

## A01

# 台中市北屯區建築工程預算與結算

## 差異之探討

魏卉芹(Hui-Chin Wei)  
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

### 摘要

營建管理的「營造成本」最直接衝擊及影響公司利益甚鉅，故如何有效控制成本變化的十分重要，而成本的控管就必須由建全的預算編列開始。預算是行為計劃的量化，這種量化有助於管理者協調、貫徹計劃，是一種重要的管理工具。而工程預算編列亦為所有工程專案作業的基礎，對業主及規劃單位而言，估算所得之預算成本數據乃視為該專案可行性評估、內容規劃設計與工程執行時成本控制之基礎。

本研究主要將針對建設公司及設計單位，經由相關文獻收集、工程個案彙整、專家訪談與個人工作經驗探討等方式，以營建工程成本估算方法為主軸，依序從工程標單預算主體架構、設計組織組成方式、設計單位與廠商對成本估算觀念與作法上差異，做有條理性的探討，由表 2 結果得之：以結算造價/預算造價 X100% 來判定，三月○見、九月○掬以及五月○嵐結算執行超出預算，尤其依三月○見超出 8.71% 為損益最高。由表 3 結果得之：以預算修正/核準預算 X100% 來判定，其它裝修之執行金額超出預算最高損益到 42%，主要原因為設計變更產生的造價提高。由表 4 結果得之：以預算修正/核準預算 X100% 來判定，工地事務費用之執行金額超出預算最高損益到 50%，主要原因為增加工務所主體費用支出。由表 5 結果得之：以預算修正/核準預算 X100% 來判定，平頂裝修之執行金額超出預算最高損益到 83%，主要原因為發包單價超出預算單價。由表 6 結果得之：以預算修正/核準預算 X100% 來判定，地坪貼磚之執行金額超出預算最高損益到 50%，主要原因為發包單價超出預算單價，且公司產品變更升等。由表 7 結果得之：以預算修正/核準預算 X100% 來判定，外部泥作之執行金額超出預算最高損益到 40%，主要原因為發包單價超出預算單價。由表 8 結果得之：以預算修正/核準預算 X100% 來判定，六月○風與一月春語之執行金額約 0.5% 預算內，顯示預算當初設定符合期望。

瞭解包括規畫、設計、發包、施工等建築行為之運作過程及作業內容以期彌補營建管理學術研究領域中在此部份研究不足之處。

**關鍵字：**營造成本、預算執行率、成本控制

# **Discussion on the Difference of Construction Project Budget and Settlement in Beitun District of Taichung City**

## **Abstract**

The most significant impact of "building costs" on construction management and the impact on the interests of the company is so great that it is important to effectively control the cost change, and the cost of control must be set out by the budget. The budget is the quantification of the behavioral plan, which is an important management tool that helps managers to coordinate and implement the plan. And the budget for the project is also the basis for all project works. For the owners and the planning units, the estimated budget cost data are regarded as the basis for the project cost assessment, content planning and design and project cost control.

This study will focus on the construction of the project and the design unit, through the relevant literature collection, project case integration, expert interviews and personal work experience to explore the way to build the project cost estimation method as the main axis, Organizational composition, design units and manufacturers of cost estimates and practices of the differences, do a rational discussion, From the results of Table 2: to determine the cost of settlement / budget X100%, March O see, September O and May O Lan settlement execution exceeded the budget, especially in March O see more than 8.71% for the highest profit and loss. From Table 3 results: the budget correction / approved budget X100% to determine the amount of other decoration implementation of the maximum profit and loss to 42%, mainly due to the design changes caused by the increase in costs. From Table 4 results: the budget revised / approved budget X100% to determine the implementation of the cost of the site costs exceed the maximum profit and loss to 50%, mainly due to increase the cost of the main office of the work expenses. From Table 5 results: to estimate the budget / approved budget X100% to determine the implementation of the flat roof decoration exceeded the maximum profit and loss to 83%, mainly due to the unit price exceeds the budget unit price. From the table 6 results: the budget correction / approved budget X100% to determine the implementation of the floor tiles exceeded the maximum amount of profits and losses to 50%, mainly due to the unit price exceeds the budget unit price, and the company's product changes and so on. From Table 7 results: the budget correction / approved budget X100% to determine the amount of external mud for the implementation of the amount of the maximum profit and loss to 40%, mainly due to the unit price exceeds the budget unit price. From Table 8, the result is determined by the budget revision / approval budget X100%. The budget for the June O wind and the January Spring language is about 0.5% of the budget, indicating that the budget was originally set to meet expectations.

Understand the operation process and operation contents of planning actions including planning, design, contracting, construction and so on, so as to make up for the shortcomings

of this part of research in the field of construction management academic research.

**Keywords:** Create cost, Budget execution rate, Cost control

## 一、緒論

### 1-1 動機與目的

隨著工程建設日趨龐大與複雜化，又必須執著於建物的創新與品質且要落實永續服務的理想，除了完整的建築團隊，工程預算執行成果的百分比成為掌握工程進度狀況及衡量執行績效的一種指標，決策者必須妥善規劃專案排程、資源及預算執行率，如果能提供正確的成本估算結果可減少建築物營造成本損失。工程專案中由於工程性質、規模大小不同，其預算內容會有相當大的差異，包括預算科目繁多、編列工程預算到實際完工結算歷時長久，都顯示編列工程預算的種種不確定性。而預算的可執行造價也是有限的，依公司管銷、土地成本及營造成本進行通盤考量後，可執行的工程數量 x 單價所產生的複價相對也會受限。營建管理的「營造成本」最直接衝擊及影響公司利益甚鉅，故如何有效控制成本變的十分重要，而成本的控管就必須由建全的預算編列開始。

本研究主要將針對建設公司案例，經由相關文獻收集、工程個案彙整、專家訪談與工作經驗對預算制度屬性之認知態度等探討，以營建工程成本估算方法為主軸，依序從工程預算主體架構、設計組織組成方式、設計單位與廠商對成本估算觀念與作法上差異，藉由數據的量化希望能達到預算的編製更精確，做有條理性的探討，以期彌補營建管理學術研究領域中，在此部份研究不足之處。

### 1-2 範圍與對象

#### 1-2.1 研究範圍

台中市北屯區 10 期重劃區發展已成型，其中北 10 期機能成熟，北 10 期為台 74 線沿線最佳的純住宅區之一，不僅鄰近商家最密集的軍功路段，軍福 18、19 路也是重劃區少有的 20 米林蔭大道，公共設施完備（詳圖 1）。

#### 1-2.2 研究對象

本研究有關工程成本估算方法之探討，主要將以實際執行已完工之工程結算案例（詳圖 2），價格及單位用量數據參考（詳表 1），透過實際使用案例的資料之探討與分析，對於應用上發生誤差準確度加以說明，然後對於可能發展的方向提出報告。由此工程相關執行之數據進行分析比對，雖然案例件數所統計之數據並不足以完全證明其結果之可應用性，但相關統計結果仍能提供比例概念，並可作為未來研究方向參考，使本研究更具實務性。且可借由建築相關成本估算教課書籍，期望由成熟度較高之建築成本估算理論，彌補相關研究文獻不足之處，並以協助本研究過程具體之比較分析參考。另實際訪談專業單位（設計部主管、工務主管、施工管理者、廠商）之方式，紀錄並彙整相關訪談結果，由不同工程角度了解實際成本估算運作流程及不同作業方式之差異與優缺點，整理出就研究主題一般的專業看法。



圖 1：臺中市十期土地範圍



圖 2：北屯區建案分佈圖

表 1 北屯區分析之建築物彙整表

完工日期	建案名稱	基地位置	基地面積	建造坪	工程造價 (預算)	結算造價	執行%	樓層	格局規劃
2011年	六月O風	軍福七路	994坪	5440.87坪	53,668/坪	53,724/坪	100.10%	B2F~12F	2~3房
2013年	三月O見	建和路與軍福七路	804坪	4953.51坪	54,103/坪	58,816/坪	108.71%	B2F~14F	2~3房
2014年	九月O掬	建和路與景賢路口	1229坪	7745.32坪	60,157/坪	64,407/坪	107.06%	B2F~14F	2~3房
2015年	五月O嵐	建和路與景賢路	945坪	5958.49坪	64,949/坪	68,257/坪	105.09%	B2F~14F	2~3房
2016年	一月O語	北屯區太和1街	475坪	3084.24坪	65,981/坪	65,818/坪	99.75%	B3F~12F	3房

### 1-3 研究課題與內容

#### 1-3.1 研究課題

以營建工程成本估算方法為主軸，依序從工程預算主體架構、設計組織組成方式、設計單位與廠商對成本估算觀念與作法上差異，藉由數據的量化希望能達到預算的編製更精確，做有條理性的探討。

#### 1-3.2 研究內容

(一) 預算編製與意義：工程預算編列為所有工程專案作業的基礎，對業主及規劃單位而言，工程預算數據乃為專案可行性評估、內容規劃設計與執行成本控制之基礎，因此如果能在專案初期階段準確地概算出工程之預計成本，將可有效的控制專案之成本與進行專案可行性評估。對公司未來年度之盈虧狀況採取某些特殊的手段以改善預期營運結果，並透過預算對資金的來源及運用作事前規劃，以減少公司財務風險。

(二) 數據來源：依案例分析所得值列入將來個案的參考依據。

(三) 落實預算執行：工程預算的籌編與執行仍存在諸多缺失，造成工程進度落後或實際支出與預算有落差，種種顯示預算編列與計畫執行須能有效配合。

(四) 間接成本估算：為完成工程之目標，用於控制、指揮、督導工程進行之行政費用、施工臨時設備費用、利息支付等，並非直接用於工程本體者，稱為間接成本支出。

(五) 直接成本估算：為完成工程之目標，直接用於工程本體之一切人工、材料及機具設備費用，稱為直接成本支出。

(六) 預定進度編製：用途為規定各工作項目之施工順序及工期，作為工程執行之依據及工程執行中檢查進度用。

#### 1-4. 研究方法與流程

##### 1-4.1 研究方法

一、文章蒐集：先就過去與本次研究議題相關之文章進行蒐集及探討，參考建築工程成本估算之相關文章，擷取其中與本研究相類似議題內容資料進行比較分析，因目前建築工程成本估算理論研究成熟度高，相信可就其內容引導及觸發本次研究方向及成果。

