

中華建築技術學刊

ISSN 1814-8980

Vol.11, No.1

March, 2023

JOURNAL OF BUILDING AND CONSTRUCTION TECHNOLOGY



中華民國建築技術學會發行

PUBLISHED BY NATIONAL INSTITUTE OF BUILDING TECHNOLOGY

中華建築技術學刊

中華民國 112 年 3 月

第 12 卷第一期

目 錄

模擬高溫環境下以軟底式施工拋光石英地磚拉拔強度之研究.....	
趙崇森·蕭添進·曾芸綉	1
變截面箱梁橋底線形對車橋振動的影響分析.....	
薛艷霞·吳奇倫·蘇振超	11
市區道路暨人行環境無障礙維護管理資訊化模式以台北市探討.....	
賴麗華·游本志	27
數值地形模型在邊坡滑動檢測應用技術之探討.....	林國禎·陳正言 37
既有公寓大廈導入智慧門鎖使用者偏好之探討.....	蔡其揚·閻亞寧 45
以通用設計之原則分析百貨公共空間.....	劉時泳·洪珮蓁 59
歷史性建築修繕環境風險因子之防災管理.....	徐淑華·游本志·張震鐘 67
建立巨型神像之易損曲線.....	許秀鴻·陳冠雄 75
街屋聚落建築群整合性保存思考.....	李東明 81
探索崑曲與布袋戲之展示空間研究.....	葉錦逸·劉時泳 89
台灣應用中國宮殿式建築元素之探討-以「陽明山中山樓」為例.....	
謝慶煌·張震鐘	97

模擬高溫環境下以軟底乾式施工

拋光石英地磚拉拔強度之研究

趙崇森¹ 蕭添進² 曾芸綉³

趙崇森¹中國科技大學室設系碩士

蕭添進²中國科技大學室設系副教授

曾芸綉³中國科技大學室設系研究所碩士

摘要

本研究主要探討模擬高溫環境下以軟底乾式施工的拋光石英地磚拉拔強度，應用田口實驗計劃法，配置 A 因子黏著層的摻劑分別為海菜粉、樹脂 1 及乳膠三種水準；並以 B 因子乾拌水泥溼砂厚度分別為 3 公分、4 公分及 5 公分三種水準；而 C 因子乾拌水泥溼砂層中的結合水加入摻劑分別為樹脂 1、乳膠及清水三種水準及 D 因子拋光石英地磚背溝塗材料分別為樹脂 1、乳膠及樹脂 2 三種水準作為製程輸入因子，研究上述四種控制因子，尋求拋光石英地磚在模擬高溫環境下最佳拉拔強度的實驗因子組合，作為對拋光石英地磚在模擬高溫環境下黏著性能影響之探討；首先在常溫環境下以一般施工條件於實驗室製作 5 公分乘 5 公分試體，其中拋光石英地磚的先行清洗後，再塗滿黏著材料於背溝面上，並依配比於黏著層及乾拌水泥溼砂層中的結合水分別加入海菜粉、樹脂 1 及乳膠等摻劑，而乾拌水泥溼砂厚度參考工地常用厚度分別為 3 公分、4 公分及 5 公分，經養護 28 天齡期後，再置入模擬高溫溫度 60°C 的環境的烘箱內連續 240 小時後，再取出試體置放於常溫環境下恢復到常溫後，將試體以瓷磚電子式拉拔試驗機進行拉拔試驗；實驗結果說明如下：影響拋光石英地磚之最佳拉拔強度的實驗因子組合，分別為重要因子 A1 黏著層的摻劑別為海菜粉、次要因子 B1 乾拌水泥溼砂厚度為 3 公分、次要因子 C1 乾拌水泥溼砂層的摻劑為樹脂 1 及重要因子 D1 拋光石英地磚背塗材料為樹脂 1，此最佳實驗因子組合與實驗編號 1 樣，因此不必進行確認驗證實驗，拋光石英地磚之最佳拉拔強度為 8.29 kgf/cm²，其對應之拉拔強度信號雜音比 (S/N 比) 比值為 18.28 dB。

關鍵字：田口法、拋光石英地磚、模擬高溫環境、軟底乾式施工法

Study on Adhesion Properties of Polished Quartz Tile Floor - Take the soft bottom dry construction method as the summer environment

Tang-Sen Chao¹ Tien-Chin Hsiao² Yung-Hsiu Tseng³

¹ Department of Interior Design, China University of Technology

Master

² Department of Interior Design, China University of Technology

Associate Professor

³ Department of Interior Design, China University of Technology

Master

Abstract

In order to improve the adhesion performance of polished quartz bricks, the following four factors are proposed to strengthen the performance of adhesive materials. Three kinds of additives are added to the adhesive layer, three thicknesses of dry mixed cement wet sand are improved, and the dry mixed cement wet sand layer is added. Three kinds of doping and three kinds of back-ditch coatings for strengthening and polishing quartz bricks and floor tiles adopt soft-drying dry application method, assisted experimental planning design with Taguchi quality engineering experimental plan method, and made experimental samples in laboratory, and polished quartz floor tiles. The good drawing strength is used as a reference for improving the adhesion performance, and it is helpful. The experimental samples prepared at room temperature are placed in the summer environment simulated by the rapid experimental method, and hot environments are sought for polishing. The influence of the adhesion performance of quartz floor tiles was studied to find the important factors affecting the adhesion performance of polished quartz floor tiles in hot environments and the best combination of experimental factors; the experimental results of the combination of the best experimental factors in hot environments showed : the experimental specimen prepared at room temperature is placed in the summer environment simulated by the rapid experimental method, the tile drawing strength is reduced by 9.04 kgf/cm² from 0.75 kgf/cm² to 8.29 kgf/cm².

Keywords : Taguchi method, rapid experiment method, tile drawing strength

壹、前言

建築及室裝業者大量採用大尺寸 60 公分以上的拋光石英地磚相當普遍，由於瓷磚面積大且重量大平整性需求高，所以施工多以軟底乾式工序施作；每當寒流氣溫大降之後，導致拋光石英地磚隆起爆裂事件不斷，拋光石英地磚鋪貼工程並無一套正確的施工品質管理標準，由於現場施作容易因施工方法、組成材料之不同而使其品質最容易受影響；有關影響拋光石英地磚黏著性能因素頗多，如水泥與砂的容積配合比例控制不良、拌合不均、溼砂的含水量影響著乾拌溼砂層的水灰比，又拋光石英地磚由於生產過程中添加脫模用之氧化鋁及保護蠟造成地磚背溝的汙染與水泥砂漿黏著效能減低，拋光石英地磚與砂漿層使用之黏著劑種類等有關；隨著科技日漸進步，研發新黏著材料推陳出新如添加乳膠、樹脂於水泥材中，透過不同的砂漿調整層比例及添加劑種類進行試驗，試圖將拋光石英地磚與施工黏著效能提升，避免黏著層及砂漿層的破裂，至於拋光石英地磚在高溫環境下黏著性能是否影響其隆起爆裂等問題討論不多，實為值得深入探討之課題。

貳、文獻回顧

依文獻【1】黃然研究指出甲基纖維素（俗稱海菜粉）常溫使用在拋光石英地磚工程中添加黏著層裡居多，在市面上，已被廣泛使用且容易取得。依文獻【2】王慶煌研究指出甲基纖維素（Methyl Cellulose），功能是为保水劑添加於水泥中，是一種非離子高分子聚合物，可增加對水泥凝結時間遲緩且具有防水效益增加，對黏著層的黏著效能

提昇之功能。

依文獻【3】My Linh Vo 研究指出在施工材料的水泥漿養護條件的缺乏不足方面，可在黏著層的水泥中加入橡膠乳汁聚合物提昇水泥砂漿之間的介面加強，對黏著層的水泥漿滲入可與水泥砂漿的水溶性摻劑，讓摻劑來增加其化學作用，對黏著層的水泥漿之強度提昇與水泥砂漿之間，其黏結抓著機械力更佳。

依文獻【4】饒源豐研究指出也認為石材約 2 公分厚，所需的水泥砂層厚度約為 5 到 6 公分，然而拋光石英磚厚度與重量不如石材，拋光石英磚若比照石材鋪佈水泥砂層，則過厚將不易緊密壓實，是導致拋光石英磚經常造成空心、剝離的原因之一，因此水泥砂層不能太厚，約為 3 到 4 公分左右為最佳的厚度。依文獻【5】吳東昇研究實驗結果顯示影響面磚黏著效能以面磚拋光石英化程度、背溝形式及水泥砂漿黏著材所顯現之機理為主。

依【6】林文祺研究指出溫度影響水泥砂漿收縮或膨脹，水泥砂層的熱膨脹係數依不同的飽和程度而變，一般為 11×10^{-6} 到 $16 \times 10^{-6} / ^\circ\text{C}$ 。以鋪貼長度 8m 全年溫差為 35°C 時，就產生 $8000\text{mm} \times (11 \times 10^{-6}$ 到 $16 \times 10^{-6} / ^\circ\text{C}) \times 35^\circ\text{C}$ ，大約為 3.08 到 4.48mm 的收縮量（溫度升高時則為膨脹量）；當面磚面材若無如此大的收縮量，且所用的黏著用水泥砂層強度小於其收縮力時，即造成面磚面材與黏著用水泥砂層爆開的現象，水泥質材料溫度變形與熱膨脹係數變化有關。

依【7】林志杰研究指出，影響水泥質材料溫度變形與熱膨脹係數的材料參數有：骨材用量、骨材性質、水灰比、水泥礦物組成率、卜作蘭材料與其他添加物等，硬固後

的水泥漿試體，熱膨脹係數在 $11\sim 16\times 10^{-6}$ ，混凝土熱膨脹係數在 $6\times 10^{-6}\sim 12\times 10^{-6}$ ，熱膨脹係數在常態下不隨時間變化。

依文獻【8】許皓翔研究指出所謂剝落是因瓷磚與粘接層之間產生介面而造成的，其原因大致有以下幾個方面；一、瓷磚背面的凹槽太淺或者過於光滑，市場上銷售的瓷磚，一些生產廠家只圖表面的光潔，並未考慮到施工效果。近幾年來某些廠家生產的瓷磚改革為燕尾形和方格形背紋，使得瓷磚粘接牢固，不易脫落。二、鑲嵌瓷磚時操作不當。三、熱脹冷縮也是一個必須考慮的原因。不管瓷磚鋪貼在朝陽面或者背陽面，其表面每年春、夏、秋、冬各級的溫差都會導致瓷磚在各層之間產生應力（有些地區早晚溫差也會產生應力）。四、冰凍、雨水影響。當用純水泥漿或少量白水泥漿填縫時，如果鑲縫不密實一旦少量雨水滲入、侵蝕，長年累月滲透，特別是在冬季結冰凍脹，更是導致瓷磚剝落的經常現象。空鼓與樓面隆起的原因：地面樓面隆起一般發生在溫度變化季節，這是由瓷磚與水泥砂漿兩種材料的熱膨脹係數不同所造成的，通常前者要大於後者，因此可以說溫度應力突然釋放是瓷磚地面崩裂、樓面隆起的主要原因。溫度應力是其主要原因但不是根本原因，據知同一種瓷磚在相同的條件下用不同的工藝與工法施工，其效果完全不同，而施工進程中瓷磚面與水泥砂漿的有效粘結強度能決定樓地面是否有空鼓、隆起現象及其嚴重程度，因此施工品質的好壞是瓷磚地面崩裂、樓面隆起的根本原因。

依文獻【9】李輝煌研究指出一般俗稱的田口品質工程方法，主要是指穩建設計 (Robust Design)，採用田口玄一博士在 1949 年提出運用直交表作實驗設計，此法可以最

少的實驗，在有限的資源下進行製程最佳化。田口法的統計實驗設計係以系統方法，同時改變許多因子，以確認有關因子的主效果與交互效果，他將平均數視為信號，變異數視為雜音，而其比值信號雜音比 (Signal to Noise Ratio，簡稱 S/N 比) 做為分析改善的對象，用來衡量產品品質特性的一種統計量度，它可以表示製程或產品的水準及其雜音因素的影響程度，作為整合最佳化品質特性與最小化變異為單一指標。S/N 比根據品質特性之望小、望大與望目特性三種，本研究 S/N 比採用望大品質特性，亦即 S/N 比大的設計就是最佳參數設計，當品質特性為越大越好時，如產品的壽命、強度、汽油每公升公里數等；

S/N 比望大品質特運算式如下【9】

$$S/N \text{ 比} = -10 \cdot \log_{10} \left[\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \frac{1}{y_i^2} \right]$$

其中 y 為每一種實驗組合的 n 個實驗數據

依文獻[10]吳復強研究指出，直交表提供了有系統、有效率的調整實驗因子水準的方法，能讓我們以較少的實驗而獲得更可靠的因子效果估計量，使用直交表除了可以大量降低實驗成本以外，還有兩個好處為簡化資料分析難度及資料分析更具可靠性；此方法的優點由於直交表中的實驗因子配置在某一因子任一水準的出現次數是成比例平衡，並且因點線圖配置組合固定而使實驗配置簡單；由於直交表選擇因子水準的數量影響實驗次數，因此透過直交表能以最少實驗次數完成；由於信號雜音比(S/N比)與變異數分析法，兩者差別在於信號雜音比S/N比

只需要少量公式就能完成，後續分析是可用加法性完成，求出某一因子某一水準的效應；變異數分析的公式數量比(S/N比)多，求得某一因子主效應都需要獨立公式才能求出。因此兩種分析方式以信號雜音比(S/N比)更為簡便，無須繁雜的方式分析，故解析方法較簡便等優點。

參、實驗結果與分析

本研究以田口品質工程實驗計畫法規劃四種因子以軟底乾式施工方式的拋光石英地磚，所採用的實驗因子分別為黏著層的摻劑、乾拌水泥溼砂厚度、乾拌水泥溼砂層中的結合水加入摻劑及拋光石英地磚背塗材料共四種；作為本實驗的輸入因子，如表 1 所示，研究上述四種控制因子對拋光石英地磚在模擬高溫環境下最佳拉拔強度的實驗因子組合。

3.1 輸入因子的選擇

製程輸入因子有因子 A 黏著層的摻劑分別為海菜粉、樹脂 1 及乳膠三種水準；因子 B 乾拌水泥溼砂厚度有三種水準分別為 3 公分、4 公分及 5 公分；C 因子乾拌水泥溼砂層中的結合水加入摻劑有三種水準分別為樹脂 1、乳膠及清水；D 因子拋光石英地背溝塗材料，採取全面刷背塗材料分別為樹脂 1、乳膠、樹脂 2 三種水準作為製程輸入因子；並運用田口品質工程實驗計畫法的直交表，如表 2 所示；作為配置本研究九種實驗設計組合內容。

3.2 輸出因子的選擇

本研究為探討在模擬高溫環境影響下，

拋光石英地磚之黏著性能影響，以模擬高溫環境下的拋光石英地磚拉拔強度為輸出因子，探討輸入因子對輸出因子的影響，並尋求拋光石英地磚在模擬高溫環境影響下最佳拉拔強度的實驗因子組合。

3.3 以拋光石英地磚拉拔強度為輸出因子的望大特性分析

本實驗四個因子水準，在常溫環境下以一般施工條件於實驗室製作 5 公分乘 5 公分試體，其中拋光石英地磚背溝先行清洗後，並依配比於黏著層分別加入海菜粉、樹脂 1 及乳膠摻劑，再塗滿黏著材料於背溝面上，且於而乾拌水泥溼砂層中的結合水中分別加入樹脂 1、乳膠及清水的摻劑，而乾拌水泥溼砂厚度參考工地常用厚度分別為 3 公分、4 公分及 5 公分，經養護 28 天齡期後隨即，置入模擬高溫溫度 60°C 的環境的烘箱內連續 240 小時後，再取出試體置放於常溫環境下恢復到常溫後，將試體以瓷磚電子式拉拔試驗機進行拉拔試驗，其拉拔試驗結果作為本實驗之輸出因子，再採用田口品質工程實驗計畫法中的望大特性，尋求四個輸入因子受高溫環境影響下，拋光石英地磚之最佳拉拔強度的因子組合；四個因子與各水準依田口品質工程實驗計畫法直交表排列成九組實驗，如表 3 所示；並以訊號雜音比(S/N 比)比值最大的實驗設計組合就是最佳，實驗輸出因子的實驗結果及訊號雜音比(S/N 比)如表 4 所示；

在模擬受高溫環境影響下，拋光石英地磚拉拔強度與訊號雜音比(S/N 比)影響，其輸入因子重要性之影響程度由大到小依序排名分別為：因子 D 拋光石英地磚的背塗材料之拋光石英地磚拉拔強度信號雜音比(S/N 比)最大之因子水準 D2 為 16.62

dB、最小值之因子水準 D3 為-0.56 dB、其差異值範圍為 17.18 dB；因子 A 黏著層的摻劑之拋光石英地磚拉拔強度信號雜音比 (S/N 比) 最大之因子水準 A1 為 14.70 dB、最小值之因子水準 A3 為 2.26 dB、其差異值範圍為 12.44 dB；因子 C 乾拌水泥溼砂層的摻劑之拋光石英地磚拉拔強度信號雜音比 (S/N 比) 最大之因子 C3 為 11.76 dB、最小值因子 C2 為 6.42 dB、其差異值範圍為 5.34 dB；因子 B 乾拌水泥溼砂厚度之拋光石英地磚拉拔強度信號雜音比 (S/N 比) 最大之因子 B1 為 10.74 dB、最小值因子 B2 為 6.86 dB、其差異值範圍為 3.88 dB，四個因子三個水準的拋光石英地磚拉拔強度之 S/N 比差異值範圍，如表 5 所示；

品質工程實驗計劃法建議，選取較重要之一半因子為控制因子(即 A 及 D 項因子)，亦即挑選可使 S/N 比值影響較大的前兩項因子，亦即因子 A 黏著層的摻劑、因子 D 拋光石英地磚背塗材料，以進行交互影響分析，得到影響拋光石英地磚之拉拔強度信號雜音比值(S/N 比)為 18.28 dB 其交互影響，如表 6 所示；

表 6 得到拋光石英地磚因子 A1 黏著層的摻劑海菜粉及因子 D1 拋光石英地磚背塗材料樹脂 1，其交互影響的拋光石英地磚信號雜音比 (S/N 比) 最大為 18.28 dB，比表 5 中之因子拋光石英地磚因子 A1 黏著層的摻劑海菜粉之拋光石英地磚拉拔強度信號雜音比 (S/N 比) 為 14.70 dB 及 D1 拋光石英地磚背塗材料樹脂 1 之拋光石英地磚拉拔強度信號雜音比 (S/N 比) 為 11.01 dB 分別增加了 3.58 dB 及 7.27 dB，故因子 A1 黏著層的摻劑海菜粉與因子 D1 拋光石英地磚背塗材料樹脂 1 彼此有交互影響，因此可以確認因子 A1 黏著層的摻劑海菜粉與因子

D1 拋光石英地磚背塗材料樹脂 1 兩因子間存在著交互作用；經由表 5 與表 6 的交叉分析中，可看出因子 A1 黏著層的摻劑海菜粉與因子 D1 拋光石英地磚背塗材料樹脂 1 各出現一次，表示因子重要性一致，因此將 A1 黏著層的摻劑海菜粉與 D1 拋光石英地磚背塗材料樹脂 1 列為組合之重要因子；至於剩餘的因子 C 及因子 B 列為組合之次要因子，以施作方便性為原則，分別選擇因子 C 乾拌水泥溼砂層的摻劑之 C1 水準為樹脂 1，因子 B 拋光石英地磚溼砂厚度之 B1 水準為 3 公分。

影響拋光石英地磚之拉拔強度的最佳化實驗因子組合，分別為因子 A1 黏著層的摻劑別為海菜粉、B1 乾拌水泥溼砂厚度 3 公分、因子 C1 乾拌水泥溼砂層的摻劑為樹脂 1 及因子 D1 拋光石英地磚背塗材料樹脂 1，此實驗因子的組合與表 4 之實驗編號 1 的實驗因子組合一樣，因此不必進行確認驗證實驗，拋光石英地磚之最佳拉拔強度為 8.29 kgf/cm²。

實驗結果綜合分析：實驗編號 1 的拋光石英地磚於常溫環境下之拉拔強度為 9.04 kgf/cm²，由於受到 240 小時持續高溫 60°C 環境作用影響下，拉拔強度由 9.04 kgf/cm²，下降為 8.29 kgf/cm²，其中重要因子拋光石英地磚背塗材料對拉拔強度影響程度最大，水準影響順序由大到小依序分別為乳膠、樹脂 1 及樹脂 2，而第二個重要因子黏著層的摻劑對拉拔強度影響程度次之，水準影響順序由大到小依序分別為海菜粉、樹脂 1 及乳膠，而次要因子乾拌水泥溼砂層中的結合水加入摻劑分別為對拉拔強度影響程度再次之，水準影響順序由大到小依序分別為清水、樹脂 1 及乳膠，至於第二個次要因子黏著層的摻劑對拉拔強度影響程度最小，

水準影響順序由大到小依序為分別為 3 公分、5 公分及 4 公分，由於受到因子間的交互作用影響，因此實驗編號 1 的最佳實驗因子組合中的重要因子拋光石英地磚背塗材料水準影響順序為次的樹脂 1，受到其他三個因子間水準影響順序皆為最大的交互補強作用影響下，導致最佳實驗因子組合的拉拔強度達到最大值。

肆、結論

影響拋光石英地磚之拉拔強度的最佳化實驗因子組合分別為重要因子 A1 黏著層的摻劑別為海菜粉、重要因子 D1 拋光石英地磚背塗材料樹脂 1、次要因子 B1 乾拌水泥溼砂厚度 3 公分、及次要因子 C1 乾拌水泥溼砂層的摻劑為樹脂 1，拋光石英地磚之最佳拉拔強度為 8.29 kgf/cm²。

表 1 輸入因子與水準設定表

因子 水準	因子 A	因子 B	因子 C	因子 D
	黏著層的摻劑	乾拌水泥溼砂厚度	乾拌水泥溼砂層的摻劑	拋光石英地磚背塗材料
水準 1	海菜粉	3 公分	樹脂 1	樹脂 1
水準 2	樹脂 1	4 公分	乳膠	乳膠
水準 3	乳膠	5 公分	清水	樹脂 2

表 2 田口實驗直交組合表

實驗編號	組合內容			
L1	A1	B1	C1	D1
L2	A1	B2	C2	D2
L3	A1	B3	C3	D3
L4	A2	B1	C2	D3
L5	A2	B2	C3	D1

L6	A2	B3	C1	D2
L7	A3	B1	C3	D2
L8	A3	B2	C1	D3
L9	A3	B3	C2	D1

表 3 田口品質工程實驗計畫法直交表

實驗編號	實驗順序	黏著層的摻劑	乾拌水泥溼砂厚度	乾拌水泥溼砂層的摻劑	拋光石英地磚背塗材料
L1	9	海菜粉	3 公分	樹脂 1	樹脂 1
L2	5	海菜粉	4 公分	乳膠	乳膠
L3	1	海菜粉	5 公分	清水	樹脂 2
L4	6	樹脂 1	3 公分	乳膠	樹脂 2
L5	4	樹脂 1	4 公分	清水	樹脂 1
L6	8	樹脂 1	5 公分	樹脂 1	乳膠
L7	3	乳膠	3 公分	清水	乳膠
L8	2	乳膠	4 公分	樹脂 1	樹脂 2
L9	7	乳膠	5 公分	乳膠	樹脂 1

表 4 拋光石英地磚拉拔強度實驗結果與 S/N 比表

單位：kgf/cm² & dB

實驗	實驗	實驗內容	拋光石英地磚拉拔強度 (kgf/cm ²)	S/N 比 dB

編號	順序		試驗一	試驗二	試驗三	平均值	
L1	9	A1B1C1D1	8.76	7.34	8.76	8.29	18.28
L2	5	A1B2C2D2	7.95	7.34	7.34	7.54	17.53
L3	1	A1B3C3D3	3.06	2.55	2.34	2.65	8.31
L4	6	A2B1C2D3	0.92	1.32	0.82	1.02	-0.37
L5	4	A2B2C3D1	5.10	4.18	3.87	4.38	12.66
L6	8	A2B3C1D2	8.97	7.13	8.05	8.05	18.00
L7	3	A3B1C3D2	5.71	5.10	4.89	5.23	14.32
L8	2	A3B2C1D3	0.31	0.31	0.41	0.34	-9.61
L9	7	A3B3C2D1	0.92	1.53	2.04	1.49	2.08

表 5 四個因子三個水準的拋光石英地磚拉拔強度之 S/N 比影響順序 單位：dB

因子 水準	A 黏著層 的摻劑	B 乾拌 水泥溼 砂厚度	C 乾拌水 泥溼砂層 的摻劑	D 拋光石 英地磚的 背塗材料
水準 1	14.70	10.74	8.89	11.01
水準 2	10.10	6.86	6.42	16.62
水準 3	2.26	9.46	11.76	-0.56
差異	12.44	3.88	5.34	17.18
排序	2	4	3	1

表 6 高溫下因子 A 黏著層的摻劑與因子 D 乾拌水泥溼砂厚度間交互影響表 dB

因子交互影響	A1 海菜粉	A2 樹脂 1	A3 乳膠 1
D1 樹脂 1	18.28	12.66	2.08
D2 乳膠	17.53	18.00	14.32
D3 樹脂 2	8.31	-0.37	-9.61

參考文獻

【1】黃然，質黏著劑性能相關國家標準研究，內政部建築研究所，2015。

【2】王慶煌，營建自動化成效指標之訂定及調查，內政部建築研究所，1992。

【3】My Linh Vo、Johann Plank, Evaluation of natural rubber latex as film forming additive in cementitious mortar, Construction and Building Materials, 2017.

【4】饒源豐，拋光石英磚施工法之研究以竹北家興段集合住宅為例，中華大學營建管理學系碩士論文，2011。

【5】吳東昇，瓷磚工程手貼式施工法與所用材料對黏著強度影響之研究，私立淡江大學建築研究所碩士論文，1992。

【6】林文祺、石正義，室內空間地坪採軟底或大理石貼法之大塊瓷磚爆裂拱起現象分析，桃園創新學報第三十二期，2009。

【7】林志杰，拋光石英磚隆起問題改善研究，國立雲林科技大學營建工程系碩士論文，2012。

【8】許皓翔、林上隆、游尚祐，瓷磚黏著

力探討，國立秀水高級工業職業學校
建築科科展專題製作。

【9】李輝煌，田口方法：品質設計的原理
與實務，高立出版，2011。

【10】吳復強，田口品質工程，全威圖書有
限公司，2002。

变截面箱梁桥底线形对车桥振动的影响分析

薛艳霞¹, 吴奇伦², 苏振超¹

(1. 厦门大学 嘉庚学院 土木工程系, 福建 漳州 363105

2. 龙湖地产厦门分公司, 福建 厦门 363000)

摘要:为探究变截面连续箱梁桥底线形对车桥耦合振动的影响,基于某实际三跨连续箱梁桥的几何与结构参数,通过 Midas Civil 分别建立了梁底曲线线形为 1.5 次~4 次抛物线的桥梁模型,计算出分别对应的固有频率、周期与振型,并对移动车辆荷载作用下不同车速工况跨中的动位移进行模拟,给出了梁底曲线线型对桥梁结构的动态特征及桥梁跨中的动位移的影响分析。

关键词:车桥耦合振动;梁底线形;Midas Civil 分析模型;变截面连续箱梁桥;时程分析

Analysis of Influence of Bottom Curve Shape of Variable Cross Section Box Girder Bridge on Vehicle Bridge Vibration

WU Qilun^{1,2}, XUE Yanxia², SU Zhenchao²

(1. School of Architecture and Civil Engineering, Xiamen University, Xiamen, 361005, China;
2. School of Civil Engineering, Tan Kah Kee College, Xiamen University, Zhangzhou 363105, China.)

Abstract: Based on the geometric and structural parameters of an actual three-span continuous box girder bridge, bridge models with the bottom parabola of 1.5 to 4 powers were established with Midas Civil respectively to explore the influence of the bottom curve of the variable cross-section continuous box girder bridge on the coupled vibration of vehicle and bridge. And, the corresponding natural frequencies, periods and vibration modes were calculated. Meanwhile, the dynamic displacements in the middle of the span were simulated under the moving vehicle loads and different speed conditions, and the influence of the curve

薛艷霞、吳奇倫、蘇振超：變截面箱梁橋底線形對車橋振動的影響分析

shape of the beam bottom on the dynamic characteristics of the bridge structure and the dynamic displacement in the middle span of the bridge was analyzed.

