

國立交通大學
建築研究所碩士論文

同時使用傳統和數位媒材之設計創造力

Design Creativity by Using Conventional and Digital Media Simultaneously

研究生：陳姿汝

指導教授：劉育東

中華民國九十六年七月

同時使用傳統和數位媒材之設計創造力

Design Creativity by Using Conventional and Digital Media Simultaneously

研究生：陳姿汝

Student : Zi-Ru Chen

指導教授：劉育東

Advisor : Yu-Tung Liu

國立交通大學

建築研究所

碩士論文

A Thesis

Submitted to Graduate Institute of Architecture

College of Humanities and Social Sciences

National Chiao Tung University

in partial Fulfillment of the Requirements

for the Degree of

Master

in

Science of Architecture

July 2007

Hsinchu, Taiwan, Republic of China

中華民國九十六年七月

中文摘要

傳統和數位等不同媒材的使用，會有不同的設計思考問題，也會有不同的設計創造力激發，然而，多數先前研究只針對其中一種媒材進行討論，或是將二者分開來比較，而本研究探討的是增加對兩種媒材並用的設計過程的觀察，分析對設計創造力是否能夠激發出更多、更具創造力的思考。

本研究之過程分為兩步驟，第一步驟採用口語分析(protocol analysis)之「影音回溯法」(audio/video retrospection)作為實驗方法，共分為三組實驗，分別使用傳統媒材、數位媒材，以及傳統與數位媒材並用，作為此認知實驗的設計媒材工具，試圖了解設計者在使用單一媒材及使用二者媒材在概念發想階段的設計思考。其次，第二步驟為將步驟一所收集的三組資料進行分析，分析的過程包含三個步驟，將口語資料轉譯為文字資料(transcription)、分斷(segment)和編碼(encoding)。

研究結果得到同時使用傳統和數位媒材於概念草圖的設計過程中，對設計創造力的提升是有所幫助的。此研究之結果希望為設計創造力的激發提出一種可行的方式，也希望能應用至設計教育的創造力訓練上。

關鍵字：設計創造力、傳統媒材、數位媒材、概念草圖、口語分析

Abstract

From previous works, we know that the distinguishing characteristics of design media cause different influence on design creativity. However, the cognitive research about the application of conceptual sketches design by integrating both conventional and digital media simultaneously is absent. In this research, we would like to discuss that can it inspire more creative works if designers use conventional and digital media simultaneously as sketching media to generate conceptual sketches.

The research consists of two stages. At stage one, there are three experiments in a protocol analysis of audio/video retrospections. Three participants individually worked on a design task while drawing sketches by skilled in conventional media, digital media, and both conventional and digital media simultaneously as design tools. At stage two, the author analyzed the retrospective data of three experiments by transcription, segment, and encoding.

The results show that using conventional and digital media simultaneously comparing with only using individual media can help arouse the creative thinking of divergent production abilities and transformation abilities in the stage of conceptual sketches design. The findings may suggest that the integration of various design media provides one feasible ways to inspire creativity, which can apply to the design training of creativity on education and to the designer' s practical operation, but initiates more possibility of new media to assist design.

Keywords: design creativity, conceptual sketches, conventional and digital media, protocol analysis

謝誌

首先，對於劉育東老師至上的謝意，除了對我研究的指導外，在我發展論文的過程中，給予最高的信賴與鼓勵，也讓我在學術生涯的起點上，予以重要的啟發，讓我有足夠的信心，繼續向前。

也十分感謝侯君昊老師、簡聖芬老師和施宣光老師在口試過程中給予精闢的指正和寶貴的意見，讓我如同上了一堂課般，獲益良多。老師們和我討論論文的過程中，讓我重拾對研究的熱情，心中對老師們給予的意見只有感謝。

非常感謝花許多時間協助我研究實驗的大毛、于真和元琪，您們是此篇論文最重要的核心人物，由於你們的參與，才会有此論文的問世，我們也才能共同對設計領域的研究提出些許成果。

還有，逐漸熟稔、一起度過歡笑和淚水的九四級數位組同學們，郁鈞、文禮、婉寧、貞毓、映紅、紋君等等，天下雖無不散的筵席，我們卻有永遠的情誼，大家對我的鼓勵，讓我感懷銘心，希望有朝一日，我也能成為鼓勵別人的人。

最後，感謝家人在我最緊要關頭的時刻，予我無私的協助，唯有這些的幫助，才会有今天的成果。

最終，要感謝的人、事、物實在太多，要感謝學校的栽培，要感謝交大建築所給我的機會，感謝所有的一切，在這一路上有波折、有順遂、有無奈、有喜悅、有徬徨、也有堅持，一切的一切，我想，我只能「謝天」了吧！

此階段是我學術生涯的起始，也是我人生新的經歷，下一步會跨往哪裡，除了期待，卻有夠多的壓力，但未來不管走往何方，不管走了多遠，我定不忘最當初的自己，以最謙卑的心去學習，以最謙遜的態度去迎接所有的挑戰。

目錄

第一章 緒論	1
1.1 研究背景	1
1.2 研究問題與目標	2
1.3 研究方法與步驟	3
1.4 論文架構	3
第二章 文獻回顧	5
2.1 創造力在一般領域上的研究	5
2.2 創造力在設計上的研究	9
2.3 創造力在設計媒材(傳統和數位媒材)上的研究	13
第三章 口語分析實驗	16
3.1 研究方法選擇	16
3.2 口語分析實驗方式	18
3.3 實驗計畫說明	18
3.4 實驗過程與結果	26
第四章 實驗分析與結果	37
4.1 編碼系統	37
4.2 編碼結果與分析	48
第五章 結論與建議	58
5.1 結論	58
5.2 研究限制	59
5.3 研究貢獻	60
5.4 研究限制與未來研究之建議	61

參考文獻

個人簡歷

附錄

第一章 緒論

1.1 研究背景

「創造力」的研究一直以來為各領域所關心，而對於設計中的創造力，一直被視作有很大的相關性(Boden, 1991; Gero and Maher, 1993; Kim, 1990; Sternberg, 1988; Weisberg, 1986)，創造力即是打破舊有陳規，創造出不預期且具有價值的新事物(Gero, 1996)，而設計過程一般認為有五個階段，分析、構想設計、初期設計、細部設計和生產計劃，其中構想設計階段又被視為黑箱作業(Rowe, 1987)。另外，Mitchell(1993)指出草圖行為的圖形辨識，是創造力主要的來源。而藉由設計的創作過程，也能看出創造力的思考過程，更能藉此能對人類的創造力有所了解。

在設計的早期階段，草圖(sketch)和繪圖(drawing)是一個被大量使用，也是發展設計構想很重要的一環(Purcell and Gero, 1998)，而尚未將電腦使用於設計過程的時代，紙和筆所繪製的草圖，一直以來被研究者視為設計師用來構思想法的重要媒材，直到後來數位媒材的加入，對設計過程和行為皆造成了影響，有些研究者認為，對設計早期的認知構想展階段更開啟了另一天地，為設計領域帶來更多創新的可能(Chen, 2001; Manolya et al. 1998; Verstijnen et al., 1998; Lynn, 2001)。也因此，許多比較傳統和電腦媒材對設計的影響之研究也因應而生。

對於視覺空間特徵的感知、設計的組織關係、設計問題的產生和解決等，都會因傳統和數位等不同媒材的使用而有不同的設計思考問題(Bilda and Demirkan, 2003)。對於建築設計的概念發想階段，電腦輔助設計也漸漸於其中佔有很重要的角色，而目前已有愈來愈多的建築設計製作，大量使用電腦輔助，且已介入各個設計階段，尤其近年來更進入概念發想階段的層次(Sasada, 1999)，對於數位媒材的使用，已是設計創作中不可或缺的一項要素。而在草圖的概念構想過程中，傳統和數位媒材的使用，對創造力的激發，發起了各種不同的論點，媒材和設計創造力之間的密切相關，已是不容置疑。

1.2 研究問題與目標

設計者在創作過程中的早期階段，也就是概念發想階段，會使用大量的草圖(Purcell and Gero, 1998)，而草圖的使用，常會激發出更具創意之構想(Goldschmidt, 1994)。此相當於創造力過程當中的「啟發」階段，由此可知，設計的概念發想階段和創造過程有直接的相關性。另外，創造思考被視作將心中所想，轉換為視覺圖像的過程(Nagai et al., 2003)，而草圖是創造力激發的開始(Tversky, 1999)，因此，在草圖的繪製過程當中，包含了許多創造力的思考行為及過程，而研究顯示，手繪草圖已被支持與概念設計階段的創作有關(Verstijnen et al., 1998; Elsas van and Vergeest, 1998)，也就是說，藉由設計者對草圖增修與決定的過程中，能發現其對創造思考和問題解決的決策方向。

針對傳統和數位媒材在概念發想階段的研究上，傳統媒材對草圖之創造思考的影響，早已被證實其扮演著十分重要的角色(Goldschmidt, 1991; Schön and Wiggins, 1992; Goel, 1995; Suwa et al., 1998)；在數位媒材方面，近年來也有研究指出，電腦已介入概念發想階段，幫助設計者進行概念發展(Liu, 2001; Sasada, 1999)。而電腦媒材對於設計創造力的激發，傾向於其強大的運算能力、視覺回饋等媒材特性，被認為可用來從事創造性活動，對設計造成許多「非預期性」的創意結果(Boden, 1998; 黃淑雲, 2001)。

另外，數位工具對設計師於設計過程的應用，已成為一種不可或缺的媒材，而觀察設計師的設計行為，精熟傳統媒材和數位媒材操作的設計師們在概念發想階段中，大多會將二者媒材同時應用於草圖繪製過程中，不斷地藉此激發各種構想，有趣的是，在此過程中，設計師們並不察覺創造思考和設計媒材之間的關連，對於自己同時使用傳統和數位媒材來激發創造力這個現象，並無賦予特別的關注。而從過去研究上得知，傳統和數位媒材不同的媒材特性，對設計創造力會有不同的影響(Bilda and Demirkan, 2003)，然而，先前研究因為不同的問題與目的，只針對其中一種媒材進行討論，或是將二者分開來比較(如 Chen, 2001; Goldschmidt, 1991; Goel, 1995; Liu, 2001; Mitchell, 1993; Verstijnen et al., 1998)，而本研究欲增加對兩種媒材並用的設計過程進行探討，觀察對設計創造力會有何不同之影響。因此，本研究問題為，若是結合傳統和數位這兩種媒材同時應用於概念草圖的設計上，和只使用單一媒材相較，是否能夠激發出更多、更具創造力的思考？

而創造力是指從新的角度來看事物的能力，而不同的媒材使用，會對設計的過程產生不同程度的衝擊，也會引發設計者用不同的思考方式來進行創意的激發(Bai and Liu, 1998)，因此，對創意的思考也會有所不同，而隨著數位媒材在設計上的普及應用，已有許多設計者同時將傳統媒材和數位媒材用於概念草圖階段的設

計上，對設計創造力的影響更可能會有所不同，因此，本研究之目標為，探討「同時使用傳統和數位媒材於概念草圖的設計上，觀察對設計創造力之影響」，並和只使用一種媒材相較，提出異同點及一些設計現象，其主要是針對本研究之問題做初步的探討。而「同時使用」意指設計者在整個設計過程中，將傳統和數位媒材混合運用的情況。

1.3 研究方法與步驟

基於上節對於研究問題與目標的探討，本研究論文方法分為兩步驟來進行。

第一步驟，為了解同時使用傳統和數位媒材與只使用其中一種媒材對設計者之設計創造力的影響，本研究採口語分析(protocol analysis)之「影音回溯法」(audio/video retrospection)作為實驗方法，共分為三組實驗，分別使用傳統媒材、數位媒材，以及傳統與數位媒材並用，作為此認知實驗的設計媒材工具，試圖了解設計者在使用單一媒材及使用二者媒材在概念發想階段的設計思考。之後，配合實驗的設計內容及回溯過程，針對概念發想和設計媒材的運用等方向，向受測者進行一段簡短的訪談，主要輔助研究者更加瞭解設計者對設計過程的概念想法和設計媒材的使用看法(Suwa and Tversky, 1997; Won, 2001)。結束後，進行資料的收集，主要資料有受測者設計過程的影像資料和回溯過程的影音資料，並以實驗結束後的補充訪談作為輔助的資料。

第二步驟，將步驟一所收集的三組資料進行分析，分析的過程包含三個步驟，將口語資料轉譯為文字資料(transcription)、分斷(segment)和編碼(encoding)，編碼從斷句、內容導向的設計編碼系統(the design content-oriented coding scheme, DCOCS)和設計意圖的概念依據(conceptual dependency)這三大方向去整理分析，並討論結果。

1.4 論文架構

本論文架構分成五大章節來陳述研究內容。

第一章：說明本研究之背景、問題與目的，並提出研究方法與步驟之概要說明。

第二章：針對創造力、設計創造力以及設計媒材和創造力的關係此三大方向進行先前研究的回顧與探討，其中包括創造力在一般領域上和設計上的研究，以及設計媒材在創造力方面之研究發展。

第三章：設定實驗環境與程序，並收集三位受測者分別使用三組不同媒材在實驗

中之概念發展過程的資料。

第四章：建立編碼系統，將實驗過程中的口語資料轉譯為文字資料，並予以分斷，進行編碼分析，並討論分析結果。

第五章：整合研究結果提出結論，並說明研究限制、研究貢獻和未來後續發展之議題。



第二章 文獻回顧

本章主要依據前章所述之問題與目標分別就創造力、設計創造力以及設計媒材和創造力的關係三大方向進行先前研究的回顧與探討，創造力的探討包括對其之定義、創造力的產生及一般領域的研究；設計創造力主要為創造力關於設計領域上的研究，其中包含草圖對設計創造力所扮演的角色等；設計媒材和創造力的關係主要針對近年來電腦媒材在設計應用上的發展，以及對創造力造成的各種影響，並和行之已久的傳統媒材做比較之相關研究。

2.1 創造力在一般領域上的研究

2.1.1 創造力：善變的概念

創造力的一個很重要的關鍵便是需在一個主題上有所變化(Minsky, 1987)。而「創造力究竟是什麼？」直至目前為止，還沒有一個大眾普遍接受關於創造力的定義，就連大英百科全書對創造力的解釋也不過是一句極為隱晦的話：「創造力：創新的能力」。而所謂創新，可以是提出解決問題的新途徑，完成一項新設計或新方法，或是創造一種新的藝術形式等。Weisberg(1986)也認為創造力是另一種解決問題的形式，主要是在於人們對於一個問題狀態的理解程度，而問題解決的過程是循序漸進的，很少有跳躍性的觀點或是看法。

從認知研究的觀點來看，創造力被認為是一種特殊的搜尋及問題解決行為，並提出四種符合創造力的條件，第一，思考的結果是新奇且對思考者或文化而言是有價值的；第二，需是非傳統的思考；第三，要有高度動機及持續性；第四，問題初始狀態是定義不良的，必須有系統的陳述問題本身(Newell et al., 1962)。此外，Simon(1996)也認為整個創造力過程不單只是以新奇、異於尋常、持久性及具爭論性的角度探討問題的形成，並且需探索及檢驗更多的替選方案，從中發現具有創造力的解決方案。Lawson(1979)更將產生創造力的策略分成二種：定義問題導向(problem focused)和解決方案導向(solution focused)，並指出以設計問題而言，在解決方案導向策略中所產生的方案較具獨特性，因此，解決方案導向的策略將會

是設計行為中主要的策略。

另外，Csikszentmihalyi(1996)認為所謂的創造力指的是新且有價值的理念或行動，然而，創造力並非在人們的腦中發生，而是在個人的思維、領域的專業知識與社會文化背景互動的結果。創造力是改變既有領域，或是將既有領域轉變成新領域的任何作為、理念或產品。

2.1.2 創造力的過程

Weisberg(1986)指出，在創造力的過程中，人們會不斷地修改之前的設計構想，最後找到解決方案。而 Wallas(1962)也提出形成創造力的四個階段或步驟，第一個階段為累積階段(preparation)，第二個階段為孵化(或深思熟慮)階段(incubation)，第三個突然找到解決方案的階段為啟發階段(illumination)，最後，第四個階段為驗證階段(verification)，驗證階段為將解決方案具體化，並檢查它的錯誤和實用性的階段；然而，這四個階段並非依照一定的順序發生，而是會反覆地產生，而且階段之間轉移的能力，在整個創造力的過程中是最重要的能力。同樣的，Liu(2001)與 Lynn 的對話中也談到，一個人要不斷地專精於某一個系統，直到他成功地掌握其要領，也就是說，當設計者專精於其中，直到一切變的清楚的那一刻，創造力才有可能發生。之後，Csikszentmihalyi(1996)建議把 Weisberg 的四個階段，增加了第五個階段，精心製作階段(elaboration)，除了前面所提的四個階段，有創造力的設計師同時要花最多的時間及最大的心力，才能形成有創造力的作品。

另外，Getzels 和 Csikszentmihalyi(1976)提出一個非常重要的概念，即在累積階段之前，再加一個階段：發現或想出問題的初步階段，他們指出，創造力不僅僅是解決那種已經存在或不斷在人類生活中出現的問題。有創造力的人經常積極地尋求並發現那些別人還沒有察覺到的問題，並加以解決。就像 Einstein 和 Infeld(1938)及 Wertheimer(1959)所說，提出一個有效的問題，本身就是一種有創造力的行為。

因此，由先前研究的累積，我們得到了創造過程的大致結構：1.初步靈感；2.累積；3.孵化；4.啟發；5.驗證；6.精心製作。這些階段中的每一個階段都可能占用不同的時間長度，而且它們的時間長度有可能有無限種變化，只有啟發階段在每一個個案中都是簡短的(Edwards, 1986)。

Guilford(1968)指出創造力的認知行為是一個很獨特的過程，包含二個主要的認知過程：發散構思的能力(divergent production abilities)，及轉換構思的能力(transformation abilities)。發散構思的能力在創造力的過程中是相當重要的，Guilford

認為發散構思的能力是具有多樣性，其可以對一個問題產生多樣的解決方案，或是能對一個字產生許多的聯想，也就是說，發散的思考是從不同的方向來進行問題的思考，另外，轉換構想的能力是將已知的知識轉換或是修改後，放入新的問題環境，在此過程中最重要的是有彈性的辨識及突破舊有的組合，也就是能夠重新排序、重新定義，或者是重新詮釋已知的知識，以不同於往的方法，產生新的方案來解決問題。

Sternberg and Davidson(1982)也提出了三種創造力過程中的認知行為，其一，選擇性的編碼(selective encoding)，就是在不相關的資訊中區別出相關可用的資訊；其二，選擇性的組合(selective combination)，為整合獨立且無關係的資訊；其三，選擇性的比較(selective comparison)，為將新的資訊和舊有的資訊加以整合比較，而這三種知識形成了創造力過程中的洞察階段(insights)，也就是前述的啟發階段。

2.1.3 各領域的創造力概述

關於創造力的研究，在許多領域已實行已久，也影響著之後對於新領域有關創造力的研究。而在心理動力學方面，Freud(1912)認為，創造力是現實意識與潛意識的驅力之間一種緊張狀態所產生的，根據此觀點，Freud提出作家和藝術家的創作就是以公眾能接受的方式，來表現他們潛意識裡的願望。Freud(1910)也針對著名創意人，如 Leonardo da Vinci 進行個案研究，以支持這些論點。

在心理計量學方面，Torrance(1974)發展出「陶倫斯創造思考測驗」(torrance tests of creative thinking, TTCT)，這些測驗是由一些比較簡單的詞彙和圖形所組成，包括擴散性思考和問題解決技能，該測驗的分數可分成思考的流暢性(flucency, F)、思考的變通性(flexibility, FI)、思考的獨創性(originality, Or)和思考的精密性(elaboration, EI)等。然而，此心理計量方式產生了正面和負面的影響，以正向影響而言，這些測驗讓研究者得以藉由實施簡易，又可以客觀計分的評量工具來進行，更重要的是可以採用一般大眾作為樣本；以負面影響而言，首先，認為簡單的紙筆工具只是膚淺、不充分的創造力量尺(Sternberg, 1986)，應該還要加入真正的繪畫或寫作等更有意義的產品樣本，再者，流暢性、變通性、獨創性和精密性等分數，並不能真正涵蓋創造力的概念(Amabile, 1983)。而創造力的定義和判定仍是一個飽受爭議的主題。

在認知取向方面，Finke 等人(1992)認為，創造思考有兩個主要的處理階段：生產階段(generative phase)和探索階段(exploratory phase)，提出「生產探索模型」(geneplore model)，此為人類創造性程序的認知模型。在生產階段，個人建構心理

表徵以作為創新發明前的狀態(preinventive structures)，這些心理表徵具有可以激發創造性發現的性質，至探索階段，這些性質則被用來生產創意。從認知科學上，創作者的認知行為在整個創作過程中，扮演相當重要的角色，Weisberg(1986, 1993)提出所謂的創造力就是以平常的認知行為過程中，產生出獨特的結果。Newell(1962)和 Getzel(1976)等人從設計的角度探討人類內在思考的架構，認為發現問題與解決問題和創造力有關，至此，將創造力置於設計領域的研究逐漸增加。

另外，社會人格取向與認知取向是同時發展的，著重在把人格變項、動機變項以及社會文化環境等視為創造力的來源。經由相關研究發現，目前已有許多可能與創造力有關的人格特質，這些特質包括獨立判斷(independence of judgment)、自信(self-confidence)、受複雜吸引(attraction to complexity)、審美取向(aesthetic orientation)，以及冒險(risk taking)等(Amabile, 1983, Barron, 1968, 1969; Gough, 1979; MacKinnon, 1965)。Rogers(1954)指出，當個人具有動機，並獲得支持與非評價的環境所激勵時，即可傾向自我實現。創造力可能不僅需要動機而已，也需要產生動機。社會和創造力之間的關係，也是一個相當活躍的研究領域，從社會的層面切入，顯示從古至今各個不同文化中的名人之創造力水平，都與文化多樣性、戰爭、是否有角色楷模、是否擁有資源(如資金的支持等)，以及在其領域中是否有許多競爭者等環境變項都有關聯(Simonton, 1984, 1988, 1994a, 1994b)。此外，跨文化比較研究(Lubart, 1990a)以及人種誌個案研究(Maduro, 1976; Silver, 1981)，也都顯示創造力的表現具有文化的變異性。

