



**Architecture in the Digital Age:
A historical review of design
thinking and representing media**

數位時代的建築藝術

設計思考與呈現媒材的歷史回顧

劉育東 Yu-tung Liu
美國哈佛大學建築設計博士
國立交通大學人文社會學院副院長

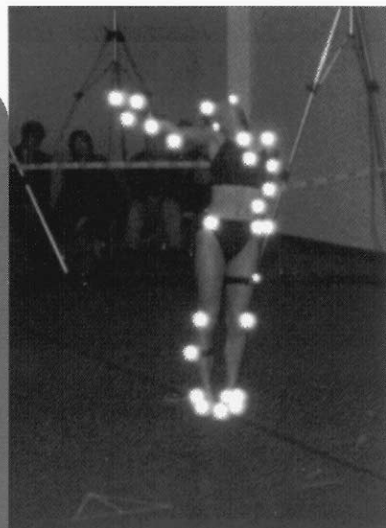


前言：數位時代的藝術

人類文明歷經漁獵時代、農業時代、工業時代之後，現在正跨越到屬於電腦與網路革命下的「數位時代」，當然也有人稱這樣的新時代為「電腦時代」、「媒體時代」、「資訊時代」、「網路時代」、「新媒體時代」、「電子媒體時代」等等。名詞尚未統一，充分說明了我們僅僅屬於一個新時代的起點，因此許多觀點仍不明確，甚至眾說紛紜但也百花齊放。由於這些革命性的新發展，企業界大談電子商務，文化研究和社會領域熱烈討論網路文化與網路社會，甚至最近都在國內推動網路虛擬城市（亞卓市）的概念。藝術向來被認為是人類文明最深層而且原始的反映，在這樣的時代轉換下，除了一直在默默觀察之外，也逐漸有許多以電腦為創作媒材或複製技術的藝術形式。以藝術發展而言，看起來我們好像也已經在一個新時代的起點了。

什麼是數位藝術？把一幅畫的原作掃描到電腦上，再以高品質的印表機印在高品質的紙上，這樣的成品算不算數位藝術？如果同一位藝術家繼續在這張電腦的畫作上創作，再印一張出來，這算不算數位藝術？要回答上述的問題，事實上並不太難，只要我們瞭解，任何一種藝術形式的產生，或是任何一個時代性的轉換，都會基於先前我們早已熟悉而習慣的藝術形式與態度，而產生很大的疑問甚至挑戰。當局者迷，因此只要我們相信創作為主觀的感受，而把客觀的歷史記載與理論分析，交給二〇年後的藝術家與評論家們再來回顧，我相信「數位藝術」（也有許多人稱為「電腦藝術」、「新媒體」、「電子藝術」、「科技藝術」等等）的定義與範圍，會有更清楚的景象。當然我們也必須保留另一種可能性，在二〇年後回顧，這些企圖把電腦與藝術結合的新方向，只造就出一些快速而品質不高的「數位藝術商品」而已。

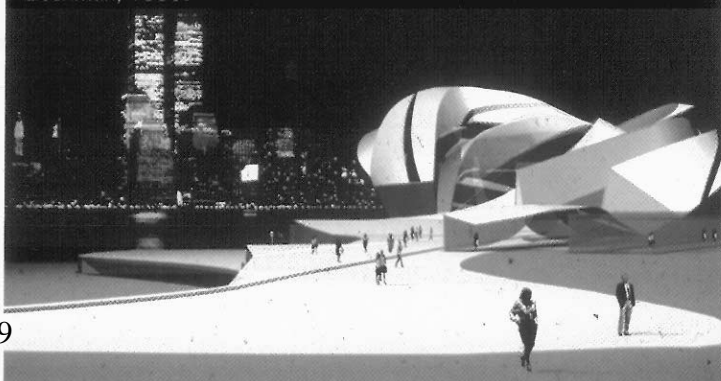
1 舞蹈家羅曼菲全身裝上感應器進行編舞的創作。(太極影音科技股份有限公司提供)



讓我舉一些例子。舞蹈家在創作中與電腦的結合，如果只是利用電腦作場景的戲劇性變化，即使算數位藝術，也僅是不具挑戰性的創作。舞蹈家羅曼菲全身裝上感應器（圖1），將自

己常用的一些舞蹈片段，精確而生動地記錄在電腦的立體環境中，把這些片段當作創作元素，而後可由空間中任何一個角度去進行編舞的創作，作一些個人無法完成的動作，或是進行雙人與多人的編舞。沒有電腦，以挑戰身體極限為目標的舞蹈家們，在創作能力上會有一定的侷限。再如當代重要的建築家艾森曼（Peter Eisenman）所設計的紐約市史台頓島藝術科學中心（Staten Island Institute for Arts and Science）（圖2），為了展示所謂的數位時代的精神，因而不但將電腦科技運用在空間和量體的創作過程中，產生更接近純藝術的建築作品，另外一方面也運用電腦與網路的虛擬概念，形成了定義鬆散而充滿驚奇的空間。這些藝術創作的例子，都是因為創作者在新的時代中，把電腦角色提升到創作思考過程中不可或缺的呈現意念的媒材（representing media），因而衝擊了建築與藝術創作的本體。

2 史台頓島藝術科技中心（Staten Island Institute for Arts and Science），Peter Eisenman, 1999.