Keywords :vehicle-bridge coupling vibration; beam bottom line; Midas Civil analysis model; variable section continuous box girder bridge; time history analysis

一、引言

变截面连续梁桥作为常见的桥梁结构形式，被广泛应用于中小跨径的桥梁中。随着结构理论、材料技术和施工工艺的发展，也不乏有大跨径变截面连续梁桥出现。车桥振动问题关系到桥梁的结构安全和行驶的舒适性。车桥耦合古典理论包含：(1) 匀速移动常量力模型；(2) 匀速移动简谐力模型；(3) 匀速滚动质量模型；(4) 匀速移动弹簧-质量模型。理论发展至今，许多学者^[1-12]从车辆和桥梁的简化形式、路面平整度模拟、风-车-桥耦合振动等多种角度进行深入研究。在变截面梁桥的车桥耦合振动方面，根据有限元法的基本原理，王晓臣^[13]等基于假定变截面模式，推导了变截面平面梁单元的单元刚度矩阵。蒲军平^[14]等采用移动质量模型下的有限元法，模拟了变截面多跨连续梁桥在移动车辆作用下的动力响应过程。蒲军平^[15]等采用移动质量模型对车轮摩擦力和制动力相互作用时变截面连续梁桥进行了数值模拟。王渊^[16]等建立了基于传递矩阵法的变截面连续梁的分段传递矩阵推导方法和自振特性分析方法。褚少辉^[17]等讨论了参数变化(非均匀系数、车辆行驶速度、振动频率等)对移动简谐力作用下变截面梁动力响应的影响。

以往对变截面连续梁桥梁底曲线线形对车桥耦合振动影响的研究较少。而梁底曲线线形关系到桥梁结构的结构性能。梁底曲线可选用抛物线(较多)、折线、圆曲线、正弦线。本文假定了某座三跨连续箱梁桥的几何参数，通过 Midas Civil 分别建立了梁底曲线线形为 1.5 次~4 次抛物线的桥梁模型，计算出分别对应的振型频率与周期，并对不同工况下的跨中动位移进行对比分析。

二、假定桥梁的几何参数

该桥梁为一座三跨连续变截面箱梁桥，跨径为 24m+42m+24m，采用单箱单室截面，中跨支点处横截面尺寸详见图 1，第二跨跨中横截面尺寸详见图 2，桥梁纵向尺寸如图 3。

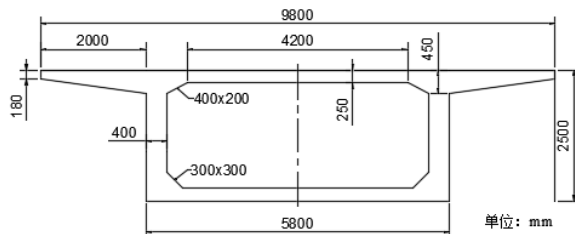


图 1 中跨支座处横截面

Fig. 1 Cross Section at Midspan Support

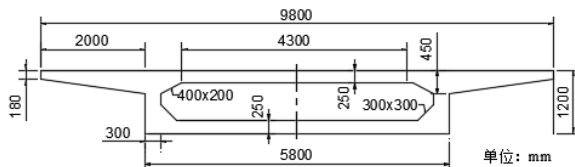


图 2 第二跨跨中处横截面

Fig. 2 Cross Section at the Middle of the Second Span

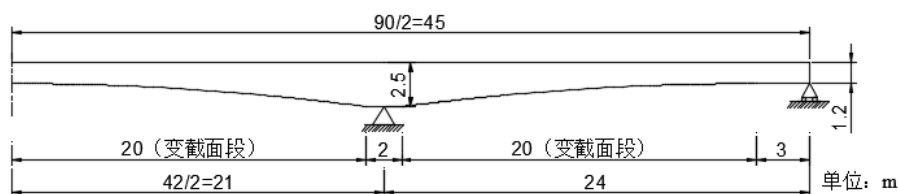


图 3 桥梁纵向尺寸示意图

Fig. 3 Schematic Drawing of Longitudinal Dimensions of Bridge

梁底曲线共分为三段，三段曲线均为抛物线且次数一致。中跨段抛物线以跨中梁底为原点，边跨段抛物线以梁底等截面段和变截面段的交点为原点，顺桥向为 x 轴，竖向向为 y 轴。曲线参数由确定的变截面段长度、跨中截面高度和支座处截面高度计算得出，分别构建线形 1.5 次~4.0 次抛物线的模型，梁底曲线示意图如图 4 所示。由于工程实践中梁底曲线抛物线次方以 1.5~2.0 次居多，所以 1.5 至 2.0 区间以 0.1 为间隔，2.0 至 4.0 区间取 0.5 为间隔构建桥梁模

型。

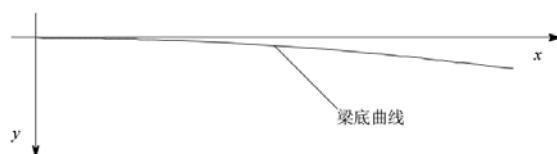


图 4 梁底曲线示意图

Fig. 4 Schematic Diagram of Beam Bottom Curve

$$y_n = a_n x^i \quad (1)$$

式(1)中 a_n 为各线形对应参数, i 取 1.5、1.6、1.7、1.8、1.9、2.0、2.5、3.0、3.5、4.0。

经计算可得参数 的取值如下表 1。

表 1 曲线参数

Tab. 1 Curve Parameters

抛物线次方 (i)	曲线参数 (a_n)
1.5	0.014 534
1.6	0.010 772
1.7	0.007 983
1.8	0.005 917
1.9	0.004 385
2.0	0.003 250
2.5	0.000 726
3.0	0.000 1.63
3.5	0.000 036
4.0	0.000 008

三、Midas 建模

Midas Civil 移动荷载时程分析功能, 通过将车辆的惯性效应和重力效应分离引入了一种有意义的简化方法^[18]。在这种简化中, 仅考虑车辆荷载的重力效应, 将车辆荷载简化为作用于桥

梁結構上的豎向力然後進行時程分析。其本質是對車輛荷載作用下的結構動力微分方程式(2)進行求解。在移動荷載的時程分析中，採用振型疊加法將動力方程式(2)分解為各個振型的動力方程，即用振型坐標對微分方程組進行解耦，使其成為各個振型的獨立微分方程，然後對各振型（通常取前幾階振型）運用杜哈梅積分求解^[9]。

$$M\ddot{u}(t) + C\dot{u}(t) + Ku(t) = F(t) \quad (2)$$

式(2)中： M 、 C 、 K 分別為質量矩陣、阻尼矩陣和剛度矩陣； $F(t)$ 為動力荷載； $\ddot{u}(t)$ 、 $\dot{u}(t)$ 、 $u(t)$ 分別為相對的位移、速度和加速度。

本次分析中將車輛荷載簡化為單軸車輛荷載。由於單軸車輛荷載是在節點處瞬時作用後立即消失的一種衝擊荷載，故將其簡化為三角形荷載，具體如圖 5 所示。

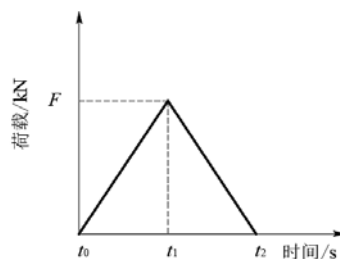


圖 5 三角形荷載示意圖

Fig. 5 Diagram of Triangular Load

其中 F 為對應軸重； t_0 和 t_1 間及 t_1 和 t_2 間的時間差由車速和所建模型的單元長度來決定，如式(3)所示。

$$\Delta t = t_1 - t_0 = t_2 - t_1 = \frac{L_e}{v} \quad (3)$$

式(3)中： L_e 為模型單元長度， v 為勻速行駛速度。

通過 Midas 分別建立梁底曲線為 1.5 次~4.0 次拋物線的橋梁上部結構模型。模型均簡化在縱橋向—豎直向平面進行二維分析。移動荷載簡化為單軸移動荷載，軸重 300kN，分別以時

速 20~120km/h 加载于桥面中心线上。有限元模型分割为 181 个节点，180 个单元，单元长度 0.5m，结构材料采用 C50 混凝土，阻尼比为 0.05。Midas 模型如图 6 所示。

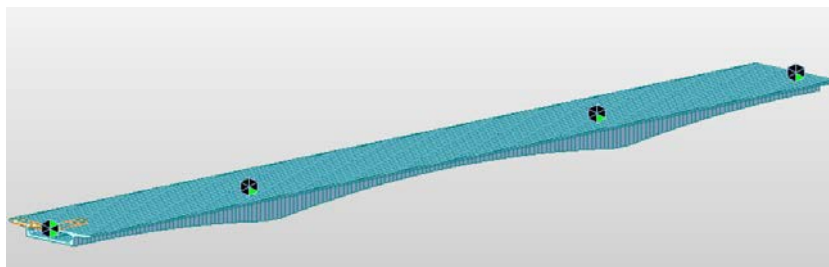


图 6 桥梁上部结构的 Midas 模型
Fig. 6 Midas Model of Bridge Superstructure

四、结果与分析

利用 Midas Civil 中的振型叠加法对各桥梁模型进行特征值分析，计算求得的频率与周期

如表 2、表 3 所示：

表 2 各结构前 10 阶振型频率 (单位：Hz)

Tab. 2 Frequencies of the First 10 Modes of Vibration of Bridge Structures (Unit: Hz)

模态号	1.5 次	1.6 次	1.7 次	1.8 次	1.9 次	2.0 次	2.5 次	3.0 次	3.5 次	4.0 次
1	2.951	2.916	2.883	2.853	2.825	2.799	2.694	2.616	2.557	2.510
2	6.179	6.089	6.006	5.930	5.860	5.795	5.536	5.353	5.218	5.117
3	7.605	7.531	7.463	7.400	7.342	7.287	7.064	6.896	6.763	6.654
4	17.216	17.018	16.834	16.663	16.504	16.355	15.742	15.284	14.93	9.209
5	22.077	21.890	21.717	21.557	21.409	21.270	20.708	20.292	19.973	14.649
6	37.061	36.751	36.486	36.269	36.105	35.998	36.892	36.512	35.971	19.719
7	39.640	39.306	38.999	38.717	38.456	38.212	37.252	45.357	53.552	35.550
8	60.437	59.893	59.392	58.925	58.495	58.095	56.509	55.762	68.613	53.304
9	82.539	81.868	81.253	80.681	80.164	79.675	77.773	77.106	93.236	72.899
10	157.04	155.83	154.70	153.66	152.69	151.78	148.29	147.37	167.35	137.61

表 3 各结构前 10 阶振型周期 (单位：s)

Tab. 3 Periods of the First 10 Modes of Bridge Structures (Unit: s)

模态号	1.5 次	1.6 次	1.7 次	1.8 次	1.9 次	2.0 次	2.5 次	3.0 次	3.5 次	4.0 次
1	0.338	0.342	0.346	0.350	0.353	0.357	0.371	0.382	0.391	0.398

模态号	1.5次	1.6次	1.7次	1.8次	1.9次	2.0次	2.5次	3.0次	3.5次	4.0次
2	0.161	0.164	0.166	0.168	0.170	0.172	0.180	0.186	0.191	0.195
3	0.131	0.132	0.133	0.135	0.136	0.137	0.141	0.145	0.147	0.150
4	0.058	0.058	0.059	0.060	0.060	0.061	0.063	0.065	0.066	0.108
5	0.045	0.045	0.046	0.046	0.046	0.047	0.048	0.049	0.050	0.068
6	0.026	0.027	0.027	0.027	0.027	0.027	0.027	0.027	0.027	0.050
7	0.025	0.025	0.025	0.025	0.026	0.026	0.026	0.022	0.018	0.028
8	0.016	0.016	0.016	0.016	0.017	0.017	0.017	0.017	0.014	0.018
9	0.012	0.012	0.012	0.012	0.012	0.012	0.012	0.012	0.010	0.013
10	0.006	0.006	0.006	0.006	0.006	0.006	0.006	0.006	0.005	0.007

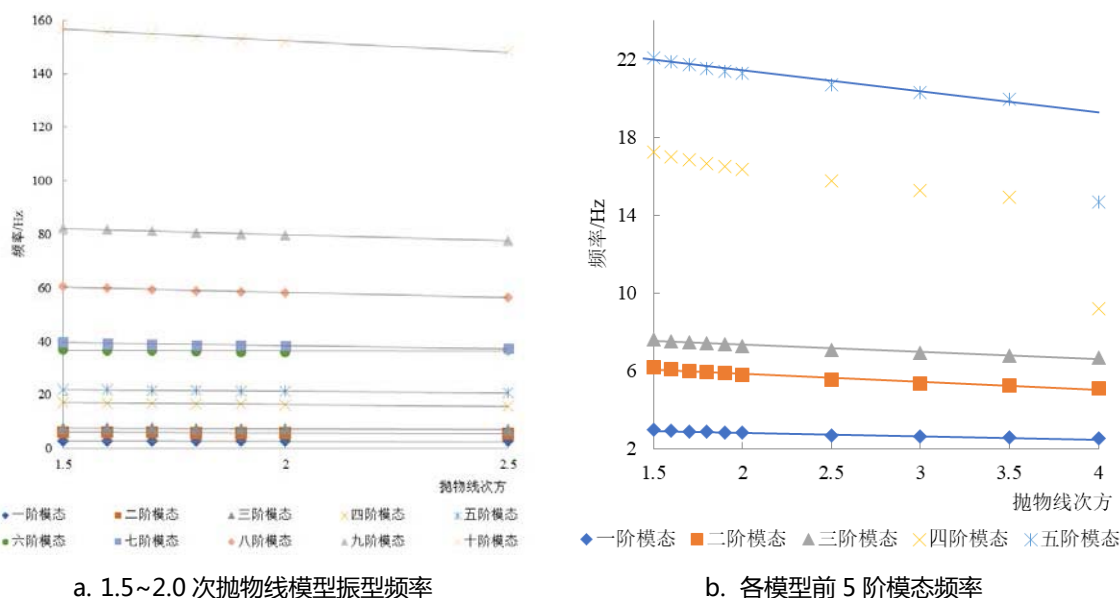


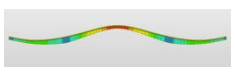
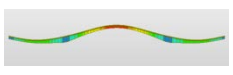
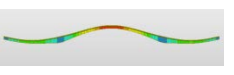
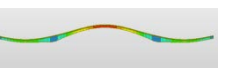



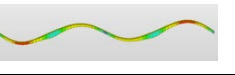
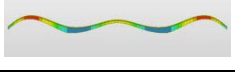
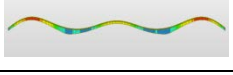
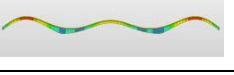
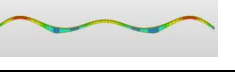
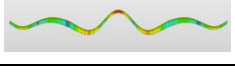
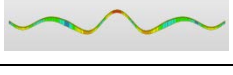
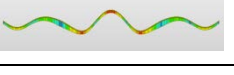
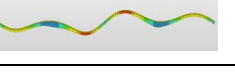
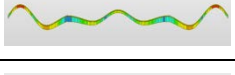
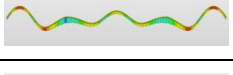
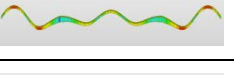
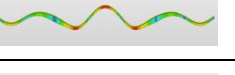
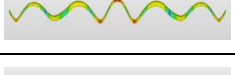
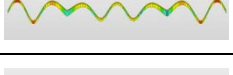
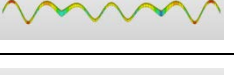
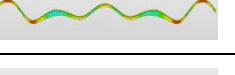






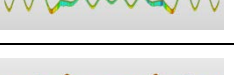









图 7 振型频率与周期对比图
Fig. 7 Frequency and Period of Mode

由以上图表可知，由于线形不同，随着抛物线次方的增加桥梁质量减少，同时结构刚度也发生变化引起了结构固有频率与周期的变化。随着抛物线次方的增加，结构频率整体呈减少趋势，周期整体呈增加趋势。抛物线次方在 1.5 至 2.5 次方时，前 10 阶同阶模态频率随着抛物线次方的增加线性减少，周期线性增加；各模型前 3 阶模态频率与周期成规律性变化，从第 4 阶模态起，高次模型的频率与周期开始出现离散状态。1 阶模态下，4 次抛物线模型相比于 1.5 次抛物线模型，频率偏差为 14.94%，周期偏差为 17.57%；10 阶模态下，4 次抛物线模

型相比于 1.5 次抛物线模型，频率偏差为 12.37%，周期偏差为 14.12%。

各桥梁模型前 3 阶的振型基本保持一致，高阶振型随着梁底线形抛物线次方的增大，差异逐步增大。1.5~2.5 次方模型的各阶振型基本一致；3 次模型与 1.5 次模型在第 6、7、8 阶振型存在较大差异；3.5 次模型与 1.5 次模型在第 6、7、8、9、10 阶振型存在较大差异；4 次模型与 1.5 次模型在第 4、5、6 阶振型存在较大差异。以下选取 1.5 次、3 次、3.5 次和 4 次抛物线模型的结构前 10 阶振型图做对比，如表 4 所示：

表 4 部分结构前 10 阶振型
Tab. 4 The First 10 Modes of Bridge Structures

模型 模 态号	1.5 次抛物线模型	3 次抛物线模型	3.5 次抛物线模型	4 次抛物线模型
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				

在 $20\sim 120\text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$ 不同行駛速度下，各模型所求得的中跨跨中動撓度對比如圖 8 所示。各模型在不同工况下中跨跨中最大動撓度對比如圖 9 和表 5 所示。各工况下的中跨跨中最大動撓度，隨拋物線次方變化而變化的關係如圖 10 所示。

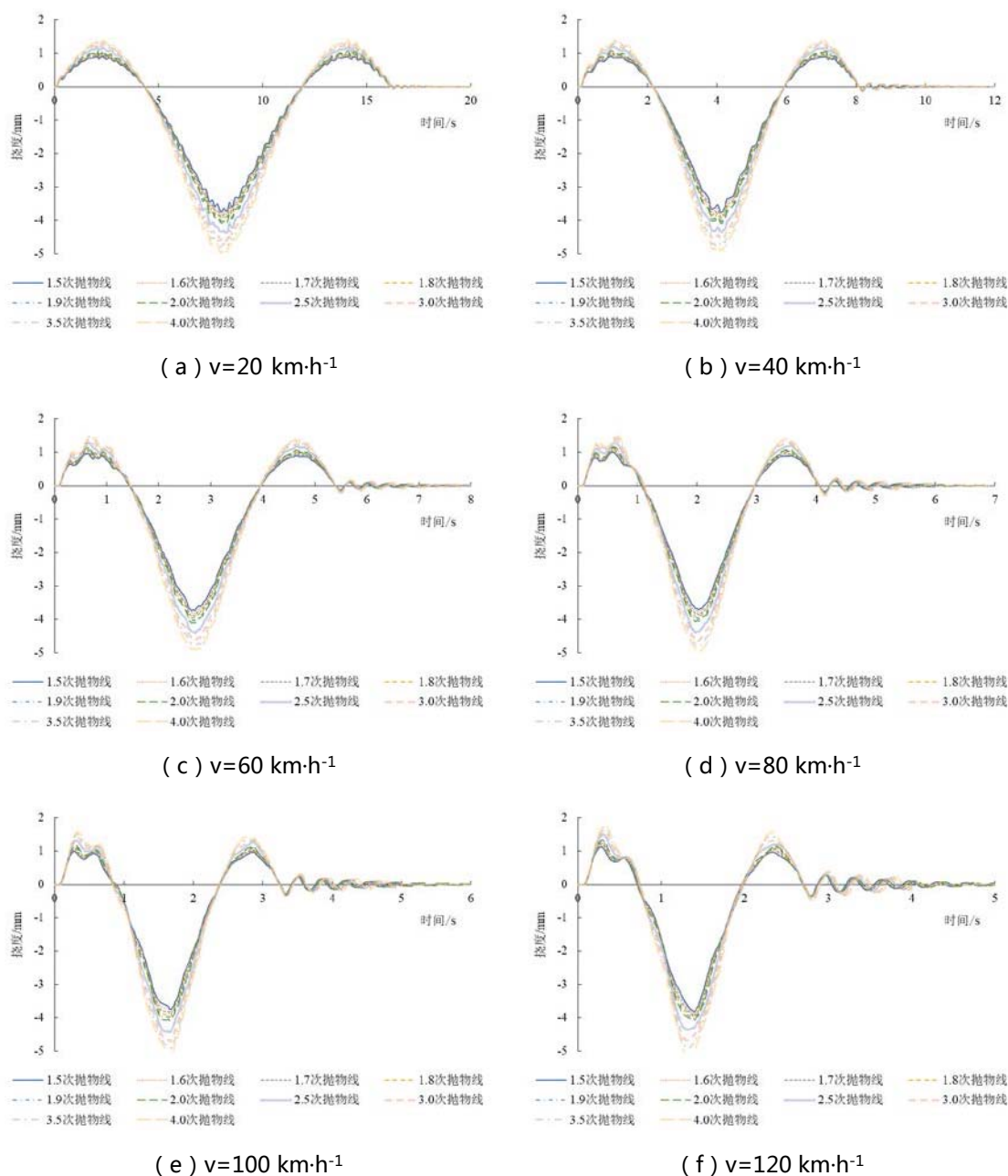


圖 8 各模型中跨跨中動撓度
Fig. 8 Mid-span Dynamic Deflection in Each Model

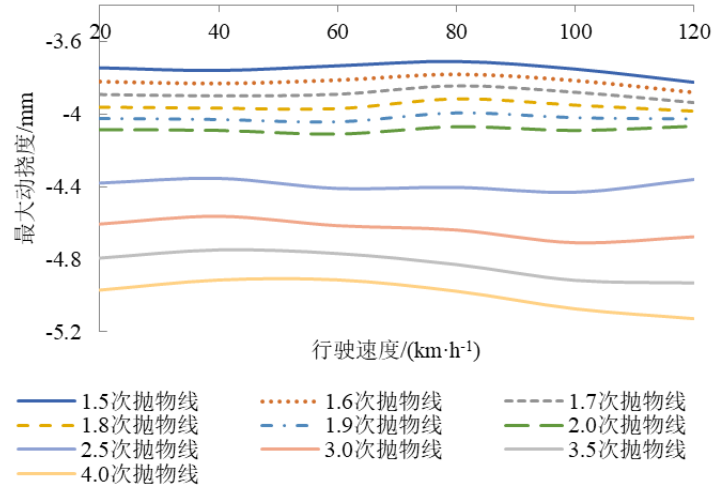


图 9 各模型中跨跨中最大动挠度

Fig.9 The Maximum Dynamic Deflection of the Span in Each Model

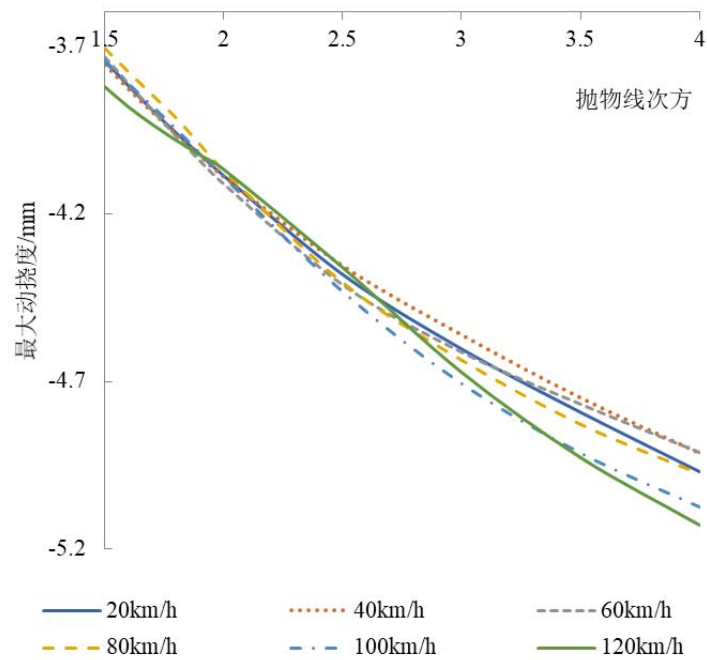


图 10 各工况下中跨跨中最大动挠度

Fig.10 Maximum Dynamic Deflection of Mid-span Under Various Working Conditions

表 5 各结构中跨跨中最大动挠度 (单位 : mm)

Tab. 5 Maximum Dynamic Deflection in the Middle Span of Each Structure (Unit: mm)

行驶速度 ($\text{km}\cdot\text{h}^{-1}$)	1.5次 方	1.6次 方	1.7次 方	1.8次 方	1.9次 方	2.0次 方	2.5次 方	3.0次 方	3.5次 方	4.0次 方
20	-3.743	-3.820	-3.892	-3.960	-4.024	-4.087	-4.381	-4.603	-4.792	-4.969
40	-3.757	-3.831	-3.900	-3.965	-4.029	-4.091	-4.355	-4.560	-4.747	-4.912
60	-3.732	-3.812	-3.891	-3.968	-4.042	-4.111	-4.412	-4.612	-4.767	-4.911

行駛速度 ($\text{km}\cdot\text{h}^{-1}$)	1.5次 方	1.6次 方	1.7次 方	1.8次 方	1.9次 方	2.0次 方	2.5次 方	3.0次 方	3.5次 方	4.0次 方
80	-3.708	-3.778	-3.847	-3.915	-3.994	-4.072	-4.405	-4.636	-4.827	-4.974
100	-3.749	-3.814	-3.880	-3.949	-4.019	-4.091	-4.433	-4.706	-4.913	-5.073
120	-3.822	-3.883	-3.935	-3.982	-4.026	-4.069	-4.361	-4.674	-4.927	-5.129
MAX	-3.822	-3.883	-3.935	-3.982	-4.042	-4.111	-4.433	-4.706	-4.927	-5.129
MIN	-3.708	-3.778	-3.847	-3.915	-3.994	-4.069	-4.355	-4.560	-4.747	-4.911
差值	0.114	0.104	0.088	0.066	0.047	0.041	0.077	0.145	0.179	0.217
差值比例	3.10%	2.76%	2.29%	1.70%	1.19%	1.03%	1.78%	3.20%	3.79%	4.43%

由图 9 可以得出，各工况下中跨跨中的振幅均随抛物线次方的增加而增大，此外振动时长和振动形态基本一致。由图 10 和表 5 可以得出，各模型在不同行驶速度下的中跨跨中最大动挠度均变化不大，在 4.43% 以内。当梁底线形在 1.5~2.0 次间时其变化的程度随抛物线次方的增加而减小；在 2.0~4.0 次间时随抛物线次方的增加而增大；当梁底线形为 2 次抛物线时，中跨跨中最大动挠度受移动荷载行驶速度的影响最小。由图 4.10 可以看出，各工况下中跨跨中最大动挠度均随抛物线次方的增加而线性增大。行驶速度 $20 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$ 工况下，4 次抛物线模型较 1.5 次抛物线模型，中跨跨中最大动挠度增大 32.75%； $40 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$ 工况下增大 30.72%； $60 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$ 工况下增大 31.61%； $80 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$ 工况下增大 34.16%； $100 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$ 工况下增大 35.31%； $120 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$ 工况下增大 34.17%。由此可以说明梁底曲线线形的选择，将影响桥梁结构的车桥振动特性。

五、结论

为探究变截面连续箱梁桥梁底线型对车桥耦合振动的影响，本文假定了某座三跨连续箱梁桥的几何参数，通过 Midas Civil 分别建立了梁底曲线线形为 1.5 次~4 次抛物线的桥梁模型，计算出分别对应的振型频率与周期，并对不同工况下的跨中动位移进行对比分析，结果表明：

(1) 同阶模态下，随着抛物线次方的增加，结构频率整体呈减小趋势，周期整体呈增大趋势；

当曲线次方较低时,模态的频率和周期均随着抛物线次方的增加呈线性变化;而当曲线次方较高时,低阶模态的频率和周期随着抛物线次方的增加呈线性变化,高阶模态的频率和周期随着抛物线次方的增加变化逐渐离散;(2)梁底曲线线形为1.5~4.0次抛物线,车速在20~120 km·h⁻¹的范围内时,相同速度的移动荷载下,桥梁中跨跨中最大动挠度和振幅随抛物线次方的增加而线性增大;(3)在一定车速范围内,梁底曲线存在一个最优的抛物线次方数,使得中跨跨中竖向最大动挠度受移动荷载行驶速度的影响最小。

使用Midas Civil分析车桥耦合振动问题时存在较多简化,例如未在三维空间中进行分析,未考虑车辆荷载的惯性效应和车身刚度,未考虑路面平整度等,使得计算精度受到一定程度的影响。本次分析未能与实测数据进行对比,分析计算结果的精确度未能确定。但本文的分析结果在定性判断上存在实际价值,为后续的变截面连续梁桥的车桥耦合振动研究以及变截面连续梁桥的设计提供了参考数据。

参考文献

[1] 勾红叶,石晓宇,周文,康锐.铁路大跨T形刚构桥车桥耦合振动与动力性能[J].西南交通大学学报,2018,53(04):679-686.

GOU Hong-ye, SHI Xiao-yu, ZHOU Wen, Kang Rui. Coupled Train-bridge Vibration and Dynamic Characteristics of Long-span T-shaped Rigid Frame Railway[J]. Journal of Southwest Jiaotong University, 2018,53(04):679-686.

[2] 谭也平,王健,刘智超.基于桥面不平顺导致跳车工况下的车桥相互作用分析[J].应用力学学报,2020,37(03):945-952+1382.

TAN Ye-ping, WANG Jian, LIU Zhi-chao. Analysis of Vehicle-bridge Interaction Based on Jumping Conditions Caused by Irregular Deck[J]. Chinese Journal of Applied Mechanics, 2020,37(03):945-952+1382.

[3] 韩万水,赵越,刘焕举,陈笑,袁阳光.风-车-桥耦合振动研究现状及发展趋势[J].中国公路学

報,2018,31(07):1-23.

HAN Wan-shui, ZHAO Yue, LIU Huan-ju, Chen Xiao, YUAN Yang-guang. Research Status and Development Trend of Wind-cher-bridge Coupling Vibration[J]. Journal of China Highway, 2012,31(07):1-23.

[4] 李慧乐,夏禾,张楠,杜宪亭.基于车桥耦合动力分析的桥梁动应力计算方法[J].中国铁道科学,2015,36(01):68-74.

LI Hui-le, XIA He, ZHANG Nan, DU Xian-ting. Calculation Method for Dynamic Stress of Bridge Based on Vehicle-bridge Coupled Dynamic Analysis[J]. China Railway Science,2015,36(01):68-74.

[5] 余志武,毛建锋,谈遂,曾志平.车辆参数随机的车桥竖向随机振动分析[J].铁道学报,2015,37(01):97-104.

YU Zhi-wu, MAO Jian-feng, TAN Sui, ZENG Zhi-ping. The Stochastic Analysis of the Track-bridge Vertical Coupled Vibration with Random Train Parameters[J]. Journal of Railways, 2015,37(01):97-104.

[6] 邓露,何维,王芳.不同截面类型简支梁桥动力冲击系数研究[J].振动与冲击,2015,34(14):70-75.

DENG Lu, HE Wei, WaANG Fang. Dynamic Impact Factors for Simply Supported Bridges with Different Cross-section Types[J]. Vibration and Impact, 2015,34(14):70-75.

[7] 王贵春,李武生.基于车桥耦合振动的车辆舒适性分析[J].振动与冲击,2016,35(08):224-230.

WANG Gui-chun, LI Wu-sheng. Analysis on the Vehicle Ride Comfort Based on Vehicle-bridge Coupled Vibration [J]. Vibration and Impact,2016,35(08):224-230.

[8] 沈锐利,官快,房凯.车桥耦合数值模拟桥梁冲击系数随机变量的概率分布[J].振动与冲击,2015,34(18):123-128.

SHEN Jian-li, GUAN Kuai, FANG Kai. Probability Distribution of Random Variables of Impact Coefficient in Numerical Simulation of Vehicle-ridge Coupled Vibration [J]. Vibration and Impact,2015,34(18):123-128.

[9] 杨婷婷,李岩,李全林.汽车制动作用下混凝土梁桥下部结构动力响应分析[J].铁道科学与工程学报,2020,17(03):637-644.

YANG Ting-ting, LI Yan, LI Quan-lin. Dynamic Performance Analysis of Substructure for Concrete Girder Bridges Under Vehicle Braking[J]. Journal of Railway Science and Engineering,

2020,17(03):637-644.

[10] 陈淮,章长玖,王贵春.公路简支梁桥车辆走行性及乘坐舒适性研究[J].中外公路, 2015, 35(02): 102-106.

CHEN Huai, ZHANG Chang-jiu, WANG Gui-chun. Study on the Mobility and Ride Comfort of Vehicles on Highway Simply-supported Girder Bridge[J]. China and Foreign Highways, 2015,35(02):102-106.

[11] 王少钦,岳祖润,马骏.车辆对桥梁动力作用简化方法的研究[J].石家庄铁道学院学报, 2005(03): 47-51.

WANG Shao-qin, YUE Zu-run, MA Qin. A Simulation Study of Vehicles' Dynamic Effects on Bridges[J]. Journal of Shijiazhuang Railway University, 2005(03):47-51.

[12] 李小珍, 张黎明, 张洁.公路桥梁与车辆耦合振动研究现状与发展趋势[J]. 工程力学, 2008(03): 230-240.

LI Xiao-zhen, ZHANG Li-ming, ZHANG Jie. State-of-the-art Review and Trend oh Studies on Coupling Vibration for Vehicle and Highway Bridge System [J]. Engineering Mechanics, 2008(03): 230-240.

[13] 王晓臣,蒲军平.变截面梁有限元分析[J]. 浙江工业大学学报, 2008(03): 311-315.

WANG Xiao-chen, PU Jun-ping. The Finite Element Analysis of Non-uniform Beams[J]. Journal of Zhejiang University of Technology, 2008(03):311-315.

[14] 蒲军平,汪小超,刘鹏.多跨变截面连续梁桥在车辆通过时的振动分析[J]. 中国公路学报, 2009, 22(01): 66-71.

PU Jun-ping, WANG Xiao-chao, LIU Peng. Vibration Analysis of Multi-span Continuous Beam Bridges with Non-uniform Cross Section Under Moving Vehicles[J]. Journal of China Highway, 2009,22(01):66-71.

[15] 蒲军平,池延东.考虑摩擦与刹车制动力作用时的车桥耦合振动数值分析[J]. 科技通报, 2012, 28(01): 167-172.

PU Jun-ping, CHI Yan-dong. Numerical Analysis for Coupling Vibration of Bridge and Vehicle with Braking Force and Friction[J]. Science and Technology Bulletin, 2012,28(01):167-172.

[16] 王渊,张松涵,王路.基于传递矩阵法的变截面连续梁动力分析方法[J]. 重庆交通大学学报(自然科学版), 2017, 36(03): 1-7.

薛艷霞、吳奇倫、蘇振超：變截面箱梁橋底線形對車橋振動的影響分析

WANG Yuan, ZHANG Song-han, WANG Lu. Dynamic Analysis Method of Continuous Beams with Variable Cross-Section Based on Transfer Matrix Method[J]. Journal of Chongqing Jiaotong University (Natural Science Edition), 2017,36(03):1-7.

[17] 褚少輝,趙士永,趙存寶. 移动简谐力作用下变截面梁的动力响应分析[J]. 北方工业大学学报, 2018, 30(05): 131-134.

CHU Shao-hui, ZHAO Shi-yong, ZHAO Chun-Bao. Analysis on the Dynamic Response of Beams with Variable Cross-sections Subjected to a Moving Harmonic Force [J]. Journal of North China University of Technology, 2012,30(05):131-134.

[18] 葛俊穎. 桥梁工程软件 Midas Civil 使用指南[M]. 人民交通出版社, 2013..

Ge Jun-ying. Guidelines for the Use of Bridge Engineering Software Midas Civil[M]. People's Communications Press, 2013.

