Press, Cambridge.
- Chan C S, 1990**, Cognitive processes in architectural design problem solving, *Design Studies*, Vol. 11, pp 60-80.
- Chan C S, 1992**, Exploring individual style in design, *Environment and Planning B: Planning and Design*, Vol. 19, pp 503-523.
- Chan C S, 1993**, How an individual style is generated, *Environment and Planning B: Planning and Design*, Vol. 20, pp 391-423.
- Chan CS, 2000**, Can style be measured, *Design Studies*, Vol. 21, pp 277-291.
- Chan CS, 2001**, An examination of the forces that generate a style, *Design Studies*, Vol. 22, pp 319-346.
- Chen K and Owen Charles L, 1997**, Form language and style description, *Design studies*, Vol. 18, pp 249-274.
- Cleaver D G, 1985**, *Art: An Introduction*, Harcourt Brace Jovanovich, New York.
- Cross N, 1999**, Natural intelligence in design, *Design Studies*, Vol. 20, pp 25-39.
- Dorst K and Dijkhuis, 1995**, Comparing paradigms for describing design activity, *Design Studies*, vol. 16, no. 2, pp 261-274.
- Evans H M, 1982**, *An Invitation to Design*, Macmillan, New York.
- Finch M, 1974**, *Style in Art History*, Scarecrow Press, Metuchen, NJ.
- Fischer E, 1981**, *The Necessity of Art: A Marxist Approach*, Penguin Books, New York.
- Friedman M, 1999**, Gehry talks: architecture + process, Rizzoli, New York, pp 7-57.
- Gero J S and McNeill T, 1998**, An approach to the analysis of design protocols, *Design Studies*, Vol. 19, no. 1, pp 21-61.
- Goldschmidt G, 1991**, The dialectics of sketching, *Creativity Research Journal*, vol. 4, no. 2, pp 123-143.
- Goldschmidt G, 1994**, On visual design thinking: the vis kids of architecture, *Design Studies*, vol. 15, no. 2, pp 158-174.
- Gombrich E H, 1960**, *Art and Illusion*, Pantheon Books, New York.

- Gombrich E H, 1968**, Style. International Encyclopedia of the Social Science, pp 352-361.
- Goodman N, 1975**, The status of style in critical inquiry, Vol. 1.
- Greene T M, 1940**, The Art and the Art of Criticism, Princeton University Press, Princeton, NJ.
- Hanna R and Barber T, 2001**, An inquiry into computers in design: attitudes before-attitudes after, *Design Studies*, vol. 22, pp 255-281.
- Herbert D H, 1993**, Architecture Study Drawing, Van Nostrand Reinhold, New York.
- Jowett B, 1892**, The Dialogues of Plato, Oxford University Press.
- Karmiloff-Smith A, 1993**, Constraints on representational change: evidence from childrens drawing, *Cognition*, vol. 34, pp 57-83.
- Kubler G, 1979**, Towards a reductive theory of visual style, *The Concept of Style*, ED. B Lang, University of Pennsylvania Press, Philadelphia, pp 119-127.
- Laseau P, 1989**, Graphic Thinking for Architects and Designers, Van Nostrand Reinhold, New York.
- Lawson B, 1980**, How Designers Think, The Architectural Press, London.
- Lawson B, 1994**, Design in Mind, Butterworth Architecture, Oxford.
- Liu Y T, 1996**, Understanding Architecture in the Computer Era, Hu Publish, Taipei.
- Liu Y T, 1998**, Restructuring Shapes: Design Cognition and Computation, Proctor Publications.
- Liu Y T and Huang S Y, 2001**, Some phenomena of creativity in design with computer media, Proceedings of the 5th International Conference on Computational Models of Creative Design.
- Lloyd P, 1995**, Can concurrent verbalization reveal design cognition, *Design Studies*, vol. 16, pp 237-259.
- Lloyd P and Scott P, 1995**, Difference in similarity: Interpreting the architectural design process, *Environment and Planning B: Planning and Design*, vol. 22, pp 383-406.
- Mckim R H, 1980**, Experiences in visual thinking, Stanford, Wadsworth, Inc. Belmont, California.
- Meniru K, Rivard and Bedard C, 2003**, Specifications for computer-aided conceptual buildind design. *Design Studies*, vol. 24, pp 51-71.
- Meyer L B, 1979**, Toward a theory of style, *The Concept of Style*, ED. B Lang, University of Pennsylvania Press, Philadelphia, pp 3-44.
- Miller G A, 1956**, The magical number of seven, plus or minus two: some limits on our capacity for processing information, *Psychological review*, vol. 63, pp 79-81.