數位媒材與建築藝術

建築創作者從事建築設計的時候，他所要面臨的思考向度，來自社會、文化、歷史、氣候、基地、機能需求、美感形式、以及背後深層含意等等，因此，設計所產生的結果，在邏輯上，應該是要能順利的反映出上述的考量因素。設計者的工作，就是在這麼多考慮條件下從事創作，運用自己的想像能力和專業知識與經驗發展設計的理念，並利用合適的呈現媒材（各種素描、圖集、和模型等等）和可行的材料與施工技術，逐步將腦中抽象的意念（ideas），轉化為具體的建築物。就因為建築設計有這樣的過程，能夠影響到空間形式的因素，除了前面談到的種種之外，還要加上施工技術和材料。例如哥德教堂一直希望表達極致的崇高意象，因此有了今天在歷史上常見的高聳造型。但是我們不難想像，中世紀當時建築創作者在腦中的意念是要蓋的愈高愈好，但卻受到那個時代施工技術和材料的限制，蓋的更高便垮了下來，因此，哥德的空間形式除了反映前述種種考慮外，也忠實的反映了雖有突破但仍十分有限的施工技術和材料，而成爲「意念」與「施工技術與材料」妥協下的結果。

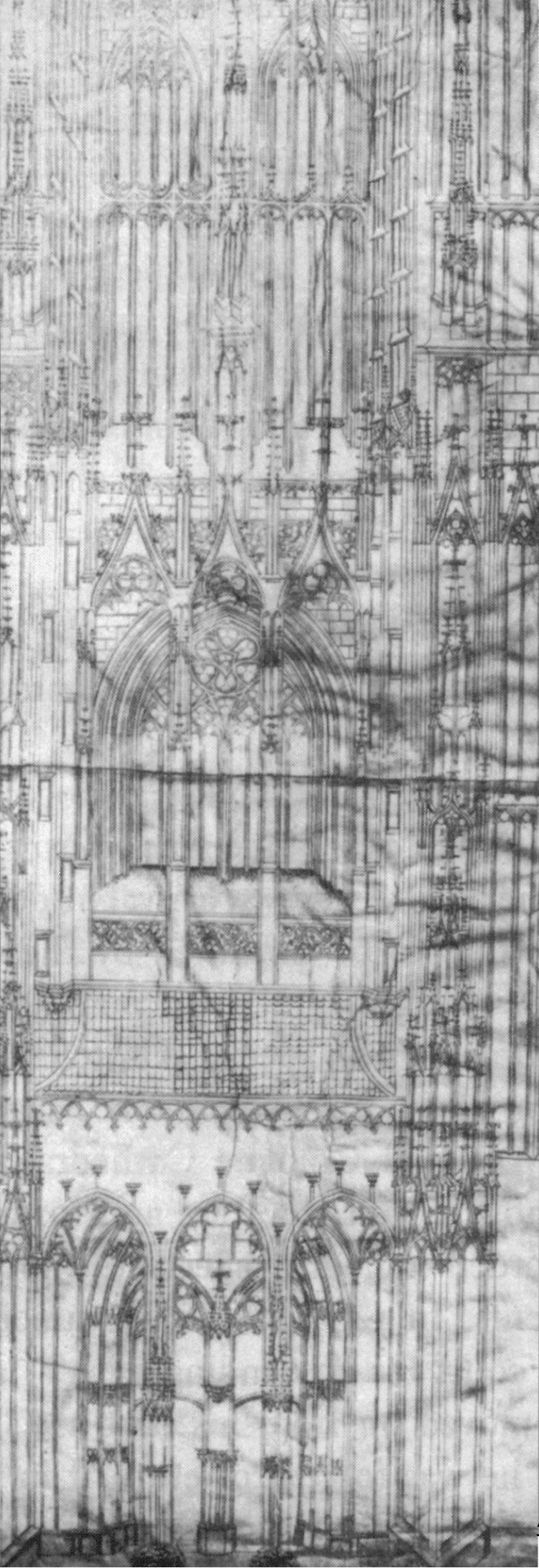
當代也不乏這樣的例子。建築師萊特就曾設計一棟高聳入雲的摩天大樓，但直到他過世甚至直到今日，我們還沒有發展出更成熟的結構系統，以便實現他腦中的意念和圖面上的表現。另外一個明顯的例子是，建築歷史上應該會有許多設計者想表達「簡單」而又「乾淨俐落」的線條，但只有鋼的時代的來臨，才讓建築創作者這種「理念」得以完全發揮。換句話說，設計者以一些考慮因素爲前提，運用自己腦中的組織能力發展一些「抽象」的意念，再經由適當的圖和模型，把心中較抽象的想法，「稍具體」的呈現（represent）在自己和業主與相關人士的眼前，最

後才在施工與材料的許可下，「具體」的將最初的意念建造出來。除了用來呈現腦中抽象思維的圖和模型以外，大部分的影響因素都是我們熟知的。但是，這些二度空間的各類圖集（概念圖、平面、立面、剖面、透視、細部等）和三度空間的模型等呈現媒材，有沒有可能會影響到建築的空間形式？換句話說，我們在這裡要問的是，設計的呈現媒材，會不會也是影響建築形式的潛在因素之一，而卻在歷史上一直被我們忽略。我個人對這個問題的初步答案是肯定的，這也是在後續篇幅中，我要以建築歷史的脈絡爲前提，來看建築創作思考活動和設計呈現媒材的一些互動與變遷，以便能掌握數位時代的媒材，爲什麼能形成今日所謂的數位建築藝術。

文藝復興以前的呈現媒材

早在古埃及時代，許多的大型建築設計案，在建造前便透過平面圖和立面圖，先將設計者所希望完成的建築物畫出來。現存於杜林（Turin）中有關羅米西斯四世（Rameses IV）的陵廟射箭平面圖，大概是現存資料中最早的平面圖，其中，建築創作者已經透過平面圖的呈現媒材，考慮建築物本身以及它和地形間的種種關係。另外在埃及第十八王期的一座神廟設計中，我們可以看到建築設計者利用側立面圖來考慮它的機能與形式。值得一提的是，在這張古埃及紙（papyrus）上畫的立面圖（圖3），除了有一些細部裝飾以外，還打上了紅色的方格，用來控制立面的比例關係。這大概是建築創作者透過二度空間的呈現媒材與基準線的搭配，來從事設計思考的最早的例子。