然而，近期的創造力研究假定，必須整合多元要素才能導致創造力發生(Amabile, 1996; Csikszentmihalyi, 1988; Gardner, 1993; Sternberg, 1996; Sternberg and Lubart, 1991, 1995; Weisberg, 1993)。Amabile(1983)指出，創造力是匯合「內在動機」、「領域相關的知識和能力」，以及「創造力相關技能」這三項要件之後，所產生的結果。另外一種匯合理論是由 Sternberg 和 Lubart(1992, 1995, 1996)所提出的創造力「投資理論」(investment theory)，根據這個理論，有創意的人就是願意並能夠在觀念世界裡「買低賣高」的人。買低，意指找到未知的觀念，或不受青睞但又深具成長潛能的觀念，通常這些觀念浮現時，往往會遭受抗拒，然而，有創意的人在這些抗拒之前仍能堅持面對，最後並以高價賣出，然後再朝向下一個新的或不受青睞的觀念邁進。總之，匯合理論為創造力的多樣性得以提出解釋(Lubart, 1994b)。Gardner(1998)即說明創造力是解決問題或製造產品的能力，受到一種或多種文化的控制，從個人以下的神經網路生物學，到個人內在心智與符號的認知研究，進而到非個人、社會性的心理學分析，以及多人整體文化環境的肯定，創造力不只是人類心智活動的內在過程，而是多人衍生出來的智慧型態(Gardner, 1993)。

綜合各領域對於創造力的看法，皆有一些共同的判斷標準，能見前人所未見、不可預期、新穎、獨特、適宜和有價值等(Boden, 1998; Gero, 1996; Lubart, 1994b)，然而縱然如此，其實對創造力的思考仍未有真正的標準答案。

2.2 創造力在設計上的研究

2.2.1 設計和創造力

對於設計的觀點，Cross(1999)認為設計的能力是人類本能(natural intelligence)的一部份，此能力是天生並廣泛地存在於每一人當中。Simon(1996)認為設計科學是對人類的專門研究，而不只是那些受過教育的人之主要訓練。而設計是有關於作品的創作，而此作品是為了達到人們的目標所產生的系統(Atwood et al., 2002)，Simon(1996)也提出，設計就要是創造一個比目前更好的局面，這也是專業訓練的核心及區別專業和技術的主要指標。Gero(1996)將設計視為具有目的性的、有其限制的、決策、探索和學習的活動。而設計過程一般認為有五個階段，分析、構想設計、初期設計、細部設計和生產計劃(Cross, 1989)，其中，概念發想階段指的是提出暫時性解答概念之行為(Jones, 1992)，行為學派和完形心理學派將此階段的心智歷程視為「黑箱」(black box)作業(Rowe, 1987)。

設計過程中的創造力，其主要特徵為「有意義且重要事件的發生」(the occurrence of a significant event)，也被稱為做「創造性跳躍」(creative leap)，而這樣事件的發生有時是突然出現的，設計者忽然認知到有意義的新事物，然而，通常都是事後回顧或是觀察者觀察其設計過程時，才發現並指出這個重要概念的出現時機(Dorst and Cross, 2001)。設計思考就如同創造力思考過程一樣，創造思考過程在轉換和心中一致的視覺圖像之目標描述時，需一個高抽象的層次，而研究顯示，研究設計思考對人類創造力的了解有所幫助(Nagai et al., 2003)。而 Finke 等人(1992)著重於創造認知結構的研究，利用各領域科學發明和創新的方式得到創造性思考，他們將重點放在藝術品的外型呈現和結果，發現其與設計思考高度相關。且 Sparshott(1965)也認為創造力的過程是被定義為任何產生藝術作品的過程。

設計被視為是一種「看—動—看」(seeing-moving-seeing)的過程，在此過程中設計師會針對自己可以辨識的資訊進行對話，同時強調使用草圖和設計者本身或是他人溝通時的重要性(Schön and Wiggins, 1992)。其中「看」又可分為幾種類型：對紙上的圖形進行視覺上的理解(visual apprehension)、對設計品質進行鑑賞性的判斷；對空間型態的理解。Goldschmidt(1994)也提出建築師的思考過程有時是從一些亂畫的草稿開始的，此與他們的視覺思考概念有所關聯。

而在設計者在概念發想過程中，會有一些不被預期的發現發生，此發現是透過設計著本身具有的知識之沉默元素為中介(Suwa et al., 2000)。然而，創造力並不只是在設計過程或結果中有新的概念想法或東西(something new)的產生，而需是在過程中的發生是有其必要性，因而產生不預期性和具有價值的新事物，且此新的結果仍是可被理解的(Gero, 1996)。Noguchi(1999)認為設計思考過程可被視作將描述轉換成一致的視覺影像之過程，並著重此轉換過程如何影響著創造思考過程。由以上敘述可知，關於創造力的設計思考大部分在設計的前期過程中產生，即為構想發展階段，而設計創造力就潛藏於其中。

2.2.2 草圖對設計創造力的意義

在設計的早期階段，會使用大量的草圖(sketch)和繪圖(drawing)於設計實作中(Purcell and Gero, 1998)。而草圖能幫助設計者去思考出更多的具體方案(Suwa and Tversky, 1997)。草圖不但是設計認知過程中的外在具體化的呈現(Suwa and Tversky, 1997)，同時它也提供設計師一個視覺空間線索(Goldschmidt, 1991)。草圖也像設計工具一樣，能夠激發設計者對其作品創意程度的增長，且具有刺激設計者思考產生新的資訊及擴大心像(mental image)的功能(Goldschmidt, 1994)，可見草圖和繪圖對設計早期的概念發想的重要性。且草圖是設計師最熟悉且最容易取得的設計媒材，設計師透過草圖來協助設計的進行，包括協助延伸設計者的記憶、推論、問題解決，以及對問題的理解，更重要的是可以提供設計師視覺上的刺激進而產生新構想(Kavakli et al., 1998; Suwa and Tversky, 1997)。近來許多研究發現，由於草圖能快速呈現心中構想，認為草圖是設計行為中最重要且最具有創造力的階段，進而探討草圖行為的結構(Verstijnen et al., 1998; Herbert, 1988; Kavakli et al., 1998; McGown et al., 1998; Purcell and Gero, 1998; Schenk, 1991)。

Akin(1978)也提出，「草圖」是構成設計整體所必須的，草圖能夠幫助設計者修正構想及獲得其菁華，以致能整合概念和幫助問題的解決，草圖就像對許多替代方案進行視覺搜尋一樣，去探討設計創造思考。在設計的早期構想階段中，結構不明的草圖(sketch)指的是設計者在設計初期之手繪線條(freehand drawing)，其功能是用以捕捉存在於設計者腦中隱含不明的形體與空間(Kavakli et al., 1998)。而其中，設計草圖中模糊的部份，也被視作創造過程一個主要影響的因素(Liu, 1998)。因此，產生許多探討設計早期的概念發想階段與草圖在其中所扮演之角色的相關研究。

Schön (1987)談到，設計活動就像是行為的反應過程(a reflection-in-action process)，Goldschmidt(1991, 1992, 1994)提出「看起來像」(seeing as)和「看到」(seeing

that)的觀點來解釋設計的理由，「看起來像」與草圖是直接相關的，設計者會從繪圖過程中，會透過視覺認知來重新詮釋，或找尋在長期記憶中所儲存的相關圖像，進而出現重新詮釋或引發預期外的設計議題。徒手繪的草圖之設計活動在設計者的辨證過程中，一再被強調是一個必要的媒材(Goldschmidt, 1991; Schön and Wiggins, 1992; Goel, 1995)。Mitchell (1993)指出草圖行為的圖形辨識是創造力主要的來源，並指出一個具有創造力的電腦系統，應該先探討設計師的草圖行為，才能形成創造力的電腦系統。Suwa 等人(2000)透過瞭解設計者的感知行為來定義草圖中非預期發現的情形(unexpected discovery)，在其研究中，設計者在概念階段時的設計行為，是在非預期的發現以及探索新議題或需求中交互刺激循環的過程，也就是說，設計者透過感知與草圖之間產生互動的過程中，非預期性的發現會導致新議題或需求的產生，相對的，議題或需求的產生也是造成另一次非預期發現的機制。

而大部份的研究主要都針對手繪草圖去分析設計行為，當然，以數位為媒材的草圖也有被談到，但是較少將二者放在一起比較(Bilda and Demirkan, 2003)，這是因為手繪草圖幾乎被視作設計思考的主要媒材，而數位草圖尚未被支持對概念設計階段的創作有關(Verstijnen et al., 1998; Elsas van and Vergeest, 1998)。但Madrazo(1999)的研究指出，數位的視覺呈現，能夠對形體有更好的了解，對視覺思考是有所幫助的。而從研究中，一再證明草圖對整個設計創造力的重要性，而若能在繪製草圖階段，給予最寬廣的創造力激發，定對整體設計創造力之提升有正面的影響。

2.2.3 設計領域的創造力概述

Simon(1975)認為能夠整合各方解決問題的豐富性，即是設計創造力的特徵。Newell 等人(1962)強調，首先，它必須是「獨特地問題解決行為」，而此種解決方案能獲得令人滿意的情況，即稱為「創造力」。此外，在整個創造力的歷程，除了以新的角度探討問題的形成，還要不斷的探索及檢驗更多的替選方案，並從中發現具有創造力的解決方式(Simon, 1996)，其也被定義為結構不良的問題解決過程(ill-structured problem solving process)，並提出將問題分解出目標和子目標，然後針對部分子目標去尋求答案，且進一步地說明，子目標之間相互關係的檢測，能夠了解設計者決策的過程(Simon, 1973)。

相對於 Simon，心理學家 Csikszentmihalyi 則跳開「創造力是什麼？」這個問題，轉而提出「創造力在哪裡？」，Csikszentmihalyi(1988a, 1988b)提出他三點觀察：1.依據 Einstein 和 Infeld(1938)對科學發現的觀點，對於創造力的主要論點是「發現

問題」(problem-finding)，而不是解決問題(problem-solving)；2.依據 Getzel(1964)對於已發現問題的解決、問題、方法和正確的解決方案之解釋，其皆尚未為人所知曉；3.承認這是有創造力的解決方式，並向他人證明之，第三點是創造力最困難的部份。Csikszentmihalyi(1988)認為，「創造力」不能被單獨定義，而必須整體考量「個人」、「社會」和「文化」所交織的系統脈絡。一個作品具創造力的原因，並不是創作者創造一個自認有創意的作品即可，而是學門社群當中，至少有部份守門人(gate-keeper)肯定了他的作品，認定此作品具有創造力，這樣的作品才得以保存在此領域，成為文化遺產。

之後，Liu(2000)認為創造力除了尋求獨特的解決方案外，需結合Csikszentmihalyi(1986, 1988)關於社會文化的創造力模型，提出一個創造力的雙重衍生和測試模型(dual generate-and-test model of creativity)(圖 2-1)，其提出在個人方面，具創造力的個體在發現問題，解決問題過程中，不斷地循環測試，檢驗是否具備創造力，而知識領域是支援個人創造力所必備條件，當個人創造力要提高至社會文化方面時，則必須獲得此領域之專業人士的認同，當個人創造力通過社會文化的認同時，才可將此創造力納入既有的知識領域系統中。

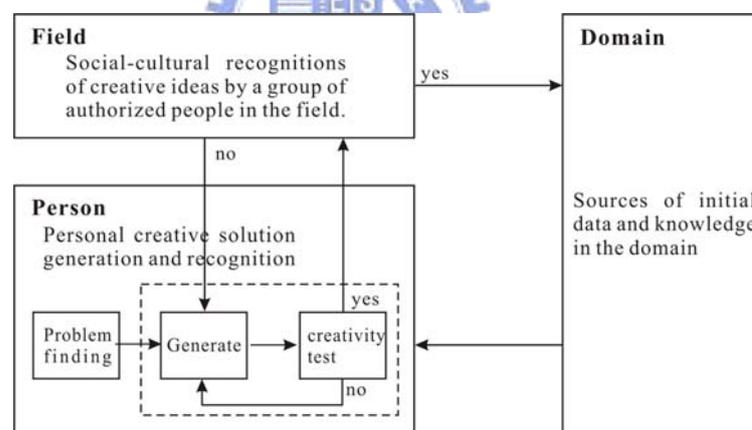


圖 2-1 創造力的雙重衍生和測試模型(取自 Liu, 2000)

Gero(1995)認為創造力和設計就如同一種電腦探索形式的概念，包含定義空間和探索，這些圖像提供一種描述研究過程的機會，並浮現不同圖形不斷被改造的過程，也就是創造的過程，而設計創造力是在對現有的事物，產生新的架構、新的單元物件，或是新的組合方式，從改變設計原型的角度，提出了一些可以產生創造力作品的方法：包含結合(combination)、突變(mutation)、類比(analogy)及設計原理(first principles)(Rosenman and Gero, 1993)。Cross(1997)也認為基於設計原型所浮現出的其他子型，也有可能是創造力的來源。

2.3 創造力在設計媒材(傳統和電腦媒材)上的研究

2.3.1 傳統和電腦媒材在設計上的發展

設計中的繪圖行為被認為是一種能刺激及發展設計創造力的行為，在這些繪圖行為中，模糊而不具結構性的草圖被視為是影響設計創造力的關鍵因素(Purcell and Gero, 1998; Verstijnen et al., 1998, Goldschmidt, 1994)。而在電腦尚未發明之前的設計媒材，大都是用筆和紙等傳統媒材繪製的手繪草圖，直至電腦出現，也經過一段時間的發展，直至 Turing 在 1950 年提出的「電腦可以思考嗎？」(can computer think?)揭開了人們對於「人工智慧」(artificial intelligence, AI)的探索，積極地從認知科學的角度來瞭解人們是如何思考，進而應用到電腦科學的研究中，產生可模擬人們思考的電腦系統。人工智慧在設計領域的發展過程中，也藉由瞭解設計師的行為，產生可運用設計知識的電腦系統—造型文法(shape grammar)、知識基礎系統(knowledge-based system)、專家系統(expert system)、神經網路(neural network)，甚至創造力電腦系統來模擬設計師產生設計構想的行為及結果(Gero and Maher, 1993; Coyne et al., 1993; Saunders and Gero, 2001; Fischer, 2001)。至此，才開始探討數位媒材在設計思考中的角色和應用，也擴及到數位媒材對設計創造力的可能性。

在電腦媒材介入設計後，電腦輔助設計的產生對於整個設計過程產生了多面向的衝擊，近年來，許多有關創造力的研究擴展到設計運算的領域，試圖探討以電腦從事創造性活動的可能性(Gero and Maher, 1993; Mitchell, 1993; Gero, 1996, 2000; Boden, 1998)。由於電腦具有優於傳統媒材的特點，如強大的運算能力，記憶容量和視覺回饋功能等，被認為可用來從事創造性活動，且為刺激創造力的來源之一(Boden, 1998)。

在 1990 年代，電腦已被確定成為設計工具的一員，且對於傳統設計，開始影響著設計者的思考過程(Mitchell and Malcolm, 1995)。而許多研究者也開始探討電腦在設計上所扮演的角色，及未來可能的發展，尤其是針對電腦對設計過程所能提供的協助上(Elsas & Vergeest, 1998; Gross, 1996)。Sasada(1999)認為電腦是一種強而有力的媒材，在設計上可分為三個層次的應用，早期被視作設計表現的工具，由於製作費時，無法協助設計決策，僅作為工具的應用，後來成為設計發展的媒材，進入了設計思考的層面，設計師可將電腦特殊的能力直接運用到設計中，並可藉由其所扮演之溝通、評價、表現等角色協助做成設計決策，近年來更進一步發展至介入概念階段，協助人類非電腦便無法產生之設計構想，或間接協助設計者獲得構想，電腦在設計中的應用，已逐漸接近設計核心。

另外，Elsas 和 Vergeest(1998)在其電腦輔助發展系統(computer aided conceptual design, CACD)的研究中，指出早期階段使用電腦輔助設計之優勢有：第

一、能增進或改善設計概念的品質；第二、允許設計替選方案的快速產生；第三、提供更好的溝通以及評估之平台；第四、早期之設計決定會對最終設計成本有巨大的影響，使用電腦輔助概念設計能避免昂貴的錯誤決定等。這類研究大多著重於電腦系統的開發，試圖發展出運算式的繪圖環境，以求得電腦與草圖的直接關係，讓設計師在構想發展階段即能利用電腦廣泛進行草圖測試(Gross, 1996; van Dilk, 1995; Elsas and Vergeest, 1998)。

近來人們對於電腦科技漸漸有了更深入的了解，也發現到資訊科技真正的重要性並非在於它的生產力，而在於其創造力，在於開創新局的可能(Liu, 2001)。而傳統和數位媒材對設計的影響，也勢必對設計創造力帶來一些變化。

2.3.2 設計媒材關於創造力的研究

媒材與創造力有絕對相關的關係，所使用的工具是影響藝術設計的重要因素，而數位科技與創造力訓練，的確具備有補足人類創造性思考的能力(Mitchell, 2003)。不同的設計媒材代表著不同的設計進行方式，也會有不同的設計思考，同時也會對於設計的過程產生不同程度的衝擊(Bai and Liu, 1998)。而設計媒材被定義為讓設計者心中的創意發想實現的環境(Bilda and Demirkan, 2003)。

在設計的早期階段，尚未將電腦使用於設計過程的時代，紙和筆所繪製的草圖，一直以來被研究者視為設計師用來構思想法的重要媒材(Goldschmidt, 1991; Schön and Wiggins, 1992; Goel, 1995)，直到後來數位工具的加入，對設計過程和行為皆造成了影響，有些研究者認為，對設計早期的認知構想展階段更開啟了另一天地，為設計領域帶來更多創新的可能(Chen, 2001; Manolya et al. 1998; Verstijnen et al., 1998; Lynn, 2001)。也因此，許多比較傳統和數位媒材對設計的影響之研究也因應而生。

Wong(2000)觀察到傳統和電腦媒材在設計程序上的差異，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。Won(2001)以視覺思考為主題，發現在設計構想階段，傳統和電腦這兩種媒材皆存在視覺思考的行為，然而使用電腦媒材時，設計者會有較多的「想像」(image)和「看起來像」(seeing as)的行為，並且會較注意細部與整體性之間的完整性。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功能能主動刺激設計者從中發現新的概念、想法和修正錯誤。

Chen(2001)認為使用電腦媒材在創造力上，更有彈性和獨創性，電腦媒材的使用是需要輸入一些數值，設計者會在輸入一個錯誤的數值後，意外得到一個新的設計概念，和在紙張上的傳統操作是不同的。電腦是可以加強設計者的創造潛力

之設計媒材，運用傳統方法所繪製的草圖，其所提供的資訊是已知的，但是將資料輸入電腦後，所獲得的資訊是未知的，有時更會得到令人驚豔的結果。Marx(2000)指出電腦媒材加強視覺化及立即地回饋的優點，相較於傳統媒材，能夠更頻繁地整合設計者心中的圖像。Hanna and Barber(2001)探討以電腦為唯一設計媒材對設計行為的影響，認為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，其特有的能力對許多設計過程有深層的影響。

又如繪圖是在其表面著色，但是數位圖像是用二進位數字的二維陣列之方式，存於電腦記憶體中，陣列上的每一個顏色都是像素代表，而當每一像素的資訊增加，設計者對其控制的機會也就會增加。當你使用電腦輔助軟體去創作時，某些成果是有效率且便宜的，此於設計構想階段是非常有益的，且能產生出許多的作品(Mitchell, 1998)。Lynn(2001)認為以電腦為媒材，藉由控制系統呈現新的設計方式、新形式及新的構想，這都是創造力的來源。

但 Bilda 和 Demirkan(2003)認為電腦所提供的環境，讓設計者花太多的時間在檢查屬性、特徵和其組織關係上，因此設計也偏向這方面去思考，設計者需要去估算一些數值，以完成心中所想像的圖形，此原因使的數位媒材的思考變得耗時，設計者必須在概念發想階段處理這些屬性。而電腦輔助軟體的僵化，使得設計者無法像使用傳統媒材般，熟悉地快速畫出草稿，這些對設計創造思考都會有所影響。而使用傳統媒材，設計者的想法會轉換地更加頻繁(Goel, 1995)。目前的電腦輔助軟體通常依據「繪圖然後修改的原則」(draw and then modify's principle)來操作，觀察設計行為，使用數位媒材的「修改」的行為較頻繁(Bilda and Demirkan, 2003)。

Bilda 和 Demirkan(2003)的研究顯示，對於視覺空間特徵的感知、設計的組織關係、設計問題的產生和解決等，傳統媒材相對於數位媒材在概念發想階段，都顯的更有效率。雖然數位媒材似乎對概念發想階段有其不方便之處，但這和個人對媒材的使用習慣和軟體的流暢度有關，且不同的媒材特質，對設計創造力也會有不同的啟發。

不同的媒材，對設計者所能影響的設計思考會有所不同，而已有一些研究針對數位媒材對設計創造力的研究，但對二者之間的比較仍過於片面，且只著重在使用者操作的層面上，所以去探討傳統媒材和數位媒材對設計者設計創造的思考是必要的，也需要建立一個架構去整合這兩種媒材，讓設計者能夠充分運用各種媒材特性所能提供的設計思考，並讓設計創造力有更大的揮灑空間。

第三章 口語分析實驗

本研究主要是要觀察設計者在使用傳統和數位媒材時，對於創造力產生之影響，而基於概念發想中的草圖是最重要且最具創造力的階段(Purcell and Gero, 1998; Goldschmidt, 1994)，因此，本研究專注於設計過程中的草圖構想階段之資料收集與分析，而草圖即為在設計的早期階段之產物，並與創造力的思考極為相關。而本研究依先前研究對草圖的解釋，將草圖定義為，決定最終設計結果前的所有概念繪圖，不論是概念初期未具體成形、尚看不出結果的繪圖，或是概念確定後，所做更進一步的描繪，較具雛形的繪圖，只要是非最終結果所呈現的完成圖，皆視為草圖，因為在非最終結果的繪圖上，設計者都有可能從中獲得新的構想，或得到對某部份的細節或全部做調整的機會。



3.1 研究方法選擇

Cross(1999)針對設計思考這四十多年來的發展，整理出五種曾被使用過的研究方法，包含設計師訪談(interviews with designers)、觀察與案例研究(observations and case studies)、口語研究(protocol studies)、反應與理論化(reflection and theorizing)及模擬測試(simulation trials)，其中設計師訪談、觀察與案例研究和口語研究之研究方式，皆牽涉到設計者的思考和設計任務之間的關係，適合藉由分析一件設計作品的完成過程或從設計者的描述當中，了解到設計過程的概念思考發展狀況。

而本研究主要是探討設計媒材和概念草圖之間的創造力關係，然而，在概念發想的創作過程中，設計者操作設計媒材於概念草圖時，對於手中傳統或數位媒材的使用，通常未給予過多的關注，也較少思考媒材對創造思考的影響，因此，若希冀設計者能感知媒材和創造力之間的關係並明確表達，可能會有以下之困難：

- 在設計過程中，設計師一般對設計媒材缺乏關注

專家設計師在設計過程中，眼、手、腦之間互動頻繁，通常不會察覺手中所操作的設計工具，大多時候會無意識地更換適合繪製此時概念的設計媒材，

由於平常設計者在設計的過程中，並未過多的思考有關於設計媒材的問題，除非此位設計者具備足夠的背景知識，若直接訪問設計者相關問題，可能會不易得到多面向且深入的回答。

- 設計師對於設計媒材選用的原因通常沒有給予太大的思考

當設計者選用傳統媒材、數位媒材或二者皆用時，其於概念草圖繪製的時機，可能是基於當時情境的便利性、對於設計案例的適切性等，而有更多的時候，設計者本身也未考慮過此問題，若要求設計者回想並將此三種情境分開討論，可能會讓設計者造成混淆，而無法正確反映問題。