二、工程估價方式彙整：將工程估價項目分類，把握各建築部位的造價而便於工程費用的統計及設計者的預算檢討。

三、專家訪談：透過設計部主管、工務主管、施工管理者、廠商等人所給予之回饋資料，整理出就研究主題一般的專業看法。

四、案例驗證：透過實際使用案例的資料之探討與分析，對於應用上發生誤差準確度加以說明，然後對於可能發展的方向提出報告。

##### 1-4.2 研究流程

本節主要說明研究流程，從主題建立，背景與目的到結論流程如下：

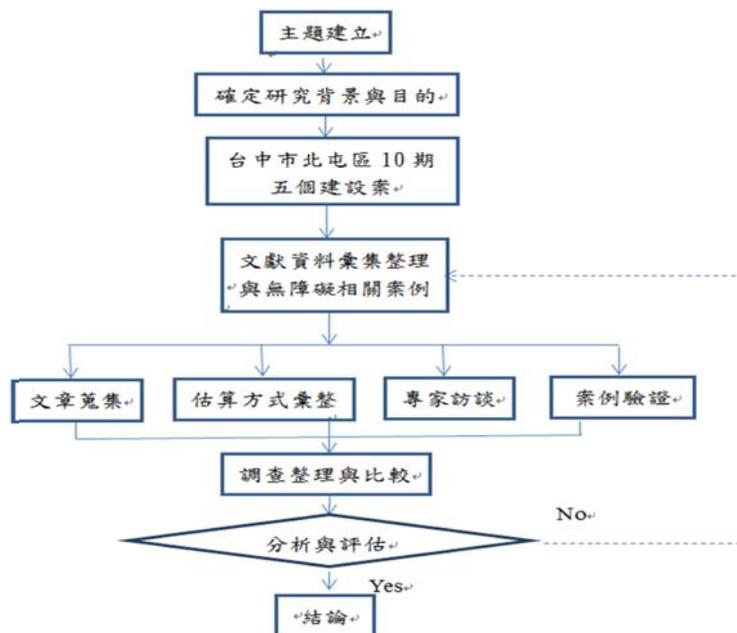


圖 3 研究流程圖

## 二、文獻探討

針對台中市北屯區建築工程成本概算模式、專案排程資源規劃模式、實獲值績效與投資效益說明。

### 2-1 成本概算模式

- 基於不同的估算目的、工程專案時間點的急迫性、設計單位的前置作業需求等，使用的估價方式也會不同。一般而言可依據工程執行的階段需求將估算分為三個階段：
- (一) 粗略估算：工程構想規劃初期（屬設計單位的前置作業階段），在短期內提供公司決策者作為案件產品定位或開發可行性分析評估之參考值，一般此階段當無設計圖說工程規模常受限於決策者之預算。
  - (二) 概略估算：於草圖計劃或設計發展階段（屬工程專案時間點階段），在細部設計尚未完成時，仍需依賴決策者在決議會議上之記錄概念，配合相關案例經驗數據啟動估算模式。
  - (三) 詳細估算：工程細部設計完成（屬工程專案時間點階段），先訂定施工計劃，依據產品定位、工作內容、施工方法及有關技術與品質規範等因素下，進行精確計算以獲得實際之工程造價成本預算〔謝文山，2001〕。

### 2-2 預算執行率之專案排程資源規劃模式

工程預算執行成果的百分比成為掌握工程進度狀況及衡量執行績效的一種指標，因此工務部門如何在有限的預算分配下有效運用各個工程專案中，為了避免進度落後，使專案能夠順利進行，決策者必須妥善規劃專案排程、資源及預算執行率，如何詳加考慮專案資源、排程、規模等不確定性，如果能提供正確的成本估算結果可減少建築物營造成本〔呂岳峰，2013〕。

### 2-3 實獲值績效分析與工程投資效益

預算與進度結合，於施工中得知即時績效成果，定期稽核適時調整工程進度讓工程可獲得最佳控制，成本也可以設法降低達到預警之作用，並且透過實際工程案例來探討並解決管控中窒礙難行之處〔詹次淦，2007〕。

以工程管理角度而言，如果於工程專案開始推動時，便投入大部份的討論及溝通成本，則其管理成效（包括整體成本控制），應會發揮最大效果，也就是說，工程初期的相關作業，將明顯影響整體工程的成敗，在工程施工部分尚未開始進行時，亦尚未投入大量之施工成本，於設計規劃階段，相對是投資成本最低時，能有效及正確的進行設計規劃工作，並於工程之成本估算過程中，獲得合理之工程造價預算〔吳方誠，2006〕。

## 三、預算編列要點

估價是編製工程費用預定價格的一種方式，工程估價必須由具備豐富工程實務經驗者擔任，避免因缺乏經驗、了解不夠充份、專業性不足等原因影響整體預算編列實用性，故針對預算編列原則、成本估算與利潤評、落實預算執行說明：

### 3-1. 預算編列原則

符合公司政策及產品需求，根據設計圖列出工程項目，預算的各項目相互間應有明

確的界定，再遵照一定的規則計算，用各個工程項目的數量乘以單價，並逐項累積各項複價，彙總後即為工程預算書。

### 3-2. 成本估算與利潤評估

所謂建築成本估算與控制，即在基本設計、實施設計、發包、施工過程中，實施一連串管制措施，使建築物造價控制在規畫階段所擬定的預算。而決策者應認同經由科學方法運作之造價控制能有效達到成本控制撐握整個成本架構，去除不必要的浪費。公司內部規定開列，一般為總工程費之 3%~10%，視工程規模、性質、位置、風險、難易度、投資報酬率及承辦決心決定之。造價控制得宜，將使業主減少不必要的成本支出及銀行貸款利息等負擔。

### 3-3. 落實預算執行

工程預算的籌編與執行仍存在諸多缺失，造成工程進度落後或實際支出與預算有落差，工地管理所排定的進度表不可只針對撐控進度而排定，更應結合進度、成本及品質等因素，因此落實預算執行皆顯示預算編列與計畫執行須能有效配合。

## 四、執行結算分析

### 4-1 預算差異分析

建築物成本控制主要分四大部份，第一部份為規畫階段擬定預算。第二階段為設計階段設計方案在預算內達成。第三階段為建築物在預算內完成發包。第四階段為得標廠商在預定工期及預算內完成標地建物興建，並獲得合理利潤。各階段造價控制的手法都不盡相同，但目標卻都是一致的，故執行之差異分析須針對各個階段的過程進行探討及分析(詳表 2)

表 2 北屯區建築物造價執行率分析表

完工日期	建案名稱	基地位置	基地面積	建造坪	工程造價 (預算)	結算造價	執行%	樓層	格局規劃
2011年	六月○風	軍福七路	994坪	5440.87坪	53,668/坪	53,724/坪	100.10%	B2F~12F	2~3房
2013年	三月○見	建和路與軍福七路	804坪	4953.51坪	54,103/坪	58,816/坪	108.71%	B2F~14F	2~3房
2014年	九月○掬	建和路與景賢路口	1229坪	7745.32坪	60,157/坪	64,407/坪	107.06%	B2F~14F	2~3房
2015年	五月○嵐	建和路與景賢路	945坪	5958.49坪	64,949/坪	68,257/坪	105.09%	B2F~14F	2~3房
2016年	一月○語	北屯區太和1街	475坪	3084.24坪	65,981/坪	65,818/坪	99.75%	B3F~12F	3房

由表 2 結果得之:以結算造價/預算造價 X100%來判定，三月○見、九月○掬以及五月○嵐結算執行超出預算，尤其依三月○見超出 8.71%為損益最高。

### 4-2 成本估算分析

依據各工程(詳表 3~7)執行項目中的結構體工程、泥作工程、裝修工程、門窗工程、金屬鐵件工程、設備工程、雜項工程以及工地事務費用等，依：

執行預算修正金額/核准預算金額=執行%

表3 六月〇風主要”工程項目”成本與執行率分析表

項次	名稱	單位	數量	核准預算-99.02	預算修正-101.2	差異(核准-修正)		執行%
3-1	模板加工及組立	式	1.0	24,696,362	24,704,742	- 8,380	模板組工支出	100%
3-2	鋼筋綁紮與材料	式	1.0	59,113,554	59,727,732	- 614,178	預算與實際數量(至100.1)差異75T	101%
3-3	混凝土綁紮與材料	式	1.0	26,561,297	25,861,681	699,616		97%
3-4	整體機械粉光	式	1.0	410,656	410,656	-		100%
				-	-	-		
4-1	地坪貼磚工程	式	1.0	5,003,216	5,006,252	- 3,036	發包單價造成小部份超出	100%
4-2	內部泥作工程	式	1.0	6,519,467	6,374,195	145,272		98%
4-3	外部泥作工程	式	1.0	11,843,778	11,818,650	25,128		100%
4-4	輕隔間工程	式	1.0	8,962,650	8,356,330	606,320		93%
				-	-	-		
5-1	平頂裝修	式	1.0	854,800	886,350	- 31,550	6.13瓷星,故預算超出	104%
5-2	油漆工程	式	1.0	3,447,893	3,427,857	20,036		99%
5-3	其他裝修	式	1.0	2,825,286	3,998,982	- 1,173,696	瓷星100.2.22--外牆石材及玻璃項目追加	142%
5-4	防水工程	式	1.0	3,126,425	2,952,090	174,335		94%
陸	門窗工程	式	1.0	12,037,919	11,224,074	813,845		93%
柒	金屬鐵件工程	式	1.0	4,064,002	4,196,640	- 132,638	瓷星100.2.14--RF鋼構造型窗邊未列	103%
捌	設備工程	式	1.0	21,693,453	21,414,310	279,143		99%
玖	雜項工程	式	1.0	2,744,521	2,956,450	- 211,929	瓷星及發包單價超出預算	108%
拾	工地事務費用	式	1.0	1,876,803	1,877,757	- 954	郵房鑑定費用超支	100%