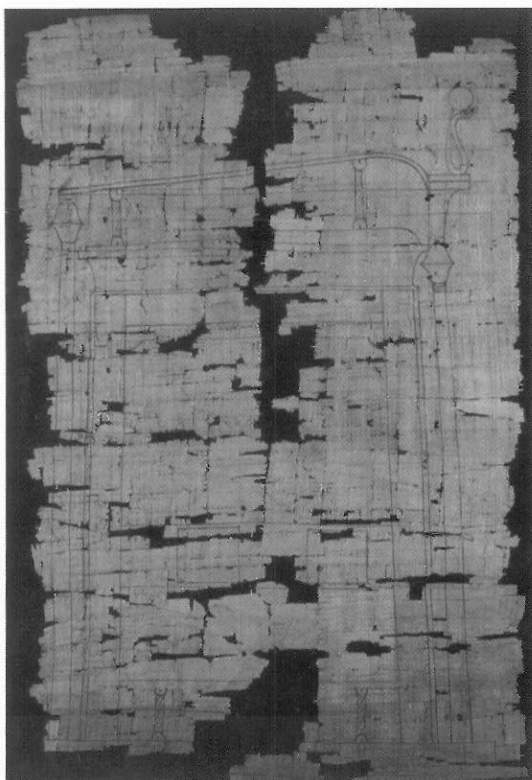
古希臘時代基本上沿續了埃及的發展而有更進一步的圖面表現形式。例如在西元前三千年前後的一棟住宅設計，建築創作者將建築物的平面圖畫在泥板上，這時的平面圖已經與今日慣用的平



面表示法十分接近：它包含了以雙線表示的牆的厚度以及不同空間之間的進出口。這個時候，建築創作者腦中希望建構的房子，已由平面圖定義到某個明確的程度，不足之處，還要透過立面、剖面、甚至模型來表現。當時立面圖與剖面圖的使用，在許多文獻資料上都已得到印証，作為建築師表現意念的必要方式。此外，在現存的檔案資料與古物中，古希臘時代已經出現了縮小比例的模型，如塞浦絡斯神廟的模型以及邁錫尼的一座神廟模型。這兩個陶土模型都十分的抽象，不太像是用來從事實際設計案的表現手法。事實上它們僅僅是用來作為祭物，而沒有任何建築設計方面的用途。

古羅馬時期建築創作者用來表現建築意念的形式，已經將平面圖、立面圖、剖面圖等等運用，發揮的淋漓盡致。這一點我們可以由理論家維楚維亞斯（Vitruvius）著名的《建築十書》（Ten Books of Architecture）中得到證明。在書中他利用不同的圖集來表現建築實體和結構，並利用基準線來表示一些比例關係。到目前為止我們所看到的例子，所有的建築物在平面和立面基本上是十分規律，這種規律性與幾何性雖然大部分來自當時對美感的要求，但是即使有些建築創作者在腦中存有極度變化的意念，但僅僅靠二度空間的呈現媒材，不見得能明確的表示出來，更別說要能精確的讓工匠們在建造現場「按圖施工」。建築創作者腦中的想法因而受限。雖然建築形式在建築師的想像空間中有一定的限制，但古羅馬時代由於二度空間圖面的健全發展，已初具空間變化性。

中世紀從早期基督教時代到歌德時代，在建築呈現媒材的發展中，並沒有跳躍式的演化，但仍有些值得注意的特點。西元八二〇年瑞士聖加爾（ST. Gall）修道堂平面圖中，我們不但看到了建築物與建築物的關係外，建築創作者更將腦中



3 埃及神廟設計側立面圖，埃及第十八王朝。

規劃的室內空間與傢俱的位置，在幾個主要的位置中，在平面圖中表現出來，讓日後的建築實體更加明確。而在烏爾溫（Ulm）教堂的西向立面圖中，歌德教堂最令人嘆為觀止的細部雕塑與裝飾，透過立面圖都有了更確定的設計，作為後來實際建造時的依據(圖4)。這座教堂也有儀式性的模型，由烏爾溫市市長及夫人各在兩旁抬著，再加上建築創作者的背負，一同在一三七七年六月奉獻給上帝。這個模型和埃及、希臘、羅馬的模型一樣，並不是在建造前（before-construction）作為建築意念的呈現媒材，而是建造後（after-construction）的宗教紀念性物體。雖然如此，中世紀的這個模型和以往的模型比較，各個細部和主要量體都有細緻的表現，尖拱、屋頂、扶壁、窗櫺等等，都有詳盡而明確的交待，為文藝復興時期將模型應用於設計思考之上，作了充實的準備。

總括的來說，在文藝復興以前的數千年間，為了將建築創作者在腦中形成的意念明確的表示出來，以便經過詳細考慮後得以順利建造完成，最基本而重要的呈現媒材是透過二度空間的各種圖集的搭配，來表達三度空間的巨大實體和空間。

由於模型僅用來作為建造後宗教儀式之用，平面的圖集表達立體造型上有一定的限度，建築師腦中空間感有限，因此建築物的形式並沒有太大的變化。在這方面的實際狀況比上述情形更複雜一點：由於只能透過圖面來表現建築實體，因而形式上的可變性，有一定的限度。但也因為這些時代仍沒有很明顯的業主，必須在建造前充分溝通，所以對有助於瞭解設計意念的其它呈現媒材（模型等等），還沒有很大的需求，建築專業負責人看得懂圖就夠了。而這種現象也引起另一種後遺症：在平面、立面、與剖面的表現上，構造和結構的考量有很明顯的不足，結果造成歌德建築因缺乏精密結構計算而有些部份曾倒塌，以及唯恐結構不足而造成結構與材料的浪費。

