

## D-01

# 中國醫藥大學醫療體系友善環境之探討 -以台中東區分院等大樓為例

莊少豪(Shao Hao Chuang) 曾亮(Liang Tseng)  
逢甲大學建設學院專案管理研究所 逢甲大學建築專業學院副教授

### 摘要

追求生命的延續已經成為了人類的一大本能，也是歷史上科學發展的主要動力之一，隨著科技及醫療產業的進步，且科學、醫療技術出現了重大突破，使得人類開始進一步追求生命的延續；人類壽命延長，導致高齡人口老化逐漸增多，而食安問題造成一些文明病的產生，影響就醫人數逐年上升。就醫病患皆為身體之體弱多病民眾，或孕婦及骨折病患等因暫時性原因導致行動受限者，及暫時性失能可歸類於暫時性行動不便者，因此各醫療院所依醫療機構設置標準、建築技術規則及建築物無障礙設施設計規範等相關法令規定，要求醫療院所需設置無障礙之環境。本文主要以中國醫藥大學醫療體系-體系院區(地區醫院)三棟建築物台中東區分院、草屯分院、豐原分院作為本次研究的對象，基於就醫的環境、空間及縣市之需求不同，且先天或後天造成之肢體障礙、視障、聽障等行動不便者等對環境感受度亦有所差異，將透過資料分析法研討相關理論與實際參與等相關資料，針對無障礙規劃設計、醫療服務環境之理念及內涵等，採用實地現場觀察、拍照、紀錄等方法進行現場檢視及調查，來針對醫療場所仍有改善空間，以提供友善就醫環境，完成行動不便者的期望。

**關鍵詞：**醫療體系、無障礙環境、就醫空間

## Discussion on the Eco-Friendly Environment of Medical System in China Medical University : An example of The East District Branch of Taichung Medical Building

### Abstract

The pursuit of life has become one of the human instinct, it also becomes the motivation of scientific development in history. With the progress of science and medical technology, the human began to further pursue life. In this article, we try to use the China Medical University Medical Services including Taichung East Division, Caotun Division and Fengyuan Division to explain the difference among the medical treatment environment, space and region.

In research method, first, we use data analysis including to theoretical and empirical data to discuss the design of barrier-free environment and medical service. And then we also investigate through field observations, measurements, records, photographs and other methods to improve the medical environment. Finally, we will figure out the improvement to the expectation of the patient.

**Keywords:** Medical Services, Barrier-free Environment, Medical Treatment Space

### 一、前言

針對中國醫藥大學醫療體系-三棟建築物台中東區分院、草屯分院、豐原分院等三棟地區醫院醫療大樓進行研究動機與目的、範圍與對象、課題與內容、方法與流程說明如下：

### 1-1.動機與目的

追求生命的延續已經成為了人類的一大本能，隨著科技及醫療產業的進步，且科學、醫療技術出現了重大突破，使得人類開始進一步追求生命的延續，我國國民平均壽命延長，生育率持續降低，造成「高齡化社會」產生。據衛生福利部國民健康署初步估計，2012年國人平均壽命，男性為76.4歲，女性為82.8歲，男性與女性分別較2011年增加0.4歲與0.1歲。都市人經常加班、熬夜、缺少運動，久而久之就有了「文明病」的產生，就醫人數逐年上升；就醫病患皆為身體之體弱多病民眾，如個人身體因先天或後天受損、退化，如肢體障礙、視障、聽障等，且癌症發生人數之所以持續上升，主要是受到人口老化、不健康生活型態所致；因此人口老化及疾病人數也隨著浮上檯面。且近年來新聞媒體一再報導醫護過勞事件、醫療暴力事件、醫療糾紛及一例一休等負面新聞，導致醫療服務業面臨招募無人之窘境，更要培養良好的醫療團隊及就醫服務環境。

許多醫療機構秉持以病人為中心服務理念持續經營，提供病患就醫優質服務環境，且依照醫療機構設置標準、建築技術規則及建築物無障礙設施設計規範等法令，來設置無障礙環境等空間，是否足以滿足現有醫院行動不便者之需求，針對仍有些空間不夠完善進行規劃及改善空間。本研究能探討出符合行動不便者期待的就醫空間其目的如下：

- (一) 瞭解醫療機構仍全力建構「中國醫療體系網」，實踐「以病人為中心」的使命與責任實踐「以病人為中心」的使命與責任，提供優質就醫服務環境。
- (二) 彙整門診區、檢查室、病房等就醫空間適切性之行動不便者設施，提供優質就醫服務及無障礙設施的環境。
- (三) 落實警衛及服務人員對不便者服務態度與技能等訓練，來提供行動不便者就醫環境的優質服務。
- (四) 建立醫療就醫動線，讓就醫病患來院可安全順利引導到就醫空間之友善環境。

### 1-2.範圍與對象

#### 1-2.1 研究範圍

中國醫藥大學附設醫院（簡稱中醫大附醫、中國附醫），位於臺灣臺中市北區，為臺中市三所醫學中心之一。下轄豐原分院、臺中東區分院、草屯分院、臺北分院、中科員工診所、台中監獄附設培德醫院；與中國醫藥大學北港附設醫院、台南市立安南醫院（委託中國醫藥大學興建經營）、中國醫藥大學兒童醫院共同組成醫療體系(如表1)。在全省經營醫院(詳圖1)，本次以中國醫藥大學所屬醫療體系院所為研究範圍。

表1 經營範圍表

年代	中國醫大興建醫院大樓	年代	委託或接管醫院
1980	第一醫療大樓	1999	北港附設醫院
1984	兒童醫療大樓	2000	信義鄉地利門診部
1997	急診醫療大樓	2002	豐原分院
1997	美德醫療大樓	2004	台中監獄培德醫院
1999	立夫醫療大樓	2004	台中東區分院
2002	復健醫療大樓	2006	中部科學園區員工診所
2007	急重症中心大樓	2007	草屯分院
2007	癌症中心大樓	2008	台北分院
2013	台南市立安南醫院	2010	陽光精神醫院

2016	新竹健康產業園區興建	2011	豐原惠盛醫院
------	------------	------	--------



圖 1 中國醫藥大學醫療體系院所示意圖

### 1-2.2 研究對象

本研究對象為中國醫藥大學醫療體系-體系院區(地區醫院)三棟建築物台中東區分院(如圖 2)、草屯分院(如圖 3)、豐原分院(如圖 4)作為本次研究的對象，研究對於大樓行動不便者門口進出口空間規劃、門診就醫等待區、各類檢查室進出口、一般病房及產後護理之家設施設備、公共區域空間規劃等依建築技術規則、建築物無障礙設施設計規範、醫療機構設置標準規定，重新檢視內容甚深入詳實研究。



圖 2 台中東區分院示意圖



圖 3 草屯分院示意圖



圖 4 豐原分院示意圖

### 1-3. 課題與內容

隨著老年人口比例逐年增加，醫療空間及友善環境等問題是不容忽視的課題。

#### 1-3.1 研究課題

隨著老年人口比例的逐年增加，醫療空間及友善環境等問題是不容忽視的課題。根據中華民國人口年齡及預期壽命推算，台灣人口從西元 1990 到 2036 年間、大於 65 歲的人口比率會從 6% 增加到 20.5%；即由現今的 123 萬增至 517 萬。尤其是 70 歲以後，年齡每增加 5 歲，骨折的機率則會加倍。則就醫照護的次數增加。

#### 1-3.2 研究內容

本文研究內容針對醫療空間及高齡友善服務環境，提供民眾一個更好的就醫環境而努力，而高齡者與一般民眾最大的不同在於身體機能的退化，使的生活中的不便遠遠超

過我們所能想像，如何營造一個符合就醫民眾的醫療公共空間，使高齡者亦可安心、快樂的心情於我們的醫院就醫或看診，如何針對無障礙公共區域、門診、檢查及病房等公共空間進行研究、瞭解與規劃，是相當重要的課題內容，因此透過本研究的實施，不僅可以更完善醫療空間與高齡友善的推動程序，亦期望透過無障礙公共空間的規劃，讓更多高齡者能安全服務的來到醫院治療。

#### 1-4.方法與流程

本次研究對象中國醫藥大學醫療體系-體系院區(地區醫院)三棟建築物台中東區分院、草屯分院、豐原分院進行探討其研究方法如下：

##### 1-4.1 研究方法

- (一) 資料蒐集法:透過蒐集現行法規、無障礙環境設施相關書籍等學術論文、期刊，來了解無障礙環境之理念、意義與內涵，歸納為研究之基礎。
- (二) 實地查核法:觀察深入研究病人就醫環境中，觀察經常使用無障礙環境之行動不便族群，對於無障礙就醫環境使用之情形及採用現場觀察、測量、紀錄、拍照等方法進行實地檢核調查了解及檢討無障礙設施設置之現況。
- (三) 現場訪談法:依據上述方法來作為訪談內容經由將依護理人員、服務人員、警衛等人所給予之回饋資料。
- (四) 評估得分法:將既有公共建築物無障礙設施替代改善計畫作業程序及認定原則、友善建築、性別友善就醫環境、一般護理之家評鑑基準、高齡友善健康照護機構典範、醫院評鑑及教學醫院評鑑等 6 項基準及規範內容中與友善環境有關議題進行分析與評估。

##### 1-4.2 研究流程

從主題建立、動機與目的在經分析與評估最後提出結論，研究流程(如圖 5)。

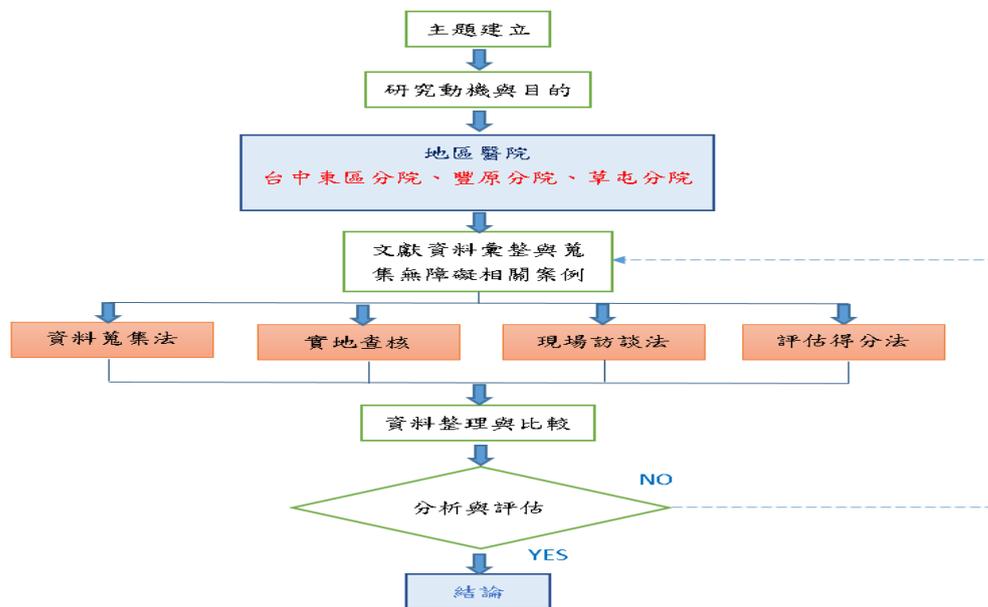


圖 5 研究流程圖

#### 二、文獻探討

針對中國醫藥大學醫療體系-體系院區(地區醫院)三棟建築物台中東區分院、草屯分院、豐原分院進行研究無障礙法規及文獻、醫院設置相關法令如下：

## 2-1 無障礙法規及文獻

為符合身心障礙者使用需求，考量公共建築物之使用特性、適用範圍及規模、社會實際現況，內政部業於 97 年 3 月 13 日台內營字第 0970801030 號令發布「建築技術規則建築設計施工編」第十章修正條文，除擴大公共建築物應設置供行動不便者使用設施之適用範圍，並授權中央主管機關訂定「建築物無障礙設施設計規範」，由內政部於 97 年 4 月 10 日台內營字第 0970802190 號令發布，並自 97 年 7 月 1 日施行，落實推動無障礙生活環境。

「通用設計」的理念最主要目的在改善人類的的生活，滿足使用者的需求，不論是年輕或年老，富有或貧困，身體健全或殘缺。就是希望在設計產品和環境時，能使之適用於更廣泛的使用族群，包括兒童、老年人、婦女、行動不便者、不同體型、生病或受傷的人。也就是在儘可能的最大範圍內，讓同一種產品和環境的設計能適用於所有年齡和不同能力的人，消吾人與人之間的分離。總之，適用設計觀念發展性是無限的，正如同提倡適用設計師們所述，它並不是一個新的創見理念，但它絕對是未來產品和環境設計中不可或缺的元素。[楊松裕，2012]。

## 2-2 醫院設置相關法令

醫院機構依醫療法、醫療法施行細則、醫療機構設置標準等規定，至一百零六年三月二十二日衛生福利部 衛部醫字第 1061661785 號 止，全文 23 條至今共修正 19 次。

### 2-2.1 區域、地區醫院評鑑(2017 衛生福利部)

醫院應提供親切合宜，以病人為導向的醫療服務，建構符合醫院定位的文化，發展以「病人為中心」的醫療，確保所提供之醫療服務是民眾所需要的。讓醫療機構管理人員及健康照護專業人員提升醫療品質，共同提升健康照護品質，期許民眾能夠獲得安全、優質等具人性關懷的健康照護。對於安全的環境與設備(一)醫療院所應設置無障礙設施，並定期檢查設施之功能，確保民眾就醫權利與安全。(二)提供醫療服務及舒適的就醫環境，相關安全措施與設施，應定期檢查各項功能，確保病人安全。

### 2-2.2 醫院性別友善就醫環境評核(2017 衛生局)

落實醫療機構對於性別友善醫療環境之空間使用問題與對策如下：

- (一) 隱私性:能保有個人空間之獨立性，且病患在個人領域能受到保護，如有獨立空間之隱私性。
- (二) 安全性:醫護人員能隨時做好防護措施，即時注意病患之安全，並提供完善的醫療環境，如輪椅的提供及無障礙設施之設計。
- (三) 舒適性:讓病患在醫院裡得到情緒的舒緩、放鬆自在的感覺，如候診區等候之舒適度及病房溫度能依照個人感受之調節。
- (四) 便利性: 有專人協助、動線規劃之順暢及便利即時的衛教資訊，如數位化的動線說明及衛教資訊。

### 2-2.3 產後護理之家評鑑基準(2017 衛生福利部)

隨著人口結構及社會型態、價值觀的轉變，產後照顧的功能也由「傳統型態的產後照護」轉變到專業的產後機構，形成市場型態、可以消費的產後照護模式，並且發展出結合醫療專業的特色，成為一種新興的護理服務產業。有關環境設施與安全維護-部分基準:(一)無障礙設施設置。(二) 昇降設備(電梯)設置情形。(三) 無障礙浴廁的設置情形。(四) 寢室及浴廁緊急呼叫系統設置情形。

### 2-2.4 高齡友善健康照護機構典範選拔(2016 國民健康署)

為促進各機構間推動高齡友善健康照護之標竿學習及經驗交流，並表彰健康照護機

構建立高齡友善健康照護服務典範，推廣高齡友善健康照護機構認證，希望透過醫療保健服務介面，增進長者身心健康與復健，給予符合其需求且有尊嚴的健康照護服務，期望健康照護機構管理者與員工能以看顧自家長者親人的心，不管在管理政策、溝通與服務、照護流程與物理環境等面向之軟硬體服務設計上，都能融入親老、尊老元素，讓長者覺得在心理或行動上都沒有就醫障礙，符合長者需要的友善、支持、尊重與可近的療癒環境，營造讓長者能獲致最大健康照護，縮短失能期間，提高個人生命價值，讓高齡友善健康照護服務醫療發展趨勢友善無障礙環境。

### 三、中國醫藥大學醫療空間之探討

針對中國醫藥大學醫療體系等醫療環境各棟大樓建造時期、各樓層空間使用情形說明如下：

#### 3-1 主題範圍

中國醫藥大學附設醫院（簡稱中醫大附醫、中國附醫），位於臺灣臺中市北區，為臺中市三所醫學中心之一。下轄豐原分院、臺中東區分院、草屯分院、臺北分院、中科員工診所、台中監獄附設培德醫院；與中國醫藥大學北港附設醫院、台南市立安南醫院（委託中國醫藥大學興建經營）、中國醫藥大學兒童醫院共同組成醫療體系(如表 1)。在全省經營醫院(如圖 1)，本次以中國醫藥大學所屬醫療體系院所為研究範圍。隨著工、商業的迅速發展，都市人經常加班、熬夜、缺少運動，導致現代疾病種類、科別不同，則提供醫療環境也不相同，至今講究以病人為中心的醫療服務理念及規劃設計，符合來院病人的醫療空間與設施之需求。

#### 3-2 主題對象

##### 3-2.1 台中東區分院

台中東區分院建築物主結構為鋼筋混凝土，65 年取得使用執照，於中國附醫於 93 年承租經營，地下一層地上十二層，整體工程規劃改善一年完成，94 年取得開業執照，樓層配置概況如下，一樓大廳/掛號/批價/藥局、二樓門診區/抽血檢驗站、三樓門診區/超音波檢查室/放射線檢查室、五樓行政辦公室、六樓慢性呼吸照護病房、七樓至八樓病房、九樓成人及小兒治療區、十樓至十一樓產後護理之家、十二樓血液透析；大樓一樓大多為大廳/掛號/批價/藥局民眾短暫停留人數最多，二樓三樓為門診區/抽血檢驗站/放射線檢查室民眾人數也多停留較長，病房層以住院民眾及陪病家屬為主人數少但停留較長。(如圖 6)

##### 3-2.2 草屯分院

草屯分院(如圖 5)於 78 年請領建照，主結構為鋼筋混凝土，於中國附醫於 96 年承租經營，地下一層地上七層，整體工程規劃改善一年完成，97 年取得開業執照，樓層配置概況如下，一樓大廳/掛號/批價/領藥/門診、二樓手術室/心導管室、三樓門診、五樓病房、六樓血液透析、七樓復健治療室；大樓一樓為掛號/批價/領藥/門診區民眾短暫停留人數最多，二樓手術室民眾人數較少停留較長，三樓為門診為民眾短暫停留人數最多，五樓、六樓為病房層以住院及洗腎民眾為主人數少但停留較長，七樓為復健民眾人數較少停留較長。(如圖 7)

##### 3-2.3 豐原分院

豐原分院於 60 年請領建照，主結構為鋼筋混凝土，於中國附醫於 91 年承租經營，地下一層地上七層，整體工程規劃改善一年完成，92 年取得開業執照，樓層配置概況如下，一樓大廳/掛號/批價/領藥/門診區、二樓門診/檢查室、三樓手術室、五樓及六樓病房；大樓一樓為掛號/批價/領藥/門診區民眾短暫停留人數最多，二樓門診為民眾短暫停

留人數最多，三樓為手術室民眾人數較少停留較長，五樓及六樓為病房層以住院民眾為主人數少但停留較長。(如圖 8)

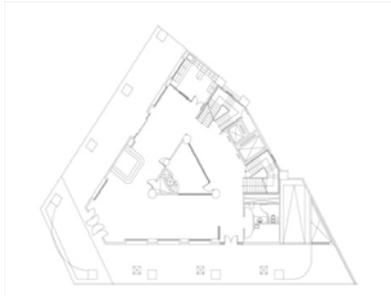


圖 6 台中東區分院平面圖



圖 7 草屯分院平面圖

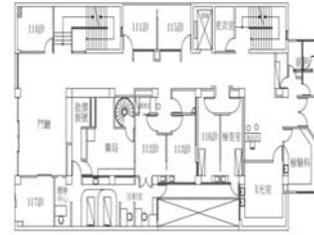


圖 8 豐原分院平面圖

### 3-3 小結(醫療空間之探討):

- (一) 各體系分院在中國附醫資源下，建構優質、安全之醫療環境，且向外發展建立中國醫療體系，近年來積極發展國際醫療服務，提升國際醫療地位。
- (二) 醫療體系應提供親切合宜，以病人為導向的醫療服務，建構符合醫院定位的文化，發展以「病人為中心」的醫療，確保所提供之醫療服務是民眾所需要的，提供病人更優質服務環境空間。
- (三) 體系分院各棟大樓均為 20 年以上建築物，配合整個醫療科技進步，軟硬體設施設備更新頻率頻繁，醫院每年固定編列預算進行建築物修繕，當硬體變更時便規劃更符合病人友善環境的空間。

## 四、分析評估

針對中國醫藥大學醫療體系-體系院區(地區醫院)三棟建築物台中東區分院、草屯分院、豐原分院進行研究分析、評估、小結如下：

### 4-1.分析

中國附醫醫療體系各分院之建築物均為民國 97 年 7 月 1 日修正施行前取得建造執照，故適用 101 年 5 月 25 日發布之「既有公共建築物無障礙設施替代改善計畫作業程序及認定原則」各分院應改善項目如表 2~4 所示、草屯分院應改善項目如表 3 所示、豐原分院應改善項目如表 4 所示；其現場已有進行相關改善作業，本研究仍以建築物無障礙設施設計規範為基礎，再參考相關文獻資料及法規要求則設計檢核表如表 5~7 所示，現場查核該分院各棟大樓出入病人以內外科、婦兒科、復健科及家屬為主，可想這類病人分屬年齡層廣泛及行動不便者，尤其內外科及復健科病人為老人族群均為多數，則一樓均設置批價、藥局、門診經常使用無障礙環境之行動不便族群，本研究為現場測量、拍照、紀錄等方法進行實地檢核如圖 6~8 所示，各分院一樓大廳均設有警衛，協助病人借用輪椅等相關指引就醫服務動線，所以室外通路、避難層坡道及扶手、避難層出入口、室內空間出入口、室內通路走廊、廁所盥洗室、浴室、樓梯、昇降設備、停車場等應設置無障礙設備及設施皆在本研究範圍。

表 2 既有公共建築物改善無障礙設施之種類表-(台中東區分院)

建築物使用類組		無障礙設施 種類 公共建築物	室外通路	及扶手 避難層 坡道	出入口 避難層	出入口 室內空間	室內 通路走廊	樓梯	升降設備	盥洗室 廁所	浴室	觀眾 輪椅 席位	停車空間	無障礙客房
F類	衛生類	F-1 設有 十床 以上 之醫 院	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓			
說明：一、「✓」指每一建造執照每幢至少必須設置一處。 二、「室內通路走廊」指連接各室內無障礙設施之通路走廊。														

表 3 既有公共建築物改善無障礙設施之種類表-(草屯分院)

建築物使用類組		無障礙設施 種類 公共建築物	室外通路	及扶手 避難層 坡道	出入口 避難層	出入口 室內空間	室內 通路走廊	樓梯	升降設備	盥洗室 廁所	浴室	觀眾 輪椅 席位	停車空間	無障礙客房
F類	衛生類	F-1 設有 十床 以上 之醫 院	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓		✓	
說明：一、「✓」指每一建造執照每幢至少必須設置一處。 二、「室內通路走廊」指連接各室內無障礙設施之通路走廊。														

表 4 既有公共建築物改善無障礙設施之種類表-(豐原分院)

建築物使用類組		無障礙設施 種類 公共建築物	室外通路	及扶手 避難層 坡道	出入口 避難層	出入口 室內空間	室內 通路走廊	樓梯	升降設備	盥洗室 廁所	浴室	觀眾 輪椅 席位	停車空間	無障礙客房
F類	衛生類	F-1 設有 十床 以上 之醫 院	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓			
說明：一、「✓」指每一建造執照每幢至少必須設置一處。 二、「室內通路走廊」指連接各室內無障礙設施之通路走廊。														

表 5 現場查檢項目地點表-台中東區分院

項目 \ 樓層	樓層										
	一樓	二樓	三樓	五樓	六樓	七樓	八樓	九樓	十樓	十一樓	十二樓
室外通路	⊕										
避難層出入口	○										
室內出入口	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
室內通路走廊	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
樓梯	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕
昇降設備	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕
廁所盥洗室	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
停車空間	⊕										
無障礙標誌	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕
說明：「○」符合、「⊕」建議改善											

表 6 現場查檢項目地點表-草屯分院

項目 \ 樓層	樓層						
	一樓	二樓	三樓	五樓	六樓	七樓	
室外通路	○						
避難層出入口	○						
室內出入口	○	○	○	○	○	○	
室內通路走廊	○	○	○	○	○	○	
樓梯	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	
昇降設備	○	○	○	○	○	○	
廁所盥洗室	○	○	○	○	○	○	
停車空間	⊕						
無障礙標誌	○	⊕	○	⊕	○	⊕	
說明：「○」符合、「⊕」建議改善							

表 7 現場查檢項目地點表-豐原分院

項目 \ 樓層	樓層						
	一樓	二樓	三樓	五樓	六樓	七樓	
室外通路	⊕						
避難層出入口	○						
室內出入口	○	○	○	○	○	○	
室內通路走廊	○	○	○	○	○	○	
樓梯	○	○	○	○	○	○	
昇降設備	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	
廁所盥洗室	○	○	○	○	○	○	
停車空間	⊕						
無障礙標誌	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	
說明：「○」符合、「⊕」建議改善							



圖 6 無障礙各項設施圖-(台中東區分院)



圖 7 無障礙各項設施圖-(草屯分院)



圖 8 無障礙各項設施圖-(豐原分院)

#### 4-2.評估

經實地查訪體系分院各棟建築物來研究病人就醫友善環境之現況，以檢核表進行現場測量、拍照、紀錄，依查核結論建議如下述，各棟建築物均為民國 97 年 7 月 1 日修正施行前取得建造執照，適用於 101 年 5 月 25 日發布之「既有公共建築物無障礙設施替代改善計畫作業程序及認定原則」，但考量醫院進出大多數體弱族群、身體暫時性失能等行動不便者，仍建議除結構安全無法更改，如昇降設備、樓梯等，其餘應盡量改善；另醫療場所經常因整個醫療體制之需求，建議規劃空間變更時一併將無障礙設施規劃於其中，創造友善醫療服務及無障礙就醫空間。

#### 4-3.小結(分析評估):

- (一) 醫療體系分院各棟建築物均適用既有公共建築物無障礙設施替代改善項目，有室外通路、避難層出入口，公共用室內出入口、室內通路走廊、樓梯、昇降設備、廁所盥洗室、停車空間，依法規定數量部分設置無障礙設施。
- (二) 依現場查核項目之現況室外通路淨寬大於 130cm 及室內出入口淨寬大於 95cm，地面應平整、堅固、防滑、坡度順，避難層出入口大於 150cm。室內通路走廊寬度大於 120cm。樓梯水平踏面皆做防滑處理順平。廁所盥洗室採用推拉門，出入口之淨寬大於 80cm，迴轉空間直徑 155cm，地面應平整、防滑，依規定均設有叫人鈴、馬桶設有可固定之掀起式扶手及固定扶手等設施。昇降設備昇降機出入口之樓地板應無高差，機門的淨寬度大於 90cm，機廂之深度大於 135cm，兩側牆面應設置扶手等符合規定。
- (三) 室外通路在建築物地面應平整，避難層以大門為主要出入口，公共用室內出入口為病室出入口，室內通路走廊為病室、門診通路走廊，樓梯部分設置無障礙設施，昇降設備設置無障礙設施，廁所盥洗室於各樓層部分設置無障礙設施，停車空間 1 處，依法規定數量設置無障礙設施。

## 五、結論

針對中國醫藥大學醫療體系-三棟建築物台中東區分院、草屯分院、豐原分院進行研究緒論、文獻回顧、空間探討、分析評估等所得結論如下：

- (一) 中國醫藥大學醫療體系在大學支持下，建構優質、安全之醫療服務環境，並積極發展國際醫療服務，提升中國醫藥大學醫療體系在國際醫療地位。
- (二) 醫療體系應提供親切合宜，以病人為導向的醫療服務，建構符合醫院定位的文化，發展以「病人為中心」的醫療，確保所提供之醫療服務是民眾所需要的，提供病人更優質服務環境空間。
- (三) 體系分院均適用既有公共建築物無障礙設施替代改善項目，有室外通路在建築物兩側地面平整、堅固、防滑，坡度 1/15，公共用室內出入口，地面應平整、堅固、防滑，室內通路走廊寬度大於 120cm，樓梯水平踏面作防滑處理順平，顏色質地不同之警示設施，昇降設備出入口之樓地板應無高差，機門的淨寬度大於 90cm，兩側牆面應設置扶手，殘障廁所盥洗室採用自動門及橫向拉門，出入口之淨寬 120cm，迴轉空間直徑 155cm，地面應堅硬、平整、防滑，依規定設有呼叫鈴、馬桶設有可固定之掀起式扶手及固定扶手等設施符合無障礙設施規定。
- (四) 醫院建築依建築技術規則、建築物無障礙設施設計規範、醫療機構設置標準等法令規範設計，因疾病種類不同，為使就醫環境更符合病人所需，建構優質、安全之醫療環境，以病人為中心為出發點，致力於提昇整體的醫療品質。

## 參考文獻

### 中文部分

- 毛林琚， 2017，臺中市西屯區公園友善環境之研究，台中。
- 內政部營建署，2014， 建築技術規則，台北。
- 內政部營建署，2014， 建築物無障礙設施設計規範，台北。
- 林臻惠， 2012， 以通用設計原則建構醫院內方向指示型標示之設計評價，台北。
- 黃文明， 2017，中國醫藥大學醫療友善服務環境之研究，台中。
- 楊松裕， 2012，無障礙設計到通用設計－無障礙環境理念變遷與發展過程，台北。

### 英文部分

- Alley, D., P. Liebig, J. Pynoos, T. Banerjee, & I. H. Choi (2007), "Creating elder-friendly communities: Preparations for an aging society." *Journal of Gerontological Social Work*, 49(1-2), 1-18.

### 網站部分

財團法人醫院評鑑醫療品質策進會

<http://www.tjcha.org.tw/FrontStage/page.aspx?ID=088AB6C2-1B58-42F4-9E27-6597273D5ECF>

臺灣健康醫院學會&臺灣健康促進醫院網路

<http://www.hph.org.tw/Default.aspx?tabid=196&mid=675&itemid=348>

衛生福利部國民健康署

<http://www.hpa.gov.tw/BHPNet/Web/Index/Index.aspx>

## D-02

# 臺中榮民總醫院醫療友善環境之探討

吳品勳(Pin-Shiun Wu)  
逢甲大學專案管理研究所

曾亮 (Liang Tseng)  
逢甲大學建築專業學院 副教授

### 摘要

醫院為我國整體社會福利政策長期照顧服務體系之要角，為提供良好照顧服務及支持醫療品質，保障就醫患者與受照顧者之尊嚴及權益，尤其公立醫院更是肩負其特殊之任務及責任，如配合政府衛生醫療政策、執行公共任務等，隨著醫療科技進步，人類壽命也隨之延長，國內人口逐漸高齡化，就醫人數逐年攀升；一般就醫之病人皆為身體有病通之體弱民眾，那孕婦及骨折病人等因暫時性原因導致行動受限者，可歸類於暫時性行動不便者；對於就醫之病人，醫院應提供友善的就醫環境。

現今國內醫療環境快速變遷，醫療機構競爭激烈，醫療服務業目前都面臨諸多窘境，但醫療機構仍秉持以病人為中心服務理念持續經營；尤其大型公立醫院如何提供病人更優質服務環境及受外界肯定，本研究目的及範圍為了解臺中榮民總醫院就醫空間於行動不便者設施之現況，提供優質就醫設施及環境，了解現場人員對醫療友善環境服務的認知，及實際落實執行的作為為何，了解民眾的就醫行為模式及醫療動線、設施、設備等。

本研究對象為臺中榮民總醫院五棟醫療大樓(門診大樓(前)(後)棟、急診大樓、第一醫療大樓、第二醫療大樓、餐廳大樓)為對象，透過資料分析法研討相關理論與實證資料，了解無障礙環境之理念、意義與內涵，歸納成為研究之基礎，以實地觀察法深入研究病人就醫環境中所面臨問題，並實地檢核法採用現場觀察、測量、紀錄、拍照等方法進行實地檢核調查，探討是否仍有改善空間，現場訪談法:依據上述三種方法總結，利用訪談內容經由將依護理人員、服務人員、志工等人所給予回饋資料；評估得分法:將既有公共建築物無障礙設施替代改善計畫作業程序及認定原則、友善建築、性別友善就醫環境、一般護理之家評鑑基準、高齡友善健康照護機構典範、醫院評鑑及教學醫院評鑑等6項基準及規範內容中與友善環境有關議題進行分析與評估。

**關鍵字：**健康照護、醫療友善環境、無障礙設施

## Discussion on Medical Friendly Environment of Taichung Veterans General Hospital

### Abstract

Hospital for the overall social welfare policy of our long-term care service system of the corner, in order to provide good care services and support the quality of medical care to protect the medical treatment and caregivers of the dignity and rights, especially public hospitals is to shoulder its special tasks and responsibilities, Such as with the government

health care policy, the implementation of public tasks, with the medical and technological progress, human life also will be extended, the domestic population gradually aging, the number of medical practitioners increased year by year; general medical patients are physically ill, That pregnant women and patients with fractures due to temporary causes of limited action, can be classified as temporary inconvenience; for medical patients, the hospital should provide a friendly medical environment.

