

舊澎湖塔燈三維重現研究與感想

梁嘉豪*

感謝香港城市大學圖書館景祥祐博士和香港大學戴偉思教授(Stephen Davies)的指導，和香港城市大學校務委員會委員(Court Member) 張伍翠瑤博士的支持，我有機會參與是次研究項目。

這個活動對我來說意義甚大，作為建築系學生的我，每天也想著設計出新穎的建築型態 (Architectural Typology)，但有天，一位老師問我一個很有意義的問題：要設計新建築？舊的全學懂了嗎？未了解舊的，如何造新呢？四年本科學士課程過去，大大小小、新新舊舊的都大概學過；但又有一天，景祥祐教授跟我說了一座中國古燈塔，哦？中國有燈塔嗎？未學過！是如何的呢？這正引起了我的興趣，而這興趣讓我參與了他們舊澎湖塔燈三維重現研究項目。過程中，我負責利用電腦軟件 REVIT 重塑舊澎湖塔燈，並最終以三維模型和二維圖紙將其表現出來。

甲.以下為已於澎湖研究第 17 屆國際學術研討會論文輯刊登於 108-115 頁的節錄部分

「……依據碑碣【澎湖西嶼浮圖記】，『西嶼燈塔』與塔前的天后宮創建於清乾隆 43 年(1778 年)，是廈門與台灣航線上地文航海的重要岸標，關於燈塔建築的描述：廣其下座凡五丈，礮石為浮屠七級，級凡七尺……，其頂設長明之燈……。因屢遭風災，塔前廟宇傾圮，照管乏人，以致燈室玻璃損壞，燈塔興廢不時，依據碑碣【西嶼塔燈碑記】，清道光 3 年(1823 年)，原基重修廟宇，復司燈火。依據【澎湖廳志】，清光緒元年(1875 年)，位於上海的海關總稅務司，派請英籍工程師，依西式燈塔圓形塔身建築形制，重新興建燈塔，引進當時最新科技的燈器設備，提升光程，並命名為『漁翁島燈塔』。洋式的『漁翁島燈塔』歷經逾一百年，1985 年被列為法定古蹟，但關於中式的『西嶼燈塔』，相關的東方文獻甚少。研究小組很幸運地從英國皇家地理學會(The Royal Geographical Society Picture Library) 的文獻中發現了一張關於『漁翁島燈塔』興建前拍攝的中式『西嶼燈塔』舊照片，以此照片揭示的影幅信息，佐證早期的西方測繪海圖中關於此舊燈塔的燈高數值記錄、神將文物與相關歷史文獻資料，應用 Revit 與 Google Earth 軟體進行探索模擬研究，以數位三維重建已消失的『西嶼燈塔』，可提供多元的視角欣賞這座傳統的中式燈塔，顯著提升了視覺效果，同時研究過程中也推估出

* 香港城市大學建築系畢業生

該燈塔的主要建築數據：尺寸、位置、座向方位……」。

第 1 步 - 「……要利用電腦軟件重建西嶼燈塔，我們先從英國皇家地理學會所獲得的照片，作為參考以建造出粗糙模型，要注意的是這階段不涉及確切比例和尺寸。如圖所示，這過程是在 Revit 軟件的透視模式下使用該照片作為背景完成的。」