上述有關建築形式的變化、業主對意念的瞭解、以及結構與構造的需求等三項考慮因素，為歌德晚期發展到文藝復興時代在建築呈現媒材的發展上，產生了推波助瀾的效果。

文藝復興以後的呈現媒材

文藝復興時期是建築理論發展的重要階段，許多著名的建築師如亞伯提（Alberti）、瓦沙力（Vasari）、米開朗基羅（Michelangelo）、和晚期的帕拉底歐（Palladio）等，都有許多專門的著作，從事建築美學和設計方法的探討。這些著作中也有不少篇幅談到了建築意念呈現媒材（圖與模型）在設計過程中的角色和重要性。

利用二度空間的平面、立面、剖面、以及透視圖來表現腦中形成的建築意念，文藝復興的作法基本上繼承了先前的方式，但卻有了不同的要求，以便更發揮圖面的空間表達能力。在許多論述中都提到，平面圖和立面或剖面圖必須上下對齊，更能使人具備空間的理解能力。此外再搭配剖面和透視的混合形式，更具效果。這種對圖面

安排的要求，是建築設計者專業訓練的一部分，而它的作用十分明顯是希望人們（建築師、業主、工匠等）能透過圖面，更直接地感受到立體空間的效應。換言之，這樣的圖面安排是為了達到有如模型般的立體效果。

文藝復興對於設計方法和呈現媒材的最大貢獻，就在於模型的大量製作並用於設計過程之中，而非僅具儀式性質。這是個令人興奮的重要時刻，就讓我們從佛羅倫斯的著名建築創作者談起。

文藝復興時期的第一位「全才之士」（Renaissance man）布魯內勒斯基（Filippo Brunelleschi），由他所建造的佛羅倫斯大教堂圓頂，不但奠定了他個人建築上的聲名，更經常被引用為象徵文藝復興建築的開端。在當時一次類似今日的建築競圖中，布魯內勒斯基所面臨的挑戰是多方面的：不但要設計出一個比例優雅的圓頂，更要在結構上解決教堂本身與龐大圓頂間的承重難題，而且提出的方案又要精確計算所需的構件，以免像歌德時期一般過度浪費（over-built）。為了要面面俱到上述的考慮，布魯內勒斯基除了因襲前人用各種平面圖、立面圖、剖面圖、透視與細部圖，來表現自己的建築意念（idea，義大利文為disegno），但仍無法完全將自己的意圖表示清楚，因此他動手做了二個木製模型，以便把各類圖集仍講不清楚的形式和無法明確計算的構造問題，用立體的實物進一步說明和驗證。

從布魯內勒斯基的兩個模型中(圖5)，我們可以明顯的看出，他刻意忽略某些細部裝飾，以便清

楚的瞭解建築主要構件間的空間關係和結構關係：例如圓頂表面構造與支撐圓頂的肋筋（ribs）的關係，以及圓頂下方筒狀結構（drums）與教堂後方突出的神龕（apses）之間的空間形式與力學載重傳遞等關係。這時候的模型，已完全擺脫自埃及以來的宗教目的，而為建築創作者在設計過程中提供更積極的角色。建築創作者的許多想法，只透過二度空間的圖的表現，是不夠的，更需要三度空間的模型從事立體的呈現，才能把許多形式、空間、結構等變化，精確而完整的說個明白，同時也讓教堂的評審代表團（operai），能完全瞭解設計者的想法。

自從文藝復興早期開始，模型的參與，已經成為所有建築設計過程中不可或缺的思考步驟。讓我們再來看看羅馬梵帝岡的聖彼德大教堂的例子。根據文獻上的記載，參與聖彼德大教堂競圖的建築師，共有七位提出了模型，以便讓教宗作決定前，能明白的瞭解每個人的設計意念。很可惜的是，只有桑加洛（Antonio da Sangallo）的巨大模型被保留到今日。這個模型據說是文藝復興時代體積最大的模型，它的目的除了達到前述的考量之外，更能讓人能走入模型的內部，實際體

驗過去只能靠想像的室內空間。這是建築設計方法發展過程中，十分重要的一步：建築雖然建構了外部空間和形式，但最主要的空間感卻是內部寶牆所塑造成的空間（虛空間）。透過平面圖、立面圖、和剖面圖的搭配，再加上一個模型和一些局部的室內透視圖，雖然建築師宣稱自己很能掌握內部空間，但除了極少數經驗豐富的建築師，以及比例與尺度十分常見而熟悉的建築類型以



5 佛羅倫斯大教堂圓頂木製模型，布魯內勒斯基（Brunelleschi），義大利佛羅倫斯，1423-1438。

6 聖彼德教堂圓頂的木製模型，米開朗基羅，義大利羅馬，1546-1564。



外，實際建築物內部的空間感，和建築師心中想像的景像，經常存有極大的差異。桑加洛的模型在這方面，盡了相當大的努力。

聖彼德教堂的圓頂，是米開朗基羅的名作之一。他爲了圓頂的形式與空間變化（雙層結構以便提供內外視覺上均有合適的比例），圖面上的表達還無法具體的呈現所有的細節，也無法精確的表示結構和建築形式之間的關係，而米開朗基羅也運用了模型，來強化他設計時的構想。這個木製模型除了表現外部空間效果之外（圖6），也將結構系統與裝飾間的關係，表達的十分清楚，而且將許多裝飾性的細部都詳細的考慮，例如垂直的古典開口與弧形圓頂表面相接的角度等等。除了外部空間的表現外，雙層的結構與內部空間感的體驗，也可藉著將整個模型對半拆開，讓建築創作者和業主能更明確的感受。