市區道路暨人行環境無障礙維護管理資訊化模式 以台北市探討

賴麗華¹ 游本志²

¹ 中國科技大學土木與防災系碩士班研究生

² 中國科技大學土木與防災系副教授

摘要

現今市區道路已由新建轉為養護，各道路養護機關首要問題就是如何將養護工作之績效提昇。研究方法主要以參考市區道路養護管理暨人行環境無障礙考評中之評分項目，以數位化的方式將道路的施工方式、建造的材料及養護情形進行資料庫的表單建置，以利未來在擬定資訊化維護管理作業時，能更有效率執行，供管理人員及市區道路養護管理暨人行環境無障礙考評人員可以更快速瞭解道路資訊，提升道路維護管理執行效率並達成考評的道路品質需求。

關鍵詞：道路維護管理、BIM

Discussion on the Maintenance and Management Mode of BIM Information Model for BARRIER-FREE PEDESTRIAN ENVIRONMENT in URBAN ROAD MAINTENANCE

Li Hua Lai¹, Been-Jyh Yu²

¹ Master's student, Department of Civil Engineering and Hazard Mitigation,
China University of Technology

² Associate Professor, Department of Civil Engineering and Hazard Mitigation,
China University of Technology

Abstract

Nowadays, urban roads have changed from new construction to maintenance. The primary problem for road maintenance agencies is how to improve the performance of maintenance work. The research method mainly refers to the scoring items in the urban road maintenance management and pedestrian environment accessibility assessment, and builds a database of road construction methods and construction materials in a digital way, so as to facilitate the future planning of information maintenance. When managing operations, it can be executed more efficiently, so that managers and urban road maintenance management and pedestrian environment accessibility evaluation personnel can understand road information more quickly, improve the efficiency of road maintenance management execution, and fulfill the road quality requirements of evaluation.

Keywords: Road maintenance management, BIM

一、研究動機

政府每年辦理市區道路養護管理暨人行環境無障礙考評作業, 主要為督導各市區道路相關權責單位養護辦理情形及執行績效。因目前考評係以提供書面資料及現地考評為主, 因此本研究將製作符合道路考評品質需求的表單來提昇道路維護執行效率。

二、研究目的

本研究針對針對道路維護管理, 以道路資料資訊化方式, 擬定道路養護自主檢查表單, 達到符合考評項目中之品質要求。

三、文獻回顧

透過數位科技整合應用到道路養護的數位轉型, 使原本傳統紙本作業轉變為數位表單。這種數位的改變, 將影響道路管理變革, 以嶄新的方式與每關係人或部門溝通。

因此研究中對數位模型管理的研究, 包括了建築資訊模型導入地下管線管理與精進道路養護之策略研究(林鶴斯 2016), 然而除地下管線管理外, 也可擴大整合到路面的道路養護將養護過程保存, 以供後續改善的參考。

表 3-1 參考文獻

項次	出版年	研究生/作者	論文名稱	方法或成果
1	2020	陳桂芬	道路養護平台的整合-以新竹縣道路鋪面巡查及維護為例	主要成果為找出適合新竹縣政府建構轄內縣鄉道鋪面巡查及維護模式之參考。
2	2019	楊清任	用平坦度 IRI 值評估道路養護翻修之排序-基於公路總局第三區養護工程處檢測資料	主要成果是, 擬訂最新年度之各個工務段 IRI 門檻值
3	2017	張玟	精進臺灣市區道路養護管理策略之初步探討	以臺北市做為個案研究, 得知當養護經費提高道路服務品質隨之提升, 將估算經費帶入建立之模型中, 得到如何在一定經費下做好道路養護最佳的建議。
4	2016	林鶴斯	建築資訊模型導入地下管線管理與精進道路養護之策略研究	研究以新闢市區道路為驗證案例, 建構全生命週期之地下管線資訊模型管理系統平台雛型, 提出地下管線管理之新模式。來解決地下維生管線密集及挖埋頻繁的問題。
5	2014	宋佩樺	運用粒子群演算法於道路養護路線排程之研究	透過三種實驗找出最短路徑, 結果以第一種搜尋到最短路徑的次數為最多, 路徑離散程度集中且穩定, 平均數和誤差值明顯較其他兩者小, 做為道路養護路線排程之依據。
6	2014	魏光譽	以平衡計分卡建構縣市政府道路養護管理	以顧客、財務、內部流程及學習成長等 4 個構面的平衡計分卡架構作為策略管理之主軸。經

表 3-1 參考文獻

項次	出版年	研究生/作者	論文名稱	方法或成果
			指標之研究	分析養護工程師問卷結果顯示： 權重最高的指標為「鋪面主體妥善率」權重為 0.107。 權重最低的指標為「鋪面管理系統建置及更新」權重為 0.012。
7	2013	潘柏彰	公共服務簽約外包管理之研究－以台中市道路養護為例	研究發現台中市道路養護業務面臨著招標制度不易篩選優良廠商；處於被動式的管理；仍有資訊不對稱與道德危機之風險；誘因與品質上缺乏市府的重視等議題。
8	2009	牛稷萍	道路實景拍攝結合網際網路在道路養護上之應用及後續發展前景	研究內容為結合道路實景拍攝、全球衛星定位及網際網路等各方科技，對於道路養護所需之實景現況、養護追蹤、即時回報及資料整合，提出一個較為完善之解決方案
9	2008	謝家安	道路養護管理執行績效提升策略之研究－以龍潭鄉為例	提出之道路養護管理之要管養合一，對管線的竣工應增加 IRI 道路品質的檢測。
10	2007	楊宏達	道路養護工程預算分配模式之建構	運用限制規劃發展一套道路養護工程預算分配與排程模式，以進行預算分配和養護工程年度排程，考慮養護工程預算上限、年度時間上限、養護工程間之優先順序關係和養護工程人力資源等相關問題，透過模式的求解，來選擇符合限制條件之下的養護工程。
11	2006	張家維	短期道路養護工作隊排程規劃之研究	本究以某縣市政府所負責之養護範圍為例，利用 C 程式語言結合數學規劃軟體 CPLEX 進行實例測試與分析，進而提出短期道路養護工作隊排程規劃建議。

四、研究方法

1、文獻回顧：

蒐集道路養護相關研究及數位化管理做為本研究市區道路養護管理暨人行環境無障礙管理資訊化模式的參考。

2、現行直轄市道路考評制度資料彙整分析：

營建署市每年針對市區道路考評主要將各縣市成三個組別，分別為直轄市型、都會及城鎮型及偏遠及離島型。

考評時，道路養護權責機關於考評前、中、後之準備事項如表 4-1。

表 4-1 道路養護權責機關考評準備事項

考評前	考評中	考評後
<p>市每半年針對為區道路養護管轄暨人</p> <p>選定之考評路段現勘。依考評項目內容，將缺失記錄。將所紀錄之缺失做維護修膳</p>	<p>陪同委員至選定路段考評，陪者須針委員現場所提出的問題回簽</p>	<p>由委員進行資料整理及評分，並提出改善建議</p>
<p>準備書面資料</p>	<p>以簡報方式說明</p>	<p>由委員進行資料整理及評分，並提出改善建議</p>

行環境無障礙考評準備事的重點項目主要有標誌、標線、號誌等。

本研究依據道路養護自主檢查表單、交通工程自主檢查表單及政策作為資料項目清單之內容，做為表單資訊化建置內容參考來源。

整理成三大表單；

(1) 道路養護管理表單：道路養護

管理的重點項目主要有道路整潔、整體排水、IRI 等。

(2) 人行環境管理表單：人行環境管理的重點項目主要有暢行性、舒適性、全性等。

(3) 交通工程管：理表單交通工程管理

3、道路數位模型及數位表單的建置：

以 BIM 建置道路模型，將道路三大管理表單項目，以 3D 的方式呈現並於模型中保存道路養護相關資訊，供管理人查詢及檢討。



圖 4-1 道路考評書面審查



圖 4-2 道路現地考評

本研究希望透過數位化的管理模式，可以實現線上審查及即時溝通的目的。

表 4-2 道路養護自主檢查表單

道路養護自主檢查表		編號	
檢查位置		檢查日期	
檢查結果	符號說明：○檢查合格×有缺失需改正 / 無此檢查項目		
檢查項目	實際檢查情形	檢查結果	備註
道路整潔	<input type="checkbox"/> 道路整潔 <input type="checkbox"/> 大致整潔但有些許拉圾 <input type="checkbox"/> 不整潔，有明顯垃圾但不影響行車安全或部分揚塵 <input type="checkbox"/> 相當不整潔，明顯未維護致使影響行車安全或嚴重揚塵 <input type="checkbox"/> 含違規張貼廣告或設立招牌。		
道路排水設施之設計	<input type="checkbox"/> 排水設施設計完整，具備集水、排水之完善功能 <input type="checkbox"/> 有排水設施之設計，少部分集水、排水功能運作不彰 <input type="checkbox"/> 排水設施之設計不良，無法有效發揮集水、排水功能 <input type="checkbox"/> 沒有排水設施之設計 <input type="checkbox"/> 自然排水		
排水設施結構體、水溝蓋板或預鑄蓋板損壞情況	<input type="checkbox"/> 設施完善 <input type="checkbox"/> 設施完善，僅部分遭遮蔽 <input type="checkbox"/> 少數設施損壞，但不影響排水功能 <input type="checkbox"/> 嚴重設施損壞或溝遺失 <input type="checkbox"/> 無此設施		
溝內通水狀況	<input type="checkbox"/> 溝內無雜物且通水良好 <input type="checkbox"/> 溝內少部分雜物但無淤積，不影響排水功能 <input type="checkbox"/> 溝內雜物或淤泥占斷面 1/3 以上，影響排水功能 <input type="checkbox"/> 溝內雜物或淤泥阻塞，嚴重影響排水功能 <input type="checkbox"/> 無此設施或喪失排水功能		
使用檢測車檢測道路平坦度	<input type="checkbox"/> IRI 4.0 以下 <input type="checkbox"/> IRI 5.0 以下 <input type="checkbox"/> IRI 6.0 以下 <input type="checkbox"/> IRI 超過 4.0		
缺失處理：			
缺失複查結： <input type="checkbox"/> 已完成改善(改善前中後照片如附)			
備註：檢查標準及實際檢查情形應明確敘述或量化尺寸。			

主管：

檢查人員簽名：

表 4-3 交通工程自主檢查表單

交通工程自主檢查表 編號

檢查位置		檢查日期	
檢查結果	符號說明：○檢查合格×有缺失需改正 / 無此檢查項目		
檢查項目	實際檢查情形	檢查結果	備註
交通標誌標示內容之正確性、辨識度或損壞狀況	<input type="checkbox"/> 標誌設置適當、內容正確但無損壞 <input type="checkbox"/> 標誌設置適當、內容正確但部分損壞 <input type="checkbox"/> 少多數(30%下)標誌設置不適當、或標示內容有誤、標誌損壞、宜在設置或違規附掛。 <input type="checkbox"/> 多數(超過 30%)標誌設置不適當、或標示內容有誤、或標誌設置不適當、或標示內容有誤，或標誌嚴重損壞 <input type="checkbox"/> 應設未設置交通標誌。 <input type="checkbox"/> 無需設置		
交通標線劃設之適當性及辨識度	<input type="checkbox"/> 劃設適當，且能清楚辨識 <input type="checkbox"/> 劃設適當，部分(30%以下)無法清楚辨識 <input type="checkbox"/> 劃設適當，多數(超過 30%)無法清楚辨識 <input type="checkbox"/> 部分(30%以下)劃設不適當，有影響人車安全之虞 <input type="checkbox"/> 應劃未劃設標線		
交通號誌設施之設置適當性、功能性、損壞狀況	<input type="checkbox"/> 設置適當、功能正常無損壞 <input type="checkbox"/> 設置適當、功能正常，但部分損壞 <input type="checkbox"/> 設置適當、功能運作不正常，多數損壞或違規附掛 <input type="checkbox"/> 設置不適當、功能運作不正常，或多數損壞 <input type="checkbox"/> 應設未設置交通號誌設施 <input type="checkbox"/> 無需設置		
提升行人及自行車安全相關交通設施	<input type="checkbox"/> 設置適當、且能清楚辨識 <input type="checkbox"/> 設置適當，部分(30%以下)無法清楚辨識 <input type="checkbox"/> 設置適當，多數(超過 30%)無法清楚辨識 <input type="checkbox"/> 部分(30%以下)設施不適當 <input type="checkbox"/> 多數(超過 30%)設施不適當，有影響人車安全之虞 <input type="checkbox"/> 無相關設施		
缺失處理：			
缺失複查結： <input type="checkbox"/> 已完成改善(改善前中後照片如附)			
備註：檢查標準及實際檢查情形應明確敘述或量化尺寸。			

主管：

檢查人員簽名：

4-4 政策作為資料項目清單

		提送資料項目清單	
單位：_____縣/市政府		填表時間：__年__月__日	
編號	審查資料項目名稱	提送資料名稱	備註
A1	<input type="checkbox"/> 訂定道路管理自治條例或管理規則及報行檢討		請提供相關會議資料、修訂文件或已訂定完成之法令名稱、公布日期、內容影本及執行成效
	<input type="checkbox"/> 訂定道路管線挖掘管理自治條例或管理辦法及執行檢討		請提供相關會議資料、修訂文件或已訂定完成之法令名稱、公布日期、內容影本及申辦裁罰情形
	<input type="checkbox"/> 訂定市區道路考核辦法含人行環境及執行檢討		請提供相關會議資料、修訂文件或已訂定完成之法令名稱、公布日期、內容影本
	<input type="checkbox"/> 訂定人行環境(含無障礙設施部分)相關法令及執行檢討		請提供相關會議資料、修訂文件或已訂定完成之法令名稱、公布日期、內容影本及執行成效
	<input type="checkbox"/> 停車管理相關規定		請提供相關會議資料、修訂文件或已訂定完成之法令名稱、公布日期、內容影本及執行成效
A2	<input type="checkbox"/> 訂定市區道路(人行環境)養護優先評估準則及建立養護門檻		請提供優先評估準則相關資料內容影本、所使用之養護指標內容及相關應用實績資料影本
	<input type="checkbox"/> 訂定 108 年度市區道路養護先期作業計畫之程序		請提供相關會議資料、修訂文件或已訂定完成之辦法或規則名稱、公布日期、內容影本
	<input type="checkbox"/> 108 年度人行環境改善專案計畫或措施相關計畫辦理情形及成果		請提供相關改善計畫之名稱、計畫內容及執行成效
	<input type="checkbox"/> 阻礙通行之車阻清查與人行道路固定路障拆遷計畫及執行成果		請提供相關執行成效與成果
	<input type="checkbox"/> 創新作為		請提供相關計畫之其他創新作為
	<input type="checkbox"/> 各縣(市)政府 108 年度實際作為(現地考評)後續檢討改善狀況		請提供改善前後之照片,拍攝位置及角度需一致以利辨識
	<input type="checkbox"/> 道路養護與人行環境經費分配(補助)原則或辦法		請提供相關會資料、修訂文件或已訂定完成之法令名稱、公布日期及內容影本
	<input type="checkbox"/> 騎樓違建清查與整平執行成果		請提供相關騎樓違建清查、拆除計畫、騎樓整平計畫及執行成果

賴麗華、游本志：市區道路暨人行環境無障礙維護管理資訊化模式以台北市探討

A3	<input type="checkbox"/> 道路巡查製度之建立		請提供相關會議資料、修訂文件或已訂定完成之制度名稱及內容影本	
	<input type="checkbox"/> 道踏現況調查資料彙整情況		請依附表詳細填列相關數據	
	<input type="checkbox"/> 道路養護管理相關系統之使用		請提供系統網址或相關系統維運資料或相關建置契約之影本，並依照附表格式填寫	
	<input type="checkbox"/> 是否建立人行道線列管清冊並隨時更新(108 年度)	執行單位依據市區道路人行安全地理資訊系統之統計數據評分		
	<input type="checkbox"/> 人行道設置情形普及率(108 年度)			
	<input type="checkbox"/> 人行環境無障礙設施設置情形適宜性比率(109 年度)			
<input type="checkbox"/> 人本計及前瞻計畫人行道圖資填報完整性				
A4	<input type="checkbox"/> 108 年度政策作為建議事項改善狀況		請提供 108 年度政策作為修正建議事項改善說明	
	<input type="checkbox"/> 道路養護與人行環境創新作為		請針對創新作為提供相關具體內容	
	<input type="checkbox"/> 停車管理相關具體作為		請依照附表詳細填列相關數據	
	<input type="checkbox"/> 人行環境整體改善計畫之執行成效		請依照考評內容提供相關數據及佐證資料	
	<input type="checkbox"/> 108 年度人行環境整合規劃之具體作為		請依照考評內容提供相關數據及佐證資料	
	<input type="checkbox"/> 其他		請提供本年度政策作為之自評表及相關附表	

主管：

審核：

承辦人：

五、研究成果

本研究針對市區道路養護管理暨人行環境無障礙考評項目常見之缺失或一直無法改善問題。以專家訪談的方式，提出新的項目供道路養護相關權責單位參考。

六、結論

道路養護從設計、施工、檢測、維護及災害反應，其工程關係人繁多，在工程資料的保存、整合、維護及傳遞使用方面，也愈趨重要。

本研究成果，可補足一般書面不易查找，不易保存及更新的問題，且透過雲端可以即時顯示養護設施位置等相關資訊，並可以列印養護清單。可供道路作為維護管理作業之應用。

參考文獻

1. 陳桂芬，「道路養護平台的整合-以新竹縣道路鋪面巡查及維護為例」，碩士論文，國立中央大學，桃園市（2020）。
2. 楊清任，「用平坦度 IRI 值評估道路養護翻修之排序-基於公路總局第三區養護工程處檢測資料」，碩士論文，國立屏東科技大學，屏東縣(2019)。
3. 張玟，「精進臺灣市區道路養護管理策略之初步探討」，碩士論文，國立中央大學，桃園市（2010）。
4. 林鶴斯，「建築資訊模型導入地下管線管理與精進道路養護之策略研究」碩士論文，國立中央大學，桃園市（2016）。
5. 宋佩樺，「運用粒子群演算法於道路養護路線排程之研究」，碩士論文，國立屏東科技大學，屏東縣(2014)。
6. 魏光譽，「以平衡計分卡建構縣市政府道路養護管理指標之研究」，碩士論文，國立中央大學，桃園市

(2014)。

7. 潘柏彰，「公共服務簽約外包管理之研究 -以台中市道路養護為例」，碩士論文，東海大學，台中市（2018）。
8. 牛稷萍，「道路實景拍攝結合網際網路在道路養護上之應用及後續發展前景」，國立臺灣科技大學，臺北市(2009)。
9. 謝家安，「道路養護管理執行績效提升策略之研究-以龍潭鄉為例」，國立中央大學，桃園市（2008）。
10. 楊宏達，「道路養護工程預算分配模式之建構」，國立雲林科技大學，雲林縣(2007)。
11. 張家維，「短期道路養護工作隊排程規劃之研究」，國立中央大學，桃園市(2006)。

賴麗華、游本志：市區道路暨人行環境無障礙維護管理資訊化模式以台北市探討

數值地形模型在邊坡滑動檢測應用技術之探討

林國禎¹ 陳政言²

¹ 中國科技大學土木與防災系助理教授

² 陸島工程顧問股份有限公司工程師

摘要

本研究運用空拍機拍攝的照片以轉換的模式，生成數值地形模型影像與正射影像圖，以定期拍攝設置之固定控制點與觀測點，進行歷次的影像套疊比較，如坡面觀測點產生位移即可依此研判邊坡滑動規模。

結果顯示，地面控制點之適當佈設對量測精度提昇極其重要，在區域地物容許條件下儘可能以較低飛行高度可得較佳成果。空拍機在飛行高度 35 公尺與重疊率 80% 條件進行研究設定，研究之影像與現場量測數值比對之總平均誤差率為 0.16%，可提供降低空拍機量測誤差技術之參考。

關鍵詞：空拍機、數值地形模型、邊坡滑動

Application of Numerical Topographic Model in Slope Slip Detection

Guo-Zhen Lin¹, Cheng-Yen Chen²

¹ Department of Civil Engineering and Hazard Mitigation

China University of Technology. Assistant professor

²Ludao Engineering Consulting Co., Ltd. Engineer

Abstract

In this study, the numerical terrain model and orthophoto images were generated using the converted model. In addition, they took pictures of fixed control points and observation points at regular intervals for comparison. If the slope observation point produces displacement, we can determine the slope sliding scale according to this.

The results show that the proper layout of ground control points is essential for improving measurement accuracy, and better results can be obtained with a lower flying height as far as possible under the allowable conditions of regional features. The aerial camera is researched and set under a flying height of 35 meters and an overlap rate of 80%. The total average error rate of the comparison between the analyzed image and the field measurement value is 0.16%, which can provide a reference for reducing the measurement error of the aerial camera.

Keywords: Aerial camera、Numerical Terrain Model、Slope sliding

一、前言

台灣的山坡地開發頻繁，時有所聞關於邊坡崩坍、土石流等事件，山坡地除幅員遼闊外其位置常不易親近，然而邊坡的巡勘與長期監測是不可少的。

目前的邊坡測量常需要監測人員翻山越嶺的進入到深山當中進行監測與巡勘，而進入深山當中常會發生許多危險的情況，像是遭遇毒蛇、蜜蜂、攀登失足等，而如果發現監測儀器損壞需要進行監測儀器重新設置時更是一項費時費力的工作。

為此空拍機有較好的機動性並可在距離地表 120 公尺內執行拍攝任務，可不受到地形的限制，因此平時可進行長期的環境監測，如果突然發生了災害時也可進行現場的緊急拍攝。

目前監測大致分為人工目視方式與儀器量測方式進行作業，人工目視方式雖然可以發現發生災害的位置，卻易因為查看範圍不足發生遺漏，而儀器量測在邊坡測量當中雖然可以精確量測出邊坡有無發生位移，但對於大片的邊坡來說這只是極少位置的單點監測工作，如果運用空拍機進行監測作業可以彌補人工不易到達位置盡情拍攝也比人工目視方式所檢視的範圍更為廣闊。

空拍機已越來越普及再加上影像的拍攝技術逐漸進步讓航空攝影測量可以更加準確，而航空攝影測量屬於遙感探測方法的一種，是運用探測工具從空中拍攝影像進而量取物體、地區或現象資訊的技術。其主要目的是取得立體空間中，各種物體的形狀、位置和特性。

二、航空攝影測量法原理

2.1 影像匹配技術

影像匹配技術主要是藉由找出物體或地形對於影像之特徵點，進行相似性與一致性分析，主要以影像內容、特徵、結構、關係、紋理及灰度等的關係進行挑選，以找出相同特徵之目標的方法。而影像處理程式主要為自動偵測及描述影像中局部性特徵，以取得

空間尺度中萃取特徵點，並進行提取後對特徵點進行量化描述，匹配經向量化的方式描述其特徵點，並剔除匹配錯誤特徵點，對正確的特徵點進行影像間的幾何校正，並完成影像鑲嵌(張歲，2016 [2])。

2.2 航空攝影測量法

測定環境地形座標的航空測量用的基本原理為共線條件(Collinearity Condition)，在攝影測量成像系統中，任一物件或環境地形上任一特徵點(A)與投影中心及像片上之相應像點(a)，此三點應在於同一條直線上，如圖 1 (Wolf and Dewitt, 2000 [1])。

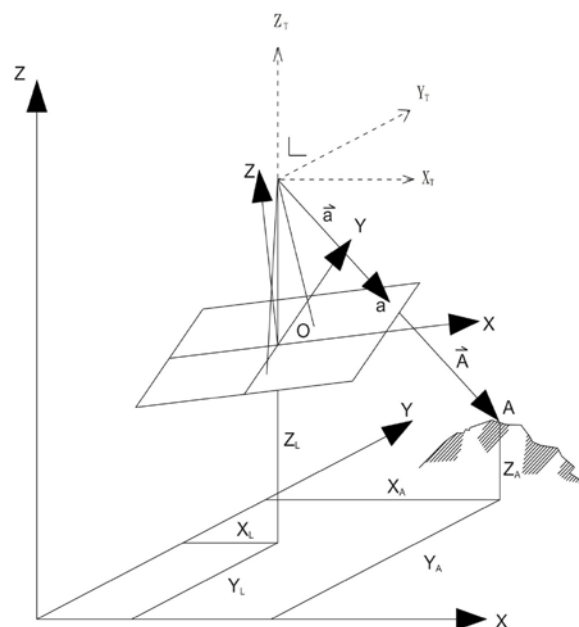


圖 1 空間關係示意圖(Wolf and Dewitt, 2000 [1])

2.3 邊坡監測

目前在台灣邊坡監測設備以傾度管、水位觀測井、傾斜計及裂縫計較常運用，而邊坡管理值常採用日本地滑對策技術協會於 1978 年訂定位移速率對於不穩定邊坡的分級來進行邊坡位移情況的分級。

2.4 航空測量相關研究文獻

近年國內航空測量量測精度之相關文獻詳表 1 所示。

三、研究流程

3.1 作業流程

在現場工作開始時需要做很多的前置作業，應於開始時確認空拍機型參數，進行現場勘查排除現場環境對拍攝進行影響，後進行航線規劃與控制點布設，才能保證正在風行時的安全與拍攝照片的品質。

表 1 無人機量測之相關研究文獻

航空測量精度文獻	航測精度
陳俊達-UAV 正射影像於地籍測量應用之研究-以未辦地籍整理地區現況測量為例-國立台灣海洋大學碩士學位論文-107年〔3〕	總檢核點誤差平均誤差 6.8cm
徐金煌-以 Pix4Dmapper 進行 UAV 影像快速空間資料產製之探討-國立臺灣師範大學碩士論文-106年〔4〕	使用 Pix4Dmapper 軟體處理 UAV 拍攝之苗栗後龍溪測區有效影像共 354 張，於 5 小時內產製地面解析度 7.54 cm
謝幸宜、邱式鴻 -以自率光束法提升四旋翼 UAV 航拍影像之空三平差-航測及遙測學刊-102年〔5〕	高精度 16cm 平面精度 7cm
白絮成、劉益誠、蕭宇仲、連惠邦、林秉賢-無人飛行載具掛載消費型攝影機應用於防災可行性研究-中華水土保持學報-104年〔6〕	平面 X 平均誤差±0.075 公尺，標準偏差±0.043 公尺；Y 平均誤差±0.042 公尺，標準偏差±0.063 公尺

本研究規劃之流程及相關作業說明：

1. 在作業開始前應先確認空拍機參數，以確保拍攝照片解析度足夠，且能進行規劃飛行，能使飛行在相同的規劃範圍、同樣高度及固定的重疊率，使拍攝後影像可以使用。

2. 在勘察時確認研究區域是否有障礙物以避免飛行時發生碰撞，在天氣適宜進行飛行，方為完成勘查作業。

3. 控制點選取應盡量不受到外界破壞

與影響的位置，以避免遭受到破壞使控制點不堪使用。拍攝地區及控制點佈設位置，如圖 2 所示。

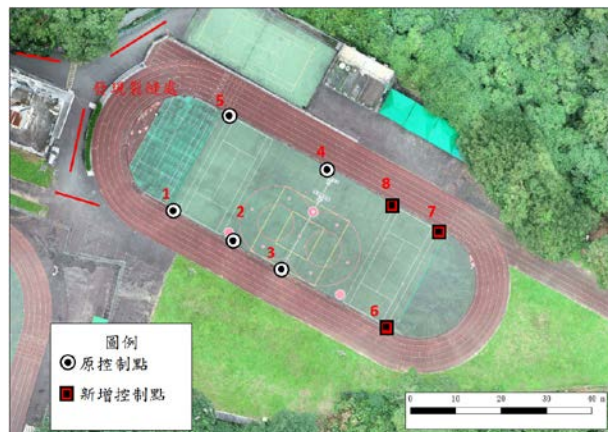


圖 2 拍攝地區及控制點佈設位置圖

4. 航線規劃應先進行現地勘查時應先確認拍攝區域是否為禁航區，如為禁航區應提前進行申請，申請通過後方可進行拍攝工作，在規劃進行飛行時的高度、路線及飛行範圍。本研究之拍攝地點空域類別詳圖 3。



圖 3 拍攝地點空域類別圖

5. 內部作業進行剷除模糊不堪使用之照片後進行控制點與照片的連結，使精度得以提升。

6. 以 Pix4Dmapper 進行影像處理以生產出數值地形模型，以便進行比對，如生產出數值地形模型無法使用應確認控制點連結與控制點是否出錯。

7. 後運用數值地形模型與現地量測數值進行比對以確認研究地點是否有發生邊坡位移。

3.2 空拍機型號

本研究使用為 PHANTOM 4 RTK 四旋翼之空拍機，選用四旋翼之空拍機的原因是因為其有較高的穩定性且不需要起降跑道與不受地形限制，而相機為 DJI 公司製造的 PHANTOM 4 RTK 型遙控旋翼機搭載之相機，如表 2。

表 2 空拍機型號及性能規格

型號	PHANTOM 4 RTK
影像感測器	1 英寸 CMOS；有效像素 2000 萬
最大解析度	4864x3648 (4:3) 5472x3648 (3:2)
鏡頭	FOV 84°；8.8mm/24mm (35mm 格式等效)； 光圈 f/2.8-f/11；帶自動對焦 (對焦距離 1m-∞)
構圖精準度	滿足 GB/T 7930-2008 1:500 地形圖航空攝影測量內業規範 (簡稱“1:500 規範”) 的精準度要求
視角	俯仰：-90°至+30°

3.3 現地勘查與天氣影響

空拍機測量時現場的勘查是重要的，本研究範圍約為 7630 平方公尺，在進行現地勘查時發現此地周圍有多處裂縫，而在本研究區域也有多處邊坡監測儀器，且在坡面階梯上也有多處裂縫，因此本研究區域之邊坡有發生位移的可能。現場將拍攝區域現地監控線距離量測結果如圖 4 所示。

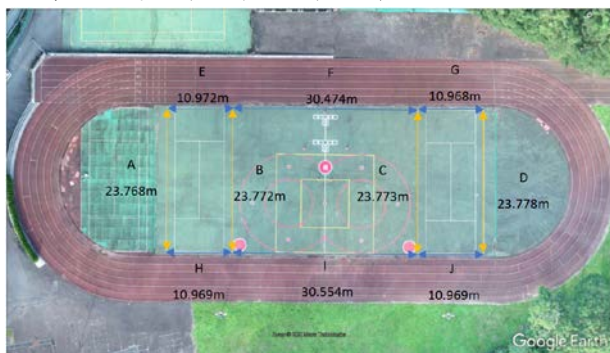


圖 4 拍攝地點現地監控線量測距離

3.4 控制點選取與規劃

本研究為進行邊坡滑動的檢測，精度的影響很重要，而影響精度最主要的要點在於地面控制點，而本研究原設 5 個控制點，監測過程因 2、3 及 4 號點位遭到破壞後再另增設 3 個點位，現場維持運用為 5 個地面控制點做為檢核點。並將研究期間先後佈設的 8 點控制點座標分別列於表 3 所示。

表 3 地面控制點座標

點位名稱	座標	緯度	經度
1		24.9972750000000	121.554747222222
2		24.9972194444444	121.554872222222
3		24.9971722222222	121.554975000000
4		24.9973611111111	121.555083333333
5		24.9974638888889	121.554866666667
6		24.9970527777778	121.555216666667
7		24.9972416666667	121.555327777778
8		24.9972944444444	121.555227777778

3.5 內部作業

在拍攝完照片後進行內部作業的處理，在剔除模糊的照片後剩下的照片，以每張照片與地面控制點進行連接，使每張照片不發生偏移的情況，以更好的讓 Pix4Dmapper 抓取照片當中的特徵點，以減少特徵點抓取錯誤的情形，並進行控制點的連接動作，將研究地點的控制點與照片連接完成，這樣可以更進一步提高生成的數值地形模型的精度，且不易產生影像特徵點連接錯誤使數值地形模型有圖像無法重疊之情形發生，而如果影像無法重疊就會產生生成的影像有模糊的情況產生，詳圖 5 所示，為避免此情形發生本研究照片皆有進行控制點與照片間連接的動作。



