

第一章 緒論

1.1 設計媒材歷史發展

設計媒材(design media)是輔助設計者把他腦中抽象的想法呈現出來的工具(Schon and Wiggins, 1992; Liu, 1996)，不同媒材有不同的使用方法與呈現方式，會改變設計過程中的設計方法與步驟，進而影響設計者的思考模式，因此在設計過程中，設計者的設計思考會受他所使用的不同設計媒材所影響(Zevi, 1981; Liu, 1996; Lim, 2003)。由此可知，設計媒材在設計過程中扮演著重要的角色。

先從歷史的角度開始去了解設計過程中設計媒材使用的演變(Liu, 1996; Porter and Neale, 2000; Smith, 2004)，最早用來輔助設計思考而把建築建造出來的設計媒材源始於古埃及時期的手繪 2D 圖面，這些具有比例與尺寸關係的 2D 平面圖，立面圖及剖面圖的使用，一直延續到希臘羅馬時期，甚至到建築形體複雜的中世紀時期。可是 2D 圖面的呈現對於形體極度複雜的中世紀哥德式教堂設計的輔助開始出現侷限，例如 2D 圖面在設計過程中無法表達或讓設計者思考複雜形體的結構關係，因此造成當時很多聳高的哥德式教堂在建造後一直倒塌的情形。到了文藝復興時期，Filippo Brunelleschi 為了彌補 2D 圖面呈現的不足，開始製作具有三度空間特性的實體模型(physical model)來輔助設計思考。此後，建築師除了繪製 2D 圖面，也大量製作模型，來呈現設計的量體、細部、室內空間、結構關係等，來更進一步輔助瞭解複雜建築形體的三度空間關係。到了二十世紀，可以從一些造型複雜的建築設計案中，尤其是非幾何形的設計形體，如 Gaudi 的許多雕塑性建築、Rudof Steiner 的第二人類學哲學學院、Le Corbusier 的廊香教堂、Eero Saarinen 的 TWA 候機室及 John Utzon 的雪梨歌劇院，發現這些建築師在設計過程中除了畫圖之外，都大量的依賴不同尺度的實體模型來輔助設計思考。這些模型的製作主要為了增加對複雜造型中空間關係的理解與掌握，或用來解決複雜形體的結構關係。

到了數位時代，則出現了數位設計媒材(digital design media)(Mitchell and McCullough, 1995)。為了改善傳統手繪 2D 圖面所需耗費的大量時間及人力，數位技術發展出電腦輔助設計(Computer-aided Design, CAD)系統，這些輔助設計的繪圖系統讓設計圖更精準，也提高了繪圖的效率。1960 年開始發展至今，CAD 輔助設計系統從 2D 繪圖技術發展到 3D 建模技術，讓設計者可以繪製 2D 圖面外，也可以在電腦的虛擬 3D 環境中快速建造及修改模型(Abadi, 1996; Lin, 1999)。電腦的數位模型(digital model)提供了有別於實體模型的一些電腦特性來輔助設計者，如可快速建造(縮短手工製作模型的時間)、容易進行編修、快速貼材質讓設計更趨近於設計成果、模型的動態模擬、物理特性(力學，分子)的狀態模擬等。雖然電腦的數位模型提供了許多可以增進設計者去瞭解設計形體的電腦特性，但卻缺乏了真實的觸感及可以掌握模型整體感的表現(Chang, 2005)。一些研究者也針對這個議題，對傳統實

體模型與電腦數位模型做比較(Lin, 1999)。除此之外，有些研究者則為了讓數位模型更具立體感而結合虛擬實境(Virtual Reality, VR)技術，或利用數據手套及力回饋手套來增加觸感的效果(Regenbrecht et al., 1993; Wu, 2003; Tsao, 2004)。其實，這些研究除了提出數位模型的優點外，也企圖希望可以找出數位模型所缺乏或無法取代實體模型的本質與特性，來改善數位模型，以致可以達到更符合設計者在設計過程中使用模型思考的行為模式(Lin, 1999; Wu, 2003; Chang, 2005)。