模型在文藝復興建築設計過程與方法中的角色，除了上述種種之外，爲了拉近圖面的想像和實際龐然大物之間存在必然的差距，還有其他幾

種功能，如光影的考慮、裝飾與整體比例的關係、以及材料使用與比例的關係等等。我們剛剛在桑加洛的大模型提到，室內空間很難掌握，龐大到可走入的模型稍可彌補這個缺憾，但建築內部所重視的光影變化，在圖面上也有表達的極限，阿格諾樓（Baccio d'Agnolo）的模型（圖7），便藉著刻意不作屋頂，大致模擬難以掌控的光線和空間的關係；另外爲了精細的表現雕塑性裝飾元素和建築造型間的和諧關係，建築師羅奇（Rocchi）與富加納（Fugazza）設計的帕維亞大教堂（Pavia Cathedral），在模型上強調柱式與山形牆面上的雕刻；爲了具體呈現建築創作者對材料在造型上的比例關係與量體感，桑加洛爲佛羅倫斯的史陀爾齊廳（Palazzo Strozzi）製作的模型中，就把大小凹凸有序的石材，作了實際建造前最具體的考量，以避免因施工上的誤差而破壞了建築師追求的和諧美。

過去我們只瞭解文藝復興在藝術上百花齊放的貢獻和發展，而忽略了它在建築型式、建築空間，以及建築設計方法與呈現媒材中的發展。模型的大量使用，是重要的一步。對建築創作者而言，模型使自己的想法能更具體的表示出來，進而有機會精確的修正與研究形式、空間、結構、細部等等，同時也由於有了掌握空間的「利器」，文藝復興建築的形式，比過去的形式更豐富也更具變化。由於文藝復興時代開始有了明確的業主，他們不容易看得懂圖面上所表達的建築意念和感受，模型的出現，使他們能較具體的瞭解建築創作者的企圖，並透過模型與建築創作者產生對話。對建築工匠而言，模型填補了圖集天生的不確定性，雖然減低了工匠可自由發揮的樂趣，卻使他們有明確可依循的範本和工法，而大大貫徹了建築設計者的理念。

7 佛羅倫斯聖馬可教堂的模型，阿格諾樓（Baccio d'Agnolo）

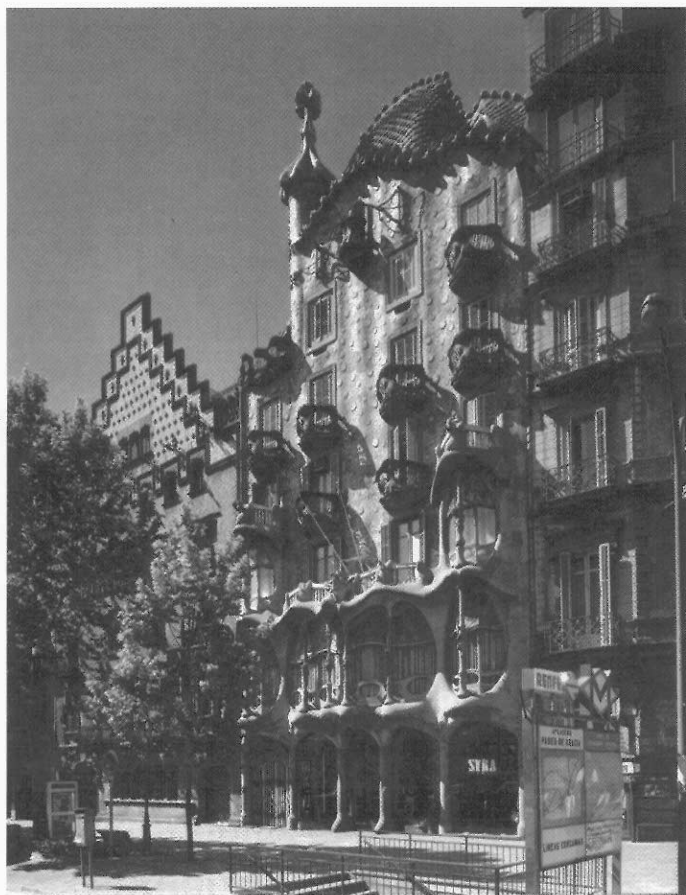


總結的說，從文藝復興以後，由於建築設計者對空間與形式上明確性與變化性的要求，再加上業主與工匠的實際需要，建築創作者的最終目標雖然和埃及、希臘、羅馬一樣，都是要建造一個立體的龐然大物，但為了滿足上述種種的需求，他們必須透過二度空間圖集和三度空間模型的共同搭配，來發揮創造的能力。也許有人會問，模型的製作已能完全提供各類圖集（平面、立面、剖面，細部以及透視圖等）所提供的資料，是否可因而將圖集淘汰？任何一位有建築設計經驗的人都知道答案是否定的。不同的圖和不同的模型扮演著不同的角色，建築設計者會隨著自己的習慣和經驗，依據不同的建築型式和大小，在不同的設計階段中搭配不同的呈現媒材，將他們腦中抽象的意念，具體的呈現出來。這樣的設計方式與過程，從文藝復興到今日，大體上沒有太大的改變。