圖 5 影像無法重疊情形

四、 研究成果

4.1 飛行高度對影像成果精度影響

在相同重疊率情況下比較不同飛行高度對數值地形模型精度影響，影像重疊率取 80% 分析，以 120 公尺、60 公尺、35 公尺(大於拍攝範圍建築高度)進行，相較之下在飛行高度越高時所能拍攝到的範圍也越大，但相對的因為在越高的地方進行拍攝所形成的數值地形模型也相對的變得粗糙，所以生成的模型以高度 120 公尺時最為粗糙，高度 35 公尺最為清晰。而越高同樣的飛行範圍所能拍攝的範圍也越廣，以 120 公尺的數值地形模型生成的範圍為最廣，以 35 公尺生成的範圍為最小，因生成模型清晰程度較為清晰，且不會有過多的非研究地區，因此以 35 公尺高的飛行高度為佳，如圖 6~圖 8。

在比較拍攝高度 120 公尺、60 公尺及 35 公尺的影像後，比較生成的數值地形模型與現地量得的距離，飛行的高度越高產生較高的誤差，由飛行高度 120 公尺、60 公尺與 35 公尺形成模型誤差率為 0.64%、0.86%與 0.23%，在考量影像清晰程度故選擇使用 35m 飛行高度形成的影像進行研究，詳表 4 所示。表 4 測試不同飛行高度之影像模型結果與測線距離比對

高度	各基線實測最或是值	飛行高度 120 公尺	飛行高度 60 公尺	飛行高度 35 公尺
A 線	23.768m	23.93m	23.96m	23.82m
B 線	23.772m	24.01m	23.98m	23.79m
C 線	23.773m	23.79m	23.89m	23.85m

D 線	23.778m	23.79m	23.86m	23.83m
E 線	10.972m	10.98m	11.12m	10.96m
F 線	30.474m	30.83m	30.83m	30.59m
G 線	10.968m	10.93m	11.06m	10.97m
H 線	10.969m	11.13m	11.10m	11.03m
I 線	30.554m	30.75m	30.74m	30.64m
J 線	10.969m	11.14m	11.07m	10.98m
平均誤差率 (%)	-	0.64	0.86	0.23

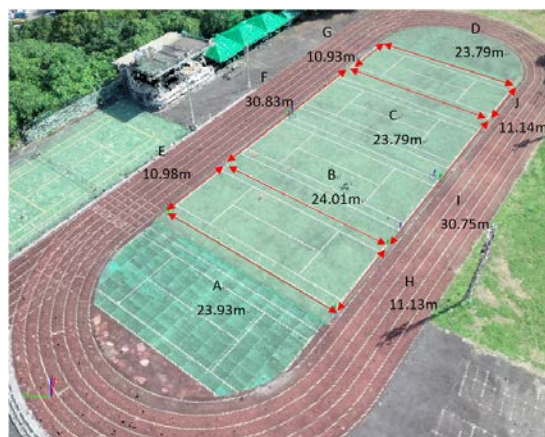


圖 6 飛行高度 120m 且 80% 影像重疊率

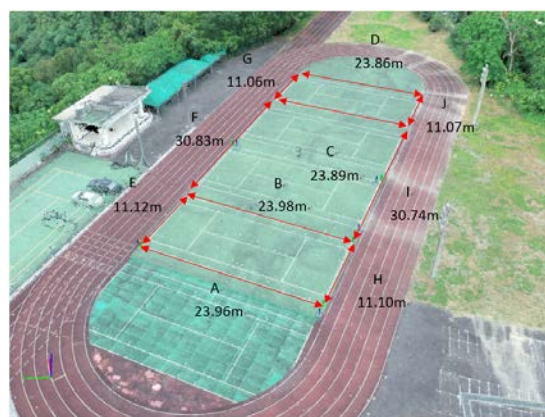


圖 7 飛行高度 60m 且 80% 影像重疊率

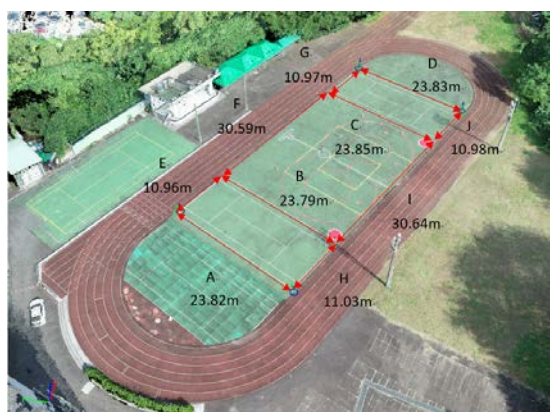


圖 8 飛行高度 35m 且 80% 影像重疊率

4.2 影像精度驗證分析

前節研究顯示，飛行高度 35 公尺重疊率 80% 之條件下，以相同控制點的情況下對於形成的影像精度再做三次驗證分析，冀希以此做為實務上進行相關的邊坡航拍測量應用之參考，成果如圖 9~圖 11。

本研究再進行三組數值地形模型與現場量測數值圖 4 結果進行比對驗證分析，數值地形模型平均與現地量測值總平均誤差率 0.16%，詳表 5 所示，依此成果現階段可配合有限人力，做為大區域篩檢相對可疑邊坡滑動區域之用，如要能量測到邊坡的位移量則需要精度再提昇方才可以全面應用。

表 5 影像精度驗證分析比對之量測參數

	各基線 實測最 或是值	第一次驗 證拍攝	第二次驗 證拍攝	第三次驗 證拍攝
照片 張數	-	334	332	332
天氣	-	晴天	陰天	陰天
氣溫 (°C)	-	26.8	22.9	13.8
相對 溼度	-	67%	71%	62%
風速 (m/s)	-	3.5	2.8	2.7
A 線	23.768m	23.82m	23.78m	23.80m

B 線	23.772m	23.79m	23.74m	23.80m
C 線	23.773m	23.85m	23.73m	23.81m
D 線	23.778m	23.83m	23.76m	23.80m
E 線	10.972m	10.96m	10.95m	10.99m
F 線	30.474m	30.59m	30.48m	30.49m
G 線	10.968m	10.97m	10.95m	10.98m
H 線	10.969m	11.03m	10.95m	10.98m
I 線	30.554m	30.64m	30.48m	30.58m
J 線	10.969m	10.98m	11.00m	10.98m
平均 誤差 率(%)	-	0.23	0.15	0.11
總平 均誤 差率 (%)	-	0.16		



圖 9 飛行高度 35m 影像重疊率 80% 之條件第一次驗證拍攝結果

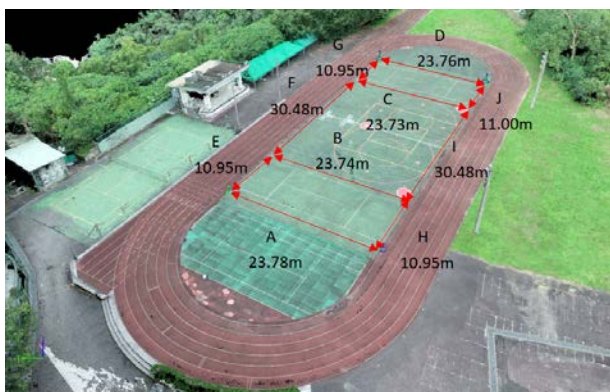


圖 10 飛行高度 35m 影像重疊率 80% 之條件第二次驗證拍攝結果

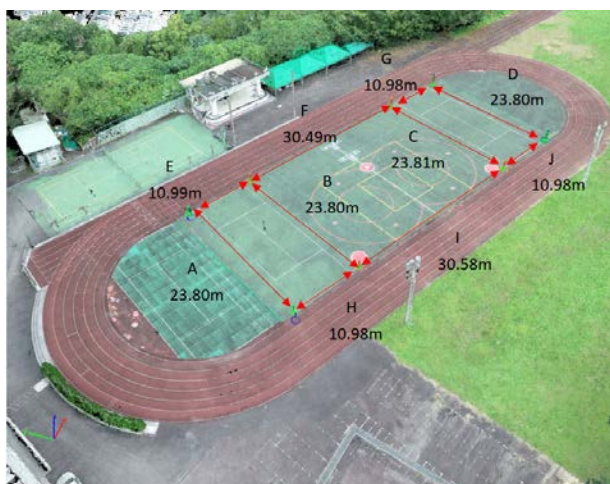


圖 11 飛行高度 35m 影像重疊率 80% 之條件第三次驗證拍攝結果

五、 結論

1. 本研究是運用空拍機拍攝的照片再加以轉換的方式，利用照片與地面控制點進行連接，使每張照片不發生偏移的情況，生成數值地形模型影像與正射影像圖，以定期拍攝並設置固定控制點與觀測點，進行歷次的影像套疊比較後，如有坡面的較大位移滑動即可以立刻發現再輔以人力監測。
2. 本研究由於原來的 5 個點控制點位集中在研究範圍西側的緣故，有造成在研究之初期西側的誤差普遍小於東邊未設有控制點區域的情形，後因增設之 3 處控制點考慮均勻佈設原則，避免過度集中的情況，在研究地

點的東邊增加 3 點控制點後提昇整體的精度，因此地面控制點之佈設極其重要。

3. 在測試比較拍攝高度 120 公尺、60 公尺及 35 公尺的生成的數值地形模型與現地量得的距離，飛行的高度越高產生較高的誤差，由飛行高度 120 公尺、60 公尺與 35 公尺形成模型誤差率為 0.64%、0.86% 與 0.23%，飛行高度可影響精度，因此在區域地物容許條件下儘可能以較低飛行高度可得較佳成果。
4. 以 35 公尺飛行高度與 80% 影像重疊率進行研究，進行三次影像與現場量測數值之比對驗證，數值地形模型平均與現地量測值之總平均誤差率為 0.16%，如要能達全面應用於精密量測，提高精度之技術仍需進一步研究。

參考文獻

1. Wolf, P.R. and Dewitt, B.A. Elements of Photogrammetry with Applications in GIS. 3rd Edition. 2000.
2. 張歲，「UAV 航拍技術應用於河道變遷土砂監測和山區地形製圖之可行性分析」，國立中興大學水土保持學系碩士學位論文，2016。
3. 陳俊達，UAV 正射影像於地籍測量應用之研究-以未辦地籍整理地區現況測量為例，國立台灣海洋大學碩士學位論文，2018。
4. 徐金煌，以 Pix4Dmapper 進行 UAV 影像快速空間資料產製之探討，國立臺灣師範大學碩士學位論文，2017。
5. 謝幸宜，邱式鴻，「以自率光束法提升四旋翼 UAV 航拍影像之空三平差精度」，航測及遙測學刊，第十六卷，第 4 期，頁 245-260，2013。
6. 白絜成，劉益誠，蕭宇伸，連惠邦，林秉賢，「無人飛行載具掛載消費型攝影機應

林國禎、陳政言：數值地形模型在邊坡滑動檢測應用技術之探討

用於防災可行性研究」，中華水土保持學報，第 46 卷，第 3 期，頁 142-149，2015。

既有公寓大廈導入智慧門鎖使用者偏好之探討

蔡其揚¹ 閻亞寧²

¹中國科技大學建築系 碩士生

²中國科技大學建築系 副教授

摘要

「門鎖」是家家戶戶人員進出不可缺少的安全設備，隨著時代科技的進步，門鎖的產品推陳出新，智慧門鎖可以做到識別、記憶、學習、設定、管理等功能，導入智慧門鎖提升居家防盜為人員與財產安全把關，以既有公寓大廈作為基礎，探討智慧門鎖之效益，調查使用者對於智慧門鎖導入既有公寓大廈的支持度、偏好與需求及預算，讓未來智慧門鎖發展更能夠貼近使用者的需求。本研究採文獻回顧法與問卷調查法，蒐集問卷 433 份彙整分析，研究結果發現：（一）88.22%使用者贊成既有公寓大廈導入智慧門鎖；（二）多數較偏好生物鎖型式，其次為感應鎖型式；（三）預算在 1~2 萬佔 43.42%與 1 萬以下佔 41.34%；（四）物聯網型式年齡越輕偏好度越高。有助於相關單位規劃參考，室內裝修業者導入智慧建築產品時有新的思考方向，讓既有公寓大廈導入智慧門鎖，提昇住宅安全性與便利性。

關鍵詞： 智慧建築、智慧門鎖、既有公寓大廈。

Discussion on User Preferences of Smart Door Locks in Existing Apartment Buildings

Tsai Chi Yang¹, Alex Ya-Ning Yen²

¹ Master student, Institute of Architecture, University of Science and Technology of China

² Associate Professor, Department of Architecture, University of Science and Technology of China

Abstract

"Door lock" is an indispensable safety device for people in and out of every household. With the advancement of science and technology of the times, door lock products are innovated. Smart door locks can perform functions such as identification, memory, learning, setting, and management. Smart door locks are introduced to improve Home anti-theft is the security check of personnel and property. Based on existing apartment buildings, we will explore the benefits of

smart door locks, and investigate users' support, preferences, needs and budgets for the introduction of smart door locks into existing apartment buildings, so that the future of smart doors The development of locks can better meet the needs of users. This study adopted literature review and questionnaire survey methods, collected 433 questionnaires and analyzed the results. The research results found that: (1) 88.22% of users agree with the introduction of smart door locks in existing apartment buildings; (2) most prefer biological locks, and secondly It is an induction lock type; (3) Budget between 10,000 and 20,000 accounts for 43.42% and less than 10,000 accounts for 41.34%; (4) The younger the IoT type, the higher the preference. It is helpful for planning and reference of relevant units. The interior decoration industry has a new thinking direction when introducing smart building products, allowing existing apartment buildings to introduce smart door locks to improve the security and convenience of houses.

Keywords： Smart building 、Smart door lock 、Existing apartment building

一、前言

隨著時代科技的進步，智慧化系統融入建築已漸漸成為目前的主流，既有公寓大廈導入智慧門鎖為居家的安全把關便是本文的核心價值。

(一) 研究緣起

人們生活水平的提高，高齡化社會來臨，由於既有公寓大廈大多數還是使用傳統機械式門鎖，家中年邁長輩容易進出門忘記上鎖或是忘記帶鑰匙出門，小孩遺失鑰匙等狀況，選擇適當的智慧門鎖可以改善，追求居家安全與便利是未來的趨勢。

(二) 研究目的

本研究以既有公寓大廈作為基礎，探討導入智慧門鎖改善既有公寓大廈的安全性與便利性，調查使用者對於智慧門鎖導入既

有公寓大廈的支持度與偏好。探討智慧門鎖那一種型式對於使用者所帶來的認同感及支持度較高。

1. 隨著科技的日新月異智慧門鎖推陳出新，調查使用者的偏好，以掌握潮流變化。
2. 了解使用者心中對智慧門鎖的需求與預算，讓未來智慧門鎖發展更能夠貼近使用者的期望。
3. 調查與研究分析後之結果，能給相關單位作為未來相關規劃參考，室內裝修業者未來既有公寓大廈導入智慧建築產品時有新的思考方向，讓智慧門鎖能受到廣大運用，提昇既有公寓大廈住宅安全性與便利性。

(三) 研究方法

本研究以既有公寓大廈作為基礎，智慧門鎖是否改善既有公寓大廈的安全性與便利性，調查使用者對於智慧門鎖導入既有公寓大廈的支持度與偏好。探討智慧門鎖型式對於使用者所帶來的認同感及支持度較高，以文獻回顧法與 Google 表單問卷來進行調查，作為研究的方向，探討使用者對智慧門鎖應用於既有公寓大廈的偏好度與認同度，加以彙整分析，提出相關研究結果。

1. 文獻回顧法：

由文獻蒐集確立研究題目與定義之範圍，以相關理論作為後續調查研究的參考。研擬研究策略以與解決的方向。經由文獻回顧了解智慧門鎖所帶給使用者的效益，並透過文獻資料彙整將門鎖共分為六種型式：機械鎖（鑰匙）、密碼鎖、遙控鎖（遙控器）、感應鎖（磁釦、磁卡）、生物鎖（指紋、人臉、虹膜）、物聯網（手機 APP）。以上述六種型式為調查之指標，作為問卷調查之調查項目。透過文獻的了解智慧門鎖的問題進行探討，

2. 問卷調查法：

採用電子問卷方式進行調查，探討使用者對智慧門鎖導入既有公寓大廈的偏好度與認同度，受訪者依據的偏好的程度給予評量，並藉回覆調查表由受訪者年齡、性別、職業、教育程度加以彙整分析，並提出相關研究結果。依李克特五級評量表[3]分為：非

常同意(5分)、同意(4分)、普通(3分)、不同意(2分)、非常不同意(1分)，由受訪者的認同程度給予評量，並藉回覆調查表由受訪者年齡、性別、職業、教育程度加以彙整分析，並提出相關研究結果。問卷調查主要分為三個部份：

(1) 第一部份問卷，受訪者相關資訊調查：

了解受訪者相關性別、年齡、教育程度、職業之資訊。

(2) 第二部份問卷，可接受程度調查：

了解受訪者對於智慧門鎖導入既有公寓大廈的接受程度範圍。

(3) 第三部份問卷，偏好型式調查：

了解受訪者偏好分別為①機械鎖（鑰匙）②密碼鎖③遙控鎖（遙控器）④感應鎖（磁釦、磁卡）⑤生物鎖（指紋、人臉、虹膜）⑥物聯網（手機 APP）。以上述六種型式，以何種型式之智慧門鎖為偏好。

(4) 問卷調查表：詳如附表 1。

二、文獻回顧

(一) 定義

1. 智慧建築 [6][11]：



圖 1 智慧建築標章

智慧建築以融合建築設計與資通訊主動感知與主動控制技術，藉由四個基本元素（結構、系統、服務和管理）

蔡其揚、閻亞寧：既有公寓大廈導入智慧門鎖使用者偏好之探討

以及它們彼此間相互關係的優化，由兩種或多種服務系統提供一個具有成效及成本效益的建築物[5]，以達到安全、健康、便利、舒適、節能，營造人性化的生活空間為目標，提出八項評估指標，如圖 2，包括綜合佈線、資訊通信、系統整合、設施管理、安全防災、節能管理、健康舒適及智慧創新等，權重配分原則，如表 1。將智慧建築標章(如圖 1)分為五等級，分別為：合格級、銅級、銀級、黃金級、鑽石級，如表 2。



圖 2 智慧建築八項評估指標[10]

表 1 智慧建築標章權重配分原則表

指標名稱	綜合佈線	資訊通信	系統整合	設施管理	安全防災	節能管理	健康舒適	智慧創新	總計
占比	15	15	20	15	8.5	15	5	6.5	100%
分數	30	30	40	30	17	30	10	13	200

表 2 智慧建築標章等級判定表

等級	合格級	銅級	銀級	黃金級	鑽石級
加總得分	通過基本門檻未達50分	50分以上未達90分	90分以上未達120分	120分以上未達140分	140分以上

2. 智慧門鎖[9]：

智慧門鎖是一種機電門鎖，具有電器與機械性能結合的特性，它接收來自使用各種辨識系統或透過有/無線通訊協定從授權設備送來指令和加密密鑰執行授權鎖定和解鎖操作的設備。它還可以可搭配影像監看、發送警報等功能與智慧居家系統整合。

3. 物聯網[4]：

在物網網(Internet of Things, IoT)系統，物網相聯無所不在，我們將物聯網架構分為三層，分別為應用層、網路層、感知層，如圖 3。

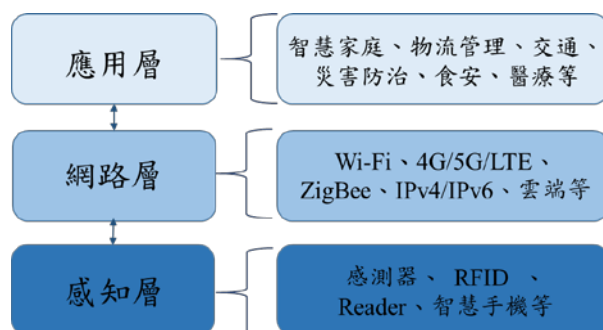


圖 3 物聯網架構

感知層為物聯網的基礎，包括各種感測器(Sensor)與辨識技術將擷取到的信號透過 TCP/IP、RFID、ZigBee、Bluetooth 等傳輸協定轉送給網路層，可以感知和收集周遭環境資料，透過網路層進行人機互動。

網路層基於網際網路，就像人體中

的神經系統一樣，將感知層傳來的資訊，判斷是要送往雲端處理或者直接採取適當的動作，透過資料互通、雲端處理技術等，例如網路硬碟、Web Office 等。

應用層為物聯網在各行業進行的技術融合，依照需求對感知層的資料進行分析整理，提供服務，例如智慧家庭、物流系統、交通等，來達到即時、便利、降低人力成本，提高效率等作用。

4. 使用者：

既有公寓大廈的居住者。

(二) 智慧門鎖之發展[7]

門鎖是一種安全設備，人類為了保護財產而發明的，需要用鑰匙才能開啟的裝置。隨著時代的進步智慧門鎖推陳出新開鎖方式可以有更多的選擇。

有鎖相對的也需要相對應的鑰匙才能開啟。距今 5000 年中國的仰韶文化遺址中曾發現過早期的木質鎖；到了中國漢朝出現了俗稱三簧鎖的銅質簧片鎖；公元 8 世紀，古羅馬人製成了最初的葉片鎖；公元 18 世紀由英國人丹尼克·波特由葉片鎖改進發明的凸輪轉片鎖，更是沿用到現在；1860 年，美國人耶魯成功研製出彈子鎖，其保密性又超過了葉片鎖。

人類的進步直至今日，門鎖的型態以演化出許多種，從早期的木鎖、金屬鎖、三簧

鎖、葉片鎖、彈子鎖，進步到現今的磁力鎖、密碼鎖、感應鎖、遙控鎖、生物鎖、手機 APP 等。演化的目的就是讓鎖更加安全與便利。

(三) 智慧門鎖之效益

1. 安全性：

安全性是門鎖很重要的功能，智慧門鎖可透過密碼、生物辨識、手機 APP 等科技辨識技術，確認使用者身份開鎖。隨科技進步現在智慧門鎖有防篡改、防拆除功能，可偵測是否有人試圖破壞它，向用戶發出警訊與警報。

(1) 抗破壞的能力：

智慧門鎖在遭受破壞時能有一定的抵抗時間、可偵測發出警報並向用戶發出警訊等，依其功能等級有所差異。

(2) 數據的安全性：

數據加密傳輸時的複雜程度。智慧門鎖的特色就是用電子鑰匙取代傳統機械鑰匙，若開門的數據未加密或採用藍牙本身的加密通道，指令數據容易被竊取，可能對用戶造成安全隱患。足夠的加密演算法，是智慧門鎖安全等級區分的重要指標。

(3) 產品的耐久性：

電子控制元件和機械結構整體的工作次數，應提供一定的操作壽命，一次操作循環包含：辨識，解鎖，復歸，

上鎖。

(4) 電力的持久性：

電力可支持產品的工作時數。電量通知功能在電力失效前發出警訊，提醒使用者更換電池或充電，另是否需要備援電力可以支持一定的時間。

2. 便利性：

智慧門鎖可以不需要實體鑰匙，使用簡單方便可以達到便利性，可透過密碼、生物辨識、手機 APP 等方式開鎖，免攜帶鑰匙，可以避免找鑰匙、忘記攜帶與遺失的情況。

3. 方便管理：

智慧門鎖可透過密碼、生物辨識、手機 APP 等結合資料庫對人員進出記錄與管理，能有效的做監控管理，使安全更有保障。

4. 可搭配性：

智慧門鎖可以結合兩種以上開鎖方式，也可搭配監視系統、手機 APP 以達到遠端遙控開門、設定開鎖通報、隨時掌握家中出入狀況，還可以串聯防盜系統，提升居家安全性。

(四) 門鎖的型式分類

隨著科技的日新月異門鎖推陳出新，依開啟方法不同分為以下六種型式：

1. 機械鎖（鑰匙）：

傳統式門鎖的開鎖方式是使用者拿鑰匙插入鎖孔轉動開鎖。

2. 密碼鎖：

密碼鎖的開鎖方式是使用者按入密碼或轉動式輸入密碼開鎖，有被破解的風險。

3. 遙控鎖（遙控器）：

遙控鎖是由發射器和接收器兩部分組成遙控操縱系統，使用者利用遙控器以無線通訊方式送出指令到接收器來控制開關鎖，通訊方式有無線電、紅外線、微波等多種方式。

4. 感應鎖（磁釦、磁卡）：

感應鎖的開鎖方式是利用讀卡機感應讀取磁釦、磁卡資料後，進行識別比對確認後解鎖。

5. 生物鎖（指紋、人臉、虹膜）：

生物鎖的開鎖方式是利用生物識別技術先掃描使用者的生物特徵（指紋、人臉、虹膜）儲存至資料庫，開鎖時需再次掃描使用者的生物特徵進行識別比對確認後解鎖，免去帶鑰匙的麻煩。

6. 物聯網[8]（手機 APP）：

物聯網的應用日益廣泛，開鎖方式是由使用者手機 APP 傳送密碼給門鎖的控制器，由控制器控制門鎖的開關，

使用者可依個人喜好設定專屬密碼，並將密碼儲存在控制器內，開鎖須經過帳號與密碼驗證，因此不容易破解，可以提高安全性與免去帶鑰匙的麻煩。

表 3 門鎖型式比較表

	傳統型		智慧型			
	機械鎖	密碼鎖	遙控鎖	感應鎖	生物鎖	手機APP
價格	中低	中高	中高	中高	高	高
優點	便宜	免攜帶鑰匙	便利	便利	免攜帶鑰匙	免攜帶鑰匙
缺點	容易遺失拷貝	容易忘記破解	容易遺失拷貝	容易遺失拷貝	價格高	價格高
安全性	低	中低	中	中	高	中高
便利性	低	高	高	高	高	高
使用距離	無	無	0~3公尺	0~3公分	0~50公分	無限制

本研究整理

三、研究分析

本研究依雲端電子問卷調查針對受訪者對於智慧門鎖導入既有公寓大廈之偏好調查並由電子軟體連結發放問卷，問卷調查日期為 2021 年 03 月 20 日至 03 月 30 日，回收問卷合計總數共計 433 份，由回覆文件以受訪者年齡、性別、職業、教育程度加以彙整分析，分析方法可分為三個部份進行，第一部份受訪者基本資料之分析，第二部份，依照受訪者可接受的程度之分析並將調查結果回答為非常同意、同意歸類為「贊成」；回答普通為「無意見」；回答不同意、非常不同為「不贊成」。第三部份依照受訪者偏好型式之分析，研究結果如下說明。

1. 第一部份，受訪者基本資料之分析

表 4 受訪者基本資料

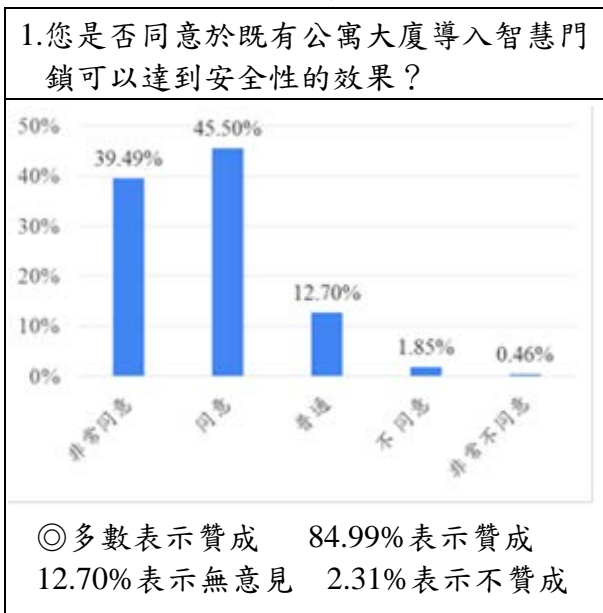
變數	項目	人數	百分比
性別	男	231	53.35%
	女	202	46.65%
	總和	433	100%
年齡	21~30	51	11.78%
	31~40	89	20.55%
	41~50	185	42.73%
	51~60	96	22.17%
	其他	12	2.77%
	總和	433	100%
教育程度	國小	1	0.23%
	國中	1	0.23%
	高中職	71	16.40%
	大專	271	62.59%
	研究所	89	20.55%
	其他	0	0%
	總和	433	100%
	職業	學生	31
金融		31	7.16%
建築		58	13.40%
製造		61	14.09%
服務		93	21.48%
軍公教		47	10.85%
農林漁牧		3	0.69%
其他		109	25.17%
總和		433	100%
月收入	3萬含以下	84	19.40%
	3~4萬	77	17.78%
	4~5萬	80	18.48%
	5~6萬	67	15.47%
	6萬以上	125	28.87%
	總和	433	100%

本研究整理

2. 第二部份，依照受訪者可接受的程度之 廈可以達到便利性表示認同感。

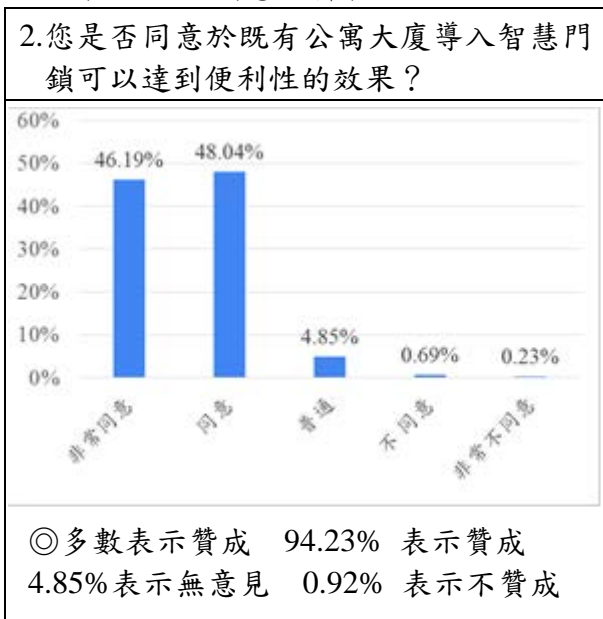
分析

表 5 問卷分析表-1



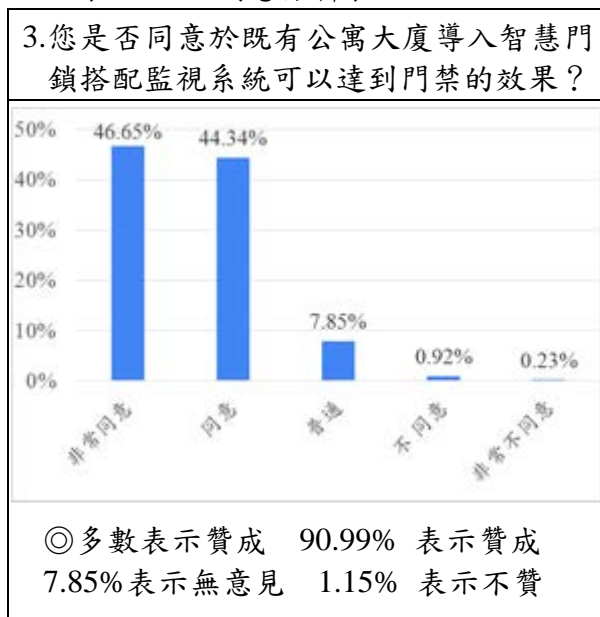
如表 5，本問項贊成的比例佔 **84.99%**，由此可知使用者對於智慧門鎖導入既有公寓大廈可以達到**安全性**表示認同感。

