

建築系實構築教程之執行-以台南鹽水月津港燈節為例

倪順成

關鍵字：實構築、技職建築教育、實作訓練

摘 要

在建築或空間設計的教育過程中，動手操作一直是很重要的一種訓練模式，從設計概念到建築空間形式的模型製作，代表最直接的設計意念傳達與呈現。而實務操作大型 1:1 的設計實體構築(Mockup)更是執行建築案的重要階段。

本論文主要論述構築與設計實作的基本意涵，並提出些對於台灣建築系實構築教學的觀察，進而介紹建築教育中，正修科技大學建築數位工坊執行的歷程，其中亦有透過實作教程與作品執行，使有能力實作的學生找到發揮的工作平台，並達到學以致用、獨當一面的設計師。

而透過台南鹽水月津港燈節作品的施作，即是主要的研究議題平台。內容中研究背景方面首先介紹實構築的教學設計與台灣相關的學校與研究所的相關研究與作品。其次研究的目的是透過蒐集資料及課程設計擬定一套實構築教學的流程，以達到實作訓練的成果。而研究方法包含設計階段、施工階段的操作流程的紀錄與程序上的擬定，並予以整理成一系列的分析。最終期待主要研究成果包括:了解本項燈節作品在學習上的優缺點，並進而改進到更有效果的教程；也透過各年度的作品，分析在施工與設計過程的成果。

一、緣起與目的

實構築的精神為實作，即是創作者親自動手作，以達到設計與施工之過程。其源起可追溯到 1919 年創立之包浩斯，從包浩斯宣言可看出動手施工者(工匠)及設計者(藝術家)相互創作完成作品，而包浩斯的訓練亦即在設計動手作過程中，對於材料、接點之研究，並在結構設計、組裝過程中達到作品之呈現，因此”做中學”的教育訓練在國內建築系中極為重要，大部分建築學系著重在設計作品之模型製作，反觀實構築實作之重點應是在透過設計並施工完成 1:1 之物件實體。

因此本研究的目的即是在建築教育中，提出一種訓練的課程或學習的架構，並透過各種可作為實構築的操作模式，找尋一套訓練過程的程序，將其過程記錄並分析學生在其中學習的範疇與提出改進的方向。

二、研究方法

本研究之分法包含以下幾項:1.蒐集近年各大學建築系在實構築教學的教師所帶領的各種實作的案例，並分析其過程與相關議題的探討。2.介紹正修科技大學建築與室內設計系數位建築工作坊的執行與專題製作操作平台為例，列表探討教學過程與效果。3.介紹鹽水月津港燈節的歷史與操作過程實紀的教學方法，並透過各個獨立案例的分析並整合各項議題因子，提出實構築教育的論述。