數位建築前的掙扎

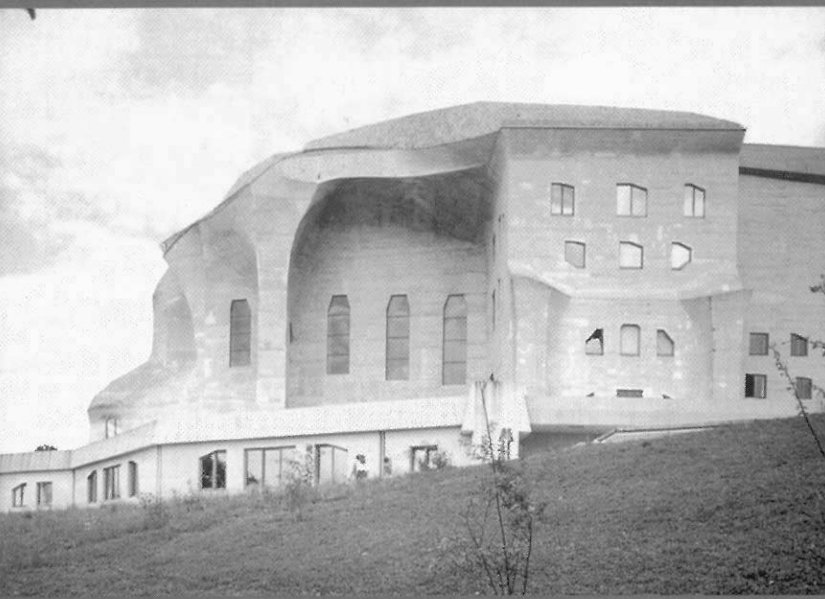
各類圖集與模型在設計過程的不同階段中自由搭配，使建築創作者心中抽象的空間形式，有了明確的呈現方法，再一步步自我修正或與他人討論。我在前面提及，心中的想法可以天馬行空，但由模型加入後的這種表現抽象意念的混合形式，雖然解脫了文藝復興以前僅靠二度空間圖面表達的嚴重限制，但離「天馬行空」的境界還有很遙遠的距離。今日放眼望去的建築物，在造型上雖已有莫大的變化，但整體量體感上的變動，卻仍具相當的類似性，不像雕塑品來得自由，這是由於人們對室內空間感有一定的習慣（垂直的牆以及平的或斜的屋頂等等），但主要也因為雕塑可以動手直接做，而建築必須透過「仍具限制」的呈現媒材，因此有較統一的外在形式。