由表3結果得之:以預算修正/核准預算 X100%來判定,其它裝修之執行金額超出預算最高損益到42%,主要原因為設計變更產生的造價提高。

表4 三月〇見主要”工程項目”成本與執行率分析表

項次	名稱	單位	數量	核准預算-100.08	預算修正-103.01	差異(核准-修正)	備註	執行%
3-1	模板加工及組立	式	1.0	22,961,378	23,493,173	-531,795	臨時欄杆執行超過預算	102%
3-2	鋼筋綁紮與材料	式	1.0	51,492,005	54,777,764	-3,285,759	材料發包平均較預算高及擋土柱增加43支	106%
3-3	混凝土綁紮與材料	式	1.0	21,408,609	22,512,303	-1,103,694	材料含臨時及擋土柱增加43支	105%
3-4	整體機械粉光	式	1.0	384,005	352,788	31,217	執行未超過預算	92%
4-1	地坪貼磚工程	式	1.0	5,015,292	5,424,742	-409,450	發包>預算	108%
4-2	內部泥作工程	式	1.0	5,602,327	5,959,728	-357,401	發包>預算	106%
4-3	外部泥作工程	式	1.0	9,885,223	11,470,195	-1,584,972	研擬變更設計	116%
4-4	輕隔間工程	式	1.0	9,109,832	8,332,449	777,383	發包<預算	91%
5-1	平頂裝修	式	1.0	808,594	692,635	115,959	發包>預算,但執行有節餘	86%
5-2	油漆工程	式	1.0	3,771,170	3,914,827	-143,657	發包>預算	104%
5-3	其他裝修	式	1.0	3,592,867	4,109,830	-516,963	1F變更外牆石材1,077,874,變更欄杆玻璃619,888	114%
5-4	防水工程	式	1.0	2,139,740	2,358,114	-218,374	執行超過預算	110%
陸	門窗工程	式	1.0	10,589,346	11,473,609	-884,263	發包>預算	108%
柒	金屬鐵件工程	式	1.0	3,838,603	4,522,817	-684,214	發包>預算	118%
捌	設備工程	式	1.0	16,700,887	16,505,711	195,176	發包<預算,機械設備發包追加114,800,另含櫃檯品層的衛浴	99%
玖	雜項工程	式	1.0	3,669,273	4,021,591	-352,318	發包<預算,垃圾清運機具費用163,510	110%
拾	工地事務費用	式	1.0	2,322,814	3,476,347	-1,153,533	增加工務所主體結構+天花板及水電(瓷星)	150%

由表4結果得之:以預算修正/核准預算 X100%來判定,工地事務費用之執行金額超出預算最高損益到50%,主要原因為增加工務所主體費用支出。

表 5 九月 O 掬主要” 工程項目” 成本與執行率分析表

項次	名稱	單位	數量	核准預算-101.04	預算修正-104.01	差異(核准-修正)	備 註	執行%
3-1	模板加工及組立	式	1.0	36,812,193	38,494,799	-1,682,606	發包>執行,另發呈101.10.15外牆模板支撐追加263,231元,單位寬度不足,景觀模板412,134元,點工406工889,140元	105%
3-2	鋼筋綁紮與材料	式	1.0	91,997,619	86,584,359	5,413,260	鋼筋以23000T款為預算單價,目前材料為執行平均單價故有節餘,吊車費用113,700元	94%
3-3	混凝土搗築與材料	式	1.0	38,184,854	40,745,674	-2,560,820	發包<預算,執行>預算(含中庭景觀)	107%
3-4	整體機械粉光	式	1.0	606,488	581,780	24,708	預算>執行	96%
4-1	地坪貼磚工程	式	1.0	7,147,690	8,131,315	-983,625	發包>預算,地坪80*80收石材增348,466	114%
4-2	內部泥作工程	式	1.0	9,122,725	11,956,173	-2,833,448	發包>預算,變更建材磁磚及石材	131%
4-3	外部泥作工程	式	1.0	18,112,968	27,862,409	-9,749,441	發包>預算,另增外牆石材約366萬,且執行含二次	154%
4-4	輕隔間工程	式	1.0	15,667,960	14,849,747	818,213	發包<預算,執行>預算	95%
5-1	平頂裝修	式	1.0	1,309,700	2,398,965	-1,089,265	發包>預算,執行未超量	183%
5-2	油漆工程	式	1.0	5,439,655	6,269,353	-829,698	發包>預算,執行未超量	115%
5-3	其他裝修	式	1.0	6,026,584	7,318,366	-1,291,782	變更建材-50*50收木地板增加約285萬	121%
5-4	防水工程	式	1.0	3,925,425	3,987,889	-62,464	發包<預算,中庭防水超支124,006元	102%
陸	門窗工程	式	1.0	17,114,773	21,006,002	-3,891,229	發包>預算,另大門變更建材(增加1600*196樘=3,312,400元)	123%
柒	金屬鐵件工程	式	1.0	5,894,042	7,795,909	-1,901,867	發包>預算,變更設計增1,271,459元,另預算漏列屋突9樘格柵	132%
捌	設備工程	式	1.0	29,180,738	30,738,007	-1,557,269	發包>預算,另變更建材(原2,089,830,變更2,753,220),廚具追加吊吊196*600=1,176,000元	105%
玖	雜項工程	式	1.0	5,436,055	6,431,056	-995,001	發包>預算,另發呈101.12.27圍欄空心磚225,643元	118%
拾	工地事務費用	式	1.0	2,586,648	3,208,102	-621,454	中興保全系統80,525元、守衛亭42,857元、結構鑑定90,000元、保全發包>預算目前執行超過7個月*72381=506,667元	124%

由表 5 結果得之:以預算修正/核准預算 X100%來判定,平頂裝修之執行金額超出預算最高損益到 83%,主要原因為發包單價超出預算單價。

表 6 五月 O 嵐主要” 工程項目” 成本與執行率分析表

項次	名稱	單位	數量	核准預算-101.03	預算修正-104.07	差異(核准-修正)	備 註	執行%
3-1	模板加工及組立	式	1.0	33,701,818	33,834,312	-132,494	拉撐增加562m2+圍欄441.8m2=363,376元,點工30工*2284=68,571元,中庭171.64*362=62,134元	100%
3-2	鋼筋綁紮與材料	式	1.0	71,826,215	63,253,831	8,572,384	發包<預算,依目前執行為節餘,含二次工程	88%
3-3	混凝土搗築與材料	式	1.0	29,322,324	30,691,536	-1,369,213	執行<預算,含圍欄+加強樑施作等產生超支	105%
3-4	整體機械粉光	式	1.0	396,094	371,247	24,847	增加六室PC標準器購買2512.24m2*10=25,122元	94%
4-1	地坪貼磚工程	式	1.0	6,552,320	9,845,644	-3,293,324	發包>預算,另:主浴地磚升等石材,價差964,225元、主浴馬桶上石材增127,400元	150%
4-2	內部泥作工程	式	1.0	8,302,215	11,412,242	-3,110,027	發包>預算	137%
4-3	外部泥作工程	式	1.0	14,856,580	20,508,030	-5,651,450	發包>預算,增外牆石材360萬	138%
4-4	輕隔間工程	式	1.0	9,723,270	10,132,730	-409,460	發包>預算	104%
5-1	平頂裝修	式	1.0	1,758,710	848,705	910,005	發包<預算	48%
5-2	油漆工程	式	1.0	4,731,380	4,610,627	120,753	發包<預算	97%
5-3	其他裝修	式	1.0	6,294,143	5,354,376	939,767	發包<預算,電機設備每套增20,000元,價差120,000元	85%
5-4	防水工程	式	1.0	2,978,802	3,049,491	-70,689	發包<預算,另增加浴室陰角及管埋間273,568元、高分子樹脂防水樑102,857元	102%
陸	門窗工程	式	1.0	17,444,995	15,853,747	1,591,248	發包<預算	91%
柒	金屬鐵件工程	式	1.0	5,977,435	5,306,962	670,473	發包<預算,(經檢核條件提升)	89%
捌	設備工程	式	1.0	24,103,172	26,192,108	-2,088,936	(浴室電燈每組3300~3600,與原預算設備不同,增加586,100元)、(浴室102.06.19增加電燈燈管4,000元)、(主浴電器馬桶蓋增436,800元)、(主浴浴室鏡面增312,000元)、(廚具升等,價差1,125,592元)	109%
玖	雜項工程	式	1.0	4,001,396	5,635,000	-1,633,605	發包<預算,點工超支622工*1238=770,036元	141%
拾	工地事務費用	式	1.0	3,197,384	3,052,872	144,512	增加守衛亭	95%

由表 6 結果得之:以預算修正/核准預算 X100%來判定,地坪貼磚之執行金額超出預算最高損益到 50%,主要原因為發包單價超出預算單價,且公司產品變更升等。

表 7 一月〇語主要”工程項目”成本與執行率分析表

項次	名稱	單位	數量	核准預算-102.09	預算修正-104.09	差異(核准-修正)	備註	執行%
3-1	模板加工及組立	式	1.0	19,027,250	19,310,178	-282,928	發包-預算	101%
3-2	鋼筋綁紮與材料	式	1.0	33,877,691	33,184,892	692,799	發包-預算	98%
3-3	混凝土攪拌與材料	式	1.0	15,311,845	16,653,180	-1,341,335	發包>預算,材料漲價,執行攪土機與結構牆30CM厚	109%
3-4	整體機械粉光	式	1.0	283,568	253,491	30,077	發包<預算	89%
4-1	地坪貼磚工程	式	1.0	3,371,137	3,530,205	-159,068	發包>預算	105%
4-2	內部泥作工程	式	1.0	4,517,821	5,134,399	-616,578	發包>預算	114%
4-3	外部泥作工程	式	1.0	4,238,240	5,918,364	-1,680,124	發包>預算	140%
4-4	輕隔間工程	式	1.0	4,868,760	5,201,320	-332,560	發包>預算	107%
5-1	平頂裝修	式	1.0	868,400	827,480	40,920	發包<預算	95%
5-2	油漆工程	式	1.0	2,469,007	2,320,934	148,073	發包>預算	94%
5-3	其他裝修	式	1.0	3,039,253	3,211,378	-172,125	發包>預算,木地板	106%
5-4	防水工程	式	1.0	1,237,162	1,576,247	-339,085	發包>預算,增F77抗水壓矽酸材料	127%
5-5	石材工程	式	1.0	3,591,735	3,678,731	-86,996	發包>預算	
陸	門窗工程	式	1.0	7,532,130	6,629,880	902,250	發包<預算	88%
柒	金屬鐵件工程	式	1.0	3,954,903	3,427,325	527,578	發包<預算	87%
捌	設備工程	式	1.0	11,474,985	11,154,071	320,914	發包>預算,增列雙層吊籃及洗衣櫃441,600元	97%
玖	雜項工程	式	1.0	2,612,922	2,870,713	-257,791	發包>預算(部份單價較高)	110%
拾	工地事務費用	式	1.0	2,040,696	2,227,949	-187,253	發包>預算,保全	109%