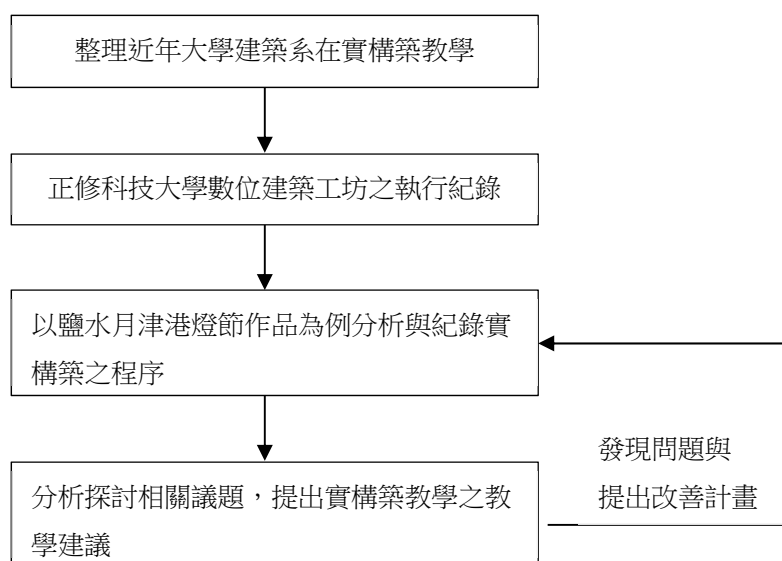


圖 1 本研究方法與程序流程圖

三、台灣建築系相關實構築教學之整理

台灣建築的實構築最早起源以近 30 年之紀錄，以淡江大學建築系為例，時由呂理煌¹教授帶領學生開始繪製施工圖及展場實構築，並於後來進入台南藝術大學建築研究所執行「建築繁殖場」之實做工作室，透過 1:1 的藝術創作與建築構築，培植出許多實做之建築人才，截至近期包含:成功大學建築系、銘傳大學建築系、逢甲大學建築系、交通大學建築研究所及正修科技大學建築與室內設計系等，每年都有固定及定期實施之實構築操作，以表 1 為主要實構築操作相關之教師及操作平台整理:

*作者一，倪順成-正修科技大學建築與室內設計系副教授

1. 呂理煌，台南藝術大學建築藝術研究所專任教授，1999 年正式成立「建築繁殖場」師生們以自立建造的方式，展開 1:1 建築的實驗建造過程。2004 帶領建築繁殖場團隊代表台灣參加第九屆威尼斯國際建築雙年展。

表 1 台灣各大學建築系暨研究所實做教學整理表

大學(研究所)	主要相關團隊	操作實構築相關案例
成功大學建築系	成大數位智造研工坊 果核再生計畫團隊-義築實踐	鹽水月津港燈節作品 果核再生計畫義築
台南藝術大學建築研究所	建築繁殖場	威尼斯雙年展 台東美術館公共藝術
交通大學建築研究所	交大義築實驗室	東門市場改建計畫
正修科技大學建築與室內設系	數位建築工坊	高雄青春設計節展場 鹽水月津港燈節作品
淡江大學建築系	數位製造研究室 參與式構築實驗室	岳明國小參與式構築 USR 活動
銘傳大學建築系	地域性建築研究室	泰雅族農創生活圈-以竹築巢

四、正修科技大學數位建築工坊之執行紀錄

數位建築工坊的架構定位清楚後即是開始執行的計畫，然而無論在空間、經費與軟硬體建置並非一蹴可及，因此在期程之規畫上，分為五個時期執行，包含建置空間與購置儀器、訓練操作、專題製作與展場施作、融入課程產出作品、產學合作產出五項階段，其相關程序如下圖：

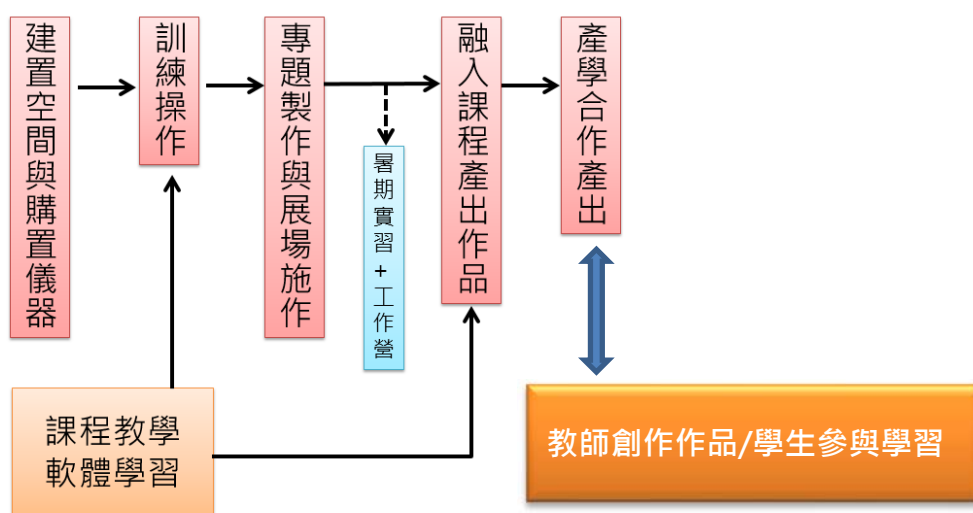


圖 2 建構數位建築創意工坊的五個時期程序

4.1 建置時期

包括軟硬體建置，首先即是在空間找尋地點規劃校園空間作為操建置時期-包括軟硬體建置，首先即是在空間找尋地點規劃校園空間作為操作工作室，另外在電腦教室的機器上，也開始購置數位設計相關之應用軟體，並定期請廠商到校調校，最重要是 CNC、雷射切割機等機器之購買，須逐年編列預算採購，如有機器先購置，可先執行先購置機種之運用，逐步結合後購置機種。