- 大部分設計師認為創造力的表現是個人風格

專家設計師在創作過程中，對於創造力的激發，大多認為是受設計者個人之影響，而媒材對其之影響，通常不會直接察覺，甚至不予認同，若要探討媒材和創造力之間的關係，可能設計者會因不贊同而有非真實情況的回答，也容易覺得創意多是自身想法的激發而來，而缺乏思考設計媒材對於創意思考的可能性，且不同的媒材之使用，對創造力的影響可能差異極為細微，一般設計者大多也只能回答些許顯而易見的差別，若要從設計者的經驗回想中獲得更為明確且深入的區別，是十分困難的。

因此，若使用設計師訪談的研究方式，可能會遇到以上之困境，而無法收集到客觀、正確的研究資料。而觀察與案例研究之研究方式通常著重在某一特別的設計案，並觀察和記錄其發展，探討其因果關係等全面性的討論(Cross, 1999)。然而，本研究主要針對設計過程早期的概念草圖階段進行資料的收集，著重在使用設計媒材時的創造力思考，並非要對整個設計流程和結果有全面性的了解。而若要對設計行為和思考進行深度調查，則以口語研究方法為適用，一方面因口語分析(protocol analysis)的實驗法能對受測者整體行為做一完整的觀察，而且能夠對於行為與行為之間的時間關係、相關程度及性質與意識間之內在轉換做一深入的探討(Suwa and Tversky, 1997)。

基於以上之觀察與討論，本研究採用「口語分析」作為實驗之方法，而為了能夠客觀、正確地取得研究資料，研究者需設計一個實驗情境，依據此研究之目標，安排一項設計任務，並請設計者在相同情境下，個別使用不同設計媒材完成此項任務，任務結束後，並根據先前的設計過程進行討論。

因此，將本研究方法分為二部份，第一部分為進行三組口語分析實驗，讓三位設計者執行同一項設計任務，每組實驗結束後，針對概念發想和設計媒材的運用等方向，向受測者進行一段簡短的訪談，主要輔助研究者更加瞭解設計者對設

計過程的概念想法和設計媒材的使用看法(Suwa and Tversky, 1997; Won, 2001)；第二部份是對三組實驗結果進行編碼與比較分析，並提出所獲得的分析結果。

3.2 口語分析實驗方式

口語分析對於設計方面的研究，主要可包含「放聲思考」(think-aloud protocol)和「影音回溯法」(audio/video retrospection)這兩種。其中，放聲思考是在認知研究上，對於一項複雜的認知行為，尋求人類思考過程的一個主要方法(Ericsson and Simon, 1993)，此也廣泛應用於設計活動的研究上(Gero and McNeil, 1998)。然而，先前研究指出放聲思考在繪製草圖的活動中，可能會干預參與者的感知(Ericsson and Simon, 1993; Lloyd, 1995; Suwa and Tversky, 1997)，且也談到，由於人類大腦中有兩種認知模式：詞彙性的 L 模式(L-mode)和視覺性的 R 模式(R-mode)，若同時繪圖和談話，會讓兩種模式有所衝突，二者是無法同時進行的。

而「影音回溯法」是試圖解決同步口語資料與回溯資料兩者不足而出現的改良方式(Suwa and Tversky, 1997; Suwa et al., 1998)。影音回溯可以理解設計者對設計構想本身的概念脈絡(Won, 2001)。影音回溯口語報告是於設計階段結束之後才開始進行，而其與傳統回溯法不同之處，在於提供受測者設計過程的錄影資料，以作為回溯的輔助資料。亦即，設計者能夠在回溯過程中，若因報告時間不足，受測者可自行將影帶停格，待說明完當時的思考過程後，再繼續放映，研究者也可對受測者的回溯內容提出問題，並請受測者回答疑問，而若受測者明顯跳過某一情節時，研究者亦可將影片倒帶，並要求受測者補充說明(Suwa and Tversky, 1997)。

一般說來，放聲思考之口語分析著重在過程導向的的設計觀點，大部分以 Simon 的訊息處理過程為基本；回溯之口語分析則著重在認知內容的觀點，與 Schön 所提的行為中的反應有關(Dorst & Dijkhuis, 1995; Suwa et al., 1998)。因此，本研究採用口語分析之「影音回溯法」作為實驗的方法，而為讓設計者能夠自在地肆放其思維，研究者在受測者構思草圖的過程中，將不參與其中，並以全程錄影之方式來記錄，讓受測者於實驗完成後立即進行回溯報告，報告時同時以設計過程中所錄製的影像資料及設計圖面作為參考，來正確回憶其設計過程。

3.3 實驗計畫說明

以下針對整體實驗的設計與操作上之各細節作說明，包括實驗目的、實驗題目擬定、受測者選擇、實驗前準備、實驗環境與設備、回溯報告與紀錄方法之考

量與說明等。

3.3.1 實驗目的

由於本研究目的為探討結合傳統和數位媒材和只使用傳統或數位單一媒材於早期構想階段的設計上，觀察對設計創造力影響之比較，並且專注於對草圖構想階段的資料收集與分析，所以本實驗的目的為收集使用傳統媒材、電腦媒材和同時使用傳統和電腦媒材在概念草圖階段的設計思考過程資料，因此，本研究擬採用影音回溯實驗，將實驗分成三組：第一組為「實驗一」，使用傳統媒材；第二組為「實驗二」，使用電腦媒材；第三組為「實驗三」，同時使用傳統和電腦媒材。實際讓設計者在使用三種不同媒材的環境下，分別進行概念草圖的設計，並將得到其思考歷程的口語資料，以進行之後的分析。

3.3.2 實驗題目擬定

由於創造力的思考包括「發散性思考」(divergent thinking)及「聚斂性思考」(convergent thinking) (Guildford, 1962)，創造思考原意指的是，在創造思考的過程中，個體從遇到的問題情境會感到有阻礙、有挑戰、或是自我矛盾的時候，則會開始思考可能的許多替代方案，再用不同方式或不同觀點去思考新奇和不尋常的事物，並加以擴大及審視其他選擇，這樣找尋多樣的、有變化的或不尋常的選擇，或是在現有選擇上擴大、補充更多細節的過程，就是發散的創造思考過程(Guildford, 1962)。其中發散思考的訓練最廣為被使用的是「腦力激盪法」(brainstorming)，為一群人在短暫時間內，獲得大量構想的方法(Osborn, 1963)。而聚斂性思考則屬於批判式的思考(critical thinking)，即為對問題作深入分析，並對原有的想法作詳細的思考發展，而朝著單一目標或結果去選擇最適合的解決方法之思考過程(Guildford, 1962)。

由於設計問題的層次有許多等級，根據預達成之目標之不同，而有不同的問題設定。本研究欲得知使用不同媒材對設計創造力之影響，因此將設計過程設定在早期的概念發想階段，主要是為了集中收集設計過程中最具創造力的階段之資料。而上述對於發散性思考和聚斂性思考之討論，對於發散性的創意思考之試圖尋找各種可能性和有變化的構想，而不斷地擴大或是增加更多的內容，對於藉由同時使用不同設計媒材的不斷操作下，來引發或擴充各種創造力之可能的概念不謀而同。也因此，此實驗希望受測者能夠進行發散性的思考模式，就如同Osborn(1963)所介紹的「腦力激盪法」一樣，希望能在短暫的時間內，獲得較多的概念構想，所以在實驗設計上需採用較為簡易的設計問題，讓受測者快速地不斷發想各種構想。

因此，本實驗在設計領域的方向上，設定以「標誌設計」之概念草圖繪製作為受測者的設計任務。由於標誌設計是各種設計領域的基礎，標誌的設計方法是沒有固定的公式和標準，極具彈性和創意(靳埭強, 1993)，十分適合做為概念發想的題材，且標誌設計不管使用傳統媒材進行概念構想或是使用電腦媒材做構想設計，甚至二者媒材皆使用的情況下，都十分適宜，而這三種方式也是目前多數設計師在做標誌設計時，依自己的習慣而最常使用的三種媒材選擇方式。

至於所選用的題目為讓受測者有更多創意的發揮，選用大眾所熟悉的主題「兩廳院(國家戲劇院/國家音樂廳)」之標誌設計，作為設計題目。而兩廳院是無數藝術家曾揮灑創意之場所，更超過千萬觀眾在此獲得各式的文藝薰陶與感動，因此希望此 LOGO 之設計能夠讓兩廳院給人的觀感除了莊嚴華美之外，更能盡情展現藝術文化感動人心與多元豐碩的面貌，並能表現台灣表演藝術之人文特色與質感，展現出兩廳院立足國際之形象。本實驗題目採開放式之問題方式，讓受測者在適當的規範下，激發出無界線的創意構想。

由於本研究欲得知使用不同媒材對設計創造力之影響，主要是為了收集受測者操作設計媒材時與創造力思考或行為之相關資料。也因此，本實驗希望受測者能夠進行發散性的思考模式，希望能獲得較多的概念構想。而在設計草圖的相關研究中，Goel(1995)將草圖的行為分為二種：由一個構想草圖到另一個構想的水平轉變(lateral transformation)，以及由一個構想到更細部設計的垂直轉變(vertical transformation)。水平的轉變主要是以結構較不完整(unstructured)的草圖出現在早期構想階段中，設計師會產生不同構想的草圖；而垂直轉變是發生於較細部的設計階段，針對較細節的部份進行設計。故在此實驗中要求受測者進行水平式的草圖構想發展，並需產生 8~10 個設計提案，讓受測者能夠盡情地對設計題目進行創意構想的激發。

3.3.3 實驗對象選擇

Simon(1975, 1996)指出，要成為一位專家設計師後，才有可能成為有創造力的設計師，而 Gardner(1993)提出較具有創造力的行為是發生形成專家過程中的前期階段。一個具有創造力的個人必需具備三種基本的知識，第一種是要具有相當大量的專業領域中的知識；第二種則是要具備結合構想的知識；最後，要有相關的知識來評判自己的構想是否可以進一步發展(Csikszentmihalyi, 1996)。

故在實驗對象的選擇方面，由於此研究是探討設計媒材和創造力的關係，所選擇之受測者需要是在設計領域上受過長期訓練，並具備足夠的設計知識，且具創作潛力的設計者。且因為此研究之結果預期適用於所有的生手設計師及設計學

院的學生，以做為創造力培養和訓練的參考，因此，在對象的選擇上將不挑選在社會上已公認極具創造力之專家設計師，以免個人強烈風格掩蓋媒材之特性，而無法從實驗過程中獲得豐富和設計媒材相關之資料，因此選擇極具創作潛力的設計新秀，作為實驗對象。受測者皆為受過五年以上之設計訓練，並曾公開參展或在公開比賽中獲獎（詳細資料參見附錄 A）。

由於實驗需能快速產生構想，因此三組之受測者需分別具備該組實驗所要求之媒材有良好的操作能力，因此，實驗一的受測者 A、實驗二的受測者 B 以及實驗三的受測者 C 必需各由三位不同的設計新銳來代表。實驗一的受測者 A 不需對電腦媒材的操作熟悉，但必需有良好使用傳統媒材進行構想發展的能力，且傳統媒材也是受測者 A 平常作概念草圖設計時所常用的媒材；而實驗二的受測者 B 則不需具備非常好的使用傳統媒材進行構想發展的經驗和能力，但需在電腦的使用上十分熟練，並對軟體有很高的熟悉度，且具有良好使用電腦媒材進行構想發展的能力和經驗，且電腦媒材也是受測者 B 平常作概念草圖設計時所常用的媒材；至於實驗三的受測者 C 則同時需具備良好使用傳統和電腦媒材進行構想發展的經驗和能力，且受測者 C 平常作概念草圖設計時，也常同時使用傳統和電腦媒材作為構想設計之媒材。



3.3.4 實驗前準備

1. 暖身實驗

在正式實驗開始前，先對受測者進行兩個「暖身實驗」，主要是為了讓受測者能夠熟悉口語報告法，並大致了解整個實驗的流程。第一個暖身實驗，請受測者依實驗所要求的設計媒材做一些簡單的繪圖動作，並將此繪圖過程錄影，之後請受測者觀看先前所錄製的影片，熟悉回溯報告的方式；在實驗三的受測者 C 部分，則分別使用傳統和電腦媒材，熟悉在兩種媒材下的回溯報告經驗，此暖身實驗主要是為讓受測者練習並了解影音回溯實驗的操作方式。以下為三組實驗之暖身實驗一的題目：

實驗一之暖身實驗一：請在桌上的空白紙上任意位置畫出一個□、一個○及一個△。

實驗二之暖身實驗一：請在電腦螢幕上的空白頁面上任意位置畫出一個□、一個○及一個△。

實驗三之暖身實驗一：請在分別在桌上的空白紙上和電腦螢幕上的空白頁面上之任意位置畫出一個□、一個○及一個△。

第二個暖身實驗為請受測者依實驗所要求的設計媒材對暖身實驗一的題目做更近一步的變化，並將此過程錄影，之後請受測者進行回溯報告，結束後，簡單

進行一些訪談；而在實驗三的受測者 C 部分，則分別練習由傳統媒材轉換至電腦媒材的設計方式和流程，及由電腦媒材轉換成傳統媒材的設計方式和流程，並熟悉列表機和掃瞄器的操作方式。此暖身實驗之流程為正式實驗的縮影，其目的是為讓受測者對接下的正式實驗有大致的了解。以下為三組實驗之暖身實驗二的題目：

實驗一之暖身實驗二：請對「暖身實驗一」的□、○、△做變動，企圖表達出二種代表「愉悅」氣氛的圖形設計。

實驗二之暖身實驗二：請對「暖身實驗一」的□、○、△做變動，企圖表達出二種代表「愉悅」氣氛的圖形設計。

實驗三之暖身實驗二：請對「暖身實驗一」的□、○、△做變動，企圖分別用以下兩個步驟，各表達出一個代表「愉悅」氣氛的圖形設計。第一個步驟：請在電腦螢幕的空白頁面上任意位置畫出一個□、一個○及一個△中的「任何兩個」，完成後，用列表機列印出來，並在列印出來的紙上補上「剩下的那一個幾何圖形」；第二個步驟：先在空白紙上任意位置畫出一個□、一個○及一個△中的「任何兩個」，完成後，用掃瞄器掃描進電腦，然後在掃描的圖檔上補上「剩下的那一個幾何圖形」。

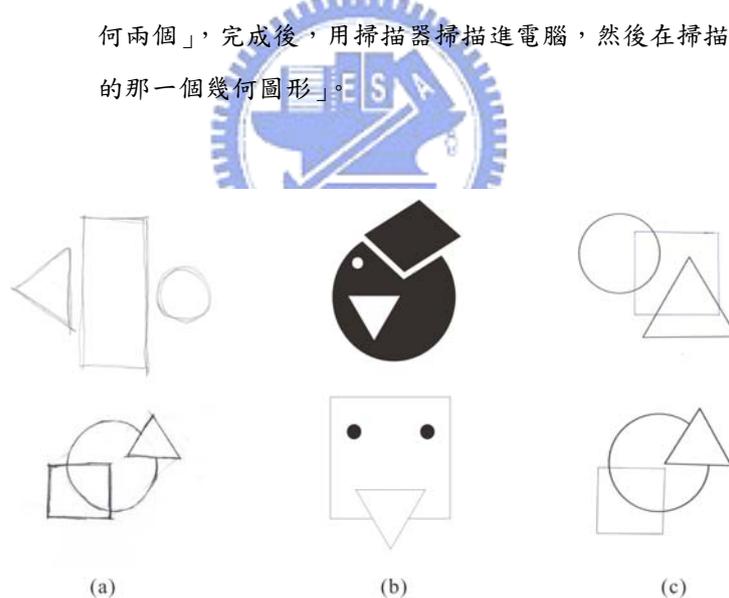


圖 3-1 暖身實驗結果

(a) 實驗一之暖身實驗二 (b) 實驗二之暖身實驗二 (c) 實驗三之暖身實驗二

2. 實驗前之背景知識建立

在心理學的研究中發現，人們會運用過去相關的知識來解決目前所面對的問題，也就是一個能解決問題的人，必需擁有大量的知識和經驗，進而以一定的方式來解決類似的問題(Medin et al., 2001)。在設計的領域也有中也有類似的情形，

設計師會以相關的設計知識及經驗，解決所面臨的設計問題。

由於每位受測者的所接受的設計訓練、經驗、文化背景等不同，所激發的創造思考也會有所不同，而本實驗為了降低因為不同受測者而有不同的背景知識之差異，研究者挑選出一些和設計任務相關之視覺資料，總共為 30 張圖(圖見附錄 B)，作為實驗前構思發想的開端，讓每位受測者接收一樣的視覺刺激後，立即著手使用不同的媒材，進行創意發想。而這些視覺資料在正式實驗開始之後，也能繼續參考，作為設計者平常進行設計時，手邊的一些參考和輔助資料。

3.3.5 實驗時間說明

由於在實驗進行之時，需全程錄影紀錄，使得受測者必需在被監控的情境下進行概念草圖的繪製，因此實驗時間不宜過長，且關於實驗題目所設定的標誌設計是較為基本且適合多樣化的設計思考，並不需花太多時間在複雜及細節的細部描繪上，整體而言，標誌設計能讓受測者將大多的時間關注在設計的概念發想上面，且可以花較少的時間快速地使用不同媒材產生各種構想。因此，參考一般設計師產生約 10 個標誌設計的草圖概念所需的時間，而將正式實驗的時間設定為 40 分鐘，並在時間結束前的五分鐘會提醒受測者，若受測者願意，還是可以繼續將最後一個構想完成。

而在正式實驗開始前約有 40 分鐘的實驗說明，包括兩個暖身實驗和讓受測者接收正式實驗前的視覺刺激之時間；正式實驗之概念草圖設計時間約為 40 分鐘；結束後，再請受測者回溯整個概念草圖的歷程，並依據之前的實驗過程，接受一段簡單的訪談，至少需要 70 分鐘以上。因此，整個實驗完成約需花 2 個小時半至 3 小時之間。

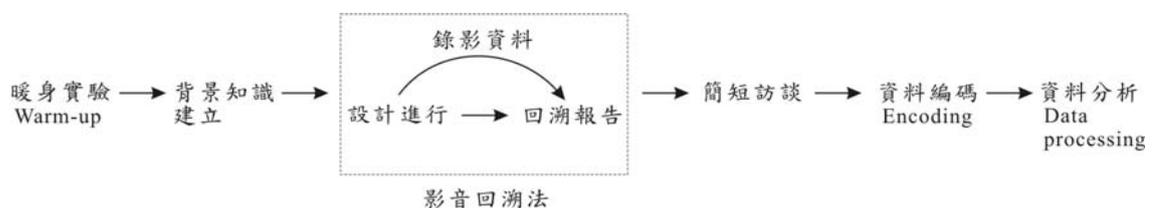


圖 3-2 影音回溯實驗流程

3.3.6 回溯報告與紀錄方法之考量與說明

1. 在正式實驗的記錄方式方面

受測者的於概念草圖設計時，使用兩台攝影機全程錄製其設計過程，其中一台攝影機(DV1)主要紀錄受測者在設計過程中的所有草圖繪製過程之畫面，因此錄影畫面為草圖的繪製範圍(圖 3-3)，另一(DV2)則從旁紀錄受測者在設計過程中的所有動作，因此錄影鏡頭會帶到受測者半身之範圍，以便捕捉受測者之動作(圖 3-3)。

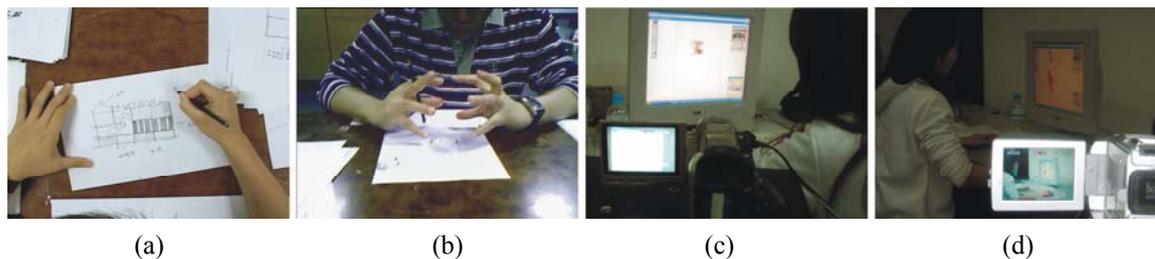


圖 3-3 實驗過程紀錄畫面 (a)傳統媒材 DV1 擷取畫面 (b)傳統媒材 DV2 擷取畫面
(c)電腦媒材 DV1 錄製畫面 (d)電腦媒材 DV2 錄製畫面

2. 在回溯過程和簡短訪談的記錄方式方面

在回溯過程中，受測者和研究者會共同觀看之前實驗過程的草圖繪製畫面，並請受測者同步解釋當時動作與思考的意義，因此，主要紀錄受測者回溯過程的影音資料，包括受測者回溯和研究者提問之口語資料，以及受測者在回溯過程中的一些輔助動作之影像資料為主。之後，研究者會將受測者在回溯過程的口語資料，轉譯成文字資料，並搭配草圖繪製過程的影像資料，作為本研究之主要分析資料。

在訪談部份，主要紀錄研究者之提問和受測者之回答的所有口語資料為主，此作為資料分析之輔助資料。

3.3.7 實驗環境與實驗工具的選擇

本實驗進行地點儘量以受測者習慣的設計空間下作為實驗的場所，避免太多的改變對受測者造成干擾，而希望能在自然的狀態下，獲得有效的分析資料。但由於實驗過程中需架設兩台攝影機，因此需要較大的空間，所以研究者先會自行選擇適合場所，並於每位受測者進行實驗之前，詢問所需設備和平常習慣工作場所之狀況，並儘量符合受測者之需求，而在實驗過程中，也發現受測者並無因不習慣實驗場所，而影響設計思考之狀況發生。

在實驗工具的選擇上，由於三組實驗共會使用到傳統媒材和電腦媒材，及兩者媒材之間的轉換工具，因此在傳統媒材方面，準備了繪圖紙、鉛筆及繪圖工具(尺、橡皮擦等)，這些都是標誌設計常會使用到的工具，由於要讓受測者能發揮正常的構想發展能力，故都會事先詢問過其慣用的構想繪圖工具做為參考；在電腦媒材方面，在硬體上選用一台 Pentium D 的桌上型電腦、19 吋的液晶螢幕、繪圖板(WACOM CTE-430)、滑鼠和鍵盤，另外，由於目前多數設計師設計標誌時，所使用的軟體通常為向量繪圖之軟體，因此在軟體方面，選擇受測者慣用之軟體 Illustrator CS2，以免不熟悉的軟體操作影響到設計者的概念思考。而在由傳統媒材所產生的類比資料和電腦媒材所產生的數位資料之間的轉換方面，選擇了一台 A3 列表機(HP DeskJet 1220C)和一台 A3 掃描機(EPSON GT-15000)作為二者之間的轉換工具。