由表 7 結果得之:以預算修正/核准預算 X100%來判定,外部泥作之執行金額超出預算最高損益到 40%,主要原因為發包單價超出預算單價。

#### 4-3 利潤成效分析

針對五個建案做利潤成效分析(詳表 8),由此表可以充份了解建設公司在估算與執行當中:(一)未做好市調以至於施工當中變換建材。(二)設計單位未提供詳細圖說,產生執行中的落差影響廠商原先報價金額提高。(三)工地介面未落實檢討以至工法與估算提供工程項目有落差。(四)工地未嚴格詳讀施工圖或客變圖,以至於施工重做或施作錯誤。以上原因產生的營造成本增加,對公司來說無形中就是一種損失。

表 8 北屯區建築物利潤成效分析表

案名	項目	核准預算	實際發包	預算修正	利潤成效
六月〇風	建造坪	5,441	5,441	5,441	
	每建坪單價(不含利潤)	52,385	50,897	52,134	
	每建坪單價(含利潤)	53,668	50,897	53,417	99.53%
三月〇見	建造坪	4,954	4,954	4,954	
	每建坪單價(不含利潤)	53,010	57,379	57,723	
	每建坪單價(含利潤)	60,230	58,472	64,943	107.82%
九月〇捌	建造坪	7,745	7,745	7,745	
	每建坪單價(不含利潤)	58,907	62,907	63,158	
	每建坪單價(含利潤)	66,388	64,157	70,639	106.40%
五月〇嵐	建造坪	5,958	5,958	5,958	
	每建坪單價(不含利潤)	63,031	65,838	66,339	
	每建坪單價(含利潤)	71,937	67,756	75,249	104.60%
一月〇語	建造坪	3,084	3,084	3,084	
	每建坪單價(不含利潤)	63,996	62,621	63,608	
	每建坪單價(含利潤)	72,937	64,606	72,548	99.47%

由表 8 結果得之:以預算修正/核准預算 X100%來判定,六月〇風與一月春語之執行金額約 0.5%預算內,顯示預算當初設定符合期望。

## 五、結論

針對台中市北屯區五個建案進行研究緒論、文獻回顧、空間探討、分析評估等所得結論如下：

- (一)由表 2 結果得之:以結算造價/預算造價 X100%來判定，三月○見、九月○掬以及五月○嵐結算執行超出預算，尤其依三月○見超出 8.71%為損益最高。
- (二)由表 3 結果得之:以預算修正/核準預算 X100%來判定，其它裝修之執行金額超出預算最高損益到 42%，主要因為設計變更產生的造價提高。
- (三)由表 4 結果得之:以預算修正/核準預算 X100%來判定，工地事務費用之執行金額超出預算最高損益到 50%，主要因為增加工務所主體費用支出。
- (四)由表 5 結果得之:以預算修正/核準預算 X100%來判定，平頂裝修之執行金額超出預算最高損益到 83%，主要因為發包單價超出預算單價。
- (五)由表 6 結果得之:以預算修正/核準預算 X100%來判定，地坪貼磚之執行金額超出預算最高損益到 50%，主要因為發包單價超出預算單價，且公司產品變更升等。
- (六)由表 7 結果得之:以預算修正/核準預算 X100%來判定，外部泥作之執行金額超出預算最高損益到 40%，主要因為發包單價超出預算單價。
- (七)由表 8 結果得之:以預算修正/核準預算 X100%來判定，六月○風與一月春語之執行金額約 0.5%預算內，顯示預算當初設定符合期望。
- (八)瞭解包括規畫、設計、發包、施工等建築行為之運作過程及作業內容。
- (九)豐富的估價作業經驗及對成本及單價之敏感性。
- (十)現代營建管理的知識，瞭解造價控制在營建管理的地位，以及造價控制與工期控制、品質控制之關聯性。
- (十一)熟練的估價技能，是造價控制的先決條件。在台灣建築體制中，估價是一個並不十分受重視的行業，這可分別從教育和專業體制來說明。從教育體制而言，不論是專科或大學，估價這門課程大約佔 2 學分左右，有的甚至和施工課程合併，而授課教師大部份都欠缺豐富的估價實務經驗，來傳授此知識技能。在此條件之下，”估價”課程變成應景課程來對待，是顯而易見的結果。

## 參考文獻

- 1.呂岳峰，「考慮預算執行率之專案排程資源規劃模式」，碩士論文，國立雲林科技大學營建工程系，[雲林，2013]。
- 2.李昱儒，「主項比例估價法於大陸地區住宅建築」，碩士論文，中華大學營建管理研究所，[新竹，2004]。
- 3.余家祥，「以案例式推理建構建築工程成本估算系統」，碩士論文，國立中央大學土木工程研究所，[桃園，2001]。
- 4.洪憶萬，「建築工程估價學」，大中國圖書公司，[台北，1973]。
- 5.郭坤池，「規劃設計階段使用之參數估價研究-以八十二年度台中市之十三、十四層 RC 造集合住宅為例」，碩士論文，淡江大學建築(工程)學系，[台北，1993]。

- 6.陳信夫,「建築工程成本估算方法之比較研究---與類神經網路估算法之比較」,碩士論文,國立台灣大學土木工程研究所,[台北,1996]。
- 7.黃春田,「工程估價精確度預測之分析」,碩士論文,國立臺灣工業技術學院工程技術研究所,[台北,1993]。
- 8.黃栢榮,「建築開發前期預算編製系之研究」,碩士論文,中華大學營建管理研究所,[新竹,2007]。
- 9.鍾恕,「工程估價系統個體導向模式之分析」,碩士論文,國立台灣大學土木工程研究所,[台北,1992]。
- 10.謝文山,「演化式建築工程成本概算模式之研究」,碩士論文,國立台灣科技大學營建工程系,[台北,2001]。
- 11.謝明恕,「高雄地區集合住宅工程數量推估模式之研究」,碩士論文,國立成功大學建築研究所,[台南,1996]。
- 12.劉慶禧,「建築工程估價」,科技圖書股份有限公司,[台北,1993]。
- 13.顧宗鏞,「一般 RC 樓房建築工程模板數量概算方法」,華光營建網,[台北,2002]。
- 14.公共工程技術資料庫, <http://140.115.63.29/csi/>。

## A-02

# 臺北市衛工處工程人員升遷之探討

\*蔡福銘(Fu-Ming Tsai) 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

### 摘要

升遷制度與個人績效間具密切關聯性。本文作者以升遷實務經驗製作問卷，取36位符合退休同仁為樣本，採無記名之方式作答。問卷內容以衛工處「內升職務評分標準表」為主軸，將評比項目列為關鍵因素；製作單選題14題、複選題4題。問卷調查結果，讓被升遷者及升遷決策者了解影響升遷之關鍵因素，俾升遷更公平合理、制度更趨完善。

**關鍵詞：**升遷制度、問卷調查、關鍵因素、內升職務評分標準表

## A Study on the Career Advancement of Engineering Staff in Taipei City Sewage Systems Office

### Abstract

Personal performance is closely associated with promotion systems. The authors of this study drew on their personal experiences concerning promotion to develop a questionnaire. The questionnaire was administered to 36 anonymous retired recipients. The content of the questionnaire was based on the Promotion Evaluation Criteria proposed by the Sewage Systems Office. The evaluation items were listed as the key factors. The questionnaire consisted of 18 multiple-choice items, 14 with single keys and 4 with multiple keys. The survey results highlight the crucial factors that affect promotion for both promotees and promotion decision makers; an understanding of these results can ensure the fairness and rationality of promotion and the integrity of promotion systems.