表 2 建築創意工坊之機器與規格

機器名稱	規格	工作內容
中型 CNC 切割雕刻機	300K，切割範圍 600mmx900mm	切割木料與壓克力
大型 CNC 切割雕刻機	900K，切割範圍 1200mmx2400mm 及 2400mmx2400mm	切割木料與壓克力
雷射切割機	功率 60W，切割範圍 450mmx600mm 900mmx1300mm	切割壓克力、紙板、木片
3D 列表機	製作 140mm x140mm x140mm 立體物件	ABS 塑膠
等離子切割機 Plasma	切割範圍 1200mmx2400mm	金屬板，厚度 8mm 以內
真空塑型機	施作範圍 500mmx500mm	塑膠片

4.2 訓練操作時期

透過電腦課程或 Lecture 課程介紹操作相關軟硬體，結合廠商的教育訓練加上 Workshop 的方式，讓學生學習製作相關的技術，並透過訓練機制，每年銜接操作人員的管理。

4.3 專題製作與展場施作

(1) 專題製作

當軟硬體操作已經有初步的訓練與知識技術建立後，接下來即是透過相關課程或場合去實踐實作的經驗。而在專題製作上可設定成為學生執行的一個重要平台，有別於設計課必須在建築設計或室內設計大方向的整體設計，專題製作過程彈性夠，強度與時間亦足以操作，因此從 2010 年開始知專題製作陸續產出各種作品與研究。



圖 3 學生專題製作-實構築執行研究

(2) 展場施作

每年的畢業展或高雄市文化局在駁二藝術特區舉辦之青春設計節，皆是實構築的重要展場施作場合，透過活動訓練讓學生從設計概念發展到繪圖與施工組裝，整個流程學生不僅可以在材料認知、估價計算上得到經驗，另外在製作流程、運輸觀念、現場組構機制，亦可參與並將作品實踐，參與者透過整個流程操作後，亦可了解建築或室內設計實務的工程程序。

4.4 融入課程時期

在教學內容中除專題製作外，未來可結合各種相關的課程如:家具設計、結構系統等課程作為使學生更能運用到各種空間設計的操作，並且在校內結合機械系的 CAD/CAM 等其他專業技術做跨領域之運用結合。



圖 4 相關科系跨領域課程結合

4.5 產學合作產出時期

數位建築工坊的運作在技職體系中做重要的目的即是達到產學合作的目標，透過產學合作，將各種建築或室內設計相關行業的運用實踐並提升學校及教師之實務操作訓練的能力，進而培育技職教育中的高階技術人員，因此針對高雄地區或全國的建築師、設計師將會陸續提出產學合作的內容與工作成果。如高雄市張瑪龍建築師與趙建銘建築師皆與本系開始在建築物結構美學的設計中合作，並透過機器與運算得以製作相關模型；其中包含與家具廠商合作家具的數位設計或室內設計師在空間設計的構築等，而自 2016 年開始執行之「鹽水月津港燈節作品即是最重要且穩定執行之操作平台。在經營數年之久之數位製造流程相關參數與實務經驗接在教師之過程紀錄中，得以透過教師傳承各種參數與材料工法特性，因此不斷累積產學案之創作作品，使整體數位製造機制與架構能更多元亦能更加持續延續。