表 6 問卷分析表-2



如表 6，本問項贊成的比例佔 **94.23%**，由此可知使用者對於智慧門鎖導入既有公寓大

表 7 問卷分析表-3



如表 7，本問項贊成的比例佔 **90.99%**，由此可知使用者對於智慧門鎖導入既有公寓大廈搭配監視系統可以達到**門禁效果**表示認同感。

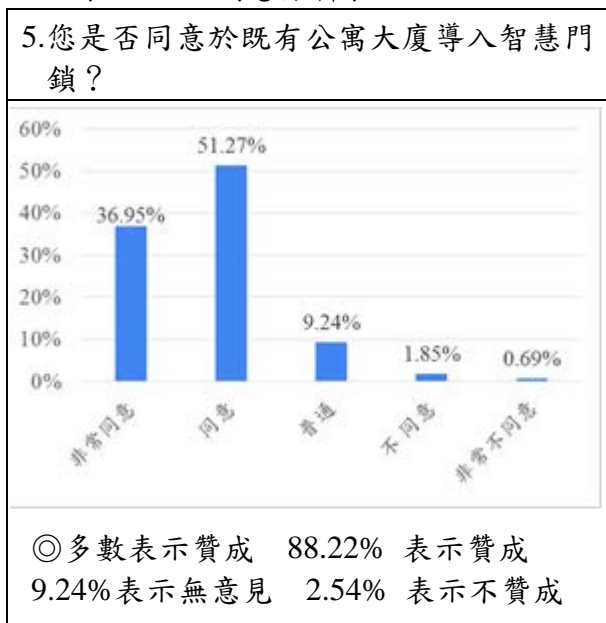
表 8 問卷分析表-4



如表 8，本問項贊成的比例佔 **89.14%**，由此可知使用者對於智慧門鎖導入既有公寓大

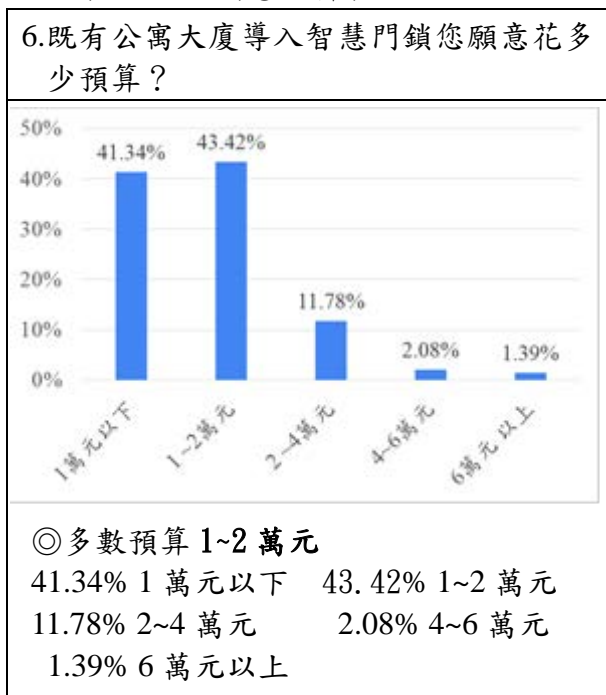
廈可以達到方便管理表示認同感。

表 9 問卷分析表-5



如表 9，本問項贊成的比例佔 **88.22%**，由此可知使用者對於智慧門鎖導入既有公寓大廈表示認同感。

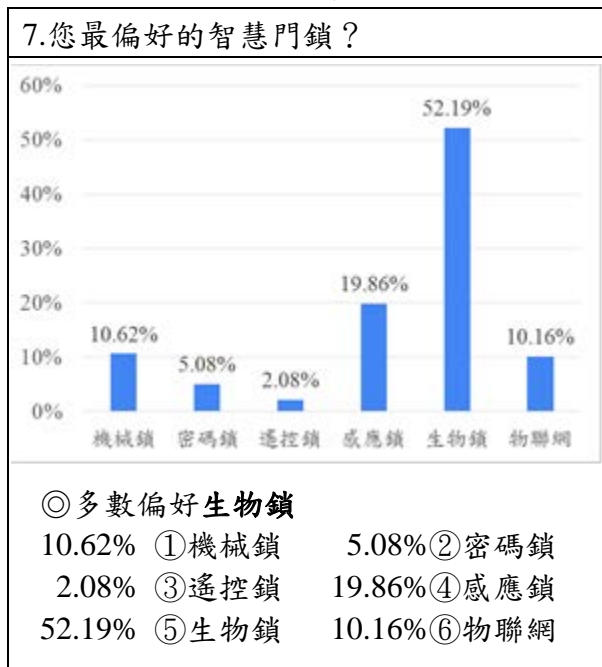
表 10 問卷分析表-6



如表 10，本問項多數預算為 **1~2 萬元** 比例佔 **43.42%**，由此可知使用者對於智慧門

鎖導入既有公寓大廈多數預算為 **1~2 萬元**，其次預算為 **1 萬元以下**。

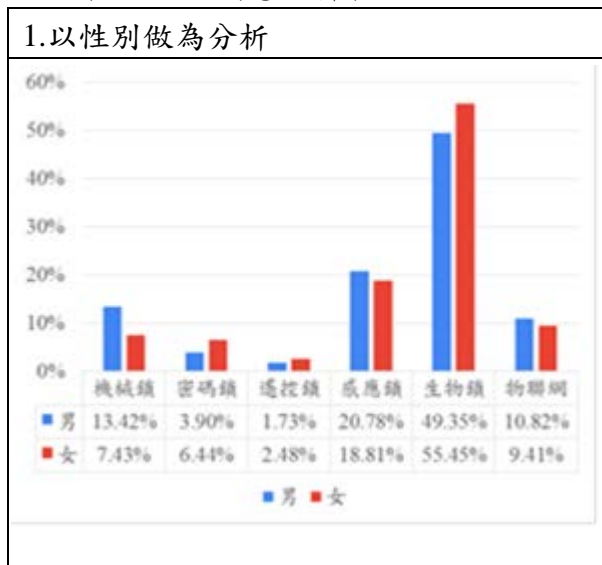
表 11 問卷分析表-7



如表 11，本問項多數偏好為**生物鎖**型式比例佔 **52.19%**，由此可知使用者對於智慧門鎖導入既有公寓大廈偏好為**生物鎖**型式，其次是**感應鎖**型式。

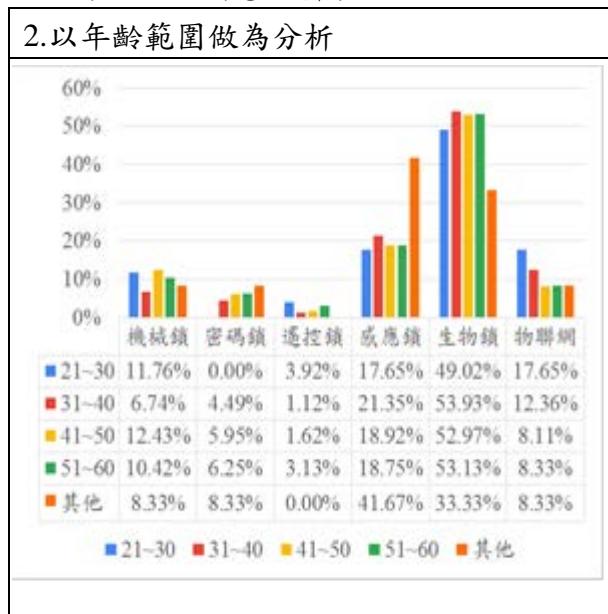
3. 第三部份，依照受訪者偏好型式之分析

表 12 問卷分析表-8



如表 12，以性別的分析男性較偏好**生物鎖**型式佔 **49.35%**、女性則偏好**生物鎖**型式佔 **55.45%**。

表 13 問卷分析表-9



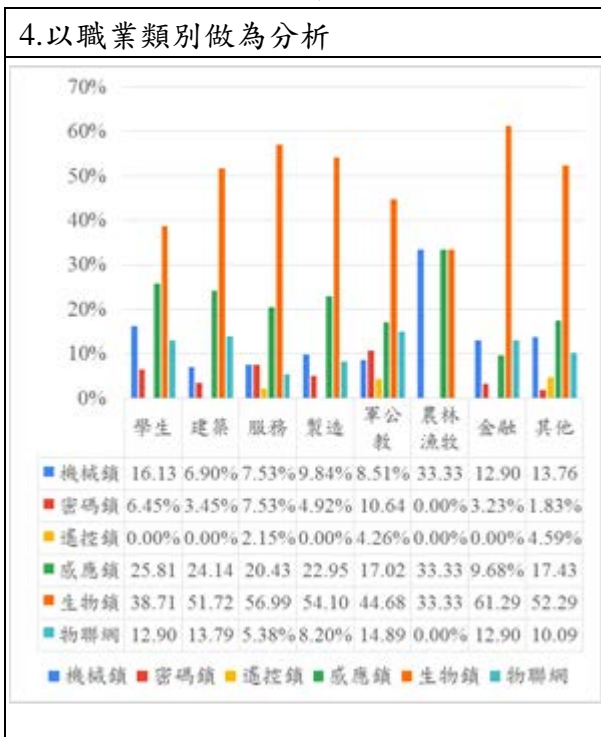
如表 13，以年齡範圍的分析多數較偏好**生物鎖**型式，其次為**感應鎖**型式（其中年齡 20 以下與 61 以上較偏好感應鎖型式），再其次為**物聯網**型式（年齡越輕偏好度越高）。

表 14 問卷分析表-10



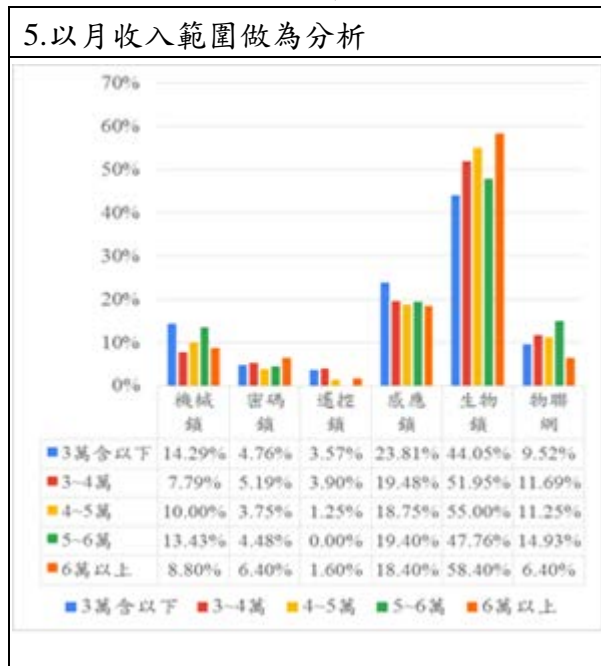
如表 14，以教育程度的分析多數較偏好**生物鎖**型式，其次為**感應鎖**型式。

表 15 問卷分析表-11



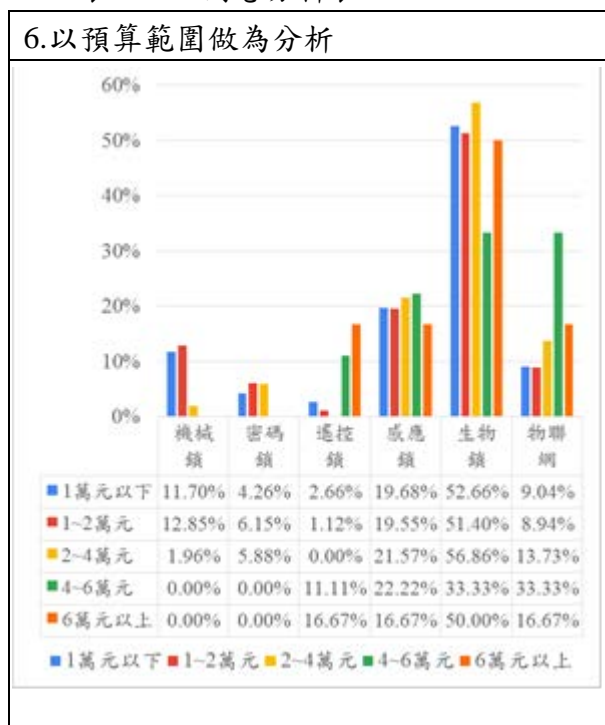
如表 15，以職業類別的分析多數較偏好**生物鎖**型式，其次為**感應鎖**型式。

表 16 問卷分析表-12



如表 16，以月收入範圍的分析多數較偏好生物鎖型式，其次為感應鎖型式。

表 17 問卷分析表-13



如表 17，以預算範圍的分析多數較偏好生物鎖型式，其中月收入 4~6 萬對物聯網型式與生物鎖型式偏好比例一樣多。

四、結論與建議

本研究目的即以既有公寓大廈作為基礎，導入智慧門鎖對於使用者所帶來的效益的認同感及支持度，探討使用者對於智慧門鎖型式的偏好，本章節以電子問卷方式進行調查，依據受訪者所給予的評量，蒐集 433 份彙整分析，研究結果發現：

(一)經由分析後得知 88.22%使用者贊成既有公寓大廈導入智慧門鎖，對於智慧門鎖已有認知，並且認同前述章節智慧門鎖所帶來之效益，有助於未來既有公寓大廈導入智慧

門鎖的推廣，提昇既有公寓大廈的安全性。

(二)受訪者偏好型式之分析，依各分類項目統計發現，較多的使用者對於智慧門鎖的偏好為生物鎖型式，其次為感應鎖型式，因此現階段這兩種型式的智慧門鎖最為貼近使用者需求。

(三)智慧門鎖預算之分析，大部份落在 1~2 萬 43.42%與 1 萬以下 41.34%，如何拉近市場價位與預算間的差異，讓智慧門鎖廣泛使用，這是努力的方向。

(四)物聯網型式智慧門鎖，年齡越輕偏好度越高，由此得知年輕人喜歡嘗新，學習能力強，物聯網型式可能成為未來發展的重點。

本研究經由調查與分析後因考量個人時間、人力無法長期追蹤，建議：

1. 隨著科技的日新月異智慧門鎖推陳出新，使用者的偏好也會隨時間而異動，有必要定期追蹤調查，以掌握潮流變化。
2. 本研究係以問卷方式作為研究工具，惟問卷設計之侷限性且受測者回覆結果容易受到問卷內容、詢問方式而影響，建議後續研究可適時加入訪談等質性方式，以確切了解使用者心中對智慧門鎖的需求，讓智慧門鎖更能夠貼近使用者的期望。
3. 調查與研究分析之結果，有助於相關單

位規劃參考，室內裝修業者導入智慧建築產品時有新的思考方向，讓智慧門鎖導入既有公寓大廈儘量貼近使用者需求，而能受到廣大運用，提昇既有公寓大廈住宅全安性與便利性。

五、參考文獻

1. 劉耀傑，「智慧居家門鎖之物聯網系統」，碩士論文，國立中興大學電機工程學系所，台中 (2018)。
2. 鍾維昭，「智慧住宅系統-以門禁監控為例」，碩士論文，中華大學土木工程學系，新竹 (2019)。
3. 王舜傑，「無參數李克特氏模糊計分模式之研究」，碩士論文，臺中師範學院教育測驗統計研究所，台中 (2018)。
4. 文胤臣，「一種基於物聯網的新型光摩斯密碼電子鎖之設計與實作」，碩士論文，國立金門大學電子工程學系，金門 (2017)。
5. 林谷陶，「既有建築物智慧化改善之研究—以集合住宅為例」，內政部建築研究所自行研究報告，台北 (2015)。
6. 智慧綠建築資訊網，內政部建築研究所 <https://smartgreen.abri.gov.tw/index.php>，(查訪日期 2021.03.23)。
7. 維基百科，自由的百科全書 鎖 <https://w.wiki/37pv>，(檢索日期 2021.03.23)。
8. 維基百科，自由的百科全書 物聯網 <https://w.wiki/38S2>，(檢索日期 2021.03.26)。
9. 維基百科，自由的百科全書 智能鎖 <https://w.wiki/3AEV>，(檢索日期 2021.04.06)。
10. 經濟部傳統產業創新加值中心 https://tiic.mirdc.org.tw/Page.aspx?spage=navigation_02，(檢索日期 2021.04.010)。
11. 財團法人台灣建築中心 <https://www.tabc.org.tw/tw/>，(檢索日期 2021.04.010)。

附表 1-問卷調查

您好：

本問卷調查來自中國科技大學建築系，研究生 蔡其揚（學號：1081746003），研究目的在於調查「智慧門鎖」導入既有公寓大廈對於使用者所帶來的效益、認同感與支持度，以及「智慧門鎖」型式的偏好。藉由研究分析後之結果，提供相關單位未來規劃既有公寓大廈導入智慧建築產品時，能夠有新的思考方向，提高居家安全性與便利性。

問卷共分為三部份探討第一部份問卷為受訪者相關資訊。第二部份問卷，調查了解受訪者是否認同「智慧門鎖」所帶來之效益。第三部份問卷，調查了解受訪者偏好分別為 ①機械鎖（鑰匙） ②密碼鎖 ③遙控鎖（遙控器） ④感應鎖（磁釦、磁卡） ⑤生物鎖（指紋、人臉、虹膜） ⑥物聯網（手機 APP）。以上述六種型式，以何種型式之「智慧門鎖」為偏好。依李克特五級評量表分為：非常同意(5 分)、同意(4 分)、普通(3 分)、不同意(2 分)、非常不同意(1 分)，由受訪者的偏好程度給予評量。

本問卷僅作為「既有公寓大廈導入智慧門鎖使用者偏好之探討」調查研究用，絕不會揭露個資或轉作其他用途，敬請您放心。回答各問項共為五級分請於選項中勾選您的答案，感謝您抽空協助填寫本問卷，再次謝謝您的配合！

中國科技大學 碩士研究生：蔡其揚 學號：1081746003

電子郵件信箱：1081746003@gm.cute.edu.tw

【第一部份】問卷，調查受訪者之相關資訊。	
受訪者資料	
性別	<input type="checkbox"/> 男 <input type="checkbox"/> 女
年齡	<input type="checkbox"/> 21~30 <input type="checkbox"/> 31~40 <input type="checkbox"/> 41~50 <input type="checkbox"/> 51~60 <input type="checkbox"/> 其他
教育程度	<input type="checkbox"/> 國小 <input type="checkbox"/> 國中 <input type="checkbox"/> 高中職 <input type="checkbox"/> 大專院 <input type="checkbox"/> 研究所 <input type="checkbox"/> 其他
職業	<input type="checkbox"/> 學生 <input type="checkbox"/> 金融 <input type="checkbox"/> 建築 <input type="checkbox"/> 製造 <input type="checkbox"/> 服務 <input type="checkbox"/> 軍公教 <input type="checkbox"/> 農林漁牧 <input type="checkbox"/> 其他
月收入	<input type="checkbox"/> 3 萬含以下 <input type="checkbox"/> 3~4 萬 <input type="checkbox"/> 4~5 萬 <input type="checkbox"/> 5~6 萬 <input type="checkbox"/> 6 萬以上

【第二部份】問卷，調查受訪者是否認同既有公寓大廈導入智慧門鎖所帶來之效益，以下有六項，請依認同度勾選。	
1. 您是否同意於既有公寓大廈導入智慧門鎖可以達到安全性的效果？	
<input type="checkbox"/> 非常同意 <input type="checkbox"/> 同意 <input type="checkbox"/> 普通 <input type="checkbox"/> 不同意 <input type="checkbox"/> 非常不同意	
2. 您是否同意於既有公寓大廈導入智慧門鎖可以達到便利性的效果？	
<input type="checkbox"/> 非常同意 <input type="checkbox"/> 同意 <input type="checkbox"/> 普通 <input type="checkbox"/> 不同意 <input type="checkbox"/> 非常不同意	
3. 您是否同意於既有公寓大廈導入智慧門鎖搭配監視系統可以達到門禁的效果？	
<input type="checkbox"/> 非常同意 <input type="checkbox"/> 同意 <input type="checkbox"/> 普通 <input type="checkbox"/> 不同意 <input type="checkbox"/> 非常不同意	



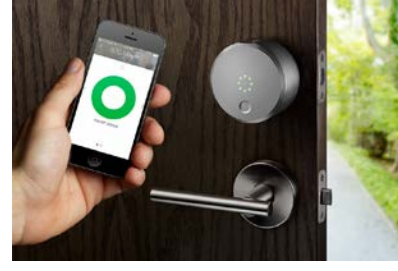
蔡其揚、閻亞寧：既有公寓大廈導入智慧門鎖使用者偏好之探討

4. 您是否同意於既有公寓大廈導入智慧門鎖可以達到方便管理的效果？ <input type="checkbox"/> 非常同意 <input type="checkbox"/> 同意 <input type="checkbox"/> 普通 <input type="checkbox"/> 不同意 <input type="checkbox"/> 非常不同意
5. 您是否同意於既有公寓大廈導入智慧門鎖？ <input type="checkbox"/> 非常同意 <input type="checkbox"/> 同意 <input type="checkbox"/> 普通 <input type="checkbox"/> 不同意 <input type="checkbox"/> 非常不同意
6. 既有公寓大廈導入智慧門鎖您願意花多少預算？ <input type="checkbox"/> 1萬元以下 <input type="checkbox"/> 1~2萬元 <input type="checkbox"/> 2~4萬元 <input type="checkbox"/> 4~6萬元 <input type="checkbox"/> 6萬元以上

【第三部份】問卷，調查受訪者喜好何種型式之智慧門鎖，以下例舉六種不同門鎖型式圖片請參考，勾選您最喜好的型式。

7. 您最偏好的智慧門鎖？

①機械鎖（鑰匙）
 ②密碼鎖
 ③遙控鎖（遙控器）
④感應鎖（磁釦、磁卡）
 ⑤生物鎖
 ⑥物聯網（手機 APP）

<p>①機械鎖（鑰匙）</p>  <p>照片來源： https://encrypted-tbn0.gstatic.com/images?q=tbn:ANd9GcQ_s_fSqREKgSJOAnAaQ9jhA_8L001eDO9_yA&usqp=CAU</p>	<p>②密碼鎖</p>  <p>照片來源： https://img.technews.tw/wp-content/uploads/2017/08/16145028/Lockstare-e1502866240566.jpg</p>	<p>③遙控鎖（遙控器）</p>  <p>照片來源： https://encrypted-tbn0.gstatic.com/images?q=tbn:ANd9GcT4bpEeXRpW-iOxKplbW8c4m_gSEO-nBfcLgA&usqp=CAU</p>
<p>④感應鎖（磁釦、磁卡）</p>  <p>照片來源： https://encrypted-tbn0.gstatic.com/images?q=tbn:ANd9GcT_nqx9VNsEuG4tF1C6wWWv0kpgS8xJNtF-HQ&usqp=CAU</p>	<p>⑤生物鎖（指紋、人臉、虹膜）</p>  <p>照片來源： https://i2.kknews.cc/SIG=3d84g4k/ctp-vznt/15375139210190sp9302sp5.jpg</p>	<p>⑥物聯網（手機 APP）</p>  <p>照片來源： https://archiwum.allegro.pl/image/imagesNEW/big/6b90d38f5146f53a0ab1d05c00fd28ee41d4fcfe534d827448cc9723e46e4f61</p>

以通用設計之原則分析百貨公共空間

劉時泳¹ 洪珮蓁¹

¹中原大學室內設計學系 助理教授

²中原大學室內設計學系 研究生

摘要

隨著世代的變遷，人們對於生活型態與移動空間的轉變，和即將面臨的氣候劇烈的變化，對於這樣的環境變化，安全且舒適的室內空間成為時下必不可少的選擇。本文將根據通用設計的七項原則為基礎，將百貨公司的公共空間區分出五項空間性質，以七項公共空間之準則分析。本研究結論如下：1.台灣各地區域較具代表性的百貨公司中公共空間的設計規劃對於各個族群的重視程度。2.使用七項準則評斷該空間，列出評分之標準。3.百貨公司為需要吸引更多且大量的人成為商業目的，應該朝向為所有族群做出更加全面性的設計為目標。

關鍵詞：通用設計、作品分析、百貨公司、公共空間、無障礙設計

Analysis of public space of department store based on the principle of universal design

LIU SHIH-YUNG¹, HUNG PEI-JEN²

¹Assistant Professor, Department of Industrial Design, Chung Hua University

²Graduate Student, Department of Industrial Design, Chung Hua University

Abstract

With the change of generations, people's living styles and mobile space are start to change. And with the dramatic climate changes they are about to face, for such environmental changes, safe and comfortable indoor space has become an indispensable choice nowadays. This paper will be based on the seven principles of universal design as a standard, divide the department store space into five space properties on the public space and analyze it with seven spatial principles.

The conclusions of this study are as follows: 1. The design and planning of the public space in the representative department stores in various regions of Taiwan attaches great importance to each ethnic group. 2. Use seven criteria to judge the space and list the criteria for scoring. 3. In order to attract more and a large number of people as a commercial purpose, department stores should aim to make a more comprehensive design for all ethnic groups.

Keywords: Universal Design, Work analysis, Department store, public space、Barrier free

一、緒論

1.1 研究背景

在歷史的推演下，「購物」在不同的古代文明早已出現，在古羅馬，圖拉真市場 (Trajan's Market) 的 Taberna 就是一種小零售商店，而在中國，很早已有大型的交易市場，稱為市集。至今則形成百貨公司這樣的室內大型公共空間，在這個場所中，不難發現到在人流容易聚集的公共空間中，空間設計中需要非常大量的設計思維去應變各個族群，例：孩童、高齡者、視聽障者以及肢體障礙者。

1987 年，美國設計師羅納德·麥斯 (Ronald L. Mace) 開始大量的使用「通用設計」，雖然通用設計已是老調常彈，但是在現實中，仍然會看到行動不變的人們在許多公共空間中移動無法順利移動，儘管可以看到在台灣對於這樣的族群設置許多輔助設施和提供多樣化的服務，但更多時候還是需要花費大量的精力、時間去輔助這些問題，所以需要研究和調查是何許原因導致。

即使設計出大量的輔助設施，往往又會發現許多無障礙設計對於許多一般的人卻是造成多餘的存在，甚至破壞空間美感，所以此研究便是探討在百貨商城中，空間中的設計空間是否有合乎通用設計的基本原則，因此想以此做為研究題目與目標。

1.2 研究動機與目的

台灣自 1980 年及 1981 年相繼公布《殘障福利法》及其施行細則，奠下我國推展身心障礙福利服務之基礎之後，為了落實聯合國身心障礙者權利公約，2014 年 12 月 3 日公布施行之《身心障礙者權利公約施行法》並且又在隔年 2015 年時又再次修正了《身心障礙者權利保障法》透過修訂法案看到國家對於行動不便者的關懷程度日以俱增，以及於西元 2008 年公布建築物無障礙設施規範，可以看到儘管是已經討論多年的議題，隨著時間，也會加以改變或是注意到更多，所以此現況看來這是足以持續討論的議題

和題目。雖然通用設計早在 1970 年代早已被許多人研究和探討，但是即使到達現今社會，還是有許多不足的地方，甚至是現在高齡社會已是全球化的現象，因此以現今的智慧與技術，希望以百貨公共空間為例，得以使通用設計的設計原則能夠更加運用到國內的公共空間之中。

1. 了解百貨公共空間對各個性質空間的規畫與使用。
2. 建立百貨公共空間以通用設計標準來審核。

1.3 名詞釋義

為使本研究的範圍明確，茲將所涉及的重要名詞加以解釋分析，如下：

1. 通用設計：本研究所使用的名詞為在我國最為常見的名稱，也可稱為「全民設計」、「全方位設計」或是「廣泛設計，是指不為特定人所使用的產品、環境及通訊。
2. 無障礙設計：在本研究中所使用的意思為排除身心障礙者進行社會性活動時所會使用到的範圍障礙。此語始於使用為 1974 年，聯合國身心障礙者生活環境專家會議提出「無障礙設計」報告書。
3. 百貨公共空間：本研究種所使用的意思為「公眾可共同享用的空間」，意旨所有人可以不受限制便可進入，且四處張望而不購物，然而與商店的意圖不相關的活動並非完全不受約束的空間，亦稱為「半公共空間」。

1.4 研究範圍與限制

如何明確得知使用通用設計在百貨公共空間上的運用和如何使用，並且在各項空間中以是否有達到設計當中的 PPP 七項原則和三項次要原則，以及觀察使用者對於公共空間所設計的輔助設計是否有其他方式使用，例如扶手設計、導盲磚設計等。

將通用設計於公共空間使用標準之準則詳細列出在此空間有哪些地方是開放給客

人身分的使用者來設計，列出該空間的所有細項，再搭配級距將此空間客觀地給予評分。

許多輔助設計為了達到給予不便人使用，卻往往忽略了一般人使用上的不便，像是導盲磚的設計，突出的設計有時反而會造成行人絆倒，或是輪子卡住之現象，以及像是過多的扶手設計導致空間給人感覺凌亂，想以這方面的問題在更深的研究探討。

實地探訪各大百貨公司，以使用者的角度在空間中穿梭移動，觀察使否有以通用設計中的七項原則原則以及三項次原則作為空間設計標準。

閱讀相關的文獻，來分析是否有適用於百貨公共空間的準則，以便設定評分標準。

二、文獻回顧

2.1 百貨公共空間概念

公共空間，又可稱為公眾場所、公眾地方亦或是公共場所，是無需任何條件所有人都可以輕易進入的場域，百貨商場與公共空間共生的關係，始於 1990 年代私人發展的公眾休憩空間 (Privately Owned Public Space)，但是有些公眾場所看似「公共空間」但事實並非如此，因此出現相關文章重新定義此場域，「半公共空間」或「偽公共空間」等名詞概念，使用來形容這些具有公共性但是卻存在著限制性的場域。百貨商場的在空間上的使用定義可以透過 Benn 和 Gaus(1983) 訂立的三大項準則：接觸和進出空間的難易度和自由度(access)、開發和管理機構或團體的性質(agency)以及涉及的利益和目的(interest)來分析說明。

在第一項百貨空間在於對人和人而言是否為自由進出的項目來看，此場域基本上是對於任何人都是保持著開放的空間，但是卻存在著管理公司的監控，例如保全人員等相關措施，過濾掉不備受歡迎的特定人物，也在企業管理下，有著開放時間上的限制，讓人在使用空間上有著無形的拘束。雖然與傳統的公共空間無條件接受所有人，但是在基

於營業目的，對於人流還是相當重視的。

第二項開發和管理機構或團體的性質(agency)，百貨商場為企業管理的場域，空間上的運用有著營業目的存在，商場通常不屬於政府機構，與傳統公共空間的所屬性質有異，但商業角度出發，百貨公共空間也有其價值，企業不僅有責任，並且有能力去提供出色的公共空間。狀態良好且管理的商場空間，可以透過高素質的環境來吸引人流，並且帶入更多樣化的商機，令空間的使用者有著更多的選擇性，這是個良好的互利關係。

最後一項空間所涉及的利益與目的，以上述第二項所言，百貨商場所存在的理念就是為了創造出更多更大的商機，所有空間的規劃都是為了營業、商業所打造，這也與傳統公共空間原本的意思相悖，但是在時代的轉變之下，許多商場漸漸地將「廣場」空間概念帶入到商場內部中，使得在此場域有著舒適且具有座位的設施，使得儘管是小朋友或是年長者甚至是身障者能夠在此空間有著休憩的環境，即使不需要消費可以在此空間活動。

所謂的新型態的公共空間，便是以百貨商場空間解釋最為合宜，隨著社交與生活模式的變化之下，百貨商場雖然存在著有時間、空間、條件上的限制，但是基本是對任何有意進入的人不受限制，與傳統定義下的公共空間相輔相成，並且透過政府對於此場域的規劃與制定相關政策之下，以保障使用人在空間中安全上的保障，享有高品質的公共環境，讓商業與公共空間共存且壯大，甚至相得益彰。

2.2 通用設計與無障礙設計差異之環境分析

「通用設計環境」的意思為，在此區域所有的規劃都將以通用設計所賦予的七項原則以及三項細則所打造的場域。通用設計所考量的使用者族群是不分年齡大小、身體障礙有無、男女性之別以及不同國籍，亦即考量所有的人(For all)為目標(吳可久，2006)，使得所有人都能夠不限拘束的自由活動、生

活。「通用設計」(Universal Design)之理念為主張所有設備及人造環境(如建築物、公共戶外空間、人行道等)之規劃設計,均應全面性考慮所有使用者,包括老弱婦孺及身心障礙者等,相對於無障礙輔助設計是減法設計,而通用設計則是加法設計且設計應簡單易於操作,同時也對任何人來說都是適用的。其七項基本原則如下:

1. 公平使用 (Equitable in Use) : 任何人都可安心安全的使用。
2. 彈性使用 (Flexibility in Use) : 可依據個人能力,選擇使用方法,提供足夠之使用彈性。
3. 簡單直覺 (Simple and Intuitive) : 憑直覺就可了解如何使用。
4. 識別資訊 (Perceptible Information) : 考慮個人不同之感官能力,提供正確、必須且易懂之資訊。
5. 容差納誤 (Tolerance of Error) : 容許操作錯誤,誤用亦不致引起危險或損壞。
6. 節省體力 (Low Physical Effort) : 可以極小的力量操作減少身體的負擔。
7. 空間尺寸可及性與易使用性 (Size and Space for Approach and Use) : 提供容易到達之途徑及足夠之操作空間。