除了研究者希望探討出更適合設計者的設計媒材，另外，建築師或設計師也會為了可以把自己的想法實踐而試圖找出可以解決設計問題的設計方法或開始找尋不同的設計媒材來輔助。1990年，Frank Gehry 為了建造一座傳統建築設計方法或建築製造工法無法完成的造型複雜非幾何形構造物-魚形雕塑，就藉由航太工業所運用的電腦輔助設計/電腦輔助製造(Computer-aided Design/ Computer-aided Manufacture, CAD/CAM)技術來輔助整個設計過程。他將 CAD 電腦輔助繪圖系統中自由曲面的模型，由 CAM 數位控制系統精準製作出實體模型來檢視設計，再以 CAM 中的快速成型(Rapid Prototyping, RP)輸出技術製作結構體單元，最後現場組裝完成。Gehry 這種以 CAD/CAM 技術輔助設計過程，或稱為數位建構(digital fabrication)，近年來成為研究者所積極討論的新議題，因為 CAD/CAM 技術已經成為另一種可以輔助建築設計與建造過程的新數位設計媒材(Ryder et al., 2002; Kilian, 2003; Kocaturk et al., 2003; Kolarevic, 2003; Sass, 2004)。

CAD/CAM 技術為數位建構(digital fabrication)過程的主要工具，可以將電腦中的數位模型直接以數位控制的操作方式輸出成不同比例的實體模型(設計討論所使用的不同比例小模型或者比例 1:1 mock-up)。這種電腦製作實體模型的方法(computer-generated physical modeling)(Mitchell, 1998)，利用容易操作及編修的電腦數位模型進行設計修改，再以數位化的流程製作出實體模型，速度快且精準度高，解決了傳統手工製作實體模型煩瑣的操作方式及需耗費大量時間的問題，同時也可以滿足設計者依賴具有「空間性」特質的實體模型來檢視設計的整體或作為結構測試模型等的需求。除此之外，CAD/CAM 技術還可以將 3D 的實體模型掃描轉成電腦數位模型來進行編輯實體模型與虛擬模型之間可以進行轉換與修改。數位建構的過程縫合了以往實體模型與虛擬模型之間轉換的差距，過程中結合了數位模型與實體模型不同的特性，除了改變了過去設計過程中傳統實體模型的製作方式與步驟外，也增加了可以處理及製作複雜造型設計的機制，使非垂直水平或非幾何的自由形體設計更容易操作，甚至真實建造(Ceccato, 2004)，以致產生不同的設計成果，如造型更解放的建築形體及出現新的建築語彙(Schmal, 2001; Rosa, 2003)。因此很多研究開始著重於數位建構在建築設計過程，建築設計教育，建築設計實務界等方面的影響與發展(Kolarevic, 2003; Cheng, 2004; Seely, 2004; Schodek et al., 2005)。

數位建構(digital fabrication)過程藉由電腦 CAD/CAM 技術製作精準的設計實體模型或建築構件的數位化流程，讓設計過程從初期設計概念階段到最後的建造階段更一致性。以往許多設計師對空間形體解放的想法，都會礙於傳統工法無法建造而被迫放棄，導致設計想像與真實有很大的差距，但現在已經可以藉由電腦 CAD/CAM 技術來達成(Porter and Neale, 2000;

Ryder et al., 2002)。CAD/CAM 技術在設計過程中是一種新的數位設計媒材，它對於設計中的模型製作提供了新的輔助功能，除了可以解決複雜形體的製作，也可以由電腦模型精準輸出 1:1 的實體模型來檢視設計，讓設計者更容易用來感受複雜形體的空間性或作為複雜形體結構的測試。因此，可知 CAD/CAM 新數位設計媒材，對設計過程中的模型製作方式與模型扮演的角色有所改變，同時也對造型複雜的建築建造過程扮演著極重要角色(Mitchell, 1998)。