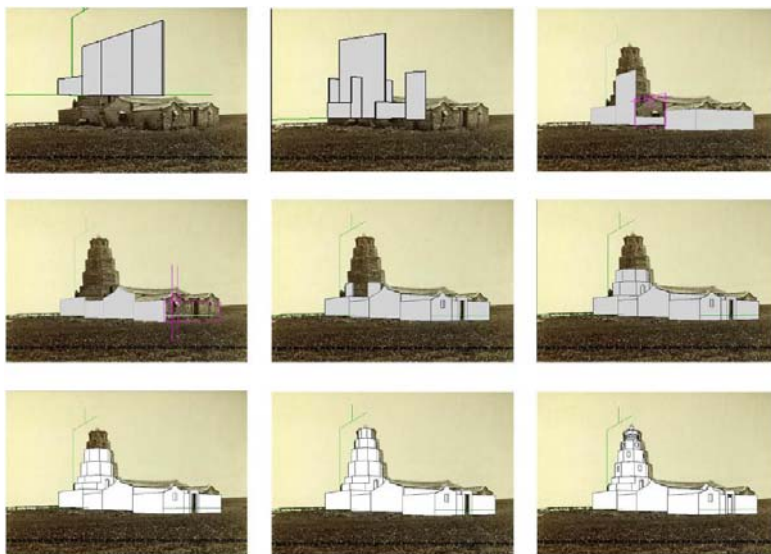


圖 1：西嶼塔燈 3D 建模過程

第 2 步 - 綜合文獻資料：「……三維重建的第二步為將中西文獻提供的數據與照片構建出的固定比例模型互相結合和比較，如西嶼燈塔的高度和寬度來自《澎湖廳志》一書。另外，當查考有關地勢文獻時，我們可運用 Google Earth 協助，例如在 Collinson 的航海圖顯示西嶼燈塔的燈芯離海平面 225 尺(68.6 m)，Google Earth 幫助我們找出燈塔附近的等高線，當西嶼燈塔的燈芯離海平面高度（68.6 米）減去地勢的高度後，得出燈塔實際的高度尺寸。」

第 3 步 - 進一步的實驗驗證：「1875 年照片的數據估計。估計建築物尺寸的一種標準途徑是在照片中找出具有已知上限、下限及平均值的人物或物件作參考。從 1875 年的照片中，我們發現兩個人物，其中一個可能為歐洲人或美國人，另一個是中國人，1875 年的歐洲人和北美人身高分別為約 1.67 和 1.73 米，而中國人約 1.63 米。在 19 世紀 70 年代中期，平均高度的一般變化是 $\pm 7\text{cm}$ ，因此，我們的實驗以 1.75-1.85m(歐洲人或美國人)和 1.55-1.65m(中國人)作為兩組參考值以估算出西嶼燈塔的高度(Roser, 2017)。另外，照片顯示燈塔外牆上的 12 個神像是我們另一組作參考的可靠數據。儘管西嶼燈塔在 1875

年被清拆，塔上的神像被保留在現時澎湖慈航寺內，透過我們現場測量，得出它們的高度及闊度，假設它們在 1875 年清拆時至今仍保持完整，我們發現每個為 0.5 平方米，其後將數據加入 Revit 軟件中作為塔燈模型的參考。再者，照片中寶塔一樓的拱形門口從底部到拱門頂端大概約 2 米。利用以上數值對原來沒有實際比例的三維模型進行縮放後，研究團隊得出燈塔底座高度約 3.151，而總塔約高 15 米。」

第 4 步 - 利用電腦軟件計算出西嶼燈塔的方向：「確定燈塔尺寸後，方向是我們下一個研究的目標。這階段再次結合文獻資料和電腦軟件得出所需資料。第一份使用的文獻是 Collinson 的航海繪圖，它對塔燈方向有著間接性的描述。仔細觀看位於繪圖中的西嶼塔燈，其最底層明顯畫了一道向南的大門，與 1875 年舊照片對比後，可以理解為塔燈的後門，為何不是前門呢？因為舊照片已清楚顯示出一層正門位置。由於正常情況下，連續兩層出現大門是不會發生的，因此我們對該 Collinson 所畫的門口起初假設為塔燈的後門。但在研究後期，考慮到 Collinson 在其海圖所畫的西嶼燈塔實在太細，我們估計當時他有機會從離岸遠處觀看西嶼燈塔，所以，我們嘗試在 Revit 軟件中模擬人從離岸很遠的地方觀看西嶼燈塔，我們發現 Collinson 所畫的向南大門是更似燈塔前方廟宇大門，若是這樣，西嶼燈塔應該跟中方文藝所指南一樣。

當然，我們嘗試走多一步，利用 Revit 模擬日照角度(下圖所示)，以更準確找出燈塔方向。從已有知識理解到一天不同時間的太陽入射角使建築物上所投射出的陰影具不同的變化。由於在 1875 年老照片上的廟宇前牆出現兩處明顯的陰影，我們嘗試在 Revit 內模擬出不同的太陽入射角使電腦模型前方的牆出現跟照片相同的陰影，經過多次比對後，我們發現若是在 4 月 17 日上午 11:05 拍攝著正南方的西嶼燈塔跟 1875 年老照片上的廟宇前牆有著相同陰影。如此，我們能確定西嶼燈塔是朝南方的。」