「無障礙設計環境」(barrier-free environment design)的出現且使用到政策以及普及化到日常生活之中,已經是1950年代之後的事。源至於北歐國家為了解放身障、弱智族群,使其族群能夠回到一般社會化的制度之下,主張讓身障者們能夠和一般人同樣在社會地域之下共同生活,使身心障礙者回到社會主流(main-stream),達到社會整合、統合(integration)的目的,以「強調以健康正常人為主所生活的社會不是正常的社會」,很快此理念便由北歐各國傳向世界,以至丹麥人卞·麥克遜(N.E. Bank-Mikkelsen, 1950)提出了「正常化原則」的觀念,為身障者們的「移動」賦予保障,打造一個人何人通行無阻的社會環境。

通用設計與無障礙設計之間最大的差別在於所要服務實現的對象不同,無障礙設計所訴求的對象為身心障礙者以及老年人,但是通用設計所面對的族群不只侷限此族群,而是所有人,不管是健康或不健康,所以由此看來通用設計為無障礙設計的延伸,並且通用設計在觀念使用上較無障礙設計主動,且在在乎的範圍更加廣闊,如果說無障礙設計是為了去除障礙物所設計的「減法設計」,而通用設計則為了滿足更多人所設計的「加法設計」。

「百貨」,指各種貨物。語出《禮記·禮運》:“禮行於社,而百貨可極焉。”因此在百貨公共空間之中,為了創造出足以滿足人潮的環境,並且以所有族群都為潛在能力客戶的主旨,通用設計環境勢必不可忽略,並且因應時代的變遷,較傳統產業所瞄準的族群也更加不同,也更寬廣。

三、 規劃設計方法與流程

3.1 研究案例

臺灣位於亞洲東部,居於東北亞和東南亞交會處,總面積為36,188平方公里,南北長394公里,南北狹長,東西窄,形似番薯。地勢東高西低,地形主要以山地、丘陵、盆地、台地、平原為主體。山地、丘陵約佔全島總面積的三分之二。地殼被擠壓抬升而形成的山脈,南北縱貫全台,其中以中央山脈為主體,地勢高峻陡峭。生活在台灣這片土地之下,儘管與各國家相比,只是一塊小小的海國島嶼,但是經濟發展卻毫不遜色,以中央山脈分割為西半部和東半部,在西部區域的由北、中、南以及東部區域都有百貨公司的發展,以下將列出各個區域的百貨公司。

1. 案例一:本案為位於台灣台北市松山區的一間中型購物中心,屬於微風廣場的分店之一,自2013年8月起由微風集團接手經營,營業面積約為5,700坪。現址前身曾為環亞百貨、鴻源百貨、環亞購物廣場、勤美環亞購物廣場及MOMO百貨。



圖 1 微風南京百貨公司之建築外觀

(資料來源：walkerland 網站)

2. 案例二：位於臺中市西區臺灣大道與美村路口，鄰近國立自然科學博物館、金典酒店、勤美誠品綠園道及草悟道，1995 年 11 月 11 日開業，營業面積約 12,000 坪，使 1990 年代日正當中的台中車站站前的自由路、中正路百貨商圈逐步向西轉移。



圖 2 台中廣三 SOGO 建築外觀

(資料來源：travel.taichung 網站)

3. 案例三：2002 年開業，開幕之初為東南亞獨棟面積最大的百貨公司，曾更名「台南西門店」，位於臺南市中心商業區。與其他分店最大不同之處，本館一樓稱為 G 樓 (Ground Floor)，實際的二樓以上才稱為一樓、二樓等。建築樓地板面積高達 71,363 坪，是新光三越體系面積最大分店。



圖 3 台南新光山越新天地之建築外觀

(資料來源：skm.com 官網)

4. 案例四：位處宜蘭市都市計畫南門地區細部計畫商業區，此地為宜蘭縣政府舊城區內舊宜蘭監獄搬遷後，再經市地重劃的商業區土地，屬於南門計畫的一部分，並為縣府整體舊城再生文化廊帶的一環。蘭城新月廣場最早原本是家樂福在宜蘭的第一個據點，並搭配社區型量體的商場，但環華豐的董事長江國星，看上雪隧通車後的商機，決定將蘭城新月廣場改成有 Outlet 百貨商場、五星級飯店、量販店、影城等各種商業設施的複合式商業建築，可以讓不同消費者一次滿足各自觀光與在地購物的需求。



圖 4 蘭城新月廣場百貨公司之建築外觀

(資料來源：lunaplaza 網站)

3.2 研究方法

本研究將以質性研究方法探討進行。質性研究為研究者利用自己的親身經歷，針對所要探討的人類活動領域，發生的事件或現象進行有系統性的整理，並且將觀察、紀錄加以分析統整，並且將研究結果得以歸納敘述的一種研究方法，目標為了將整體事件會運用歸納、比較、對照的方式進行資料分析，最後發展出新理念或新思維，並作為建構理論的基礎。

3.3 研究工具

透過資料整理的方式，將文獻分析，主要以次級的研究料為主，廣泛收集國內外的相關資料，包含與有關機構、政府機構、民間企業機構、非營利團體等研究之專刊、期刊、碩博士論文、網路資料網誌以及政府出版品等。

3.4 研究之實施

本研究透過(吳可久, 2006)應用通用設計原則於公共圖書館空間規劃分析一書中所列舉出來的, 以達到「公平使用(Equitable in Use)」的精神, 利用此條件作為評比百貨公共空間檢測, 並且在規劃公共空間時應為秉持的主要準則(Rule of thumbs), 總共七項如下:

1. 地面是平整且連續的。
2. 不同使用族群需求差異與共用調適。
3. 障礙別差異與替代性感覺之彈性輔助。
4. 開闊的視線與直覺的環境認知。
5. 標準化實體空間與客製化資訊服務之介面整合。
6. 避免耗費體能的設施及不容易起身之座椅。
7. 簡單之態度與訴求文化意涵與舒適程度之滿足。

3.5 研究資料處理方法

本研究針對台灣西部地區和東部地區, 各區域較具代表性的百貨公司的公共空間進行調查, 以評估紀錄的方式蒐集百貨的環境資料以及空間設施合乎通用設計基本原則之因素。由所列的台灣各地區域4間百貨公司的公共空間, 可依空間屬性區分其機能性, 分別為五項性質空間如下:

1. 日常生活性質空間: 提供日常之需所使用的空間, 例如: 廁所、走道、樓梯間、電梯、手扶梯等空間。
2. 消費移動性質空間: 販售以及展示商品的空間, 例如: 名牌精品專櫃、零售商品花車等空間。
3. 休憩性質空間: 提供桌椅短暫休息的空間, 例如: 美食街區的用餐區、VIP 休息室、廁所前走道等空間。
4. 服務性質空間: 提供服務人員辦公使用, 例如: 服務台、諮詢台、貨幣兌換櫃台等空間。
5. 開闊活動性質空間: 不定期舉辦活動的

場地, 例如: 展示區、廣場、噴水池等空間。

四、研究資料分析與討論

本研究進行的四間百貨公共空間的環境調查, 透過表格分析將五項性質空間分別為空間1、空間2、空間3、空間4、空間5; 七項準則分別為(一)、(二)、(三)、(四)以及(五)承列於表。

4.1 案例一分析

透過(表1)可以看到, 在此案例中, 空間1類別為通道空間居多, 地面皆為階梯或是坡道, 所以此空間未能取得此條件。而在空間2、3為較多人來人往的空間, 且空間性質在於需要取得最大量的空間利用以至達到行銷效果, 所以在這兩空間中對於需要停留的顧客不會特意放置過多的休憩產品, 以達到快速人潮流動。

表1 依案例一評比準則空間列表

空間/準則		(一)	(二)	(三)	(四)	(五)	(六)	(七)
案 例 一	空間 1		○	○	○	○	○	○
	空間 2	○	○		○	○		○
	空間 3	○	○		○	○		○
	空間 4	○	○	○	○	○	○	○
	空間 5				○			○

4.2 案例二分析

透過(表2), 在此案例是較為老舊的建築物, 空間設置偏為舊時的設計觀念, 可以看到在空間2、3的空間設置都有需要改善的部分, 例如動線規劃較狹小, 無法應變特殊時期的大量人流。

表2 依案例二評比準則空間列表

空間/準則		(一)	(二)	(三)	(四)	(五)	(六)	(七)
案 例	空間 1		○	○	○	○		○

二	空間 2	○			○	○	○	○
	空間 3	○			○	○		○
	空間 4	○	○	○	○	○		○
	空間 5			○				○

4.3 案例三分析

透過(表 3)看到,在此案例的空間規劃較為完善,但在空間 3 的部分僅只有準則(一)、(五)以及(六)有達到條件,在此可以了解到此空間性質偏向擁擠且繁雜,如果使用輔助工具者在此空間移動上較為困難。

表 3 依案例三評比準則空間列表

空間/準則	(一)	(二)	(三)	(四)	(五)	(六)	(七)
案例三	空間 1		○	○	○		○
	空間 2	○	○		○	○	○
	空間 3	○				○	○
	空間 4	○	○	○	○	○	○
	空間 5			○	○		○

4.4 案例三分析

透過(表 4),此案例重視觀光經營,也強調打造出親子共遊的的宣傳,所以可以看到在空間 3 與空間 4 的部分幾乎達到滿分,僅在準則(四)的部分,由於裝飾過多的關係,導致資訊過多不易辨識

表 4 依案例四評比準則空間列表

空間/準則	(一)	(二)	(三)	(四)	(五)	(六)	(七)
案例四	空間 1		○	○	○	○	○
	空間 2	○	○		○	○	
	空間 3	○	○	○		○	○
	空間 4	○		○	○	○	○
	空間 5	○	○	○			○

4.5 統整案例分析

表 5 依公共空間準則評比案例空間列表

空間/條件準則	(一)	(二)	(三)	(四)	(五)	(六)	(七)
案例一	空間 1		○	○	○	○	○
	空間 2	○	○		○	○	○
	空間 3	○	○		○	○	○
	空間 4	○	○	○	○	○	○
	空間 5				○		○
案例二	空間 1		○	○	○	○	
	空間 2	○			○	○	○
	空間 3	○			○	○	○
	空間 4	○	○	○	○	○	○
	空間 5			○			○
案例三	空間 1		○	○	○		○
	空間 2	○	○		○	○	○
	空間 3	○				○	○
	空間 4	○	○	○	○	○	○
	空間 5				○		○
案例四	空間 1		○	○	○	○	○
	空間 2	○	○		○	○	
	空間 3	○		○		○	○
	空間 4	○		○	○	○	○
	空間 5	○	○	○			○

整合四間案例公共空間,可以發現在符合所有條件的案例微乎其微,以準則(一)而言,在日常生活性質的空間除了廁所空間一區,其他皆為交通走道,所以在這部份很能達到標準,但在消費空間以及服務空間,卻非重視這塊,因此所有案例皆為達到。

再看到在準則(四)以及準則(七)的部分,開闊的視線以及歸納整合的消費空間,四個案例會依照每層樓的消費性質作為樓層分類,幾乎不需要依靠指示,就能明瞭此樓層的商品類別。

五、 結論與建議

通用設計的應用所包含的範圍廣泛,有環境、商品、都市計畫、公共空間以及服務,於本研究而言,百貨公共空間為非傳統公共空間的概念,它是屬於私人但是卻又開放人群,屬於企業商業化經營的一部分,在企業與社會之間有著需要重視的部分,企業貢獻於社會,而社會則是讓企業生存下去的存在,兩者互相發展,也一起面對時代如洪水湧來的變遷,如果社會能夠穩定發展且繁榮,那麼人民的消費與選擇自由便能夠使得企業長期經營,在這樣的環境下,才能使得兩者間為穩定發展。

在全球面臨而來的問題不僅是氣候的變遷,以及隨即而來的全球老化,在這樣的情勢之下,人們對於生活的意識也隨著改變,

在天氣炎熱之下或是連續幾日的狂風暴雨的日子，人們移動的空間便會由戶外轉移至室內之中，室內的空間就會形成為了因應大量的人流而將所有生活條件放入之中，並且也帶來大量商機。本研究透過實地案例調查，探尋在各大百貨空間中的公共空間對於多類型的族群是否有達到友善的標準值，依結果看來是還有待加強的。需要再探討如何構築能夠包容不分人群且照顧到少數族群的公共空間。

參考文獻

1. 吳可久，通用設計之意義與發展，臺灣建築學會 會刊雜誌 (2012)。
2. 蘇靜怡，導入通用設計理念於行政措施之成效探討：以日本靜岡縣為例 (2007)。
3. 張志源、褚政鑫、張乃修，視障者空間認知與無障礙環境之研究，內政部建築研究所協同研究報告 (2015)。
4. 吳可久，應用通用設計原則於公共圖書館空間規劃之分析 (2006)。
5. 邱雨柔，以通用設計觀點探討老人中心設計：以台北市為例，台灣建築學會建築學報第 109 期增刊(高齡、無障礙與通用設計專刊)，51-68 頁 (2019)。
6. 陳圳卿，通用化公園規劃設計研究，內政部建築研究所委託報告 (2009)。
7. 曾思瑜，從「無障礙設計」到「通用設計」-美日兩國無障礙環境理念變遷與發展過程，設計學報第 8 卷第 2 期(2003)。
8. 李昱陞、許慧如、陳俊翰，通用設計理念於友善行動導覽服務的實踐-以國立臺灣美術館為例 (2016)。
9. 司徒世翰，都市開放空間及其活動型態之探討-以台中市都市開放空間為例，設計學報第 3 卷第 1 期 (1998)。
10. 建築香港網站，公共空間的概念與實現，引用於 2011 年 2 月 1 日,取自 <https://alfredhsh.blogspot.com/2011/02/blog-post.html> (2011)。
11. 拓展公共空間網站，公共空間的概念，引用於 2015 年 5 月 3 日,取自 <http://www.hkpsi.org/chi/publicspace/concepts/> (2015)。
12. May Chan，商場與公共空間的前世今生，引用於 2018 年 8 月 6 日,取自 <https://p-articles.com/critics/182.html> (2018)。
13. 侯志仁，商場與公共空間的前世今生，城市造反—全球非典型都市規劃術。引用於 2017 年 5 月 17 日,取自 <https://eyesonplace.net/2017/05/17/5427/> (2017)。

歷史性建築修繕環境風險因子之防災管理

徐淑華¹ 游本志² 張震鐘³

¹中國科技大學土木與防災系碩士班研究生

²中國科技大學土木與防災系副教授

³中國科技大學室內設計系助理教授

摘要

本研究主要目的為擬定歷史性建築修繕環境風險因子的防災管理模式。將修繕期間可能發生之環境風險因子做彙整，進行防災管理及資料庫的建置，提供後續維護管理資訊，以期延續其生命週期，並達到防災與減災之效能。

關鍵詞：歷史性建築、防災、減災

Research on Disaster Environment Risk Factors of Historic Building Renovation Project Apply BIM Maintenance Management

Shu Hua Hsu,¹ Been-Jyh Yu², Chen-Chung Chang³

¹ Master's student, Department of Civil Engineering and Hazard Mitigation,
China University of Technology

² Associate Professor, Department of Civil Engineering and Hazard Mitigation,
China University of Technology

³ Assistant Professor, Department of Interior Design, China University of Technology

Abstract

The main purpose of this study is to formulate a disaster prevention management model for environmental risk factors in the restoration of historic buildings. Collect the environmental risk factors that may occur during the repair period, carry out disaster prevention management and database construction, and provide follow-up maintenance and management information in order to extend its life cycle and achieve the effectiveness of disaster prevention and mitigation

Keywords: Historic buildings, disaster prevention, disaster mitigation

一、研究動機

我國既有建築面臨結構老化的問題日趨嚴重，根據 2020 年 6 月內政部不動產資訊平台統計，住宅屋齡中位數為 29.8 年，50 年以上老屋占比超過 25%，顯示國內將有大量建物面臨使用壽命終結的情況。然而，歷史性建築透露出建築物本身走過的歷史，並反映了時代的演變，具有重要價值。因此，都市更新不盡然是拆除重建，整建維護也是重要手段。對既有歷史性建築進行修繕就成了延續其生命週期的重要方法。本研究將歷史性建物本體劣化狀況進行修繕時，在盡可能保有歷史性建物風貌的狀況下，將設計及施工期間可能產生之環境風險因子做彙整評估，提供施工現場之防災管理及後續維護管理資訊，以期達到防災與減災之效能。

二、研究目的

本研究針對歷史性建物修繕工程為研究範圍，蒐集相關文獻加以彙整評估並透過實際案例的方式進行探討，瞭解修繕過程可能面臨之環境風險因子，提供施工現場之防災管理及後續維護管理資訊，達到防災與減災之效能。

本研究目的歸納如下：

1. 探討歷史性建築修繕環境風險因子。
2. 歷史性建築修繕工程防災管理。

三、文獻回顧

在傳統街屋中，以迪化街的仿巴洛克式建築最為亮眼。如何透過整修呈現以往風華，這些街屋除了外表令人賞心悅目外，還能使人了解當時住戶的財富以及每個時期不同面貌，是重要的課題。

透過文獻回顧發現有利用數位模型做為耐震評估應用，如 BIM Dynamo 應用在歷史建物耐震評估之研究-以日式宿舍為例(胡采蘋/2018)。

本研究案例係以歷史性建築修繕環境風險因子之防災管理數位模型，來探討

修繕時的防災管理並改善 2D 平面不易判讀及文件不易保存及傳遞的問題。

表 3-1 參考文獻

項次	論文出版年份	作者	論文名稱	研究方法或研究成果
1	2018	李孟舟	舊屋修繕-案例探討研究	舊屋翻新修繕之施工，研究都市地區人民對於居住的環境屋況及室內的裝修品質所需之工程施作及材料的適用性
2	2018	胡采蘋	BIM Dynamo 應用在歷史建物耐震評估之研究-以日式宿舍為例	本研究基於 BIM 之特性，應用 Autodesk Revit 中之 Dynamo 自動擷取 Revit 模型中各壁體、空間之屬性資訊，計算壁倍率。使用 Dynamo 自動擷取結構參數，依相關參數直接得到『木造住宅の耐震精密診斷と補強方法』評估方式之耐震評估結果。
3	2018	林怡利	老舊建物補強修繕評估及關鍵因素之研究	<ol style="list-style-type: none"> 1. 「結構性能」是老舊建物補強修繕最為關鍵之評估指標，其餘依序為「防火避難」、「墜落物危害」及「預算財源」。 2. 「預算財源」乙項，可運用「獎勵補助」及「減稅措施」等誘因，鼓勵居民申請建物補強修繕。 3. 經由常態性維護保養工作，將可提升建築物抗老化性能並延長大規模整修週期。 4. 政府應訂定相關法令並支持開放老舊建物修繕補強相

			關資料，提升民眾居安思危之危機意識			-以長安段工地為例	壁及開挖、逆打施工等，依據現有案例施工過程經驗提出建議，讓施工中不確定因子降到最低，達到安全施工、順利改建目的。						
4	2015	張猛振	歷史建築修復研究-以屏東縣勝利新村日治時期官舍建築為例	一、建築特色的突顯，依原貌進行修復。 二、修舊如舊，以不影響原有建築構造與空間氛圍為原則。 三、舊材保存，依照構件之原有形貌仿作。 四、原構造之補強。 五、防蟲系統的加強。	7	2013	洪宗榮	歷史建築安全評估	調查研究包含歷史人文調查、建築型制、現地測繪、損害調查、水文調查、結構安全鑑定、非破壞性檢測、軟體模擬分析等項目。				
5	2014	李冠宏	歷史建物檢維修系統初步建置	本研究透過雲端概念，建立歷史建築整體檢測系統，以Android作業系統開發可於(GWT)網頁平台上執行的歷史建物檢測系統應用程式(APP)，提供作業人員檢測表單，即時將檢測資料上傳於資料庫中，藉由雲端運算服務加速檢測作業流程，促使歷史建物檢測作業得以「制度化」、「自動化」、「快速化」的目標；同時，將雲端服務應用於歷史建物檢維修系統，亦可達到資源共享，並降低使用及維修成本。	8	2012	張育琪	研擬古蹟、歷史建築保存與修復專業能力	本研究結果顯示，「基礎圖面繪製」、「防災計畫」、「歷史與建築研究」與「現況測繪」係為歷史建築保存與修復之較重要專業能力。歷史建築保存與修復方面，首要應探討歷史建築本身之價值性、真實性與多樣性，並藉由現況測繪與基礎圖面繪製等記錄方式，來研擬合適之防災計畫以進行妥善修護及保存。				
6	2014	王顯正	舊有建物基礎改建施工案例探討	本研究藉由施工案例探討，將施工過程及經驗完整記錄，提供未來相關工程於規畫及施工中可參考，針對此類都更案例提供鄰房保護措施、安全監測配置、假設工程規畫、深導溝施工、連續	<p>四、研究方法</p> <p>1. 文獻回顧：</p> <p>蒐集相關的圖書、論文及資訊，加以彙整、分析、歸納。文獻回顧為本研究的重要環節，透過學者們的研究理論及專家們的實務經驗，來增進自己對於本研究的深度瞭解，並能支持本研究之進展。</p> <p>2. 環境風險因子評估：</p> <p>以土木工程防災探討環境風險因子。</p> <p>表 4.1 環境風險因子</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>評估項目</th> <th>環境風險因子</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>火災</td> <td>1. 鄰房建物延燒風險。</td> </tr> </tbody> </table>					評估項目	環境風險因子	火災	1. 鄰房建物延燒風險。
評估項目	環境風險因子												
火災	1. 鄰房建物延燒風險。												

風 險	2. 原有植栽燒毀風險。
	3. 消防救援系統。
地 震 風 險	1. 歷史性建築所在地震區劃分。
	2. 歷史性建築歷年震災調查及受災狀況。
	3. 有無活斷層及周邊地形。
	4. 土壤液化調查。
水 災 風 險	1. 淹水區及淹水高度。
	2. 災害歷史，是否造成受損。
	3. 周邊地形地物，腹地高程、坡地、懸吊物等。

五、研究成果

本研究成果：應用 BIM 資訊模型化，以 Revit 建置修繕維護管理表單，提供歷史性建築修繕工程防災管理訊息，延續歷史性建築之生命週期。並以實際案例說明。

5.1 建置修繕維護管理表單

歷史性建築修繕工程應用 BIM 資訊模型化，以 Revit 建置修繕維護管理表單。舉例說明，建置之「門窗明細表」，除了平立面圖可標註的尺寸之外，可以詳細記錄所用之材料、型式、修繕狀況等細項(如圖 5-1)；案例建置之「牆及水位監測設備明細表」，可將相關修繕部分及監測設備建置合併表單，有利於後續維護管理，其中可建置環境風險因子之詳細資訊及外部聯結，表單建置水災災害歷史及淹水潛勢區域查詢聯結(如圖 5-2)；假設修繕案例位於土壤液化高潛勢區域，建築物主體修繕前之地盤改良亦可建置表單，詳細記錄施做工法、材料及環境風險訊息—地震區域劃分、災害歷史、土壤液化潛勢區域查詢聯結等(如圖 5-3)。

以 Revit 建置修繕維護管理表單，在建立修繕項目清單(如圖 5-4)的同時可顯示 3D 模型中相對應的位置(如圖 5-5)，亦可連結外部資訊查詢(如圖 5-6)。

5.2 研究案例說明

本研究以鄰近台北市迪化街一段尾十連棟街道其中一棟歷史性建築為案例。目前街道為紅磚塊建造巴洛克式房屋，屬「大稻埕歷史風貌特定區計劃」範圍。本案例修繕前外觀及鄰近街道(如圖 5-7、5-8)。



圖 5 7 案例外觀

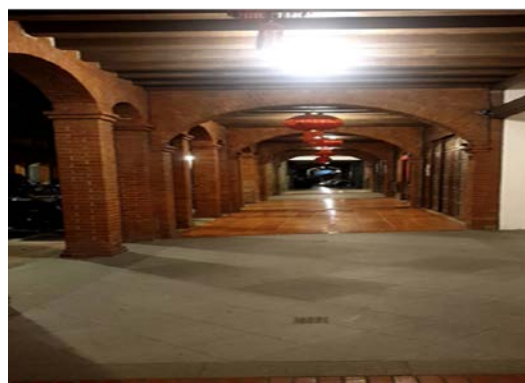


圖 5 8 案例周邊街道

5.3 歷史性建築 BIM 資訊模型數位化

本案例以 Revit 建置管理表單為保持歷史性建築原來之風貌，牆面以修舊如舊之原則進行修繕。

六、結論

從傳統手繪的建物施工圖，發展到 2D 的 CAD 圖面，由於科技的進步讓我們可以 3D 方式更有效的保存建築在各個生

命週期中的各項數據，如何運用數位模型以降低損害原歷史建築本體及施工人員的罹災的風險。

本研究成果，可供歷史性建築修繕設計及施工現場之防災管理及後續維護管理資訊，達到防災與減災之效。

表 6-1 各時期繪圖技術差異比較表

	手繪時代	CAD時代	BIM時代
製圖方式	人工手繪	電腦	電腦
各視圖取得方式	人工繪製各視圖	電腦繪製各視圖	主模型即可取得
圖面修正	人工手繪修正	各模型均須修正	主模型修正相對應構即可
運算技術	人工計算	中	強
周邊支援軟體	無	少	多
精準度	低~中	高	高

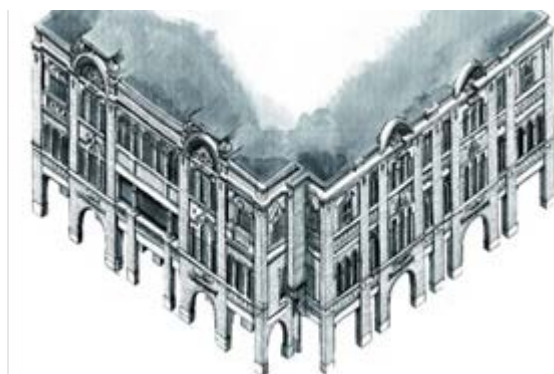


圖 6-2 傳統手繪設計圖

資料整理自 Nuomi's Facebook



圖 6-3 CAD 設計圖

資料整理自 888 營建互聯網

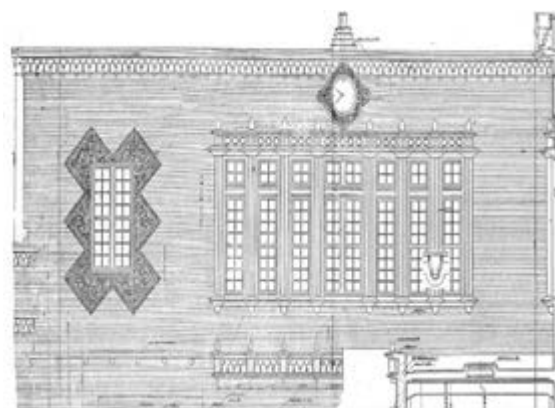


圖 6-1。傳統手繪設計圖

資料整理自臺灣建築史閱讀筆記

數量	位置	單位	窗/門	材料	備註
439	FL1	280	木材	修飾紅窗	
81	FL2	68	流磁土窗花		
81	FL2	68	流磁土窗花		
80	FL2	210	木材		
80	FL2	210	木材		
80	FL2	210	木材		
100	FL2	210	木材	修飾紅窗	
200	FL3	77	流磁土窗花		
81	FL3	77	流磁土窗花		
81	FL3	77	流磁土窗花		

圖 5-3 門窗明細表單

修繕門窗之型式、數量、位置、尺寸、

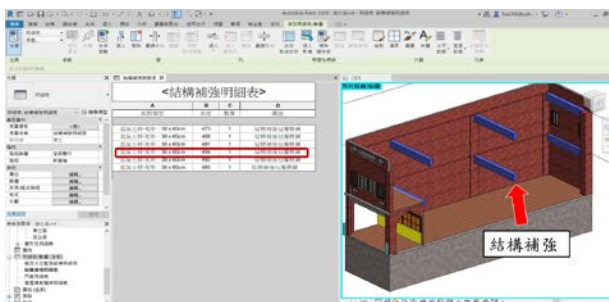


圖 5-10 BIM 資訊模型化示意圖
結構補強之數量、材料、尺寸、對應位置及修復後狀態等訊息一目了然。

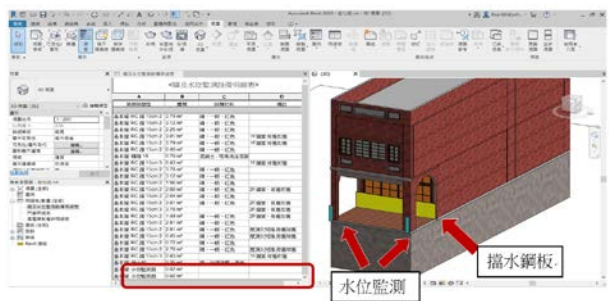


圖 5-11 BIM 資訊模型化示意圖
檔水板及水位監測設備架設位置對應表單詳細紀錄，有效提升防災管理。

參考文獻

1. 2019, 羅婉玉, 歷史橋梁以建築資訊模型探討防災管理維護之研究, 中國科技大學。
2. 2019, 張晉銓, BIM 智慧設施營運系統建置之研究, 逢甲大學。
3. 2018, 林怡利, 老舊建物補強修繕評估及關鍵因素之研究, 國立政治大學。
4. 2018, 胡采蘋, BIM Dynamo 應用在歷史建物耐震評估之研究-以日式宿舍為例, 逢甲大學。
5. 2018, 陳芊云, 應用參數化工作流程輔助歷史建築修復之研究以日式官舍建築為例, 國立高雄大學。
6. 2018, 符宏仁建築師事務所, 台北市大同區迪化街修建工程計畫書。
7. 2018, 賴甯庭, 舊建築再利用案例

之分析方法初探, 國立臺中科技大學。

8. 2018, 李孟舟, 舊屋修繕-案例探討研究, 正修科技大學。
9. 2017, 方睿祥, 歷史建築再利用工程的消防安全對策研究, 國立臺灣海洋大學。
10. 2017, 盧奕洲, 有形文化遺產保存中 Historic BIM 之研究-以台中市磺溪書院為例, 國立交通大學。
11. 2015, 張猛振, 歷史建築修復研究-以屏東縣勝利新村日治時期官舍建築為例, 國立屏東科技大學。
12. 2015, 李冠宏, 歷史建物檢維修系統初步建置, 國立臺灣海洋大學。
13. 2014, 王顯正, 舊有建物基礎改建施工案例探討-以長安段工地為例, 國立臺北科技大學。
14. 2014, 陳甫桓, 老舊集合住宅劣化現況調查與開放式修繕技術應用, 國立臺灣科技大學。
15. 2014, 鄭仲恆, 從古蹟修復及再利用談因應計畫對古蹟防災影響之研究-以「國立臺灣博物館」為例, 國立臺北科技大學。
16. 2012, 許瑋珊, 古蹟、歷史建築管理資料庫建置之研究, 中國科技大學。

中文網站:

1. 全國住宅屋齡統計, 內政部不動產資訊平台。
2. 建築研究簡訊第 68 期, 中華民國內政部建築研究所。
3. 古蹟管理維護辦法, 全國法規資料庫。
4. 古蹟修復及再利用辦法, 台北市政府文化局。
5. 古蹟修復及再利用辦法, 中華民國文化部。

建立巨型神像之易損曲線

DEVELOPMENT OF THE FRAGILITY CURVES OF THE STATUE

許秀鴻¹ 陳冠雄²

¹金門縣金沙鎮公所 建設課課長

²國立金門大學土木與工程管理系 兼任副教授

摘要

盤點目前金門之神像，包括料羅媽祖神像及羅厝媽祖神像，另外還有建功嶼鄭成功雕像等，惟高度皆屬未達 10 公尺之小型雕像。本研究案以金門縣規劃建造之文殊菩薩大佛神像為研究目標，大佛主體高 33 公尺高、底座直徑約 17.6 公尺長，約由 1850 個花崗石單元組成，其若建造將會是金門目前最高之雕像。

本研究案為金門目前最大之大佛雕像，其設計考量的工法有別同地區小型雕像，考量地區屬花崗片麻岩之主之地質特性，因此，本研究依據美國 PEER 地震研究中心選擇剪力波速為 $V_s=1000\sim 2000\text{m/s}$ 及建築物耐震設計規範及解說 $V_s30\geq 270\text{m/s}$ ，符合此剪力波速範圍內地震共計 18 筆地震，並根據剪力波速選擇適當的輸入地震，地震波的加速度反應譜，並能滿足設計反應譜。本研究將大佛花崗石考慮為板殼元素，基礎的部分則考慮花崗岩與基礎之摩擦力，因此，就整個大佛之分析，首先決定大佛受地震力作用後，評估是否會發生滑動，以評估大佛神像之安全性。抗風的部分，按內政部頒『建築物風力設計規範及解說』之相關規定，採用基本設計風速 35m/sec ，建築物用途係數 I 值為 1.1，檢核本主結構體之 $5/1000$ 層間變位角需求。另須考慮 Moranti 颱風之影響、地形的影響，對於巨型構造物亦是重要研究重點。

本研究針對破壞指標，建立考慮垂直地震與水平地震之比，對破壞指數之影響損害程度之準則，並利用破壞準則建立相關易損曲線，做為日後安全評估之指標，並可供金門地區相類似之構造物災險評估之參考。

關鍵詞：標震、風力、花崗石、加速度比、易損曲線

Development of the Fragility Curves of the Statue

Hsu, Hsiu-Hung¹, Chen, Kuan-Hsoun²

¹ Chief, Construction Section, Jinsha Town Office, Kinmen County

² Adjunct Associate Professor, Department of Civil Engineering and Engineering Management, National Quemoy University

Abstract

Inventory of the current statue on Kinmen consists of the statue of Luo Mazu and Luocuo Mazu and a statue of Zheng Chenggong on Jiangong Island. However, their heights are less than 10 meters. In this study, the Manjushri Buddha statue planned and built in Kinmen County is the tallest one in Taiwan. The main body of the statue is 33 meters high. The base diameter is about 17.6 meters long. It will build with 1,850 granite blocks.