**Keyword:** Promotion System, Questionnaire Survey, Key Factors, Promotion Evaluation Criteria

### 一、前言

所稱升遷，係指工程人員於初任後，在各種職務間之升遷，其中包括晉升、平調及降調三種(許南雄，2017) [1]。人事升遷應考量機關特性與職務需要，依資歷與考績升遷引申出來的意義，除代表職位提升、薪資增加、權力增大、社經地位及能力的肯定外，還可擁有更多之行政資源，滿足個人的成就感及自我實現慾，只有透過一套完整的升遷制度，才能避免彼得原理之重演(吳瓊恩，2016)[2]；建構一個深具競爭優勢的公部門，維護一個公平、正義、以功績制為基礎的文官機制。而衛工處工程人員升遷，主要法規

是依據派用人員派用條例及內部訂定之內升職務評分表；與其他工程任用機關不同，其他工程任用機關工程人員升遷，是依據公務人員任用法內部訂定之內陞職務評分表，派用人員派用條例，係 1969 年 4 月 28 日總統公布，全文共 13 條，歷史非常悠久，在立法院即將其廢止之際，二者具有非常大的差異性，對於著者言，更具強烈動機。且屬臨時性、派用機關，階段性任務達成，即需裁撤，工程人員不需考試及格，故無法調任它機關，為配合未來改制為任用機關，自 2004 年 3 月起，新進人員必須具備考試及格，形成一個機關人員資格混雜，造成異質雙軌局面，人員升遷就產生不合理之處，此為次要動機。

著者以問卷調查方式，來瞭解深具代表性之 36 個樣本，對於升遷現況之看法及內心之感受，適當且客觀、公正提出改進意見，來達到本文最主要之實務研究目的。而本文之最終目的，乃在於希望以研究者自身多年經驗累積，透過問卷調查法，以建構影響升遷歷程之關鍵性因素，以作為工程人員之升遷之參考，提出結論供決策者參考。而研究流程主要分為論文構思、文獻回顧、研究作業與結果探討四大項。

## 二、文獻探討

### 2.1 國外之升遷制度

英國政府從 2012 年推動公務員擢升-快速升遷制度，即優秀之行政見習員，經嚴格甄審與訓練後，得在任用三、四年內，快速升遷為基層主管。於此制度下，甄審委員會得認定符合下列情事之一者，優先快速升遷 (Cabinet Office ,the Civil Service: 1999)[3]：最近 3 年內曾獲頒功績獎章、楷模獎章或專業獎章；最近 3 年內經一次記二大功，辦理專案考核(成)有案；最近 3 年內曾當選模範公務員；最近 5 年內曾獲頒勳章、公務員傑出貢獻獎等。美國於 1978 年訂頒「文官改革法」，規定以考核作為訓練、激勵、調升、晉升、降級、留任及免職之依據；授權各機關自行建立考核制度。1993 年美國政府成立「全國績效評鑑委員會」，此委員會於 1998 年更名為「全國協力推動政府再造委員會」。美國開始實施政府再造措施 (Alice, Garashi, Ogado, and Odhiambo, 2012) [4]。而因為違法失職引起的警告、申誡、停職、免職、降職、減俸及刑事起訴；如不服可向功績制保護委員會申訴，或向法院上訴 (Huddleston, and Boyer, 1996) [5]。

德國之公務員任用體制非常嚴格，依據「聯邦公務員法」，經初次考試及格之公務員，須先參加實習與職前訓練，再複試及格後始成為正式公務員。對於公務員任免運用的法律關係規定明確，主管考試與任用職權係各機關之內部權限。公務員均依職等及俸級晉升；又因專業訓練嚴格，轉任困難，也不得至他系統晉升。此等公務員任用體制的最主要特色，不在表面上的才能因素或功績制度，而是實質上相互聯貫的考選、實習、訓練、試用及任用等，又以能力及潛能的培育發展為依歸。另一方面，德國公務員的考核獎勵為年度工作獎金及服務年資獎金，並未發放考核獎金。升遷與考核、訓練、考試密切結合，原則上應依其資格能力與專門技能而定，惟實際的運作大部分仍基於年資考量，且無快速晉陞管道(張瓊玲、蕭全政, 2010) [6]。但在近幾年內有重大的變革，其主要原因除德國基本法聯邦制之改革、歐盟化及全球化的影響外，其鉅額財政赤字，也是促使改革的原因之一 (林明鏘, 2011) [7]。法國公務員經任命後，即成為現職公務員，其

升遷包含俸點晉升及官等晉升；俸點晉升按年循序，官等升遷則依考核(機關首長考評)。法國人事主管機關多年來一直遭受批評，主要是沒有配合時代之變遷而調整，因此法國政府特別設立文官局與高級文官常設委員會，更設立國家行政學院、高等行政研究中心，並在巴黎及各省設置國立政治研究學院。現今之法國文官人力運用體制包括兼職、調派、升遷、異動、考核、俸給、懲戒等人事管理程序；至於懲戒則分警戒、減俸、降級及撤職四項(Odile and Yves, 2011) [8]。

日本公務員之陞遷法制規定係以功績制為主，年資及資歷為輔，升遷範圍是錄用、陞任、降調或轉任。無快速晉升管道，但有以下條件者具有較佳升遷機會：1、東京大學畢業者。2、經由競爭考試入仕者。3、具備顯著之專業能力者。4、具有領導才能者(張瓊玲、蕭全政, 2010) [6]。韓國之公務員區分為一般職(包括一般行政職、研究職、指導職及醫療職等)、技能職及特定職(包括法官、檢察、警察等)。考核區分為「成果契約等評價」及「勤務成績評價」兩種；其中，成果契約等評價(即年度考核)之項目包括成果目標的達成率、部門單位的運營評價結果及對履行職務有關之資質或能力等。考核結果分為3等級，分配比例最高等級為20%、最低等級為10%，惟所屬長官可調整使其呈常態分配；其結果為晉升任用、教育訓練、任職管理、特別升級及成果獎金支付之重要依據。(張瓊玲、蕭全政, 2010) [6]。中國大陸「中國公務員法」所稱錄用法制是指考試、試用與任用制是指考試、試用與任用，但公務員任用範疇中仍有職務升降、職務任免、人事交流、親屬任用迴避與辭職等人事任用體制。惟就任用法制因素而言，除特殊之政治性考量外，人事背景與際遇關係，均會影響任用結果。考列「優秀及稱職」者享年度考核獎金；考列「基本稱職」者1年內不得晉升職務且不享受年度考核獎金；考列「不稱職」者，除1年內不得晉升職務且不享受年度考核獎金外，尚須降低1個職務層次任職，連續兩年年度考核被確定為不稱職等次的，予以辭退(徐頌陶, 1997) [9]。

## 2.2 臺灣升遷制度

公共行政理論對文官管理主張之推演可分為(1)傳統公共行政、(2)新公共管理及(3)新公共服務，三時期(宋文(2017), [10])。而升遷代表著組織內部人力流動的一種方式，包含有員工在組織內向上層級與平行層級的流動；目前學理上對於組織人力流動的研究途徑大致有經濟、行政、社會及心理學四種觀點(許南雄, 2013) [11]。近年來，在兩性平權呼聲高漲的氛圍下，兩性在政治、經濟、社會地位的差距已隨著社會多元開放而日益縮小，女性逐漸能在各個領域嶄露頭角，然而，「玻璃天花板」(glass ceiling)現象卻普遍存在於公、私部門組織，使女性受到各種無形的、態度的或組織的偏差所造成的障礙，無法獲得公平機會與男性同儕競爭，而造成「男性職等高、女性職等低」的性別不平等現象(廖捐惠, 2010) [12]

## 三、研究方法

藉由問卷調查可以用少量經費，得到所需的樣本資訊，以研母群體性質；其樣本多，效度增加。問卷調查之特性為受測者填寫不受干擾、具匿名效果、保護隱私及可獲得敏感問題的正確資訊等。透過問卷調查結果分析，欲將各樣本所透露之信息導入其升遷歷程緣由之說明上，及瞭解樣本之心理感受及修正期待。

問卷係以著者職務上所累積之升遷實務經驗，製作本研究之問卷。其問題內涵係以衛工處「內升職務評分標準表」為主軸，將其評比項目列為關鍵因素；於反應樣本對「機關目前的升遷制度」感受方面，製作單選題 14 題；於反應樣本對「影響升遷關鍵因素」感受方面，製作複選題 4 題。樣本於單選題選擇一項，感受語意強度，並以同意、普通及不同意展現強度。於複選題，樣本得以選擇多項影響升遷之關鍵因素。

## 四、研究結果

### 4.1 問卷調查結果

表 1 為問卷調查單選題之結果，針對問卷調查單選題之結果，整理出樣本對 14 個題目（QS1~QS14）之感受語意強度，並以同意、普通及不同意之樣本人數百分比展現強度。

表1 問卷調查單選題結果

題目	同意人數(%)	普通人數(%)	不同意人數(%)
QS1.機關職務出缺應由具意願同仁優先內升？	75	8	17
QS2.獲得升遷的人，日後在其工作上都有良好的表現？	30	50	20
QS3.歷次辦理升遷的情形，符合獎優汰劣、適才適所？	22	45	33
QS4.辦理升遷時，機關首長能不受外力干預？	33	37	30
QS5.升遷結果，能夠令同仁滿意？	3	67	30
QS6.升遷作業過程，符合公開、公正、公平？	23	52	25
QS7.與首長保持良好人際關係人員，較易獲得升遷？	69	25	6
QS8.本處訂定之職務升遷序列表？	47	42	11
QS9.本處訂定之內升職務評分標準表？	47	45	8
QS10.綜合考評(首長考評)20%，合理？	45	42	13
QS11.年齡應列入評分項目？	13	40	47
QS12.在升遷作業過程中，當事人心裡是愉悅的？	23	47	30
QS13.歷次升遷結果，仍屬滿意？	11	69	20
QS14.對個人未來升遷，仍充滿期待，深具信心？	33	56	11

表 2~3 為問卷調查複選題之結果，整理出樣本對 4 個題目（QM1~QM4）同意之樣本編號百分比。

表2 問卷調查複選題結果(QM1)

QM1. 機關升遷作業過程，那幾項定不合理？	
項目	百分比(樣本編號)
組織甄審委員會	14%
訂定機關升遷序列表	3%
辦理甄審	22%
評定分數	19%
面試與資格審查	14%
擬定升遷名冊	25%
首長圈選	33%

表3 問卷調查複選題結果(QM2-QM4)

項目	QM2 百分比	QM3 百分比	QM4 百分比
年資	42%	28%	28%
考試	25%	11%	17%
考績	39%	22%	11%
學歷	47%	25%	19%
獎懲	18%	14%	6%
職歷潛能	69%	75%	67%
訓練進修	17%	14%	0%
語言能力	14%	0%	3%
領導配合	75%	92%	78%
綜合考評	0	0	11%
與首長關係	0	0	8%

註：QM2：影響首長決定升遷人選因素有那些？

QM3：實際上，升遷應該以那項關鍵因素為優先考慮？

QM4：個人自認為獲得升遷，重要關鍵因素為？

由以上問卷題目三題複選題，對樣本實施測驗結果，充分顯示影響升遷之關鍵因素，占百分比最高為領導配合，最低則為語言能力。業務之完成在於有效之領導，而領導成效，端賴屬員之是否充分配合，貫徹命令為首要條件；語言能力被忽視。此現象發生在每一政府機關，誠屬於通病。雖然最近政府一直提倡語言檢定能力，對公務員並給予公假與公費補助，但同仁參加檢定意願並不高，迄今仍無法落實，且以內升職務評分標準表來看，也只占最高4分，占總分比例非常低。