3.3.8 實驗限制

在實驗限制方面，由於本實驗之題目為標誌設計，著重在概念的生成，屬於各設計領域之基本設計範圍，然而，若要尋找只著重在標誌設計的專家設計師，極為不易；且影音回溯之實驗方法牽涉到受測者和研究者之互動關係，因此，研究者主要挑選對其設計行為較為熟悉且儘量曾經接觸過的受測者，此在回溯過程和分析中，研究者才能有較深入對受測者設計過程的了解，而若要在這樣的前提下，想在相同的設計背景中找到三位分別對傳統媒材和電腦媒材各所擅長或是皆為擅長的設計師，極其困難。而標誌設計的設計概念為各設計領域之基礎，縱使三位受測者來自不同設計背景，但他們對標誌設計的設計經驗和學習卻是相當，且標誌設計沒有任何公式可言，著重在設計者的創意發想，而非專業領域之知識。受測者在實驗過程中，也皆能表現出對標誌設計之相當的熟悉度，因此，選用不同設計背景的受測者對於整個研究資料，不致有太大影響。

另外，在受測者的人數上面，若要找到多位具有同等構想發展能力且分別或同時具有極佳的傳統媒材和電腦媒材之操作能力的設計師，並非容易，而由於是研究設計的認知行為，故在三組實驗上分別選擇一位受測者已足以對欲研究的議題有初步的了解，在日後較深入的研究中則可分別選用更多位的受測者，進行更深入的探討。

3.4 實驗過程與結果

本研究以相同設計題目之概念草圖繪製分別進行三組實驗，其中實驗一為只使用傳統媒材，實驗二為只使用電腦媒材，實驗三則需傳統和電腦兩種媒材並用。實驗結束後，馬上進行影音回溯報告和一段簡短的訪談。之後，研究者再將所有的口語資料，包括影音回溯和訪談，轉譯成文字資料，以進行接下來的編碼分析。以下是對這三組實驗的內容、過程和結果進行描述。

3.4.1 實驗一：傳統媒材

實驗一主要是為了收集設計師在只使用傳統媒材繪製概念草圖時的創意思考與行為過程，並不涉及電腦媒材的使用，以作為下面實驗三的傳統和電腦媒材並用之比較依據。

受測者 A：擅於使用傳統媒材，並具優秀的手繪能力，且主要以傳統媒材作概念發想工具的專家設計師，曾受過設計訓練五年以上。

工具：繪圖紙(A4)、2B 鉛筆、橡皮擦

1. 實驗過程概述

受測者 A 在一開始閱讀題目時，即使用鉛筆在題目上做標記，但因為此時尚未牽涉到草圖概念設計的部份，因此不列為分析資料。草圖概念設計的分析資料從受測者開始在空白繪圖紙上畫圖時開始紀錄，直至最後一張概念草圖完成結束。受測者 A 的概念發想方式，大多時候為完成一個構想後，再繼續發想下一個構想，受測者說明這是自己本身在畫草圖時的習慣，只有一次是為了補上「兩廳院」之英文名稱，而回到前一個概念做增修，但此並非為了修正先前的概念而做的修改。受測者 A 繪製草圖的方法為將每一個構想分別繪製在一張繪圖紙上，繪完後會將完成的構想擺在旁邊作為新構想的視覺刺激或思考。另外發現在完成一個構想和產生一個新構想間，會多次參考研究者所提供和設計任務相關的圖片。

對於使用傳統媒材的受測者 A 在每一個概念草圖一開始的行為中，常常會有對新的物件畫了許多模糊的輕線後，再以較重、較深的線條確定之行為出現，有時也感受到過多模糊的線條，而干擾到真正要表達的概念之情況發生。

「因為你看阿，因為它一直在畫重複、重複、重複，原本正確的線已經看不到了，然後都被一些錯誤的線給重疊到，所以說，我現在在確定說哪一條是確定線，然後把錯的擦掉，因為鉛筆它會一直重疊到一個很粗的線，不行嘛，所以就看不出來我真正想要表達的那條線，因為它雜訊太多…」(實驗一 S116)

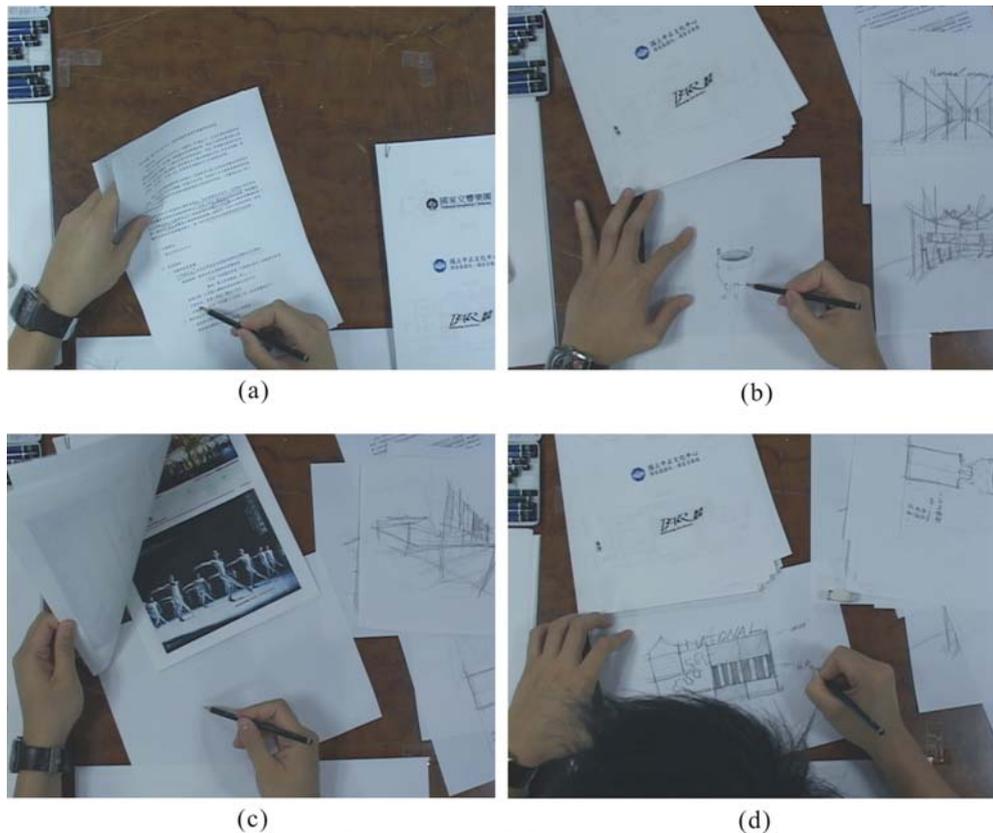


圖 3-4 受測者 A 的草圖繪製過程之行為紀錄(部分)

- (a)用鉛筆在題目上做標記 (b)將完成的構想擺在旁邊
(c)參考和設計任務相關的圖片 (d)為草圖做註解

2. 實驗結果

受測者 A 使用傳統媒材之概念發想過程，花了約 40 分鐘的時間(參見附錄 D)，總共完成了 10 概念草圖(見圖 3-5)。

實驗一的受測者 A 在產生 10 個概念草圖的過程中，可以初步發現一些設計者使用傳統媒材的行為和思考過程。首先，受測者在繪製第一個概念時，由於尚在琢磨腦中所有混亂的構想，此時所有的構想尚不明確，因此，在第一個構圖所花的時間較多，且也有較複雜的設計思考歷程，如不斷地反覆思考之前的繪圖元素等。而隨著概念的逐漸明確，之後的草圖也能較為快速成型，且也更為明確，而較少反覆在同個物件的繪圖情形發生。

另外，除了設計者所提供作為背景資料的參考圖對受測者有明顯的影響外，前面的已畫完的草圖對之後未畫的草圖也有所影響，如第一個概念圖中屋頂圖形的發想是受兩廳院建築形象的影響，而活動剪影的概念是受兩廳院涵蓋包括戲劇

和音樂等各種藝文活動的影響等，這些都是受研究者所提供之參考資料所激發出的概念構想；而隨著概念草圖的不斷發想，關於屋頂的造型不斷地有所變形，而產生有半透明(如概念草圖八)或具透視(如概念草圖九)的形象出來；而概念草圖十也是受概念草圖三的聯想而產生。

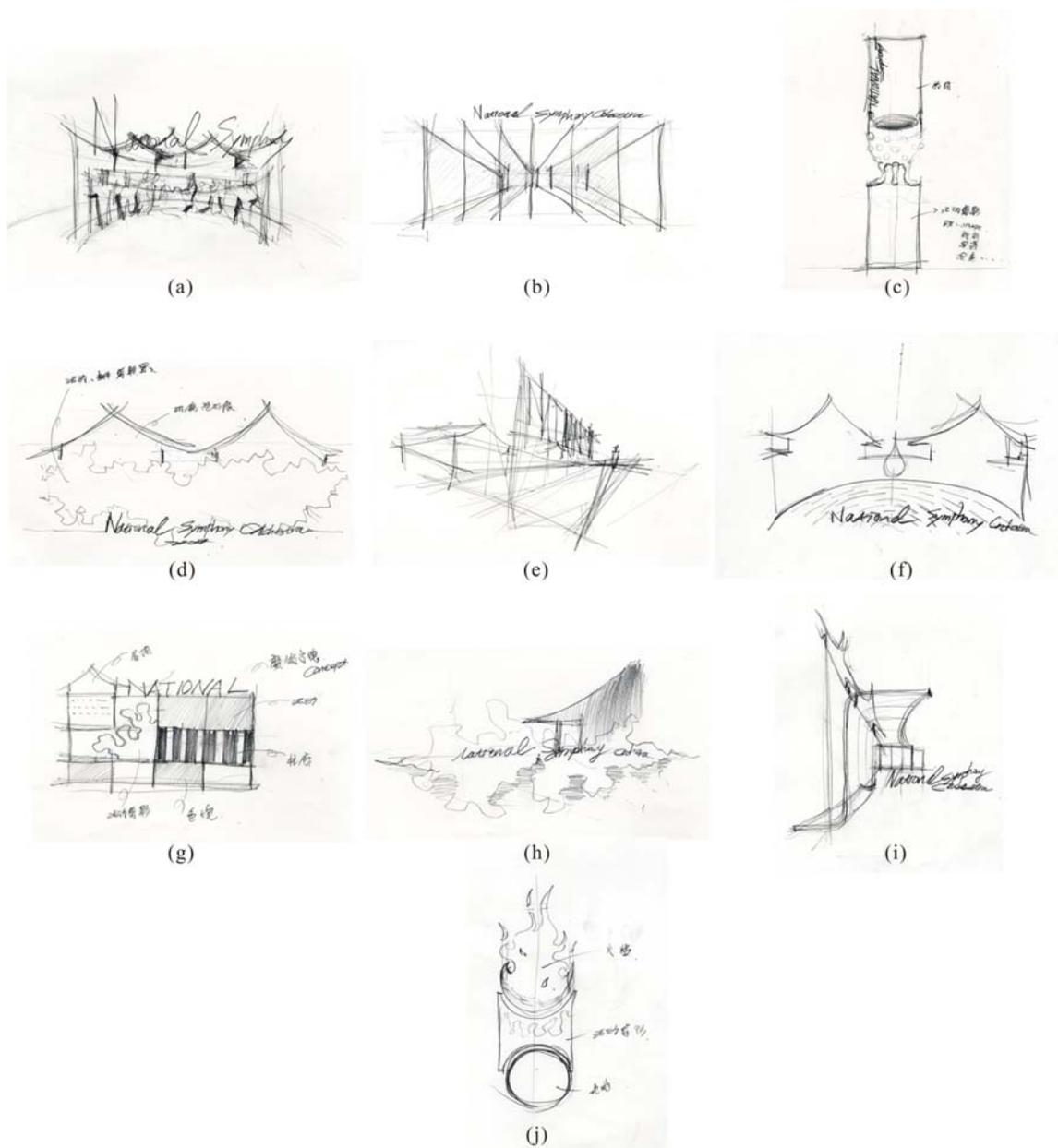


圖 3-5 實驗一依概念產生先後排列的 10 個概念草圖

- (a)概念草圖一 (b)概念草圖二 (c)概念草圖三
 (d)概念草圖四 (e)概念草圖五 (f)概念草圖六
 (g)概念草圖七 (h)概念草圖八 (i)概念草圖九
 (j)概念草圖十

3. 訪談概述(詳見附錄 C)

在實驗的最後，對受測者 A 進行一段簡短的訪談，以作為輔助資料。研究者請受測者挑出 2-3 個自覺最具創意，且之後會繼續發展的構想，並且簡單描述之後若再加上電腦媒材後，會對之前完成的概念草圖有何影響或變化。

對於訪談結果，受測者 A 挑了概念草圖二、三、十作為之後會繼續發展的構想，因為和其他構想比較後，發現所挑選出來的構想呈現較為抽象、簡單，而由於抽象的事物能讓觀者有較多的聯想，和觀者較能產生共鳴，且抽象物件本身也因一個基本的形象，其內含許多要表達的內容，而能作多重的解釋，對於 LOGO 的呈現上，較具深度。而若加上電腦則會對草圖上的透視作修正，因為在電腦上的透視繪圖會有較正確擬真的效果，另外，由於傳統媒材的繪圖，只能在一張平面的繪圖紙上做描繪，因此，缺乏圖層的概念，使得無法完整傳達心中所要呈現的概念，而這部份能夠用電腦媒材解決。

3.4.2 實驗二：電腦媒材

實驗二主要是為了收集設計師在只使用電腦媒材繪製概念草圖時的創意思考與行為過程，其中並不涉及傳統媒材的使用，以作為下面實驗三的傳統和電腦媒材並用之比較依據。

受測者 B：擅於使用電腦媒材，並具優秀的電腦繪圖能力，且主要以電腦媒材作概念發想工具的專家設計師，曾受過設計訓練五年以上。

工具：硬體(包含一台 Pentium D 的桌上型電腦、19 吋的液晶螢幕、滑鼠和鍵盤)
軟體(Adobe Illustrator CS2)

1. 實驗過程概述

受測者 B 在閱讀完題目，並想好大架構下的主題後，即開始在 Illustrator 的空白頁面上作畫，受測者 B 的概念發想方式整體而言也是完成一個構想後，再繼續發想下一個構想，而新的構想是在同一頁面的空白處上繼續發想，因此，在作畫的過程中，能夠不斷看到之前完成的概念草圖，因此，有三次發覺之前完成的草圖需要調整而回到前一個概念做修改的情況發生，而在參考研究者所提供和設計任務相關的圖片之次數上，只有一次因為想不出新構想，而回去看參考圖。

對於使用電腦媒材的受測者 B 常常出現「繪圖—刪除—繪圖(修正)」的循環動作，由於電腦媒材刪除、復原功能的方便性，使得使用者能夠快速、簡單地針對

不滿意的地方進行立即的修改，且藉由上一次繪圖之圖形所留在腦中的印象，做下一次的修正繪圖，如此行為不斷重複，直至出現滿意的圖形之後才會停止，Bildla 和 Demirkan(2003)也認為電腦繪圖的設計行為通常依據「繪圖然後修改的原則」來操作，其修改的行為會較頻繁。因此，在電腦媒材上的繪圖，沒有傳統媒材不斷覆蓋、重疊的情形發生。

「……就是線條覺得不好，因為我發想的話，我會用影像來激發我的想像，那我會覺得我剛剛畫的線條不像，不像我想像的東西，然後我就會畫不下去，所以我就會畫到一個比較像的地方，我才會有比較多的想法這樣。」

(實驗二 S2)

「我一樣是在抓那個線條，但是我不要畫跟剛剛一樣的線條，但剛剛我也是想要畫…類似，但我剛剛沒有達到的線條，……，還是再畫，然後，我現在想，不如就是具像一點，就是畫一個女生的身體，對，但是我剛剛開始的線條是畫跟上面一樣的側身，……」(實驗二 S27)

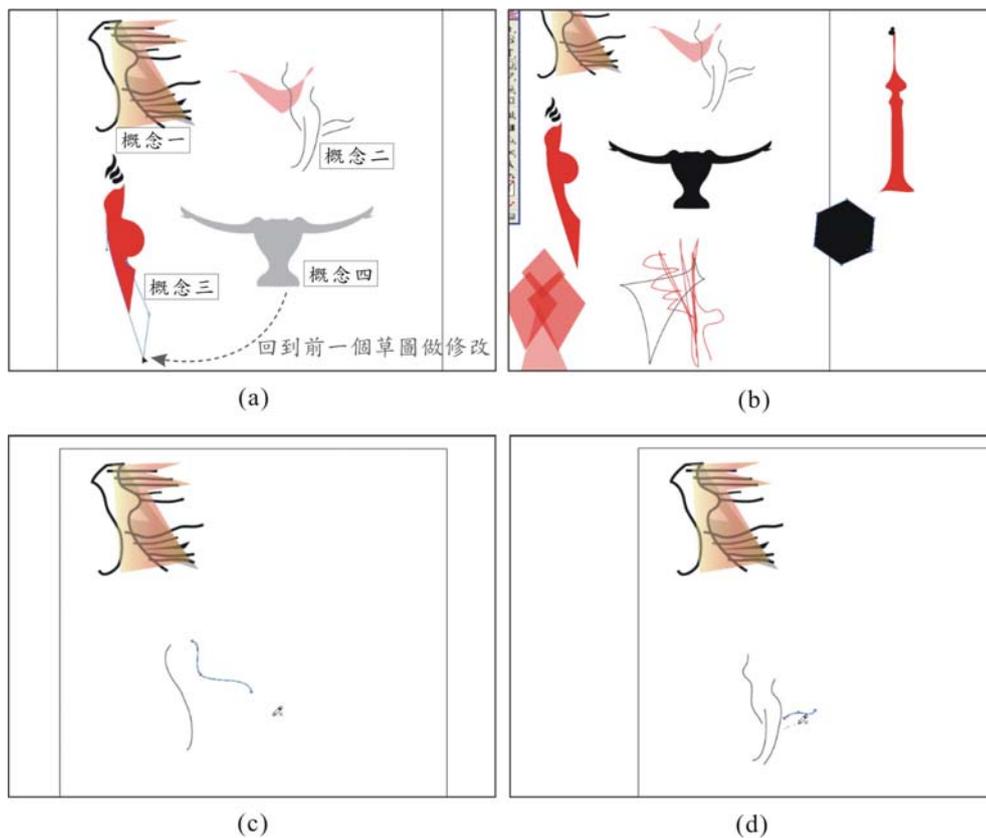


圖 3-6 受測者 B 的草圖繪製過程之行為紀錄(部分)

- (a)回到前一個概念做增修
- (b)新的構想是在同一頁面的空白處上繼續發想
- (c)、(d)繪圖—刪除—繪圖之設計行為

2. 實驗結果

受測者 B 使用電腦媒材之概念發想過程，花了約 35 分鐘的時間(參見附錄 D)，總共完成了 9 個概念草圖(見圖 3-7)。

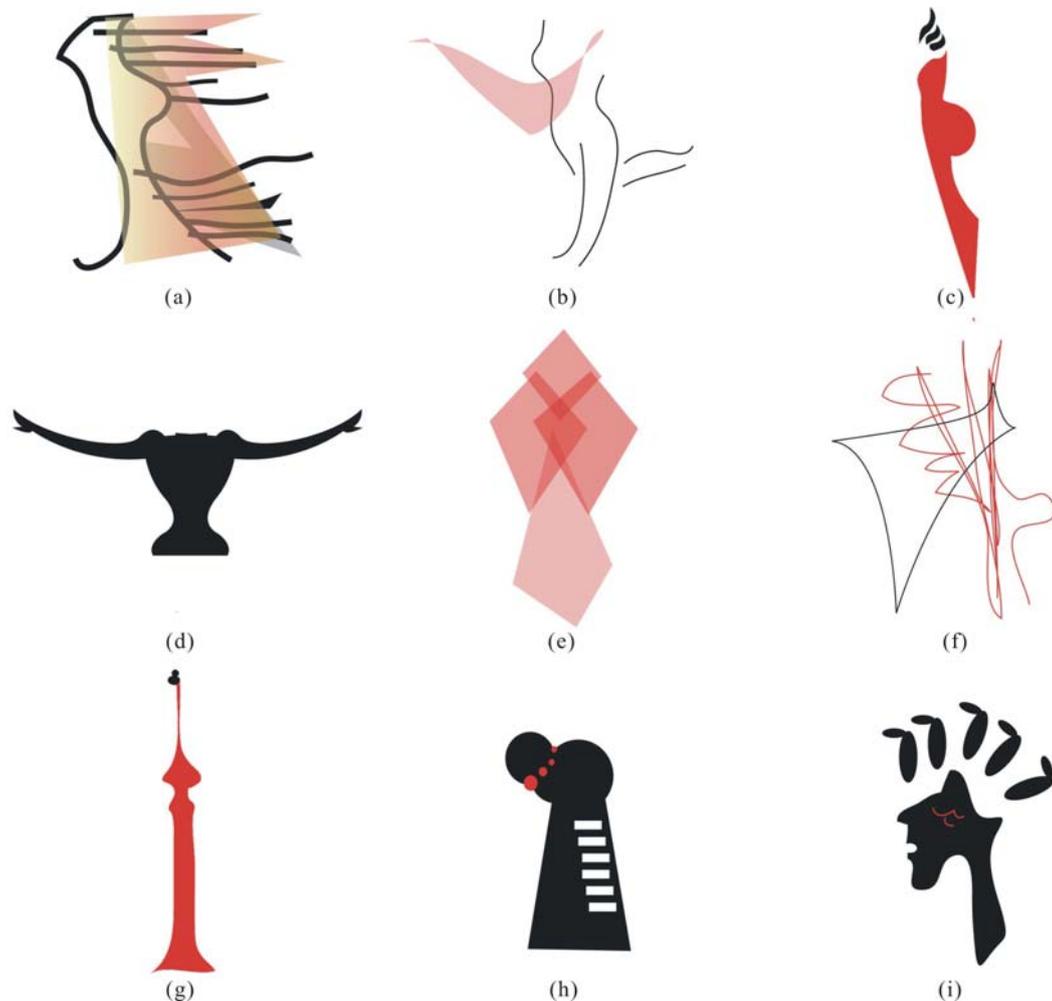


圖 3-7 實驗二依概念產生先後排列的 9 個概念草圖

- (a)概念草圖一 (b)概念草圖二 (c)概念草圖三
 (d)概念草圖四 (e)概念草圖五 (f)概念草圖六
 (g)概念草圖七 (h)概念草圖八 (i)概念草圖九