With the advance of medical technology, human's life expectancy is lengthened considerable. A coming aged society would be inevitable. The food safety issues lead to diseases of civilization that results doctor visits increased steadily. The patient to the hospital are sick or frail, in addition, there are pregnant women and people who had fracture of any part of the body with temporary restrictions on movement, such physical disability can be classified as temporarily physically disability. To construct a barrier-free environment of hospital all comply with Building Technical Regulations, Design Specifications of Accessible and Usable Building and Facilities, and Standards for Medical Institutions, etc. In this study, we based on data analysis which related to theoretical and empirical research data to summarize the basis of research with the concept, meaning and connotation of accessibility. Simultaneously, we investigated that patient have had experience about medical service in hospital through field observations, measurements, records, photographs and other methods to improve the used of barrier-free environment system. According to the observation results, it's reflected the cognitive differences between innate and acquired disabilities (such as physically challenged, visually challenged, and aurally challenged) to the medical treatment environment. We expect to provide a friendly medical treatment space for the limited mobility.

**Keywords:** Health Care, Medical Treatment Room Accessibility

## 一、緒論

### 1-1.動機與目的

隨著高齡化社會來臨，年邁者之行動不便者早已是醫院的常客，除此之外醫院對來院就醫之病人，包含有身體有病痛之體弱民眾、孕婦、幼童、患有精神疾病或認知障礙者、骨折病人等暫時性原因之行動受限者、身體暫時性失能之暫時性行動不便者、身體受損四肢退化、肢體障礙、視覺障礙、聽覺障礙等行動不便者，弱勢對象更要提供良好的就醫友善環境，醫院依照建築技術規則、建築物無障礙設施設計規範、醫療機構設置標準等法令設置無障礙環境，是否滿足現有醫院行動不便者需求或仍有改善空間。

本研究探討出符合行動不便者期待的就醫空間其目的為：(一)探索各科門診、檢查室、衛教室適切行動不便者設施，提供優質就醫設施及環境。(二)提昇一線服務人員對不便者服務態度與技能，提供更優質的服務，以熱情的心來輔助冰冷的行動不便者設施。(三)建構友善的就醫動線範本，讓就醫病人來到醫院周邊可清楚且安全到達大樓內。

## 1-2.範圍與對象

現今臺中榮民總醫院（簡稱臺中榮總、中榮）是一家位於臺灣臺中市西屯區大肚臺地上「醫學中心」級的公立醫院，隸屬國軍退除役官兵輔導委員會，經組織改造後為三所榮民總醫院之一，下轄埔里、嘉義、灣橋三所分院(如圖 1)，臺中榮總興建沿革：由行政院國軍退除役官兵輔導委員會（組織改造前稱）為配合國家政策，考量中部地區榮民（眷）、一般民眾的醫療保健與醫學教學、研究發展成立，於1977年門診大樓興建時期稱為「臺灣埔里榮民醫院臺中分院」，於1982年7月1日奉行政院核准成立「臺北榮民總醫院臺中分院」9月16日展開醫療作業，於1988年7月11日改制升格為「臺中榮民總醫院」，於1984年通過了醫院暨教學醫院評鑑，評定為「一級教學醫院」，1988年評定為「準醫學中心」，後經五次評鑑評為「醫學中心暨甲類教學醫院」，2007年及2011年通過「新制醫院評鑑及教學醫院評鑑」，為中部唯一公立醫學中心及教學訓練場所。



圖 1: 臺中榮總醫療體系院所分布圖

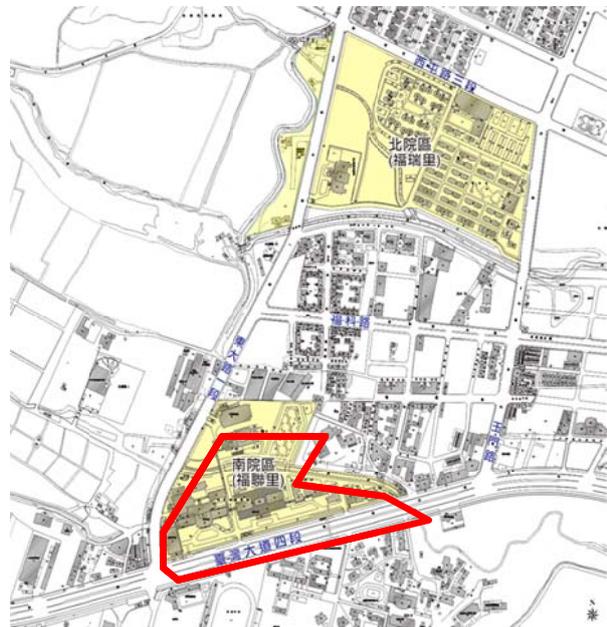


圖 2: 臺中榮總南北院區位置圖

### 1-2.1 研究範圍

臺中榮民總醫院整體院區分為南、北兩區：北院區（福瑞里）土地面積 16.1786 公頃，主要作為後勤支援作業，及醫護住宿休閒的發展空間。南院區（福聯里）土地面積 7.3865.25 公頃，為主要醫療設施、研究及教學空間，原法定建蔽率 40%、容積率 250%，建蔽率於興建新門診大樓後已趨近上限，經台中市政府變更臺中市都市計畫(福安里附近)細部計畫(第三次通盤檢討)，建蔽率提高至 50%、容積率 400%，於 105 年 12 月 30 日發佈實施，預為南院區後續發展興建醫療空間需要。本次研究範圍以針對臺中榮總主要醫療營運之南院區（福聯里），主要建築物內外部空間及設施，探討該院醫療友善環境建置情形(如圖 2)。

### 1-2.2 研究對象

臺中榮民總醫院南院區主要 14 棟建築物，大致分為三類:第一類為以醫療營運為主

要功能之建築物-門診大樓(前)(後)棟、急診大樓、第一醫療大樓、第二醫療大樓、餐廳大樓，第二類為以行政服務為主要功能之建築物-行政大樓、綜合大樓、研究大樓、教學大樓、宿舍大樓，第三類為以附屬停車為主要功能之建築物-第一立體停車場、第二立體停車場，詳如表 1。本研究以第一類為以醫療營運為主要功能之建築物作為研究的對象，研究行動不便者進出口空間規劃、門診就醫等待區、各類檢查室進出口、一般診間設施設備、衛教諮詢空間設施設備、公共區域空間規劃與建築技術規則、建築物無障礙設施設計規範、醫療機構設置標準規定內容甚深入詳實研究(如圖 3)。

表 1 南院區主要建築物表

年代	興建醫院大樓(原稱)	功能	備註
1977	門診大樓後棟(門診大樓)	第一類	聯絡空廊 A、B、G、J、連通 a
1982	第一醫療大樓	第一類	聯絡空廊 A、C、連通 b
1983	行政大樓	第二類	聯絡空廊 A、B、E、H
1983	醫師宿舍	第二類	聯絡空廊 C
1986	綜合大樓	第二類	聯絡空廊 D
1987	餐廳大樓	第一類	連通 b
1988	研究大樓	第二類	聯絡空廊 E、F、I
1991	護士宿舍	第二類	
1993	第二立體停車場(員工停車場)	第三類	聯絡空廊 F
1994	急診大樓	第一類	聯絡空廊 B、D
1997	第一立體停車場(門診停車場)	第三類	聯絡空廊 G
2003	第二醫療大樓	第一類	聯絡空廊 E、F、H
2012	教學大樓(臨床技能訓練中心)	第二類	聯絡空廊 I
2017	門診大樓前棟(新門診大樓)	第一類	聯絡空廊 J、連通 a

### 1-3.方法與流程

本文針對門診大樓進行探討其研究方法如下：(一)資料分析法:透過蒐集現有的法規、無障礙環境設施相關書籍等學術論文、期刊、了解無障礙環境之理念、意義與內涵，歸納成為研究之基礎。(二)實地觀察法:觀察深入研究病人就醫環境中，觀察經常使用無障礙環境之行動不便族群，對於無障礙就醫環境使用之情形。(三)實地檢核法:採用現場觀察、測量、紀錄、拍照等方法進行實地檢核調查了解及檢討無障礙設施設置之現況。研究流程從主題建立、背景與目的在經分析與評估最後提出結論(如圖 4)。



圖 3:臺中榮總南院區配置圖

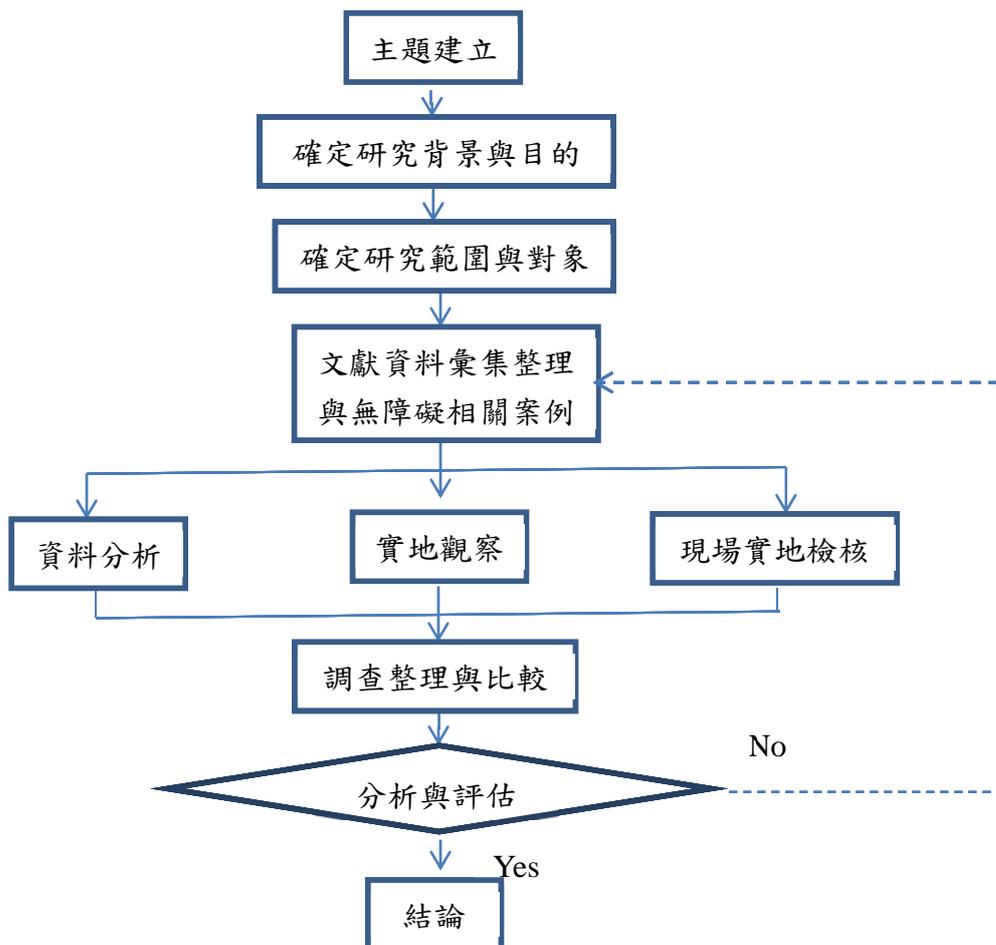


圖 4: 研究流程圖

## 二、文獻探討

### 2-1 無障礙之法規及文獻

建築技術規則自中華民國 34 年 2 月 26 日內政部訂定公布至今共修正 90 餘次，其中有關第 10 章無障礙建築物部分修正 9 次，首次增訂於中華民國 77 年 12 月 12 日內政部台內營字第 650756 號令修正公布增訂建築設計施工編第 10 章公共建築物殘障者使用設施，陸續於中華民國 101 年 10 月 1 日內政部台內營字第 1010808741 號令修正「建築技術規則」建築設計施工編第 167 條、170 條條文；增訂第 167 條之 1～第 167 條之 7 條文；建築技術規則從先訂定適用範圍、種類及應設置之設施陸續修正名詞如「殘障者」稱呼，改稱「行動不便者」，再陸續增訂範圍、種類及應設置之設施，並修正發布施行前取得建造執照之建築物，其行動不便者使用設施之改善辦法，後因「建築物無障礙設施設計規範」頒定後，刪除部分條文，最後為施行全面無障礙化不再僅限定於公共建築物，明定新建、增建建築物均須設置無障礙設施，另全面無障礙化更進一步。

建築物無障礙設施設計規範自中華民國 97 年 4 月 10 日內政部台內營字第 0970802190 號令訂定，在民國 97 年以前無障礙設施都是依據「建築技術規則建築設計施工編」第 10 章所設置的，由於所規範內容並無圖示也不夠明確，以致設置人員各自解讀，也形成許多不符合使用者需求的設施；後因主管機關陸續勘查督導並推廣建築物無障礙設備與設施之教育宣導，及培訓勘檢人員促進無障礙空間；因應無障礙觀念意識提升，法令也陸續修正，至今共修正 3 次。

「無障礙設計」的出發點屬於「慈悲」、「福祉」式的思考，是將高齡者、身心障礙者、孕婦、兒童等人的需求以和一般人區隔開，以不同的「特殊解」來因應；而「通用設計」的立論則更高超，是在設計之初即將各式各樣的人之全納入設計考量中，以「共同解」來因應。若說「無障礙設計」是治療醫學，「通用設計」是預防醫學的概念[曾思瑜，2003]。

### 2-2 醫院設置相關法令規定

醫院機構成立是根據醫療法、醫療法施行細則、醫療機構設置標準等規定設置，其中醫療機構設置標準自中華民國 76 年 9 月 16 日行政院衛生署(76)衛署醫字第 690185 號令訂定發布全文 9 條至今共修正 15 次。

醫院與無障礙設施相關評鑑約有以下幾種：

#### 2-2.1 醫院評鑑及教學醫院評鑑(2016 衛生福利部)

希望宣導品質與病人安全理念、推廣品質管理工具之運用以及醫事人員教育訓練，藉以協助醫療機構管理人員及健康照護專業人員提升醫療品質，共同提升健康照護品質，期許民眾能夠獲得安全、優質、有效益且具人性關懷的健康照護。

在經營管理層面而言對於安全的環境與設備(一)醫院應設置無障礙設施，並符合法令規定；依相關建築法令規定，設置無障礙設施並定期檢查設施之功能，確保民眾就醫權利與安全。(二)提供安全及安靜的病室環境；提供衛教室內之相關安全措施與設施，並定

期檢查各項功能，確保病人安全。

### 2-2.2 高齡友善健康照護機構典範選拔(2015 國民健康署)

推廣高齡友善健康照護機構認證，含診所（醫療群）及長期照護機構，為促進各機構間推動高齡友善健康照護之標竿學習及經驗交流，讓高齡友善健康照護服務醫療發展趨勢友善無障礙環境，有關於物理環境部分如下。(一) 硬體環境：1.在實用及可負擔的情況下儘可能採行「通用設計」之原則。2.機構整體環境，應保持清潔舒適。3.機構有良好照明、防滑地面、穩固的家具以及安全的走道與樓梯。4.機構之廁所、浴室及衛教室床頭設有緊急求救警鈴系統。5.機構設有無障礙廁所並附有簡單的沖洗設備。6.衛教室走道兩側有扶手。7.床的高度應適合長者使用。(二) 交通與行動：1.機構主要院區對外交通方便。2.機構範圍較大者，設有機構內接駁車。3.機構主要入口設有下車處，並有人員可協助服務。4.對行動不便者，提供上下車空間，及機構內行動輔具(如輪椅)。(三) 標誌與識別 1.機構內各處設有簡單易讀的標示及措施（例如語音導引），以利定位及辨識照護者和服務。2.機構內指示標誌採用慣用標誌，方便高齡者辨識。3.重要健康照護人員應使用識別證、名牌或告示板，方便病人(或住民)辨認。

### 2-2.3 一般護理之家評鑑基準(2013 衛生福利部)

台灣地區已邁入高齡化社會，因人口結構高齡化、疾病型態轉變成慢性化、身障者逐年攀升、醫療科技與公共衛生水準亦不斷提升等因素，台灣地區老年人口的照護需求逐年地增加。再加上婦女就業率的提升，亦使得家庭照護的主要人力減少，故台灣社會對養護機構提供老年長期照護服務之需求有日益增加的趨勢，長期照護機構成為重要的照護方式之一，為確保住民之安全及提升護理之家照護品質；有關環境設施與安全維護-部分基準：(一)建築物無障礙設施設置。(二)樓梯設置情形。(三)昇降設備(電梯)設置情形。(四)無障礙浴廁的設置情形。(五)寢室及浴廁緊急呼叫系統設置情形。

### 2-2.4 醫院性別友善就醫環境評核(2013 衛生局)

為輔導醫療機構落實執行以病人為中心之醫療照護，提升醫療品質，保障民眾就醫權益有關硬體及空間：(一)門診及急診室設有獨立之看診空間並有診察床、圍簾、被子。(二)特殊檢查室設有獨立更衣空間、診衣清潔適當遮蔽，減少身體之暴露。(三)設有親子廁所。(四)廁所設有警鈴、掛勾及廁所符合無障礙空間並提供衛生用品。(五)符合公共場所母乳哺育條例，設置哺（集）乳室供民眾使用，並有明顯及座落方向標示公共場所母乳哺育條例。(六)哺（集）乳室應有靠背椅、有蓋垃圾桶、電源設備、可由內部上鎖之門、緊急求救鈴或其他求救設施、洗手設施，符合公共場所哺（集）乳室設置及管理標準。

### 2-2.5 友善建築評選計畫(2015 財團法人台灣建築中心)

為落實人權平等理念及因應臺灣將於 2018 年進入高齡社會趨勢，為推動建築物全面無障礙化，希冀藉由結合強制性之法令規定及鼓勵性作法，推動建置安全、便利、友

善的居住環境，以擴大無障礙生活環境，提昇國人對於無障礙生活空間之重視，共同迎接高齡化社會的到來，友善建築規劃設計說明如下：(一)、建築物室內、外各項無障礙設施設計規劃說明 1.(含室內外通路、避難層坡道、避難層出入口、室內出入口、室內通路走廊、樓梯、昇降設備、廁所盥洗室、浴室、輪椅觀眾席、舞台及停車空間等無障礙設施項目現況照，以及可供編輯之檔案格式與有助於說明建築物之相關圖說)2.無障礙各項設施之管理維護。(二)特殊友善事項說明：應符合「友善建築」評選基準規定及特殊友善事項至少 3 項(例如其空間設計及服務具友善創意或通用概念等)。1.設有無障礙廁所盥洗室之衛教室至少一間。2.復健區當樓層設無障礙廁所一間以上。3.門診各樓層提供二處以上無障礙廁所。4.看病流程友善服務。5.掛號及批價處設有較低可及之櫃臺以提供友善服務。6.多媒體叫號(通知)系統，以服務聽障、視障朋友之需求。7.藥袋或藥盒設點字功能。8.出入口人車分道。9.設置臨時性停車空間。10.建築物出入口與騎樓及馬路銜接處應維持通暢。11.其他(如空間設計及服務具友善創意或通用概念)。

### 三、臺中榮民總醫院醫療空間之探討

#### 3-1.主題範圍

臺中榮民總醫院南院區醫療用途及就醫病患及訪客為主要使用者之建築物，門診大樓(前)(後)棟、急診大樓、第一醫療大樓、第二醫療大樓、餐廳大樓，隨各棟建築物功能差異，提供醫療環境也不相同，講究以病人為中心的醫療理念，應規劃設計更符合病人需求的醫療空間與設施。

#### 3-2.主題對象

(一)門診大樓：主要包括兩棟分別為 1.門診大樓(後)棟、2.門診大樓(前)棟。

##### 1.門診大樓(後)棟

原計畫設置 600 張病床及提供每日 1000 人次之門診，建築中期，因感於中南部地區無設備完善、師資優秀之大型教學醫院，且地方發展迅速，將來恐不敷應用，奉准增設為病床 800 張。共佔地約 20 公頃，建築面積 3700 餘坪，自民國 67 年開始興工，於 71 年全部完成，為「埔里榮民醫院臺中醫療中心」，因臺中港路交通之便而將主要有關醫療及病房等房舍，均設在南區，其職務官舍則建在北區，全部工程由鼎華建築師事務所王玉堂建築師負責設計與監造，施工方面，分由輔導會榮民事業管理處負責建築，勞務中心負責水電，台北鐵工廠負責空調。

門診大樓(後)棟 2 樓為手術室無菌室及各科開刀房醫療設施，另因 92 年 SARS 疫情爆發，全國醫療院所均缺高致病毒實驗室，無法及時有效檢驗，同時檢驗人員亦因而處於高感染原之風險環境，鑒此，配合疾管局政策，於檢驗部原址騰出空間，改裝為專用實驗室。現今門診大樓(後)棟 1 樓，早期原為行政單位辦公室，於 94 年改裝作為健康生活廣場，以提昇來賓及病患就醫品質，提供多元化服務，門診藥局作業及發藥櫃檯，95 年予以全面更新，可簡化包裝、發藥作業流程，提升服務品質(如圖 5)。

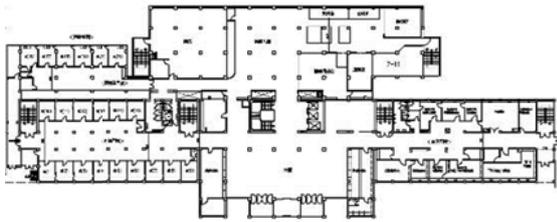


圖 5: 門診大樓(後)棟 1F 示意圖

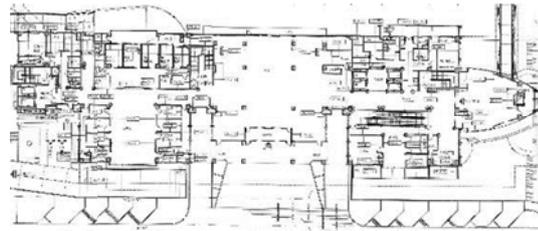


圖 6: 門診大樓(前)棟 1F 示意圖

## 2.門診大樓(前)棟

原稱新門診大樓為臺中榮民總醫院致力提供以病人為中心之就醫環境；重視病人隱私、感染控制、舒適環境、安全環境等，鑒於原門診大樓於民國 71 年啟用迄今超過 35 年，作為醫療使用已顯見樓地板面積不足、樓層高度不足、機電消防系統改善困難等問題，為符合新制醫院評鑑，爰於 100 年 12 月報請行政院核定，另興建新門診大樓以優化醫療空間品質與醫療作業流程，除期望提升臺中榮民總醫院就醫民眾滿意度外，更進一步滿足醫護人員需求，為病患、家屬與醫護人員創造一個更優質的療癒環境。

於 103 年動工興建，105 年完工落成，係地下三層、地上八層建築，計畫總金額新台幣約 12 億元。設計理念著重生態、節能、減廢、健康及智慧，以宜人綠籬植栽綠美化設計取代拆除舊有圍籬欄杆，以立體化人車分道概念改善過去院內交通環境動線紊亂問題，重視室內物理環境之健康設計、保持室內空氣品質、噪音降低、防菌抗菌、通風採光兼顧景觀優美，以及機水電、空調、消防等設備之節能、安全監控等智慧化設計，榮獲第 16 屆公共工程金質獎佳作(如圖 6)。

### (二)急診大樓

早期臺中榮民總醫院急診室原設於現在門診大樓(後)棟地下 1 樓，因急診病患逐年增加，空間壅塞，為提升服務品質，79 年奉准於面臨西側東大路空地興建第二醫療大樓幢，地下 3 層，地上 8 層，於 83 年完成啟用，除 1、2、3 樓供急診部使用外，並將體檢中心、家醫科、皮膚科、護理部及醫學圖書館等單位遷入。急診 2 樓因應急診醫療環境及需求改變，於 95 年由原本呼吸治療加護病房改為急診創傷中心用途，並將留觀 2 病房重新規劃調整，簡化檢查動線，於 96 年完工啟用，急診大樓地下 1 樓於 92 年整修改裝，提供血液腫瘤科辦公室化療室及實驗室使用，急診大樓 6 樓皮膚科美容醫學中心改裝，因應醫學美容市場需求，92 年於皮膚科原址改裝整修，成立美容醫學中心，同年爆發 SARS 疫情配合防治緊急需要，設置臨時發燒篩檢站及病房(如圖 7)。

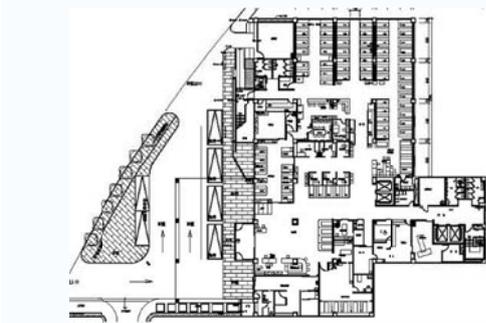


圖 7: 急診大樓 1F 示意圖

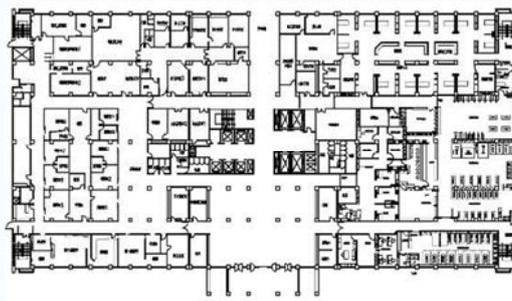


圖 8: 第一醫療大樓 1F 示意圖

### (三)第一醫療大樓

71年8月落成啟用後自87年起，分年分區逐年辦理整修，87年至89年度先完成8-10樓，90-94年度完成4-7樓病房區內部裝修及空調、衛生、消防設備更新改裝，四樓改裝為第二外科加護病房及呼吸加護病房，提昇服務品質。第一醫療大樓3樓，為手術室外科醫學中心，外科收治病患多屬重症，而開院以來，因病患日增，原有手術室已不敷使用，復因恢復室及加護病房不足，堵塞手術病人外送管道，增加病人候床時間，爰於88年擴充手術室、恢復室及外科加護病房。第一醫療大樓2樓心臟內科91年原址擴充整修，配合第1心導管室，汰換安置雙面心導管X光攝影機。95年集中設置內科檢查中心及心臟血管中心，方便民眾就醫，改善醫療服務品質，現今第一醫療大樓4樓改裝為呼吸治療加護病房。

鑒於SARS及禽流感疫情及其他法定傳染病所造成之感染，確有需要常設之標準隔離病房便於管控，於92年第一醫療大樓10樓102病房增設標準隔離病房。97年配合高齡醫學中心病房開設18床，整修改裝105病房，以符合高齡病患使用設施。第一醫療大樓增建電梯工程，因應新增消防法規標準，提供病患、來賓及工作人員緊急逃生疏散，於99年辦理增建緊急逃生電梯。第一醫療大樓地下1樓病理部空間於97年檢討調整改裝，以符合國家實驗室認證標準(如圖8)。

### (四)第二醫療大樓

為改善各類診療、檢查空間嚴重不足及設立婦產部、小兒部專用病房，加強婦幼醫療服務工作等，88年起奉准於4號門旁空地規劃興建建築總面積38,083 m<sup>2</sup>，地下3層地上11層SRC構造，第二醫療大樓(婦幼大樓)1幢，總造價8億4200萬元，分4年辦理，本工程自89年9月開工，92年4月完工，92年8月正式啟用，設置婦幼門診、病房及產房、嬰兒室、手術室、加護病房及一般病房、中西藥臨床中心、緩和療護病房、加馬刀治療室等，該工程於91年榮獲行政院公共工程委員會評鑑為第2屆公共工程金質獎，為當年度建築類全國唯一得獎單位。為服務來院民眾及病患就醫方便，於92年增建第二立體停車場至第二醫療大樓風雨走廊，並將院區4號門汽車出入口動線重新規劃整合，整建崗亭，使全院區橫向聯繫，全面達到無障礙空間之需求。同年第二醫療大樓11樓緩和療護病房裝修，配合緩和療護病房開設，依緩和療護作業流程功能需求改裝。另為配合第二醫療大樓啟用病床及輪椅等無障礙設施之需要，於聯絡走廊第二醫療大樓入口，設置病床轉運電梯，於93年另配合衛生署政策，新設中區緊急災難應變中心。因過敏免疫及胸腔疾病病患眾多，各類診療空間及檢查室、實驗室空間分散不同位置，於94年第二醫療大樓地下1樓原停車場用途申請變更，改裝為胸腔疾病中心及過敏免疫中心，集中設置，提供病患方便及溫馨之就醫環境。同年，因原有洗腎床位僅24床，嚴重不足，為因應醫療服務量之需求，於第二醫療大樓地下2樓原停車場用途申請變更為洗腎中心，擴增至40床，提供病患完善且溫馨的高品質醫療服務(如圖9)。

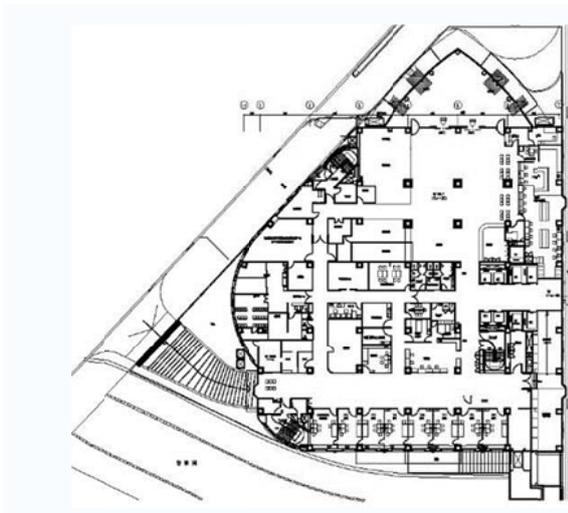


圖 9: 第二醫療大樓 1F 示意圖

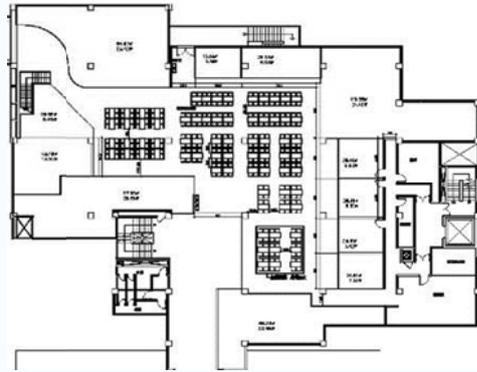


圖 10: 餐廳大樓 1F 示意圖

#### (五).餐廳大樓

臺中榮民總醫院原有之廚房餐廳設於醫療大樓之地下 2 樓，常有油味直滲病房，如發生火警事故，更影響整樓安全，74 年於醫療大樓之後端空地，興建廚房餐廳 1 幢，總樓地板面積 5,850 平方公尺，於 75 年完成啟用。啟用迄今配合員工餐廳，民眾美食街委外經營，於 95 年、102 年歷經多次室內改裝及週邊環境美化，後於 104 年另興辦無障礙廁所整修等零星醫療友善環境改裝工程(如圖 10)。

#### 3-3.小結

(一)臺中榮民總醫院為了補強沒有醫學院豐富研究資源做後盾的弱勢，積極與各大研究機構合作，整合研究資源，建立基礎及臨床醫學研究合作平台，期能發展獨特性、前瞻性、創新性、實用性等具效益之研究，為醫療產業的未來發展進一份心力，近年來積極發展國際醫療服務，提升國際醫療地位。

(二)臺中榮民總醫院整體各棟建築環境近年來力求營造舒適的就醫環境、行動不便者無障礙設施，企圖翻轉建物老舊、設施不便等舊形象，積極投入改善，105 年門診大樓(前)棟更獲得第 16 屆公共工程金質獎佳作。

(三)門診大樓(後)棟雖是一棟已經 35 年的建築物，在醫院精心維護下完全看不出來它的年齡，醫院每年固定編列預算進行建築物修繕，配合整個醫療科技進步，軟硬體設施設備更新頻率頻繁，當硬體變更時便規劃更符合病人使用環境空間。

## 四、分析評估

### 4-1.分析

#### (一).分析內容

本研究對象除門診大樓(前)棟外，其餘各棟建築物均為民國 97 年 7 月 1 日修正施行前取得建造執照，故適用 101 年 5 月 25 日發布之「既有公共建築物無障礙設施替代改善計畫作業程序及認定原則」應改善項目(如表 2~6)所示；其現場已有進行相關改善作業，本研究仍以建築物無障礙設施設計規範為基礎，再參考文獻及相關法規要求設計檢

核表(如表 7~11)所示，觀察各棟大樓出入病人，研究現場測量、紀錄、拍照等方法進行實地檢核，室外通路、避難層坡道及扶手、避難層出入口、室內出入口、室內通路走廊、樓梯、昇降設備、廁所盥洗室、浴室、停車場等應設置無障礙設備及設施皆在本研究範圍。

表 2 既有公共建築物改善無障礙設施之種類表-門診大樓(後)棟

建築物使用類組		無障礙設施種類 公共建築物	室外通路	及 避 難 層 坡 道	出 入 口	避 難 層	出 入 口	室 內 空 間	通 路 走 廊	室 內	樓 梯	昇 降 設 備	盥 洗 室	廁 所	浴 室	觀 眾 席 位	輪 椅	停 車 空 間	無 障 礙 客 房
F類	衛生類	F-1	設有十床 病床以上 之醫院	▽	▽	▽	▽	▽	▽	▽	▽	▽	▽	▽	▽				

表 3 既有公共建築物改善無障礙設施之種類表-急診大樓

建築物使用類組		無障礙設施種類 公共建築物	室外通路	及 避 難 層 坡 道	出 入 口	避 難 層	出 入 口	室 內 空 間	通 路 走 廊	室 內	樓 梯	昇 降 設 備	盥 洗 室	廁 所	浴 室	觀 眾 席 位	輪 椅	停 車 空 間	無 障 礙 客 房
F類	衛生類	F-1	設有十床 病床以上 之醫院	▽	▽	▽	▽	▽	▽	▽	▽	▽	▽	▽	▽			▽	