#### 4.2 專家訪談驗證

本研究乃是採用一種自然問話引領交談，在較為彈性且自在狀態下，請專家們抒發其內在世界的真實感受與觀感，驗證問卷結果，以降低可能的偏誤。

A. 吳 XX，政治大學，副教授，年資 24 年：人事行政總處所訂頒，供各機關參考，行之

多年之內升職務評分標準表，因時代潮流及環境變遷結果，部分項目已不合時宜，應該加以修正，且應該配合組織修編，提高機關層級。

- B. 陳 xx，台北大學，助理教授，年資 4 年：工程人員係辦理公共工程，其規模越趨向龐大且精細，欲提高其思考邏輯與推理能力，必須從教育著手，才能深刻有效。
- C. 黃 xx，淡江大學，教授，年資 15 年：工程機關首長掌握大筆的預算與用人權限，為避免其受到政治及人情壓力而用人不公，應該限制其用人權限。
- D. 林 xx，人事行政總處，副處長，年資 28 年：工程機關長久以來為男性天下，女性同仁佔少數部分，且高職等位置，大都是男性，現在時代已趨向於男女平等，所以升遷應該注重在考慮優異程度，確實徹底打破男女界限。
- E. 陳 xx，暨南大學，教授，年資 25 年：工程人員每個職務所具備的專業能力都不相同，為使其升遷後能迅速熟悉業務，掌握工作狀況，其升遷不能與訓練脫節。
- F. 除以專家訪談驗證問卷結果外，再輔以研究者實際任職於衛工處，掌理人力資源管理之便，即與同仁直接接觸、意見交流以及親身的觀察體驗，在平日言談交流中，同時從事資料多方面的蒐集，以彌補訪談的不足。

## 五、結論

經由文獻回顧，探討各國的升遷制度外，並敘及國內文獻學理、升遷制度，並由研究方法、問卷調查結果；透過真實的文件、資料分析及務實的對 36 個樣本，實施問卷調查中，受訪者針對不同議題，表示了強度同意、普通、不同意的意見，而提出以下幾點結論，提供作為決策之參考依據。

### A. 修正內升職務評分標準表

內升職務評分標準表生效於 2011 年 3 月，但辦理至今，依著者公務多年之人力資源管理經驗，發現在實際運作上產生不少滯礙難行之處，實在有加以修正的必要。至於如何修正，著者認為應該從簡併評分項目、修正評分分數及增列評分項目，三方面著手。

### B. 積極提升員工教育程度

由前揭得知，升遷快速型學歷較穩定型及緩慢型高，而衛工處內升職務評分標準表共同選項部分，博士占 7 分；碩士 5.5 分；學士 4 分；專科 3 分。為達到升遷公平之目標，應以升遷為誘因，鼓勵同仁在職再進修，設法再提高學歷。可以在不影響工作之前提下，以補助學分費及上課公假鼓勵，採取在職進修方式，來達成公平升遷目標。

### C. 限縮機關首長升遷權限

首長升遷風格，都是依據職等而有不同作法，於基層委派人員如助理工程員、工程員升遷方式，不是依據資績評分，提交甄審委員會審議，辦理甄審作業，就是申請考試分發；但是對於中級及高層人員升遷，首長則會出現不同用人考量，於是常會出現「欽點內定人選」或「爆出冷門」的不正常升遷現象，特別是薦派主管以上人員，逕行由首長直接指派，根本不需要召開甄審委員會審議，

### D. 降低女性玻璃天花板效應

研究者經由問卷調查方法，亦得知玻璃天花板效應，在本處存在亦非常明顯，雖然政府機關，強力推行「兩性工作平等法」，但產生效果仍然有限；不過，最近女性意識抬頭，女生唸工程的越來越多，以前每班僅有一、二位，現今已超過三分之一，而經高、普考試及格，分發至公部門任職的，亦呈倍數成長，業為工程單位，注入一股新的動力，工程機關女強人，人數日益增多，則為可喜現象。

E. 升遷應結合訓練

適才適所，為辦理升遷最主要的目的，但是真正培育人才，則必須透過有計畫性的配套措施；首先，必須建立完整的一套教育訓練體系，提供同仁訓練進修機會，提高人力素質，增進員工工作能力，並與升遷制度，互相緊密扣合在一起，

F. 進行組織修編，強化升遷管道

衛工處職務列等分布如金字塔形，形成人員升遷瓶頸，復以本市雨水由水利工程處辦理；前端雨水及污水處理則屬於衛工處職掌，業務與水利處重疊，易造成疊床架屋；應配合機關修編，合併二處成立一級機關水利局，使水資源處理事權趨向單純一元化，順勢暢通人事管道，增加同仁升遷機會。

G. 未來研究方向

本文受限於篇幅緣故，故研究對象僅止於單一機關，後續研究者可以選擇工作性質相近或相異之二個機關，從組織結構、適用法規、組成份子及研究方法，從升遷制度來探討其相互間相同點與相異點之所在，而找出一個平衡點，供理論與實務參考。

## 六、參考文獻

1. 許南雄，各國人事制度—比較人事制度，商鼎數位股份有限公司，2017。
2. 吳瓊恩，行政學，三民書局股份有限公司，2016。
3. Cabinet Office, the Civil Service: Continuity and Change, HMSO, London pp.35~38, 1999.
4. Alice, S. R., Garashi, H. M., Ogado, M. J. N., and Odhiambo, O., Perception of civil servants towards promotion on merit, American International Journal of Contemporary Research, pp. 48-84,2012.
5. Huddleston, M. W. and Boyer, W. W., The Higher Civil Service in the U.S., Pittsburgh, University of Pittsburgh, pp.35-50, 1996.
6. 張瓊玲、蕭全政，公務部門人力考評、激勵、升遷制度評析及改善建議，財團法人國家政策研究基金會，考試院委託研究報告，2010。
7. 林明鏘，德國公務員制度之最新變革：兼論我國文官制度的危機，臺大法學論叢 (NTU Law Journal)，2011。
8. Odile, J. L. and Yves, L., Constructing merit in the civil service: The French Ministry of Culture, Sociologie du Travail, pp.38-56, 2011
9. 徐頌陶，中國公務員制度，商務印書館，1997。
10. 宋文，公共管理，志光書局，2017。
11. 許南雄，各國人事制度研究途徑，商鼎數位股份有限公司，2013。

12. 廖捐惠，玻璃天花板效應：中央行政機關女性公務人員升遷障礙因素之研究，碩士論文，2010。

## A-03

# 彰化縣坡地自主防災社區災害潛勢分析

\*彭思顯 (Szu-Hsien Peng)

建國科技大學空間設計系

許晏堃 (Yen-Kun Hsu)

建國科技大學空間設計系

### 摘要

在推動防災社區的過程中，必須藉由「民眾參與」的過程，透過災害與防救災相關知識、技術的學習，強化民眾的防救災知識與技能，並藉由推動減災、預防的措施，來減少社區中可能釀成災害的因子，降低災害生發生的機會。彰化縣行政區有589個村里，其中81個村里區內有山坡地(含保安林)，可將其歸屬為坡地社區。除了原有之土石流潛勢溪流社區已在農委會水土保持局之輔導下成立了自主防災社區，彰化縣政府也規劃將其他坡地社區逐步成立自主防災社區。本研究之主要目的為透過坡地災害潛勢分析(不考慮土石流潛勢溪流)，利用地理資訊系統(GIS)之套疊分析，訂出彰化縣坡地社區之災害風險值，提供建立坡地自主防災社區時之參考。

**關鍵詞：**防災社區、災害潛勢分析、災害風險值、地理資訊系統

## Disaster potential analysis of disaster prevention hillside community in Changhua County

### Abstract

In the process of promoting disaster prevention communities, the residents' knowledge and skills in disaster prevention and mitigation can be strengthened through the "public participation." Meanwhile, the occurrence of disaster could be reduced by learning about disaster prevention measures and potential factors of disasters in communities. There are 589 villages in Changhua County, of which 81 villages are located in hillsides (including security forests), which can be attributed to the hillside communities. In addition to the original potential debris flow prevention communities which have been established by the Soil and Water Conservation Bureau, Changhua County Government also plans to gradually set up other autonomous disaster prevention communities. The main purpose of this study is to determine the disaster risk of hillside communities in Changhua County through the overlay analysis of geographic information system (GIS) for the potential slope disasters (irrespective of the potential debris flow). The results can provide a reference for the establishment of autonomous disaster prevention hillside community.