五、鹽水月津港燈節作品實構築

5.1 鹽水月津港燈節作品緣由


由臺南市政府主辦之月津港燈節，自 2012 年起於每年元宵節期間舉行之燈會活動，地點位於鹽水區月津港水域。主要特色即是讓光之美與鹽水原貌風情互襯，營造與地景與地域空間結合的藝術氣氛。其中包含藝術家展演區及昇學生作品展演區兩大類，藝術家展演區包含國內外藝術家作品，其中專業程度與經費皆屬於較為專業之作品計畫；而學校學生作品區則是大專院校之相關科系提出設計構想，並執行施工完成之作品展示。而學生作品區雖為學生參與製作，但在老師指導之下，不時有許多接近專業之作品呈現，因此亦有不少令人驚豔之作品，且提案過程需要兩階段甄選，首先透過基本的版面設計及 3D 模型先提案參加甄選，如入選將進行第二階段簡報，並於簡報過程提出可行性之說明，如施工架構、施工步驟及成本概算；待入選後將於指定階段內完成作品製作與展示。



圖 5 月津港燈節海報及現場作品導覽地圖

5.2 正修科技大學數位建築工坊作品

正修科技大學數位建築工坊從 2016 年開始參與提案與製作，一直是以學生實構築並配合數位工具做為教育訓練之項目。歷年作品及主要執行的施做重點項目如下表：

年份	作品名稱	照片	主要概念與設計重點	實構築教育訓練重點
2016 年	流動·水月		以流動曲線做為燈光架設的方向	CNC 切割與木架構架設於橋上之工法
2018 年	遞變		框架式燈條架構，以漸變方式做旋轉的燈光變化	木料構築與線狀燈光效果之程式設計
2019 年	城市縮影		以光箱效果透過燈光以亂數隨機方式乎暗乎明，形成城市呼吸之效果	光箱的製作方式及光箱透明度、光線的色溫及程式設計的效果，其中包含浮力的研擬
2020 年	舊識新交		透過”舊”與”新”之不同架構隱喻新舊建築的融合	木構築的製作，架構式的建造小房子，並局與呈現 CNC 的特色

2020 年	眾星拱月		以金屬架構做為結構體，結合月與星的形式燈光轉變	鋼構的曲度與焊接方式，並需研擬拆解及運輸的過程
2020 年	聚波漁火		以圓形燈光球做為水上反射的主角，在球體變色的過程中透過水中倒影形成漁火的呈現	燈球的亂數變化設定，及浮在水中的效果
2022 年	233WS		以 3 道 120 度的交錯曲線，包圍一個如世界的氛圍，233 代表世界上的國家數量	CNC 數位設計後以鋼構製作，並須研擬拆解組合的工作流程
2023 年	SHUTTLE 穿梭		以倒漏斗的型態矗立於水面上，並與倒影形成一個沙漏的行式，並透過燈光流動的方式，形成穿梭時空的視覺效果。	鋼構架構的造型設計及彎曲度的溝通與製作，並利用光的演色性中選定式適合材質

六、實構築執行執行成效與檢討

6.1 作品的執行與訓練成效

每年之作品型式、製作方向及放置位置皆有所不同，因此訓練及實構築的方向亦有所不同。其主要的工作流程如下：

(1) 提案階段

提案階段分為兩部分，第一部份以主題、概念設計為主，並強調設計現場的燈光效果與模擬，因此第一階段在主題的擬定上極為重要，並輔助有 3D 繪圖及渲染，做為提案文件的內容。

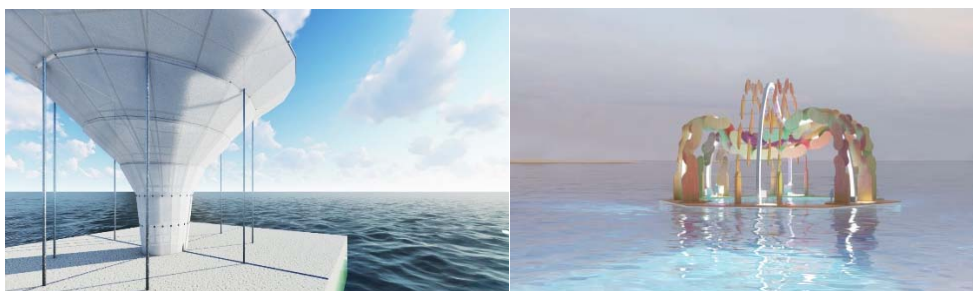


圖 6 提案過程渲染模擬圖

(2) 設計及發包相關專業廠商階段

此階段為實構築教學重要階段。一旦確定入選後就必須開始繪製施工圖，估算成本、提出運輸計畫、組裝計畫、下水或燈光計畫，因為繪製施工圖與協力廠商討論設計及成為必要的過程，透過與專業協力廠商的討論，使學生與實際工作的環境接近，並對於工法、成本等都有明確的認知，因此將有務實的經驗。