表 4 既有公共建築物改善無障礙設施之種類表-第一醫療大樓

建築物使用類組		無障礙設施種類 公共建築物	室外通路	及 避 難 層 坡 道	出 入 口	避 難 層	出 入 口	室 內 空 間	通 路 走 廊	室 內	樓 梯	昇 降 設 備	盥 洗 室	廁 所	浴 室	觀 眾 席 位	輪 椅	停 車 空 間	無 障 礙 客 房
F類	衛生類	F-1	設有十床 病床以上 之醫院	▽	▽	▽	▽	▽	▽	▽	▽	▽	▽	▽	▽				

表 5 既有公共建築物改善無障礙設施之種類表-第二醫療大樓

建築物使用類組		無障礙設施種類 公共建築物	室外通路	及 避 難 層 坡 道	出 入 口	避 難 層	出 入 口	室 內 空 間	通 路 走 廊	室 內	樓 梯	昇 降 設 備	盥 洗 室	廁 所	浴 室	觀 眾 席 位	輪 椅	停 車 空 間	無 障 礙 客 房
F類	衛生類	F-1	設有十床 病床以上 之醫院	▽	▽	▽	▽	▽	▽	▽	▽	▽	▽	▽	▽			▽	

表 6 既有公共建築物改善無障礙設施之種類表-餐廳大樓

建築物使用類組		無障礙設施種類 公共建築物	室外通路	及 避 難 層 坡 道	出 入 口	避 難 層	出 入 口	室 內 空 間	通 路 走 廊	室 內	樓 梯	昇 降 設 備	盥 洗 室	廁 所	浴 室	觀 眾 席 位	輪 椅	停 車 空 間	無 障 礙 客 房
F類	衛生類	F-1	設有十床 病床以上 之醫院	▽	▽	▽	▽	▽	▽	▽	▽	▽	▽	▽	▽				

說明：一、「▽」指每一建造執照每幢至少必須設置一處。

二、「室內通路走廊」指連接各室內無障礙設施之通路走廊。

表 7 現場查檢項目地點表  
-門診大樓(後)棟

項目	樓層				
	一樓	二樓	三樓	四樓	五樓
室外通路	○				
避難層出入口	○				
室內出入口	○	○	○	○	○
室內通路走廊	○	○	○	○	○
樓梯	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕
昇降設備	○	○	○	○	○
廁所盥洗室	○	○	○	○	○
停車空間	⊕				
無障礙標誌	○	⊕	○	⊕	○

說明：「○」符合、「⊕」建議改善

表 8 現場查檢項目地點表  
-急診大樓

樓層項目	樓層							
	一樓	二樓	三樓	四樓	五樓	六樓	七樓	八樓
室外通路	⊕							
避難層出入口	○							
室內出入口	○	○	○	○	○	○	○	○
室內通路走廊	○	○	○	○	○	○	○	○
樓梯	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕
昇降設備	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕
廁所盥洗室	○	○	○	○	○	○	○	○
停車空間	⊕							
無障礙標誌	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕

說明：「○」符合、「⊕」建議改善

表 9 現場查檢項目地點表  
-第一醫療大樓

樓層項目	樓層									
	一樓	二樓	三樓	四樓	五樓	六樓	七樓	八樓	九樓	十樓
室外通路	⊕									
避難層出入口	○									
室內出入口	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
室內通路走廊	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
樓梯	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕
昇降設備	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕
廁所盥洗室	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
停車空間	⊕									
無障礙標誌	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕

說明：「○」符合、「⊕」建議改善

表 10 現場查檢項目地點表  
-第二醫療大樓

項目	樓層											
	一樓	二樓	三樓	四樓	五樓	六樓	七樓	八樓	九樓	十樓	十一樓	十二樓
室外通路	⊕											
避難層出入口	○											
室內出入口	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
室內通路走廊	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
樓梯	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕
昇降設備	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕
廁所盥洗室	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
停車空間	⊕											
無障礙標誌	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕

說明：「○」符合、「⊕」建議改善

表 11 現場查檢項目地點表  
-餐廳大樓

項目	樓層			
	一樓	二樓	三樓	四樓
室外通路	⊕			
避難層出入口	○			
室內出入口	○	○	○	○
室內通路走廊	○	○	○	○
樓梯	○	○	○	○
昇降設備	⊕	⊕	⊕	⊕
廁所盥洗室	○	○	○	○
停車空間	⊕			
無障礙標誌	⊕	⊕	⊕	⊕

說明：「○」符合、「⊕」建議改善



圖 11 無障礙各項設施圖-門診大樓(前)棟



圖 12 無障礙各項設施圖-門診大樓(後)棟



圖 13 無障礙各項設施圖-急診大樓



圖 14 無障礙各項設施圖-第一醫療大樓



圖 15 無障礙各項設施圖-第二醫療大樓



圖 16 無障礙各項設施圖-餐廳大樓

(二)分析成果

1. 本次各棟適用既有公共建築物無障礙設施替代改善項目，均有室外通路在建築物周圍，避難層出入口共有 15 處，公共用室內出入口共 710 處，室內通路走廊共 40 處，樓梯 10 座，昇降設備 25 部，廁所盥洗室 45 處，停車空間 3 處，符合依法規數量設置。
2. 依查核項目調查各棟現況室外通路淨寬均大於 130cm，地面平整、堅固、防滑，坡度

1/30<1/12，避難層出入口最小 250cm>150cm，出入口平台寬 700cm 深 550cm。室內出入口淨寬最小 130cm>95cm 地面應平整、堅固、防滑。室內通路走廊寬度最小 230cm>120cm。樓梯水平踏面作防滑處理順平，級高 15cm 及深 30cm，距梯級終端 30 公分處設置深度 30 公分，顏色質地不同之警示設施。廁所盥洗室採用橫向拉門，出入口之淨寬最小 110cm>80cm，迴轉空間直徑 155cm，地面應堅硬、平整、防滑，依規定設有叫人鈴、馬桶設有可固定之掀起式扶手及固定扶手等設施，共設有 20 處。昇降設備昇降機出入口之樓地板應無高差，機門的淨寬度 120cm>90cm，機廂之深度 240cm>135cm，兩側牆面應設置扶手等符合規定。

#### 4-2. 評估

##### (一) 評估內容

實地觀察研究病人就醫環境現況，以檢核表進行現場測量、拍照、紀錄(如圖 11~16)，依查核結論建議評估如下述:除門診大樓(前)棟外，其餘各棟建築物均適用 101 年 5 月 25 日發布之「既有公共建築物無障礙設施替代改善計畫作業程序及認定原則」，應考量醫院進出多為體弱族群、身體暫時性失能之暫時性行動不便者，建議除結構安全限制無法更改，如樓梯、昇降設備等，其餘應盡量改善；另醫療場所經常因不同時期之需求進行變更動線或空間，建議在變動規畫空間時一併將無障礙設施設備設計於其中，營造友善醫療環境。

##### (二) 評估成果

建築物無障礙設施五棟醫療大樓依「既有公共建築物無障礙設施替代改善計畫作業程序及認定原則」經本研究評核如下:

第一醫療大樓評核 91.5 分在浴室項目截水溝部分有改善空間；第二醫療大樓評核 85 分在樓梯項目防護緣、警示帶部分及浴室項目截水溝部分有改善空間；門診大樓(後)棟評核 85 分在樓梯項目防護緣、警示帶部分、廁所盥洗室項目扶手、截水溝部分有改善空間；急診大樓評核 87 分在樓梯項目防護緣、警示帶部分及浴室項目截水溝部分有改善空間；餐廳大樓評核 84 分在樓梯項目防護緣、警示帶部分有改善空間。

## 五、結論

本研究對象經文獻探討、實地觀察、現地檢核、資料分析後，整理、評估得出結論如下:

(一)臺中榮民總醫院積極與國內各大學院校強化醫療研發及人才培育交流等合作，建構全人、優質、安全之醫療環境，近年主要以提升門診服務品質為首要任務，於 106 年落成啟用門診大樓(前)棟，營造進醫院像進飯店的民眾觀感，挑高明亮的門診大廳設計，並打造良好醫療友善環境，但反觀其他各棟均是 10 年以上建築物之無障礙設施仍有待加強改善之空間，建議藉由興辦整體規劃、分區改裝工程之機會，利用遷出原本機能並重新規劃整合空間改裝後活化各棟建築物同時加強無障礙設施，秉持以病人為中心的理念，兼顧病患訪客及醫護同仁需要，舒適的就醫及工作環境，

以符合未來高齡化整合提供醫療友善環境之照護使命。

(二)醫院建築雖是依據建築技術規則、建築物無障礙設施設計規範、醫療機構設置標準等法令規範設計，本研究五棟醫療大樓在既有公共建築物無障礙設施各項檢查中在室外通路各1處、室內出入口共計710處、室內通路走廊共計40、昇降設備共計25部、停車空間共計3處符合規定、廁所盥洗室共計45處、浴室共計440處，廁所盥洗室依規定每幢設置一處符合規定，另自行增設部分有15處符合，有15處有待改善，樓梯防護緣及警示帶設置有待加強，昇降設備在引導、點字、語音、標示有待加強，浴室截水溝設置建議改善。

(三)隨時代進步，為使就醫環境更符合病人所需，例如廁所盥洗室每一建造執照每幢至少必須設置一處，而近期興建之門診大樓(前)棟依樓層分散設置多處每處均符合無障礙廁所之規定，優於法規其目的在於建構優質、安全之醫療環境，以病人為中心為出發點，致力於提昇整體的醫療品質。另外，本研究發現醫院對有關醫院評鑑及教學醫院評鑑項目總是不遺餘力，對其他如高齡友善健康照護機構典範、一般護理之家評鑑基準、性別友善就醫環境、友善建築項目仍有改善空間，依本研究設計之評核表綜合評估所得結論如下：

- 1.既有公共建築物無障礙設施項目以第一棟醫療大樓91.5分最高。
- 2.友善建築項目以第二醫療大樓74分最高。
- 3.性別友善就醫環境項目以第二醫療大樓91分最高。
- 4.一般護理之家評鑑基準項目以第一棟醫療大樓85分最高。
- 5.高齡友善健康照護機構典範項目以門診大樓89分最高。
- 6.醫院評鑑及教學醫院評鑑項目以門診大樓90分最高。

## 參考文獻

- 內政部營建署，”2014， 建築技術規則。
- 內政部營建署，2014， 建築物無障礙設施設計規範。
- 邱大昕，2008， 障礙環境建構過程中使用者問題之探討，臺灣社會福利學刊。
- 翁玉琴，2012， 公立醫院辦理整修建工程採購之研究，中國科技大學。
- 梁亞文、陳文意等 2016， 長期照護機構管理，華杏出版機構。
- 郭秋平，2013， 推動及改善無障礙校園環境之個案研究，中華大學。
- 黃文明，2017， 中國醫藥大學醫療友善服務環境之研究，逢甲大學。
- 曾思瑜， 2003， 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。
- 廖春華，2014， 醫院功能設計，華杏出版機構。
- 謝榮鴻，2005， 政府組織再造下之榮民醫療體系之定位及方向研究，陽明大學。
- 饒紀倫、陳雅苹、林靖瑛、劉燦宏 2012， 臺灣身心障礙者特別門診建構模式之初探，身心障礙研究期刊。

財團法人醫院評鑑療品質策進會

<http://www.tjcha.org.tw/FrontStage/page.aspx?ID=088AB6C2-1B58-42F4-9E27-6597273D5ECF>

臺灣健康醫院學會&臺灣健康促進醫院網路

<http://www.hph.org.tw/Default.aspx?tabid=196&mid=675&itemid=348>

衛生福利部國民健康署

<http://www.hpa.gov.tw/BHPNet/Web/Index/Index.aspx>

Alley, D., P. Liebig, J. Pynoos, T. Banerjee, & I. H. Choi (2007), "Creating Older-friendly communities: Preparations for an aging society." *Journal of Gerontological Social Work*, 49(1-2), 1-18.

Beange, H., Lennox, N., & Parmenter, T.R. (1999). Health targets for people with an intellectual disability. *Journal of Intellectual & Developmental Disability*, 24, 283-297

## D-03

# 臺中市豐原區建公共建築物無障礙電梯點字系統現 況認知

曹覺之(Chueh-Chih Tsao)  
逢甲大學建築專業學院建築碩士

\*曾亮(Liang Tseng)  
逢甲大學建築專業學院副教授

\*\*潘才學(Tsai-Hsueh Pan)  
逢甲大學通識教育中心講師

### 摘要

近年臺灣地區身心障礙保護法與建築技術規則等，對於行動不便者使用建築物設備及設施相關之法令施行。以公共建築物而言，設置無障礙電梯是重點檢核項目，早期無電梯點字系統之規範，對於電梯內、外部之點字系統較不重視；常有電梯點字字義有誤、點字位置不適或點字施作錯誤等方面態樣；視障者在垂直動線之定向行動中無法正確辨識，造成不便與混亂現象。本研究針對臺中市豐原區，共計調查16棟公共建築物，無障礙電梯點字系統設置現況，進行統計、分析、比較作業，並針對錯誤現象提出對策。

經調查臺中市豐原區公共建築物，無障礙電梯點字系統所得結果：(一).設計層面：「開鍵」採用注音(ㄎㄛ)有81.25%(符合法規)、注音(ㄎㄛˊ)有6.25%、未設置點字有12.50%(二).使用層面：統計符合法規『按鍵外左側』，就「上」鍵設置按鍵有56.25%，研究結果作為研修法令之參考。

**關鍵詞：**臺中市、豐原區、公共建築物、電梯點字系統

## Current Status Public Buildings Elevator Braille System's at Fengyuan District Taichung City

### Abstract

There are more and more protection acts and building technical regulations on the disabled people in Taiwan. In terms of the public buildings, it is important on setting up the non-handicapping elevator. In early period, there is no rule about the Elevator Braille System, so people do not care much about the inside and outside of the Elevator Braille System. Usually, there are some faults on the Braille System, such as the incompatible meaning, the mistaken place and the wrong implement and so on. Therefore, the visually impaired persons cannot identify in the vertical trends, so they feel inconvenient and disordered. This research is emphatic on sixteen public buildings in Fengyuan District Taichung City. The purpose of this article is, (1) To understand the current situation of the Braille System in each elevator. (2) To compare with the elevators in the Taichung. (3) To establish a basic database on designing for all the elevators in the Taichung. (4) To provide the principals for Braille System design, installation, and usage. After analyzing the Fengyuan District Taichung City public building, it

shows: (1) The design level:using “Open Key” as example, 81.25% of them using zhuyin as the language system (following legislation), 6.25% of them using zhuyin as the language system (unfollowing legislation), and 12.5% of them lacking the Braille System. (2) The use levels: Statistics regulatory compliance, "theleft-side button" on [Up] Key to open about56.25%..Based on the above research results as a follow-up study of the reference.

**Keywords** : Taichung City, Fengyuan District, Public Building, Elevator Braille System

## 一、前言

### 1-1 研究動機與目的

臺灣地區公共建築物，對行動不便設備與設施較不重視，國內建築相關法規亦無對於無障礙電梯點字系統，建構標準之設計與規範；造成視障者無法經由點字貼片傳達正確之辨識性，導致內容判讀時接收錯誤訊息，造成視障者在建築物內垂直行動時不便(內政部營建署，1998)。另公共建築物使用執照無障礙電梯設備勘驗，驗收採用『目視檢查法』加上驗收人員對點字一知半解，尤在點字字義、使用系統與點字貼片位置等，造成許多錯誤、混亂現象(黃耀榮，1998)。

本研究主要內容包括：國內外現有點字系統相關文獻資料回顧，調查臺中市豐原區公共建築物點字系統設置情形，針對法規、點字字義之認知、點字系統化之執行層面等進行使用語言、簡易認知、通用化評估之研究。研究目的如下：

- (一).瞭解臺中市豐原區公共建築物無障礙電梯設置點字系統之現況。
- (二).比較臺中市豐原區公共建築物無障礙電梯點字系統施作的個別特色。
- (三).建立臺中市豐原區公共建築物無障礙電梯點字系統設計之基礎資料。
- (四).提出無障礙電梯點字系統設計、使用、施工層面之原則。

### 1-2 研究範圍與對象

視障者大部份生活領域空間以家庭為主，公共建築物則是視障者最常到達之場所，無論是交通、就學、就醫或洽公等(曾亮、李永崇等人，2007)。無障礙電梯點字系統是視障者垂道動線定向行動之必要指示設備(杞昭安，，1999)。故本研究針對台中市豐原區之公共建築物為主要研究範圍，進行調查符合民國101年11月16日修訂《建築技術規則》建築設計施工篇，第167條第2項所授權之『建築物無障礙設施設計規範』為法令基礎。

本研究以臺中市豐原區公共建築物，以醫院2處、商業賣場1處、行政機關7處、藝文中心1處、醫院附設停車場1處、火車站1處、里民活動中心2處、社福機構1處，共計16處為調查之研究對象（如表1）。

表1 台中市豐原區調查之研究對象表

類型	數量
醫院	2
商業賣場	1
行政機關	7
藝文中心	1
醫院附設停車場	1
火車站	1
里民活動中心	2
社福機構	1
合計	16



圖1 台中市豐原區行政區域圖

### 1-3 研究方法與流程

首先樣本選定研究對象(臺中市豐原區公共建築物無障礙電梯)後進行問題之探討;分類別分析後針對三個層面(設計、使用、施工層面),選擇按鍵之(系統分類、內容字義、樓層定意)彙整分析後提出對策與結論。流程如下(如圖2):

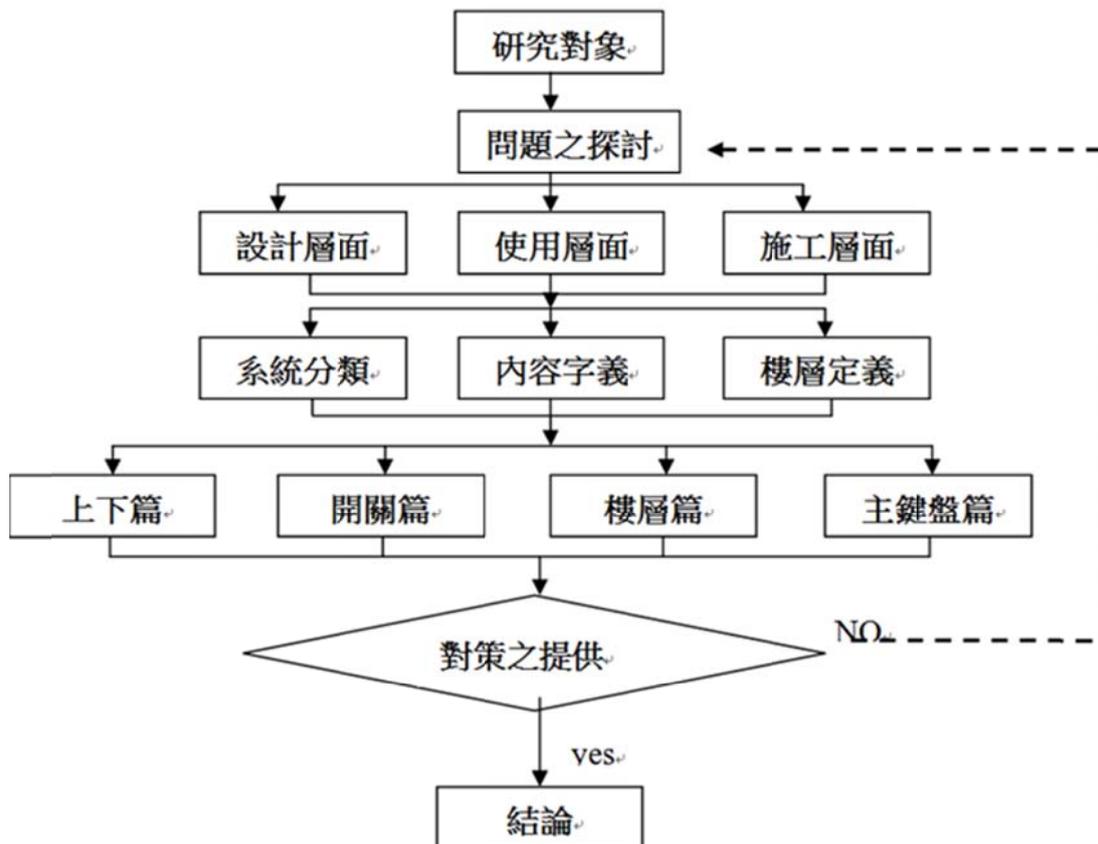


圖2 研究分析流程圖

## 二、文獻回顧

### 2-1 無障礙重大相關法規發展沿革

自1980年，公布「殘障福利法」主旨在明定身心障礙者之暢行權：「政府對公共建築物及其他活動場所，明定應設置身心障礙者行動之設備」。於1996年，內政部公佈「建築技術規則建築設計施工篇第十章修正案」。到2013年，內政部修正「建築物無障礙設施設計規範」主要『修正重點包括明定新建、增建之公共與非公共建築物均需設置無障礙設施，各項無障礙設施設計規範訂定之』。2014年，內政部修正「建築物無障礙設施設計規範」，旨在『新增A204-1 金融機構之自動化服務設備點字及無障礙設施設備要求』，如（表2）所示。

表2 台灣無障礙重大相關法規發展沿革表

頒布時間	相關法案或規範名稱	重要內容
1980.06	公布「殘障福利法」	明定身心障礙者之暢行權：「政府對各項公共建築物及活動場所，應設置便於身心障礙者行動之設備」。
1988.12	公佈「建築技術規則建築設計施工篇第十條公共建築物殘障者使用設施」條文。	規定公共建物無障礙設施之適當規格，並列舉出十四項三十種應該設置無障礙設施的建築物。為便利行動不便者進出及使用，公共建築物應依本章規定設置各項無障礙設施。
1996.11	公佈「建築技術規則建築設計施工篇第十章修正案」	原建築技術規則建築設計施工篇第十章修正為「公共建築物行動不便者使用設施」。主要的修正內容是擴大使用對象為行動不便者，明文規定視障者、聽障者及輪椅者使用相關的無障礙設施、設備。
2007.07	公佈「身心障礙者權益保護法第五十七條」	新建公共建築物及活動場所，應規劃設置便於各類身心障礙者行動與使用之設施及設備。未符合規定者，不得核發建築執照或對外開放使用。
2013.01	修正「建築物無障礙設施設計規範」	修正重點包括明定新建、增建之公共與非公共建築物均需設置無障礙設施，並規定無障礙通路應通達之空間及無障礙樓梯、無障礙廁所盥洗室、無障礙浴室、輪椅觀眾席位、無障礙停車位、無障礙客房數量，至於各項設施設計規範，於建築物無障礙設施設計規範訂定之。
2014.12	修正「建築物無障礙設施設計規範」	新增A204-1 金融機構之自動化服務設備點字及無障礙設施設備要求

## 2-2 電梯點字法規認知

法律的規範是較消極的作法，「無障礙環境」對人而言，是對環境設施的改善，法令的規定必要的輔助措施，正確的觀念及態度建立是不可或缺的（邱金印，2010）以建築物

無障礙設計規範來說，民國103年發佈實施以昇降設備，修正條文之(一)在昇降機各樓乘場入口兩側之門框或牆柱上應裝設觸覺裝置及顯示樓層的數字、點字符號，單一浮凸字時，如(圖2)，長寬各8公分以上。(二)在二個或二個以上浮凸字時，每一個浮凸字尺寸，應寬6公分、長8公分以上，標誌之中心點，應位於樓地板面上方135公分，且標示之數字需與底板的顏色有明顯不同、按鈕：按鈕之最小尺寸至少應為2公分，按鈕間之距離不得小於1公分，其標示數字需與底板顏色有明顯不同，且不得使用觸摸式按鈕、點字標示：點字標示應設一般操作盤(直式操作盤)按鈕左側。

### 2-3 電梯點字相關文獻探討

針對台灣無障礙設施設計點字標準之『論文及期刊』，主要以逢甲大學建築曾亮副教授研究室之主題，論文包括：1.李永崇公共建築物行動不便者使用設施盲人點字符號應用之探討—以台中市為例。(2007) 2.汪郁晨醫院建築物行動不便者使用盲人點字符號應用之檢討—以北部七縣市為例。(2008) 3.張志明台灣地區公共建築物無障礙電梯點字系統之研究。(2009) 4.李木全醫院建築物無障礙電梯點字系統之研究-以台灣南部及東部地區為例。(2011) 5.汪明諒臺灣鐵路車站無障礙電梯點字系統之研究。(2012) 6.葉淑芳台灣地區特殊教育學校無障礙電梯點字系統之研究(2014)，及7.周壽海公共建築物無障礙電梯點字系統之研究-以金門縣為例。(2017)；相關無障礙設施電梯點字系統期刊，如(表3)。

表3 無障礙設施設計點字期刊表

作者	論文/期刊名稱	內容說明
周壽海(2017)	金門縣公共建築物無障礙電梯點字系統之研究	本研究期盼藉此提供金門縣政府及地方相關單位之無障礙電梯點字系統設置時一個明確的建議；期望能建立一套國內行動不便者使用無障礙電梯點字系統標準模式，一致性標準化的點字貼片位置、系統、字義，期能通用於世界之點字系統相結合。
唐真真(2014)	臺灣與美加地區無障礙電梯點字系統之研究	研究結果發現，以視障者需求品質而言，臺灣在電梯點字系統平均滿意度得分皆低於美加。針對臺灣之點字標示表中的中、英文混搭的語言狀況，容易造成點字字義上的混淆，建議應限制於單一語系於按鍵內，可使點字字義趨於簡化；採取以「浮凸符號+點字+輔助光源」呈現點字組合型態，點字貼片以地方性語言建置為主，浮凸觸覺符號為輔，加上光源輔助及正位辨識減少差錯的設置正確性，在視覺、觸覺摸讀皆能更趨方便，使無障礙電梯點字系統建置趨於國際通用化。
汪明諒、曾亮(2013)	臺灣鐵路車站無障礙電梯點字系	為臺灣鐵路車站無障礙電梯點字系統，探討以其點字系統的設計、施作與現況，分別就電梯設備

	統之研究	之上下鍵、開關鍵、樓層鍵、警示鍵以及未規範之按鍵進行實地現況調查及比較分析，並就過程中得到初步資料及結論。設計出「臺灣鐵路車站無障礙電梯點字系統各層面應用之探討」。
曾亮、余政舫、唐真真、汪郁晨-2008	關懷無障礙設施系列報導(一)電梯點字標示之認知與應用。	針對視覺障礙者(使用者)與電梯施作廠商(施作單位)、建築師(驗收單位)，探討點字標示之通用性與降低施工錯誤情況，以達成電梯點字通用化、電梯點字簡易化、電梯點字系統化之目標。
唐真真、曾亮(2008)	建築師對電梯點字設施應有的專業認識	提供建築師電梯點字系統的基本專業認知與概念，針對設計、施作、管理單位，對於電梯設施之點字貼片所發生之規劃不當、施工錯誤、管理疏失等錯誤原因之探討。
Georgina Kleege	Visible Braille/Invisible Blindness	作者以身為視障者的身分，探討在公共場所的點字使用並分析其效用，藉以促進更具包容性的社會。將公共場所的點字利用轉變成為使視障者從文化意識邊緣繼續發展，並使公共領域變得更加可視。

### 三、調查內容與步驟

#### 3-1 調查內容

以臺中市豐原區公共建築物為調查對象，進行無障礙電梯點字系統拍照及調查作業，內容包括：(一)上下篇(二)開關篇(三)樓層篇(四)警示篇(五)規格篇等五主題，進行點字貼片之拍照、整理、統計、比較、歸納及分析等作業。

- (一) 上下篇:係指調查無障礙電梯機箱外【上、下】按鍵點字貼片，採用之點字語言系統、字義、位置、施工正確與否?
- (二) 開關篇:係指調查無障礙電梯機箱內【開、關】按鍵點字貼片，採用之點字語言系統、字義、位置、施工正確與否?
- (三) 樓層篇:係指調查無障礙電梯機箱內【樓層數字】按鍵點字貼片，採用之點字字義、位置、施工正確與否?
- (四) 警示篇:係指調查無障礙電梯內【鈴、tel、stop、延時】按鍵點字貼片，點字語言系統、字義、位置、施工正確與否?
- (五) 規格篇:係指調查統計無障礙電梯內【按鍵配置、電梯廠牌】。

上述無障礙電梯點字板之拍照、整理、統計、分析、比較等作業，如(圖2)，建立臺中市豐原區公共建築物『電梯點字系統』基礎資料及類別。

#### 3-2 調查步驟

以台中市豐原區公共建築物為調查對象，進行無障礙電梯點字系統調查，包括：(一)公共建築物資料、(二)無障礙電梯點字、(三)結果與法規比較作業。

- (一) 公共建築物資料:1.建物正立面(拍照) 2.主要入口區之無障礙電梯正立面(拍照)。

(二) 無障礙電梯點字:1.無障礙電梯外部【上、下】按鍵點字貼片(拍照) 2.無障礙電梯內部(1)【開、關】(2)【樓層】(3)【鈴、tel、延時】(4)直立式【主鍵盤】按鍵點字貼片(拍照)(5)【電梯廠牌】。

(三) 結果與法規比較作業:依據內政部『無障礙電梯設計規範(點字板)圖』,如(圖4),及建立問題與對策、結論與建議。

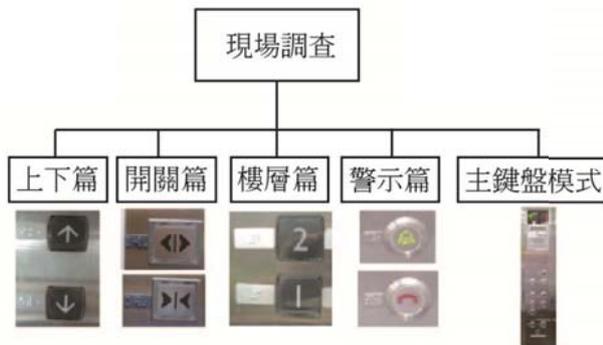


圖3 無障礙電梯(點字板) 調查內容圖

點字	昇降機符號	點字	昇降機符號	點字	昇降機符號
⠠⠠⠠	B 1	⠠⠠⠠	5	⠠⠠⠠	上
⠠⠠⠠	B 2	⠠⠠⠠	6	⠠⠠⠠	下
⠠⠠⠠	B 3	⠠⠠⠠	7	⠠⠠⠠	開
⠠⠠⠠	B 4	⠠⠠⠠	8	⠠⠠⠠	關
⠠	1	⠠⠠⠠	9	⠠⠠⠠	★
⠠	2	⠠⠠⠠	10	⠠⠠⠠	🔔
⠠	3	⠠⠠⠠	11	⠠⠠⠠	📞
⠠	4	⠠⠠⠠	12	⠠⠠⠠	ⓧ

圖4 無障礙電梯設計規範(點字板)

#### 四、調查結果與分析

從視障者使用無障礙電梯點字系統之觸摸法則(以食指由左而右移動觸摸點字)(Aeillo,1980;張欽堯,1999),本文依據『建築物無障礙設施設計規範』無障礙電梯設計規範(點字板)圖,如(圖3)。進行無障礙電梯點字系統現場調查作業,結果分類為(一).【上】、【下】(二).【開】、【關】(三).【樓層】(四).【鈴】、【tel】、【stop】等作整理分析,針對臺中市豐原區16部無障礙電梯調查案例中統計分析後,發現有設置點字系統計16部,佔總調查案例100%。

##### 4-1 設計、使用、施工層面之調查與分析

**設計層面:**臺中市豐原區 16 部公共建築物之無障礙電梯各類按鍵(一).【上】、【下】(二).【開】、【關】(三).【樓層】(四).【鈴】、【tel】、【stop】等設置點字現況,調查彙整比較。

**使用層面:**(一)按鍵外左側(二)按鍵外右側(三)按鍵外上側(四)按鍵外下側(五)按鍵內上方(六)按鍵內下方(七)按鍵並無設置點字,符合內政部『建築物無障礙設施設計規範』點字標示應設於一般操作盤(直式操作盤)按鈕左側之正確率比較。

**施工層面:**在施工電梯點字層面而言,點字貼片施作錯誤或位置有錯誤、內容字義不正確、貼片顛倒、貼片脫落、圖示與字義不符等現況等,造成視障者無法正確進行『定位、行動』之行為,統計分析正確率。

經調查臺中市豐原區16處公共建築物之無障礙電梯點字系統【設計】、【使用】、【施工】分析結果如下:

##### (一) 【上】、【下】按鍵

**【設計】:**以建築物無障礙電梯入口等候區來說,針對電梯機廂外部上及下按鍵的點字系統設置,進行語言系統及字義內容的統計及分析比較,【上】、【下】按鍵為電梯中主要的操作鍵,語言系統為中文注音。字義內容【上】按鍵有(尸尤、

丁一丫`-字義錯誤)二種(如表4)，其中點字中文注音(尸尤`)字義符合法規比率為87.5%、中文注音(丁一丫`)字義錯誤比率為12.5%(如表5)。【下】按鍵有(丁一丫`、尸尤`-字義錯誤)二種(如表4)，其中點字中文注音(丁一丫`)字義符合法規比率為93.75%、中文注音(尸尤`)字義錯誤比率為6.25%。(如表4)

【使用】:『上鍵按鍵外左側』符合法規有 54.25%;『下鍵按鍵外左側』符合法規有 54.25%。(如表 4)

【施工】:『上鍵』點字貼片施工正確有 50%;『關鍵』點字貼片施工正確有 50%(如表 4)