**Keywords:** disaster prevention community, disaster potential analysis, disaster risk value, geographic information system (GIS)

## 一、前言

近年來氣候變遷，極端氣候發生機率日漸升高，屢造成重大災情，全國各災害主管機關除考量以傳統硬體設施防災外，均另致力於其他軟體防災手段如警戒發布、危險區劃設、或防災宣導等非工程防災方法上，以期能降低災害損失及人命的傷亡。為落實坡地防災知識技能於鄉里之在地民眾，讓減災成為地方基層重要且持續進行的活動，將防災的概念由過去「由上而下」轉變為「由下而上」結合各單位部門的減災系統，檢視其自主防災能力，進而達成「防災、減災、避災」之目標。

由水保局山坡地轄區圖層套疊彰化縣行政區域圖層，如圖1所示，可知彰化縣589個村里中，且村里區內有山坡地(含保安林)者共計81個(彰化縣政府，2016)。而在國家災害防救科技中心(NCDR)之坡地災害潛勢圖層資料中(國家災害防救科技中心，2013)，包含落石、岩屑崩滑、岩體滑動、順向坡等四種坡地災害潛勢圖層，其結果顯示彰化縣轄區內，僅有『岩屑崩滑』潛勢一項。因此本研究初步將『岩屑崩滑』圖層套疊該81個山坡地村里後，總計有56個山坡地村里具有『岩屑崩滑』潛勢，並依此災害潛勢進行分析，提供彰化縣政府後續辦理「輔導成立坡地自主防災社區」時有所參考。

## 二、研究方法

以前節所述具坡地災害潛勢之山坡地村里為目標，依據各村里之坡地災害潛勢區位與面積、災害潛勢影響建物區(含公共設施)面積大小與道路交通長度等為指標，依各項因子排序進行等權重相加分析(黃書禮，2012；Peng et al., 2012)，得出坡地災害潛勢程度，可依此作為篩選欲輔導成立坡地自主防災社區之標準。

因目前彰化縣境內尚未有坡地災害社區資料，因此本研究在彰化縣81個區內有山坡地(含保安林)村里中，共有56個具有『岩屑崩滑』潛勢，因此由此56個村里先行建立坡地自主防災社區，發生災害主要考量『潛勢度』、『危害度』、『脆弱度』等三項。其中『潛勢度』指災害發生可能性，『危害度』指災害發生規模，『脆弱度』指保全對象受災可能性。

因此本研究將以NCDR所提供岩屑崩滑圖層資料進行分析，首先『潛勢度』採用圖層內崩塌發生類型之『ACTIVITY』欄位資料，將各村里內崩滑潛勢區依據「A新崩塌地」給定4分、「B3舊崩塌地再活動(同範圍)」給定3分、「B2舊崩塌地再活動(部分)」給定2分、「C舊崩塌地」給定1分，再者加總得到每依村里的潛勢度小計值，依高低排序後，分別給定10~0之分數作為『潛勢度』。

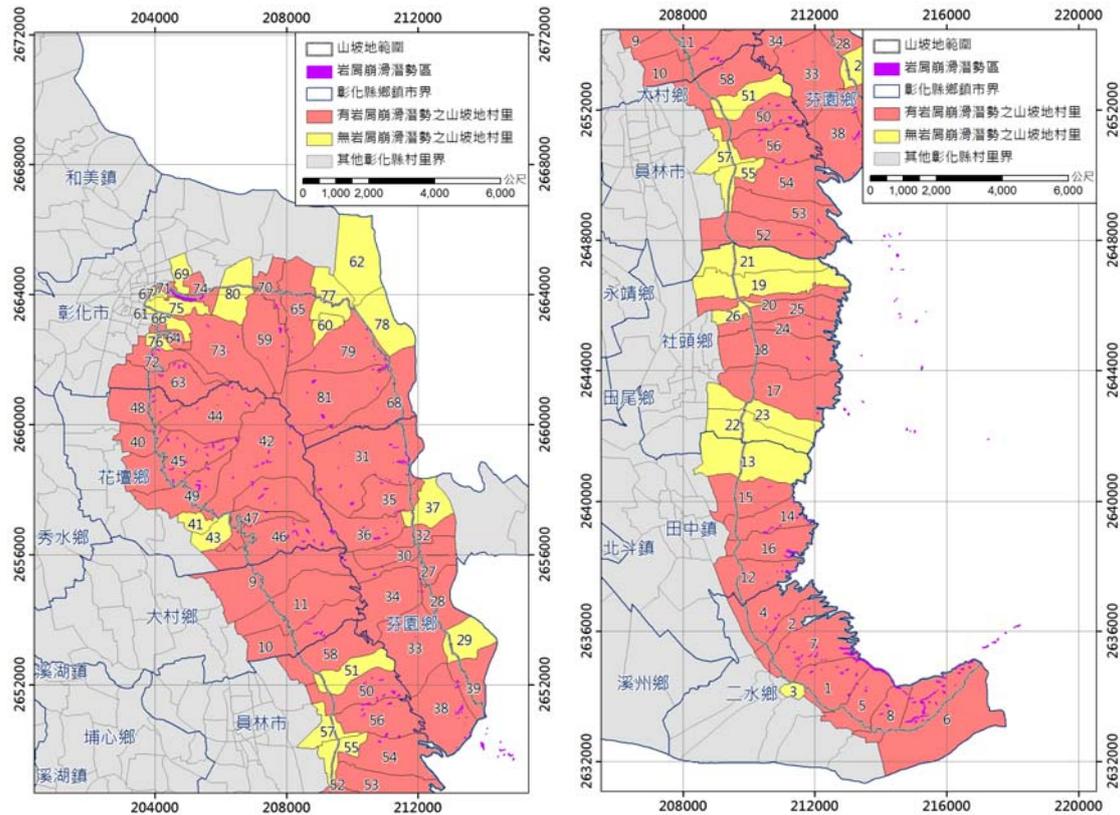


圖1 彰化縣山坡地村里分布圖(左：北彰化；右：南彰化)

Fig. 1. The distribution map of hillside villages in Changhua County (Left: North Changhua; Right: South Changhua).

『危害度』則採用村里內岩屑崩滑區總面積，依大小排序後，分別給定10~0之分數作為『危害度』。『脆弱度』則採用圖層中影響保全對象類型之『PROT\_TARG』欄位資料，將各村里內崩滑潛勢區依據「C3建物>10棟」給定5分、「C2建物5-10棟」給定4分、「C1建物<5棟」給定3分、「A道路」給定2分、「D其他」給定1分、「E無」給定0分，再將其加總得到每一村里的脆弱度小計值，依高低排序後，分別給定10~0之分數作為『脆弱度』。最後將上述三項分數加總，可得各村里災害潛勢分析結果之災害風險值。

### 三、結果與討論

針對本研究所篩選出56個村里，依照前述之研究方法，進行現場調查及GIS之套疊分析後，各村里之分析結果如表1所示。由於社區內居民意願是決定山坡地自主防災社區成功的最大關鍵，因此未來若要實際推動坡地自主防災社區時，可參考本研究依災害風險排序之山坡地村里，詢問各村里之村里長是否有組成坡地自主防災社區之意願後再辦理。

當確定欲辦理之坡地自主防災社區後，下一步工作將進行資料調查、既有組織確認與建立意願人員清冊、社區現有設施調查、避難處所與疏散動線規劃、製作防災疏散避難地圖、辦理坡地防災社區講習等工作，以便輔導成立坡地自主防災社區(圖2)。



(資料來源：<https://246.swcb.gov.tw/debrisclassinfo/disastergroup/disastergroup4.aspx>)

圖2 成立坡地自主防災社區流程圖

Fig. 2. The establishment flow chart of autonomous disaster prevention community.

表1 山坡地社區篩選成果一覽表

災害風險排序	鄉鎮市區	村里	潛勢度	危害度	脆弱度	災害風險值	備註
1	芬園鄉	舊社村	9.8	9.3	9.8	28.9	
2	二水鄉	上豐村	9.3	9.8	9.5	28.6	
3	二水鄉	倡和村	10.0	10.0	8.2	28.2	土石流村里
4	花壇鄉	長春村	9.6	9.6	8.2	27.4	
5	花壇鄉	灣東村	9.1	8.6	9.6	27.3	
6	花壇鄉	長沙村	8.9	8.9	9.3	27.1	
7	田中鎮	東源里	9.5	7.1	8.4	25.0	
8	彰化市	石牌里	7.5	8.2	9.1	24.8	
9	員林市	南東里	8.6	8.4	7.0	24.0	
10	彰化市	延和里	7.5	6.4	10.0	23.9	
11	彰化市	快官里	7.7	6.3	9.1	23.1	
12	芬園鄉	大竹村	8.9	7.7	6.1	22.7	
13	芬園鄉	楓坑村	6.8	7.0	7.5	21.3	
14	花壇鄉	岩竹村	6.3	5.9	9.1	21.3	
15	彰化市	福田里	6.6	5.2	9.1	20.9	
16	芬園鄉	進芬村	6.6	5.0	7.9	19.5	

災害風險排序	鄉鎮市區	村里	潛勢度	危害度	脆弱度	災害風險值	備註
17	花壇鄉	橋頭村	5.4	6.6	7.0	19.0	
18	彰化市	復興里	3.6	7.9	7.0	18.5	
19	二水鄉	惠民村	8.6	9.5	0.0	18.1	
19	彰化市	龍山里	2.0	9.1	7.0	18.1	
21	田中鎮	香山里	8.0	5.4	4.6	18.0	土石流村里
22	大村鄉	平和村	5.2	4.6	7.3	17.1	
23	二水鄉	合和村	6.1	3.4	7.3	16.8	
24	芬園鄉	大埔村	4.6	4.1	7.9	16.6	
25	員林市	大峰里	8.2	8.0	0.0	16.2	
26	二水鄉	大園村	7.1	8.8	0.0	15.9	土石流村里
27	大村鄉	黃厝村	8.0	6.8	0.0	14.8	
28	二水鄉	源泉村	7.1	7.3	0.0	14.4	土石流村里
29	員林市	林厝里	3.6	6.1	4.6	14.3	
29	彰化市	香山里	5.2	4.5	4.6	14.3	
31	田中鎮	復興里	4.6	2.9	6.1	13.6	土石流村里
31	芬園鄉	同安村	5.2	1.4	7.0	13.6	
33	彰化市	延平里	2.9	4.8	5.7	13.4	
34	田中鎮	碧峰里	5.7	7.5	0.0	13.2	
35	花壇鄉	白沙村	2.9	4.3	5.7	12.9	
36	彰化市	桃源里	3.9	3.9	4.6	12.4	
37	芬園鄉	溪頭村	2.0	3.8	5.7	11.5	
38	二水鄉	復興村	5.7	5.5	0.0	11.2	
39	彰化市	大竹里	2.0	3.0	5.7	10.7	
40	芬園鄉	縣庄村	3.6	1.8	4.6	10.0	
40	彰化市	安溪里	4.3	5.7	0.0	10.0	
42	社頭鄉	仁和村	2.9	1.1	4.6	8.6	
43	員林市	東北里	2.0	0.5	5.7	8.2	
44	芬園鄉	芬園村	2.0	0.4	5.7	8.1	
45	員林市	湖水里	4.3	3.6	0.0	7.9	
46	大村鄉	福興村	6.1	1.6	0.0	7.7	
47	社頭鄉	朝興村	2.9	3.2	0.0	6.1	
48	芬園鄉	中崙村	3.9	2.0	0.0	5.9	
49	員林市	出水里	2.0	2.7	0.0	4.7	
50	彰化市	介壽里	3.6	0.9	0.0	4.5	
51	社頭鄉	泰安村	2.0	2.3	0.0	4.3	
52	社頭鄉	山湖村	2.9	1.3	0.0	4.2	