實驗二的受測者 B 在產生 9 個概念草圖的過程中，可以初步觀察出一些設計者使用電腦媒材時的行為和思考過程。受測者在看過設計者所提供的參考資料後，因為資料內有一些關於舞蹈和表演的藝文活動，首先，第一個想到的便是要和「肢體舞蹈」有關，因此，之後大部分延伸的構想皆以此為基。而在第一個草圖發想的時候，研究者說明剛開始時都需適應手感，因此花將近 12 分鐘的時間在

第一個草圖的設計，研究者認為此和實驗一的受測者有相同的情況，因為一開始的構想皆尚處於自己的心像中，所以要將之明確化會經過一段反覆琢磨的繪圖過程，隨著各個概念的逐漸視覺化後，之後完成草圖的時間也會愈來愈短，且更為明確，並能夠繼續在新的構想中加入新的元素。

因為用電腦媒材所畫出來的線條太過銳利，使得有些感覺要呈現不易，如受測者想要畫出柔和的線條代表女性，而常常會有「繪圖—刪除—繪圖(修正)」的循環動作出現，並且之後要花較多的時間作細部修正。而以單個草圖的繪製過程來看，受測者常常會增修草圖某部位的内容後，轉而對整體進行修正調整之動作，而有「細部—整體」此反覆過程的現象。

3. 訪談概述(詳見附錄 C)

在實驗的最後，對受測者 B 進行一段簡短的訪談，以作為輔助資料。研究者請受測者挑出 2-3 個自覺最具創意，且之後會繼續發展的構想，並且簡單描述之後若再加上傳統媒材後，會對之前完成的概念草圖有何影響或變化。

對於訪談結果，受測者 B 挑了概念草圖三、五、七作為之後會繼續發展的構想，原因是因為看起來已經是較為完整的構圖，以及其中內含的構想值得再繼續發展，並考慮加上「兩廳院」文字後，為整個構想提出更為具體的形象出來。而若使用傳統媒材，則會對剛剛用電腦媒材在畫概念草圖時，有幾個較難用電腦繪圖表現的構想，重新再畫一次，讓整體的構圖更為流暢，並真正表達出當初心中所想像的造型來。

3.4.3 實驗三：傳統媒材和電腦媒材並用

實驗三主要是為了收集設計師在同時使用傳統和電腦媒材繪製概念草圖時的創意思考與行為過程，主要是想觀察在設計的概念草圖階段設計師兩種媒材皆使用時，對創造力之影響。

受測者 C：擅於使用傳統和電腦媒材，並具優秀的手繪和電腦繪圖能力，且常常同時以傳統媒材和電腦媒材作發想工具的專家設計師，曾受過設計訓練五年以上。

工具：傳統媒材部分—繪圖紙(A4)、2B 鉛筆、橡皮擦

電腦媒材部份—硬體：一台 Pentium D 的桌上型電腦、19 吋的液晶螢幕、滑鼠、鍵盤、繪圖板(WACOM CTE-430)和一台 A3 掃描機(EPSON GT-15000)

軟體：Adobe Illustrator CS2

1. 實驗過程概述

受測者 C 在看完題目後，一開始便先在題目旁邊寫下文字構想，並企圖想將所有想的到的構想先用文字表達後，再一一繪製，而在用文字寫下構想的過程中，不斷翻閱設計者所提供的參考圖，並藉此不斷激發各種可能的文字聯想。之後，先用傳統媒材針對在繪圖紙上將寫下的文字進行發想，並將之轉換成圖像，期間對於圖形之造型，仍會繼續參考設計者所提供關於設計任務的相關圖片。受測者 C 在使用傳統媒材繪製概念草圖的方式是在同一張繪圖紙上，進行多個草圖的繪製。然後，將傳統媒材所畫的草圖用掃描機，掃描進電腦中，之後，繼續進行電腦媒材的概念草圖設計。

在電腦媒材上的草圖繪製，主要是先將手繪草圖的部份進行初步描繪，但在描繪過程中，也不斷在對手繪草圖做修正，維持在大概概念下不變，但在一些細節的描述或是對之前的構想做更進一步的選擇和確定。最後，對「兩廳院」之文字做設計，然後一一放入各個概念上搭配，看看整體的感覺。在整個標誌設計的過程中，受測者 C 表示，會先用傳統媒材畫一些簡單的東西之後，再進入電腦中做進一步的草圖繪製，之後，會直接在電腦上確定最終完稿。

「…然後草圖上面這個圓，就本來想說做方形，然後就算了，就做了幾個看看…，覺得方形不好看，就方的就不好看，就空空的，太死板這樣，不過這也是還蠻幾何的，也 OK 啦，不過就是…，反正就先做圓的。」(實驗三 S110)

在實驗三中，受測者選用傳統媒材和電腦媒材繪製草圖的前後方式，為讓受測者專心於概念構想的發展，是以受測者平常習慣為主，在此，研究者並無強制規定前後的使用順序和次數。

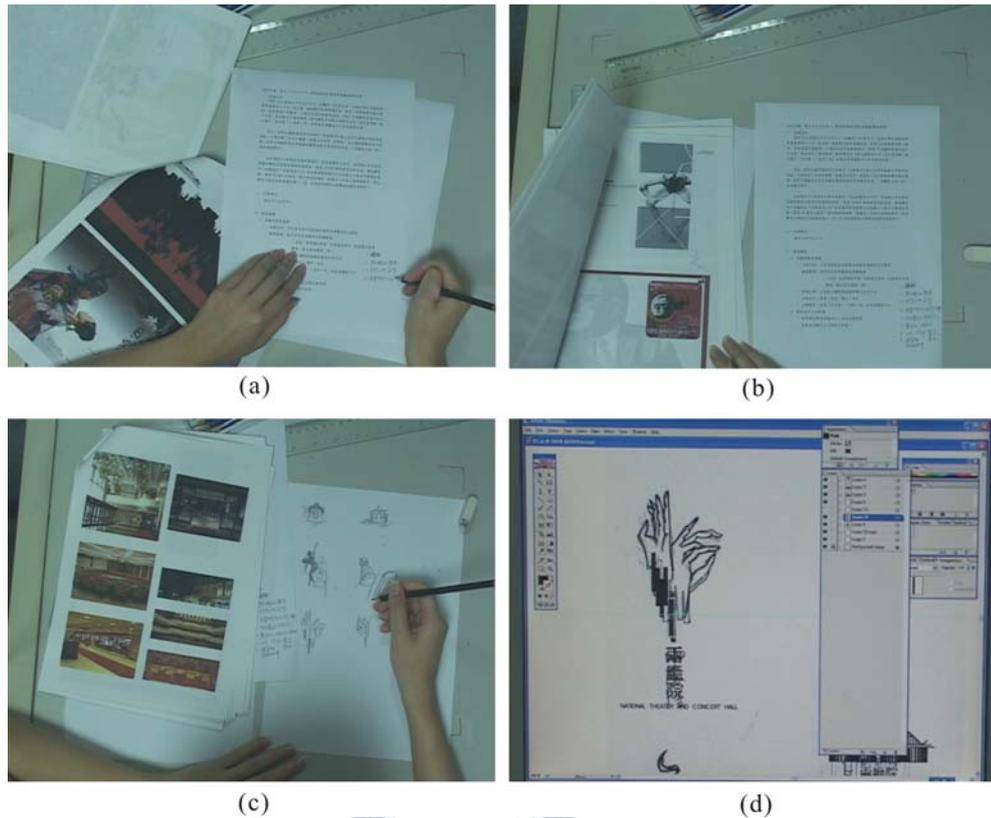


圖 3-8 受測者 C 的草圖繪製過程之行為紀錄(部分)

(a)文字概念部分

(b)翻閱參考資料

(c)傳統媒材繪製概念草圖情形

(d)電腦媒材繪製概念草圖情形

2. 實驗結果

受測者 C 使用傳統和電腦媒材之概念發想過程，花了約 60 分鐘的時間，其中，在傳統媒材的繪製上約花了 35 分鐘，在電腦媒材上花了 25 分鐘，總共完成了 8 概念草圖(圖 3-9)。

實驗三的受測者 C 在產生 8 個概念草圖的過程中，可以初步觀察出一些設計者使用傳統和電腦二者媒材時的行為和思考過程。一開始受測者 C 即用鉛筆快速先將腦中的各種相關文字聯想寫下來，因此，在之後的草圖繪製能夠作為參考依據，並能在新構圖的產生中有較少的思考時間。然而，在產生第一個概念草圖時，也和實驗一及實驗二一樣，花較多的時間在琢磨成型，但是和前兩個實驗比較，由於之前已經將大致構想的架構宣之於文字，因此相較而言，在第一個構圖所花的時間之比例相對比較低。而在對第一個概念草圖的思考歷程，由於同樣是將心中圖像轉換成視覺影像的一開始操作，因此不管是傳統媒材或轉換至電腦媒材後，皆在兩者媒材使用初期有較複雜、細節的思考和反覆推敲的現象發生。另外，

有些重複的元素，利用電腦媒材快速複製出來，使其快速成型，觀察整體結構，再決定下一步調整與否。

另外，受測者 C 也對文字「兩廳院」進行進一步的設計，但由於此非關於 LOGO 主體之設計，且此實驗之受測時間已明顯長於另外兩個實驗，而為讓三組實驗之分析資料明確於 LOGO 主體的設計思考與行為上，且讓三組實驗之時間不要差距太大，以致有資料收集不均的情況發生，所以研究者決定不將受測者 C 對文字進行設計部分列入分析範圍，以求三組內容質與量之平衡。

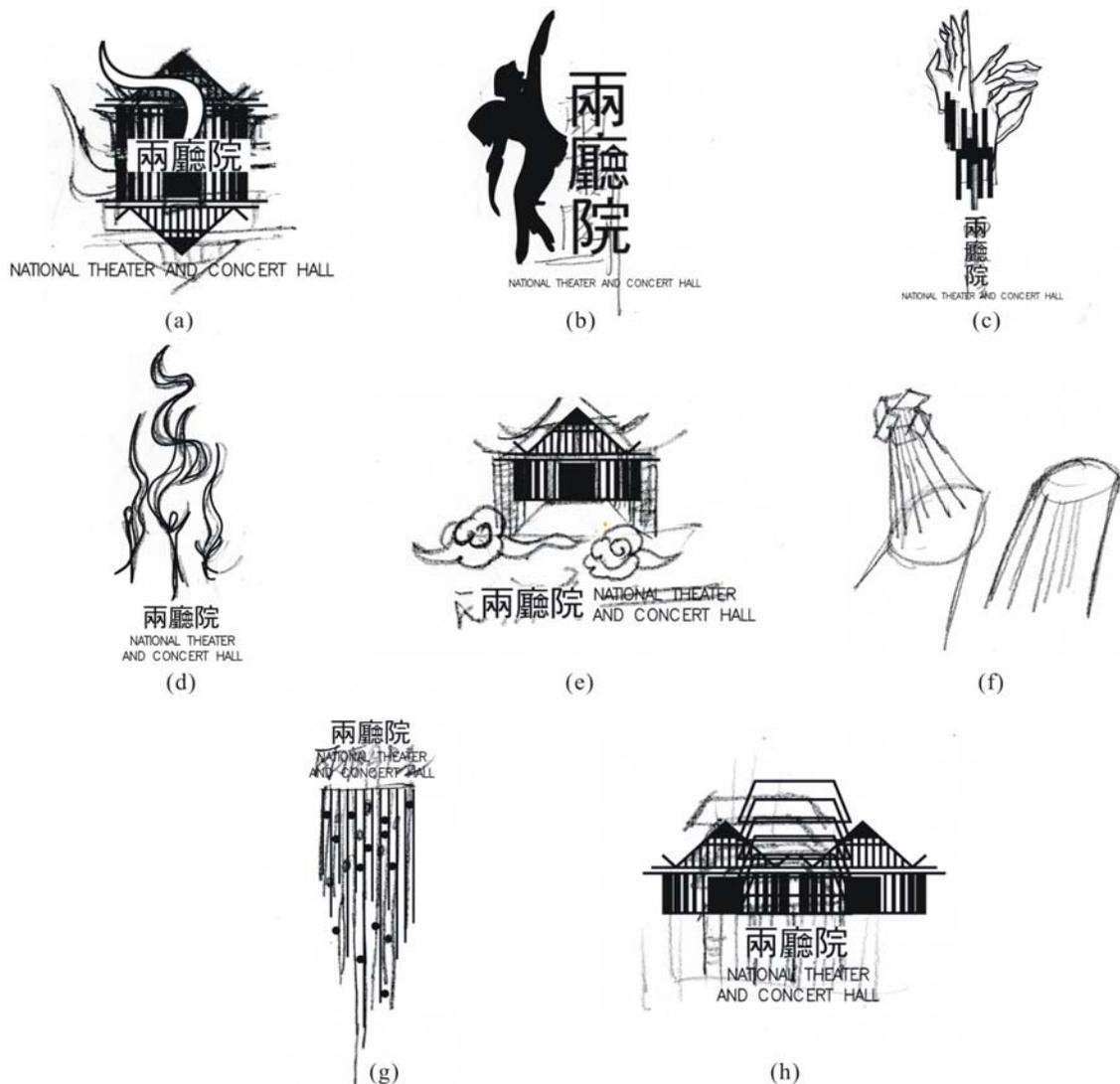


圖 3-9 實驗三依概念產生先後排列的 8 個概念草圖

- (a)概念草圖一 (b)概念草圖二 (c)概念草圖三
 (d)概念草圖四 (e)概念草圖五 (f)概念草圖六
 (g)概念草圖七 (h)概念草圖八

3. 訪談概述(詳見附錄 C)

在實驗的最後，對受測者 C 進行一段簡短的訪談，以作為輔助資料。研究者請受測者挑出 2-3 個自覺最具創意，且之後會繼續發展的構想，並且簡單描述對於之前的設計在未使用第二種媒材之前和加上第二種媒材之後的概念或結果有什麼差異之處。

對於訪談結果，受測者 C 挑了概念草圖二、三、七作為之後會繼續發展的構想，因為概念草圖七，看起來比較抽象，較適合用於標誌的設計，而二和三認為具有繼續發展的可能性，且由於目前「兩廳院」的標誌已是以建築物外型為形象的設計，因此選擇差異較大的概念，覺得較具優勢。在媒材的使用上，認為一開始簡單的初步想法先用傳統媒材勾勒出來，等確定概念想法之後，在手繪草圖上呈現出大致概念雛形，再用電腦媒材進行較細部的增修，以及利用複製方便的特性，快速將一些重複的元素複製，以便看出整個較為精確的具體結構，再決定下一步的發想。

然而，受測者表示，由於傳統和電腦媒材用於概念草圖設計的模式，已是自己平常之習慣，對於對設計結果有什麼影響，本身並沒有對此有過太多的思考，而研究者也認為，大多數的設計師對於設計媒材和創意思考之間的關係並沒有給予太多的關注，這也是研究者選擇使用口語分析作為研究方法的主要原因之一，之後研究者會針對受測者在設計過程的一些行為和思考，進行分析研究，並從中找出一些和設計創造力相關且值得注意的現象。

第四章 實驗分析與結果

目前口語分析已被視為探討設計認知活動的標準研究方法(Ericsson & Simon, 1993; van Someren et al., 1994; Cross et al., 1996)，而 Dorst 和 Dijkhuis(1995)將口語分析的方法分為兩類，分別為過程導向的方法(process-oriented approach)和內容導向的方法(content-oriented approach)。前者著重於設計過程的問題解決，如問題型態、目標、策略等(Eastman, 1970; Akin, 1993; Chan, 1990; Krauss and Myer, 1970; Purcell et al., 1994)。後者則是設計者回憶其在設計過程當中，看到了什麼內容、企圖如何去做或是從中獲得什麼(Schön and Wiggins, 1992; Goldschmidt, 1991)。其中，內容導向的方法較適合探討設計者和其草圖之間的認知互動(Suwa et al., 1998)，本研究目的為觀察設計者使用設計媒材對概念草圖的創造力思考之影響，故選擇內容導向作為口語分析的方法。

4.1 編碼系統

本研究分析所需的內容來自於上一章所述的三組實驗，每一個實驗結果會得到一組回溯口語資料、兩組影像資料(設計過程和回溯過程之影像)、概念草圖和一段簡短的訪談。而回溯的口語資料為本研究主要的分析重點，會針對每一段字句的內容進行分類、編碼，兩組影像資料是作為輔助口語內容的工具，因為受測者在報告過程中，可能會對設計過程中的某些動作之描述有所遺漏，或是含糊帶過，而沒有明確的交代，另外，在受測者在回溯過程中也會用一些手勢來幫助對口語內容的了解，而這些都需要透過錄影之影像資料來補之不足，使研究者在分析時，能更加確切且詳細地記錄整個設計過程。

本研究的分析過程包含三個主要的步驟，首先，將口語資料轉譯為文字資料(transcription)，並給予分斷(segment)，然後將同一個草圖的所有斷句視為一個段落(section)，因此，每一個段落的斷句編號，並非一直都是連續的，最後再針對每一個斷句(segmentation)去編碼(encoding)。其中，在轉譯部分，詳細紀錄受測者的視

覺描述和其口語內容及語氣；斷句為將轉譯的文字資料依據受測者的意圖 (intention)，將其語法分為較小的單位；最後將每一個斷句依據編碼系統編碼，得到關於設計過程的一些特徵和關係。

而分析的方向主要從概念草圖的繪製過程中，針對認知行為和概念發想目標這兩方面，對創意思考和設計行為的表現方式之異同點來探討，將實驗一、二得到的結果，和實驗三之結果比較分析和驗證。最後根據上述之分析過程，研究者將此研究資料架構整理如圖 4-1，並於後續分述編碼之編定內容和定義。

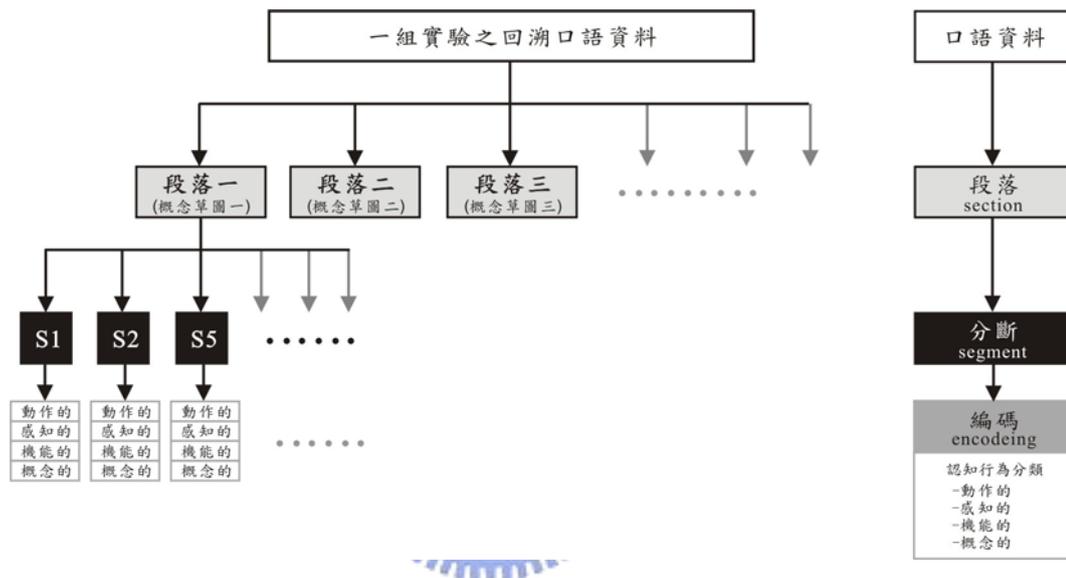


圖 4-1 資料整理架構圖

4.1.1 斷句

實驗口語報告轉譯為文字之後，首先進行斷句，常用的斷句方法可區分為以口語事件(verbalization events)或者受測者意圖(intention)為依據的這兩種類型，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(Ericsson and Simon, 1993)，後者則以 Goldschmidt(1991)描述的「設計移動」(design move)為斷句的分界，也就是以受測者一個想法或動作的改變，作為新斷句的開始，因此一個斷句有時是一個句子，有時卻包含很多句子(Gero and McNeill, 1998; Goldschmidt, 1991; Suwa and Tversky, 1997; van Someren et al., 1994)。而本研究之目的為探討結合傳統和數位媒材於概念草圖的設計上，觀察對創意思考的影響，主要欲了解設計者的設計思考或轉變，故選擇後者。

4.1.2 編碼定義

本研究使用的這個編碼系統是由 Suwa 等人在 1998 年建立，之後於 2000 年修改(Suwa et al., 2000)，此系統是為了瞭解設計過程中認知方面的內容，它包含四個關聯的認知層次，分別為動作的(physical)、感知的(perceptual)、機能的(functional)和概念的(conceptual)四種，命名為「內容導向的設計編碼系統」(the design content-oriented coding scheme, DCOCS)(Maher & Tang, 2003; Gero & Tang, 2001; Tang, 1997, 2003; Tang & Gero, 2001, 2002)。由於此系統原本是針對建築設計之手繪草圖所訂，而本研究是關於傳統和電腦媒材應用於標誌設計的實驗，因此需對此系統原來的編碼內容做些許修正和增減，以利本研究編碼的進行。

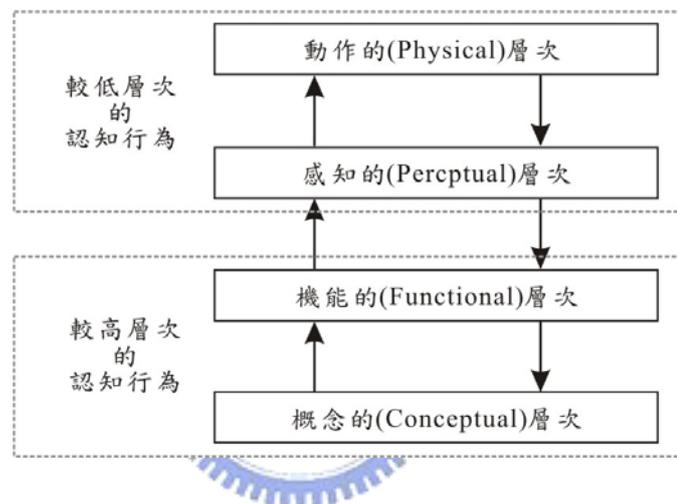


圖 4-2 DCOCS 的四個認知層次

DCOCS 的第一個認知層次為動作的層次，是指和外部行為直接相關連的活動，包括繪圖、看及其他實體動作。第二個為感知的層次，是和視覺化現象相關的部份，包含草圖元素的視覺屬性和空間特徵(visuo-spatial features)。第三為機能的層次，包含對視覺屬性或空間特徵所作的進一步詮釋，或和抽象概念相關的思考。第四為概念的層次，呈現出內在的抽象概念思考過程，此部份本研究只著重在已經達到或是試圖要達成的意圖或目標之探討。