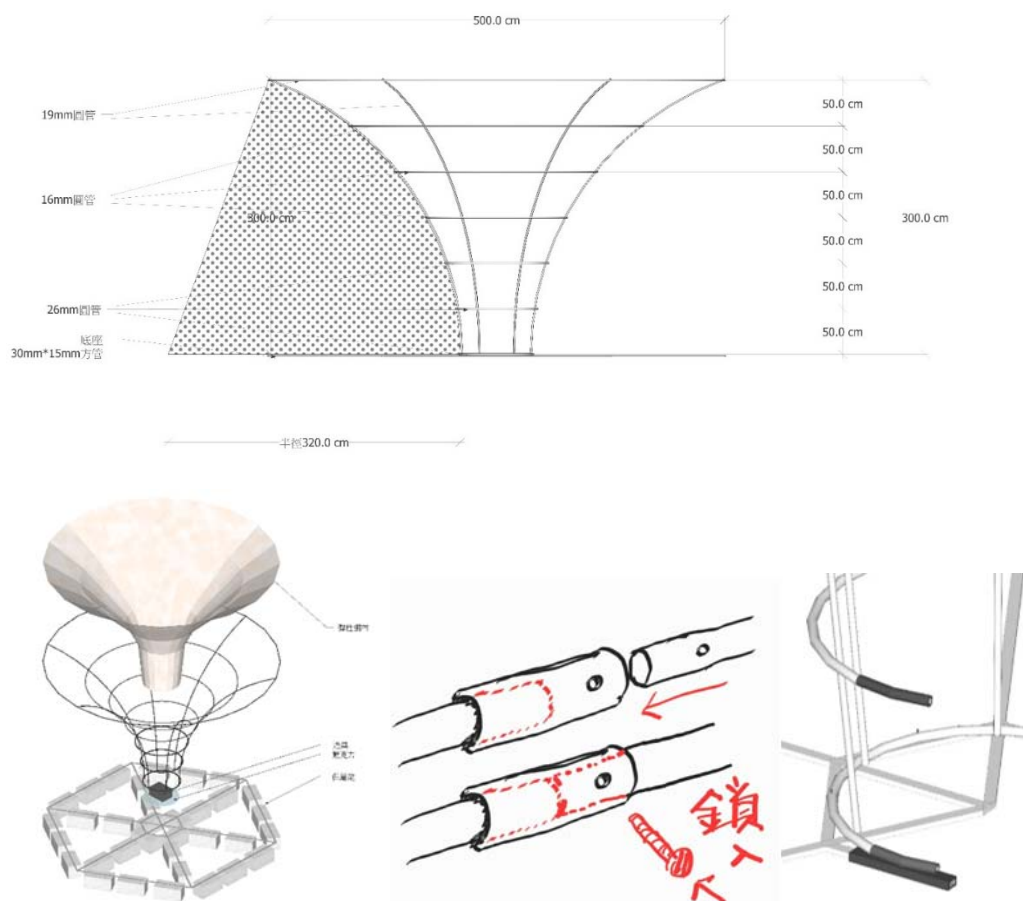


圖 7 設計階段相關圖說



圖 8 與專業製作廠商討論施工

(3) 施工階段

此階段為實際實做階段，包含施工程序、工法的計畫擬定等，因此學生必須有木工、電焊、鐵工、壓克力、燈具接電等基礎，透過實做完成作業。因作品龐大無法一體成形到現場，因此必須有拆解組裝的機制，此階段完全符合建築施工的邏輯，因此對於學生在實務的訓練尤其重要。