- Minsky, 1986**, The Society of Mind, Touch Stone Book, New York.
- Newton E, 1957**, Style and vision in art, Listener 57, pp 467-511.
- Norman D A, 1988**, The design of everyday thing, Perseus Books, pp 99-110.
- Oxman R M, 1995**, The reflective eye: visual reasoning in design, Visual Data-bases in Architecture, Averbury, Eng.
- Oxman R M, 1997**, Design by re-representation: a model of visual reasoning in design, Design Studies, vol. 18, pp 329-347.
- Parker D H, 1926**, The Analysis of Art, Yale University Press, New Haven, CT.
- Pipes A, 1990**, Drawing for 3-Dimentional Design: Concepts, illustration, presentation, London.
- Reynolds J, 1970**, Discourse 13, Problems in Aesthetics, pp 37-49.
- Rowe P G, 1987**, Design Thinking, MIT Press.
- Sasada T, 1999**, Computer graphic and design: presentation, design development, and conception, CAADRIA '99, Shanghai Scientific and Technological Literature Publishing House, Shanghai, China, pp 21-29
- Schapiro M, 1961**, Style, Aesthetics Today, ED. M Philipson, World Publishing, Cleveland, OH, pp 81-113.
- Schön D A and Wiggins G, 1992**, Kinds of seeing and their function in designing, Design Studies, vol. 13, pp 135-156.
- Scott G, 1980**, The Architecture of Humanism, The Architectural Press, London.
- Simon H A, 1975**, Style in design, Proceedings of the 2nd Annual Environmental Design Research Association Conference, pp 1-10.
- Simon H A, 1981**, The Sciences of the Artificial, 2nd ed., MIT Press, Cambridge, MA.
- Smithies K W, 1981**, Principles of Design in Architecture, Van Nostrand Reinhold, New York.
- Sparshott F E, 1965**, The Structure of Aesthetics, University of Toronto Press, Toronto.
- Suwa M, Purcell T and Gero J, 1998**, Macroscopic analysis of design processes based on a scheme for coding designers' cognitive actions, Design Studies, vol. 19, pp 455-483.
- Suwa M and Tversky B, 1996**, What architects see in their sketches: implication for design tools, Human Factors in Computing, ACM, Vancouver.
- Suwa M and Tversky B, 1997**, What do architects and students perceive in their design sketches? A protocol analysis, Design Studies, vol. 18, pp 385-403.
- Torossian A, 1937**, A Guide to Aesthetics, Stanford University Press, Stanford, CA.
- Weitz M, 1970**, Problems in Aesthetics, Macmillan, London.
- Whyte L L, 1961**, A scientific view of the 'creative energy' of man, Aesthetics Today,

- ED. M Philipson, World Publishing, Cleveland, OH, pp 349-374.
- Wollheim R, 1979**, Pictorial style: two views, The Concept of Style, ED. B Lang, University of Pennsylvania Press, Philadelphia, pp 129-145.
- Won P H, 2001**, The comparison between visual thinking using computer and conventional media in the concept generation stages of design, Automation in Construction, vol. 10, pp 319-325.
- Wong C H, 2000**, Some phenomena of design thinking in the concept generation stage using computer media, CAADRIA 2000, Singapore, pp 255-264.

中文部分

- 蕭坤安，1995**，以明式椅為例探討產品設計風格的操作，國立交通大學應用藝術研究所碩士論文，新竹。
- 賴宗德，1997**，建築設計呈現方式於建築形式上之初探，國立交通大學應用藝術研究所碩士論文，新竹。