The built methodology is different to those small statues in Kinmen. The statue plans to build on granite gneiss. Therefore, this study selected the shear wave velocity as $V_s=1000\sim 2000\text{m/s}$ and $V_s>270\text{m/s}$ specified in the seismic design code. A total of 18 earthquakes can meet this shear wave velocity range.

The wind effects on the statue are based on the wind design code in Taiwan. The basic design wind speed is 35m/sec in Kinmen on the basis of the design code. In addition, the important factor is 1.1. The 2006 Moranti Typhoon was strong wind recorded in Kinmen. The analysis also consists of its effect. The structure of the statue was modeled as shell elements. The nonlinear link elements were used as interface between the base of the statue and granite gneiss on the ground level to account for the sliding effects.

The fragility of the stature consists of effects of drift and stability. The damage criteria of drift are based on the code specified 5/1000 as a threshold to develop the fragility curves. In addition, the threshold of the sliding is used to specify the fragility curves of stability of the statue. Moreover, the main features of the fragility curves in the earthquakes include the acceleration ratios between the vertical and horizontal directions. The findings of this research can be implemented to the safety evaluation of the similar statues.

Keywords: Earthquake effect, wind effect, granite, acceleration ratio, fragility curve

1. Motivation and Objective

In this study, the Manjushri Buddha, is one of the four major Buddhas of Buddhism. This Buddha also has a bodhisattva symbolizing wisdom in Buddhism. It was donated to Jinsha Township by the Big Buddha Park Development Foundation of Kinmen County.

The status of the Buddha is 33 meters high and the base diameter is about 17.6 meters long. It consists of 1850 granite units, as shown in Figure 1. This assemble will be the tallest statue in Kinmen.

2. Description of Buddha Sculpture

The Buddha Sculpture is scheduled to be

built on the number 284-1 of Guan'ao, Guanyuli, Jinsha Town, Kinmen County. It is located in the northeast corner of Kinmen. The topography of the site is about 35 meters above sea level.

In the future, it will also be the most important landmark of Xiamen Xiang'an Airport's aerial view Kinmen as shown in Figure 2.

are 3.422 cm and 10.616 cm for the design wind speed 35m/s and those of Typhoon Moranti, 61.7 m/s, respectively. In addition, the corresponding drift ratios of the statue are 9.249×10^{-4} and 2.689×10^{-3} , for the design wind speed 35m/s and those of Typhoon Moranti, 61.7 m/s, respectively. This is less than allowable drift ratio designated in wind design code of 0.005.

Moreover, the wind speed must exceed 81.5 m/s to reach a 0.005 of the drift ratio. Therefore, we can conclude that the problem of the overturning stability of the statue is less likely to happen. This can be illustrated in Figure 4.

In addition, the 35 m/s, 61.7 m/s and 81.5 m of the wind speeds for the code specified wind speed, Typhoon Moranti and no historic record in Kinmen, respectively, have 0%, 14.48% and 50% of the probability to achieve 5/1000 of the code specified drift ratio. Therefore, we can conclude that the strong wind induced drift ratio of the statue will not produce the safety problem as illustrated in Figure 4.

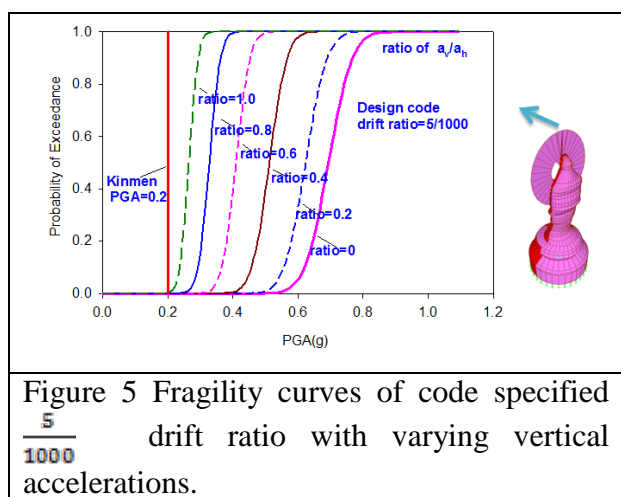


Figure 5 Fragility curves of code specified $\frac{5}{1000}$ drift ratio with varying vertical accelerations.

The near fault earthquake, such as ratio $a_v/a_h = 1$, may lead to the statue more vulnerable as illustrated in Figure 5. However, if ratio $a_v/a_h = 0$, the mean and STD values of PGA increase. In other words, the statue needs to impose greater ground accelerations to prod

the damage. In addition, the code specified $PGA=0.2g$ is less likely to result in the damage of the statue.

Therefore, this finding emphasizes the importance of consisting of the vertical accelerations in the analysis.

4. Conclusions

The objective of this study is to develop the fragility curves of the statue. The procedure of analysis is summarized in brevity. Several findings will be addresses as follows.

The statue is nonsymmetrical in plane and elevation. Therefore, the responses of the statue with dead loads are affected by the axial, shear and bending forces due to the statue with not perfect symmetry.

The weak section of the statue is located nearby the connection between the body and the base. This narrow part has concentrated stress accordingly.

Input seismic ground accelerations have similar amount of intensity in the both horizontal directions.

Most local vibrational modes are produced in the circular plate at the nearby head.

The drift and sliding responses are dominated in the weak and strong axes, respectively.

The fragility curves of the statue indicate that the probability of exceedance with a code specified 5/1000 drift ratio is 0%, 14.48% for wind speeds 35m/s (code specified in Kinmen) and 61.7 m/s (Typhoon Moranti), respectively. Therefore, the wind effects on the statue are not serious.

The probability of the damage on the earthquake effects consists of the drift and sliding. The damage of code specified 5/1000 drift ratio didn't produce any potential risk on the statue. In addition, the risk of statue sliding is 2.203% in probability. Therefore, this can be treated the statue almost fixed on the ground level.

References

1. 中華民國內政部營建署(2011), 建築物耐震設計規範及解說。
2. 中華民國內政部營建署(2014), 建築物耐震設計規範及解說。
3. 張毓文、簡文郁、邱世彬(2010), 金、馬及澎湖地區之設計地震研擬, NCREE-2010-016, 國家實驗研究院家地震中心, 中心技術報告。
4. D Li, F Gao, Z. Han, and Q. Zhu (2020), Experimental evaluation on rock failure mechanism with combined flaws in a connected geometry under coupled static-dynamic loads, *Soil Dynamics and Earthquake Engineering*, Volume 132, May 2020, 106088.
5. X. Si, F. Gong(2020), Strength-weakening effect and shear-tension failure mode transformation mechanism of rock burst for fine-grained granite under triaxial unloading compression, *International Journal of Rock Mechanics and Mining Sciences*, Volume 131, July 2020, 104347.
6. K. Zhao, X. Yu, Y. Zhou, Q. Wang, J. Wang, and J. Hao (2020), Energy evolution of brittle granite under different loading rates, *Soil Dynamics and Earthquake Engineering* 55 (2013) 33–43.
7. Huan Peng, Zhihong Zhao, Wei Chen, Yuedu Chen, Jun Fang, and Bo Li (2020), Thermal effect on permeability in a single granite fracture: Experiment and theoretical model, *International Journal of Rock Mechanics and Mining Sciences* Volume 131, July 2020, 104358.
8. Hsu, Hsiu-Hung, Chen, Kuan-Hsoun, Huang, Yu-His (2021), Development of the Fragility Curves of the Statue, THE 25th CONFERENCE ON THEORETICAL AND APPLIED MECHANICS, Taichung, Taiwan, R. O. C., 8-9 December 2021.

街屋聚落建築群整合性保存思考

李東明¹

¹中國科技大學室內設計系副教授兼系主任

摘要

二十一世紀來文化資產的保存由單一的建築體轉變區域性建築群的崛起，從近年的西安宣言（2005）及魁北克宣言（2008）中便可看見端倪。包含了場所精神提出，常民文化被重新重視，其中最具代表的常民文化則是「聚落建築群」。

聚落建築群所體現的是該時代社會文化的綜合體，包含面對原有的自然環境以及社會的共同價值，因此思考保存的因素必須更加完整，同時保存文化價值亦應維持現代生活需求。本文試著由文化保存、維持現代生活、永續產業等議題思考，提出整合性的聚落保存計畫。

關鍵詞：街屋、聚落建築群、整合性保存

A Study on Integrity Conservation of Townhouse Settlement

Tung-Ming LEE¹

¹Associate Professor and Chairman, Dept. of Interior Design,

China University of Technology.

In the 21st century, the conservation of cultural property has changed from a single building to the regional multi buildings. The clues can be seen in the recent Xi'an Declaration (2005) and Quebec Declaration (2008). Including the spirit of place, the common people culture has been re-emphasized, and the most representative common people culture is the "settlement buildings".

The complex of settlements embodies the social and cultural complex of the era. Contains common values facing the original natural environment and society. At the same time conserving cultural values should also maintain the needs of modern life. This study attempts to think about issues such as cultural conservation, maintenance of modern life, and sustainable industries, and propose an integrated settlement preservation plan.

Keyword: Townhouse, Settlement, Integrity Conservation

一、聚落建築群的重要性

聚落建築群代表人類在生活型態上具體的表徵，其中包含社會、文化、民俗、經濟、政治、空間應用等。生活會隨著時代的不同對於空間的使用有不同的需求，聚落就像羊皮紙一樣在時間的歷程中不斷地被抹除、書寫，累積不同時代的生活方式。在這過程中必須透過一連串不同的因素交雜而成，因此反應了該地社會文化力量：民俗、信仰、社會關係、生活方式、美學、文化、技術（技能）、材料運用等，證明於社會共同認同的價值與目標。

聚落保存是將人類生活的智慧保存並且延續，同時提供教育的功能，目的是透過保存的手段讓居民能夠永續生活。

二、保存的概念

近年來國際於保存重要概念可在許多國際憲章、宣言如「西安宣言」及「魁北克宣言」中看見以「真實性」與「完整性」討論最盛。保存的觀念轉變由靜態的保存演變為動態保存，在空間上也由單點保存延伸為區域性的整體環境保存。另外針對「完整性」，則從有形的資產到包涵無形。無形的資產如習俗、傳統活動等。

2005年10月21日，ICOMOS第十五屆大會中，通過了《西安宣言》，提出要求各國對文化遺產除建築本體關注與必要修護外，更應多花點經費與精力於文化遺產周邊環境的整理與監控。而2008年10月4日，ICOMOS第十屆大會中，通過了《魁北克宣言》，針對「場所精神」再次重新呼籲以及定義。從《西安宣言》以及《魁北克宣言》中可以發現幾個共通點：

1. 涵蓋面：

環境必須包涵有形及無形的文化資產，內容

為文化遺產再社會層面、人類與自然互動於過去以及現在直接和擴張環境。

2. 不同學科整合：

由於文化遺產的多面性，必須透過不同學科互相溝通協助，理解、紀錄、闡釋文化遺產藉由現代化數位資訊作為平台以其資料公開與更新。

3. 管理維護辦法：

當地政府則必須透過立法、規劃、培訓等制定全面性的管理辦法，並且藉由與當地組織或相關組織合作才能夠永續經營。

4. 培訓與再教育機制：

鼓勵培訓、教育、展示，以提高保護知識以及傳承地方文化精神。

三、二十一世紀聚落保存發展之新方向

人類在20世紀經歷兩次世界大戰，生態破壞、社會瓦解、環境汙染等社會、經濟、文化之重大衝突等問題。21世紀人類重新省思過去所造成的各種災難與衝突，開始建構新的價值觀與文化及生活方式。21世紀保存環境發展的概念，將提供人類對上一個世紀以前先人所留下的各種文化遺產，更大的保存與更多的學習機會，讓人類更清楚知道自己未來的普世價值與發展目標。

從1931年雅典憲章起，經過半個世紀的實際發展，古蹟建築文化資產的保存與再利用，如導入保存環境發展之概念，實可以創造出更佳之保存成效，所以漸已成為重要的方法與策略，也將更符合未來之需要。聚落的保存也隨著21世紀的來臨，也孕育出一些新的發展方向與可能目標，敘述如下。

1. 除了菁英式的古蹟建築外，常民生活有關的古蹟歷史建築的重視，是保存環境發展上更具有實質意義的必要項目。

過去古蹟建築的保存，比較偏重大型、豪華、

帝王、貴族、宮廷的菁英級建築，對於升斗小民的常民建築是忽略的，而這些常民古蹟建築多是圍繞在菁英古蹟建築的外圍地區，完整構成古蹟建築的普世價值，不可互缺。但在缺乏正確保存環境概念下，這些周邊的常民古蹟建築常會因為要保護菁英古蹟而遭到拆毀與夷平，徹底破壞古蹟建築普世價值構成要素的完整性(integrity)要項。因此保存環境發展的正確概念，將打破以歷史建築外觀華麗或尊卑來界定其保存範圍，而是以能否構成古蹟普世價值完整性為目的來進行。

2.降低古蹟建築群中導入新建築物之衝擊，是保存環境發展與都市紋理保護及都市發展方案架構擴大結合具體化之關鍵元素。

古蹟建築群中常因新建築的出現，造成古蹟普世價值完整性的破壞與惡化，但在都市發展上又不可避免，型成極矛盾之現象。因此將保存環境發展的概念帶入，利用都市發展方案與保存環境發展目標與手段結合，使古蹟建築群新建築物所帶來之衝擊降至最低，甚至創造出有利古蹟建築群再利用的空間機能，發展出合理使用與保存並重之發展效益，例如都市防災、都市生活機能健全等。因此未來保存環境發展的正確概念，將朝向就既有都市紋理納入規劃，並成為整個都市未來發展方案架構之一環，以利於保存環境發展工作的順利進行。

3.重視反映人類生活文化及土地使用之文化景觀(Cultural Landscape)保存，是保存環境發展的新方向與成功關鍵。

文化景觀是近來被重視的文化資產，它最能反映出人類所在地生活文化與土地使用方式之關係與普世價值。文化景觀大多並非是構造物或建築物群，但這些非構造物也具有普世價值而成為文化資產，自然也是保存的重點。由於文化景觀所涉及面積範圍常較大，

多必須以保存環境概念來發展，所以成為保存環境發展的新領域與關鍵因素。因此已成為保存發展的新方向與重要議題，將是文化景觀保存工作上的重要工具，也是保存環境發展順利進行的重要工作項目。

四、聚落建築群整合性保存思考

保存計畫內應先載明 1.保存價值及目的。2.為基礎環境分析，除了基本的自然社會環境外，應在針對有形及無形的文化意涵進行調查。3.相關法令分析。4.未來的發展課題及對策。5.保存環境實質計畫，提出劃設為保存範圍的管制內容及獎補措施。6.經營管理維護計畫。

1.生活品質提昇發展議題

(1).都市基礎設施相關議題

公共設施的項目主要包含文教設施、運動遊憩設施、公用設備、醫療設施、市場等。其劃設之目的主要為滿足民眾生活、工作、娛樂、教育等之需求，及確保都市環境品質。本計畫將探討保存環境相關之公共設施配置狀況，並研擬公共設施建置規劃擬定方案。

並有交通運輸系統，主要分為「道路系統」、「鐵路系統」、「海空運系統」，其中道路系統還包括「聯外道路系統」、「外環道系統」、「內環道系統」、「主要道路」、「次要道路」等，並針對其「交通系統」、「交通服務水準現況」、「大眾運輸系統現況」進行分析檢討，並研擬未來保存環境交通改善計畫執行方案。

(2).維生系統

古蹟保存環境設施之管制，以維生系統(如供水、供電、下水道、電信、道路)之限制，造成居民日常生活困難，生活品質無法提升而影響最大。然而這些地區因被劃設為保存

環境，無法享有與其他地區居民的相同生活品質，因此生活不方便，進而帶來之困擾與生活費用的提高，有必要對此研擬補助方案，以減輕居民的負擔與壓力。

這種補助做法可以比照特殊地區，如：台灣的離島地區生活交通設施不足而不便，訂有離島建設條例，使當地居民在其他方面得到補助，以降低其成為二等公民待遇之感。

保存環境維生系統設施不足提供之補助方案，將分別就不足之公共設施，給予不同之補助措施。如下表所示

表 1 保存環境維生系統補助方案試擬

維生系統項目	補助措施原則
自來水供水設施	提供買飲用水補助金及免費健康檢查
電力設施	提供省電照明設備或電費打折
衛生下水道設施	協助化糞池清理、清運
雨水下水道	增設擋水排水溝、增加大地透水綠化
電信設施	提供無線基地台
道路設施	提供大眾運輸優待票、增加周邊公車系統

補助方案並不能提高居民生活品質，但卻可以減輕其負擔，因而達到保存環境發展管制成效與目標，此乃必須導入的配合介面。

2. 防災管理相關議題

聚落保存周圍地區多屬老舊市區，社區防火安全重要，防火要求高但卻設施不足無法提升，例如社區之消防栓設備、防火巷、消防隊、社區應變措施等欠缺，須有所改善。依據國外經驗，古蹟防火防災，不能只靠硬體設備設施，還需要透過日常防火教育宣導、防護計畫演練，減少周邊火災發生與延燒，才能達到防火防災具體成效。

(1) 防災系統設施特殊工程技術研擬

保存環境由於年代久遠，許多現代防災概念與技術不能應用，因此必須增加特殊防災設施，以提高保存環境居民之生命安全及古蹟防災安全性能。

保存環境防災系統特殊技術，與一般防災系統工程技術不同，主要是配合保存環境的環境景觀與都市空間紋理，像是防火巷欠缺、道路立式消防栓不易設置、木造建築多、防火區劃不足等，這些不能以一般防災技術工法或規格方式來考量，必須配合保存環境實際之需要，做整體工程技術規劃。例如增加火警探測系統的防護等級、防護範圍；設置地面型消防栓；設置先進自動滅火系統射水槍、垂直水幕系統等。

因此，保存環境防災系統設施特殊工程技術之介面整合，是為提高保存環境防災能力，又不致破壞保存環境整體景觀與都市空間紋理的重要手法，因此需要優先研擬建立。

(2) 防災系統設施替代方案與民眾參與

保存環境內雖然可以增設防災系統，但是有些情況仍是不能設置，或是不易被防護，因此必須採取替代方案，以建立日常生活防災管理機制，透過保存環境居民組織與地方消防人員的日常防災巡查、維護工作的執行，以降低災害發生可能與災害範圍。

由於保存環境防災系統設施之替代方案，是需要靠保存環境居民與消防人員共同參與及執行防災工作，屬於軟體設施建立，因此必須以民眾參與的方式推動。如果保存環境居民與該文化資產有直接或間接之文化、經濟、社會關係，替代方案就容易推動，反之則不易，就必須另外採取籌組社區守護隊方式推動。事實上，台灣早期都市居民，都有成立街坊組織機制，做為防災、防盜工作之推動，這種自發性組織就是民眾參與的具體做法，值得借鏡。

由以上分析可知，保存環境防災系統設施採取日常防災管理替代方案，利用居民參與防災工作，建立防災組織等介面整合，應優先研擬建立，以利保存環境防災系統軟體設施日常生活防災管理替代方案的完成。

3. 日常營運管理計畫

營運管理自主營運計畫之主軸，則係以營運可能產生之各項收益，及收益產生之市場分析為基礎，以確實掌握營運計畫中，各項可能之財務參數。就保存環境自主營運計畫而言，除文化資產本體之經營管理外，應包含週邊非文化資產營運發展，而且具有更佳的創意及經營空間，在文化資產與週邊空間運用下，達成保存環境產生之實質綜效，此涉及保存環境範圍、營運條件之許可與限制，已達自給自足之效。

4. 保存環境觀光發展計畫

古蹟保存環境之觀光發展，包括古蹟保存與建築物維護管理、並建構古蹟之觀光遊憩發展計畫，茲說明其原則如下：

(1). 古蹟保存環境內之文化資產，應先進行分期分區之發展

就文化資產保存法施行細則之規定，對於列為古蹟者，應先進行維護管理之整體規劃，訂立目標分期分區的實施。

(2). 將社區總體營造之觀念帶入保存環境
將社區總體營造觀念帶入保存環境，並對區內之古蹟或歷史建築予以再發展的功能。藉由古蹟及其環境、歷史背景、社會文化，以及居民長期對環境的認知，形成保存環境獨特之區域風格。

(3). 以參與的概念，利用具歷史意義特色之場所

利用保存環境內具歷史意義特色之場所，以該場所作為具有傳統特色之禮儀、技藝、藝文、音樂、詩賦等之教育活動之所在，適時

引入講座活動或其他表演，賦與新的機能，促使其發展文教之功能，透過這些具傳統特色之人為活動，一方面使人們參與該活動，以置身於其中，另一方面，該活動亦成為遊客參訪之主題，甚至參與該活動，形成保存環境觀光發展之特色。

(4). 建立保存環境觀光遊憩資源目錄索引
利用數位資訊系統作為平台，將保存環境觀光遊憩資源之資訊，加以充分揭露，不僅建立資料庫，同時以區內重要古蹟為生活活動之聚點，發揚傳統社群意識，創造具特色之社區生活環境。

(5). 就保存環境內古蹟或歷史建築，提出再利用之構想

基本上引進與古蹟保存環境相容之活動方式，提升古蹟價值，建立經營管理制度，並賦予硬體設施的使用彈性，以滿足遊客的需求，產生重遊的想法。

(6). 針對保存環境古蹟或歷史建築之所有人定期舉辦講習

使民間團體對於古蹟保存環境的維護，有更多參與的機會，強化防災的保護措施與觀光服務之訓練。培養古蹟保存環境解說專業人才，採取義工制加以訓練，並授與古蹟解說員合格證書。讓遊客對文化資產之歷史特質得以瞭解。同時招攬古蹟文化資產保存義工，提供完善的解說服務。

(7). 對保存環境內私有文化空間之獎勵與降低營運成本

政府補助保存維護之經費，給予稅捐減免，提供技術輔導與公開表揚等方式予以獎助，另外針對保存環境內地價稅之負擔，進行地價區段重新劃分之調整，使區內文化空間之營運，不受稅賦影響。

(8). 就保存環境內之觀光需求，合理界定保存環境之範圍

就保存環境觀光發展而言，相關文化空間之再利用不免受到防災、維持原貌等之限制，在現實使用上亦有一定程度之困難，如能合理界定保存環境之範圍，使以古蹟或歷史建築為中心之區域，得以適度調整週邊土地，以配合保存環境觀光活動之需求，對整體區域實質發展具有相當之助益。

(9).因應保存環境內之觀光需求，採用整合募資之方式。

古蹟與歷史建築係區內歷史文化演進之最佳證物，最具觀賞價值者，實為生活軌跡與開發歷史，然而修復與長久保存該文化空間，尚須支付相當之成本，若區內古蹟及歷史建築所有權人，自行募集資金，其資金成本勢不如集體議約或以證券化之方式，因此，如能採用整合募資之方式，將有助於投資成本之下降，使觀光需求更具效益。

五、結論

我國在民國七十年成立文化建設委員會以來，深植了保存觀念與意識，並累積了豐碩的成果與足可傲人的技術發展。在民國一〇一年改制為文化部之後，應繼續可展現廿一世紀的文化意義及歷史價值的整體區域保存將是未來眾人矚目的焦點。

過去文化資產保存維護並未將整合性觀念納入，並未將周圍環境地區等同視之，然國際文化遺產保存維護在近十幾年起了很微妙的變化，關注主題也自單體建築物擴大到群組、城鎮歷史中心或路徑，甚至是無形價值及經營管理與教育計畫。近來開始重視古蹟場域的保存維護，對內外環境整體區塊的保存維護，這應是二十一世紀保存區理論發展之主軸。

由於各國文化遺產保存的社會、經濟、教育等條件的不同，保存區發展之時間、強度、方法、目標不一定相同，但對環境景觀、交

通、保全、健康、安全等基本需求，應是一致的。然而居住地區環境改變，牽涉之經濟利益、生活便利、生命安全息息相關，因此文化遺產保存區發展的目的、目標、法規制度、策略、工具要如何研擬，應是二十一世紀提升文化遺產保存維護品質最重要的工作，也是我國文化資產保存維護發展上不能避免的大事。文化遺產保存區發展理論，需要從社會公平正義、環境生態、經濟活動兼顧下開始建構，以達永續發展為最大目的方向來努力。

聚落建築群整體保存發展的議題必須要經過目前國內保存區現況分析，了解問題點及切入點後，並進行相關學理分析，如廿一世紀之聚落建築群保存發展論述等討論。同時並針對現行之相關保存法規進行探討，如文化資產保存法系、消防法系、土地使用法系及採購法等整合分析及相關競合關係探討。經過相關基礎討論部份之研議討論後，方得進行發展討論部份之生活品質向上及相關安全防災管理之技術研發議題、聚落建築群之營運管理相關議題探討，以及未來聚落建築群發展所需之資訊共有、共享之平台格式擬定及建置相關討論。在經過基礎討論及發展討論後，方能建置完整之聚落建築群發展計畫。

參考文獻：

1. Trancik Roger 著、謝慶達譯《尋找失落的空間 Finding Lost Space》，台北：創興出版
2. 拉普普著、張玫譯、漢寶德校訂《住屋形式與文化》，臺北，明文書局(1991).
3. 郭肇立，《聚落與社會》，臺北，田園城市文化 (1998).
4. 李東明『我國與日本歷史建築物群街區保存法令制度之比較研究』內政部建築研究所研究計劃成果報告(2002).

5. 李東明『台灣傳統街屋建築空間形式與再利用之研究』內政部建築研究所研究計劃成果報告(2003).
6. 李東明『日治時期民居建築空間形式與再利用之研究』行政院國家科學委員會研究成果報告(2004).
7. 李東明『我國重要傳統街區整體保存與永續發展之研究』內政部建築研究所研究計劃成果報告(2004).
8. 李東明等『國定古蹟保存區發指暨基礎資料建置計畫』行政院文化建設委員會文化資產總管理處籌備處(2009).
9. 《Xi'an Declaration 西安宣言》(2005).
10. 《Quebec Declaration 魁北克宣言》(2008).
11. Christian Norberg-Schulz 著、施植明譯，《場所精神》，田園城市文化事業有限公司(2002).
12. 李東明等『我國保存區發展相關課題初探』第十一屆文化資產(古蹟、歷史建築、聚落與文化景觀)保存、再利用與保存科學研討會(2008).
13. 李東明等『歷史空間再利用與都市更新永續發展機制探討』內政部建築研究所研究計劃成果報告 (2008).
14. 李東明等『瑞芳風景特定區文化景觀操作準則暨實際保存與再利用機制規劃』台北縣黃金博物館(2009).
15. 李東明『我國保存區發展規劃新思維之探討』第十二屆文化資產(古蹟、歷史建築、聚落與文化景觀)保存、再利用與保存科學研討會(2009).
16. 李東明等『我國古蹟保存區未來發展方向之探討』第十三屆文化資產(古蹟、歷史建築、聚落與文化景觀)保存、再利用與保存科學研討會(2010).
17. 李東明等『金門縣古蹟保存區劃設範圍規劃研究案』金門縣政府文化局(2011).
18. 李東明等『動態的文化景觀研究—台灣多元文化的多層性與現代性—』第五屆中華建築文化交流論壇(2016).
19. Tung-Ming Lee, Alex Yaning Yen 『Future Development Plans for Conservation Areas in Taiwan』EUROMED2016, Digital Heritage. Progress in Culture Heritage: Documentation, Preservation, and Protection. Springer International Publishing AG(2016).
20. Tung-Ming Lee 『A Study of Development Planning for Conservation Areas in Taiwan』ICCAE2016(2016).
21. 李東明等『金門縣瓊林聚落地下民防坑道修復及再利用計畫』金門縣文化局(2018).
22. Tung-Ming Lee 『The Spatial Form of Traditional Taiwanese Townhouses: A Case Study of Dihua Street in Taipei City』EUROMED2018, Digital Heritage. Progress in Culture Heritage: Documentation, Preservation, and Protection. Springer International Publishing AG(2018).
23. 李東明『台北市・迪化街におけるアーケードについて』日本大學生産工學部國際論文發表會(2019).

探索崑曲與布袋戲之展示空間研究

葉錦逸¹ 劉時泳²

¹中原大學室內設計學系碩士生

²中原大學室內設計學系助理教授

摘要

在文化多元發展的現代，文化的形式越來越豐富。在文化全球化的現代，文化的交流越來越頻繁。人對於傳統文化越來越重視，為傳統戲曲文化的發展提供了絕佳的機遇，人對新興文化越來越渴望，為傳統戲曲文化的傳承帶來了諸多的阻礙。然後在這樣複雜的環境中，更好的發展傳統戲曲，本研究針對這一問題，期望結合現代化的空間手段，達到傳統和現代的平衡。因此，本研究將借由對於展示空間的訊訪，以崑曲和布袋戲為研究的範圍，探尋如何通過空間這一手段來宣傳崑曲和布袋戲等藝術。在尋訪了老天祿布袋戲文物館和國立中央大學崑曲博物館這兩處展示空間後，進行整理和分析，獲得對戲曲可能存在幫助作用的空間需求和機能。

關鍵詞：標楷體 12 點

Explore the Exhibition Space of Kunqu Opera and Puppet Show

YE JINYI¹, LIU SHIH-YUNG²

¹ Master of Interior Design, Chung Yuan Christian University

² Assistant Professor, Department of Interior Design, Chung Yuan Christian University

Abstract

In the modern era of multicultural development, cultural forms are becoming more and more abundant. In the modern era of cultural globalization, cultural exchanges are becoming more and more frequent. People are paying more and more attention to traditional culture, which provides an excellent opportunity for the development of traditional opera culture. People are more and more eager for new culture, which brings many obstacles to the inheritance of traditional opera culture. Then, in such a complex environment, we can better develop traditional opera. This research aims at this problem and hopes to combine modern spatial means to achieve a balance between tradition and modernity. Therefore, this research will explore how to use space as a means to promote art such as Kunqu Opera and Puppet Opera by using the exhibition space as the scope of research. After visiting the two exhibition spaces of Laotianlubu Daixi Museum and the Kunqu Opera Museum of National Central University, the two exhibition spaces were sorted and analyzed, and the space needs and functions that might be helpful to the opera were obtained.