表 4 【上】、【下】按鍵點字鍵點字設計、使用、施工項目檢核表

編號	1	2	3	4	5	6	7	8
建物名稱	內政部 國稅局 豐原分局	葫蘆墩 親子館	臺中市 豐原區 西安里 活動中心	臺中市 豐原區 南陽里 活動中心	臺中市 政府衛 生局	臺中市 豐原區 公所	衛生福 利部豐 原醫院	衛生福 利部豐 原醫院 附設停 車場
上								
設計層面	符合 法規	字義 (丁一丫`) 錯誤、 位置 錯誤	符合 法規	位置 錯誤	位置 錯誤	符合 法規	位置 錯誤	位置 錯誤
使用層面	0 外左	X 外上	0 外左	X 外右	X 外下	0 外左	X 外右	X 外上
施工層面	0	X	0	X	X	0	X	X

編號	1	2	3	4	5	6	7	8
建物名稱	內政部 國稅局 豐原分局	葫蘆墩 親子館	臺中市 豐原區 西安里 活動中心	臺中市 豐原區 南陽里 活動中心	臺中市 政府衛 生局	臺中市 豐原區 公所	衛生福 利部豐 原醫院	衛生福 利部豐 原醫院 附設停 車場
下								
設計層面	符合 法規	字義 (尸尤`) 位置 錯誤	符合 法規	位置 錯誤	位置 錯誤	符合 法規	位置 錯誤	位置 錯誤
使用層面	0 外左	X 外下	0 外左	X 外右	X 外下	0 外左	X 外右	X 外下
施工層面	0	X	0	X	X	0	X	X

編號	9	10	11	12	13	14	15	16
建物名稱	衛生福 利部豐 原醫院 急重症 及外傷 中心	豐原地 政事務 所	豐原 車站	豐原 家樂福	豐原陽 明大樓	豐原 監理站	豐原 藝文館	臺中市 政府消 防局第 一救護 大隊
上								
設計層面	符合 法規	符合 法規	符合 法規	字義 (丁一丫`) 錯誤	符合 法規	位置 錯誤	位置 錯誤	符合 法規
使用層面	0 外左	0 外左	0 外左	0 外左	0 外左	X 外下	X 外右	0 外左
施工層面	0	0	0	X	0	X	X	0
統計	設計: 尸尤`=14/16=87.5%、丁一丫`=2/16=12.5% 使用: 按鍵外(上)= 2/16=12.5%、按鍵外(下)= 3/16=18.75%、 按鍵外(左)=9/16=56.25%、按鍵外(右)= 2/16=12.5% 施工: 施工正確=8/16=50%、施工不正確=8/16= 43.75%							

編號	9	10	11	12	13	14	15	16
建物名稱	衛生福 利部豐 原醫院 急重症 及外傷 中心	豐原地 政事務 所	豐原 車站	豐原 家樂福	豐原陽 明大樓	豐原 監理站	豐原 藝文館	臺中市 政府消 防局第 一救護 大隊
下								
設計層面	符合 法規	符合 法規	符合 法規	符合 法規	符合 法規	位置 錯誤	位置 錯誤	符合 法規
使用層面	0 外左	0 外左	0 外左	0 外左	0 外左	X 外下	X 外下	0 外左
施工層面	0	0	0	0	0	X	X	0
統計	設計: 丁一丫`=15/16=93.75% 尸尤`=1/16=6.25% 使用: 按鍵外(下)= 5/16=31.25%、按鍵外(左)=9/16=56.25%、 按鍵外(右)= 2/16=12.5% 施工: 施工正確=9/16=56.25%、施工不正確=7/16= 43.75%							

(二)【開】、【關】按鍵

【設計】:以建築物建築物無障礙電梯中門的【開、關】按鍵的點字系統設施，進行語言系統及字義內容的統計，【開】、【關】按鍵為電梯中主要按鍵，語言系統為中文注音。字義內容【開】按鍵有(ㄅㄛ、ㄅㄛ、無施作)等三種(如表7)，其中點字中文注音(ㄅㄛ)字義符合法規比率為81.25%、中文注音(ㄅㄛ)字義錯誤比率為6.25%、無施作比率為12.5%。【關】按鍵有(ㄍㄨㄛ、ㄍㄨㄛ、無施作)等三種，其中點字中文注音(ㄍㄨㄛ)字義符合法規比率為75%、中文注音(ㄍㄨㄛ)字義比率為18.75%、無施作比率為6.25%。(如表5)

【使用】:『開鍵按鍵外左側』符合法規有50%;『關鍵按鍵外左側』符合法規有50%。(如表5)

【施工】：『開鍵』點字貼片施工正確有 62.5%；『關鍵』點字貼片施工正確有 50%。（如表 5）

表5 【開】、【關】按鍵點字鍵點字設計、使用、施工項目檢核表

編號	1	2	3	4	5	6	7	8
建物名稱	內政部國稅局豐原分局	葫蘆墩親子館	臺中市豐原區西安里活動中心	臺中市豐原區南陽里活動中心	臺中市政府衛生局	臺中市豐原區公所	衛生福利部豐原醫院	衛生福利部豐原醫院附設停車場
開								
設計層面	符合法規	符合法規	符合法規	字義(ㄉㄞˋ)位置錯誤	貼片顛倒位置錯誤	符合法規	位置錯誤	符合法規
使用層面	0 外左	0 外左	0 外左	X 外右	X 外下	0 外左	X 外右	0 外左
施工層面	0	0	0	X	X	0	X	0

編號	1	2	3	4	5	6	7	8
建物名稱	內政部國稅局豐原分局	葫蘆墩親子館	臺中市豐原區西安里活動中心	臺中市豐原區南陽里活動中心	臺中市政府衛生局	臺中市豐原區公所	衛生福利部豐原醫院	衛生福利部豐原醫院附設停車場
關								
設計層面	符合法規	位置錯誤	符合法規	字義(ㄉㄞˋ)位置錯誤	字義(ㄉㄞˋ)位置錯誤	符合法規	位置錯誤	位置錯誤
使用層面	0 外左	X 外右	0 外左	X 外右	X 外下	0 外左	X 外右	X 外右
施工層面	0	X	0	X	X	0	X	X

編號	9	10	11	12	13	14	15	16
建物名稱	衛生福利部豐原醫院急重症及外傷中心	豐原地政事務所	豐原車站	豐原家樂福	豐原陽明大樓	豐原監理站	豐原藝文館	臺中市消防局第一救護大隊
開								
設計層面	符合法規	符合法規	符合法規	未設置	符合法規	符合法規	位置錯誤	未設置
使用層面	0 外左	0 外左	0 外左	X 未施作	0 外左	0 外左	X 外下	X 未施作
施工層面	0	0	0	X	0	0	X	X
統計	設計：ㄉㄞˋ=13/16=81.25%、ㄉㄞˋ•=1/16=6.25%、未設置=2/16=12.5% 使用：按鍵外(下)=4/16=25%、按鍵外(左)=8/16=50%、按鍵外(右)=2/16=12.5%、未施作=2/16=12.5% 施工：施工正確=10/16=62.5%、施工不正確=6/16=37.5%							

編號	9	10	11	12	13	14	15	16
建物名稱	衛生福利部豐原醫院急重症及外傷中心	豐原地政事務所	豐原車站	豐原家樂福	豐原陽明大樓	豐原監理站	豐原藝文館	臺中市消防局第一救護大隊
關								
設計層面	未設置	符合法規	符合法規	符合法規	符合法規	位置錯誤	字義(ㄉㄞˋ)位置錯誤	位置錯誤
使用層面	X 未施作	0 外左	0 外左	0 外左	0 外左	X 外右	X 外下	X 外右
施工層面	X	0	0	0	0	X	X	0
統計	設計：ㄉㄞˋ=12/16=75%、ㄉㄞˋ•=3/16=18.75%、未施作=1/16=6.25% 使用：按鍵外(左)=7/16=43.75%、按鍵外(右)=6/16=37.5%、按鍵內(下)=2/16=12.5%、未施作=1/16=6.25% 施工：施工正確=8/16=50%、施工不正確=8/16=50%							

(三)【樓層】按鍵

【設計】：以建築物無障礙電梯內部，主要按鍵盤中控制到達各樓層按鍵的點字系統，進行語言系統及字義內容的統計及分析，得知按鍵主要是以『數字點字』系統表示『到達該樓層數』，全世界統一，並無語言系統及內容字義之差異性。針對

【樓層】功能按鍵中統計及分析，就設計層面而言：點字字義正確比率為93.75%、無施作比率為6.25%。（如表6）

【使用】：『樓層鍵按鍵外左側』符合法規有75%。（如表6）

【施工】：『樓層 2』點字貼片施工正確有 75%。（如表6）

表6 【樓層2】鍵點字設計、使用、施工項目檢核表

編號	1	2	3	4	5	6	7	8
建物名稱	內政部國稅局豐原分局	葫蘆墩親子館	臺中市豐原區西安里活動中心	臺中市豐原區南陽里活動中心	臺中市政府衛生局	臺中市豐原區公所	衛生福利部豐原醫院	衛生福利部豐原醫院附設停車場
樓層2								
設計層面	符合法規	符合法規	符合法規	位置錯誤	符合法規	符合法規	位置錯誤	符合法規
使用層面	0外左	0外左	0外左	X外右	0外左	0外左	X外右	0外左
施工層面	0	0	0	X	0	0	X	0

編號	9	10	11	12	13	14	15	16
建物名稱	衛生福利部豐原醫院急重症及外傷中心	豐原地政事務所	豐原車站	豐原家樂福	豐原陽明大樓	豐原監理站	豐原藝文館	臺中市政府消防局第一救護大隊
樓層2								
設計層面	符合法規	符合法規	符合法規	未設置	符合法規	符合法規	位置錯誤	符合法規
使用層面	X未施作	0外左	0外左	0外左	0外左	X外右	X外下	X外右
施工層面	X	0	0	0	0	X	X	0
統計	設計：2=15/16=93.75%、未施作=1/16=6.25% 使用：按鍵外(左)=12/16=75%、按鍵外(右)=2/16=12.5%、按鍵內(下)=1/16=6.25%、未施作=1/16=6.25% 施工：施工正確=12/16=75%、施工不正確=4/16=25%							

(四) 【警示】按鍵

公共建築物無障礙電梯內警示按鍵點字，協助視障者延長開啟電梯門扇及安全逃生、避難之功用，包括：鈴、tel、延時等按鍵。

1. 【鈴】鍵

【設計】：以建築物無障礙電梯中【鈴鍵】，針對主操控鍵盤中遇緊急狀況發生時，對外警示按鍵的點字系統設施，進行語言系統及字義內容的統計。【鈴鍵】按鍵語言系統為中文注音，字義內容有(ㄉㄨㄛˊ、ㄌㄧㄣˊㄉㄨㄛˊ、無施作、無按鍵)共四種如(表10)，其中點字中文注音(ㄉㄨㄛˊ)字義符合法規比率為56.25%、中文注音(ㄌㄧㄣˊㄉㄨㄛˊ)字義比率為12.5%、無施作比率為6.25%、無設置比率為25%。(如表7)

【使用】：『鈴鍵按鍵外左側』符合法規有25%。(如表7)

【施工】：『鈴鍵』點字貼片施工正確有62.5%。(如表7)

表7 【鈴鍵】點字設計、使用、施工項目檢核表

編號	1	2	3	4	5	6	7	8
建物名稱	內政部國稅局豐原分局	葫蘆墩親子館	臺中市豐原區西安里活動中心	臺中市豐原區南陽里活動中心	臺中市政府衛生局	臺中市豐原區公所	衛生福利部豐原醫院	衛生福利部豐原醫院附設停車場
鈴								
設計層面	未設置	無按鍵	符合法規	位置錯誤	位置錯誤	符合法規	字義(ㄉㄨㄛˊ、ㄌㄧㄣˊㄉㄨㄛˊ)、位置錯誤	無按鍵
使用層面	未設置	X無按鍵	0外左	X外右	X外下	0外左	X外下	X無按鍵
施工層面	X	0	0	X	X	0	X	0

編號	9	10	11	12	13	14	15	16
建物名稱	衛生福利部豐原醫院急重症及外傷中心	豐原地政事務所	豐原車站	豐原家樂福	豐原陽明大樓	豐原監理站	豐原藝文館	臺中市政府消防局第一救護大隊
鈴								
設計層面	符合法規	符合法規	符合法規	無按鍵	符合法規	無按鍵	位置錯誤	字義(ㄉㄨㄛˊ、ㄌㄧㄣˊㄉㄨㄛˊ)、位置錯誤
使用層面	0外左	0外左	0外左	X無按鍵	0外左	X無按鍵	X外下	X外下
施工層面	0	0	0	0	0	0	X	X
統計	設計：ㄉㄨㄛˊ=9/16=56.25%、ㄌㄧㄣˊㄉㄨㄛˊ=2/16=12.5%、未施作=1/16=6.25%、無按鍵=4/16=25% 使用：按鍵外(下)=4/16=25%、按鍵外(左)=6/16=37.5%、按鍵外(右)=1/16=6.25%、未施作=1/16=6.25%、無按鍵=4/16=25% 施工：施工正確=10/16=62.5%、施工不正確=6/16=37.5%							



【施工】:就英文字義、中文字義及施工位置正確率有 81.25%。(如表 9)

表9 【延時】按鍵點字設計、使用、施工項目檢核表

編號	1	2	3	4	5	6	7	8	編號	9	10	11	12	13	14	15	16
建物名稱	內政部 國稅局 豐原分局	葫蘆墩 親子館	臺中市 豐原區 西安里 活動中心	臺中市 豐原區 南陽里 活動中心	臺中市 政府衛 生局	臺中市 豐原區 公所	衛生福 利部豐 原醫院	衛生福 利部豐 原醫院 附設停 車場	建物名稱	衛生福 利部豐 原醫院 急重症 及外傷 中心	豐原地 政事務 所	豐原 車站	豐原 家樂福	豐原陽 明大樓	豐原 監理站	豐原 藝文館	臺中市 政府消 防局第 一救護 大隊
延									延								
設計層面	無 按鍵	無 按鍵	一弓 ノノ 尤ノ= 延長	hod	無 按鍵	一弓 ノノ 尤ノ= 延長	無 按鍵	無 按鍵	設計層面	hold	一弓 ノノ ノノ ノノ 時	一弓 ノノ 尤ノ= 延長	一弓 ノノ 尤ノ= 延長	無按 鍵	一弓 ノノ 延長	hold	一弓 ノノ 尤ノ= 延長
使用層面	X無按 鍵	X無按 鍵	0	0	X無按 鍵	0	X無按 鍵	X無按 鍵	使用層面	0外左	0外左	0外左	0外左	X無 按鍵	0外下	0外下	0外左
施工層面	0	0	0	X	0	0	0	0	施工層面	0	0	0	0	0	X	X	0
統計	設計: (一弓ノノ尤ノ)=3/16=18.75%、(一弓ノノノ)=2/16=12.5% 、(一弓ノノ尤ノ)=1/16=6.3%、(一弓ノノ)=1/16=6.3% 、(hod)=1/16=6.3% (hold)=2/16=12.5%、無按鍵=5/16=31.25% 使用: 按鍵外(下)= 2/16=12.5%、按鍵外(左)=7/16=43.75% 無按鍵=7/16=43.75% 施工: 施工正確=13/16=81.25%、施工不正確=3/16= 25%=18.75%																

(五)規格篇【按鍵配置、電梯廠牌】

針對臺中市豐原區 16 部公共建築物之無障礙電梯，主控制鍵盤配置(A 警示 F 樓層 O 開關 H 延遲)及電梯廠牌統計分析結果，主控制鍵盤配置以 AFhO 比率 37.5%為最多，電梯廠牌有奇友立、聯禾、六川、大同奧的斯、東洋、崇友等。

(如表 10)

表10 【按鍵配置、電梯廠牌】統計檢核表

項次	1	2	3	4	5	6	7	8	編號	9	10	11	12	13	14	15	16
建築 名稱	內政部 國稅局 豐原分局	葫蘆墩 親子館	臺中市 豐原區 西安里 活動中心	臺中市 豐原區 南陽里 活動中心	臺中市 政府衛 生局	臺中市 豐原區 公所	衛生福 利部豐 原醫院	衛生福 利部豐 原醫院 附設停 車場	建物名稱	衛生福 利部豐 原醫院 急重症 及外傷 中心	豐原地 政事務 所	豐原 車站	豐原 家樂福	豐原陽 明大樓	豐原 監理站	豐原 藝文館	臺中市 政府消 防局第 一救護 大隊
主鍵盤 AFOH									主鍵盤 AFOH								
電梯 廠牌	三菱 電梯	永大 電梯	奇友立 電梯	聯禾 電梯	三菱 電梯	六川 電梯	伸瑞 電梯	吉承日 電梯	電梯 廠牌	臺日 電梯	威盛 電梯	大同 奧的斯 電梯	東洋 電梯	三菱 電梯	崇友 電梯	永達 電梯	保達 電梯
配置 AFOh	AFO	AOF	AFhO	AFhO	AFO	AFhO	AhFO	AFO	配置 AFOh	AFO	AOF	AFhO	AFhO	AFO	AFhO	AhFO	AFO
統計	配置(廠牌): AFhO=6/16=37.5%(奇友立、聯禾、六川、大同奧的斯、東洋、崇友)、 AhFO=2/16=12.5%(伸瑞、永達) AFO=6/16=37.5%(三菱、吉承日、臺日、保達達)、 AOF=2/16=12.5%(永大、威盛)																

## 五、結論

本文調查臺中市豐原區16棟公共建築物無障礙電梯設置之『點字系統』，並以語言系統分類及設置位置，統計彙整製作點字系統設計、施工及使用評估項目檢核表。相關結論如下：

一、設計層面：在點字區分為五大部分，分別為「上下篇」、「開關篇」、「樓層篇」、「警示篇」、「規格篇」。根據本次研究顯示國內使用的語言系統以「中文注音」點字系統為主。本研究藉由臺中市豐原區公共建築物為設計層面分析比對。

- (一)「上下篇」：針對【上】按鍵點字系統為例，使用中文注音點字字義「尸尤」有87.5%、「丁一丫」(字義錯誤)有12.5%。(如表4)
- (二)「開關篇」：針對【開】按鍵點字系統為例，使用中文注音點字字義「丐丐」有81.25%、「丐丐」有6.25%，無施作點字系統有12.5%。(如表5)
- (三)「樓層篇」：根據調查結果得知，樓層數2樓點字字義正確93.75%、無施作比率為6.25%。(如表6)
- (四)「警示篇」：針對【鈴鍵】按鍵語言系統為中文注音點字字義「力一厶」有56.25%、「厶一厶」有12.5%、無設置(含無設置此操作鍵)有31.25%。(如表7)
- (五)「規格篇」：針對無障礙電梯主控制鍵盤配置(A警示 F樓層 O開關 H延遲)系統「AFhO」有37.5%、「AhFO」有12.5%、「AFO」有37.5%、「AOF」有12.5%。(如表10)

二、使用層面：針對『點字設置位置』(依據內政部發佈之建築物無障礙設施設計規範) 經調查結果以【開】按鍵點字貼片『設置位置』：『開鍵按鍵外左側』符合法規有50%、為符合法規有50%。

三、施工層面：針對調查結果分析，發現造成無障礙電梯點字貼片施工錯誤情形，以點字貼片顛倒或錯置最多。

四、依據本次調查臺中市豐原區16棟公共建築物無障礙電梯設置之『點字系統』研究統計結果建議如下：為因應我國與全球國際之間交流頻繁，可配合通用設計概念注音點字系統改可採用國際通用語言之點字系統，以利與本國與國際接軌並減少同「義」不同「字」的情形發生。

## 參考文獻

- 1.內政部營建署，(1998)，〈公共建築物行動不便者使用設施與設備設計施工手冊〉。
- 2.周壽海，(2017)，公共建築物無障礙電梯點字系統之研究-以金門縣為例。
- 3.邱金印，(2010)，醫院建築物行動不便者使用設施盲人點字符號應用之探討-以台灣中部六縣市為例。
- 4.杞昭安，(1999)，定向行動教材教法，台北：台灣師大特殊教育學系。
- 5.曾亮,等5人，(2011)，「關懷無障礙設施系列報導(二十三)嘉義縣、市醫院無障礙設施電梯點字系統之研究」現代營建，384期，P46-P63。
- 6.曾亮、李永崇、謝統勝、余政舫、唐真真、邱金印，(2007)，“關懷無障礙設施系列研究(二)電梯點字板之問題與對策”，現代營建 339 期。

- 7.黃耀榮，(1998)，無障礙環境建設實作問題調查研究，內政部建築研究所。
- 8.Liang Tseng, Chen-Chen Tang, Chuan-Jen Sun (2013) .A Study on the Braille Elevator Signage System in Public Buildings:The QFD Perspective., Original Research Article Science Direct (Procedia-Social and Behavioral Sciences) ,85p152-163.

## D-04

# 使用UAV及匹配點雲軟體在山坡地3D模型建立研究

李雨龍 (Yu-Lung Lee)      \*蕭炎泉(Yan-Chyuan Shiau)  
中華大學土木工程學系博士生      中華大學營建管理學系教授  
科技部計畫編號：MOST 105-2622-E-216-003 -CC3

### 摘要

設計單位從事水保專案服務時，工程師人員必須背負貴重儀器，到深谷及溪流測繪，很難有效及精確的獲得工區資料。本研究使用遙控直升機及數位相機，來拍攝人員無法到達的河川山坡地區照片，再使用軟體運算以建立河川、山坡地之3D模型，供設計專案之參考，可解決因地形等因素無法到達的問題，能避免危險地區可能發生的災害；有效節省人力及時間，確保山坡地相關專案能及時完成。

**關鍵詞：**水土保持、UAV、3D模組、山坡地、數位相機

## Study on Using UAV and Software to Construct 3D Models for Hillsides

### Abstract

When design units are involved in water and soil conservation projects, engineering personnel must take valuable instruments to valleys and streams for mapping purposes; however, obtaining effective and accurate work site information is challenging. This study used a remote-controlled helicopter and digital camera to take photographs of riverside slopes that are unreachable by land. 3D models of rivers and mountain slopes were constructed using software computation. This study thus provides references for design projects and shows how inaccessibility problems, caused by factors such as difficult terrain, can be solved, thereby avoiding disasters that can occur during surveying of dangerous areas. The method effectively saves labor and time to ensure that hillside-related projects can be completed on schedule.

**Keywords:** Water and Soil Conservation, UAV, 3D Models, Hillsides, Digital Camera

### 一、前言

設計單位從事水保專案服務時，工程師人員必須背負貴重儀器，到深谷及溪流測繪，很難有效及精確的獲得工區資料。本研究使用遙控直升機及數位相機，來拍攝人員無法到達的河川山坡地區照片，再使用軟體運算以建立河川、山坡地之3D模型，供設計專案之參考，可解決因地形等因素無法到達的問題，能避免危險地區可能發生的災害；有效節省人力及時間，確保山坡地相關專案能及時完成。

### 1.1 水土保持技術服務

工程技術顧問機構係依工程技術顧問公司管理條例，從事新建、增建、改建、修建之技術服務公司。其技術服務期程可分為可行性研究、規劃、設計、施工、維護管理至廢棄或拆除重建等階段，各階段需投入不同專業領域之人力及不同程度之物力資源，以避免過度消耗資源並有效提升工程品質及使用效能。

水土保持專案初期主要工作為可行性研究及規劃階段，工程人員運用衛星影像圖、航空照片圖等基本資料，經過判讀與分析後用以選定適當路線及工址，才到現場勘查與確認，該階段的工作一般是相當辛苦及危險的，因為工址位處偏遠，工程師必須背負貴重儀器，翻山越嶺的到達目的地後，又必須面對荒煙漫草、深谷溝壑或溪流，若無適合的工程措施(例如施工便道、跨越橋梁等)，人力根本無法抵達，只能採用長鏡頭攝錄影像設備拍攝現場狀況，而這些影像資料僅能供參考，應用價值極低，若單靠這些資料完成後續之規劃及設計，勢必衍生設計不當及工程經費估算錯誤等問題。

### 1.2 Unmanned Aerial Vehicle

無人飛行載具 (Unmanned Aerial Vehicle, 簡稱UAV)，廣義上為不需要駕駛員登機駕駛的各式遙控飛行器，一般特指軍方的無人偵察飛機[1]。一般UAV分為兩種形態：

- A. 定翼型：如同滑翔機；省能源 (油/電)，不能中途停留，需飛行一定高度 以避免影像模糊。適合相對大區域的2D製圖。
- B. 螺旋翼型：較耗費能源，能在空中定點滯留，可垂直起降，能行傾斜攝影，適合相對小區域量測或單一物件的3D建模。

UAV之類別，依重量及其載重分類包含超重型(2000公斤以上)、重型(200至2000公斤)、中型(50至200公斤)、輕型(5至50公斤)及微型(5公斤以下)；依續航力與範圍分類包含長程(24小時以上，1500公里以上)、中程(5至24小時，100至400公里)及短程(5小時以內，100公里以下)三種；依最大飛行高度分類包含低空(1000公尺以下)、中空(1000至10000公尺)及高空(10000公尺以上)三種。

### 1.3 研究目的

為了有效協助水土保持等相關規劃設計單位，建構最接近實際現況之山坡地3D模型，以方便規劃、設計水土保持專案，本研究採用DJI Phantom 2 Vision+型無人機系統，飛行至目標區上空之預定高度並拍攝正攝影像照片，在飛行任務結束後，將拍攝完成的照片匯入Pix4Dmapper軟體中加以運算，以取得目標區之點雲檔案及重建可視化之數值地表模型。本計畫之研究目的包含：

- A. 使用文獻回顧及資料檢索，蒐集並彙整水土保持等相關規劃設計單位之現場探勘現況，並探討測繪人員在現場測量時較常面臨之問題。
- B. 使用無人遙控飛機搭載相機，以不同高程及角度蒐集不易到達山坡地溪流等區域之圖資資料，以供建立山坡地3D模型。
- C. 使用Pix4Dmapper軟體快速且正確的建立山坡地之3D模型，以供水土保持有關單位作相關專案規劃設計時之參考。

## 二、測量的分類

測量所得之數據，提供給相關業者建立地形模型，工程顧問公司再依據所獲得的地形資料，設計相關之方案，以達水土保持之各種目的。以往測量分為衛星影像、傳統航拍測量及地面測量，詳如下所述：

### 2.1 衛星影像

全球定位系統(Global Positioning System, 簡稱GPS)原為美國為軍事上定位及導航目的而發展，而後擴大計畫使其應用於民間定位測量。整個系統共有24顆衛星均勻分布於6軌道面上，衛星軌道近乎圓形，衛星高度約兩萬公里，繞行地球一週約12小時，如此可確保在世界上任何時間任何地點皆可同時觀測到4至7顆衛星，以利導航及精確定位測量之應用[2]。GPS衛星於太空中運轉時，不斷向地面發射衛星訊號，地面使用者則使用衛星接收儀接收來自衛星之各種衛星訊號，並利用各種不同訊號特性，求得衛星與地面接收儀間之距離及地面各接收儀間之基線向量，再配合幾何原理求出接收儀所在地位置，以完成導航定位及各種測量作業，其缺點為解析度較低。

### 2.2 傳統航拍測量

航拍又稱空拍、空中攝影或航空攝影，是指從空中拍攝地球地貌，獲得俯視圖，此圖即為空照圖。航拍的攝像機可以由攝影師控制，也可以自動拍攝或遠程控制。航拍所用的平台包括飛機、直升機、熱氣球、小型飛船、火箭、風箏、降落傘等。為了讓航拍照片穩定，有的時候會使用如Spacecam等高級攝影設備，它利用三軸陀螺儀穩定功能，提供高質量的穩定畫面，甚至在長焦距鏡頭下也非常穩定[3]。航拍圖能夠清晰的表現地理形態，因此除了作為攝影藝術的一環之外，也被運用於軍事、交通建設、水利工程、生態研究、城市規劃等方面，其缺點則為成本較高。

### 2.3 地面測量

測量是一種源於建築及土地開發的行業。測量在中國大陸、臺灣、日本等地區一般指「測繪」；在香港延續英國的測量師業務。測量師大致可以分為建築測量、產業測量、土地測量、工料測量、規劃及發展及物業與設施管理等分支[4]。在廣義上，測量是應用極其廣泛的一種技術，並不局限於某一領域，也不能明確是從哪個行業發展而來的，因為人類自古就會測量。測量是人類探知自然界的主要手段之一，包括現代科技社會。科學家錢學森曾指出：「信息技術包括測量技術、計算機技術和通訊技術。測量技術是關鍵和基礎。」在當前世界各學科領域中，研究測量的學科是「計量學」。測量的定義非常多，許多學科都從自己的角度給與定義，按照計量學的定義，測量是指：以確定量值為目的的一組操作。建築測量、產業測量都只是測量的極小分支，或者說是測量在具體行業裏的應用。量測(Measurement)是一種行為，它是針對自然界的現象做量的認識，稱為量化，這種過程我們稱其為量測。應用量測的結果將可以讓我們對自然界的現象能有更正確的認知，故量測的目標就

是要獲得標準值。傳統地面測量其缺點為速度緩慢。

### 三、UAV在國內的各項應用

無人飛行載具 (Unmanned Aerial Vehicle, UAV)，在台灣已發展了約十數年的時間，以簡易型的UAV為例，其設備組成一般包括GPS接收器、無線遙控收發器、飛行控制系統、飛行器、攝影監視感測設備等單元組等，該項技術在台灣的發展初期是以軍事應用為主。近年政府機關陸續運用無人飛行載具投入農漁牧觀測、地形地貌偵照、氣象觀測、交通監視、災害防治等工作，其應用包羅萬象，可以預見在未來的生活中UAV將扮演舉足輕重的腳色。

#### 3.1 UAV在國土防救災地應用

UAV解決了許多工程師頭痛的問題，例如工程建設項目初期的可行性研究及規劃，傳統上僅能依賴農林航測所所販售的衛星影像圖、正攝影像圖或相片基本圖，在經過室內的紙上評估與分析後，尚須赴現場勘查與確認，在人力不可及的工址現場，這一階段工作一般來說是相當辛苦及危險的；另外在災害防救的案例上，如在土石流發生後的現場，災害原因分析、災害規模及危害情形、後續處理方案建議等資訊，在傳統上僅能靠第一線的工作人員電話回報或提供的平面照片及影片資訊，作為防救災中心指揮調度判斷使用，以致常有資訊不明、無法準確投入救災資源的問題，待天候穩定後的空中攝影，看到的常是哀鴻遍野滿目瘡痍的結果，救災的黃金時效卻已錯過。無人飛行載具具有體積小、機動性高、作業成本較低之特性，透過即時影像傳輸遠端接收的功能，可快速及安全的獲取地面高解析度影像，在防救災、水土保持或土地管理等相關領域上，具有一定之優勢，也是未來發展之趨勢。

#### 3.2 無人飛行器測量之航線規劃

無人飛行器後製之困難處包含低精度GPS、低精度的INS (Inertial Navigation System，即慣性導航系統)、使用的為非量測型相機、GPS/INS與相機間的幾何關係整合困難，模糊影像約占全部的1~5%及飛行中抗風力較低導致容易偏離航道等，以上問題可以用高重疊率解決之。後製自動化的挑戰，在2D測量時，用來提高測量精度的航線規劃包含：

- A. 以雙向飛行提高精度(如圖1-a所示)。
- B. 前後重疊 $\geq 80\%$ ，側向重疊 $\geq 40\%$ ；地形平坦區域若遇樹叢等，重疊率建議提高到前後重疊 $\geq 90\%$ ，側向重疊 $\geq 50\%$ (如圖1-b所示)。
- C. 雙層(不同航高)飛行可增加重疊範圍，一層以設定之GSD相應高度飛行，另一層則為設定GSD的1.5至2倍的高度，前後重疊 $\geq 80\%$ ，側向重疊 $\geq 40\%$ (如圖1-c所示)。

航空器在進行3D建模航線規劃時，大致可分為以下兩大類型：

- A. 單一建物建模：足夠的重疊率( $\geq 80\%$ )，將相機轉為傾斜角度，光軸不垂直於地面(如圖2所示)。
- B. 一整區建物建模：足夠的重疊率( $\geq 80\%$ )，將相機轉為45度拍攝(如圖3所示)。

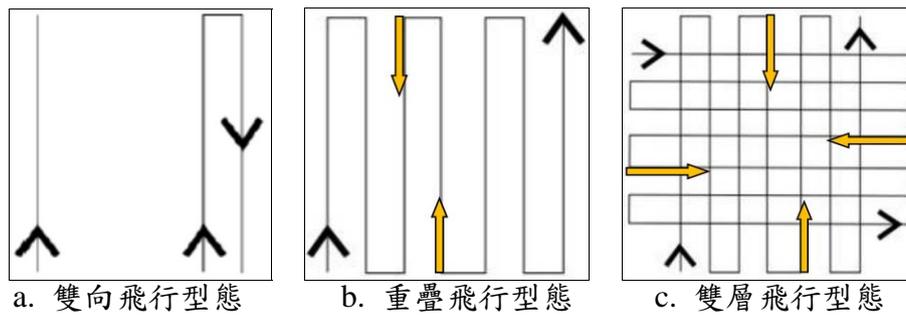


圖1 提高測量精度的航線規劃

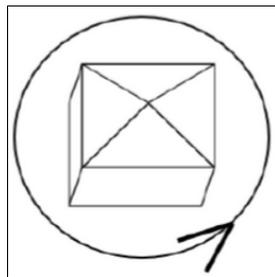


圖2 單一建物建模飛行法

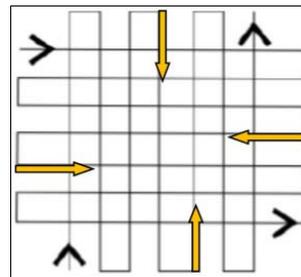


圖3 一整區建物建模飛行法

### 3.3 UAV數位影像軟體

目前市面上處理UAV數位影像的軟體及其功能比較，詳如表1所述。

表1 UAV數位影像處理軟體及功能比較表

公司名稱	Pix4D[5]	Menci Software[6]	MosaicMill[7]	Agisoft[8]
軟體名稱	Pix4Dmapper	APS	EnsoMosaic (UAV core+3D)	Agisoft PhotoScan
支援感測器	傳統大像幅影像 一般 UAV 數位影像(含多波段)魚眼鏡頭, TetraCam 多波段陣列相機 GoPro 動態攝影	一般 UAV 數位影像(含多波段) (大像幅於同公司另一軟體 OPK)	傳統大像幅影像 一般 UAV 數位影像(含多波段)	一般 UAV 數位影像(含多波段)
近景攝影測量	V	近景攝影測量為 EVO 軟體	X	V
支援無 GPS 初始值	V	X	X	V
限地影像預檢查	V	V	X	X
自動空中三角測量與平差	V	V	V	V
成果報表輸出	V	V	V	V
自動產生等高線	V	V	V	X
三維編碼	多光束交會點雲比對原始影像	單像對立製	單像對立製	單像對立製
單張影像正射	V	V	V	V
鑲嵌線編修	V	V	V	V
影像校正預處理	V	X	V	X
支援 GPU	V	V	V	V
運算速度及穩定度	最穩定	V	X	速度較慢
不需特別操作訓練	V	V	X	V