1.2 CAD/CAM 設計媒材當前發展

目前我們可以從一些設計者真實設計案例中看出 CAD/CAM 新數位設計媒材對設計過程中複雜形體的設計與真實建造上都具有很大的輔助設計潛力及影響力(Lindsey, 2001; Ragheb, 2001; Friedman, 2002; Luca and Nardin, 2002; Kolarevic, 2003; Oosterhuis et al., 2004; 李元榮, 2005; Schodek et al., 2005)。真實案例中最具代表性的建築師 Frank Gehry，他從巴塞隆納的魚型雕塑設計之後，便開始大量利用 CAD/CAM 新數位媒材來輔助設計過程，設計過程他大量依賴雷射掃描技術將手工製作草模型轉換成電腦數位模型進行設計編修，再以快速成型(Rapid Prototyping, RP)或電腦數值控制 (computer numerical control, CNC)技術輸出實體模型來檢視及理解複雜的空間形體，最後也藉由 CAD/CAM 數位建構過程對複雜形體作完整的表面分析及結構分析後再輸出，成功建造了多棟造型複雜的自由形體建築，包括知名的畢爾包古跟漢博物館、近期完工的迪士尼音樂廳等(Lindsey, 2001; Ragheb, 2001)。此後，少數的年輕設計師或設計團隊如 Greg Lynn、dECOi、NOX、ONL、Bernard Frankert、UN Studio 等人也開始操作數位建構(digital fabrication)過程來進行建築設計與建造過程。從這些設計師的設計作品中可以看出藉由 CAD/CAM 新媒材的輔助，讓設計過程數位化，可以更自由呈現出設計者的想法，因此設計者的設計概念改變，新的設計形體概念漸漸趨向於液體狀(liquid)、交疊(folds)、水滴狀(blobs)、表面(surfaces)、動態(dynamic)、去物質化(immateral)、仿生物之繁衍(breed)等自由形體(free form) (Lynn, 1995; Zellner, 1999; Leach, 2001; Schmal, 2001; Mori, 2002; Rosa, 2003; Senosiain, 2003)。除了形體造型設計解放外，很多設計師也大量應用 CAD/CAM 技術之數學運算或參數化軟體探討新材料設計之開發及新建築表皮設計(Cache, 1995; Goulthorpe, 1999; Castle, 2003; Hall, 2003)。

建築專業領域希望把操作 CAD/CAM 技術的設計過程標準化(standardize)而促使 CAD/CAM 技術輔助建築設計與建造系統或軟體的開發。Gehry 事務所(Gehry Partners)利用 15 年對 CAD/CAM 技術輔助建築設計的經驗累積，從所設計的真实建築案例的實作中，整合出一套標準化的自由形體數位化設計與建造過程，並於 2002 年與其配合的工程公司一起成功推出整合式數位化導向建造之新技術，稱為 Gehry Technologies (GT)(請見參考文獻的網址)，企圖將之發展為未來建築設計與建造的新方向。GT 基於航太工業波音(Boeing)所使用的 CATIA 系統，發展一套 CAD/CAM 輔助建築設計與製造的系統-Digital Project。除了美國 Frank Gehry 積極發展 CAD/CAM 系統外，2003 年由英國共同組成的 SmartGeometry Group(請見參考文獻的網址)，發展另外一套 CAD/CAM 設計與建造整合系統-Generative Components。此系統與 CATIA 相似，都是 3D 參數化(parametric)CAD 系統。成員中的設計師與建築團隊也藉由此 CAD/CAM 系統流程建造出 21 世紀一些知名的建築作品如 Swiss Re, Sydney Olympic

Stadium, Waterloo International Station 等。Gehry Technologies 與 SmartGeometry 為目前美國與歐洲的 CAD/CAM 整合式輔助建築設計與建造的兩大系統發展。此外 Bernard Cache 等人研究了 10 年後於 1996 年成立的 Objectile(請見參考文獻的網址)，也是另外一種應用性 CAD/CAM 輔助設計系統。Objectile 軟體結合了數學運算及 CAM 系統，是一種數學導向的 3D 軟體(mathematically-driven 3D modeling)，並結合 CNC，可以製作非標準(non-standard)、複雜表面(complex surface)設計系統(Cache, 1995)。1997 年 dECOI 設計師 Mark Goulthorpe 開始應用此系統來設計複雜的建築表面(Goulthorpe, 1999; Migayrou and Brayer, 2001)。