設計過程中的一個概念草圖，是由一組斷句所組成，並依據這四個層次分別所包含的「情況」(instances)類別去分析。其中，動作和感知的層次是分析設計者和外在世界的互動，屬於較為低階的認知活動，草圖和錄影的影像資料是用來說明較低階活動的主要依據資料。機能和概念的層次是分析設計者和內在世界的互動，屬於較為高階的認知活動，而口語報告是主要的資料來源。另外，在一個斷

句中，這四個認知層次皆有可能發生，但是不容易描述出其精確的前後發生次序。

而 DCOCS 的「情況」指的是在一個層次中，一次認知行為的發生。如畫出一條線為在動作層次的一個繪圖情況，instances 就是一個事件的發生，因此它可以是動作的、感知的、機能的和概念的。而在動作的層次有三種情況：繪圖的情況(D-instance)、看的情況(L-instance)和其他的實體動作的情况(M-instance)。每一個層次皆可能有一個或多個情況，甚至是沒有任何情況發生。而不同認知層次的情況多寡，是依據受測者實驗過程中的影像、草圖和口語資料而來，也因此，沒有情況的情形有可能是真的沒有發生事件，或是受測者回溯時忘記指出而錯失掉。針對各層次的內容予以詳細說明於表 4-1。

表 4-1 認知行為分類

類型	行為名稱	說明
動作的	D-action	關於草圖圖形的繪圖行為
	L-action	觀察已繪草圖或是參考資料的行為
	M-action	動作的行為，如一些手勢、筆或游標的移動
感知的	P-action	圖形造型的視覺特徵，偏重於個別造型元素上 圖形元素間的空間關係，偏重於整體的空間關係上 圖形元件間隱含的視覺元素和空間關係的浮現，或是關於心像方面的討論
機能的	F-action	對看到的視覺化現象加以詮釋 對心中想像的視覺化現象給予進一步的詮釋
概念的	G-action	關於新的機能的目標 關於問題發現和解決的目標 將已有的條件，視為一個目標 重覆之前出現過的目標

1. 動作的層次

第一個分類為動作的層次，是直接和繪圖行為有關的動作，包含三種：繪圖的行為(D-actions)、看的行為(L-actions)和動作的行為(M-action)。繪圖行為又分兩種，第一為設計者繪出一個新的元件(element)，如點、線、面、圓、箭頭、註解等；第二為設計者複製的行為，或是做修正的動作，所畫的元件是已出現過的圖形。看的行為是設計者注視已存在的草圖圖形或是翻看研究者提供的視覺資料，而無產生任何和繪圖有關的動作。動作的行為指的是設計者對筆或是電腦螢幕上游標的移動行為，但並無對草圖上的圖形做任何的改變動作，或是設計者在設計過程

所作一些輔助設計思考的手勢、動作等行為。因為在編碼的過程中，L-actions 和 M-action 出現的行為次數就整體而言太少，在結果分析上不具任何意義，而對於探討不同媒材的使用，本研究只著重在繪圖行為(D-actions)方面的探討，因此不將 L-actions 和 M-action 列入資料統計的範圍內。

在動作層次上的「情況」收集，主要來自受測者繪製概念草圖的錄影影像內容，或是受測者回溯時的口語解釋。並將動作層次的行為類型整理如表 4-2。

表 4-2 動作類型分類

分類	類型	描述
新元件的建立	Dc	建立新的圖形
	Dsy	以符號表示關係、特徵或塗黑(填色)代表顏色、材質等
	Dwo	以文字說明概念
舊元件的修改或複製	Drf	修改、更動原有之圖形，包括對原有圖形之放大、縮小、移動等
	Dts	在同一個概念草圖上複製原有圖形
	Dtd	在不同概念草圖上複製原有圖形

另外，在為動作層次編碼時，會給予草圖上的每一個造型元素進行編號，如 line1 和 hatch2 等，而若在同一個斷句中，設計者畫出一個新的元件後，並再次對它作修正的動作，則只將之視為產生一個新的元件。在編號的過程中，發覺一些常出現的變更草圖內容之行為，此對草圖的視覺化結果也會造成影響，因此，本研究決定將之也列入其中。研究者依據標誌設計較常出現的幾種造型元素和行為整理如表 4-3，以利對草圖上的圖形進行編號。

表 4-3 造型元素和草圖內容變更行為分類

分類	類型	編碼
造型元素	點	dot
	線(直線、曲線)	line
	封閉曲線	cfline
	多邊形(封閉直線)	poly
	圓	circle
	箭號	arw
	文字	anno
草圖內容變更行為	塗黑、陰影、填色(面積色塊)	hatch
	刪除	erase
	圖層	layer

由於草圖內容變更行為是本研究新增之編碼，故對這部份作較為詳細之說明。首先，新增 hatch 類型，hatch 為設計者對草圖的一些造型元素做填色或是增加陰影所作塗黑的部份，定義為「一面積的色塊」，非線條的元素；erase 的編碼建立主要是因為在草圖的繪製過程會刪除某些已繪的元素，但是被刪除的元素無法在草圖的最終結果上呈現出來，然而，此為設計思考的一個過程，對於最終草圖的結果也會有所影響，因此決定對此動作給予編碼，作為設計過程的一個紀錄；關於 layer 的編碼，由於本研究牽涉到電腦媒材的操作，而使用電腦媒材的受測者對於改變或增加圖層行為的次數，足以給予一組新的分類，此也為媒材操作過程的一部份，因此也給予編碼。

對於草圖內容變更行為在動作類型的編碼上，由於 hatch 為增加一面積的色塊，屬於建立一個新的圖形，因此將之編為 Dc；而 erase 是將原本存在的造型元素刪除，原因是要修正原有的圖形，所以將之編碼為 Drf；另外，layer 行為的出現，會對原本的草圖有所變更，因此也是屬於 Drf 的編碼範圍。對於草圖造型元素和內容變更行為對草圖編碼的結果如圖 4-3。

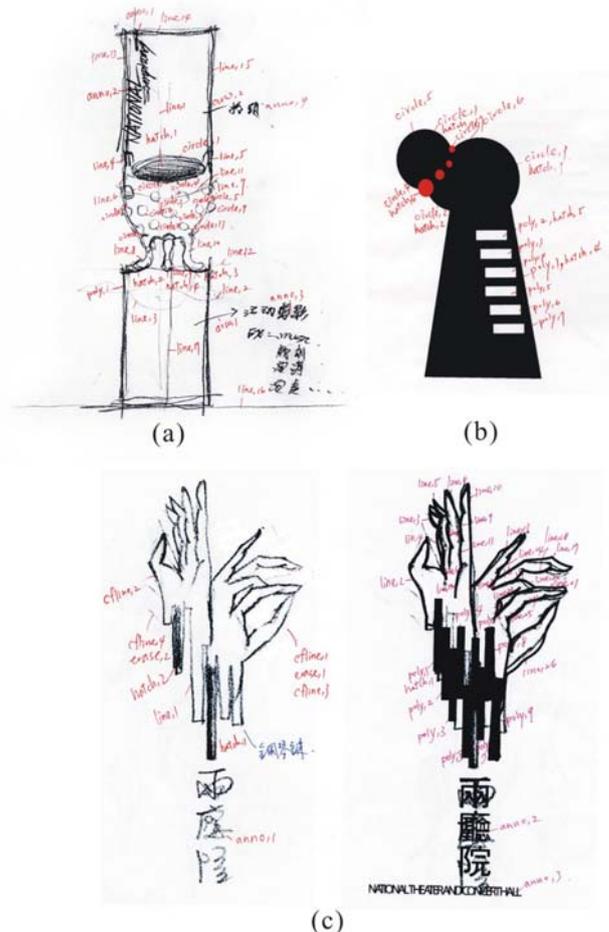


圖 4-3 草圖造型元素和內容變更行為之草圖編碼結果

- (a) 實驗一 概念草圖三編碼結果
- (b) 實驗二 概念草圖七編碼結果
- (c) 實驗三 概念草圖三編碼結果

2. 感知的層次

第二個分類為感知的層次，是關於受測者對於圖形之視覺屬性和空間相關的特徵描述，此感知行為分為三類：

- (1) 圖形造型的視覺屬性，如形狀、大小或材質等感覺相關，偏重在個別造型元素的視覺屬性上。
- (2) 圖形元素間的空間關係，和整體或局部有關的空間感，如群組、相似、對比等，或群體、類別間的空間關係，如距離、排列、交疊等，偏重在整體的空間感知或是二個物件或以上之空間關係方面的討論。
- (3) 圖形元件間隱含的視覺元素和空間關係的浮現，或是關於心像方面的討論，如受測者對於尚未成型的視覺屬性或空間關係所作的一些臆測或想像。而對於心像的定義，Anderson(1990)認為心像(mental imagery)就是呈像(image)，即心中畫面或景物的呈現，但與實際狀態不同，缺乏細節的內容，也可以超越外在的真實性。基本上，心像是心理運作的一個結果，個人可以透過努力而形成一幅與客觀外在世界不盡相同的心像。

感知層次的「情況」收集，主要來自受測者的口語資料，對於繪圖內容的視覺化現象之口語解釋和說明，而感知行為主要是依據動作行為而來，如對一個新建立的圖形(Dc)，並在此新圖形看到新的屬性或特徵(Pfn)，以實驗二 S91 的斷句來說明如下：

「然後我現在想到什麼，它上面(LOGO 題目)有什麼要創造亞洲第一、世界第一，然後我就忽然想到 101，就是台灣很代表性。然後，就覺得 101 的造型可以把它變成傳統女子的線條，就是女孩子穿古裝的線條(不規則長條型曲線，填紅色)，然後這是它衣服的部分。」(實驗二 S91)

受測者 B 在動作層次上建立一個不規則的封閉曲線，說明是要將它變成一個傳統女子的線條，也就是說，將這個新的封閉曲線，看成是一傳統女性線條。也因此，大多數的動作行為，皆會影響到感知行為。將感知層次的行為整理如表 4-4。

表 4-4 感知類型分類

分類	類型	描述
視覺屬性	Pfn	在新的圖形看到新的屬性或特徵
	Pfp	在舊的圖形看到新的屬性或特徵
	Pfo	修改原來的屬性或特徵
空間特徵	Prn	對新的繪圖物感到新的空間關係
	Prp	對舊的圖形感到空間關係
	Por	修改原來的空間關係
心像的浮現	Psg	第一次出現的浮現子型
	Posg	之前出現過的浮現子型

3. 機能的層次

第三個分類為機能的層次，指的是關於受測者在其草圖上，對於視覺屬性和空間特徵的意義、功能和抽象概念之說明，此機能行為分為二類：

- (1) 具體類，主要來自於感知行為分類的「圖形造型的視覺屬性」和「圖形元素間的空間關係」，並對看到的視覺化現象加以詮釋。
- (2) 心像類，主要來自於感知行為分類的「圖形元件間隱含的視覺元素和空間關係的浮現」，是為對心中想像的視覺屬性和空間關係給予進一步的詮釋。

機能層次的「情況」收集，主要來自受測者的口語資料，是關於口語資料的非視覺資訊，而這些資訊是依據感知行為的視覺屬性和空間特徵所作進一步的詮釋，或和抽象概念而來。以實驗二 S91 的斷句為例，由動作行為所創造出來的線條，受測者 B 知覺到 101 建築和傳統女子線條的關連，而「101 的形象」和「穿古裝的傳統女子」則為受測者 B 對感知行為所作的進一步詮釋，明確地指出其造型元素的具體名稱，此即屬於機能層次的思考行為。將機能層次的行為整理如表 4-5。

表 4-5 機能類型分類

分類	類型	描述
具體類	Fn	對所看到或所繪圖形詮釋新的機能
	Fre-i	對所看到或所繪圖形重新詮釋機能
	Fo	對所看到或所繪圖形詮釋舊的機能
	Fi	在新的圖形中詮釋舊的機能
心像類	Fnp	對心中所想圖形詮釋新的機能
	Fop	對心中所想圖形詮釋舊的機能

4. 概念的層次

第四個分類為概念的層次，為非直接來自於實體動作或視覺屬性和空間特徵的感知之認知行為，此部分主要參考 Suwa 等人(2000)針對目標設定(set-up of goals)的類型所作之分類，來作為本研究概念層次的編碼。並將此目標設定的行為分為四類(如表 4-6)：

(1) 類型一(type 1)，在此斷句中所提及新的機能。此又分為四個子分類：

- 第一類(type 1.1)為因為題目所要求而產生的新機能，如實驗題目中要求包含兩廳院中英文名稱設計，因此對於產生中英文名稱的目標，則屬此類。
- 第二類(type 1.2)為受設計者本身的背景知識或是先前類似案例所激發，而產生的目標。以本研究的實驗為例，這類目標的主要來源為受研究者在實驗前所提供的視覺資料所激發，或是受測者本身的背景知識而來，另外，本研究編碼之間的新舊關係是以一個段落為依據，也就是以一個草圖視為一個案例來探討，因此，type 1.2 的目標來源也有可能是因為先前已繪草圖的視覺刺激和概念而來。
- 第三類(type 1.3)為對先前目標的擴充或轉變，使概念更為具體或是更擴大解釋，如受測者在草圖繪製的初期，會先產生一些較抽象的想法，後來隨著圖形的不斷建立，繼續地修正、增補之前的概念，而這些修正、增補的目標則屬此類。
- 第四類(type 1.4)為創造一個新的機能，而此機能非來自於題目要求、設計者背景知識、研究者提供的視覺資料或是受先前草圖出現過的目標之影響，此類的編碼主要根據受測者口語資料的內容來判斷，如突然想到，可能來自於語氣，是忽然決定的，或是從先前的一些繪圖察覺出新的目標。

(2) 類型二(type 2)，為對此概念草圖的問題衝突之解決。對於本研究的編碼包含問題的解決，或是對目前圖形的調整、更動，以達到某個目的，可能是為了整體的感覺，如好看、協調等，但並無出現新的東西。也就是說，是為了解決某個問題，而做的處理目標。

(3) 類型三(type 3)，為將已有的條件，視為一個目標，屬於對已有草圖內容的描述，並無增加新的概念或對其的改變，或是做了一個和概念設計無關的行為。另外，此部分的編碼包含雖發現問題，但並無對其提出解決問題的資訊，因其對整個概念構想的結果並無影響，所以研究者將之視為只是一個描述，由於對設計並無任何改變，也就不會有創造力結果的發生。

- (4) 類型四(type 4)，為重覆之前出現過的目標行為。對之前討論過的目標，再次進行同樣的討論，可能是重新檢視之前的概念或問題，但並無增加任何的新內容和改變。

表 4-6 概念類型分類

分類	類型	描述
類型一(type 1)	G1	關於新的機能
	G1-1	因為題目所要求而產生的新機能
	G1-2	依據設計者本身的背景知識或是先前類似案例激發所產生的目標
	G1-3	對先前目標的擴充
	G1-4	創造一個新的機能，非依據背景知識或先前目標
類型二(type 2)	G2	對此概念草圖的問題衝突之解決
類型三(type 3)	G3	為將已有的條件，視為一個目標
類型四(type 4)	G4	重覆之前出現過的目標行為

4.1.3 概念依據(conceptual dependency)的定義說明

「概念依據」的觀念是 Suwa 和 Tversky(1997)對設計過程的觀察發現而來，並定義此斷句如何因前面的斷句而具有概念依據，是根據下面三種情況而來：

- (1) 此斷句的概念目標是根據先前斷句的概念目標而來。
- (2) 此概念目標所探討的內容和先前的某斷句所探討的內容相關。
- (3) 此斷句概念想法的建立是基於先前某斷句的激發而來。

依此分析後的結果，發現三組實驗的設計過程包含許多一組一組的連續斷句，Suwa 和 Tversky(1997)稱每一組為一個「倚賴的集合」(dependency chunk)，而若只有單獨一個斷句，沒有和其他的斷句形成一個集合的話，則稱為「獨立的斷句」(isolated segments)，一個倚賴的集合代表一連續相關的設計思考，在這個集合內，每一個想法都和前面的想法有關，如圖 4-4。

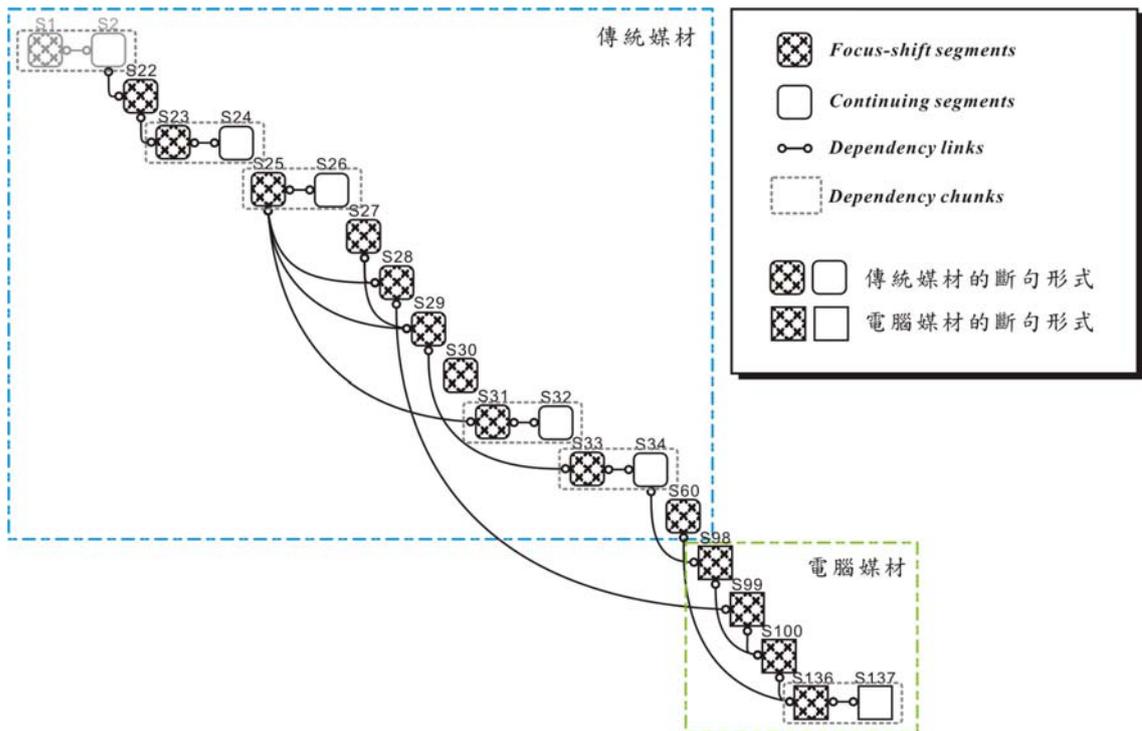


圖 4-4 斷句關係分析圖(實驗三的概念草圖三)

每一個矩形代表一個斷句，以水平方向來看，斷句的發生前後為從左至右依時間排序，而從垂直的方向來看，同一個倚賴的集合則會在同一個高度，而若此斷句的繪圖內容和前一個斷句相較，有變更主題的話，則往下一個階層，重新開始排列。其中，使用「圓角矩形」代表使用傳統媒材的斷句部份，「直角矩形」代表使用電腦媒材的斷句部份。

此外，若此主題和之前的斷句有所關聯的話，則用鏈節(dependency links)的方式連結表示，使斷句間的關係能夠清楚地呈現出來。每一個倚賴的集合的第一個斷句和獨立的斷句，代表受測者的想法和前一個斷句關注的地方已有所轉變，我們將之稱為「焦點轉移的斷句」(focus-shift segment)，為圖中灰色的矩形；而在倚賴的集合中非第一個的斷句，我們將之稱為「連續的斷句」(continuing segment)，此表示受測者繼續探討上一個斷句的主題。

4.1.4 編碼程序與方法

回溯報告的口語內容是本研究主要分析的資料，並用以實驗過程的錄影資料和完成的草圖作為協助的資料，因為口語報告時，受測者可能會有省略或含糊不

清的情況發生，而受測者的動作能夠幫助了解受測者的報告內容，另外，受測者可能會遺漏一些繪製草圖時的動作，而視覺資料能夠讓我們知道一些沒有報告出來的內容，而這些也是概念草圖思考過程的一部份，因此也屬於分析範圍。

而為了避免因只有研究者一人從事編碼的工作，易產生過於主觀判斷的情形，所以採用二次編碼的程序(Gero and McNeill, 1998)，二次編碼的時間間隔 10 天以上，之後比對結果，對於兩次編碼結果的不同之處，重新編碼直至確認為止。

而一個斷句所包含的是為一個完整的設計意圖，因此可能不僅包含一種認知行為，且在一個層次中也可能不只有一個「情況」(instances)，因此，編碼時，加註數字表示同類動作發生的次序，並附註內容，以便索引。

4.2 編碼結果與分析

下面分別將實驗一、實驗二、實驗三編碼的結果各別做統計分析，相互比較之間的關係，並以實驗三的結果為主，和實驗一、實驗二的結果做對照，其中分析的內容包含對斷句的比較、DCOCS 編碼內容的比較，以及概念依據的觀察結果這三大方向為主。

4.2.1 斷句結果與討論

分斷的原因是因為受測者意圖的改變，也就是想法的轉換，而藉由觀察斷句的數量，能夠從中得知使用不同媒材的受測者在以一個概念草圖為單位時，其思考轉變的次數多寡。

表 4-7 三組實驗的斷句結果之統計

	斷句數量 (個)	草圖數量 (個)	斷句數量 (個/一個草圖)
實驗一 (傳統媒材)	125	10	12.5
實驗二 (電腦媒材)	111	9	12.3
實驗三	137	8	17.1
傳統媒材 電腦媒材	72 65		9 8.1

結果明顯顯示，分別使用傳統媒材的受測者 A 和使用電腦媒材的受測者 B 平均一個草圖的斷句為 12.5 和 12.3 個，並無太大的差異，但二種媒材皆用的受測者 C 則平均一個草圖有 17.1 個斷句，其中在傳統媒材部分的斷句有 9 個，電腦媒材

部分的斷句有 8.1 個。

此結果說明在概念思考過程中，傳統和電腦這兩種不同媒材的使用對於設計者想法轉換的次數上，並無太大的影響，然而，在使用單一媒材和兩種媒材的比較上，則發現同時使用兩種媒材於概念草圖的設計上，會有較多想法的轉變。由於設計者在轉換媒材之後，會利用新的媒材，在舊有的圖形上或對原有的概念進行重新的發想，使得在以一個草圖為單位的比較時，實驗三的斷句次數會較多，也就是說，一個使用兩種媒材而產生的概念草圖，會包含較多設計者的意圖於其中，設計者對其有較多次的思考轉換，也就較容易產生多樣化的概念，而這對創造力的激發是有幫助的。

4.2.2 DCOCS 編碼結果與討論

在 DCOCS 的編碼結果方面，首先，從認知行為的四個層次之發生次數，也就是「情況」的數量上來探討三組實驗之間的關係；其次，再依各層次之類型來探討使用不同媒材之認知行為傾向和對創意思考的影響。