#### 四、研究結果

本研究使用無人直升機，搭配數位相機，拍攝山坡地、溪谷等測繪人員無法到達地方之相片，再以Pix4Dmapper建立山坡地之3D模型，供水土保持等規劃及設計單位進行設計，完成內容如下所述：

##### 4.1 無人飛機及拍攝設備之選擇及操作之練習

本研究使用的UAV為X，原因為它的性能合乎需求、價格不甚貴、可獲得性及維修也可接受。無人遙控直升機雖然為一相當受歡迎的玩具，但是當賦於特殊任務時，則須對載體的控制有相當的熟捻，否則在溪流、山谷等人無法到達地區，若發生飛行器墜落，則整個設備必然泡湯。另遙控直升機之遙控距離不能太短，而且必須具備GPS自動回航之功能，以提高設備之安全。

##### 4.2 空拍照片

本階段之工作項目為到現場進行航空拍攝，以取得現場實際之照片，以供建模。圖4為本研究在新北市平廣溪實際拍攝的照片，飛行高度120公尺。

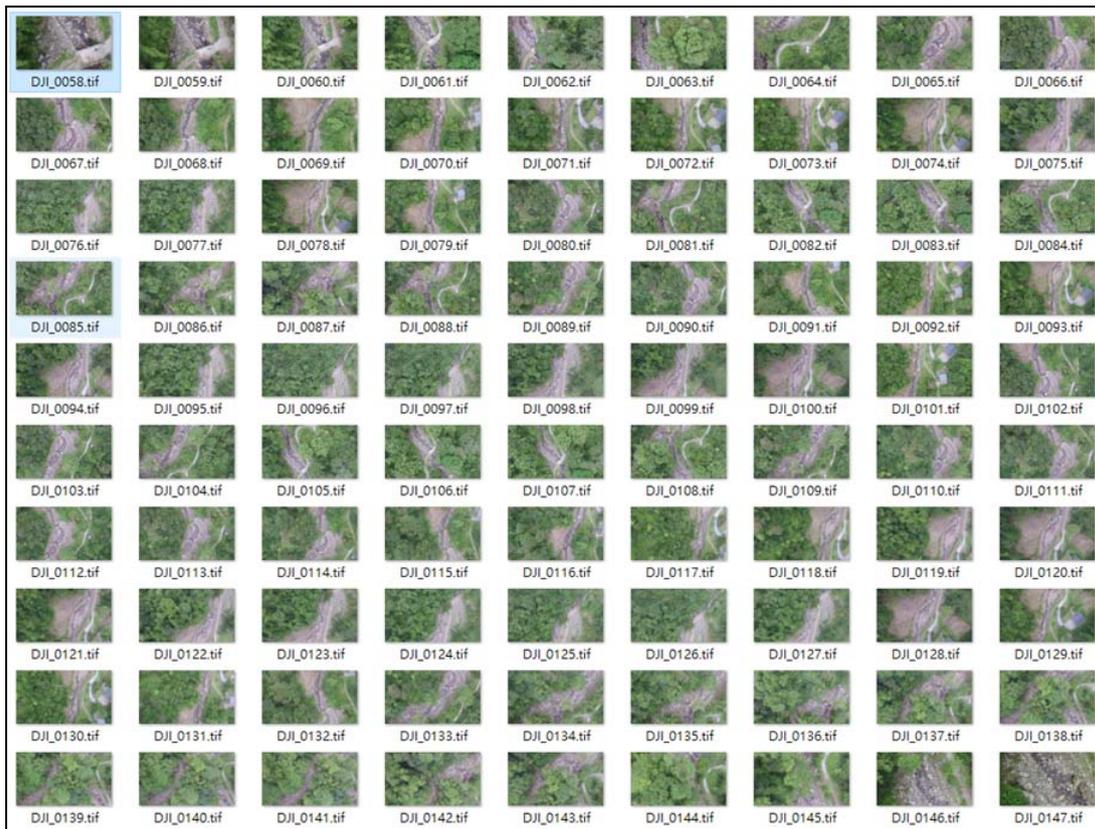


圖4 本研究至現場拍攝之部分相片

##### 4.3 匯入照片

當空中攝影照片匯入專案後，系統會將照片依編號、座標、高度、飛行姿態等資料建立於資料庫中(詳圖5所示)。軟體依照照片之座標位置、相機姿態等資料，重建於衛星影像圖中，作為後續運算之依據。圖6顯示之紅點即為無人機拍攝這些照片之位置，綠色線條則為無人機之飛行路徑。

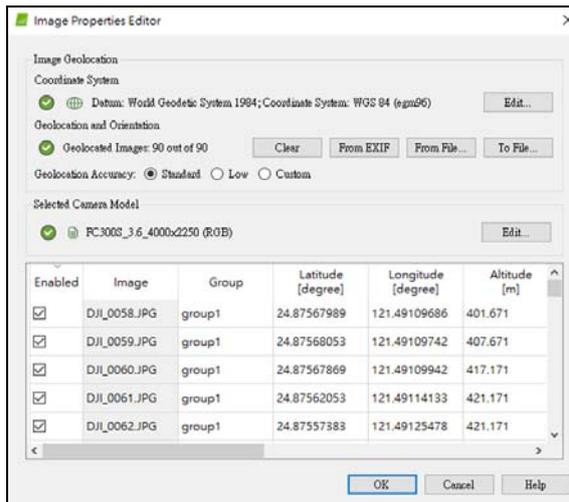


圖5 系統軟體匯入照片畫面



圖6 無人機拍攝位置及其飛行路徑

#### 4.4 運算

在系統匯入拍攝資料後，開始進行資料之運算。螢幕畫面下方顯示初始化、點雲密集化、生成數值地表模型與正攝影像鑲嵌等功能。點選「處理紀錄」按鈕 (Log Output) 後，畫面會顯示系統處理資料過程的相關訊息(如圖7所示)，點選「處理選項」(Processing Options)按鈕後，系統會顯示「處理選項」功能中之細部設定畫面(如圖8所示)。本階段處理工作之內容包含：

##### A. 初始化

本功能包含現地即時快速處理及完整處理兩種模式，完整處理又分為特徵萃取、影像匹配最佳化及輸出等功能。

##### B. 2.點雲與網格模型

點雲密集化包含雜訊濾除、過濾表面平滑化之點雲，及輸出各種不同格式之檔案，含PLY、XYZ、LAS、LAZ等格式。

##### C. 3.生成數值地表模型與正攝影像鑲嵌

本功能包含光柵數值地表模型、格柵數值地表模型、正攝影像鑲嵌、反射光譜等檔案之產生與輸出；其格式包括三角網格立體模型(.obj)、等高線(.shp、.pdf、.dxf)，及3D pdf等檔案格式之輸出。

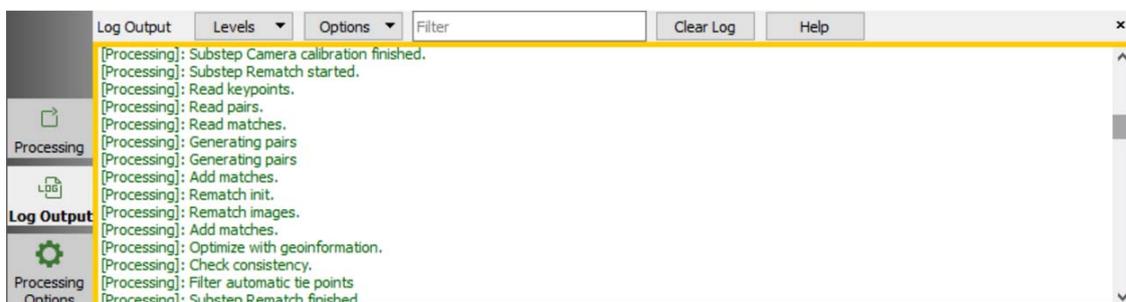


圖7 系統處理資料過程畫面

#### 4.5 光雲編輯

在本階段中系統會顯示相機位置、飛行路線及相機拍攝角度之重建，畫面左側顯示相機、光束、連結點等圖層(如圖9所示)。針對所拍攝的資料，系統允許使用者檢視每一

張相片的連結點數(如圖10所示)，另外也可以檢視每一初始連結點與相機間的連結狀況(如圖11所示)。

在執行點雲密集化演算時，一般在這階段的運算工作會耗費大量的電腦資源及使用比較長的時間。點雲在密集化點雲後則可以產生該拍攝地區的立體模型(如圖12所示)，可供在該模型上作下一階段的可行性評估及初步的規畫設計工作。

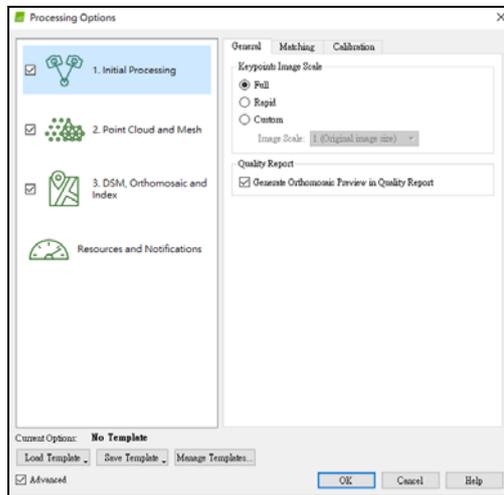


圖8 處理選項細部設定畫面

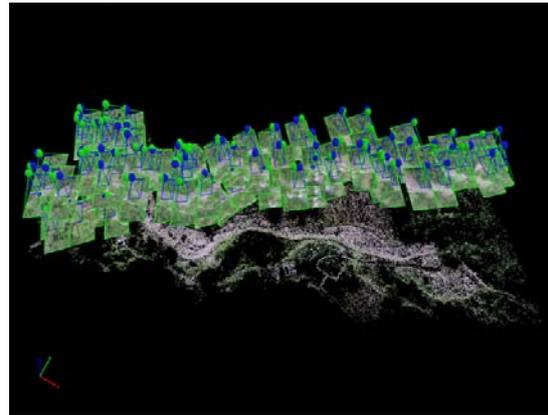


圖9 光雲編輯畫面

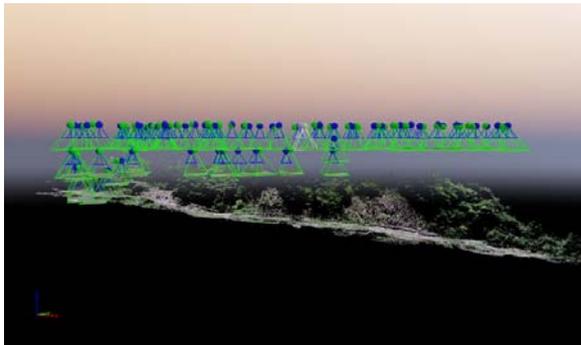


圖10 相機連結點數計算

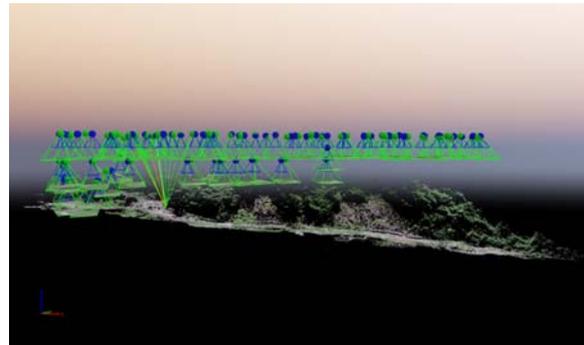


圖11 連結點與相機間的連結狀況



圖12 點雲密集化後之立體模型

## 五、結論與貢獻

本研究透過直升機、照相機、Pix4Dmapper整合，能快速建立山坡地3D模型，供產業界做山坡地之開發、應用、災害防治研究之參考。本項技術可被用於工程項目初期可

行性研究及規劃階段，以本文所述專案為例，需工程師1人，航拍2小時，數據演算約4小時，成果輸出約1小時，合計7小時即完成面積約4公頃之地形測量工作；相對的若以傳統測量方式執行本專案之測量，約需人力3人，3個工作天，合計9個工作天-人力來完成，相較之下可以節省約90%之人力及時間。本研究之貢獻簡述如下：

- A. 本計畫在使用UAV，空拍取得山坡地之相片後，透過Pix4Dmapper的運算，能快速建立山坡地3D模型，供相關工程顧問及其他單位做規劃及設計之用，省卻早期需爬山、涉水才能完成的測量工作，並且透過軟體的運算，便能執行3D建模的工作。
- B. 本研究可以協助現場測繪人員有效的蒐集工地現場資料，解決早期因地形等因素無法到達工地目的地的問題，可避免人員於危險地區測繪時可能發生的災害。
- C. 透過直升機的便利性，可以在不同高度、不同角度蒐集到現場的相片、影片，以有效的解決早期人員在地面執行測量時的限制，提高測繪結果之精度，減少因資訊不足、錯誤等所造成的規劃、設計之不完善，造成可能資源的浪費及百姓生命財產的損失。
- D. 透過Pix4Dmapper軟體，可以將空拍相片快速自動建立山坡地區之3D模型，有效節省人力及時間，使至關重要的山坡地規劃設計工作能及時完成，除能有效發揮公共基礎建設的功能，對常有地震、多雨且面積龐大的台灣山區，能有效的防範颱風季節等豪大雨可能帶來的災害。

### 參考文獻

1. 中文維基百科-測量網站：<http://zh.wikipedia.org/wiki/%E6%B8%AC%E9%87%8F>
2. 中文維基百科-無人飛行載具網站：  
<http://zh.wikipedia.org/w/index.php?search=Unmanned+Aerial+Vehicle&title=Special%3A%E6%90%9C%E7%B4%A2&go=%E5%9F%B7%E8%A1%8C>
3. 內政部地政司衛星遙測中心網站：  
<http://www.gps.moi.gov.tw/SSCenter/Introduce/IntroducePage.aspx?Page=GPS1>
4. 中文維基百科-航拍網站：<http://zh.wikipedia.org/zh-tw/%E8%88%AA%E6%8B%8D>
5. Pix4D網站：<http://pix4d.com/>
6. Menci Software網站：<http://www.menci.com/>
7. MosaicMill網站：<http://shop.mosaicmill.com/>
8. Agisoft網站：<http://www.agisoft.com/>

## D-05

# 使用AR技術開發建築物室內裝修模擬軟體

\*邱勇標(Yung-Piao Chiu)

蕭炎泉(Yan-Chyuan Shiau)

中華大學科技管理博士生

中華大學營建管理學系教授

科技部計畫編號：MOST 104-2622-E-216 -003 -CC3

### 摘要

室內設計是以對居住在空間的人所從事的設計專業。擴增實境是結合虛擬化技術來觀察世界的方式。本研究使用擴增實境環境及Unity 軟體，將數位攝影電子檔或AutoCAD 平面檔匯入系統建立房屋之3D 模型，並開發導覽及裝修模擬軟體，提供室內配置、裝修材料選配及傢俱顏色材質之置換，能快速進行室內設計家具擺設及調整，產生3D 室內設計視覺模擬結果，供室內裝修配置及材料顏色選定之參考，可避免被室內設計師誤導的可能，在購屋前能對標的物做某程度的了解，可幫助做正確的購屋決策及提昇購屋意願。

**關鍵詞：**3D模型、室內裝修、擴增實境、虛擬化技術、軟體開發

## Using Augmented Reality Technologies to Develop a Program for Simulating Interior Designing

### Abstract

Interior design refers to design-related expertise targeted at living spaces. Augmented reality is a means of observing the world by incorporating virtualization technologies. This study adopted an Augmented Reality (AR) environment and the Unity software to import digital photos and AutoCAD plans into the system to generate 3D house models. In addition, this study developed a decoration preview and simulation program for users to change interior layouts, decorative material selections, and furnishing colors and materials. The program can rapidly arrange and adjust the furniture of an interior design, as well as generate a 3D simulation of the design as a reference for planning interior decoration layouts and selecting material colors. Thus, this program prevents the possibility of clients being misled by interior designers, provides clients with a certain extent of knowledge of the product, assist them in making informed house-purchasing decisions, and enhance their willingness to purchase houses.

**Keywords:** 3D Models, Interior Decoration, Augmented Reality, Virtualization Technology, Software Development

## 一、前言

### 1.1 室內設計概述

室內設計（Interior Design）是一種以居住在該空間的人為對象所從事的設計專業，需要工程技術上的知識，也需要藝術上的理論和技能，泛指對室內建立的任何相關物件，包括牆、窗戶、窗簾、門、表面處理、材質、燈光、空調、水電、環境控制系統、視聽設備、家具與裝飾品的規畫。室內設計是從建築設計中的裝飾部分演變出來的，他是對建築物內部環境的再創造。

室內設計是指為滿足一定的建造目的而進行的準備工作，包括人們對它的使用功能及視覺感受的要求，對現有的建築物內部空間進行深加工的增值準備工作。目的是為了讓具體的物質材料在技術、經濟等方面，在可行性的有限條件下形成能夠成為合格產品的準備工作。按設計深度分：有室內方案設計、室內初步設計、室內施工圖設計；按設計內容分：有室內結構設計、室內物理設計、室內設備設計等。

### 1.2 擴增實境概述

擴增實境（Augmented Reality）是一種結合虛擬化技術來觀察世界的方式。AR能為我們提供現實中無法直接獲知的信息[1]，更深層次來講，這種信息實際上又讓每個人眼中的世界更加多樣性。擴增實境可以算是虛擬實境(Virtual Reality)當中的一支，不過略為不同的是，虛擬實境是創造一個全新的虛擬世界出來，而擴增實境則是強調『虛實結合』。

要達到擴增實境的虛實結合，使用者必須透過某種裝置來觀看。早先大部分的研究主要是透過頭罩式的裝置（Head-Mounted Display，簡稱HMD），大致分成光學式(Optical)與影像(Video)兩種，前者是一種透明的裝置，使用者可以直接透過這層看到真實世界的影像，然後會有一些另外的投影裝置把虛擬影像投射在這層透明裝置上。後者一種是不透明裝置，使用者看到的是由電腦處理好、已經虛實結合的影像。

最近幾年開始流行起來的智慧型手機(Smart Phone)，改變了擴增實境的樣貌。頭戴式的HMD還是有點麻煩，而智慧型手機同時具備電腦計算能力、錄影、影像顯示，還有GPS、網路連線、觸控、傾斜度偵測等的額外功能，價格也逐漸平民化，於是在智慧型手機為平台的擴增實境研究越來越多。對於擴增實境的定義，北卡大學羅納德·阿祖瑪（Ronald Azuma）於1997年提出的論點裏[2]，他認為擴增實境包括三個方面的內容：將虛擬物與現實結合、即時互動及三維。

### 1.3 研究動機

由於購屋及室內裝修需要花用一筆相當數量的費用，一般使用者對建築設計及裝潢並沒有太大的概念，所以即使找室內設計師幫忙，早期的2D平面的溝通方式、口述或樣品的說明，一般雙方都沒有良好溝通結果，在施工完畢後客戶常常會有與當初想像有極大的出入，但客戶也只有默默接受，別無對策。如果有一套建築物裝修模擬軟體，讓客戶能快速的檢視標的物的相關資料，包含面積、建築物各部尺寸，系統的室內裝修視覺

模擬功能，讓使用依按創意設計他們未來的居住空間，可以把原來需要專業人員才能執行的設計工作，藉由人機互動平台毫不費力且具趣味的把玩，並可以免除被設計師綁架、誤導或欺騙之虞。並且在室內裝潢施工前，能對使用的材料、質地、顏色、家具擺設等，藉由3D視覺模擬的展現，忠實的呈現出來，不會發生施工前後落差太大的問題。

#### 1.4 研究目的

本研究擬使用物件導向的觀念，透過擴增實境概念及Unity軟體環境，開發智慧行動應用平台之建築物裝修模擬軟體，讓購屋客戶能順利且快速的進行室內設計及裝潢擺設調整，具體之研究目的可歸納如下：

- A. 彙整室內裝修有關資訊，探討從空屋到裝修完成之過程及相關需求。
- B. 以相機拍照建置3D模型，或繪製AutoCAD之2D平面圖，將檔案匯入Unity軟體，自動建立房屋之3D模型。
- C. 使用Unity建立室內裝修之裝修材料及傢俱元件，應用擴增實境的虛實結合，提供購屋者自行點選裝修材料及傢俱，產生3D之室內裝修視覺模擬結果，並依需要更換材質及顏色，供作室內裝修決策之參考。
- D. 使用案例輸入系統以驗證其功能，並輸出App傳到手機供使用。

## 二、研究方法

### 2.1 訪談及文獻蒐集

本研究藉由年輕族群、建設業者、室內設計師等進行訪談，彙整室內裝修客戶及設計師的業務資料，以瞭解目前台灣大環境現況，並針對白領階級及科技產品高使用客戶進行調查，分析房屋室內設計及裝潢系統相關需求，以彙整建築物室內裝修模擬軟體之系統資料，並探索擴增實體的機制及相關應用現況。

### 2.2 拍照建模

擴增實境在影像模擬的應用非常多，例如透過手機對附近環境的拍攝，系統便能自動產生3D模型(如圖1所示)，或透過內建物件的更換，可以對系統中影像的表現作改變。

### 2.3 系統功能分析

本研究開發的建築物室內裝修模擬軟體，其系統功能包含：

- A. 相片及AutoCAD圖檔之匯入。
- B. 材質、傢俱等元件之建立。
- C. AR標記之建立。
- D. 3D模擬結果之呈現。
- E. 材質及顏色之置換。

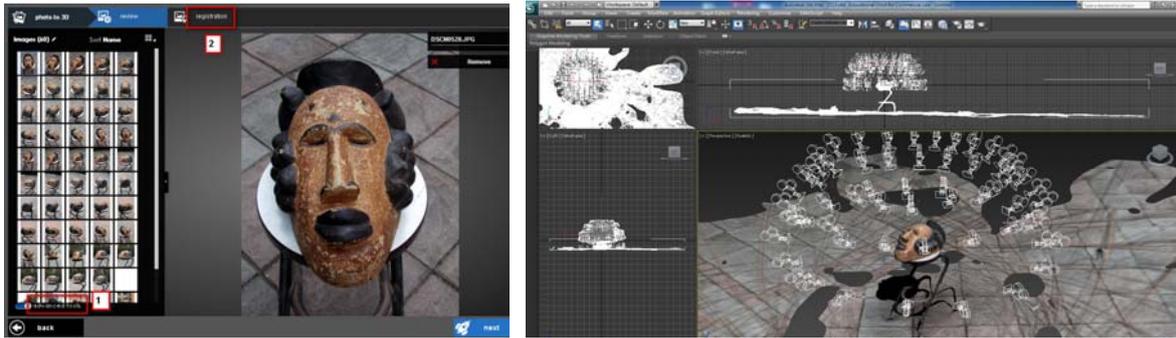


圖1. 透過拍攝影像建立3D模型

## 2.4 使用Unity 3D平台開發app軟體

Unity 是一套跨平台的遊戲引擎，可開發執行於 PC、Mac OS 單機遊戲，或是iOS、Android 手機或平板電腦的遊戲。Unity 提供了人性化的操作介面，支援 PhysX 物理引擎、粒子系統，並且提供網路多人連線的功能。Unity 3D的主要特色包括：

- A. 內建 NVIDIA PhysX 物理引擎：提供逼真的物理效果。
- B. 圖形最佳化：擁有支援 DirectX 與 OpenGL 的圖形最佳化技術。
- C. 多平台發佈：可將製作的遊戲發佈到 PC、Mac、iOS、Android 平台。
- D. 多人網路連線：透過 RakNet 支援多人同時上線遊戲。

本文作者使用Unity軟體，進行了一系列的研究，包含了在土石流模擬[3-4]、火災疏散模擬[5]、年長者逃生模擬[6]、房屋銷售系統[7]等，有相當不錯的研究成果。

## 2.5 系統功能性測試

系統開發完成後，進行功能性測試。功能性測試之主要目的在確定所有系統規劃功能得以發揮外，最重要的是要確定使用者之需求得以滿足，並且依據業者需要調整部分之功能。

# 三、研究成果

## 3.1 系統分析架構

本研究之內容包含建立建築物的平面圖、輸入系統建立3D模型、建立家具模型、到雲端建立AR套件、建築物室內裝修模擬軟體之開發、模擬之進行及App軟體之匯出等，其概略流程如圖2所示。

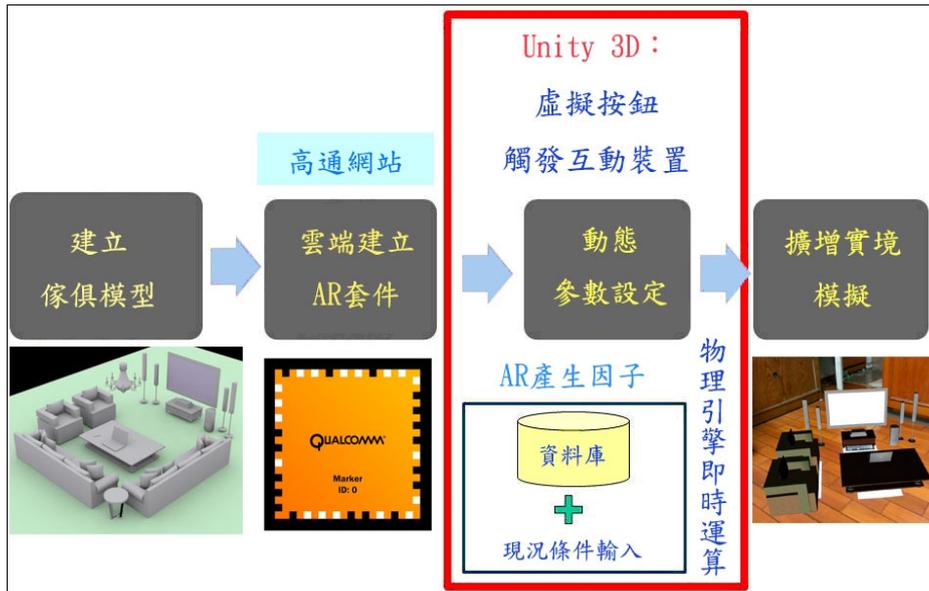


圖2. 研究流程圖

### 3.2 系統之開發

擴增實境在3D上的應用相當多，例如Qualcomm Developer Network[8]所開發的AR平台，透過相關Icon(如圖3所示)的設計，當使用以智慧型手機鏡頭對準該物件時(如圖4所示)，可以讓嵌鑲於系統內的3D影像顯示出來(如圖5所示)。圖6為該系統產生的茶壺的3D影像。

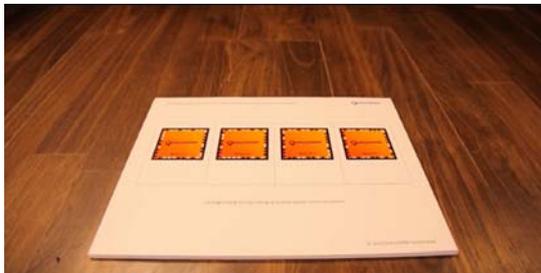


圖3. Qualcomm的Icon 物件



圖4. 智慧型手機鏡頭對準Icon物件

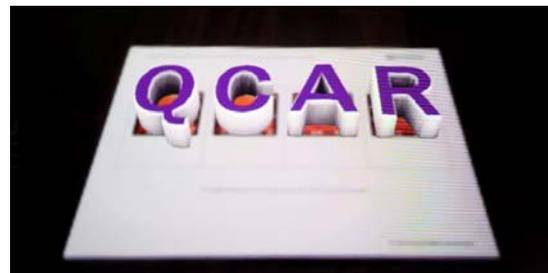


圖5. Qualcomm系統產生的3D影像一

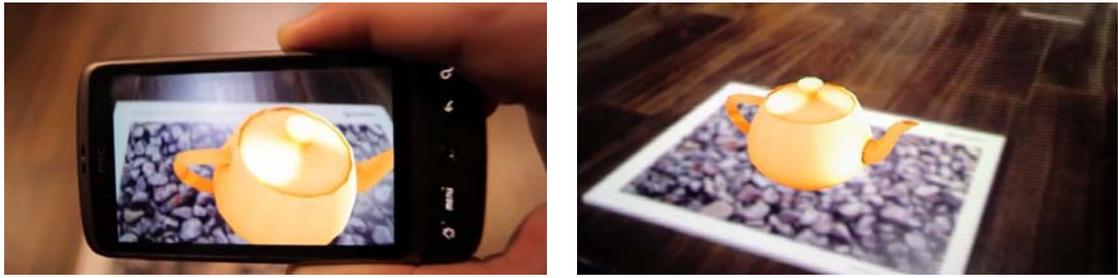


圖6. Qualcomm系統產生的3D影像二

#### 四、結果

本研究使用AR技術，開發建築室內裝修模擬軟體，完成以下的工作項目：

A. 依照尺寸繪製2D平面圖

在本階段中本研究依據住宅的大小、家具的尺寸及配置，繪製2D的平面圖，如圖7所示。



圖7 本研究繪製之2D平面圖

B. 製作AR標記

本研究製作之AR標記如圖8所示。

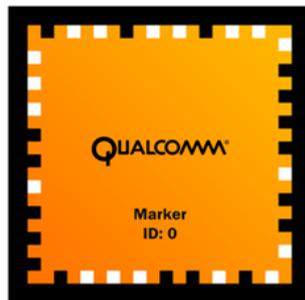


圖8. AR標記

C. 在高通網站將AR標記登錄，然後下載Unity的Package，如圖9所示。

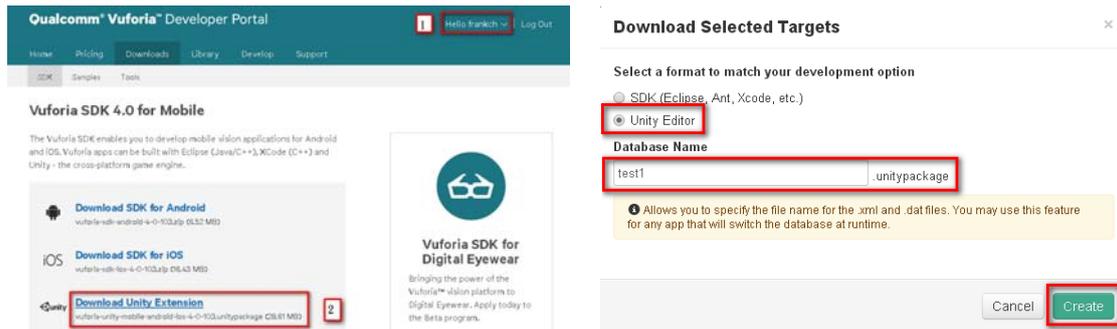


圖9 在vuforia網站上製作AR元件並下載Package

D. 將2D室內設計圖匯入Unity，並把它轉為3D模型(圖10)。

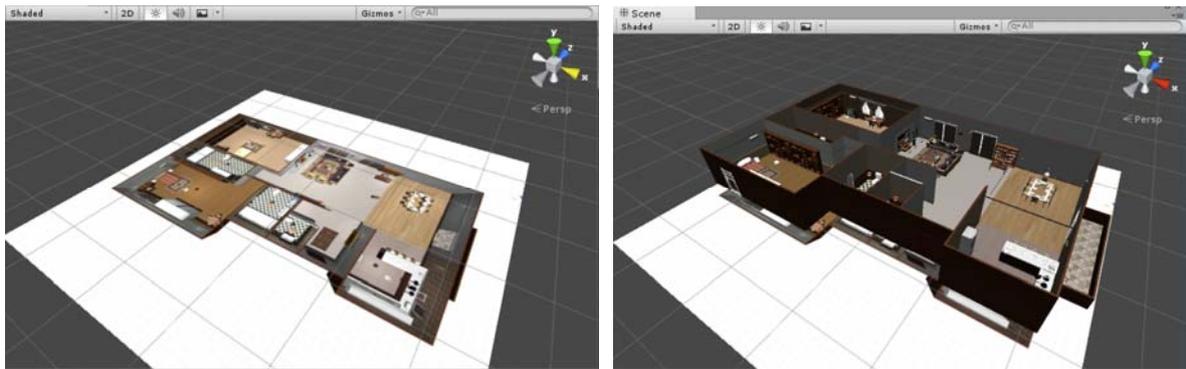


圖10 匯入Unity完成之3D模型

E. 將AR的Package匯入Unity 3D。

F. 設定材質及燈光，並可藉著移動手機的位置，做Zoom-in、Zoom-out、平移及漫遊，檢視室內設計在各部位、各角度之空間感受及視覺效果，如圖11所示。



圖11 檢視室內設計之空間配置及視覺效果

- G. 當發現材質或顏色覺得有調整之必要時，可以選取該物件，由系統提供的功能換置物件的材質(如圖12所示)或顏色(如圖13所示)。
- H. 輸出本研究設計之App程式，並載入到手機中。在列印出AR標記，執行App程式，並將手機鏡頭對準AR標記後，即可在手機裡成像，如圖14所示。