圖 9 現場施工及吊掛場景

6.2 過程常出現課題與回饋

因學生多為初次執行本案，因此教師的教學與建議極為重要，學生設計時多無考慮到工法與成本及拆解的過程，指導者必須介入避免不必要之過失產生。此外尚有以下常遇到之課題：

- (1) 材料選擇：選擇合適的材料對於創建燈節作品至關重要。有時學生可能會遇到難以操作或不耐用的材料。解決方式是事先研究各種材料的特性，並使用符合需求的耐久性和可塑性材料。
- (2) 瞭解建築原理及施工法：在培訓學生之前，確保他們瞭解基本的建築原理和結構設計。這包

括比例、支撐、穩定性等基礎知識，尤其是施工程序更是需要不斷討論與檢討，必要時須先製作局部模型與試做，舉例浮力的測試，因浮力與支撐的材料很多時候都是第一次使用，因此需要試驗，並下水測試。在結構設計上，燈節作品需要具有足夠的結構強度以支撐燈光和重量。一些學生可能會面臨設計不穩定或結構脆弱的問題。解決方式是在設計階段中加入支撐元素，妥善考慮材料厚度和連接方法。

- (3) 電氣及燈光設計：當涉及到使用燈光或電源時，電氣安全至關重要。學生可能需要確保電源供應器符合規格、電線良好固定、避免水與電路接觸等。建議他們尋求教師或專業人士的幫助，以確保安全性。
- (4) 製作時間：燈節作品的製作需要時間和耐心。學生可能會發現自己時間不足或進度落後的情況。解決方式是提前做好計劃，合理安排時間並確保每個階段都有足夠的進展。
- (5) 處理細節：許多施工的細部，在設計時段多為理想，但在重力、材料特性、施工工具的影響之下，往往難以順利施工，因此必須要有現場解決問題的變通能力。
- (6) 安全第一：建築實構築涉及使用工具和材料，保持安全意識至關重要。確保學生戴上適當的個人防護裝備，並提供正確的使用指導，以降低意外風險。
- (7) 考慮教學方法：採用互動和實踐的教學方法使學生更容易理解實構築原則。例如，通過小組項目合作或模型製作來提高他們的參與度。
- (8) 培養創造力：鼓勵學生在建築實構築中展現創造力和想像力。促使他們思考獨特的設計理念並將其付諸實踐。
- (9) 強調團隊合作：建築領域往往需要不同專業背景的人員共同合作。通過以小組形式進行項

七、結論與建議

有關建築學生在校階段的實作訓練，無疑是對於未來在相關就業上有其助益，本文透過一個地方政府常態性的標案(月津港燈節活動)持續做為學生實構築的操作平台，極為有意義，因此未來有相關教育單位欲執行類似的方法，可搜尋類似的案件做為操作對象。其特性必須符合以下四點為宜：

- (1) 執行的標的案件須持續：以月津港燈節為例，從 2012 年迄今已經連續辦理 12 年(除 2020 年疫情停辦)，辦理的時段穩定，適合作為操作的平台。
- (2) 金額負擔適中：本案多為 15 萬~25 萬的金額，非大型到學生難以負荷的額度，亦是一重要的執行模式。
- (3) 合約的要求勿過於複雜：有鑑於其他學生在實做的相關競賽、案件，部分核銷、估價等行政流程過於複雜，反讓學生花過多時間在處理此行政相關工作，反而錯失原有實構施工的重點。
- (4) 主題合乎教育訓練的目的：月津港燈節的製作符合建築學習在施工的過程。相較於視覺應用、影像、商業設計等競賽，本案更適合建築相關科系做為學習及實際操作的案件。

縱觀以上分析與討論，在建築實構築教育中，最終目的即是訓練培養有施工實務的設計者，因此需要常態有操作平台與經費，因此在推動計畫及課程之前，需先擬定幾項足以長期穩定施做之標的平台，透過執行教學者，長期指定不同階段與不同學生之特性，予以研擬整體之實踐程序，而以月津港燈節為例，即是符合的一種標的，但在本案之外，亦宜持續觀察尋找其他相關的各種實做平台，以備不時之所需。