另一方面，研究領域中的 Mark Burry、Larry Sass、Branko Kolarevic、Schodek & Bechthold 等人也是積極的在探討 CAD/CAM 數位媒材在設計過程中所扮演角色，除了認為 CAD/CAM 技術將成為未來新的建構方式外(Mitchell, 1998; Kilian, 2003; Kolarevic, 2003; Bier, 2004; Burry, 2004; Mitchell, 2004; Fischer et al., 2005; Schodek et al., 2005)，也針對此數位建構流程作為設計模型製作的新方法來討論(Breen et al., 2003)，而這些都是目前在研究領域的焦點新課題(ACADIA'04)。Mark Burry(2004)於 2000 年開始利用 CAD/CAM 新媒材的輔助來完成 1926 年 Gaudi 逝世後沒有建造完成的巴塞隆納聖家堂(Sagrada Familia)。藉由 CAD/CAM 新媒材的輔助，Burry 讓歷史上空間造型變化極大的 Gaudi 建築得以繼續完成。另外，一些研究者在研究 CAD/CAM 新媒材輔助設計過程時，企圖希望整合完整的 CAD/CAM 輔助設計與建造過程，或對於這些過程/階段提出標準化的建議(Loukissas, 2003; Dritsas, 2004a, 2004b; Lim, 2004; 李元榮, 2005)。Dritsas(2004a)為了解決目前 CAD/CAM 新媒材在輔助自由形體設計過程中，從曲面形體進行骨架分割到 CNC 輸出所面臨的繁瑣操作流程的問題，寫出電腦運算直譯程式(script)將這些繁瑣的步驟:骨架分割密度、骨架卡接製作、3D 骨架展開成 2D 平面資料(unfold)全部電腦自動化。他們所發展的這套直譯程式稱為 MiranScript，dECOI 設計師就以 MiranScript 來輔助他 2005 年在 Feidad 得獎的設計作品 Miran Galerie(Liu, 2004)。除此之外，台灣研究自由形體的設計團隊 AleppoZone 也透過利用 CAD/CAM 新媒材實作多件小型至大型的自由形體建築案例，進行分析研究來整合出小型與中型自由形體製作的設計與建造過程(李元榮, 2005)。

除了專業領域與研究者企圖尋找 CAD/CAM 數位媒材輔助設計過程的標準流程外，在建築教育課程中，為了讓學生可以進一步了解複雜形體的設計與建造過程，也逐漸在課程規劃加入 CAD/CAM 數位媒材的教學內容。CAD/CAM 實驗室或 CAD/CAM 課程已經在 MIT、Harvard、UPenn、Columbia、ETH、AA、RMIT 等歐美知名建築系所開設了(Kolarevic, 2003; Schodek et al., 2005; Sass, 2006)。課程主要目的訓練學生應用 CAD/CAM 新媒材來輔助設計過程，這種 CAD/CAM 輔助的數位設計過程已經逐漸受許多建築教育所關注(Campbell, 2006; Garber and Jabi, 2006; Kalay, 2006)。此外這些課程如 MIT 的 DDFG 會結合專業領域所整合的 CAD/CAM 標準化系統如 Gehry Technologies 的 Digital Project，SmartGeometry 的 Generative Components，作為主要的教學內容或以短期 workshop 的形式讓學生有機會學習與了解。而 AA 或 Columbia 等以設計導向為主的數位設計課程則會應用一些研究者所開發以供 CAD/CAM fabrication 應用的 script 如 Gern8 等來作為數位設計過程的操作工具，並大量應用 CAD/CAM 媒材如 RP，laser cutter 來製作設計模型(Hemberg, 2001; Sass, 2006)。

1.3 問題陳述

從以上敘述可以得知 CAD/CAM 技術在設計專業領域，研究領域，及建築教育已經逐漸成為重要的新設計媒材，CAD/CAM 新媒材的應用改變了以往的建築設計與建造過程，而創造出更自由的建築形體。這種 CAD/CAM 數位設計與建造過程讓複雜的建築形體得以精準被建造起來，由於設計過程與建造方式的改變，讓所建造的建築不再是傳統垂直水平的樑柱系統，而是無法清楚界分牆面與地板的自由流線型建築，因此已經改變了傳統的建築構築性 (Mitchell, 1998)，除了少許研究者從 2002 年開始討論數位時代建築的構築 (Leach, 2004; Gao, 2004)，Liu and Lim (2005) 也從 CAD/CAM 設計案例的深入分析，找出新的構築因子，提出「新構築」之研究 (詳見附錄一)。由此可知，CAD/CAM 將是影響數位時代建築的關鍵性設計媒材。然而，目前 CAD/CAM 技術對大多數設計者而言是仍然是一種新的輔助設計媒材，對 CAD/CAM 技術也並不熟悉，因此對於這種新數位媒材，該如何被運用及操作才會更有效的輔助設計過程，必須被探討。另外目前使用 CAD/CAM 輔助設計仍然處於很繁瑣的流程，由於過程中必須使用到多種不同的軟硬體，而且在不同設備轉換格式中也會面臨許多轉檔問題及導致誤差的產生。因此為了解決這些問題，本研究希望可以提出使用 CAD/CAM 數位媒材時讓設計者容易操作之準則與建議。同時，雖然專業領域已經商業化的 GT 系統已企圖將 CAD/CAM 設計與建造過程標準化，然而，GT 是一種必須基於進階技術及高經費的環境下操作的系統，對於多數建築設計教育與設計師的既有環境執行上具有困難，尤其是處於亞洲地區科技技術與經費上都極具限制的環境，在使用 GT 系統時難免會出現落差。因此，本研究希望可以在 GT 高技術門檻與我們現有設計環境的落差中找尋一種可執行的 CAD/CAM 設計與建造過程，並將之發展成教學應用的課程初期案例。