圖12 針對茶几更換材質



圖13 針對沙發更換顏色

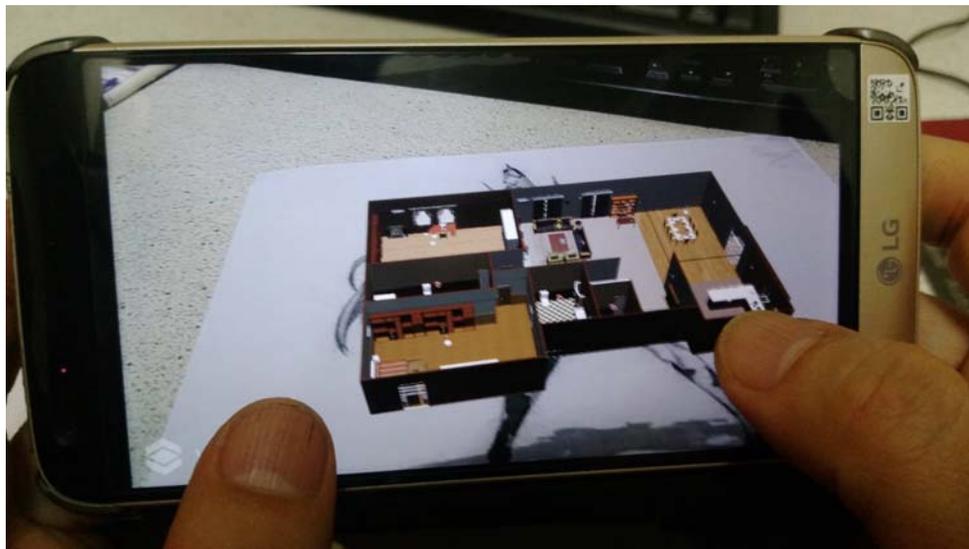


圖14 建築室內裝修模擬軟體在手機執行之畫面

## 五、結論

本研究開發了建築物裝修模擬軟體，主要是提供年輕購屋族群在購置房屋之前，能使用本軟體作室內裝潢設計之先前作業，以協助並刺激該族群之可能購屋意願。其貢獻包含：

- A. 探討並彙整建築物室內裝潢時所需的相關資料及流程，使對建築設計不熟悉的人員可以藉由系統提供的功能自行做先行工作之準備。
- B. 允許能從2D之平面圖檔案，匯入系統中自動建立房屋之3D模型，省下不易操作之3D建模工作。
- C. 因為非受過設計訓練的客戶很難從2D設計圖中體驗到3D的空間感，從有限的建材型錄及樣品也很難體會施工後的質感，系統建立之裝修材料及傢俱元件，提供使用者作選取、擺設等，並藉由Zoom-in、Zoom-out、平移及漫遊等功能，檢視室內設計在各部位、各角度之空間感受及視覺效果，以便在設計階段便能一窺完工後之最可能結果。
- D. 使用者可以從系統產生的裝修視覺模擬結果，依需要更換裝修之材質及顏色，以及對家具的更換、擺設、顏色改變等，調整到滿意為止，供作室內裝潢設計之有力工具。
- E. 輸入案例驗證系統功能，並輸出apk到手機，當執行apk程式並將鏡頭對準AR標記後，即可在手機裡成像。
- F. 本研究提供擴增實境之人機互動機制，日後本概念可以推廣到各產業，研究結果可以被應用到各不同行業。

## 參考文獻

1. 擴增實境網站：<http://zh.wikipedia.org/zh-tw/%E6%93%B4%E5%A2%9E%E5%AF%A6%E5%A2%83>
2. R. Azuma, "A Survey of Augmented Reality Presence: Teleoperators and Virtual Environments", pp. 355-385, August 1997.
3. Yung-Piao Chiu, Shu-Jen Song, Yan-Chyuan Shiau, "A Study on Simulating Landslides Using Unity Software", *Applied Mechanics and Materials*, Vol. 764-765, pp. 806-811, May 2015.
4. Yung-Piao Chiu, Yan-Chyuan Shiau, Chao-Lung Wang and Ching-Jung Kuo, "Designing a landslide simulation software", *ICIC Express Letters, Part B: Applications*, Vol. 7, No. 11, pp. 2373-2380, November 2016.
5. Yung-Piao Chiu, Shu-Chen Lai and Yan-Chyuan Shiau, "Fire Evacuation Simulation for Building Project", *ICIC Express Letters, Part B: Applications*, Vol. 6(3), pp. 643-650, March 2015.
6. Yung-Piao Chiu and Yan-Chyuan Shiau, "Study on the Application of Unity Software in Emergency Evacuation for Elder", *Artificial Life and Robotics*, Vol. 21, No. 2, pp. 232-238, April 2016.

7. Yung-Piao Chiu, Yu-Lung Lee, Yan-Chyuan Shiau and Yun-Yu Chu, “Developing A Real Estate Sales App for Mobile Devices”, ICIC Express Letters, Part B: Applications, Vol. 8, No. 1, pp. 193-200, Jan. 2017.
8. Qualcomm網站：<https://developer.vuforia.com>

## D-06

# BIM應用於水土保持工程之可行性評估

\*王珮茹(Pei-Ru Wang)  
建國科技大學土木工程系  
助理教授

林保宏 (Pao-Hung Lin)  
逢甲大學土木工程系  
副教授

賴威昇(Wei-Sheng Lai)  
逢甲大學土木工程系  
技士

水土保持局計畫編號：106保發-11.1-保-01-06-001(21)

### 摘要

建築資訊建模BIM ( Building Information Modeling )是國際上新興的趨勢，所帶來的新工具、技術、模式與觀念，可在數位虛擬空間以視覺化方式呈現，有助於全生命週期包括規劃、設計、施工、維運與管理等階段之溝通協調，並減少衝突與錯誤，提升工程效率及品質，有助於產業競爭力的提升，近年公共工程會成立公共工程運用建築資訊建模(BIM)推動平台平台採因案制宜與循序漸進方式推動，至今所應用之標案數越來越多，由此可BIM已成為國內工程界未來發展的方向。

本研究利用BIM於水土保持工程應用上之可行性分析，並根據水土保持局工程管考資料顯示，水土保持工程以500萬以下之工程案件居多約占8成，而2,000萬以上之工程案件約略不到1成，因此哪些工程適合作為BIM導入之案例，必須依工程項目多寡、工程的複雜程度、允許廠商建模或應用的時間長短、工程的規模、工程類型、要求的精度、目的與用途等因素，而有不同之影響。

本研究亦針對南投縣中寮鄉粗坑野溪整治二期工程作為案例進行建置探討，然而並不是所有的工程都適合利用BIM的技術，例如工程內容僅較簡單之構造物，如護岸或固床工等，相對的經費較少，因此建置模型的效益則會較低；其反而適合較大型的工程，因工程規模較大，若先利用BIM技術建模，業主也能得以預期完工後之樣貌，因此大型工程相對較有利用BIM進行施工前建模之意義。

**關鍵詞：**建築資訊建模、水土保持工程

### 一、前言

BIM技術在公共工程設計階段可偵測出設計錯誤與衝突，減少施工階段不必要的成本支出，更可運用視覺化管理模式，深化應用至營運維護管理階段，提升工程效率、品質與維運便利性，且公共工程會於103年成立平台採因案制宜與循序漸進方式推動，並擇定10項公共工程試辦導入運用BIM技術，推動至今，統計過去一年使用BIM技術的工程招標機關已超過60個，應用的標案數也超過120件。由此可知，BIM已然為國內工程界未來發展的方向，因此本研究將探討BIM於水土保持工程應用之可行性分析，做為未來推廣BIM於水土保持工程及創造工程智慧管理系統之先期作業。

### 二、文獻蒐集與建築資訊模型介紹

## 2.1 水土保持治理工程資料蒐集及分析

蒐集水土保持局工程管考系統90年至106年5月底近16年之治理工程案件，可分為68項的研究類別，統計共64,247件治理工程，從中挑選大於2,000萬以上的工程研究類別分別為「加強山坡地水土保持研究」、「易淹水地區水患治理研究」、「整體性治山防災研究」、「振興經濟擴大公共建設」、「莫拉克颱風災後重建」等5類，分析這5大類工程各年所執行之件數共計28,800件，如圖1所示。

水土保持局工程通常工程規模較小，以500萬以下之工程數量居多，約占8成，而2,000萬以上之工程約略不到1成，因此哪些工程適合作為BIM導入之案例，必須依工程項目多寡、工程的複雜程度、允許廠商建模或應用的時間長短、工程的規模、工程類型、要求的精度、目的與用途等因素，而有不同之影響。統計16年來水土保持局工程管考系統最常使用之工法及型式，前5類常用之工法為護岸、固床工、擋土牆、排水溝、防砂壩及潛壩，如圖2所示。

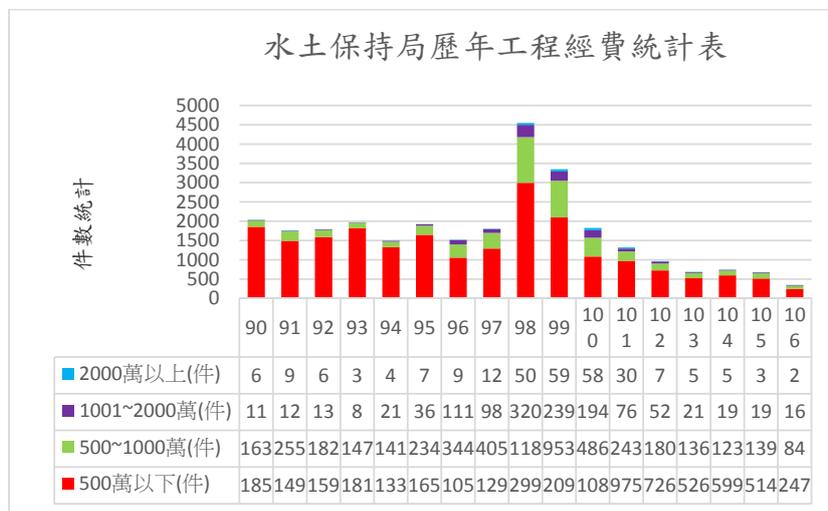


圖1 工程管考基本資料表

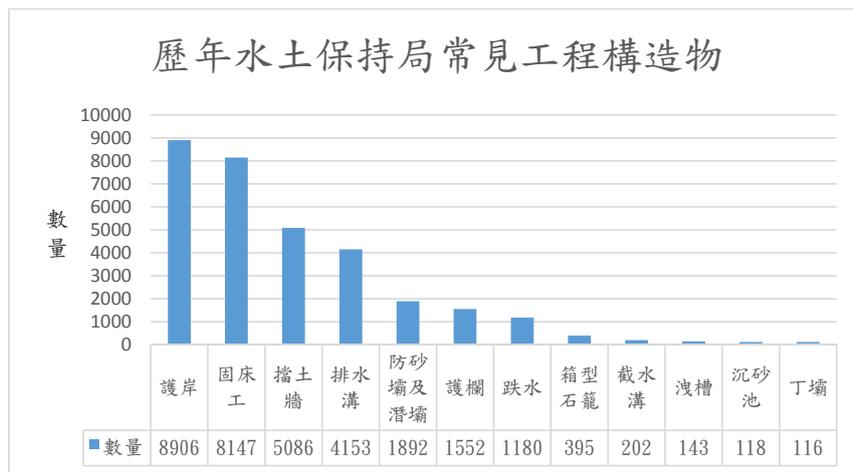


圖2 水土保持局歷年使用之工法統計表

## 2.2 建築資訊模型(BIM)介紹

建築資訊模型是建築學、工程學及土木工程的新工具，建築資訊模型 (Building Information Modeling, 簡稱BIM)，被定義成由完全和充足資訊構成以支援生命週

期管理，並可由電腦應用程式直接解釋的建築或建築工程資訊模型。BIM技術就是一個在電腦虛擬空間中模擬真實工程作為，以協助營建生命週期規劃、設計、施工、營運、維護工作中之各項管理與工程作業之新技術、新方法與新概念（而不是常被誤解的新工具）。

BIM強調工程(包括建築、土木、水利、河海等各類工程)的生命週期資訊集結與永續性運用、3D視覺化的呈現與跨專業跨階段的協同作業、幾何與非幾何資訊的連結、靜態與動態過程資訊的即時掌握、微觀與巨觀空間資訊的整合等，以上之BIM技術特質對公共工程的品質提昇、減少錯誤變更的成本浪費、有效縮短工期、跨專業整合與溝通界面管理等成效，國內外都已經有許多成功案例與輝煌成果，而整個BIM技術運用仍在持續而快速發展與進步中，目前發展趨勢BIM「建築資訊模型」不僅可將審查機制視覺化，並提供各類建築設計方案內容輔助檢核，能快速察覺有問題的工程設計結構，以利進行除錯作業；另一方面，透過雲端物聯網空間技術整合，使工程管理全面行政透明化、流程標準化，達成智慧化城市便利管理功效。

### 2.3 BIM於數量計算之運用

一般水土保持工程係依據集水區現地狀況進行水土保持構造物規劃工作，再交由技師進行結構分析與鋼筋量設計，而鋼筋量的多寡對於營建成本的影響有著舉足輕重的份量，舉例來說，鋼筋工程的費用大約占了總工程費的10%~20%左右，而鋼筋工程中，鋼筋的材料費用又大約占了鋼筋工程的70%~80%，所以鋼筋量的控制對於成本的控制就顯得相當重要。傳統的鋼筋混凝土設計中，許多的數值都是依工程師的經驗進行設計，而工程師在設計通常較為保守，可能無法有效率的使用每個材料，因此增加鋼筋量雖然能提高強度，但是沒有適當的設計，相同的用量然強度卻無法提升，且相較於混凝土，鋼筋的花費又比混凝土高出許多，工程師較難以在二維圖中找出最適當的數值進行設計。

為有效達到鋼筋量計算與配筋最佳化設計，本研究導入BIM技術來進行鋼筋配置，並實際以一工程案例驗證此方法之有效性。傳統的計算鋼筋量方式，需要依照建築工程圖的配筋圖及平面圖、立面圖等二維圖說做為參考，經過公式逐一計算出各建築構件鋼筋的使用量並編列成施工料單，供相關人員使用進行採購發包等作業。

本研究應用BIM的概念，利用TEKLA工具將實際工程案例中的結構構件繪製成3D模型予以視覺化，再利用工具參考配筋圖與鋼筋標準圖，對柱、樑、版逐一完成鋼筋號數、支數、彎鉤、重量等屬性的輸入予以參數化，在3D視覺化的環境中，每個構件的位置都能完整的呈現出來，使我們能夠針對不同的結構物進行鋼筋配置，同時我們可透過配筋圖、鋼筋標準圖與建築平面圖獲得柱、樑、版等個別所需要的參數資訊，如主筋號數、箍筋號數、彎鉤長度、錨定長度等。配筋完成後，能夠逐次逐項去檢視不同構件的配筋狀況，一發現錯誤，只需要選取該構件並變更參數即可完成，這有別於人工計算時，如果發現錯誤難以察覺、各項數據錯在何處且難以修改。最後，設定好報表參數與所需欄位之後，即可產生鋼筋用量與估價等數據，在獲得統計報表與傳統工法計算之結果後，可證明 BIM技術應用與傳統人工計算

方式比較相對計算的速度既快且準確，因此透過這些統計報表與數據可進行配筋最佳化之決策與分析。

### 三、BIM建立於水土保持工程實際案例應用

#### 3.1 粗坑吊橋上游野溪二期工程背景與工程內容

本案例位於南投縣中寮鄉粗坑吊橋上游，集水區面積為1,385公頃，河道長度為4,600m，河道高程差為605m，工程內容主要分為7項。

- (一) 漿砌石護岸347.8m
- (二) 混凝土護岸27.3m
- (三) A型分隔牆9座、B型分隔牆3座、C型分隔牆1座
- (四) 漿砌石固床工8座及切口式固床工1座
- (五) A型階梯式固床工1座及B型階梯式固床工1座
- (六) 固床工1座
- (七) 乾砌石護岸158.5m

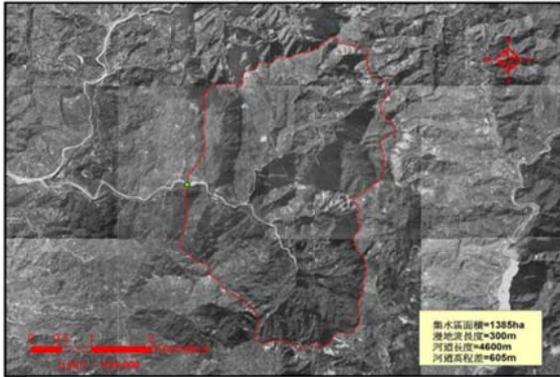


圖3 集水區面積圖

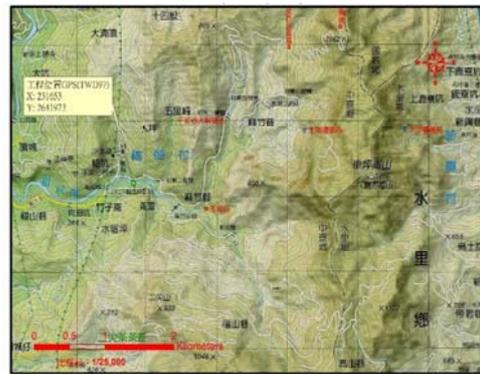


圖4 工程位置圖

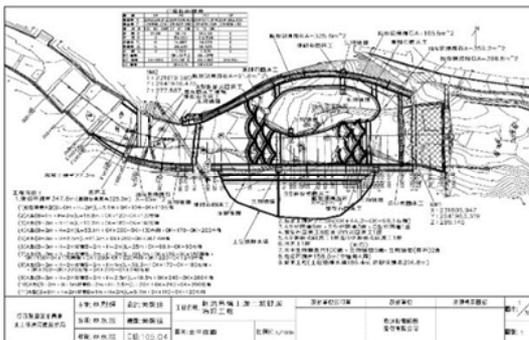


圖5 工區平面配置圖

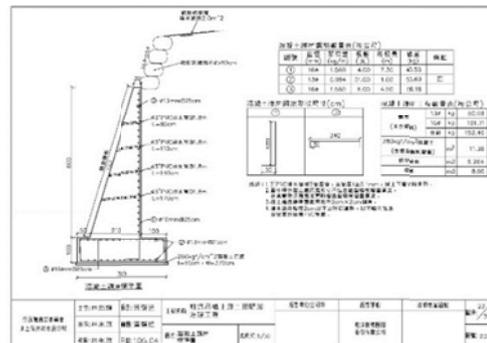


圖6 混凝土護岸配置圖

#### 3.2 設定BIM模型坐標

為確保透過BIM產出之平面配置圖與現地狀況位置相符，本研究將坐標系統導入BIM中，使各構造物(擋土牆、護岸、固床工等)，可依據相對應之坐標點位繪製於平面配置圖上。

以粗坑吊橋上游野溪整治二期工程之CAD繪製之平面配置圖，如圖7所示，以上游之防砂壩為端點，X坐標為231809.947，Y坐標為264196.319。本研究透過Revit

內建之「坐標」功能，賦予專案中各元件坐標(TWD97)，經選取「指定點的坐標」並指定一參考點，輸入與該點之絕對坐標，如圖8所示。

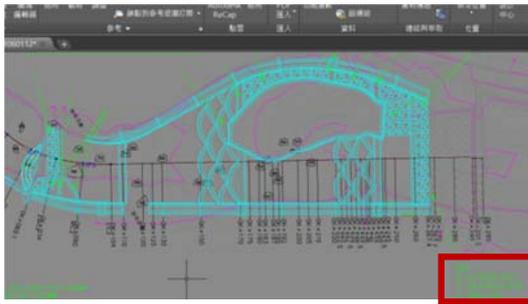


圖7 CAD繪製之平面配置圖

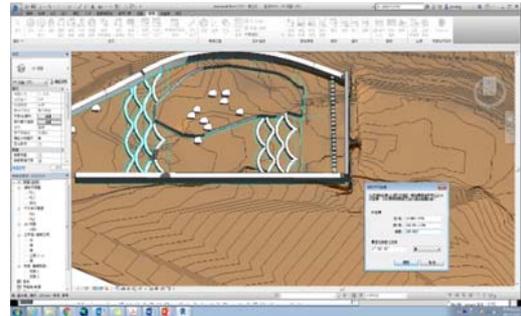


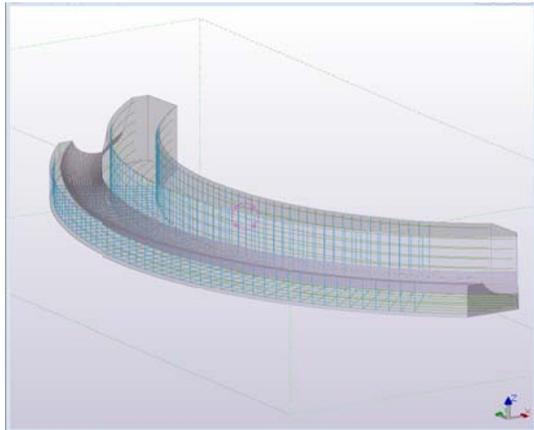
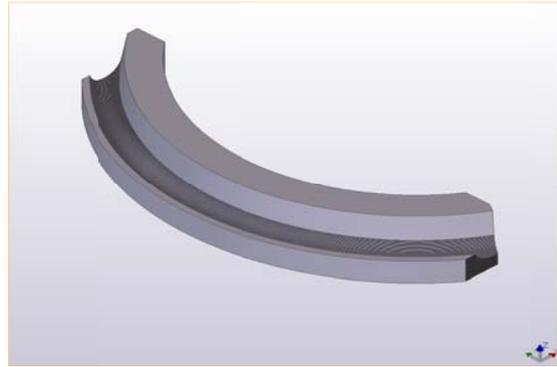
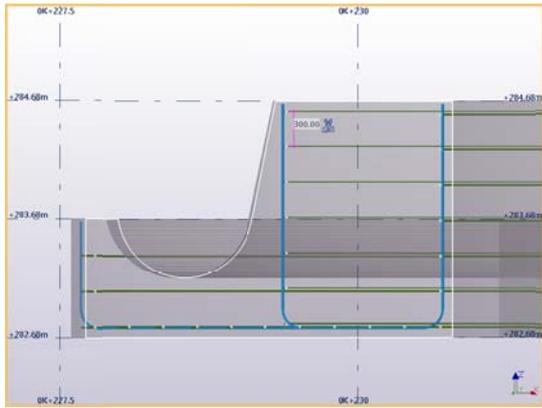
圖8 整治二期工程之坐標定位

### 3.3 Takle建模及Revit建模

本研究使用Tekla Structures建模軟體建立起BIM建築模型，並討論其功能在實際施工流程中可提供的效益及使流程精進之方向，因此取得之粗坑吊橋上游野溪二期工程實際案例後，將使用Tekla Structures 20.0版繪製出該案例的BIM模型，並詳細介紹研究過程中繪製BIM模型的所有步驟流程。

新建專案完成後，Tekla Structures將會顯示出初始的立體格子線，將該格子線點兩下就可以跑出設定格子線之視窗，在設定視窗中輸入實際中心線之距離及各交叉點的標籤即可。需特別注意的是:此視窗在輸入數值時，X坐標及Y坐標的距離數值是採用相對坐標，Z坐標是採用絕對坐標，因此X坐標及Y坐標輸入的每個數值為每個兩點的距離，Z坐標則是以原點做為固定端，數值以累加的方式輸入，輸入完後案修改就會變成。

以粗坑吊橋上游野溪二期工程之平面圖說建置相關模型，並產出鋼筋數量統計表，相關構造物元件及其內部鋼筋相關資訊如圖9~圖11所示，而最後又以Lumion整合展示本區無人載具產製之數值地形、各種構造物等3D資訊模型的設計成果，以提高設計的可行性和竣工效果，詳細如圖12所示。



圖元特性

GUID: [0BA0793CB-F784-4854-8C1B-F4DFF3] 類型: [15] 物件phase: [1] 零件phase: [1]

物件

位置: 在模型中 : CW209  
 1 : 1

物件名稱 : B型斜坡固床工  
 物件規格 : CUST0402E\_A  
 物件材料 : 280

厚度 : 7799.2mm  
 高度 : 2800.0mm  
 長度 : 19563.3mm  
 重心 : X=117.9127 Y=15265.3 Z=283554.0

體積 : 9105 m<sup>3</sup>  
 物件重量 : 27812.5 kg  
 鋼筋重量 : 26943.3 kg

區域: 頂面面積 : +284.600  
 左側面面積 : +212.680  
 右側面面積 : +184.680  
 前面面面積 : +382.680  
 格子線 : 0K+227.5-0K+225.6

Factor (KID) : 0K+1AFC35-0000-4216-888D-1800C1SEPER  
 (KID) : 0BA0793CB-F784-4854-8C1B-F4DFF3

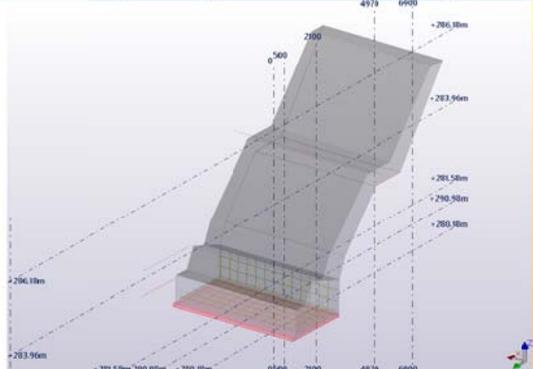
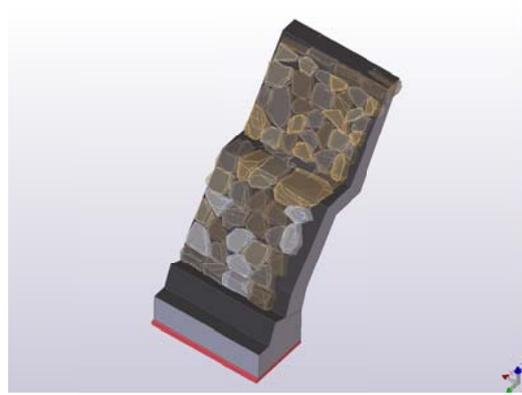
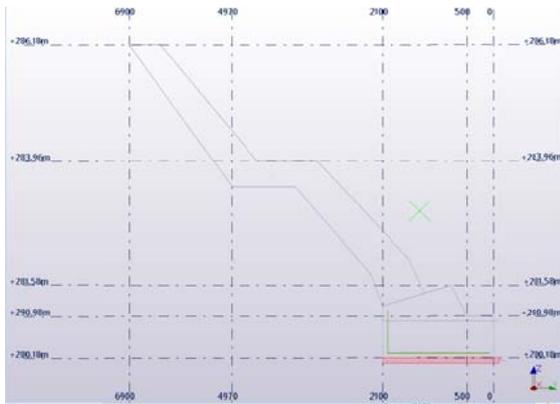
屬性  
 說明  
 標籤

物件	數量	名稱	物件規格	材料	體積 [m <sup>3</sup> ]
1		B型斜坡固床工	CUST0402E_A	280	114.68

全部 圖元計: 114.68

OK

圖9 B型斜坡固床工



圖元特性

GUID: [05A17159F-B0CF-485A-805D-71DACC] 類型: [15] 物件phase: [1] 零件phase: [1]

物件

位置: 在模型中 : CW167  
 1 : 1

物件名稱 : 緩坡護岸  
 物件規格 : BC-2  
 物件材料 : 280

厚度 : 6000.0 mm  
 高度 : 6000.0 mm  
 長度 : 36000.0 mm  
 重心 : X=23184.2 Y=24198.7 Z=0

體積 : 21.2 m<sup>3</sup>  
 物件重量 : 12942.7 kg  
 鋼筋重量 : 94.4 kg

區域: 頂面面積 : +281.981  
 左側面面積 : +174.288  
 右側面面積 : +174.288  
 前面面面積 : +21.200  
 格子線 : 4E-10004

Factor (KID) : 0F288F7C8-32CF-4FE2-8261-8DA175370228  
 (KID) : 05A17159F-B0CF-485A-805D-71DACC

屬性  
 說明  
 標籤

物件	數量	名稱	物件規格	材料	體積 [m <sup>3</sup> ]
1		緩坡護岸	BC-2	280	21.82

全部 圖元計: 21.82

OK

圖10 緩坡護岸

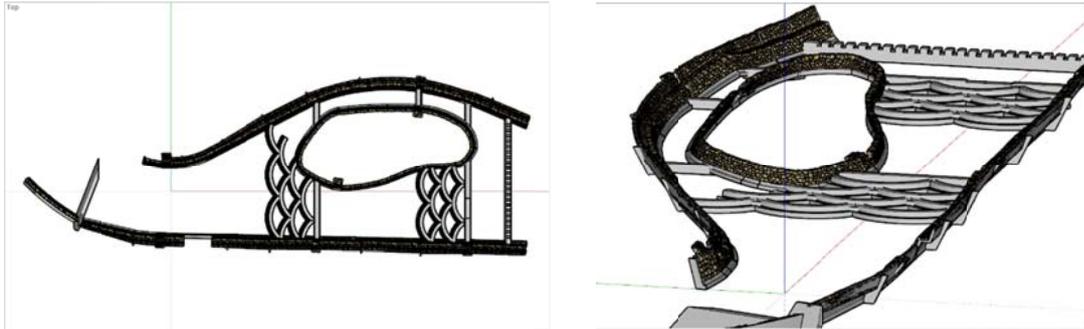


圖11 粗坑整體建模圖



圖12 利用Lumion展示粗坑整體建模圖

#### 四、應用於水土保持構造物之可行性評估

美國、英國等其他國家在實務上推展 BIM 於建築週期各階段應用皆較我國提早多年。而我國自 2008 年以來，雖有諸多民間業者與學術研究嘗試探討 BIM 相關應用發展，但直至 2014 年，政府機關才正式全面啟動 BIM 相關應用發展，以及 BIM 導入整個工程生命週期之相關研究探討，由於水土保持工程皆屬數量多、規模較小之特性，因此 BIM 導入設施管理將是一可研究之課題。

BIM 技術能幫助水土保持工程解決許多目前作業方式所遭遇之困境，以下列舉兩項 BIM 對於水土保持工程之優點：

##### 一、技術面

BIM 技術能幫助水土保持工程解決許多目前作業方式所遭遇之困境，然應用於水土保持構造物之可行性，通常會因工程項目多寡、工程的複雜程度、允許廠商建模或應用的時間長短、工程的規模、工程類型、要求的精度、要求目的與用途等因素，而有不同之影響，以下列舉兩項 BIM 對於水土保持工程之優點以及在實際操作過程中所遇到問題：

##### (一)BIM能彌補2D視圖擬真程度的不足

以2D平面視圖來表達建築物實體，會有許多簡化與漏失，簡化的結果造成許多盲點的猜測與爭議，而漏失與誤判造成公共工程施作的變更損失與工期延宕。BIM的3D建模能使工程圖說更加清明精細，促使公共工程設計與施工早期溝通順暢，降低施工後期慢慢由實體浮現的認知落差，造成無謂的設計變更損失。

##### (二)BIM能減少工程資訊交換界面

設計者靠傳統的圖文媒體表達完整設計構思，若公共工程在同時間同一空間，相關的工種太多，協調溝通會複雜易錯，不同工種所持的圖文依據也容易產生版本不一或空間互斥，排程不順等現象。BIM的3D模型及其

衍生的2D施工詳圖，或繁雜的施工說明文件，都能以BIM之參數變更，緊扣在一起，變更時能同步調動，大幅減少工程資訊再製與交換的界面。另外，BIM資訊整合之協同作業平台就是消除工程不同階段與不同工種間太多資訊不同步之缺點的利器，使公共工程的縱向資訊傳遞與橫向連繫溝通都能暢行無阻。

利用實際案例(粗坑)進行建模後，發現之問題如下：

(一)資料較龐大時，對硬體設備要求較高

在建立地形資料時，所蒐集之地形資料有顧問公司測量之地形以及利用無人載具製作之DEM，相較於地形測量，DEM精度相對較高，也因此匯入Tekla或是Revet或甚至是展示的軟體Infravorks、Lumion時相當耗時，對硬體之需求相當高。

(二)不規則形狀之元件建立相對較為費時

在建置各項構造物元件時，例如砌石護岸，因Tekla或是Revet等軟體以往主要應用於建築管線等工程，其繪製時並不會像塊石一樣不規則。因此本研究在建置砌石護岸時，係利用Sketch up先畫完各種石頭，在依照設計圖中砌石護岸之尺寸一個一個排列至填滿，相當費時。

(三)套匯地形展示較適合於施工前進行

本研究利用粗坑之案例建模，工程施工前、後之地形一定會有所變動，導致模型建置完成後套匯於地形上，多有落差。

## 二、行政面

(一)國內BIM技術的導入相對於國外尚屬初期發展階段，應用尚未普及，不論政府或各企業的發展策略尚未成熟，政府需積極擬定適合國內之政策並加以推廣，深化其使用意願，提升運用普及率，並結合學術單位及各企業相互交流，規劃完善之相關培育課程，以解決現今BIM技術專業人才不足之現況，讓BIM技術應用真正的提升，發揮顯現其價值，進而改善國內營建產業之效率與效能，跟上全球市場潮流並具有國際競爭力。