這樣的限制偶爾被二十世紀的少數幾位建築師打破了。首先是西班牙的高迪（Antoni Gaudi），

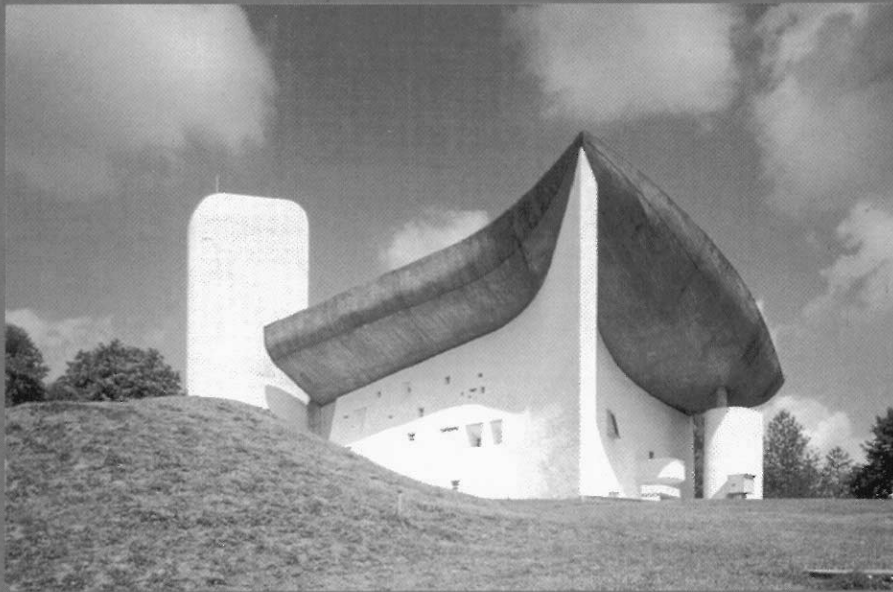


8 巴特羅別墅（Casa Batlló），高迪（Antoni Gaudi），西班牙巴塞隆那，1904-1906。

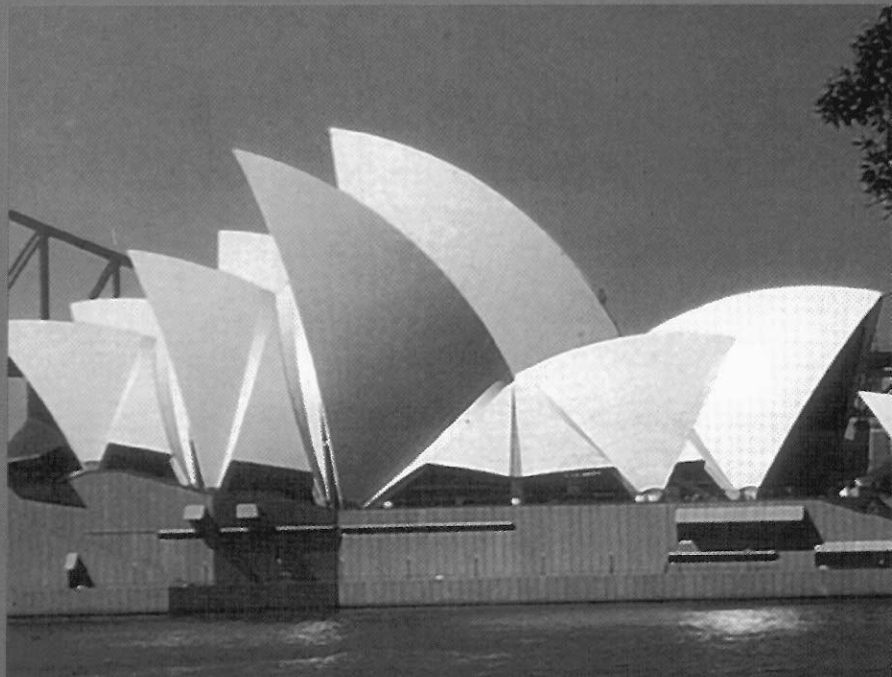
他經常在建築上表現過人的藝術天份和獨特的幻覺。例如在巴特羅別墅（Casa Batlló）的空間形式（圖8），有許多非幾何的元素和手法，建築上稱之為有機（organic）建築。這種雕塑性強而且內部空間變化極大的作品，我們不難想像，設計過程中必須仰賴模型，因為圖面的表示性幾乎沒有任何作用。而內部空間的感受與掌握，如果沒有龐大到足以讓人走入的模型的話，建築創作者過人的空間想像能力，就成為這類作品成功的唯一條件。另外如瑞士西北角的人類學哲學學院（Goetheanum）（圖9）以及距它僅二小時車程著名的法國郊區廊香教堂（圖10），也都是類似極少數的例外。建築師柯比意（Le Corbusier）所設計的廊香堂，平面圖、立面圖、透視圖等，對一般人而言僅能稍稍表達它的形式與空間，完全無法表達真實建築物在實際環境中的雕塑性造型與戲劇



9 人類學哲學學院 (The Goetheanum: School of Spiritual Science) · 史代納 (Rudolf Steiner) · 瑞士Dornach · 1926-1928。



10 廊香教堂 (Chapel of Notre Dame at Ronchamp) · 柯比 (Le Corbusier) · 法國廊 (Ronchamp) · 1951-1953。



11 雪梨歌劇院 (Sydney Opera House) · 烏榮 (John Uzon) · 澳洲雪梨 · 1957-1973。



化的室內空間。這樣的設計，建築師必須很快的在勾勒出概念圖之後，立即著手作模型，並加上個人獨到的空間感，才能拿捏得當，而變化強且厚重的屋頂的結構與材料分析，也必須先透過模型的深入討論，才能建造的出來。而建築師史代納爾（Rudolf Steiner）設計他個人的學院時，也是以類似的方式進行的。他很快的做了一個模型，完全由模型著手，再加上幾張有關形式變化的示意標準圖作參考，就由一批訓練有素的工匠依照模型和標準圖開始「自由的」建造。就因為建築創作者腦中的形式完全超過了二度空間圖集所能表達的範圍，因此模型就成為關鍵的切入方法。另外如雪梨歌劇院，在建築的發展中一直流傳著一段故事：當年建築師烏榮很快的把腦中「帆船」的意念(圖11)，在圖上勾勒出來，而仍沒有精密的結構分析，便送出去參加競圖。結果評審慧眼識英雄，選上它這個傑出仍抽象的意念為首獎。但接下來因為施工技術尚未成熟，無法建造出建築創作者圖面上天馬行空的「意念」，只好一拖再拖，直到十七年後，才由日趨成熟的薄殼結構解決了圖面形式和實際建築體之間的差距，但原來完全自由的線條也被修正為較侷限的規律曲線。

這樣的形式和必須的設計切入方法在八〇年代以前並不多見，主要的原因除了建築創作者在腦中要有難能可貴的幻覺(illusion)、空間知覺(spatial sensory)、及空間處理能力(spatial processing capacity)外，更要有可搭配的工匠，透過不十分明確的模型和圖面等呈現媒材，運用空間想像力來建造。這樣的機會十分難得，在歷史上只能期待偶然的出現，而不可能成爲一種設計方法或建築形式。