1. 在「情況」(instances)方面

表 4-8 為三組實驗的四個認知層次所包含的「情況」數量統計，此是為了要觀察各認知層次的行為在各組實驗中所佔之比例。

而表 4-9 為針對「一個概念草圖」所包含的「情況」之統計，因此是將表 4-8 除以草圖數量所得的平均值，平均後的數值是為了方便比較三組實驗的數量關係，另外，實驗三的概念草圖六並無使用到電腦媒材的操作，因此，雖然實驗三產生八個草圖，但在電腦媒材的部份將之視為只有產生七個草圖，而只除以七，實驗三各層次的「情況」總數仍然除以八，所以實驗三平均的結果和傳統媒材加上電腦媒材的「情況」總數並不會相等。

表 4-8 三組實驗的四個認知層次結果之統計

類型	情況(instances)數量			
	實驗一	實驗二	實驗三 (傳統/電腦)	
動作的層次	385	227	436	(228/208)
	44%	36%	44%	(43% / 46%)
感知的層次	218	190	243	(121/122)
	25%	30%	25%	(23% / 27%)
機能的層次	129	94	134	(91/ 43)
	15%	15%	14%	(17% / 10%)
概念的層次	144	120	170	(89/ 81)
	16%	19%	17%	(17% / 18%)
總共	876	631	983	(529/454)

表 4-9 三組實驗平均一個草圖的四個認知層次結果之統計

類型	平均一個草圖的情況(instances)數量			
	實驗一	實驗二	實驗三 (傳統/電腦)	
動作的層次	38.5	25.2	54.5	(28.5 / 29.7)
感知的層次	21.8	21.1	30.4	(15.1 / 17.4)
機能的層次	12.9	10.4	16.8	(11.4 / 6.1)
概念的層次	14.4	13.3	21.3	(11.1 / 11.6)
總共	87.6	70.0	122.9	(66.1 / 64.9)
平均一個斷句的例子數	7.0	5.7	7.2	

動作和感知的層次能夠透露出行動中反應(reflection-in-action)的設計過程，而機能和概念的層次能夠透露出概念設計過程的資訊處理特徵。從表 4-8 可發現三組實驗皆對於行動中反應的行為較多，皆約佔了 70% 的比例，相對而言，較高層次的資訊處理特徵行為則佔有較少的比例，此現象可能是因為實驗方向設定為「標誌設計」的原因，由於標誌的設計較重視視覺屬性的特徵表現和空間關係的平衡，且設計過程不需太多機能性之細節考慮，整體造型甚至力求簡單抽象化，相對而言，則較少使用到非視覺屬性的機能和概念行為，因此，對於較高層次的認知行為有較少比例的出現。

而在較高層次的認知行為方面，三組實驗之間並無明顯的差別，但在動作和感知層次方面，有使用到傳統媒材的實驗一和實驗三的動作層次之比例，與感知層次相較，有較大的差距，從草圖的結果上來看，使用傳統媒材所繪的草圖其整體線條較為複雜，而資訊也就會越多，因此，可能藉由草圖上視覺的激發，產生較多的動作行為；而電腦媒材的草圖線條相對而言較為簡單、清楚，而設計者能夠利用的資訊也就單只是草圖上的幾個元素，而影響到的動作行為也就會較少。

而值得注意的是，兩種媒材皆使用的實驗三，仍舊能夠保留傳統媒材的特性於概念草圖的設計上，並無產生有電腦媒材干擾之影響。

在表 4-9 中，發現實驗三和實驗一、二相較，各層次都有明顯較多的「情況」，這是由於實驗三的平均每個草圖的斷句數較多的原因，而有較多的斷句數代表受測者有較多的想法和行為，直接相關地也會有較多的認知行為出現，因此，對於設計除了有較多的想法外，對其思考也會較為深入。除了觀察到使用兩者媒材和單一媒材的差別為在各層次皆有較多的認知行為出現外，而對於每個層次的行為類型之間的關係，下面將繼續較細部的探討。

2. 在類型(type)方面

表 4-10 為三組實驗在動作層次中，各動作類型所包含的「情況」數量統計，此為了要觀察媒材的使用與動作類型之間的關係。

表 4-10 三組實驗動作類型結果之統計

D-instances	情況(instances)數量		
	實驗一	實驗二	實驗三 (傳統/電腦)
Dc	188 48.8%	53 23.4%	185 (158 / 27) 42.4%
Dsy	51 13.3%	26 11.5%	23 (17 / 6) 5.3%
Dwo	14 3.6%	0 0.0%	8 (8 / 0) 1.8%
新元件的建立	65.7%	34.9%	49.5%
Drf	126 32.7%	130 57.7%	157 (45 / 112) 36.0%
Dts	2 0.5%	17 7.5%	61 (0 / 61) 14.0%
Dtd	4 1.0%	0 0.0%	2 (0 / 2) 0.5%
舊元件的修改或複製	34.2%	65.2%	50.5%
總共	385	227	436 (228 / 208)
Std. Dev.	19.9	21.8	18.1

在動作類型上的次數統計，表示設計者在此行為上發生的比例多寡，三組實驗相較之下，使用傳統媒材的實驗一在新元件的建立之行為佔有 65.7% 的最高比例，而在使用電腦媒材的實驗二在原有元件的修改和複製上佔有最高的比例 65.2%，此結果是因為媒材特性的關係，傳統媒材具有將概念快速視覺化的優點，能夠方便地增加新的圖形，並在概念草圖上快速建立起空間關係；而電腦媒材具有方便修改已有圖形的特性，草圖中的各元件就類似是一組黏土積木般，能快速

且方便地對其進行搬移、修正、複製，但也因為設計者花較多的心力於修改上，因此對於產生新元件的動作，相對而言，次數就會較少。總體而言，使用傳統媒材於概念草圖上，會促使設計者有較多增加圖形的行為，而使用電腦媒材，則較易促使設計者產生對原有圖形做變更的行為。

因此，不管使用哪一種媒材，對於繪圖行為上的動作類型都會顧此失彼，而設計者一開始在心中產生的一些模糊的概念，需要具備有能夠快速圖像化特性的媒材來協助，在視覺化初步成型後，設計者則會對圖形元件進行修改或移動，以產生更多種可能性，這也是實驗三的受測者 C 在設計媒材的先後次序選擇上，先選擇傳統媒材，再轉換至電腦媒材的主要原因。

而傳統媒材在變更物件間的空間關係上甚不方便，使得設計者通常會不斷將新線條覆蓋其上，使草圖增加模糊性，此或許對創造過程有正面的影響(Liu, 1998)，但另一方面，實驗一的受測者提及，過多錯誤的訊息模糊了原本想要的視覺屬性和空間關係，而影響到心中概念的成型；另外，對於電腦媒材的使用方面，由於產生的線條太過清楚一致，設計者也不會對同一個造型元素，不斷重複覆蓋線條，通常會先刪掉不滿意的圖形，再重新繪製，雖然對之前圖形的在心中尚保留一些印象，但對於視覺的刺激缺乏模糊的空間，以致只使用任何一種媒材，都會讓設計者必須捨棄某些媒材特性所能輔助的設計思考，而不得不有所妥協。

而觀察將兩種媒材同時運用於概念草圖的設計上，新圖形的建立和修改行為，都獲得相當的比例關係，也就是說，設計者能夠善用兩種媒材的所能提供的特性於概念思考的視覺化上，而兩種媒材的使用，也會引發設計者有較多元的動作類型產生，對於概念圖形的操弄有較多的選擇性，此也能引發出較多重的視覺感知。

下面繼續對感知行為提出探討，表 4-11 為三組實驗在感知層次中，各感知類型行為的數量統計，此是為了要觀察媒材的使用與感知類型之間的關係。

表 4-11 三組實驗感知類型結果之統計

分類	P-instances	情況(instances)數量		
		實驗一	實驗二	實驗三 (傳統/電腦)
視覺屬性	Pfn	76 34.9%	46 24.2%	52 (38 / 14) 21.4%
	Pfp	18 8.3%	16 8.4%	21 (12 / 9) 8.6%
	Pfo	27 12.4%	52 27.4%	36 (16 / 20) 14.8%
空間特徵	Prn	54 24.8%	16 8.4%	58 (28 / 30) 23.9%
	Prp	29 13.3%	23 12.1%	34 (14 / 20) 14.0%
	Por	5 2.3%	31 16.3%	32 (4 / 28) 13.2%
心像的浮現	Psg	6 2.8%	5 2.6%	10 (9 / 1) 4.1%
	Posg	3 1.4%	1 0.5%	0 (0 / 0) 0.0%
總共		218	190	243 (121 / 122)
Std. Dev.		11.9	9.6	8.1

觀察結果，發現在「空間特徵」的類別上有較大的差異，有使用傳統媒材的實驗一和實驗三在 Prn 行為出現的比例上皆較高，Prn 是為對新的繪圖物感到新的空間關係，也就是說，傳統媒材的使用對空間關係的建立較有幫助；而有使用電腦媒材的實驗二和實驗三在 Por 為出現的比例上皆較高，Por 是為修改原來的空間關係，也就是說，電腦媒材的使用對空間關係的改變較有幫助，此現象和動作層次的結果相呼應，而這也說明，感知行為的產生主要是受到之前繪圖行為的影響。同樣的，使用兩種媒材的實驗三在改變空間關係和建立空間關係上，是具有加成的效果，設計者能夠藉由兩種媒材的操弄，而有較多元的感知行為產生。

另外，表 4-12 為三組實驗在機能層次中，對機能類型行為的數量統計，此是為了要觀察媒材的使用與機能行為之間的關係。

表 4-12 三組實驗機能類型結果之統計

分類	F-instances	情況(instances)數量			
		實驗一	實驗二	實驗三	(傳統/電腦)
具體類	Fn	72 55.8%	38 40.4%	45 33.6%	(158 / 27)
	Fre-i	40 31.0%	35 37.2%	40 29.9%	(43 / 110)
	Fo	7 5.4%	15 16.0%	27 20.1%	(17 / 6)
	Fi	0 0.0%	0 0.0%	0 0.0%	(8 / 0)
心像類	Fnp	9 7.0%	6 6.4%	21 15.7%	(0 / 61)
	Fop	1 0.8%	0 0.0%	1 0.7%	(0 / 2)
總共		129	94	134	(91 / 43)
Std. Dev.		22.3	18.2	14.2	

在機能層次的結果上，總體而言，實驗三的機能類型之行為出現的比例較為平均，從標準差上面來看，實驗三的數據為 14.2 最小，表示其在各類型上相較而言，沒有較為突顯的行為出現，這是因為受之前動作和感知層次的影響所致，因為先前實驗三的動作和感知都能兼具傳統和電腦媒材的特性，使得不管對於建立新的圖形或是修改舊有的圖形，都有相當比例的行為出現，因此，在機能層次上，不管是對圖形詮釋新的機能(Fn)或是重新詮釋機能(Fre-i)上出現的比例都會較為平均。

另外，因為實驗三會有轉換媒材的機會，在轉換媒材之後，會對原有圖形重新思考，因此在詮釋舊的機能(Fo)和對心中所想詮釋新的機能(Fnp)上和另外兩個實驗相比，有較高的比例。

3. 在非預期的發現(unexpected discoveries)方面

Schön 與 Wiggins(1992)認為非預期的發現是設計者在繪製草圖時在不預期下，產生一個沒有注意到之結果的動作，其對非預期發現的看法不但包括視覺屬性和空間關係的特徵，同時也包含解釋視覺屬性和空間關係之結果所顯露出來的概念。另一方面，Goldschmidt(1994)對於非預期發現的說法較為簡單，他認為其僅包含視覺屬性和空間關係的發現。之後，Suwa 等人(2000)則引用後者的看法定義非預期的發現如同一連串的知覺動作，認為非預期發現為一個依賴「舊的」繪圖或看的動作，而產生「新的」知覺動作。

Suwa 等人(2000)將非預期的發現依照設計者發現視覺屬性和空間關係的特徵，分為三種不同的類型：

- 第一類為視覺特徵的發現，如對已繪的造型元素之形狀、大小或結構進行擴充或修改，對其更進一步的細部設計或是重新專注於其中，繼續其概念思考。
- 第二類為空間或兩個(以上)已繪的造型元素之間的組織關係之發現，如設計者專注於這個元素的設計時，同時也關心旁邊另一個元素，並注意兩者之間的關係。
- 第三類為對已繪造型元素間的空間關係之發現，此又稱為圖地反轉的感知能力。

因此，Suwa 等人(1998)認為在感知的分類中，有三個類型具有非預期的發現之特徵，分別為對舊有圖形發現新的特徵(Pfp)、對舊有圖形感到新的空間關係(Prp)和從舊有圖形看到新的圖形(Psg)。

表 4-13 三組實驗之 Pfp、Prp、Psg 結果之統計

P-instances	情況(instances)數量		
	實驗一	實驗二	實驗三 (傳統/電腦)
Pfp	8.3%	8.4%	8.6%
Prp	13.3%	12.1%	14.0%
Psg	2.8%	2.6%	4.1%

而在感知類型的編碼結果發現，這三類在實驗三中的比例都較為偏高，這可能是因為實驗三的受測者 C 在轉換媒材之後，或對原有的視覺屬性和空間關係重新思考的緣故，因此，也會增加對原有圖形發現新可能的機會。

4. 在目標設定(set-up of goals) 的類型方面

表 4-14 為三組實驗在概念層次中，各目標設定的數量統計，此為了要觀察媒材的使用與概念類型行為之間的關係。

表 4-14 三組實驗概念類型結果之統計

G-instances	情況(instances)數量		
	實驗一	實驗二	實驗三 (傳統/電腦)
G1			
G1-1	10 6.9%	1 0.8%	11 (3 / 8) 6.5%
G1-2	22 15.3%	15 12.5%	9 (9 / 0) 5.3%
G1-3	48 33.3%	33 27.5%	47 (22 / 25) 27.6%
G1-4	9 6.3%	6 5.0%	9 (7 / 2) 5.3%
G2	19 13.2%	27 22.5%	57 (33 / 24) 33.5%
G3	10 6.9%	19 15.8%	16 (9 / 7) 9.4%
G4	26 18.1%	19 25.8%	21 (6 / 15) 12.4%
G1-2+G1-3+ G1-4+ G2	68.1%	67.5%	71.7%
總共	114	120	170 (89 / 81)
Std. Dev.	9.6	9.3	11.5

其中，Suwa 等人(2000)認為 G1-2、G1-3、G1-4、G2 這四類的行為是具有可能發生創造力的目標設定，因此本研究將這四類的比例相加，實驗三的結果有些為偏高，但三組實驗並沒有顯著的差異，這可能是因為概念行為是為較高層次的認知思考，受媒材操作之影響相對減少，設計者大多時候會先產生一個目標，再試圖去達成此目標，因此會先有概念想法，再想辦法利用手邊的媒材去將概念成型，但也會有因為媒材特徵的不適，而放棄或修改原本設定的目標之情況發生。

而在實驗三使用兩種媒材的情況下，設計者在轉換第二種媒材之後，會對先前已有的草圖進行重新的審視，而會繼續擴充先前元素的設計(G1-3)或是重新發現問題、解決問題(G2)，因此，在 G1-3 和 G2 上有較高的比例，此類似 Guilford(1968)提出創造力認知行為的「轉換構想的能力」，能夠對之前使用傳統媒材的草圖，轉換至電腦媒材後，重新詮釋已繪的資訊，以不同的方法，產生新的方案來解決問題。此對草圖有較深入且多元的思考，而也就會有較多產生創造力的可能機會了。

4.2.3 概念依據(conceptual dependency)的結果與討論

表 4-15 為三組實驗在設計過程中，依據各斷句之間的依賴關係，所作的一些斷句分類整理，此為了要觀察三組實驗設計過程的整體思考概況和媒材的使用與各類斷句之間的相互關係。

表 4-15 三組實驗斷句關係結果之統計

斷句類型	斷句數量		
	實驗一	實驗二	實驗三 (傳統/電腦)
焦點轉移的斷句	83 66.4%	54 48.6%	87 (48 / 39) 63.5% (55.2% / 44.8%)
連續的斷句	42 33.6%	57 51.4%	50 (24 / 26) 36.5% (48% / 52%)
鏈節	97	106	123
一個草圖的鏈節數	9.7	11.8	15.4
倚賴的集合	23	19	36 (19 / 17)
獨立的斷句	60	35	51 (29 / 22)

關於分析後的結果發現，傳統媒材的使用有較多焦點轉移的斷句，這是因為使用傳統媒材於概念草圖設計時，較多考慮整體的架構，因此會在整體的大範圍下，進行造型元素的個別設計，所以在各造型元素之間的思考轉換較為頻繁；反之，使用電腦媒材的受測者會在產生一個造型元素後，專注於其中的修改，之後，再轉換至整體的思考，因此會在連續的斷句上有較高的比例。而此結果和 Won(2001) 對於「整體—細部」的觀察相符，Won 認為設計者使用電腦進行構想發展時對設計案細部的考量會比使用傳統媒材花較多的注意力。

而使用兩者媒材的實驗三，因為利用到兩種媒材的特性，因此，焦點轉移的斷句和連續的斷句的比例會介於實驗一和實驗二之間，這也表示，兩種媒材的使用，彼此間並不會有太多干涉，大多時候設計者皆能運用兩者媒材的特性於概念設計和思考上，相互間的關係是互相輔助的。

另外，在表示斷句間相互關係的鏈結次數上，實驗三明顯大於實驗一和實驗二，而鏈節表示斷句之間思考的關聯和依賴性，較多的鏈節可表示出較複雜的思考連結，因為較多次考慮到之前已繪草圖的元素，能夠對之前的造型元素做進一步或較深入的再次思考，因此，使用兩種媒材於概念草圖上勢必會有較複雜和深入的設計思考行為，而若能藉不同媒材的轉換過程，不斷專精於此，會增加創造力發生的可能機會。

第五章 結論與建議

本章總結前述章節對研究之目的所作的觀察和編碼分析之發現，從設計過程和設計結果兩方面來探討，設計過程之結論主要來自編碼的結果，而設計結果的討論主要來自實驗過程的觀察和最終草圖的呈現。之後討論前述各部份之研究限制，並提供後續研究之建議和發展方向。

5.1 結論

依據本研究各部份的觀察，分別在「設計過程」和「設計結果」上得出以下幾點結論：

● 在設計過程方面

第一、傳統和數位媒材並用，能夠結合兩者媒材之特性，幫助設計創造力的發散構想之能力。由編碼結果之觀察，設計者同時使用傳統和數位媒材對於設計之概念發想上，能夠結合兩者媒材之特性，而產生較多元的設計行為，如兼具傳統媒材能夠快速建立新的圖形和數位媒材方便對舊有圖形進行修改的特性等行為，因此也能方便於建立和改變圖形之間的空間關係，引發出多重的視覺感知刺激，也會對整體和細部都較有詳細的考慮。且使用兩種媒材在對同一個概念草圖上的思考上，會同時具有兩種因媒材不同的特性而產生的不同思考模式，且在認知行為的轉換上會有較多樣的設計思考，而有機會發想較多種可能的創意概念。

第二、傳統和數位媒材轉換過程中，能夠幫助設計創造力的轉換構想之能力。設計者從一種媒材轉換至另一種媒材時，會重新審視先前的構想，繼續思考新的變化，或提出新的解決方式，因此，在一個草圖上會有較多的思考轉換機會，也對此草圖會有較複雜的思考，而有較深入的探討。也就是說，傳統和數位媒材同時並用時，對一設計概念會有較深的思考，創意思考也較具彈性，思考空間也擴展許多，且換了媒材之後，設計者會有較多的機



會重新激發之前已經想不到或是以停止的概念。

● 在設計結果方面

第三、傳統和數位媒材之草圖結果兼具草圖之模糊性和概念具體化兩種特性。由於使用傳統媒材的手繪草圖其圖形之線條較為複雜、多層次，而具有較多的模糊部分，且因為容易在草圖旁邊作註解，設計師能夠藉由草圖和文字註解這兩部分，繼續激發出其他的創意構想。而在使用數位媒材的草圖上，能夠輕易地填入各種顏色，並在配色上發想構想，且開始考慮到顏色相疊的可能性，線條較為明確，缺乏模糊性，但對於概念構想會有較具體的呈現結果。而傳統和數位媒材之草圖結果同時具備此兩種媒材特性之風格，能夠保留草圖之模糊性，但對於確定的概念也能夠具體地表現出來。且由於之後的草圖會受之前草圖的影響，所以二者媒材並用的草圖結果具備兩種媒材之風格，對其後草圖的發想，有可能激發出只使用一種媒材所不易發想的創意構想。然而，此研究並無繼續對此草圖給予激發新的構想，此待後續研究深入探討。

總結以上之觀察，二者媒材並用的結果，能得到較多元的概念發想，也較能引導設計師進入較多層次的思考，而設計師能夠接收到兩種不同媒材和設計師互動的結果，為創意發想提供更多的機會，這些對創造思考都具有正面的幫助。而傳統和電腦媒材並用於概念草圖設計，對於設計媒材輔助設計思考而言，是具相加效果的，而之後關於多元媒材對於創意思考的激發，或許可以此作為思考的發端。

5.2 研究限制

創造力的研究一直以來雖受眾多領域所關心，然而自今仍無有對創造力的明確定義，每一次對於創造力的發現和解釋，皆只能觸及或提出部分的解答，一直未有全面性的探討，由於這樣的不確定性，增加了對創造力研究的困難度。關於設計領域的創造力研究，尤其是針對設計媒材對於創造力的影響，尚在啟蒙階段，而本研究除了先對研究問題做初步的觀察外，一些較全面性的探討在此則尚無法兼顧考慮，如受測者的人格變項、動機變項和社會文化環境等，也因此，本研究只針對媒材的使用這個面向來探討對於創造力激發的可能性，必然欠缺完善，此也為本研究限制之一。

另外，在實驗設計部分，本研究只著重於標誌設計中最具創造力的初步草圖

構想階段做深入的觀察，而未對整個設計過程和更多面向的設計領域有全面的探討；其次，在受測者人數方面，每組實驗只選擇一位受測者進行，雖是進行認知實驗做初步的探討，但若想降低個體差異之影響，未來需能以較多的受測者，依不同設計專業背景分組，參與實驗，並對整個設計過程進行全面性的觀察，使研究資料更臻完備，此有助於提昇研究結果的信度和效度。

而在實驗過程部份，發現傳統和數位媒材之間的操作轉換，會面臨到類比和數位資料轉換中，費時費力之問題，這都會影響到設計者的思考和設計者對不同媒材使用的選擇及次數，且由於在實驗進行中有時間限制，此會讓受測者在概念思考時必需做較多的取捨，而不得不捨棄掉一些具創意思考而未成型的想法。因此，未來需針對媒材轉換的便利性提供更好的解決方式，另外，在實驗時間的限制上，需在受測者時間壓力的問題上和研究者獲得有效資料之間取得更好的平衡，以利研究的進行。