(二)水土保持局為山坡地工程之負責機關之一，因此若將BIM納入招標文件，則有意願配合之設計單位或施工廠商將其技術導入於專案中，其是否提撥設計費用之一小部分當作誘因；且能夠在初期規劃階段將欲投資的工程案件透過模型進行模擬，以利其產品的市場定位及經濟效益等需求確認，減少日後變更設計之需求，進而達到更好的效率，亦可實質減少變更設計所造成的成本費用。

(三)工程顧問公司導入BIM技術為帶領使用此技術之重要角色，初步設計時可以利用此技術先行評估，並確認法令規範，將業主的需求進行方案分析與業主有效率的溝通，而此技術修正時的連動特性，能夠避免修改缺漏來回往返之作業時間減少重工，亦可減少疑義澄清等問題，大幅提升作業效率。

綜合上述技術面以及行政面之探討，BIM技術應用於水土保持構造物可行性是相對樂觀的，歸納出以下幾點：

(一)BIM建模雖較一般2D繪圖耗時，然若針對前述之水土保持工程構造物較常用之工法及型式經過完整的元件建置後，後續建模得以效率大幅提升。

(二)BIM的3D建模相較於以往2D平面視圖要來的更加清楚，大幅降低可能因平面視圖會有許多簡化與漏失而造成的盲點與爭議，避免無謂的損失。

(三)水土保持工程初期導入BIM建模需建置完整地形模型較耗時，但日後在同一區域之工程專案，可直接使用模型達到工作時間縮短。另水土保持工程常需挖填

土石方，Revit可計算基地所需挖填方資料以供規劃時之決策。另其優點可協助平面圖之產生3D樣貌呈現工程地點之地形狀況有利提高設計品質，對於BIM之3D視覺化功能，可方便討論現場施工之情形並可在地形上加入各工程之空間元件，使其方便管理資料，如施工照片、竣工照片、設計圖面、竣工圖面等連結，整體效益是可行的。

(五)但由於BIM在國內應用尚未普及，更遑論是應用於水土保持構造物，且BIM相關人才不足，導致利用BIM技術建模時，費用相對要來的高，因此則有需要仰賴政府訂定相關政策，以利BIM之推動。

## 五、結論與建議

BIM 技術之應用相當廣泛，公共工程、建築、一般管線配置等，多於設計時利用此技術，以 3D 模擬之方式使得業主在設計初期階段時，便可同時參與以檢視成果，避免因 2D 平面設計圖之盲點而造成規劃不周全或設計錯誤，進而節省人力及成本，並提升設計品質。

一般而言 BIM 建模時，通常會因工程項目多寡、工程的複雜程度、允許廠商建模或應用的時間長短、工程的規模、工程類型、要求的精度、要求目的與用途等因素，而有不同之影響。而由於 BIM 應用於水土保持構造物並不普及，因此目前尚未有已建置好的水土保持工程構造物元件供大家參考使用，所以每次針對不同的工程就得重新建模，相當耗時。

然而並不是所有的水土保持工程都適合利用 BIM 的技術，例如工程內容僅較簡單之構造物，如護岸或固床工等，相對的經費較少，因此廠商更不可能會願意在此情況下又撥一筆費用去建置模型。反而是較大型的工程，費用大於 2,000 萬的相對較少，因其工程規模較大，若先利用 BIM 技術建模，業主也能得以預期完工後之樣貌，因此大型工程相對的也較有利用 BIM 進行施工前建模之意義。

針對目前 BIM 應用於水土保持之建議如下：

- 一、後續可以針對水土保持構造物建立元件，以利未來建模之便利。
- 二、利用BIM技術製作之成果，可建立相關平台，以利後續資料彙整及應用。
- 三、若有需要針對水土保持之所有工程建置BIM模型，建議可將建置費用納入設計費內。

## 參考文獻

- 1.林昭修，建築資訊模型(BIM)應用於地下捷運站設計階段界面整合之研究，碩士論文，中國科技大學建築研究所，2010。
- 2.陳宏名，BIM 方法應用於營建工程管理模式之研究-以施工階段為例，碩士論文，國立台北科技大學土木與防災研究所，2011。
- 3.陳景田，由建築資訊模型提取鋼筋混凝土工程數量之應用實證，碩士論文，中華大學土木工程學系碩士班，2011。
- 4.李孟星，BIM 應用於營建工程施工性分析之研究，碩士論文，國立台北科技大學土木與防災研究所，2012。
- 5.鄭育閔，BIM 參數化物件在異質系統的交換與共享，碩士論文，國立高雄應用科技大學土木工程與防災科技研究所，2014。

- 6.黃仁皇，整合 BIM 技術與 GIS 概念於設施管理之研究，碩士論文，國立高雄應用科技大學，土木工程與防災科技研究所，2015。
- 7.江岳駿，以 BIM 為概念之水保設施報修平台之研究，碩士論文，國立雲林科技大學營建工程系，2016。
- 8.楊智斌、王維志、余文德、周慧瑜、王翰翔，「機關辦理公共工程導入建築資訊建模 BIM 技術」委託專業服務案成果報告書，行政院公共工程委員會專案研究計畫，2017。
- 9.郭榮欽、謝尚賢，「BIM 概觀與國內推行策略」，土木水利，第三十七卷，第五期，2010，第 8-20 頁。
- 10.郭榮欽、謝尚賢，「BIM 技術與公共工程」，公共工程電子報，第 38 期，2011。

## D-07

# 海南特別行政區東部地區無障礙電梯點字系統之研究

施順淵(Shun-Yuan Shih)  
逢甲大學建築專業學院研究生

曾亮 (Liang Tseng)  
逢甲大學建築專業學院副教授

### 摘要

本研究對象針對海南特別行政區東部地區之無障礙電梯點字系統為主，探討其電梯點字系統的設計與施作現況；研究之目的：一、了解萬寧與瓊海市電梯點字的設計與施作現況。二、認知電梯點字所使用之語言系統。三、針對萬寧與瓊海市無障礙電梯設施規範，進行彙整及比對。分別就無障礙電梯點字貼片之上下鍵、開關鍵、警示鍵、樓層鍵等層面進行現況調查及分析比較。

經由調查萬寧與瓊海市共二十九部，設有無障礙電梯之結果可得：一、設計層面：就『上』拼音點字有10%；『下』拼音點字有10%。二、使用層面：點字貼片位於：按鍵內下方有86%；按鍵外左方有13%；按鍵無設置點字約1%。三、施工層面：點字貼片施工正確約99%。四、主鍵盤配置形式：採用橫向AFO系統約83%。上述結果以提相關單位對無障礙電梯點字設置、施工、新舊設置及改善之參考。

**關鍵詞：**海南特別行政區、東部地區、無障礙電梯、萬寧市、瓊海市點字系統。

## Barrier-Free Elevator of Railway Stations in Hainan Special Administrative Region East area

### Abstract

The purpose of this research is to study the Barrier-Free Elevator in Hainan Special Administrative Region East area, East area, the current Braille system design and set up. The purpose of this study: First, to understand the current Braille system design and set up in Wanning City and Qionghai City for Barrier-free Elevator . Second, to recognize the language system for Barrier system for Barrier-free Elevator. Third, to compare and list systematically the Barrier-Free Elevator management rule in Wanning City and Qionghai City. To investigate, analyze and compare the real situation of the Braille system including the up-and-down, open-and-close, warning, and floor button for Barrier-Free Elevator.

After done the survey for 29 Barrier-Free Elevator at in Wanning City and Qionghai City, the resolutes are as following,

1.The dimensional of Design, On the "UP" Pinyin Braille 10%; On the "DOWN" Pinyin Braille 10% .2. The dimensional of application: Braille is located :86% are Setup below the

button, 5% are Press the left side of the button, 1%No setting key braille 3. The dimensional of construction, Braille patch construction accuracy rate of about 99%.

4. The dimensional of Configuration, the major keypad by transverse AFO system is 83%.

## 一、前言

### 1-1 研究動機

萬寧市與瓊海市為海南特別行政區之旅遊勝地，在大陸旅遊開放後整合無障礙電梯點字系統是有其必要性，可讓視障者在垂直移動時更明確便利的選擇。為使視障者能輕鬆前往大陸求學、旅行、商務等活動，且能輕鬆的使用電梯，本文選定海南特別行政區萬寧市與瓊海市(如圖 1)為對象，研究成果將正確之資訊供視障者參考及使用。

### 1-2 研究目的

本文從萬寧市與瓊海市無障礙電梯之點字系統進行現況調查、分析，探討無障礙環境規劃適用現況；作為臺灣政府機關與學者、專家等，日後對研究各國際間通用之無障礙環境設置電梯點字系統之參考。

### 1-3 研究範圍

以調查萬寧市與瓊海市的政府部門、車站、商場、飯店、醫院等建築物無障礙電梯點字之現況作為調查案例對象。分析無障礙電梯點字貼片之上下鍵、開關鍵、警示鍵、樓層鍵按鍵之點字(如表1)及主鍵盤配置形式等調查及分析比較。

表 1 萬寧市與瓊海市電梯點字詳圖

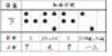
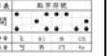
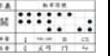
中文字義	上	下	開	關	警示
圖示					
點字符號					
拼音字義	上行	下行	開門	關門	警鈴



圖 1 海南特別行政區分區示意圖

### 1-4 研究方法與流程

首先樣本選定研究對象(萬寧市與瓊海市無障礙電梯)後進行問題之探討；分類別分析後針對三個層面(設計、使用、施工層面)，選擇按鍵之(系統分類、內容字義、樓層定義)彙整分析後提出對策與結論。流程如下：

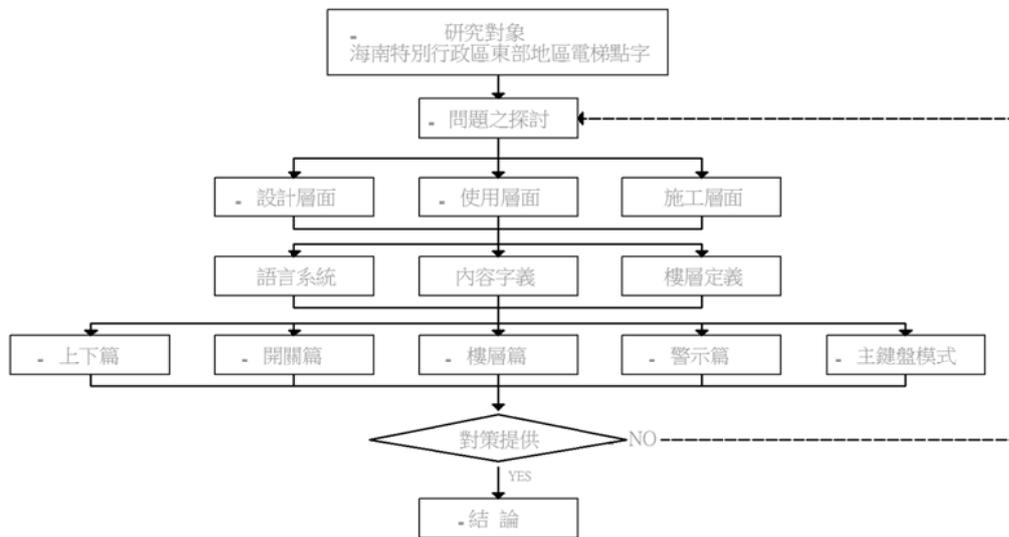


圖 2 研究分析流程圖

## 二、點字系統認知

本文研究對象之點字系統認知針對海南特別行政區東部地區(萬寧市與瓊海市)點字系統、數學點字系統；各系統說明如下：

### 拼音點字系統認知

2-1拼音點字系統：基本符號、變母音、數字、符號。(詳如圖3)

2-2東部地區電梯點字基本認知：包括上下篇、警示篇、開關篇、樓層篇：本節提供電梯點字設備標示之字義。(如圖4、圖5、圖6)

聲母	b	p	m	f	d	t	n	l	g/j	k/q	h/x
點字	● ○ ○ ○	● ● ○ ○	○ ○ ○ ○	● ● ○ ○	● ● ○ ○	○ ○ ○ ○	● ● ○ ○	○ ○ ○ ○	● ● ○ ○	○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○
聲母	zh(l)	ch(l)	sh(l)	r(l)	z(l)	c(l)	s(l)				
點字	○ ● ○ ○	● ● ○ ○	○ ● ○ ○								

聲調	陰平	陽平	上聲	去聲	輕聲
點字	● ○ ○ ○	○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○	○ ○ 不標調

字義	點字符號	字義	點字符號
上	● ● ● ● ○ ○ ○ ○	下	○ ○ ○ ○ ● ● ● ●
拼音	上 上 上 上 上 上 上 上	拼音	下 下 下 下 下 下 下 下
注聲	尸 光 下 一 乙	注聲	丁 光 下 一 乙

圖 4 上、下、警示篇點字符號及字義

字義	點字符號
警 示	● ● ● ● ○ ○ ○ ○
拼音	警 示 警 示 警 示 警 示
注聲	尸 一 乙 尸 一 乙

字義	點字符號	字義	點字符號
開	● ● ● ● ○ ○ ○ ○	關	○ ○ ○ ○ ● ● ● ●
拼音	開 開 開 開 開 開 開 開	拼音	關 關 關 關 關 關 關 關
注聲	尸 尸 尸 尸 尸 尸 尸 尸	注聲	丁 丁 丁 丁 丁 丁 丁 丁

圖 5 開關篇點字符號及字義

字義	點字符號	字義	點字符號
B 1	● ● ● ● ○ ○ ○ ○	B 2	○ ○ ○ ○ ● ● ● ●
數字	1	數字	2

字義	點字符號	字義	點字符號	字義	點字符號
1	● ● ● ● ○ ○ ○ ○	2	○ ○ ○ ○ ● ● ● ●	3	○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○
數字	1	數字	2	數字	3

圖 4 樓層篇點字符號及字義

韻母	點字	韻母	點字	韻母	點字	韻母	點字
er	●○ ●● ●○	iy	○● ○● ○●	u'vu	○● ○● ○●	üyu	○● ○● ○●
a	○●○ ○●○ ○●○	ia'ya	●● ●● ●●	ua'va	●● ●● ●●		
e'io	○●○ ○●○ ○●○	ie'ya	○● ○● ○●	uo'vo	○● ○● ○●	üe'yue	○●○ ○●○ ○●○
ai	○●○ ○●○ ○●○			uai'vai	○●○ ○●○ ○●○		
ei	○●○ ○●○ ○●○			ui'vei	○●○ ○●○ ○●○		
ao	○●○ ○●○ ○●○	iao'iao	○●○ ○●○ ○●○				
ou	○●○ ○●○ ○●○	iu'yu	○●○ ○●○ ○●○				
an	○●○ ○●○ ○●○	ian'yan	○●○ ○●○ ○●○	uan'van	○●○ ○●○ ○●○	üan'yuan	○●○ ○●○ ○●○
en	○●○ ○●○ ○●○	ien'yan	○●○ ○●○ ○●○	uen'ven	○●○ ○●○ ○●○	üen'yuen	○●○ ○●○ ○●○
ang	○●○ ○●○ ○●○	iang'yang	○●○ ○●○ ○●○	uang'uang	○●○ ○●○ ○●○		
eng	○●○ ○●○ ○●○	ing'ying	○●○ ○●○ ○●○	ong'weng	○●○ ○●○ ○●○	long'yong	○●○ ○●○ ○●○

圖 3 拼音點字系統之基本符號

### 三、研究對象選定

本研究將針對東部地區共二十九部設有無障礙電梯進行調查，探討各無障礙電梯之按鍵點字系統。(如表 2)

表 2 東部地區無障礙電梯案例調查表

代號	CN460301	CN460302	CN460303	CN460304	CN460305
建物名稱	七天連鎖酒店	太陽河商務酒店	佳佳商務酒店	旺水商務酒店	美都酒店
使用用途	飯店	飯店	飯店	飯店	飯店
外觀照片					
電梯門外觀					
電梯內部鍵盤					
代號	CN460306	CN460307	CN460308	CN460309	CN460310
建物名稱	普全大酒店	陽光精品酒店	萬寧市人民醫院	綠春園大酒店	廣百匯文化商業廣場
使用用途	飯店	飯店	醫院	飯店	商場
外觀照片					
電梯門外觀					
電梯內部鍵盤					

代號	CN460311	CN460312	CN460313	CN460314	CN460315
建物名稱	樂園酒店	明龍商廈	明龍商業廣場	龍宮商場	金逸商務酒店
使用用途	飯店	商場	商場	商場	飯店
外觀照片					
電梯門外觀					
電梯內部鍵盤					
代號	CN460316	CN460317	CN460318	CN460319	CN460320
建物名稱	博登客棧	博登萬紫千紅海景公寓	博登蓮花街51號	博登鎮愛民路公寓1	博登鎮愛民路公寓2
使用用途	飯店	住宅	住宅	住宅	住宅
外觀照片					
電梯門外觀					
電梯內部鍵盤					
代號	CN460321	CN460322	CN460323	CN460324	CN460325
建物名稱	富德酒店	愛沐影院	愛華酒店	嘉積中心商場	漢庭酒店
使用用途	飯店	商場	飯店	商場	飯店
外觀照片					
電梯門外觀					
電梯內部鍵盤					
代號	CN460326	CN460327	CN460328	CN460329	
建物名稱	億萬家樓	瓊海市人民醫院	瓊海市中醫院	瓊海市婦女兒童醫院	
使用用途	商場	醫院	醫院	醫院	
外觀照片					
電梯門外觀					
電梯內部鍵盤					

#### 四、調查結果與分析比較

本章將針對海南特別行政區東部地區共二十九部，無障礙電梯點字系統進行基本資料蒐集，並分別針對其點字系統之設置做設計層面、使用層面及施工層面、主鍵盤配置形式、電梯設置時間之主鍵盤配置樣式差異性進行分析。(如表 3~表 9)

**4-1 設計層面：**根據中華人民共和國國家標準 GB/T 24477-2009 適用於殘障電梯的附加要求附錄 E 第四項第二款提到使用盲文時應採用中國盲文針對電梯內部主鍵盤按鍵之分項內容-

【上】、【下】、【警示】、【開】、【關】、【樓層 1】等 6 項進行下列分析：就『上』點字正確有 10%；『下』點字正確有 10%；『警示』點字正確有 14%；『開』點字正確有 14%；『關』點字正確有 14%；『樓層』點字正確有 100%。(如表 10)

(一).語言系統：即探討案例中各按鍵是否為拼音盲文之語言系統，並統計各按鍵未設置點字貼片之案例數量，即為探討“主鍵盤內局部按鍵未設置貼片”之情形，而此情形亦僅在此項目進行統計。

(二).內容字義：即探討案例中各按鍵是否使用法規規定之拼字方式，探討項目有：  
1、語言及拼字皆符合法規規範；2、拼音盲文樣本之拼字錯誤情形，含詞不達意及拼不成字；3、英文樣本之拼字錯誤情形，含詞不達意及拼不成字。

**4-2 使用層面：**針對點字位置進行分析。本研究經調查後發現電梯點字貼片有施作位置於(一) 按鍵外左方;有 13% (二) 按鍵內下方;有 86%(三)按鍵無設置點字約 1%。依視障者使用點字之行為模式進行現況探討。(表 11)

**4-2 施工層面：**由於施工人員並無點字認知，容易發生點字貼片貼錯與貼顛倒之情形，本案例中 CN460310 與 CN460319 上鍵誤將下鍵安裝。故施層工面而言正確有 99%。(如表 12)

**4-4 主鍵盤配置形式：**以主鍵盤橫向配置形式 AOF 為依據進行形式分析。(如圖 5)



圖 5 AOF 系統

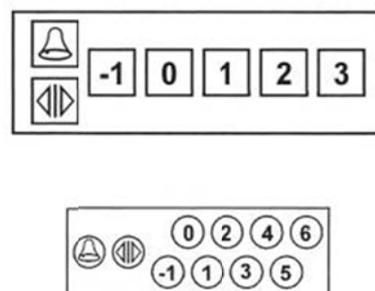


圖 6 DIN EN 81-701 標準鍵盤

表 3 【上】鍵統計表

【上】鍵					
編號	CN460301	CN460302	CN460303	CN460304	CN460305
設計層面	拼音上行	英文UP	拼音上行	英文UP	英文UP
使用層面	內下	內下	內下	內下	內下
施工層面	○	○	○	○	○
編號	CN460306	CN460307	CN460308	CN460309	CN460310
設計層面	英文UP	英文UP	無設置	英文UP	英文DN
使用層面	內下	內下	無設置	內下	內上
施工層面	○	○	無設置	○	○
編號	CN460311	CN460312	CN460313	CN460314	CN46315
設計層面	英文UP	英文UP	英文UP	英文UP	英文UP
使用層面	內下	內下	內下	內下	內下
施工層面	○	○	○	○	○
編號	CN460316	CN460317	CN460318	CN460319	CN460320
設計層面	英文UP	英文UP	拼音上行	英文DN	英文UP
使用層面	內下	內下	內上	內下	內下
施工層面	○	○	○	○	○
編號	CN460321	CN460322	CN460323	CN460324	CN460325
設計層面	英文UP	英文UP	英文UP	英文UP	英文UP
使用層面	內下	內上	內下	內下	外左
施工層面	○	○	○	○	○
編號	CN460326	CN460327	CN460328	CN460329	
設計層面	英文UP	英文UP	英文UP	英文UP	
使用層面	內下	外左	外左	外左	
施工層面	○	○	○	○	

表 4 【下(ab)】鍵統計表

【下】鍵					
編號	CN460301	CN460302	CN460303	CN460304	CN460305
設計層面	拼音下行	英文DOWN	拼音下行	英文DOWN	英文DN
使用層面	內下	內下	內下	內下	內下
施工層面	○	○	○	○	○
編號	CN460306	CN460307	CN460308	CN460309	CN460310
設計層面	英文DOWN	英文DOWN	無設置	英文DOWN	英文DN
使用層面	內下	內下	無設置	內下	內下
施工層面	○	○	無設置	○	○
編號	CN460311	CN460312	CN460313	CN460314	CN460315
設計層面	英文DN	英文DN	英文DN	英文DOWN	英文DN
使用層面	內下	內下	內下	內下	內下
施工層面	○	○	○	○	○
編號	CN460316	CN460317	CN460318	CN460319	CN460320
設計層面	英文DOWN	英文DOWN	拼音下行	英文UP	英文DOWN
使用層面	內下	內下	內下	內上	內下
施工層面	○	○	○	○	○
編號	CN460121	CN460122	CN460123	CN460124	CN460125
設計層面	英文DOWN	英文DN	英文DN	英文DOWN	英文DN
使用層面	內下	內上	內下	內下	外左
施工層面	○	○	○	○	○
編號	CN460326	CN460327	CN460328	CN460329	
設計層面	英文DOWN	英文DOWN	英文DOWN	英文DOWN	
使用層面	內下	外左	外左	外左	
施工層面	○	○	○	○	

表 5 【警示】鍵統計表

【警示】鍵					
編號	CN460301	CN460302	CN460303	CN460304	CN460305
設計層面	英文ALARM	英文ALARM	拼音警鈴	英文ALARM	英文ALM
使用層面	內下	內下	內下	內下	內下
施工層面	○	○	○	○	○
編號	CN460306	CN460307	CN460308	CN460309	CN460310
設計層面	英文ALARM	英文ALARM	拼音警鈴	英文ALARM	拼音警鈴
使用層面	內下	內下	內下	內下	內下
施工層面	○	○	○	○	○
編號	CN460311	CN460312	CN460313	CN460314	CN460315
設計層面	英文ALARM	英文ALARM	英文ALARM	英文ALARM	英文ALARM
使用層面	內下	內下	內下	內下	內下
施工層面	○	○	○	○	○
編號	CN460316	CN460317	CN460318	CN460319	CN460320
設計層面	注音鈴	注音鈴	拼音警鈴	英文ALARM	英文ALARM
使用層面	內上	內上	內下	內下	內下
施工層面	○	○	○	○	○
編號	CN460321	CN460322	CN460323	CN460324	CN460325
設計層面	英文ALARM	英文ALARM	英文ALARM	英文ALARM	英文ALARM
使用層面	內下	內下	內下	內下	外左
施工層面	○	○	○	○	○
編號	CN460326	CN460327	CN460328	CN460329	
設計層面	英文ALARM	英文ALARM	英文ALARM	英文ALARM	
使用層面	內下	外左	外左	外左	
施工層面	○	○	○	○	

表 6 【開】鍵統計表

【開】鍵					
編號	CN460301	CN460302	CN460303	CN460304	CN460305
設計層面	英文OPEN	英文OPEN	拼音開門	英文OPEN	英文DO
使用層面	內下	內下	內下	內下	內下
施工層面	○	○	○	○	○
編號	CN460306	CN460307	CN460308	CN460309	CN460310
設計層面	英文OPEN	英文OPEN	拼音開門	英文OPEN	英文OPEN
使用層面	內下	內下	內下	內下	內下
施工層面	○	○	○	○	○
編號	CN460311	CN460312	CN460313	CN460314	CN460315
設計層面	英文OPEN	英文OPEN	英文OPEN	英文OPEN	英文OPEN
使用層面	內下	內下	內下	內下	內下
施工層面	○	○	○	○	○
編號	CN460316	CN460317	CN460318	CN460319	CN460320
設計層面	英文OPEN	英文OPEN	拼音開門	英文OPEN	英文OPEN
使用層面	內下	內下	內下	內下	內下
施工層面	○	○	○	○	○
編號	CN460321	CN460322	CN460323	CN460324	CN460325
設計層面	英文OPEN	英文OPEN	英文OPEN	英文OPEN	英文OPEN
使用層面	內下	內下	內下	內下	外左
施工層面	○	○	○	○	○
編號	CN460326	CN460327	CN460328	CN460329	
設計層面	英文OPEN	英文OPEN	英文OPEN	英文OPEN	
使用層面	內下	外左	外左	外左	
施工層面	○	○	○	○	

表 7 【關】鍵統計表

【關】鍵					
編號	CN460301	CN460302	CN460303	CN460304	CN460305
設計層面	英文SHUT	英文SHUT	拼音開門	英文SHUT	英文DC
使用層面	內下	內下	內下	內下	內下
施工層面	○	○	○	○	○
編號	CN460306	CN460307	CN460308	CN460309	CN460310
設計層面	英文SHUT	英文SHUT	拼音開門	英文SHUT	英文SHUT
使用層面	內下	內下	內下	內下	內下
施工層面	○	○	○	○	○
編號	CN460311	CN460312	CN460313	CN460314	CN460315
設計層面	英文SHUT	英文SHUT	英文SHUT	英文SHUT	拼音開門
使用層面	內下	內下	內下	內下	內下
施工層面	○	○	○	○	○
編號	CN460316	CN460317	CN460318	CN460319	CN460320
設計層面	英文SHUT	英文SHUT	拼音開門	英文SHUT	英文SHUT
使用層面	內下	內下	內下	內下	內下
施工層面	○	○	○	○	○
編號	CN460121	CN460122	CN460123	CN460124	CN460125
設計層面	英文SHUT	英文SHUT	英文SHUT	英文SHUT	英文SHUT
使用層面	內下	內下	內下	內下	外左
施工層面	○	○	○	○	○
編號	CN460326	CN460327	CN460328	CN460329	
設計層面	英文SHUT	英文SHUT	英文SHUT	英文SHUT	
使用層面	內下	外左	外左	外左	
施工層面	○	○	○	○	

表 8 【樓層】鍵統計表

【樓層】鍵					
編號	CN460301	CN460302	CN460303	CN460304	CN460305
設計層面	數字1	數字1	數字1	數字1	數字1
使用層面	內下	內下	內下	內下	內下
施工層面	○	○	○	○	○
編號	CN460306	CN460307	CN460308	CN460309	CN460310
設計層面	數字1	數字1	數字1	數字1	數字1
使用層面	內下	內下	內下	內下	內下
施工層面	○	○	○	○	○
編號	CN460311	CN460312	CN460313	CN460314	CN460315
設計層面	數字1	數字1	數字1	數字1	數字1
使用層面	內下	內下	內下	內下	內下
施工層面	○	○	○	○	○
編號	CN460316	CN460317	CN460318	CN460319	CN460320
設計層面	數字1	數字1	數字1	數字1	數字1
使用層面	內下	內下	內下	內下	內下
施工層面	○	○	○	○	○
編號	CN460121	CN460122	CN460123	CN460124	CN460125
設計層面	數字1	數字1	數字1	數字1	數字1
使用層面	內下	內下	內下	內下	外左
施工層面	○	○	○	○	○
編號	CN460326	CN460327	CN460328	CN460329	
設計層面	數字1	數字1	數字1	數字1	
使用層面	內下	外左	外左	外左	
施工層面	○	○	○	○	

表 9 【主鍵盤橫向配置形式】鍵統計表

【主鍵盤橫向配置形式】鍵					
編號	CN460301	CN460302	CN460303	CN460304	CN460305
配置形式 AOF	AFO	AFO	AFO	AFO	AFO
編號	CN460306	CN460307	CN460308	CN460309	CN460310
配置形式 AOF	AFO	AFO	AFO	AFO	AFO
編號	CN460311	CN460312	CN460313	CN460314	CN460315
配置形式 AOF	AOF	FAO	FAO	AFO	FAO
編號	CN460316	CN460317	CN460318	CN460319	CN460320
配置形式 AOF	AFO	AFO	AFO	AFO	AFO
編號	CN460321	CN460322	CN460323	CN460324	CN460325
配置形式 AOF	AFO	AFO	AOF	AFO	AFO
編號	CN460326	CN460327	CN460328	CN460329	
配置形式 AOF	AFO	AOF	AFO	AFO	

## 4-5 小結(調查案例之整合)

綜合整理調查之案例從(1)設計層面(2)施工層面(3)使用層面(4)主鍵盤配置形式。詳表 11~表 15 所示

表 10 設計層面

圖表名稱	按鍵名稱	字義	編號	百分比	字義	編號	百分比
3	上	英文	302.304.305.306.307.309.310.311.312.313 314.315.316.317.319.320.321.322.323.324. 325.326.327.328.329	86%	拼音	301.303.318.	10%
4	下	英文	302.304.305.306.307.309.310.311.312.313 314.315.316.317.319.320.321.322.323.324. 325.326.327.328.329	86%	拼音	301.303.318	10%
5	警示	英文	301.302.304.305.306.307.309.311.312.313. 314.315.319.320.321.322.323.324.325.326. 327.328.329	79%	拼音	303.308.310.318	14%
6	開	英文	301.302.304.305.306.307.309.310.311.312. 313.314.316.317.319.320.321.322.323.324. 325.326.327.328.329	79%	拼音	303.308.315.318	14%
7	關	英文	301.302.304.305.306.307.309.310.311.312. 313.314.316.317.319.320.321.322.323.324. 325.326.327.328.329	79%	拼音	303.308.315.318	14%
8	樓層	數字1	301~329	100%			
設計層面百分比							

表 11 使用層面

圖表名稱	按鍵名稱	按鍵外上方	按鍵外上方	按鍵內上方	按鍵內下方	按鍵外右側	按鍵外左側	無設置
3	上			310.319	301.302.303.304.305. 306.307.309.311.312. 313.314.315.316.317 .318.320.321.323.324. 326		325.327.328. 329	308
4	下			319	301.302.303.304.305. 306.307.309.310.311. 312.313.314.315.316. 317.318.320.321.323. 324.326		325.327.328. 329	
5	警示				301~324.326		325.327.328. 329	
6	開				301~324.326		325.327.328. 329	
7	關				301~324.326		325.327.328. 329	
8	樓層				301~324.326		325.327.328. 329	
使用層面百分比		0%	0%	1%	86%	0%	13%	1%

表 12 施工層面

圖表名稱	按鍵名稱	正確	錯誤	無設置
3	上	301~307.309.311~318.320~329	310.319	308
4	下	301~318.320~329	319	
5	警示	301~329		
6	開	301~329		
7	關	301~329		
8	樓層	301~329		
使用層面百分比		99%	1%	無設置因此無施工

表 13 主鍵盤配置形式

配置行式	AFO	FOA	FAO	AOF
編號	301~310.314.316~326.328.329		313.315	311.323.327
百分比	83%	0%	7%	10%

## 五、結論

針對海南特別行政區東部地區(萬寧市與瓊海市)無障礙電梯點字系統研究整理後依序分析如下:

- 一、設計層面：就『上』拼音點字有 10%；『下』拼音點字有 10%；『警示』拼音點字有 14%；『開』拼音點字有 14%；『關』拼音點字有 14%；『樓層』數字點字正確有 100%。
- 二、使用層面：點字貼片位於：按鍵內下方有 86%；按鍵外左方有 13%；按鍵無設置點字約 1%。
- 三、施工層面：點字貼片施工:正確約 99%；錯誤約 1%。
- 四、主鍵盤配置形式 AFO 約 83%。
- 五、通用設計構想：根據研究結果，海南特別行政區東部地區電梯點字設置方式不一致。
  1. 通用設計點字貼片應設置在『按鍵內下方』。(詳如圖7)
  2. 羅馬拼音(當地國家官方語言)點字採貼片方式，設置在『按鍵外上方』。(詳如圖7)
  3. 樓層按鍵應採用『數學點字』。(詳如圖9)
  4. 上下、開關、警示等按鍵應採用『羅馬拼音點字』。
  5. 政府應分新建及舊有建物分期實質主動檢查電梯點字系統，避免出現未置。



圖7 DIN EN 81-701 標準鍵盤之通用建議點字位置圖

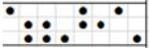
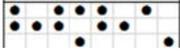
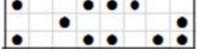
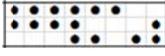
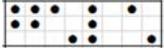
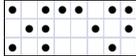
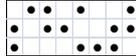
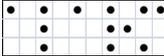
中文字義	上	下	開	關	警示
圖示					
點字符號					
拼音字義	上行	下行	開門	關門	警鈴
點字符號					
英文字義	up	dn	open	shut	alarm

圖8 鍵盤點字符號說明圖

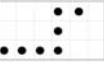
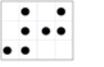
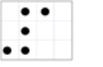
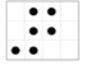
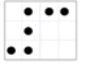
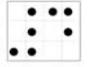
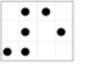
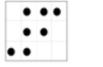
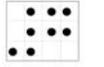
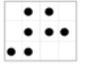
數學字義	-1	0	1	2	3
點字符號					
數學字義	4	5	6	7	8
點字符號					

圖9 鍵盤點字數字說明圖

### 參考文獻

- 1.Liang Tseng, Chen-Chen Tang, Chuan-Jen Sun .A Study on the Braille Elevator Signage System in Public Buildings: The QFD Perspective Original Research Article Science Direct (Procedia-Social and Behavioral Sciences) ,85p152-163 , 2013.
- 2.Tang Chen-Chen , Tseng Liang ,Hsia Chih- Yu, . A Study of Elevator Braille Signage System in Ho Chi Minh City, Vietnam., Science Direct (Procedia-Social and Behavioral Sciences) ,85p139-p151, 2013.
- 3.葉淑芳,「台灣地區特殊教育學校無障礙電梯點字系統之研究」,碩士論文,逢甲大學建築所,2014。
- 4.林裕翔,「公共建築物無障礙電梯點字系統應用之研究-以韓國與台灣為例」,碩士論文,逢甲大學建築所,2014
- 5.唐真真,「臺灣與美加地區無障礙電梯點字系統之研究」,博士論文,逢甲大學土木及水利工程博士學位學程, 2014。
- 6.內政部營建署建築研究所編輯委員會,建築技術規則,2014。
- 7.內政部營建署建築研究所編輯委員會,建築物無障礙設施設計規範,2013。
- 8.許育嘉,「公共建築物無障礙電梯點字系統應用之研究-以加拿大與台灣為例」,碩士論文,逢甲大學建築所,2010。
- 9.曾亮、余政舫、鄭志貞、謝統勝、唐真真,『關懷無障礙設施系列報導(三) 電梯點字板系統使用上之比較-以台灣與德國為例』,現代營建,340期,PP. 52~64 , 2008。

## D-08

# Financial Analysis of Power Plant Projects under Risk

Guan-Yu Lin  
Department of Civil Engineering,  
National United University

Borliang Chen  
Department of Civil and Hazard  
Mitigation Engineering, National  
United University.