1.4 研究目標

本研究針對前面所述的研究問題，提出以下三項研究目標：

1. 整合一個可被應用的普遍性 CAD/CAM 設計與建造的過程。
2. 了解 CAD/CAM 媒材的特性與功能，簡化 CAD/CAM 軟硬體設備的繁瑣步驟，提出標準操作準則的建議。
3. 將所整合的普遍性可執行的 CAD/CAM 設計與建造過程，發展成教學應用的課程初期將學綱要建議。

1.5 研究方法與步驟

本研究針對上述問題，依序先進行案例研究及技術研究，再基於分析研究成果發展成教學應用，討論教學案例，以下分別詳述此三個主要步驟的目的與操作方法。

步驟一：案例研究—先期 CAD/CAM 設計與建造過程

(Case study: A preliminary design and construction process using CAD/CAM)

從先前研究中得知，李元榮(2005)已經分析了台灣利用 CAD/CAM 設計與建造多個自由形體

設計的案例，並從完整與大量的資料中，推論出小型與中型 CAD/CAM 輔助自由形體設計與建造的過程。然而，李元榮(2005)所整合的過程偏重於數位建構階段，同時所分析的案例侷限於台灣與大陸的設計案例，但本研究的目的是希望可以歸納一個從設計到建造階段的 CAD/CAM 過程，因此基於李元榮(2005)的研究，希望再分析國際用 CAD/CAM 設計與建造自由型體建築案例，整合出一般過程(general process)，最後提出一個「先期 CAD/CAM 設計與建造過程」。

本研究挑選了四個國際自由形體設計案例來進行分析。基於資料的取得及資料量的考量，選擇了常被研究 CAD/CAM 數位建構設計的研究者作為案例探討，並具有大量設計過程資料的代表性作品。其中兩個國際設計案例是選擇 Frank Gehry 的設計案，加上 Gehry 也將 CAD/CAM 輔助設計與建造之技術推出一套商業化的 GT 系統，因此可以更容易去理解設計案的整個設計過程。另外的兩個國際案例則選擇了專長於新媒材及參數設計德國建築師 Bernard Franken 的設計案，他為 BMW 公司連續設計了多個自由形體展示館，都應用 CAD/CAM 媒材輔助設計與建造過程。以下為所選擇的國際案例：

	設計案例	建築師
1.	畢爾包古根漢美術館, 1991-1997	Frank Gehry
2.	Conde nast 咖啡廳, 1996-2000	Frank Gehry
3.	BMW「波浪」展示館, 2000	Bernard Franken
4.	BMW「動態形體」展示館, 2001	Bernard Franken

步驟二：技術研究—提升 CAD/CAM 設計之技術過程

(Technical study: A better technical design and construction process)

從第一步驟案例分析所整合的「先期 CAD/CAM 設計與建造過程」，可以得知製作自由形體設計時有部分操作繁瑣的過程與步驟，尤其在設計發展階段與施工圖階段會有一些跟以往傳統設計不同的設計步驟，因為自由形體比幾何形體更多變化，複雜度更高，因此必須透過更多的拆解與分割步驟：將 3D 自由形體以合理化分析後，再拆解成 2D 的單元元件來生產，最後再進行組裝。這些過程都必須在 CAD 及 CAM 進行轉換，牽涉到許多電腦軟體及硬體之間的操作。因此本章將探討整個過程中與 CAD/CAM 技術相關的步驟，詳細分析 CAD/CAM 技術的操作與軟硬體之間轉檔過程，並希望可以將繁瑣的步驟進程式自動化，主要分成下列兩部分來分析。

2.1 轉檔過程分析 (Technical analysis of micro-processes)

CAD/CAM 技術的操作流程牽涉到多種軟硬體之間的轉換，而且不同 CAD 軟體有不同格式的設計數位模型，如何才可以轉換成符合不同 CAM 機器所能接受的格式，簡化多種介面的轉換過程，降低轉換之間所產生的誤差，將會在這個實驗中測試並整合一套容易操作的準則。主要的實驗方法是利用不同 CAD 軟體所建造的數位模型，嘗試各別找出格式轉換的最佳操作方式(圖 1-1)。