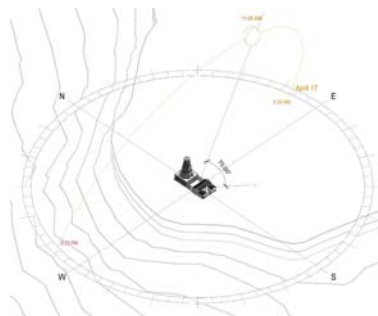


圖 2：在 360°指南針上的西嶼塔燈模型

第 5 步實地考察：「2017 年 10 月，我們研究團隊到了澎湖進行田野考察，嘗試找出更多有關西嶼燈塔的考古資料。過程當中，我們主要發現寶塔的物料顏色，比如上文提到現位於慈航寺的 12 尊神像。另外，我們到達現今漁翁島燈塔後，入口正門兩旁處有梯型的花崗岩路邊石，從形象、大小和上面兩個石樺卯洞，我們估計它們就是西嶼燈塔上的每層最頂的壓闌石。最後，在 10 月 13 日，我們到了漁翁島燈塔附近的二崁村陳家古厝進行查考。我發現古厝的建築結構、瓦頂顏色和牆身質地與 1875 年舊照片上的西嶼燈塔前方廟宇極為相似，如此，我們初步估計西嶼燈塔前方廟宇的牆身為碎貝殼，而屋頂為橙紅色的仰合瓦(又稱哭笑瓦)，有別於南方常見的筒瓦，它由板瓦互疊仰俯而成。

乙. 後續

雖然在 2017 年尾已完成了舊澎湖塔燈的三維虛擬建模，景祥祐教授教導我們團隊仍要不斷吸收別人對舊澎湖塔燈項目的建議，我們因此參與不同展覽和研討會與實地考察。我們深信這個舊澎湖塔燈項目不是學者「象牙塔」研究，相反，要回饋大眾，將燈塔最真實一面，透過大眾討論以展現出來。以下是後續研究的總結(部份內容在第 18 屆澎湖研究學術研討會以海報方式展出)：

在研討會和實地考察中，我們得到更多有關燈塔的資料並製作出一個 1:65 的彩色模型(圖 3)。另外，我們記錄了現存西嶼燈塔辦公室後水井上的花崗岩石塊，它們的形狀與古西嶼燈塔塔身極為相似，有可能為當時拆除古燈塔時所遺留下來的的外牆牆身石塊，以下圖 4 是初步量度記錄。



圖 3：西嶼塔燈模型

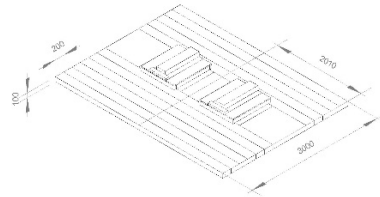
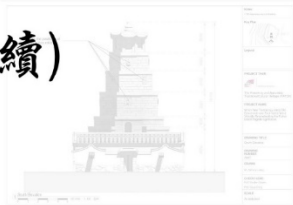


圖 4：現存西嶼燈塔辦公室後水井上的花崗岩石塊

虛擬重建西嶼塔燈(續)

VIRTUALLY RECONSTRUCTION: XIYU LIGHTHOUSE PAGODA (SEQUEL)

Anthony K.H. Leung, Stephen Davies, Steve H. Ching

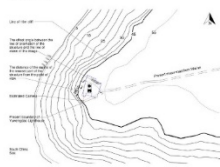


摘要:

澎湖（澎湖群島）位於廈門與台灣之間，是一個群島和軍事駐地。因此，作為當中最第二大島嶼的西嶼，建立了引導水手導航的標記點。記錄顯示，某種類型的標記，以塔的形式，在18世紀被建造，稱為西嶼塔燈。然而，在1875年，它被另一種形式的塔取代。雖然今天那座建於1875年的淡新島燈塔，已成為著名的遺產地標，原有1778年的西嶼塔燈結構，應被認為具巨大的遺產意義，因它是一座創造在西方燈塔技術引入中國近一個世紀之前所建成的燈塔。由於幸運地從英國皇家學會發現了一張早期西嶼塔燈的照片，以及得到了早期導航文件、地名錄、圖表和銘文的進一步研究支持，作者們得以使用先進的建築Revit軟件進行3D虛擬重建，以及回答有關這座燈塔的幾個研究問題-包括尺寸、位置、方向、功能和材料並在澎湖研究第17屆學術研討會上作出口頭報告。為提高研究結果的準確性，在上次研討會期中，團隊到達西嶼塔燈原址（即現今澎湖燈塔位置）進行實地考察，並希望將新研究的結果在18屆學術研討會上作出海報報告。

關鍵詞：三維重建; 虛擬現實; 3D打印; 文檔研究

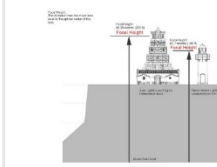
圖解:



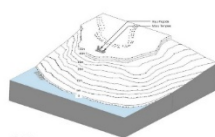
位置



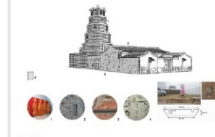
變北



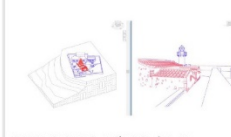
新舊塔高度之差



海拔



物料



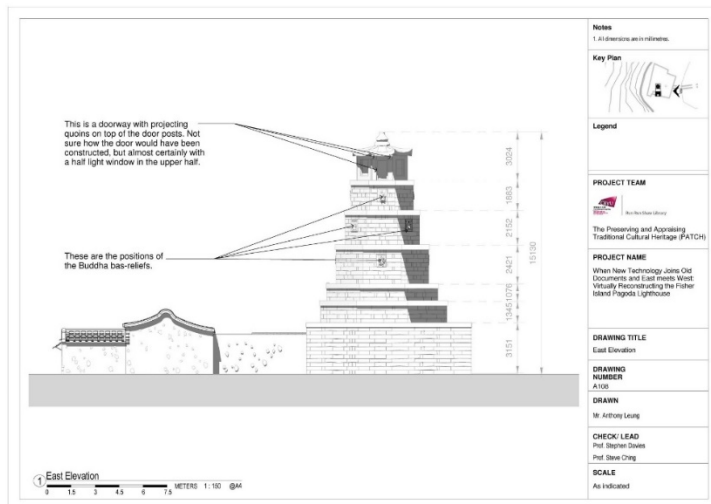
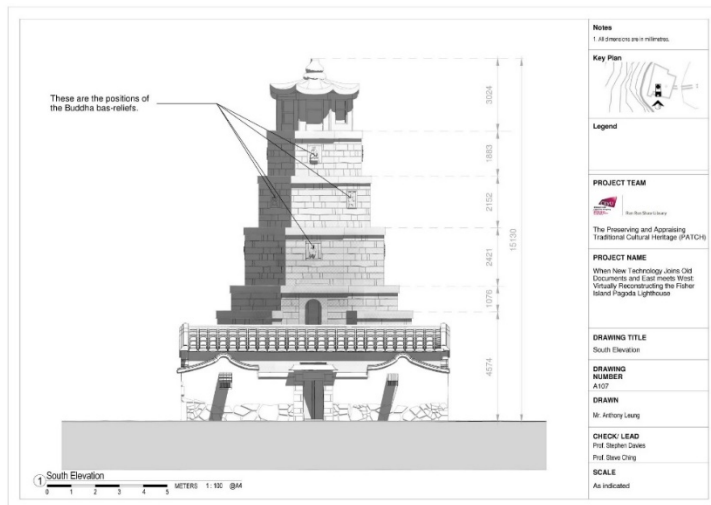
電腦軟件協助找出舊塔準確位置

虛擬重建西嶼塔燈(續)

VIRTUALLY RECONSTRUCTION:

XIYU LIGHTHOUSE PAGODA (SEQUEL)

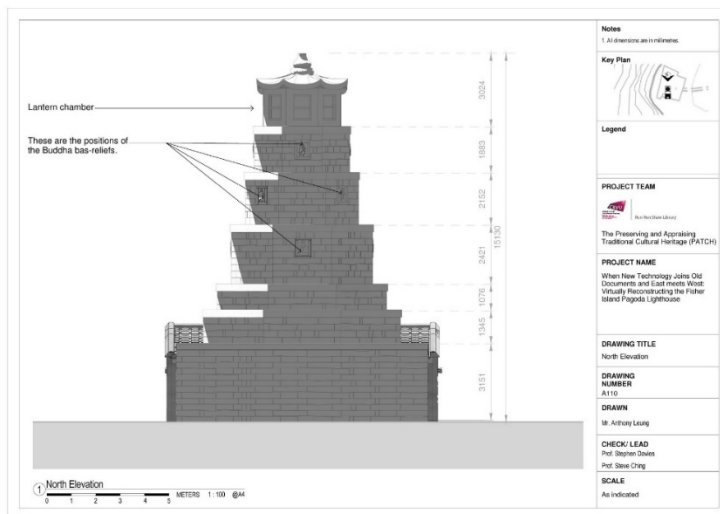
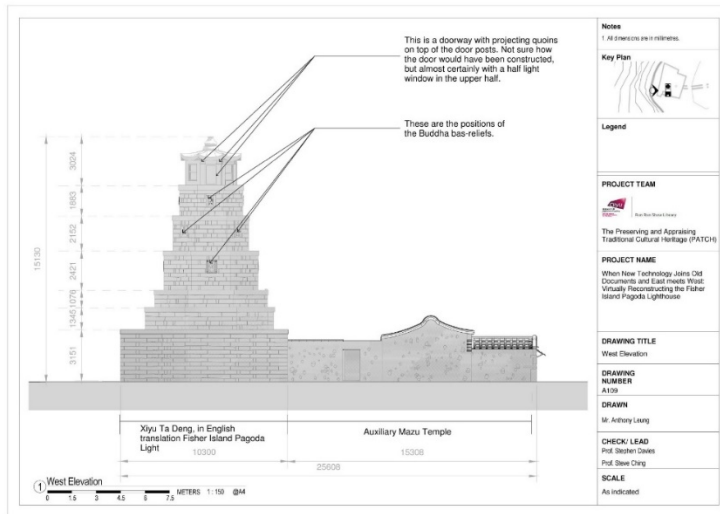
Anthony K.H.Leung, Stephen Davies, Steve H.Ching