5.3 研究貢獻

而從電腦媒材的出現，至應用於概念發想階段，早已為設計創作開啟一股新的潮流，為創造思考提出一個嶄新的創意發想方式。同樣的，本研究之貢獻希望在媒材的使用上而言，能為數位媒材上所引發出新的設計創造力，提出更多的可能性與方向，讓創造思考方向的選擇更多元，設計者也能有更具創意的發想方式，而在實際應用上，希望此研究能對創造力的激發提供一種可行的方式，可應用於創意設計的教育訓練上，而設計師也能對設計媒材適當地操作，並加以整合，呈現出多元化的創意表現。

由於本研究是探討關於個人使用設計媒材和創造力的關係，並未擴展到社會型創意的探討，且傳統和數位媒材並用所能激發的創意，就此單一因素，可能不足以創造出社會型創意，社會型創意的產生，需要結合許多的因素才有可能造就，儘管如此，此研究結果期望能對個人創造力的激發提出一種能應用的可能方式。

因此，我們或許能藉由二種媒材同時使用於概念發想階段的過程，為創造力的激發提供些許可能的方式，此方式也容易應用於教育和設計師或建築師之設計訓練上，而希冀能為設計實務帶來些許的幫助，且也能持續探討設計相關科系之學生結合傳統和數位媒材對於設計創造力的激發，是否有所提升，或者引發何種不同的設計思考，對於學生學習結果的觀察，能更進一步對此研究結果提出更完整的理論模型。另外，在電腦輔助設計上，電腦應用於建築設計，已被大家獲知帶來劃時代的嶄新面貌，尤其在概念發想階段的應用，更幫助人類刺激創造力的

激發，然而傳統媒材的使用，比電腦媒材有更深遠的歷史，人類的設計創造力在此階段仍是連綿不絕，電腦媒材和傳統媒材對創造力的激發各有其優勢，若能藉由二種媒材並用，或許能夠找出二者整合後的創意設計，又或者，提供新的機會去發展可能的新媒材來輔助設計思考，為設計媒材的發展，提供了一個新的思考方向。

5.4 未來研究之建議

本研究在資料分析過程中，發現對於傳統和電腦媒材並用於概念草圖的設計中，媒材轉換之間，對設計思考的轉變，會有所影響，未來若能針對前後不同媒材的轉換對於設計思考有何影響進行更深入的探討，如此能夠對設計媒材和創造力之關係有更進一步的了解，之後在設計創作上，更能善用所選擇的媒材。

對於分析所用的編碼系統，本研究主要是參考 Suwa, Purcell, and Gero(1998) 依據心理學中認知行為的概念所提出來的，針對的是設計的認知行為分析。而在後續研究中，希冀能夠參考本研究之觀察現象，針對設計創造力這個主題，發展出一套更為合適的編碼系統，專門作為設計媒材和創造思考的分析之用。

目前許多的實務設計師將多種設計媒材交錯應用於設計過程中，使得設計媒材的選擇變得更為多元，此對之間的創意思考和最後的設計結果都會有所影響。各式的概念想法在不同的媒材之間轉換，是如何影響創意思考的取捨和發展，尚需後續研究繼續探討。此外，對於多元媒材整合應用於設計創造力的激發，應如何運用於設計教育的培訓上，亦是一個值得探討的方向。

參考文獻

- Anderson, J. R.: 1990, *The adaptive character of thought*. Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Akin, Ö.: 1978, 'How do architects design?' in Unknown Latombe (ed.), *Artificial Intelligence and Pattern Recognition in Computer Aided Design*, North Holland Publishing Company, IFIP.
- Akin, Ö.: 1993, Architects' reasoning with structures and functions, *Environment and Planning B: Planning and Design* Vol. 20, pp. 273-294.
- Amabile, T. M.: 1983, *The social psychology of creativity*. New York: Springer-Verlag.
- Amabile, T. M.: 1996, *Creativity in context*. Boulder, CO: Westview.
- Atwood, M. E., McCain, K. W. and Williams, J. C.: 2002, How does the design community think about design?, *Proceedings of the conference on Designing interactive systems: processes, practices, methods, and techniques*, London, England, pp. 125-132.
- Bai, R. Y. and Liu, Y. T. 1998. Toward a computerized procedure for visual analysis and assessment. *CAADRIA '98*: 67-76.
- Barron, F.: 1968, *Creativity and personal freedom*. New York: Van Nostrand.
- Barron, F.: 1969, *Creative person and creative process*. New York: Holt, Rinehart, & Winston.
- Bilda Z. and Demirkan H.: 2003, An insight on designers' sketching activities in traditional versus digital media, *Design Studies*, Vol. 24, No. 1.
- Boden, M. A.: 1991, *The Creative Mind, Myths and Mechanisms*, Wiedenfeld and Nicholson, London.
- Boden, M. A.: 1998, Creativity and artificial intelligence, *Artificial Intelligence* 103, pp. 347-356.
- Chen, C. S.: 1990, Cognitive processes in architectural design problem solving, *Design Studies*, Vol. 11 No. 2, pp. 60-80.
- Chen, S. C.: 2001, *The Role of Design Creativity in Computer Media*, the 19th eCAADe conference, Helsinki, Finland.
- Coyne, R. D., Newton, S., and Sudweeks, F.: 1993, A connectionist view of creative design reasoning. In Gero, J. S. and Maher, M. L. (Eds.), *Modelling creativity and knowledge-based creative design*: 177-209. Hillsdale, NJ: Erlbaum Press.
- Cross, N.: 1989, *Engineering design methods, Strategies for Product Design*, Chichester.
- Cross, N.: 1996, Natural intelligence in design, *Design Studies*, 20, pp.25-39.
- Cross, N.: 1997, Descriptive models of creative design: application to an example, *Design Study* 18, pp. 427-455.
- Cross, N.: 1999, Natural intelligence in design, *Design Studies*, 20, pp.25-39.
- Cross, N., Christiaans, H., and Dorst, K(eds): 1996, *Analysing Design Activity*, Chichester: John Wiley.
- Csikszentmihalyi, M.: 1996, "Creativity: flow and the psychology of discovery and invention," New York: HarperCollins, 1996.
- Csikszentmihalyi, M.:1988a, Motivation and creativity: Toward a synthesis of structural and energistic approaches to cognition. *New Ideas in Psychology*, 6, 159-176.
- Csikszentmihalyi, M.: 1988b, Society, Culture, and Person: A systems view of creativity, in Sternberg R. J. (ed.), *The Nature of Creativity*, Cambridge University Press, Cambridge, pp. 325-339.
- Dorst, K. and Cross, N.: 2001, "Creativity in the design process co-evolution of problem-solution" *Design Studies*, pp. 425-437.
- Dorst, K. and J. Dijkhuis: 1995, Comparing paradigms for describing design activity, *Design Studies* 16 (2), pp. 261-274.
- Eastman, C. M.: 1970, On the analysis of intuitive design processes. In Moore, G. T. (ed.) *Emerging methods in environmental design and planning* MIT press, Cambridge MA, pp. 21-37.
- Edwards, B.: 1986, *Drawing on the Artist Within*, J.P. Tarcher, Los Angeles.
- Einstein, A. and Infeld, L.: 1938, *The Evolution of Physics: the growth of ideas from early concepts to relativity and quanta*, Simon and Schuster Press, New York.

- Ericsson, K. A. and Simon, H. A.: 1993, Protocol analysis: verbal reports as data(revised edn), MIT Press, Cambridge.
- Elsas van, P. A. and Vergeest, J. S. M.: 1998, New functionality for computer aided conceptual design: the displacement feature, *Design Studies*, Vol. 19, No. 1, pp. 81-102.
- Finke, R. A., Ward, T. M. and Smith, S. M.: 1992, *Creative cognition: Theory, research, and applications*, Cambridge, MIT Press, MA.
- Fischer, G.: 2001, External and shareable artifacts as opportunities for social creativity in communities of interest. In *Proceedings of Modeling cognitive strategies in creative design V*: 67-90.
- Freud, S.: 1912(1959), A note on the unconscious in psycho-analysis, In E. Jones (ed.), *Collected papers*, Basic Books, Vol. 4, pp. 22-29, New York. (Original work published 1912)
- Freud, S.: 1910(1964), *Leonardo da Vinci and a memory of his childhood* (Tyson A., Trans.), Norton , New York. (Original work published 1910)
- Gardner, H.: 1993, *Creating minds*. New York: Basic.
- Gardner, H.: 1998. *Frames of Mind*. New York, Basic Books and HarperCollins Publisher Inc.
- Getzels, J. W.: 1964, Creative thinking, problem-solving, and instruction, In *Theories of learning and instruction*, ed. E. R. Hilgard, University of Chicago Press, pp. 240-67. Chicago, IL.
- Getzels, J. W. and Csikszentmihalyi, M.: 1976, *The Creative Vision: A Longitudinal Study of Problem Finding in Art*, John Wiley & Sons, New York.
- Gero, J. S.: 1995, *Computer and creative design*, CAADFuture, Australia.
- Gero, J. S.: 1996, Creativity emergence and evolution in design, *Knowledge-Based System* 9, pp. 435-448.
- Gero, J. S.: 2000, Computational models of innovative and creative design processes, *Technological Forecasting and Social Change* 64, 183-196.
- Gero, J. S. and Maher, M. L. (eds): 1993, *Modeling Creativity and Knowledge-Based Creative Design*, Lawrence Erlbaum, Hillsdale, NJ.
- Gero, J. S. and McNeill, T.: 1998, An approach to the analysis of design protocols, *Design Studies*, Vol. 19, No. 1, pp. 21-61.
- Gero J. and Tang H. H.: 2001, Differences between retrospective and concurrent protocols in revealing the process-oriented aspects of the design process. *Design Studies*, vol. 21(3), pp. 283-295.
- Goel V.: 1995, *Sketches of Thought*, MIT Press, Cambridge, MA.
- Goldschmidt, G.: 1991, The dialectics of sketching, *Creativity Research Journal*, Vol. 4, No. 2, pp. 123-143.
- Goldschmidt, G. 1992. Serial sketching: visual problem solving in designing. *Cybernetics and System: An International Journal*, 23: 191-219.
- Goldschmidt, G.: 1994, On visual design thinking: the vis kids of architecture, *Design Studies*, 15(2), pp. 158-174.
- Gough, H. G.: 1979, A creativity scale for the Adjective Check List. *Journal of Personality and Social Psychology*, 37, 1398-1405.
- Gross, M. D.: 1996, The electronic Cocktail napkin-a computational environment for working with design diagrams, *Design Studies* 17 (1), pp. 53-69.
- Guildford, J.P.: 1962, Factors that Hinder Creativity. *Teachers College Record*, 63, 380-392.
- Guilford, J. P. 1968. *Intelligence, creativity, and their educational implications*. San Diego: Knapp.
- Hanna, R. and Barber, T.: 2001, An inquiry into computers in design: attitudes before-attitudes after, *Design Studies*, 22(3), 255-281.
- Herbert, D. M.: 1988, Study drawings in architectural design: their properties as a graphic medium, *Journal of Architectural Education*, 41(2), 26-38.
- Jones, J. C. (ed.): 1992, *Design methods*, VNR, New York.
- Kavakli, M., Scrivener, S. A. R., and Ball, L. J.: 1998, Structure in idea sketching behaviour. *Design studies*, 19(4): 485-517.

- Kim, S. H.: 1990, *Essence of Creativity*, Oxford University Press, New York.
- Krauss, R. I. and Myer, R.M.: 1970, *Design: a case history*, In Moore, G. T. (ed.), *Emerging methods in environmental design and planning* MIT Press, Cambridge MA, pp. 11-20.
- Lawson, B.: 1979, *Cognitive strategies in architectural design*. *Ergonomics*, 22(1): 59-68.
- Liu, Y. T.: 1998, *Where should architecture go in the computer era*, *CADesigner* 123, pp. 36-39
- Liu, Y. T.: 2000, *Creativity or novelty?*, *Design Study* 21(3), pp. 261-276.
- Liu, Y. T.: 2001, *Digital Creativity: Conversations with Greg Lynn and William Mitchell*, digital architectural design, Taipei, pp. 92-99.
- 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 Creativity Design*.
- Lloyd, P.: 1995, *Can concurrent verbalization reveal design cognition*, *Design Studies*, Vol. 16, No. 2, pp. 237-259.
- Lubart, T. I.: 1994, "Creativity," in *Handbook of Perception and Cognition: Thinking and Problem Solving*, Robert J. Sternberg (ed.), Academic Press, pp. 289-332, New York.
- Lubart, T. I.: 1994b. *Product-centered self-evaluation and the creative process*. Unpublished doctoral dissertation, Yale University, New Haven, CT.
- Lynn, G.: 2001, *Greg Lynn: December 8, 2001 Taipei. Defining digital architecture*. Birkhauser, pp. 21-23, Taiwan.
- MacKinnon, D. W.: 1965, *Personality and the realization of creative potential*. *American Psychologist*, 20, 273-281.
- Madrazo, L.: 1999, *Types and instances: A paradigm for teaching design with computers*, *Design Studies*, Vol. 20, pp. 177-193.
- Maduro, R.: 1976, *Artistic creativity in a Brahmin painter community*. Research monograph 14, Berkeley: Center for South and Southeast Asia Studies, University of California.
- Maher, M. L., & Tang, H. H.: 2003, *Co-evolutionary design process*. *Research in Engineering Design*, vol. 14(1), pp. 47-64.
- Manolya, K., Stephen, A. R. and Linden, J.: 1998, *Structure in idea sketching behaviour*, *Design Studies* 19(4), pp. 485-517.
- Marx, J.: 2000, *A proposal for alternative methods for teaching digital design*, *Automation in Construction*, Vol. 9, pp. 19-35.
- McGown, A., Green, G., and Rodgers, P. A.: 1998, *Visible ideas: information patterns of conceptual sketch activity*. *Design studies*, 19: 431-453.
- Medin, D. L., Ross, B. H., and Markman, A.: 2001, *Expertise and creativity*. In Medin, D. L., Ross, B. H., and Markman, A. (Eds.), *Cognitive Psychology*, 3th ed.: 481-517: Harcourt College Publishers.
- Minsky, M. L.: 1987, *The Society of Mind*, William Heinemann Ltd, London.
- Mitchell, W. J.: 1993, *A computational view of design creativity*, In Gero, J. S. and Maher, M. L. (eds.), *Modeling creativity and knowledge-based creative design*, pp. 25-42, Hillsdale, NJ: Erlbaum Press.
- Mitchell, W. J.: 1998, *Picture This, Build That*, *Harvard Design Magazine*, pp. 8-11.
- Mitchell, W. J. and Malcolm M.: 1995, *Digital Design Media*, Van Nostrand Reinhold, New York.
- Mitchell, W. J.: 2003, *Beyond Productivity: Information Technology, Innovation, and Creativity*. Washington, D. C., National Research Council.
- Nagai, Y., Candy, L. and Edmonds, E. A.: 2003, *Representations of Design Thinking- A Review of Recent Studies*, *Journal of the Asian Design International Conference*, Vol.1, Index No. 341 Asian Society for the Science of Design, pp. 1-9, Tsukuba, Japan.
- Newell, A., Shaw, J. C. and Simon, H. A.: 1962, *The Process of Creative Thinking*, in Gruber, H., Terrell, G. & Wertheimer, M. (eds.), *Contemporary Approaches to Creative Thinking*, Atherton Press, New York, pp. 63-119.
- Noguchi, H.: 1999, *How do Material Constraints affect design Creativity?*, *Proceedings of 3rd Creativity and Cognition conference*, ACM-SIGCH, pp. 82-87.

- Osborn, A.: 1963, *Applied Imagination: Principles and Procedures of Creative Problem-Solving*. New York: Charles Scribner's Sons.
- Purcell, A. T., Gero, J. S., Edwards, H., and McNeill, T.: 1994, The data in design protocols: the issue of data coding, data analysis in the development of models of the design process, In Gero, J. S., Sudweeks, F. (eds.), *Artificial intelligence in design '94* Kluwer, Dordrecht, pp. 225-252.
- Purcell, A. T. and Gero, J. S.: 1998, Drawings and the design process: A review of protocol studies in design and other disciplines and related research in cognitive psychology, *Design Studies* 19(4), pp. 389-430.
- Rosenman, M. A. and Gero, J. S.: 1993, Creativity in design using a design prototype approach, *Modelling creativity and knowledge-based creative design*, J. S. Gero and M. L. Maher (Eds), Hillsdale, NJ, Lawrence Erlbaum Associates, pp. 111-138.
- Rowe, P. G.: 1987, *Design Thinking*, MIT Press, Cambridge, MA.
- Rogers, C. R.: 1954, Toward a theory of creativity. *ETC: A Review of General Semantics*, 11, 249-260.
- Sasada, T.: 1999, Computer graphic and design: presentation, design development, and conception, in Jingwen, G and Zhaoji, W. (eds), *CAADRIA'99*, Shanghai Scientific and Technological Literature Publishing House, Shanghai, China, pp. 21-29.
- Saunders, R. and Gero, J. S.: 2001, Artificial creativity: a synthetic approach to the study of creative behavior. In *Proceedings of Modelling cognitive strategies in creative design V*: 113-140
- Schenk, P.: 1991, The role of drawing in the graphic design process, *Design Studies*, 12(3), 168-181.
- Schön, D. A.: 1987, *The Reflective Practitioner*, Temple Smith, London.
- Schön, D. A. and Wiggins, G.: 1992, Kinds of seeing and their function in designing, *Design Studies*, Vol. 13, pp. 135-156.
- Sternberg, R. J.: 1986, *Intelligence applied: Understanding and increasing your intellectual skills*. San Diego: Harcourt, Brace, Jovanovich.
- Sternberg, R. J.: 1996, *Successful intelligence*. New York: Simon & Schuster.
- Sternberg, R. and Davidson, J.: 1982. The mind of the puzzler. *Psychology Today*, 16: 37-44.
- Sternberg, R. (ed.): 1988, *The Nature of Creativity*, Cambridge University Press, Cambridge.
- Sternberg, R. J. and Lubart, T.I.: 1991, An investment theory of creativity and its development. *Human Development*, 34, 1-32.
- Sternberg, R. J. and Lubart, T.I.: 1992, Buy low and sell high: An investment approach to creativity. *Current Directions in Psychological Science*, 1(1), 1-5.
- Sternberg, R. J. and Lubart, T.I.: 1995, *Defying the crowd: Cultivating creativity in a culture of conformity*. New York: Free Press.
- Sternberg, R. J. and Lubart, T.I.: 1996, Investing in creativity. *American Psychologist*, 51, 677-688.
- Silver, H. R.: 1981, Calculating risks: The socioeconomic foundations of aesthetic innovation in an Ashanti carving community. *Ethnology*, 20(2), 101-114.
- Simon, H. A.: 1973, The structure of ill-structured problems, *Artificial Intelligence*, Vol. 4, pp. 181-201.
- Simon, H. A.: 1975, Style in design, In *Spatial Synthesis in Computer-Aided Building Design*, CM. Eastman, Ed. Wiley, chap. 9, New York.
- Simon, H. A.: 1996, *The sciences of the artificial* (3rd. ed.), MIT Press, Cambridge, MA.
- Simonton, D. K.: 1984, *Genius, creativity, and leadership*. Cambridge, MA: Harvard University Press.
- Simonton, D. K.: 1988, Age and outstanding achievement: What do we know after a century of research? *Psychological Bulletin*, 104, 251-267.
- Simonton, D. K.: 1994a, *Creativeness*. New York: Guilford.
- Simonton, D. K.: 1994b, Individual differences, developmental changes, and social context. *Behavioral and Brain Sciences*, 17, 552-553.
- Sparshott, F. E.: 1965, *The Structure of Aesthetics*. Toronto: University of Toronto Press.
- Suwa, M. and Tversky, B.: 1997, What do architects and students perceive in their design sketches? A protocol analysis, *Design Studies*, 18(4), pp. 385-403.

- Suwa, M. Purcell, T. and Gero, J. S.: 1998, Macroscopic analysis of design processes based on a scheme for coding designers' cognitive actions, *Design Studies* 19(4): 455-483.
- Suwa, M., Gero, J. and Purcell, T.: 2000, Unexpected discoveries and S-invention of design requirements-important vehicles for a design process, *Design Studies* 21, (2000), pp. 539 – 568.
- Tang, H. H.: 1997, The evaluation and suggestions of applying the coding system of the protocol analysis in design activities, CAADRIA 97' Workshop, Taiwan.
- Tang, H. H.: 2003, Visual Reasoning and Knowledge in the Design Process, 6th Asian Design International Conference, Tsukuba.
- Tang, H. H. and Gero, J. S.: 2001, Sketches as affordances of meanings in the design process, *Visual and Spatial Reasoning in Design II*, Bellagio, Italy.
- Tang, H. H. and Gero, J. S.: 2002, Inter-linkages in the design process: a holistic view towards design knowledge and sketches, *Design Research Society Conference '02*, London.
- Turing, A. M.: 1950, Computing machinery and intelligence. *Mind*, 59: 433-460
- Tversky, B.: 1999, What does drawing reveal about thinking?, in J. S. Gero and B. Tversky, (eds), *Visual and Spatial Reasoning in Design*, Key Centre of Design Computing and Cognition, University of Sydney, Sydney, pp. 93-101.
- Torrance, E. P.: 1974, Torrance tests of creative thinking: Directions manual and scoring guide, Bensenville, Scholastic Testing Service, IL.
- van Dijk, C. G. C.: 1995, New insights in computer-aided conceptual design, *Design Studies* 10(1), 24-38.
- van Someren, M. W., Barnard, Y. F., and Sandberg, J. A. C.: 1994, *The Think Aloud Method: a practical guild to modeling cognitive processes*, London: Academic Press Limited.
- van Sommers, P.: 1984, *Drawing and cognition*. Cambridge, MA: Cambridge University Press.
- Verstijnen, I. M., Hennessey, J. M., Leeuwen, C., van Hamel, R., and Goldschmidt, G.: 1998, Sketching and creative discovery, *Design studies*, Vol. 19, No. 4, pp. 519-546.
- Wallas, G.: 1926, *The art of thought*. New York: Harcourt, Brace.
- Wertheimer, M.: 1959, *Productive thinking*, Harper and Row, New York.
- Weisberg, R. W.: 1986, *Creativity: genius and other myths*. New York: Freeman.
- Weisberg, R. W.: 1993, *Creativity: Beyond the myth of genius*, Freeman, New York.
- 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.
- 黃淑雲, 2001, 電腦媒材與設計創造力之認知研究, 交大應用藝術研究所, 新竹, 台灣.
- 靳埭強編, 1993, 商業與機構形象, 台灣珠海, 台北, 台灣.

個人簡歷

現為交通大學建築研究所碩士班學生，大學畢業於台灣師範大學圖文傳播學系，今年將就讀交通大學建築研究所博士班。碩士研究著重在設計思考和設計媒材之相關探討，並感興趣於設計創造力之學習。學術著作如下：

Chen, Z. R.: 2007, How to improve Creativity: Can Designers Improve Their Design Creativity by Using Conventional and Digital media simultaneously? , CAAD Futures 2007, Australia.

(參見附錄 F)