Keywords: Exhibition space, Kunqu, puppet show

一、緒論

(一) 研究動機

當今時代，文化思想百家爭鳴，新興文化和傳統文化，西方文化和東方文化，爭奇鬥艷，百舸爭流。在如此環境背景下，既是傳統戲曲文化發展的大好時機，也是傳統戲曲文化面臨的諸多困境。不論是蘇州的崑曲藝術還是台灣的布袋戲文化，都在進行改革和創新，發展和傳承。

二十世紀以來，各地的博物館、文化館和文創館等展示空間絡繹不絕。展示空間用空間來溝通文化和人群的形式，用現代化的空間，來發揚傳統文化。不失為傳統戲曲文化保護和傳承的好方法。因此本研究期望通過這樣的手段，以蘇州崑曲藝術和台灣布袋戲藝術，這兩種兩岸具有代表性的戲曲藝術為例，來了解他們的展示空間的空間需求和機能。

(二) 研究目的

由上述可看出本研究所探討的目的為以下三點：

1. 本研究將了解蘇州崑曲和台灣布袋戲這兩種戲曲藝術。
2. 本研究將實地探訪這兩種戲曲的展示空間，尋找其空間需求和機能。
3. 本研究將發現整理出戲曲展示空間的規劃，獲得以空間宣傳傳統戲曲文化的可行方式。

二、文獻回顧

(一) 崑曲

崑曲為「百戲之祖」，以其雅而聞名於世。崑曲源於蘇州崑山的黃幡綽之餘韻，由顧堅和其友人對人表示與傳唱。明清之

際，資本主義的萌芽，社會經濟的發展為崑曲的輝煌創造了得天獨厚的條件。在此時期，精通曲律的魏良輔，集南北之音大成，結合原本的「崑山腔」，譜寫出細膩婉轉的「水磨腔」。而後，梁辰魚所創作的傳奇劇本「浣紗記傳奇」的問世，將崑曲的音樂和文學的磨合，使崑曲盛極一時。那時隨處可觀崑曲搬演的身影，其視覺和聽覺的享受不僅被受文人雅士的推崇，同時也受到市井百姓的喜愛。

然至清中葉，百戲爭鳴，崑曲作為「雅部」同其他地方戲曲組成的「花部」之爭逐漸沒落。而後隨著時代變遷，崑曲的發展遭受巨大衝擊，其保存工作困難重重。直到2001年，聯合國教科文組織將崑曲納入「人類口頭和非物質遺產」，各地的有志之士紛紛開展，對於崑曲的保存和發展的活動和創新。

(二) 台灣布袋戲

布袋戲又為「掌中戲」，如其名所表，戲偶四肢由布製成，其操作於手掌之處。布袋戲源於「傀儡戲」，由「福建泉州」傳入臺灣地區。在二十世紀的初期，臺灣布袋戲在原本的表演模式上進行創新和改革，另其變成具有臺灣地方色彩和民俗文化的臺灣布袋戲。如今的布袋戲通過和現代科技的融合活躍於觀眾眼前，像金光布袋戲和霹靂布袋戲，將傳統戲曲文化結合當代傳媒技術，讓布袋戲得以傳承，與此同時，布袋戲的博物館和文化館等展示空間也承載著其傳播的重任。

(三) 展示空間

隨著展示設計和文化創意思產品蒸蒸日上的發展，展示和空間的關係也越來越緊密。展示空間為人提供了信息獲取的場所，也同時為文化的宣傳提供了場地。

1. 「內容要素」：在展示空間中所展

示的內容是首當其衝需要考量的要素，其中主要分為圖片文字、實際物品和影像體驗這三點。

2. 「條件要素」：在展示空間中需要瞭解其空間的尺度、形狀和架構，以及展示的工具和照明等要素。
3. 「關係要素」：在展示空間中人與展品、人與空間、和展品與空間之間，其要素的整合規劃需要全面的考量。

三、 研究方法與流程

(一)研究對象

1. 李天祿布袋戲文物館

老天祿布袋戲文物館，（詳見圖 1）為亦宛然布袋戲團的團長李天祿所創辦。李天祿老先生的一生皆貢獻於布袋戲的發展。在從事了七十多年布袋戲的演繹和教導事業後，李天祿老先生深感布袋戲的傳承，需要一個穩固的場所，可以收藏文獻資料，研究戲曲文化，將傳統布袋戲流傳於後世。便是由此應運而生的。



圖 1 李天祿布袋戲文物館圖

2. 國立中央大學崑曲博物館

國立中央大學崑曲博物館（詳見圖 2）於 2017 年的 11 月正式成立。其由洪惟助教授在 1992 年所開設的中央大學戲曲研究室演變而來。博物館由中央大學文學院的幾間教室改造完成。其目的在於崑曲傳播、學術交流和教育宣傳。在這短短幾年間，獲得的成功也頗為豐富。展示和收藏了崑曲藝術的

文獻、文物和影像，學術書籍的發表和崑曲表演的宣傳等。



圖 2 國立中央大學崑曲博物館

(二)研究方法

本研究將通過前往實地空間的探訪，在參觀了李天祿布袋戲文物館和國立中央大學崑曲博物館后，切實的瞭解和體驗這兩處的空間規劃和設計手法，對比兩處展示空間的需求技能和空間要素，來談討崑曲和布袋戲這兩種同源不同種類的傳統戲曲藝術，在現代環境下，如何使用展示空間來發展和傳承其文化和精神。

(三)研究工具

1. 李天祿布袋戲文物館

李天祿布袋戲文物館展示空間有三層樓，再以樓梯側牆為軸，一分為二，此作為空間縱橫的劃分。在這樣的空間架構之下，文物館的展示可以主要由文化創意產品販賣空間、李天祿戲團展示空間、多媒體展示空間、布袋戲戲台展示空間、布袋戲戲偶展

示空間，布袋戲文物展示空間和會議空間此七處空間組成。

入口位於一樓右側，文化創意產品的販賣便位於此處，各式各樣的戲偶和相關創意產品或擺設於靠牆的木製架台，或安置於樓梯牆處。以樓梯為界，文創產品販賣空間後為李天祿戲團展示空間，由牆面的延申作為展示解說次序的工具，將李天祿和其創辦之亦宛然布袋戲戲團的種種經歷和榮耀，藉由文字和物品陳列和表達。在李天祿戲團展示空間中間設一片半開放式背景牆，牆正面懸掛著李天祿老照片，背面為多媒體放映空間，一張古色古香的矮几，幾把笑座椅，和電視機前看布袋戲的時光情景。（詳見圖3）



圖3 李天祿布袋戲文物館一樓空間圖

樓梯牆的左側主要為布袋戲戲台展示空間，在此空間挑高至二樓，視野開闊，正時候還原布袋戲舞臺表演的場景，在空間最深處是挑高的平臺，平臺是立著精雕細刻的布袋戲台，台下排列著長椅，坐於長椅上，想像布袋戲演出時臺上臺下風光。觀看大廳尾端設出入口，出入口後設有具有宗教氣息的供奉台，台兩側模仿布袋戲表演時登場下場的出將入相，來描述布袋戲的舞臺搬演時的人物動線和觀眾空間。（詳見圖4）



圖4 李天祿布袋戲文物館一樓空間圖

由文創產品販賣空間的樓梯可以抵達二樓的空間，樓梯自下而上掛著李天祿布袋戲團的老照片，自上而下又會發現戲偶的面具展示於天花處。樓梯上來是文化創意產品販賣空間上的挑空空間，可以於圍欄處俯瞰入口處的販賣空間，於圍欄隔空相對的是以複布袋戲的繪圖和幾件古舊擺設。可以看出，二樓的展示空間較少，主要為布袋戲文物展示空間，將布袋戲的器材和工具分為一個個小單元，像偶戲製作器材、戲服和紙本文獻等，分別展示於同一矩形展架上。展示櫃後方，還區隔出一個小型會議室。（詳見圖5）



圖5 李天祿布袋戲文物館二樓空間圖

進入三樓的空間動線分為兩處，其一可由一樓出將入相的通道直達三樓。其二由二樓展示空間處的樓梯走至三樓，於樓梯處，可以看到木製戲臺上的精緻細膩的布幕和兩側栩栩如生的戲偶。可以看出，三樓的樓梯牆右側的展示空間主要有戲偶展示空間和文物展示空間，戲偶的展示和文物的

展示相互間隔，又彼此互為作證。其特別之處，是在空間中還設有聲音解說和戲曲音樂，走至文物展示櫃前，由牆邊傳來此處文物的說明和樂聲。（詳見圖6）



圖6 李天祿布袋戲文物館三樓空間圖

由出將入相處樓梯上到的空間為三樓樓梯牆的左側，空間中以布袋戲戲偶展示空間為主，布袋戲文物展示空間為輔。以樓梯處動線為始，中軸處設計一道照片短廊，藍色背景板映襯著極具美感的照片和介紹，讓參觀者不自覺的沉浸在布袋戲之美中，短廊後為四合院形式的展架擺放，左右架台以十二宮格來排列修偶服飾，前後為戲台文物和場景展示。四合院展架後方是三個矩形展示櫃，約四十五度角擺放，由四個面像分門別類的呈現，布袋戲不同角色行當的戲偶。同時，此處展示空間兩側延申三樓的樓梯牆右側的展示空間，將戲偶的展示和文物的展示相互間隔融合的方式，來一一介紹布袋戲的樂器、戲台和戲偶等關係連結。（詳見圖7）



圖7 李天祿布袋戲文物館三樓空間圖

2. 國立中央大學崑曲博物館

國立中央大學崑曲博物館的空間雖小，但空間規劃井井有條。空間與平面上呈現回字形，走道兩側有可參觀學習之初。通過加大空間的使用來彌補了空間不足的問題。主要展示空間由崑曲藝術展示空間、崑曲舞台搬演空間、崑曲特色展示空間、文化創意產品空間和崑曲互動體驗五大區域組成。

入口處兩側有弧度的長牆，和正對面一道半開放式的展覽牆。兩處牆形成條廊道，以此廊道的形式，期望參觀者通過可以邊走邊閱讀的方式，首先對於崑曲是什麼有大概的了解。其展示方式主要以圖片和文字的形式描述崑曲的歷史文化和藝術特色，同時在弧形牆面中坎入幾處格，放置幾件文物作為佐證，以及在展覽牆拼接透明展臺，另參觀者可從三面觀賞展品。（詳見圖8）



圖8 國立中央大學崑曲博物館空間圖一

展覽牆後方，由展櫃圍出一矩形空間作為崑曲特色展示空間。其展櫃的設計不落窠臼，策展人員運用別具特色的佈幕或隔板，將展櫃有策略的一分為二，使一個展櫃可以兩面皆有展品。並且運用隔板來豐富展架變化，有時劃分出一比三的展櫃兩側空間，有時又不全然放置隔板，使展櫃呈現半開放的形式，開闊了空間變化或視野。博物館每個

一段時間便會設定新的崑曲相關主題，進行展示。（詳見圖 9）

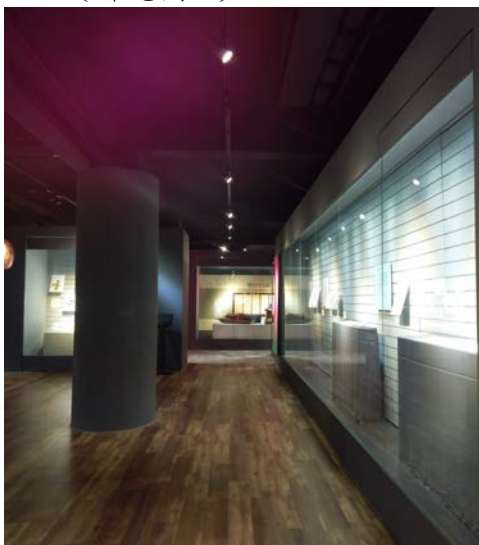


圖 9 國立中央大學崑曲博物館空間圖二

在崑曲特色展示空間右側，借由不同的地板材質和紋路，劃分出一小區崑曲舞台搬演空間，此處空間雖然狹小，但跳脫了西方鏡框式的舞台搬演空間，頗具古時，文人於廳堂中設紅氍毹時，三面環客時的光景。空間中演出的背景和後台於特色展示空間重合，提高了空間的利用率。表演時，還原出入場分別在後場左右兩側，但由於空間不足，樂隊通常會在舞台右下方的空間演奏。（詳見圖 10）



圖 10 國立中央大學崑曲博物館空間圖三

文化創意產品主要借由捐款和贈送的方式來宣傳護額和幫助崑曲發展，其空間位置在崑曲特色展示空間左側，與崑曲介紹牆面相連，主要的創意產品有書籍和服飾。在創意產品展示空間走道的盡頭，是互動體驗區，由多媒體中錄製的水袖的揮舞動作，和

觀眾模仿動作，最後匹配出水袖動作的正確率。透過這樣遊戲式的呈現，讓參觀者愉快的學習和了解崑曲水袖的優美。（詳見圖 11）



圖 11 國立中央大學崑曲博物館空間圖四

四、研究資料分析與討論

(一)戲曲展示方法

本研究所探訪的崑曲的博物館，與布袋戲的文物館。所使用的想通之展示之方法，主要有靜態的展櫃陳列、圖文輸出的牆面步道展示和文化創意產品的展示販賣。已及於科技結合的多媒體的展示，但兩處空間又有所不同之處，李天祿布袋戲文物館偏向影像和音頻，帶來的沉浸式體驗方式。而國立中央大學崑曲博物館則更加偏向和參觀者互動，具有趣味性的遊戲手段。而兩處展示空間獨特的展示方式，有布袋戲文物館中戲台的沉浸體驗，和崑曲博物館實際的動態的舞台搬演的展示方式，並且崑曲博物館不同時期會舉辦不同主題之特展，來吸引跟多的人群，達到傳統戲曲宣傳之作用。

(二)戲曲展示內容分析

本研究所探訪的崑曲的博物館，與布袋

戲的文物館。所使用的想通之展示之內容，主要有文字的解說，圖片的介紹和實物的陳列，這三種較為普遍的展示內容。李天祿的文物館中，展示的聲音和影像和多媒體的結合，同國立中央大學的博物館，所展示的水袖演示和表演活動這類動態的展示物品，都是較為新穎和靈活的展示。

(三)戲曲展示空間分析

本研究所探訪的崑曲的博物館，與布袋戲的文物館。所使用的想通之展示之空間，主要有戲曲歷史和特色展示空間和文化創意產品展示空間這兩處規劃。其次，布袋戲戲台展示空間和崑曲舞台搬演空間，布袋戲多媒體展示空間和崑曲互動體驗區，有所相似又有所不同。同時，也有針對傳統戲曲所具有的獨特性，而規劃的空間，譬如布袋戲偶展示空間和崑曲特色展示空間。

五、 結論與建議

在這個文化資訊快速流通的時代，傳統戲曲的傳承是我們需要探討的問題。本研究從具有地方代表性的蘇州崑曲和台灣布袋戲出發，探討其在當今時代，和現代化的展示空間如何結合，以此來發展傳統戲曲文化。本研究通過對於李天祿布袋戲和國立中央大學崑曲博物館的實地探訪，整理總結出以下幾點：

1. 傳統戲曲的展示方式可以有靜態的圖、文和物的展示，有動態的表演活動的展示，有沉浸和體驗的展示。

2. 傳統戲曲的展示內容可以有圖、文和物的展示，有用現代科技影像、音頻和演示，有表演的展示。
3. 傳統戲曲的展示空間可以有傳統戲曲歷史和藝術展示空間，有文化創意產品展示空間，有戲曲特色展示空間，有戲曲表演空間，有戲曲互動遊戲空間，有戲曲沉浸體驗空間，有多媒體空間。

參考文獻

1. 吳新雷，「吳中崑曲發展史考論」，南京大學學報哲學，人文科學，社會科學，第01期，第41-47頁（2001）。
2. 王永健，「吳文化與崑曲藝術」，藝術百家，第000(004)期，第111-117頁（1993）。
3. 郝蔭柏，「昆曲的十年巨變與未來發展. 戲曲藝術」，第04期，第53-55頁（2011）。
4. 黃鶴，「臺灣布袋戲的藝術構成與文化底蘊」，民族藝術，第086（001）期，第71-75頁（2007）。
5. 李恒，「臺灣布袋戲的溯源傳承與現代發展」，戲劇文學，第396（05）期，第126-130頁（2016）。
6. 楊波，「展示空間與空間展示」，新西部：理論版，第8期，第207-207頁（2007）。
7. 王野，「展示設計空間概念的探討」，經營管理者，第18期，第309-309頁（2012）。
8. 黃淑媛，傳統戲曲的展示空間之再現研究，以台灣的傳統戲曲館為例，中原大學室內設計學系碩士學位論文（2003）。
9. 國立中央大學崑曲博物館官方網站

臺灣應用中國宮殿式建築元素之探討

— 以「陽明山中山樓」為例

謝慶煌¹ 張震鐘²

¹中國科技大學室內設計系碩士生

²中國科技大學室內設計系助理教授

摘要

中國宮殿式建築元素對於 1950 - 70 年代當時的臺灣建築發展佔有相當重要之地位，因它不僅是用來解決隨著國民政府遷臺軍民之思鄉心情的寄託之外，更是背負著當局主政者對於復興中華文化之重要象徵。位於陽明山中的中山樓空間設計就是一個將中國宮殿式建築元素應用到近乎完美的例子，因此，本文探討課題即是建築師修澤蘭如何將中國傳統元素融入中山樓之空間設計中，使其成為散發濃郁的中華文化氣息的多功能會議設施的發展過程。

關鍵詞：中國傳統建築、宮殿式、陽明山、中山樓

Taiwan's exploration of the application of Chinese palace-style architectural elements - take the Zhongshan Tower in Yangmingshan as an example

Ching-Huang Hsieh¹, Chen-Chung Chang²

¹ Master's student, Department of Interior Design, China University of Technology

² Assistant Professor, Department of Interior Design, China University of Technology

Abstract

The elements of Chinese palace-style architecture played an important role in the development of Taiwan's architecture in the 1950s and 1970s, because it was not only used to solve the feelings of homesick people who had moved to Taiwan with the National Government, but also carried an important symbol of the revival of Chinese culture by the authorities. The space design of Zhongshan Tower in Yangmingshan is a near-perfect example of applying Chinese palace-style architectural elements, so this paper discusses how architect Xiu Zelan integrates traditional Chinese elements into the space design of Zhongshan Tower, making it a multi-functional conference facility with a strong Chinese culture.

Keywords: Traditional Chinese architecture, palace-style, Yangmingshan, Zhongshan Tower

一、緣起與目的

戰後臺灣地區新中國樣式建築，在種種影響因素之下，依然展現著多元化的風貌，在臺灣地區新中國樣式建築的發展歷程可從建築的形式、構造類型、建築師風格等多面向來探討，建築的意義應該是考量不同年代、環境、使用者而不停地演化的。而如果從歷史的角度來看，以往建築師們所設計的建築包括空間平面佈局、形式、裝修材料、裝飾元素、陳設軟裝及結構等方面，皆是在反映建築所處的年代，並說明著建築不僅是依照著時間與空間而生，同時更蘊涵時代背景的意義。

戰後臺灣新中國樣式建築的歷史背景要從 1950 年以後大致結束第二次國共內戰敘述起，當年隨著國民政府撤退來台，對整個臺灣的社會結構、政治組織、經濟制度以及人民的行為及思想，產生巨大的改變，然而建築就是經濟、政治以及意識形態的產物，在這些影響因素中被生產。

因此，本文便是希望能透過實際案例「陽明山中山樓」記錄下它的空間概況、裝飾元素、色彩等方面，並分析歸納出初步且客觀的研究成果，加深對其本質的認識以及其發展的意義，並從中獲取寶貴的經驗與知識。

二、陽明山中山樓發展歷史背景

2-1 中山樓的興建背景

於 1959 年，國防研究院第一屆畢業研究員黃仁霖上將等多位將領，原計畫合贈一棟住宅為當時兼任國防研究院院長的蔣介石總統祝壽，取名為「嵩壽樓」，但蔣介石總統笑說不用送他住宅，他想要建一座能容納 800 人開會用的房屋，命名為「中山樓」。(國父紀念館《山中傳奇-陽明山中山樓導覽手冊》2008：P15)因此，修澤蘭建築師便回到事務所照著蔣介石先生指示重新設計，並將中山樓的平面、立面草圖完成後，估算經費要新台幣 1500 萬元，但是當時國家經濟窮困，一時沒有辦法籌措新台幣 1,500 萬元，中山樓的興設計畫因此擱置。

1965 年 10 月，適逢國父孫中山先生百年誕辰，政府為紀念國父並宏揚中華傳統文化，亟思興建一座具國際水準之建築物。蔣介石總統便召見修澤蘭建築師，再談中山樓興建之事，擺置了 7 年的中山樓興設計畫，終於決定於陽明山興建中山樓正式委託由修澤蘭建築師設計，榮民工程處建造。並且期使中華民國政府在正式集會、慶典、接待國賓時有適合之場地，使國際人士領略中華文化之精粹等目的。這棟佔地一萬八千平方公尺、樓高三層、功能多元、彰顯中華文化歷史建築美學的大樓，當時建造時因位於硫磺坑內，硫氣地熱部段，施工工地地質混雜堅石、軟泥與硫磺土，加上大跨距的設計和當時建築施工機具及技術簡陋，倍增工程困難與艱辛，並且均無先例可循；而工期緊迫，對設計施工者而言，幾乎是個不可能完成的挑戰。然而，修澤蘭建築師卻接受此一嚴酷挑戰，一肩承擔中山樓設計監造重任，她與夫婿傅積寬，分為兩班，每班十二小時，日夜趕工，歷盡艱辛，竟然如期在十三個月內趕工完成，令人歎為觀止，由是不脛而走，人所共知，而在工程進行期中，蔣介石總統對工程進度至為關切，經常到工地垂詢探問，修澤蘭建築師面對當時眾人心目中畏之如虎的威權總統，仍能不卑不亢，從容面對應答，完成使命，更令眾人信服欽佩。

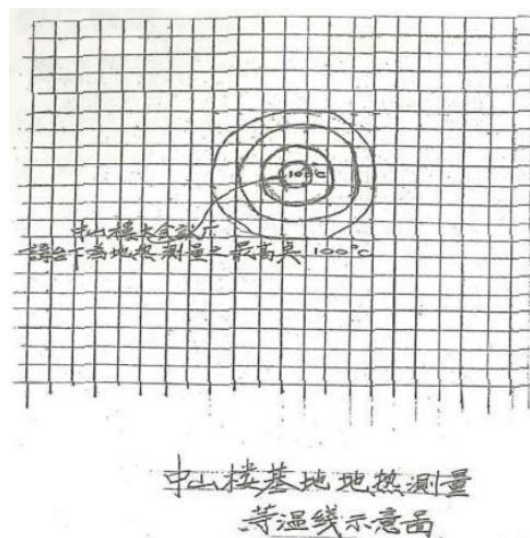


圖 1 中山樓基地地熱測量等溫線示意圖
(圖片來源：《山中傳奇-陽明山中山樓導覽手冊》P18)



圖 2 修澤蘭建築師陪同蔣介石總統視察中山樓工地

(圖片來源:《山中傳奇-陽明山中山樓導覽手冊》P21)



圖 3 傅積寬工程師向蔣介石總統報告中山樓施工進度

(圖片來源:《山中傳奇-陽明山中山樓導覽手冊》P22)

2-2 中山樓的空間型態

中山樓於 1965 年 10 月動工至 1966 年 11 月 12 日啟用，佔地面積共 13,583 平方公尺，建樓總面積為 18,129 平方公尺，樓高 34 公尺，在建造之初，即定位為國家開會、接待國賓之紀念性建築物，故其在外觀設計和內部裝飾上，是以中華傳統宮殿式之建築藝為藍本，樓之結構層層疊疊，特別強調佈局之對稱與外觀之秀麗。

且從風水角度，中山樓背倚七星山，右邊紗帽山，山線圓滑，像隻老虎盤據；左邊山勢險峻，像隻大龍。從三樓「中山樓」區

額之「山」字中軸線延伸，順著「天下為公」正門牌樓，在歷史悠遠的楓香樹前，楊英風的「龍吐珠」大型琉璃浮雕作品與環繞中山樓左右側的硫磺溪，形成了「玉帶圍腰」的風水說法。中山樓就像皇帝的寶座，左環青龍、右抱白虎，大有君臨天下之感，成為風水龍穴寶地。經過 50 年風雨，在莊嚴肅穆的蒼翠松柏中，綠色琉璃瓦寶蓋依然熠熠生輝。(藍玉琦〈中山樓五十年，璀璨獨領先！〉所長吳明珏導覽，珍貴書畫大曝光) 2016)

綜合而言，中山樓之建築規劃，除了對單座建築從形體到細部構件進行加工，達到功能、結構及藝術的統一之外，其室內設有會議廳（中華文化堂）、與可容納 2,000 人的餐廳各一座，在佈局、裝修、家具和字畫陳設透過整體之設計，呈現出一致的美感，完整傳達了極具傳統中華文化藝術高雅精緻之特質，到今日文化教育、見證民主憲政發展的珍貴建築藝術文化資產，中山樓依然卓然屹立，令人敬佩。



圖 4 中山樓側向立面圖

(圖片來源:《山中傳奇-陽明山中山樓導覽手冊》P15)



圖 5 中山樓全景

(圖片來源:

<http://blog.xuite.net/rita5031/blog/28237632>)

三、中山樓空間裡的中國宮殿式建築元素

3-1 門窗形式

中國宮殿式建築門窗特色為塗裝著鮮豔的朱紅色檻窗，並且在材質上古代檻窗均以木料或石材為窗框結構，但在中山樓中的窗框大多均改成鋁窗材質，因「鋁窗」自重輕、強度高、密封性能非常好、擁有極強的耐腐蝕性及防火效果，對於位於陽明山中的中山樓，因位置被大屯火山群環繞不僅要面對嚴重的硫磺氣、臺灣潮濕多雨的氣候問題之外，還要考慮到地震等因素，因此修澤蘭建築師才會於設計時決定採用鋁窗材質，於當時為相當創新之設計手法。並且於中山樓修澤蘭建築師也將中國傳統建築什錦窗元素運用其中，於入口階梯兩側皆有八角什錦窗嵌藍色彩繪玻璃，隔心為如意雲頭，相當有中國風的氣息。

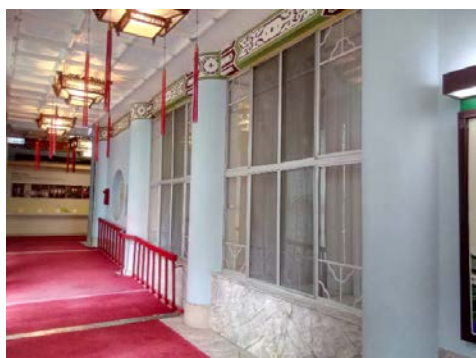


圖 6 特展室外側走廊鋁窗
(圖片來源: 本研究拍攝)



圖 7 八角什錦窗
(圖片來源: 本研究拍攝)

3-2 彩畫裝飾形式

中山樓對於室內空間構件的表面裝飾相當重視，於其他建築案例雖然皆有圖案紋樣精緻優美的彩繪裝飾，但在中山樓中卻是使用在臺灣最少見的「旋子彩繪」，其是以構成主體圖案的團花花瓣採用旋渦狀花紋

”㊦”為主要特徵，是中國古代官式建築彩繪的主要類別，並且方心中的主題紋飾通常也會與建築的建造目的相統一，且有一定的寓意內涵。如中山樓就可以看到修澤蘭建築師採用「西番蓮花紋方心旋子彩繪」來裝飾，因寶相花又具有「寶」和「仙」的吉祥含意，是富貴、吉祥、美滿的象徵，完全符合中山樓體現中華文化之精神。

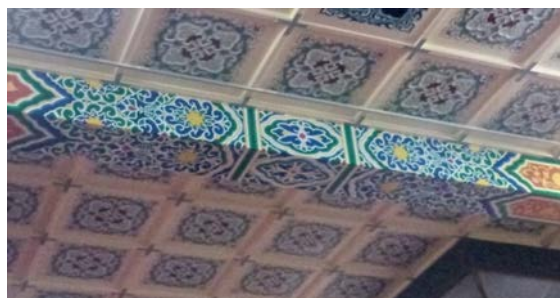


圖 8 中華文化堂西番蓮方心旋子彩繪
(圖片來源: 本研究拍攝)



圖 9 中華文化堂川堂鳳方心和壘彩繪
(圖片來源: 本研究拍攝)

3-3 天花板形式

陽明山中山樓的室內天花板中有最為特別且功能性又高的「井字天花」，井字天花設在屋頂構架下，共有幾點優點，其一可以遮擋屋樑頂架上的塵土掉落，其二則可與屋頂形成相對封閉的空間同時也可有保溫作用，其三是具有裝飾性可以將屋樑包覆，呈現平整的天花板造型。而像在中華文化堂中的「井字天花」與平頂天花一樣會與屋樑之

間產生一個小空間，此小空間用途極高，可將電線管路整理於其中，在以「寶相花紋彩繪」圖樣設計之蓋板封住維修口及對流口，呈現新舊結合且極具實用及美感之設計不僅具中華文化意涵也達到裝飾效果。



圖 10 中華文化堂堂內井字天花

(圖片來源: 本研究拍攝)



圖 11 二樓走廊天花板寶相花圖紋彩畫

(圖片來源: 本研究拍攝)

3-4 欄杆構件裝飾形式

陽明山中山樓的內部欄杆也非常特別，因修澤蘭建築師於設計時將尋杖欄杆使用在樓內 100 級壽字階梯及迴廊，其設計的尋杖欄杆外觀十分輕巧，且比例上較為纖細，做法是先在靠近柱處立望柱，兩望柱之間上

施尋杖，下用欄板二者之間的餘空，則採用明、清代的荷葉淨瓶式，並且延續清代欄杆常在兩端望柱頂部增加雲龍鳳浮雕的裝飾手法，其也在樓內欄杆左右扶手頂上增加大理石壽桃各 100 顆，除加強裝飾趣味性之外，更象徵「百壽」、「百桃」，紀念國父孫中山百歲誕辰及復興中華文化。



圖 12 大理石壽桃裝飾欄杆

(圖片來源: 本研究拍攝)

四、結論

從陽明山中山樓此案例中就可以發現臺灣的中國宮殿式建築的發展歷程中就是不斷與新事物融合，像彩繪以及門窗等都不例外，舉例來說戰後臺灣大部分中國宮殿式建築中的彩繪元素也已經過簡化及轉化之後，才呈現於空間中。與中國傳統宮殿建築室內的梁、柱常用紅色，天花、藻井則繪有雲龍鳳彩畫等，皆用較鮮明且濃烈的色彩取得對比調和效果的風格有些差異。但事實上是臺灣的中國宮殿式建築之室內彩繪風格其實已經獨樹一格，打破明、清時期對於色彩的使用限制，真實的擁有屬於臺灣本土自身的特色，此外，目前臺灣對於中國宮殿式建築室內空間使用方式的規劃也是值得肯定的，在規劃設計以及運用模式方面減少了一些以往莊嚴肅穆不可碰觸以及使人感覺有隔閡的氛圍。現今之規劃才能夠容易使得

民眾對於新中國樣式建築的歷史文化有更進一步的了解，即使是領袖紀念堂等嚴肅空間，現今也多了許多藝文活動，同時也是觀光客赴臺旅遊熱門景點之一。漸漸地使其能夠放下肩負傳承中華文化之重擔，比起以往更為活絡。

參考文獻格式

- 1.王惠君，《解開中山樓建築之謎》，台北：國家臺灣圖書館，2019。
- 2.庄裕光、胡石，《中國古代建築裝飾彩畫》，江蘇美術出版社，2007。
- 3.庄裕光、胡石，《中國古代建築裝飾裝修》，江蘇美術出版社，2007。
- 4.張瑞濱，《中山樓之美》，臺北：國立國父紀念館，2006。
- 5.國立國父紀念館編，《山中傳奇－陽明山中山樓導覽手冊》，國立國父紀念館印製出版，2008。
- 6.黃寶瑜，〈中山博物院之建築〉《故宮季刊》1(1)，69-77，1966。
- 7.蔣雅君，〈修澤蘭與中華文化復興〉《臺灣建築學會會刊雜誌》，2017。
- 8.藍玉琦，〈中山樓五十年，璀璨獨領先！所長吳明珏導覽，珍貴書畫大曝光〉，2016。
- 9.陽明山中山樓，擷取自
<https://chungshanhall.ntl.edu.tw/>。