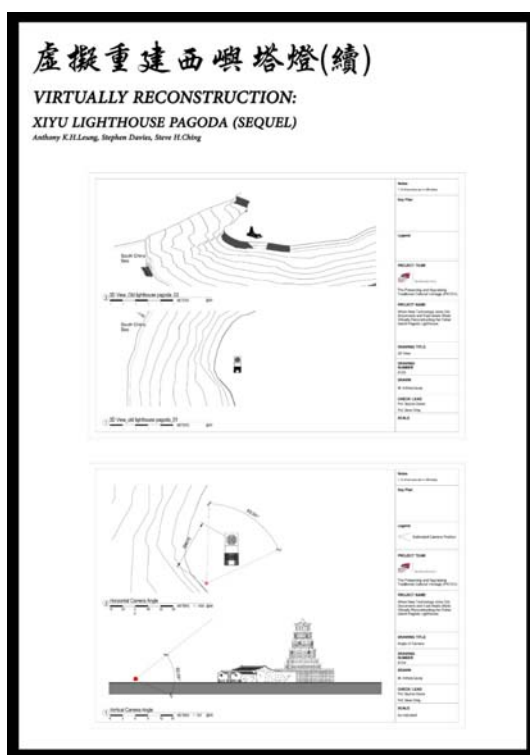


虛擬重建西嶼塔燈(續)

VIRTUALLY RECONSTRUCTION: XIYU LIGHTHOUSE PAGODA (SEQUEL)

Anthony K.H.Leung, Stephen Davies, Steve H.Ching





參考文獻

- Collinson, R. (1844a). Draft survey, H.M. Ships Plover and Young Hebe. United Kingdom Hydrographic Office Archives, L4368 Shelf 13G.
- Collinson, R. (1844b). Surveying Journal of Captain Richard Collinson, China 1840-1844. Manuscript notebook. United Kingdom Hydrographic Office Archives, OD153.
- Collinson, R. (1845). Sailing Directions for the Panghú, or Pescadore Archipelago, with notices of the islands. *The Chinese Repository*, 16(6), 249–257.
- Collinson, R. (Ed. R. Loney). (1855). *The China Pilot. Part I. East Coast from Hongkong to Shanghai*. London: The Hydrographic Office.
- Bastanlar, Y., Grammalidis, N., Zabulis, X., Yilmaz, E., Yardimci, Y., & Triantafyllidis, G. (2008). 3D reconstruction for a cultural heritage virtual tour system. *The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*, 37-B5, 1023–1036.
- Levathes, L. (1994). *When China ruled the seas: the treasure fleet of the Dragon Throne 1405-1433*. New York: Simon & Schuster.
- Roser, M. (2017). Human Height. Published online at OurWorldInData.org. Retrieved 20 June 2017, from <https://ourworldindata.org/human-height>
- 林豪. (2000). 台灣文獻史料叢刊: 澎湖廳志 [Taiwan Collectanea: Penghu Gazetteer]. Taiwan literature history series, Táiběixiàn Yǒnghéshì: Dàtōng shūjú yǒuxiàngōngsī.
- Bureau of Cultural Heritage Ministry of Culture. (2017). Fisher Island Lighthouse. Retrieved 09 July, 2017, from http://view.boch.gov.tw/NationalHistorical/ItemsPage_en.aspx?id=85