Hue-Chiuen Shiong  
Department of Civil and Hazard  
Mitigation Engineering, National  
United University.

### Abstract

High market risks are embedded in mega-scale projects. These risks include political instability, economic instability, social risks, technical risks, and other non-financial factors. All these risk factors will have directly impacted on financial feasibility of projects. Hence, it is necessary to perform an elaborate financial analysis of projects at planning stage. A jump diffusion option-pricing model is derived for considering the managerial flexibility of scale expansion in the financial analysis of projects to increase the project value.

**Keyword:** jump diffusion option pricing model, the real option, call option.

### INTRODUCTION

Options can be either call or put. A call is a financial instrument that gives its owner the right, but not the obligation, to purchase the underlying asset (stocks, stock indices, etc.) at a specified price (strike or exercise price) for a specified time. A put option gives its owner the right to sell the underlying at the strike price for a specified time. There are two kinds of options: the American option can be exercised at any time before or at the expiration; the European option can be exercised only at the expiration. We shall only deal with European options. The buyer of an option pays cash the option price to the seller (or writer) who assumes all the obligations of the contract (all the rights are of the buyer).

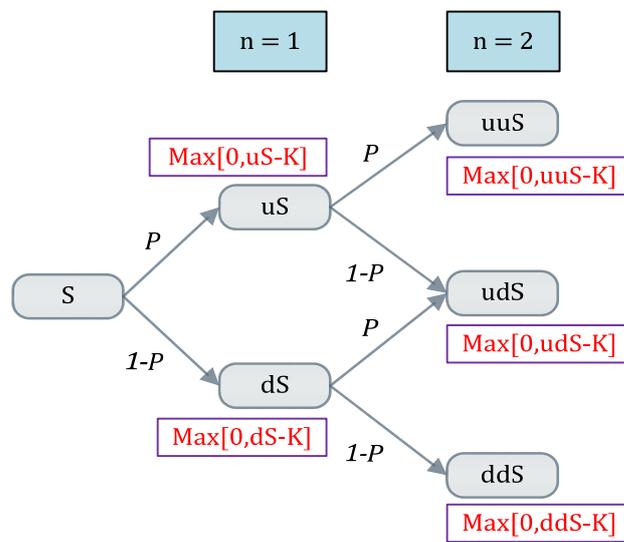
The term “real options” was coined by Stewart Myers in 1977. It referred to the application of option pricing theory to the valuation of non-financial or “real” investments with learning and flexibility, such as multi-stage R&D, modular manufacturing plant expansion and the like. (Myers, 1977) The topic attracted moderate, primarily academic, interest in the 1980’s and 1990’s, and a number of articles were published on theory and applications.

Beginning in the mid-1990’s, interest in the concepts of value and the techniques of valuation increased substantially. Real options began to attract considerable attention from industry as a potentially important tool for valuation and strategy. Beginning in the oil and gas industry and extending to a range of other industries, management consultants and internal analysts began to apply real options intermittently, and in some cases regularly, to major corporate investment issues. An annual real options symposium for both academics and practitioners was first organized in 1996, and continues to this day. Several practitioner books on the topic, many simply titled *Real Options*, have appeared, and more are in the works. Most mainstream academic finance texts now mention real options prominently. Conferences on

the topic, with both academic and industry participants, are held regularly. The increasing number of academic articles on real options is now matched by an increasing number of stories in such mainstream publications as *Business Week* and *USA Today*. All in all, real options has made a transition from a topic of modest academic interest to considerable, active academic and industry attention.

## MODELING

Let  $a$  stand for the minimum number of upward moves that the stock must make over the next  $n$  periods for the call to finish in-the-money. Thus,  $a$  will be the smallest non-negative integer such that  $u^a d^{n-a} S > K$ . By taking the natural logarithm of both sides of this inequality, we could write  $a$  as the smallest non-negative integer greater than  $\log(K/Sd^n)/\log(u/d)$ . For all  $j < a$ ,



$\max[0, u^j d^{n-j} S - K] = 0$ , and for all  $j \geq a$ ,  
 $\max[0, u^j d^{n-j} S - K] = u^j d^{n-j} S - K$

Therefore,

$$C = \left[ \sum_{j=a}^n \left( \frac{n!}{j!(n-j)!} \right) p^j (1-p)^{n-j} [u^j d^{n-j} S - K] \right] / r^n$$

By breaking up  $C$  into two terms, we can write

$$C = S \left[ \sum_{j=a}^n \left( \frac{n!}{j!(n-j)!} \right) p^j (1-p)^{n-j} \left( \frac{u^j d^{n-j}}{r^n} \right) \right] - Kr^{-n} \left[ \sum_{j=a}^n \left( \frac{n!}{j!(n-j)!} \right) p^j (1-p)^{n-j} \right]$$

Now, the latter bracketed expression is the complementary binomial distribution function  $\phi[a; n, p]$ . The first bracketed expression can also be interpreted as a complementary binomial distribution function  $\phi[a; n, p']$ , where

$$p' \equiv (u/r)p \text{ and } 1-p' \equiv (d/r)(1-p)$$

$p'$  is a probability, since  $0 < p' < 1$ . To see this, note that  $p < (r/u)$  and

$$p^j (1-p)^{n-j} \left( \frac{u^j d^{n-j}}{r^n} \right) = \left[ \frac{u}{r} p \right]^j = \left[ \frac{d}{r} (1-p) \right]^{n-j} = p'^j (1-p')^{n-j}$$

The bi-nominal model is in the following form.

$$C = S\Phi[a; n, p'] - Kr^{-n}\Phi[a; n, p]$$

where

$$p \equiv \frac{r-d}{u-d} \text{ and } p' \equiv \left(\frac{u}{r}\right) p$$

$a \equiv$  the smallest non-negative integer

$$a \geq \log\left(\frac{k}{Sd'}\right) / \log\left(\frac{u}{d}\right)$$

If  $a > n$ , then  $c=0$ . With

$$\Phi[a; n, p'] = \sum_{j=a}^n \left[ \frac{n!}{j!(n-j)!} p^j (1-p)^{n-j} \left( \frac{u^j d^{n-j}}{r^n} \right) \right]$$

$$\Phi[a; n, p] = \sum_{j=a}^n \left[ \frac{n!}{j!(n-j)!} p^j (1-p)^{n-j} \right]$$

The derivation of parameter  $u, d, P$  in diffusion Model (Black-Sholes Model) as follows:

$$\log\left(\frac{S^*}{S}\right) = j \log u + (n-j) \log d = j \log\left(\frac{u}{d}\right) + n \log d$$

$$E\left[\log\left(\frac{S^*}{S}\right)\right] = \log\left(\frac{u}{d}\right) \times E(j) + n \log d$$

$$\text{Var}\left[\log\left(\frac{S^*}{S}\right)\right] = \left[\log\left(\frac{u}{d}\right)\right]^2 \times \text{Var}(j)$$

$$E(j) = nq$$

$$\text{Var}(j) = nq(1-q)$$

$$E\left[\log\left(\frac{S^*}{S}\right)\right] = [q \log\left(\frac{u}{d}\right) + \log d] * n \equiv \hat{\mu}t$$

$$\text{Var}\left[\log\left(\frac{S^*}{S}\right)\right] = q(1-q) \left[\log\left(\frac{u}{d}\right)\right]^2 * n \equiv \hat{\sigma}^2 t \text{ as } n \rightarrow \infty$$

$$E\left[\log\left(\frac{S^*}{S}\right)\right] = [q \log\left(\frac{u}{d}\right) + \log d] * n \rightarrow \mu t \text{ as } n \rightarrow \infty$$

$$\text{Var}\left[\log\left(\frac{S^*}{S}\right)\right] = q(1-q) \left[\log\left(\frac{u}{d}\right)\right]^2 * n \rightarrow \sigma^2 t$$

$$E\left[\log\left(\frac{S^*}{S}\right)\right] = [q \log\left(\frac{u}{d}\right) + \log d] * n = \mu t \tag{1}$$

$$\text{Var} \left[ \log \left( \frac{S^*}{S} \right) \right] = q(1-q) \left[ \log \left( \frac{u}{d} \right) \right]^2 * n = \sigma^2 t \quad (2)$$

Rearrange the equation 1. We obtain

$$q \log \left( \frac{u}{d} \right) + \log d = \frac{\mu t}{n}$$

$$q \log \left( \frac{u}{d} \right) = \frac{\mu t}{n} - \log d$$

$$q = \left( \mu \frac{t}{n} - \log d \right) / \log \left( \frac{u}{d} \right)$$

$$q = \frac{\mu \left( \frac{t}{n} \right) - \log d}{\log u - \log d} \quad (3)$$

$$1 - q = \frac{\log u - \log d}{\log u - \log d} - \frac{\mu \left( \frac{t}{n} \right) - \log d}{\log u - \log d} = \frac{\log u - \mu \left( \frac{t}{n} \right)}{\log u - \log d} \quad (4)$$

Insert equation (3) and (4) into equation (2), we have

$$\frac{\mu \left( \frac{t}{n} \right) - \log d}{\log u - \log d} \times \frac{\log u - \mu \left( \frac{t}{n} \right)}{\log u - \log d} \times \left[ \log \left( \frac{u}{d} \right) \right]^2 = \sigma^2 \frac{t}{n}$$

$$\frac{(\mu \left( \frac{t}{n} \right) - \log d) \times (\log u - \mu \left( \frac{t}{n} \right))}{[\log u - \log d]^2} \times [\log u - \log d]^2 = \sigma^2 \frac{t}{n}$$

$$(\mu \left( \frac{t}{n} \right) - \log d) \times (\log u - \mu \left( \frac{t}{n} \right)) = \sigma^2 \frac{t}{n}$$

$$\text{Let } u = \frac{1}{d}, \text{ we have } \log d = \log \frac{1}{u} = -\log u$$

$$(\log u + \mu \left( \frac{t}{n} \right)) \times (\log u - \mu \left( \frac{t}{n} \right)) = \sigma^2 \frac{t}{n}$$

$$(\log u)^2 - [\mu \left( \frac{t}{n} \right)]^2 = \sigma^2 \frac{t}{n}$$

$$(\log u)^2 = \sigma^2 \frac{t}{n} + \mu^2 \left( \frac{t}{n} \right)^2$$

$$\log u = \left[ \sigma^2 \frac{t}{n} + \mu^2 \left( \frac{t}{n} \right)^2 \right]^{1/2}$$

$$\log u = \sigma \sqrt{\frac{t}{n}} \times \left[ 1 + \left( \frac{\mu}{\sigma} \right)^2 \left( \frac{t}{n} \right) \right]^{1/2}$$

$$\therefore (1+x)^{\frac{1}{2}} = 1 + \frac{1}{2}x - \frac{1}{2 \times 4}x^2 + \dots$$

$$\therefore \left[1 + \left(\frac{\mu}{\sigma}\right)^2 \left(\frac{t}{n}\right)\right]^{\frac{1}{2}} = 1 + \frac{1}{2} \left(\frac{\mu}{\sigma}\right)^2 \left(\frac{t}{n}\right) - \dots \approx 1$$

$$\log u = \sigma \sqrt{\frac{t}{n}}$$

$$u = e^{\sigma \sqrt{\frac{t}{n}}}$$

$$\therefore \log d = \log \frac{1}{u} = -\log u$$

$$\therefore q = \frac{\mu \left(\frac{t}{n}\right) - \log d}{\log u - \log d} = \frac{\mu \left(\frac{t}{n}\right) + \log u}{\log u + \log u} = \frac{\mu \left(\frac{t}{n}\right) + \sigma \sqrt{\frac{t}{n}}}{\sigma \sqrt{\frac{t}{n}} + \sigma \sqrt{\frac{t}{n}}} = \frac{1}{2} + \frac{1}{2} \left(\frac{\mu}{\sigma}\right) \sqrt{\frac{t}{n}}$$

The parameters for continuous diffusion model are then obtained as follows:

$$u = \frac{1}{d} = e^{\sigma \sqrt{\frac{t}{n}}} \tag{5}$$

$$d = e^{-\sigma \sqrt{\frac{t}{n}}} \tag{6}$$

$$q = \frac{1}{2} + \frac{1}{2} \left(\frac{\mu}{\sigma}\right) \sqrt{\frac{t}{n}} \tag{7}$$

A Jump-Diffusion Model can be then derived in same fashion.

$$d = e^{\zeta \left(\frac{t}{n}\right)}, \quad q = \lambda \left(\frac{t}{n}\right)$$

$\zeta$  is the jump size, which follows normal distribution.  $\lambda$  is average number of jumps per unit time, which follows Poisson process.

$$u = u, \quad d = e^{\zeta \left(\frac{t}{n}\right)}, \quad q = \lambda \left(\frac{t}{n}\right)$$

$$\Psi[x; y] = \sum_{i=x}^{\infty} \frac{e^{-y} y^i}{i!}$$

$$C = S\Psi[x; y] - Kr^{-t}\Psi\left[x; \frac{y}{u}\right]$$

Where

$$y = (\log r - \zeta)ut/(u - 1)$$

and  $x =$  the mallest non – negative integer greater than  $\frac{(\log(\frac{K}{S}) - \zeta t)}{\log u}$ .

## CONCLUSIONS

Investment timing is always a critical issue to consider for investing BOT or Private-Public-Participation (PPP) projects. A jump-diffusion option pricing model for different investment time of projects is established in this study. We would apply this model to analyze a power plant project in the future.

## REFERENCES

1. Black, Fisher, and Scholes, Myron (1973), “The Pricing of Options and Corporate Liabilities,” *Journal of Political Economy*, 81(May-June), 637-654.
2. Cox, J. C., Ross, S. A., and Rubinstein, M. (1979), “*Option Pricing: A Simplified Approach*,” *Journal of Financial Economics*, 7(September), 229-263.
3. Lenos Trigeorgis and Scott P. Mason, “Valuing Managerial Flexibility,” *Midland Corporate Finance Journal*, Volume 5, Number 1, pp. 14-21. (Trigeorgis and Mason, 1987)
4. Lenos Trigeorgis, “Real Options: A Primer” in James Alleman and Eli Noam, *The New Investment Theory of Real Options and its Implication for Telecommunications Economics*, James Alleman and Eli Noam, eds., Kluwer Academic Publishers, Boston, 1999, pp. 3-33. (Trigeorgis, 1999)
5. Lenos Trigeorgis, *Real Options: Managerial Flexibility and Strategy in Resource Allocation*, The MIT Press, Cambridge, MA, 1998. (Trigeorgis, 1998)
6. Sandalkhan Bakatjan, Metin Arikian, and Robert L.K. Tiong, 2003, “Optimal capital structure model for BOT power projects in Turkey”, *Journal of Construction Engineering and Management*, Vol. 129, No.1, pp. 89~97.

## D-09

# Competitive Advantage Analysis of Taiwan Construction Firms

Chin-Chuan Liou  
Department of Civil Engineering,  
National United University

Borliang Chen  
Department of Civil and Hazard  
Mitigation Engineering, National  
United University.

Hue-Chiuen Shiong  
Department of Civil and Hazard  
Mitigation Engineering, National  
United University.

### Abstract

This paper is aimed to investigate the operational efficiency of 16 listed/marketted construction companies in Taiwan during 2012-2016 after the Asian economic crisis in 2008. We discover the determinant of competitive advantage of construction companies in Taiwan in that period. Data envelopment analysis (DEA) is adopted to evaluate the productivity efficiency of construction companies in Taiwan. 170 decision making units (DMU) of 16 companies in 5 years are considered. DEA is a model with multiple inputs and outputs in calculating the technical efficiency of construction companies in Taiwan. The average of technical efficiency is 0.726. The average of pure technical efficiency is 0.883. The average of scale efficiency is 0.828. All these numbers imply the companies in construction industry are in good operation conditions after economic crisis in 2008. A further analysis with Du-Pond analysis and Tobin Q is used to investigate short term and long-term competitive advantage of construction companies with best technical efficiency in the industry. This analysis enables the analyst to understand the source of superior (or inferior) return by comparison with companies in similar industries. In the Tobin Q analysis, we discover that financial leverage is the critical determinant of competitive advantage of construction firms in construction industry in Taiwan after the Asian economic crisis in 2008.

**Keywords:** Tobin Q analysis, data envelopment analysis, Asian economic crisis, Du-Pond analysis.

### INTRODUCTION

A fundamental requirement in applying operations research models is the identification of a "utility function" which combines all variables relevant to a decision problem into a single variable which is to be optimized. Underlying the concept of a utility function is the view that it should represent the decision-maker's perceptions of the relative importance of the variables involved rather than being regarded as uniform across all decision-makers or externally imposed. The problem, of course, is that the resulting utility functions may bear no relationship to each other and it is therefore difficult to make comparisons from one decision context to another. Indeed, not only may it not be possible to compare two different decision-makers but it may not be possible to compare the utility functions of a single decision-maker from one context to another.

A traditional way to combine variables in a utility function is to use a cost/effectiveness ratio, called an "efficiency" measure. It measures utility by the "cost per unit produced". On the surface, that would appear to make comparison between two contexts possible by

comparing the two cost/effectiveness ratios. The problem, though, is that two different decision-makers may place different emphases on the two variables. It also must be recognized that effectiveness will usually entail consideration of a number of products and services and costs a number of sources of costs. Cost/effectiveness measurement requires combining the sources of cost into a single measure of cost and the products and services into a single measure of effectiveness.

Again, the problem of different emphases of importance must be recognized. This is especially the case for the several measures of effectiveness. But it may also be the case with the several measures of costs, since some costs may be regarded as more important than others even though they may all be measured in dollars. When some costs cannot be measured in dollars, the problem is compounded. More generally, instead of costs and effectiveness, the variables may be identified as "input" and "output". The efficiency ratio is then no longer characterized as cost/effectiveness but as "output/input", but the issues identified above are the same. Data Envelopment Analysis (DEA) measures the relative efficiencies of organizations with multiple inputs and multiple outputs. The organizations are called the decision-making units, or DMUs.

DEA assigns weights to the inputs and outputs of a DMU that give it the best possible efficiency. It thus arrives at a weighting of the relative importance of the input and output variables that reflects the emphasis that appears to have been placed on them for that particular DMU. At the same time, though, DEA then gives all the other DMUs the same weights and compares the resulting efficiencies with that for the DMU of focus.

If the focus DMU looks at least as good as any other DMU, it receives a maximum efficiency score. But if some other DMU looks better than the focus DMU, the weights having been calculated to be most favorable to the focus DMU, then it will receive an efficiency score less than maximum. Thus, there are two possible definitions of efficiency depending on the purpose of the evaluation. One might be interested in possible reduction of inputs (in DEA this is called the input orientation) or augmentation of outputs (the output orientation) in achieving technical efficiency. Depending on the purpose of the evaluation, the analysis provides different sets of peer groups to which to compare.

## MODELING

Assume that each DMU has values for a set of inputs and a set of outputs. Choose non-negative weights to be applied to the inputs and outputs for a focus DMU so as to maximize the ratio of weighted outputs divided by weighted inputs. But do so subject to the condition that, if the same weights are applied to each of the DMUs (including the focus DMU), the corresponding ratios are not greater than 1. Do that for each DMU. The resulting value of the ratio for each DMU is its EDA efficiency. It is 1 if the DMU is efficient and less than 1 if it is not.

Consider the revised form of the input-oriented model:

$$\begin{aligned}
\min \quad & \tilde{\theta} = \theta - \varepsilon (s_1^+ + s_2^+ + s_1^- + s_2^-) \\
\text{s. t.} \quad & \sum_{j=1}^N \mu_j y_{1j} - s_1^+ = y_{1t}; \\
& \sum_{j=1}^N \mu_j y_{2j} - s_2^+ = y_{2t}; \\
& \sum_{j=1}^N \mu_j x_{1j} + s_1^- = \theta x_{1t}; \\
& \sum_{j=1}^N \mu_j x_{2j} + s_2^- = \theta x_{2t}; \\
& \mu_j \geq 0 \ (j=1, 2, \dots, N); s_1^+, s_2^+, s_1^-, s_2^- \geq 0; \phi \text{ free.}
\end{aligned}$$

The dual of this LP problem is

$$\begin{aligned}
\max \quad & p_{1t} y_{1t} + p_{2t} y_{2t} \\
\text{s. t.} \quad & p_{1t} y_{1j} + p_{2t} y_{2j} - w_{1t} x_{1j} - w_{2t} x_{2j} \leq 0; \ (j=1, 2, \dots, N); \\
& w_{1t} x_{1t} + w_{2t} x_{2t} = 1; \\
& p_{1t} \geq \varepsilon; p_{2t} \geq \varepsilon; w_{1t} \geq \varepsilon; w_{2t} \geq \varepsilon.
\end{aligned}$$

The only difference between this problem and its earlier specification is that now we have a lower bound on the shadow prices.

The Du Pont identity breaks down Return on Equity (that is, the returns that investors receive from the firm) into three distinct elements. This analysis enables the analyst to understand the source of superior (or inferior) return by comparison with companies in similar industries (or between industries). The Du Pont identity, however, is less useful for some industries, such as investment banking, that do not use certain concepts or for which the concepts are less meaningful. Variations may be used in certain industries, as long as they also respect the underlying structure of the Du Pont identity. DuPont System of Analysis Objective: Find out why a company's profitability, as measured by ROA and ROE, is higher or lower than the industry average ROA or ROE or last year's company ROA or ROE.

The DuPont system of analysis merges the income statement and balance sheet into two summary measures of profitability: Return on Total Assets (ROA) and Return on Equity (ROE).

#### The DuPont Equation

$$\begin{aligned}
\text{ROA} &= \text{Net Profit Margin on Sales} \times \text{Total Assets Turnover} \\
\text{ROA} &= \text{Net Income/Sales} \times \text{Sales/Total Assets}
\end{aligned}$$

#### Extended DuPont Equation

$$\text{ROE} = \text{Net Profit Margin} \times \text{Total Assets Turnover} \times \text{Equity Multiplier}$$

$$\text{ROE} = \text{N. I./Sales} \times \text{Sales/Total Assets} \times \text{Total Assets/Common Equity}$$

Tobin Q Equation

$$Q = \text{firm's market value} / \text{firm's replacement value}$$

**EMPIRICAL STUDY**

16 listed/marketed construction companies in Taiwan during 2012-2016. 170 decision making units (DMU) of 16 companies in 5 years are considered. DEA is a model with multiple inputs and outputs in calculating the technical efficiency of construction companies in Taiwan.

Three inputs are selected, which are total asset, equities, and staff number. Two outputs are considered, which are net revenue and net profit before tax and interest. The ratio of firm net worth over capital is shown in Figure 1.

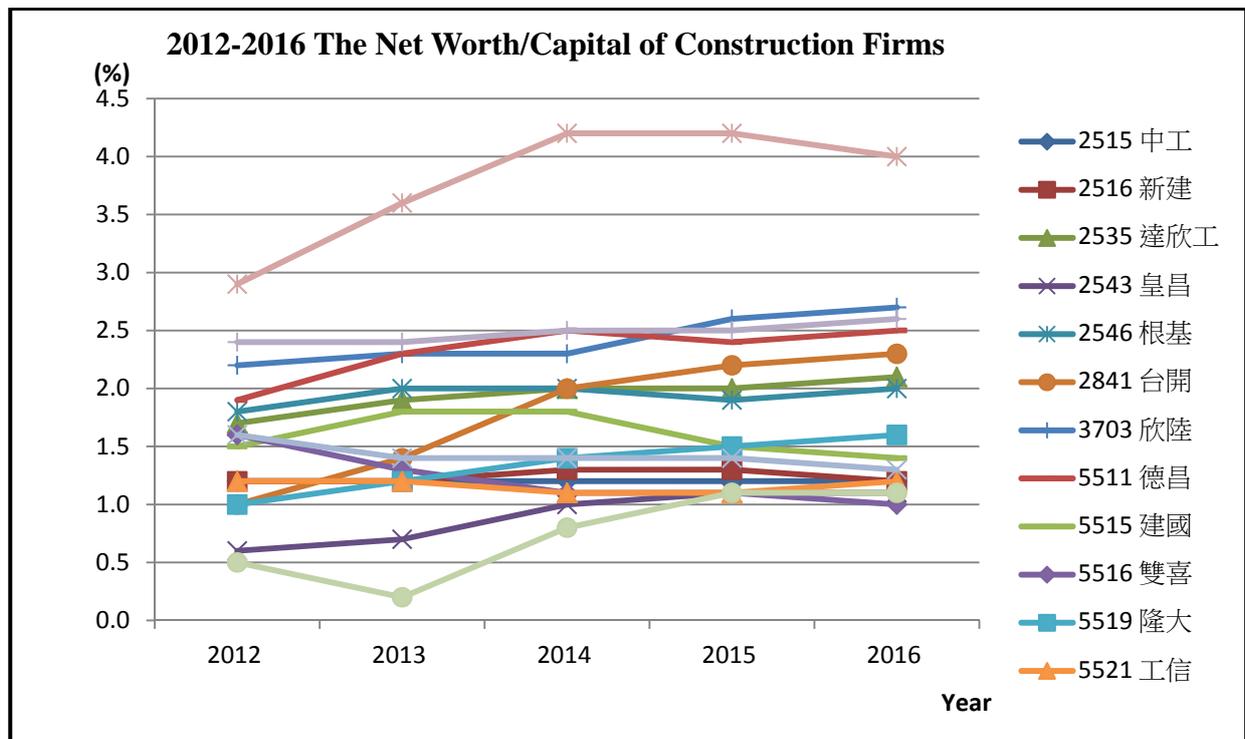


Figure 1 The ratio of Net Worth/Capital of Construction Firms in 2012-2016

Table 1 shows results of DEA analysis.

Table 1 Technical efficiency of DEA analysis

No.	DMU	TE	PTE	SE	RTS		
					IRS	CRS	DRS
1	2515 中工	0.264	0.29	0.91		1	4
2	2516 新建	0.86	0.866	0.993	1	3	1
3	2535 達欣工	0.886	0.965	0.921		3	2

4	2543 皇昌	0.705	0.734	0.96	3	2	
5	2546 根基	0.998	1	0.998	1	4	
6	2597 潤弘	0.748	0.899	0.845	1	2	2
7	2841 台開	0.732	0.862	0.823	1	3	1
8	3703 欣陸	0.812	1	0.812		1	4
9	5511 德昌	0.744	0.874	0.853	2	1	2
10	5515 建國	0.541	0.589	0.927	2	1	2
11	5516 雙喜	0.696	1	0.696	5		
12	5519 隆大	0.907	0.973	0.931		3	2
13	5521 工信	0.45	0.486	0.939	3	2	
14	6122 擎邦	0.584	0.704	0.826	5		
15	6179 亞通	0.771	1	0.771	3	2	
16	9933 中鼎	0.916	1	0.916		1	4
	Average	0.726	0.828	0.883			
	Sum of RTS				27	29	24
	RTS/Total %				33.75%	36.25%	30.00%

The results of Tobin Q analysis is shown in Table 2.

Table 2 Tobin Q of benchmark firms

NO.	Firm	2012	2013	2014	2015	2016	Average
1	2515 中工	0.53	0.55	0.52	0.46	0.47	0.51
2	2516 新建	0.32	0.38	0.39	0.41	0.44	0.39
3	2535 達欣工	0.55	0.68	0.65	0.53	0.54	0.59
4	2543 皇昌	0.41	0.49	0.63	0.44	0.51	0.5
5	2546 根基	0.32	0.39	0.38	0.32	0.33	0.35
6	2841 台開	0.78	0.66	0.56	0.55	0.59	0.63
7	3703 欣陸	0.59	0.58	0.55	0.51	0.53	0.55
8	5511 德昌	0.71	0.49	0.64	0.63	0.51	0.6
9	5515 建國	0.71	0.6	0.54	0.48	0.47	0.56
10	5516 雙喜	0.61	0.62	0.67	0.59	0.48	0.59
11	5519 隆大	1.19	1.2	0.99	0.8	0.7	0.98
12	5521 工信	0.63	0.79	0.75	0.68	0.67	0.7
13	6122 擎邦	0.53	0.54	0.71	0.47	0.63	0.58
14	2597 潤弘	0.76	0.85	0.86	0.62	0.63	0.74
15	6179 亞通	0.88	3.46	2.33	1.86	1.8	2.07
16	9933 中鼎	0.89	0.84	0.73	0.57	0.63	0.73
	Average	0.65	0.82	0.74	0.62	0.62	0.69

## CONCLUSIONS

This study is based on the construction of 16 listed companies who TPEX-listed from 2012 to 2016, and analyzes the firms scale. After the DEA analysis, we analyze the construction firms with financial and profitability index to find the competitive advantage of the best firms, which can be the example to follower to learn.

The first section is to apply the data-envelop-analysis (DEA) method to analyze the construction industry technical efficiency and scale efficiency in construction industry. The results showed that the average total efficiency of the five years was 0.726, the pure technical efficiency was 0.828, and the scale efficiency was 0.883.

The second stage is to use the financial ratio analysis by their own capital rate, liquidity ratio, net capital ratio and debt ratio to measure the short-term debt service capacity. The results show that there are 62.5% of the construction industry, in the financial response capacity can meet the construction industry evaluation criteria "level one".

The third stage uses ROE and Tobin's Q as a measure of long-term competitive advantage indicators. In ROE's study to show there are 37.5%, the five-year average annual salary can reach 8%, indicating that these companies have a long-term competitive advantage.

This study is based on the DEA analysis model and then use the Du-Pond analysis of the short-term solvency of enterprises and Tobin Q long-term competitive advantage. These two analysis is used for listing of Taiwan's construction industry OTC business. The results of the study can be used for other firms in construction industry to study, or for business managers to adjust the business strategy with a view to enhance the competitive advantage of enterprises.

DEA model could provide us an approach to identify the most efficient firm in the construction industry in Taiwan. We find that the operation efficiency of the firms does not have significant relationship with the profitability and size of firms. The construction firm have the tendency to increase their capital from 2012 to 2016.

## REFERENCES

1. Banker, R. D., A. Charnes, and W. W. Cooper (1984) "Some Models for Estimating Technical and Scale Inefficiencies in Data Envelopment Analysis," *Management Science*, 30, 1078-1092.
2. Charnes, A., W. W. Cooper and Rhodes (1978) "Measuring the Efficiency of Decision-Making Units," *European Journal of Operational Research*, 2(6), 429-444.
3. Coelli, T., D. S. Prasada Rao and G. E. Battese (1998) *An Introduction to Efficiency and Productivity Analysis*, Kluwer Academic Publishers.
4. Damodaran, A. (2007). Return on Capital (ROC), Return on Invested Capital (ROIC) and Return on Equity (ROE): Measurement and Implications. Working Paper, Stern School of Business, New York University.
5. Seiford, L. M. and R. M. Thrall (1990) "Recent Development in DEA: The Mathematical Programming Approach to Frontier Analysis," *Journal of Econometrics*, 7-38.