上述的許多設計方法與思考方式的限制，因九〇年代發展已臻成熟的電腦模擬能力的影響，已有逐漸鬆動的跡象。九〇年代電腦在建築設計中

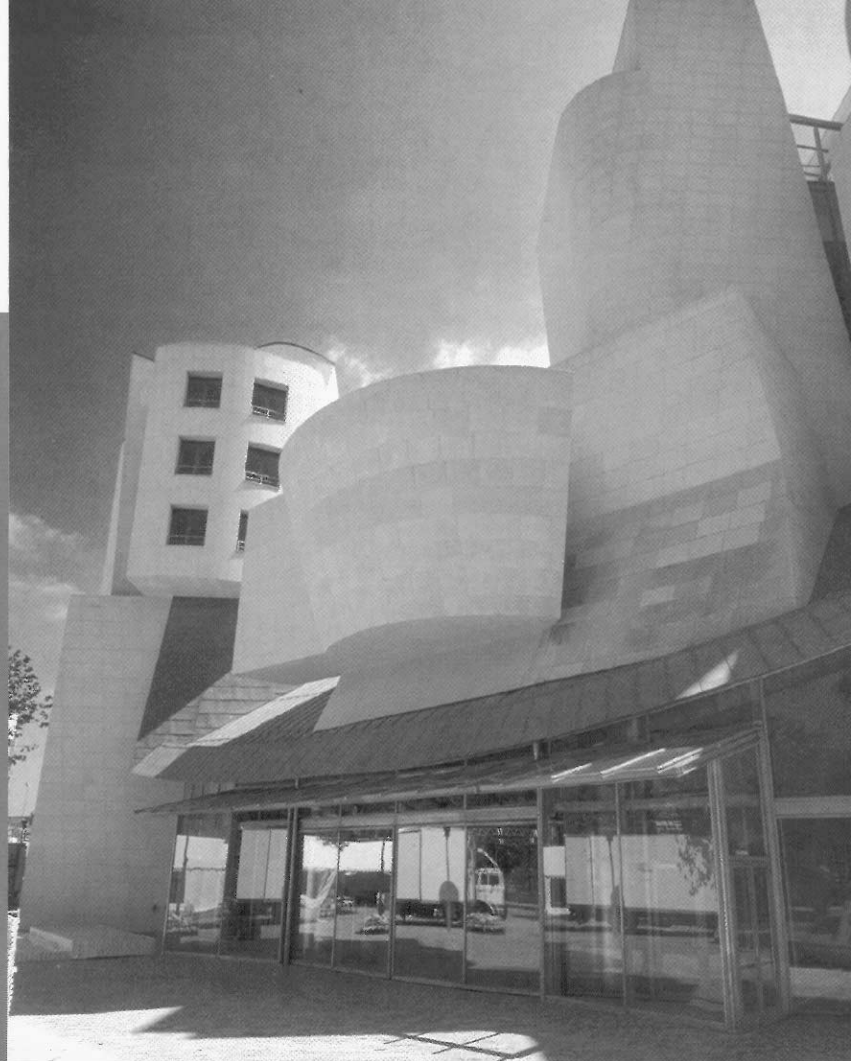
所能扮演的角色，早已脫離了平面繪圖，而能利用電腦模型的製作，更精確的模擬空間形式的變化以及光線與材質的考量，甚至利用動畫(animation)和虛擬實境(virtual reality)等相關技術，使設計者和其他人(評審業主、和使用者等)能十分具體的考量並體驗室內外空間。自此，建築形式的變化，因為具備了另一種表現形式，而有更大的突破。這並不需要異於常人的空間感和天才設計者才能做到，而僅要靠電腦的表現即可。

過去僅有極少數人能做得到的事情，今日藉由電腦的輔助，一般大眾都可輕易達成，因此可將精力發揮到從前無法顧及的層面。

數位建築的浮現

美國當代建築師法蘭克蓋瑞(Frank Gehry)是這個現象的。他在巴黎的美國中心(American center)設計中(圖12)，很快勾勒一個大概的草圖之後，便將天馬行空的造型用模型表示出來。模型初具規模後，便使用三度空間數位器(3D digitizer)將它輸入電腦，成爲數位化的電腦模型(digitized computer models)。利用電腦模擬進行空間的分析、結構分析、細部與光線的掌握等等，最後再由電腦模型中轉換成各種所需的二度空間圖集。這些圖主要是讓傳統工人建造用的，對建築創作者和一般人要感受它的空間和形式，並不具太大的意義。這樣的過程和特殊的建築形式也發生在蓋瑞所設計的許多創作之中，如最著名的西班牙畢爾包古根漢美術館(The Guggenheim Museum, Bilbao)(圖13)。他除了由模型著手設計以增加變化之外，透過前述數位化的過程得到了電腦模型，另外也由電腦模型上對結構和材料的分析，直接傳輸到製造過程，而將每一塊面板都有不同曲率的難題，輕易的解決了。

12 美國中心(American Center) ·
法蘭克蓋瑞 (Frank Gehry) ·
法國巴黎，1991-1994。



蓋瑞和前文提及的艾森曼的例子說明了一件事，自文藝復興大量使用模型以後，建築形式雖然讓建築創作者有較大的發揮，但由於圖與模型的空間表現能力和掌握能力仍有限制，因此設計者無法隨心所欲的發揮。蓋瑞與艾森曼腦中形成的極具變化的意念，雖然無法以傳統的呈現媒材來掌握，如果沒有其他的呈現媒材的話，或許他就必須作出妥協，改採較平穩的空間形式，這也許是歷史上許許多多建築設計者的困境與無奈。但透過了電腦模型的數位化模擬，許多形式上、空間上、細部上、光影上的變化，一般人都可以掌握到一定的程度。

由電腦的參與而形式的设计方法和设计過程，是隨著建築歷史的發展而來。建築創作者的目標仍舊是三度空間中的實際龐然大物，自古皆然，但建築創作者腦中所形式的抽象概念，必須藉由各種圖集、模型、和電腦模型及相關模擬與分析，一同搭配來表達。這個新趨勢所帶出來的建

築特徵，是形式的極度自由化和曲線化，這也可視為過去數千年建築師在「想像與實際」間有所落差，但卻無法突破的無奈感所引起的反動。

結語： 等待數位建築的來臨

數位時代的電腦媒材融入建築創作思考過程中，因而解放了長久以來人類建築創作時的侷限，有機會形成了全新經驗的量體與空間。這樣的作品我經常稱之為「數位建築」，漢寶德先生也認為，這類解放空間後的建築，讓建築更趨向純藝術。

然而艾森曼再在嘗試數位媒材並企圖表現數位時代的精神時，卻發人深省的認為，這些現在看起來變化極大的東西，我們就認為是數位時代的建築了嗎？當然不是，而只是宣告前一個時代結

13 古根漢美術館(The Guggenheim Museum) ,
法蘭克蓋瑞 (Frank Gehry) , 西班牙Bilbao , 1993-1997。



束的指標罷了。在數位時代中，電腦將完全影響我們生活、學習、經驗、思考模式等等，因此，在未來完全電腦化經驗中成長的人們，以他們完全異於我們的傳統與思維，所創作出來完全超出我們今日想像之外的那些作品，才是真正的數位建築藝術。

數位時代的建築指的不是數位媒材而已，更指的是數位經驗、數位學習、數位思考等等的總和。那是什麼樣的作品，我們這一些上個時代成長過來的人好像只能等待。



Feature
Special