圖 1-1 各軟硬體之間的轉檔過程

2.2 過程自動化 (Automation of critical micro-processes)

此步驟主要從 2.1 步驟的 CAD/CAM 技術轉檔過程分析中，找出一些繁瑣但卻需一直重複執行的操作步驟來程式化。為了減少重覆操作所需耗費的大量時間及人力，同時減少人力操作時所造成的錯誤與誤差，許多研究 CAD/CAM 之研究者開始撰寫自動化程式，這些研究多數在所應用的 3D 軟體中撰寫外掛程式，如 Dritsas(2005)在 Rhino 軟體撰寫骨架分割自動化程式，李元榮(2005)在 AutoCAD 軟體撰寫折板攤平自動化程式，其實在這些步驟在程式化之前，研究者都需先將繁瑣的步驟自動化，然而，由於這些程式主要是針對研究者所應用的軟體環境來設計，因此自動化過程也是依所利用的軟體所擬定，並沒有被完整的整合。為了提出一個更一般化(generalized)的自動過程，本研究希望可以整合出較符合更多設計者在不同的設計環境下可依循的自動化過程。因此在此步驟的主要目的是分析出必須程式化的操作步驟，並將之編寫程式自動化。主要的操作步驟如下：

1. 自動化步驟與程式撰寫 (以 Maya MEL 為例)
2. 自動化程式應用之驗證

步驟三：教學案例 (Educational cases)

近 10 年來建築教育除了訓練學生傳統建築設計方法中的繪圖及手工製作模型外，電腦輔助設計(CAD)也已經普遍成為建築教育中的教學課程。然而在數位時代所掀起的建築新革命其實並不僅是早期電腦輔助設計(CAD)在建築繪圖上的輔助，而主要是由輔助設計與建造自由形體建築的 CAD/CAM 技術應用所產生的重大影響。因此 CAD/CAM 技術在建築設計過程已經成為重要的設計新媒材。同時從先前研究可知國際上已經有少數學校將 CAD/CAM 新媒材當成教學課程，目的讓學生可以學習及熟悉這些新媒材。為了讓台灣的建築教育也可以掌握 CAD/CAM 新媒材的發展與應用，本研究藉由前面步驟對 CAD/CAM 新媒材的深入分析與了解，及所整合出的 CAD/CAM 設計與建造過程，來作為 CAD/CAM 課程的教學方針。本步驟先基於交大建築研究所開設的「CAD/CAM 新媒材基礎課程」，分別對課程中授課(lecture)部分的「CAD/CAM 設計過程」及工作室(studio)部分「CAD/CAM 設計與建造過程」作教學應用與發展的討論，並提出可供建築教育作為課程參考的教學綱要建議。

3.1 CAD/CAM 設計過程 (CAD/CAM design process)

此步驟主要討論從 2005~2007 年交大建築研究所開設三次「CAD/CAM 新媒材基礎課程」中，如何將本研究所歸納的分析與結果帶入課程作為教材，並從教學過程中反覆修正教學

方式與教材內容，找出適當及有效的教學內容，讓學生可以更快掌握 CAD/CAM 新媒材的應用與熟悉 CAD/CAM 設備軟硬體之間的操作過程。主要先介紹課程目的與架構，再針對三次教學來分析課程內容調整，教學成果討論及教學檢討，最後提出此課程授課(lecture)部分的教學綱要建議。

3.2 CAD/CAM 設計與建造過程 (CAD/CAM design and construction process)

前述分析「CAD/CAM 新媒材基礎課程」的課程教學與成果，主要著重於此課程的授課(lecture)部分，學生主要學習如何將 CAD/CAM 新媒材應用於設計過程而沒有實際建造的需求。但為了讓學生可以完整了解與實習 CAD/CAM 設計與建造流程，此課程於 2006~2007 年間額外加設工作室(studio)，讓學生有機會利用 CAD/CAM 新媒材來設計與建造一個實際的自由形體設計案，同時也可以從過程中驗證所教學的步驟方法是否可以真正被執行。對於整個 CAD/CAM 設計與建造過程都有完整的記錄，將於此步驟中詳細討論。最後再基於此教學案例提出此工作室(studio)課程教學的先期綱要建議。