災害風險排序	鄉鎮市區	村里	潛勢度	危害度	脆弱度	災害風險值	備註
53	花壇鄉	文德村	0.7	2.5	0.0	3.2	
54	花壇鄉	永春村	0.7	2.1	0.0	2.8	
55	社頭鄉	龍井村	0.7	0.7	0.0	1.4	
56	芬園鄉	社口村	0.7	0.2	0.0	0.9	

#### 四、結論與建議

台灣近年來常發生重大颱風災情，造成社會嚴重損失，因應未來氣候變遷及自然環境的改變，許多思維模式需要調整。本研究應用地理資訊系統套疊彰化縣山坡地社區坡地災害潛勢概況，初步建立彰化縣坡地社區之災害風險值，此結果可作為彰化縣篩選要辦理坡地自主防災社區時之參考。未來可考慮借助地理資訊系統與模糊專家系統的協助，建立坡地社區疏散避難點之安全評估模式，並將相關資訊分享至縣府既有雲端設備中統整，可提供相關單位承辦人員查詢及管理之用。應用此系統可將評估結果量化，可對經常發生災害地區鄰近避難疏散點，或疏散避難機制與防災模式等做一評估檢討，將可提供相關單位實質的幫助。

#### 參考文獻

- 1.黃書禮，「生態土地使用規劃」，詹氏書局出版，2012。
- 2.彰化縣政府，「105 年度彰化縣山坡地自主防災社區輔導計畫」，委辦計畫成果報告，2016。
- 3.國家災害防救科技中心，「101 年彰投縣易致災環境調查與評估」，委辦計畫成果報告，2013。
- 4.Peng, S.H., M.J. Shieh and S.Y. Fan, "Potential Hazard Map for Disaster Prevention Using GIS-Based Linear Combination Approach and Analytic Hierarchy Method", *Journal of Geographic Information System*, vol. 4, no. 5, pp. 403-411, 2012.
- 5.Peng, S.H., "Hazard Ratings of Debris Flow Evacuation Sites in Hillside Communities of Ershui Township, Changhua County, Taiwan", *Water*, vol. 8, no. 2, 2016.

## A-04

# 臺灣殯葬方式之沿革與認知

周秀珍 (Hsiu Chen Chou)  
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

\*\*崔征國(Jeng Gwo Tsuei)  
逢甲大學建築專業學院  
助理教授

### 摘要

由於人口演變過程中，鄉村逐漸都市化土地資源越來越有限；過去政府推行的各項殯葬設施方案，以火葬為主要殯葬政策，從制度、法令、設施、宣導等方面配合來提高火葬率，進行舊有墓地更新(墓園公園化)、循環使用土地年限以節約土地資源。卻因殯葬設施用地取得困難及環境評估時間過長，致公立公墓設施嚴重不足。又遭遇當地民眾抗爭，用地取得及興建殯葬設施，然而新設公墓區及納骨塔政策之推動不易執行。

臺灣殯葬發展過程由早期厚葬的土葬方式；進而配合都市發展及政策推廣火化入塔的火葬方式、到近期所提倡節葬及簡葬的綠色殯葬方式如樹葬、灑葬、海葬等。研究發現臺灣的殯葬型態分三階段：1.土葬時期約 1924~1985 年，2.火葬時期約 1985 年之後，3.多元葬時期約 2002 年之後。

**關鍵詞：**殯葬方式、沿革與認知、火葬

## The history of the disposal of human corpses in Taiwan and changes in public perception

### Abstract

During the process of a changing population structure, land resources have become increasingly limited due to the gradual urbanization of rural areas. Among the different options for the disposal of corpses that have been advocated by past governments, cremation has been held as the primary policy, promoted through a combination of systems, laws and regulations, facilities and campaigns, with the aim of increasing the national cremation rate. To economize land resources, existing cemeteries have been refurbished (the gardenization of cemeteries) and graves have been allowed to have different lengths of use. However, the acquisition of land for building mortuary facilities is difficult and the time taken for environmental assessment is too lengthy, which has resulted in a shortage of public cemetery facilities. Opposition from local residents and difficulty in acquiring suitable land and constructing mortuary facilities are reasons behind the lack of new cemeteries and columbaria.

The disposal of human corpses has transitioned from inhumation in earlier times to the cremation method, which meets urban development demands. The recent development of minimalist and simple burials includes tree burials, scatterings, and burials at sea. This study found that there are three stages in the history of the disposal of human corpses in Taiwan: the period when land burial was prevalent from 1924 to 1985; the popularization of cremation after 1985; and the diversification of burial methods from 2002 to the present day.

**Key words:** isposal of human corpses, History and public perception, Cremation

## 一、緒論

研究臺灣之殯葬方式認知與沿革進而了解殯葬儀式，並研究殯葬結構的演進係由土葬發展到火葬再由火葬衍生出環保多元化葬法。從傳統民俗與宗教的殯葬儀式，換到現今多元化殯葬儀式，探討臺灣人對於死亡態度的改變。朝向倡導與落實新穎觀念【尊嚴死亡】、【殯葬自主】、【性別平等】、【多元尊重】、【環境永續】之目的。針對各時期殯葬方式調查與分析，說明政府對殯葬管理制度的改革、未來的發展及喪葬禮俗之改善措施。將研究結果提供給相關機關單位做為日後對未來殯葬方式提供更多元的建議方向。

### 1-1 研究動機與目的

在臺灣自光復以後，漸漸由農業社會進入精密科技工業年代，現今資訊快速發展相對經濟繁榮富足。可是關於喪儀方面卻依然承襲明清及日治時代的思維；雖然部份已隨時代改良及簡化，但大都依然承襲舊習。

從古至今人們因為忌諱談論「死」更別說對喪禮的了解。因此藉由探討殯葬方式的發展，讓人們不再侷限於傳統形式之觀念。然而制訂完善的殯葬制度與法規，才能創造真正符合現代社會的需求。研究目的：

- 1、探討臺灣主要殯葬管理政策之演進。
- 2、認知臺灣墓園之變遷。
- 3、彙整臺灣喪葬禮俗之改善措施。

### 1-2 研究範圍與內容

本文的研究範圍主要由 1945 年臺灣光復後之臺灣近代殯葬業的發展為主軸。將針對臺灣殯葬業之演變及未來趨勢進行分析；並比較臺灣傳統與現代殯葬方式之異同，探討殯葬相關法規及殯葬管理法令。

在漢民族傳統的習俗中，面對生命的死亡有一套非常嚴謹的「喪禮」制度，用來協助亡者家屬處理殯葬相關工作及接受亡者已離開人世的事實。然而從臺灣的殯葬禮俗發展來看，1970 年之後由於政府經濟掛帥的影響，整個社會、政治、教育環境都產生重大的變化，對於殯葬文化相對也因經濟富裕而開始商品化，致使整個殯葬環境質變，成為社會的亂源之一(徐福全 2001：102)。在殯葬改革上的討論，近幾年已逐漸興盛。

### 1-3 研究方法與流程

本研究採文獻資料蒐集法、文件資料收集分析法、比較分析法。主要以參考學術論文、相關文獻、殯葬法律之相關問題、殯葬管理條例等內容，加以整理歸納闡釋(如圖 1)。

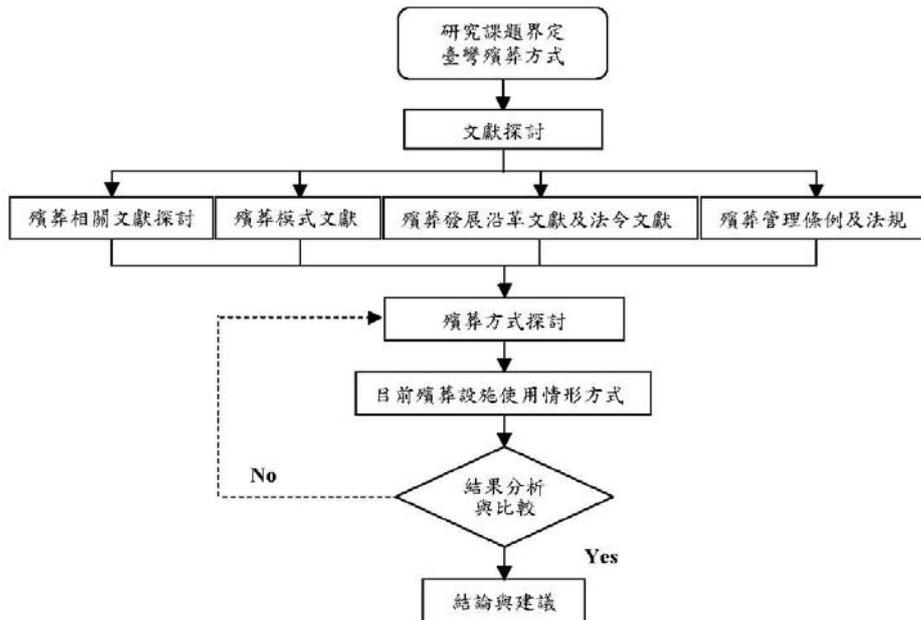


圖 1 研究流程圖

## 二、文獻探討

本章節主要內容包括：重要名詞釋義、殯葬相關法規與政策發展、臺灣殯葬儀式與殯葬服務業、殯葬與環保意識。

### 2-1 重要名詞釋義

- 1、殯葬設施：指公墓、殯儀館、火化場及骨灰(骸)存放設施。
- 2、公墓：指供公眾營葬屍體、埋藏骨灰或供樹葬之設施。
- 3、殯儀館：指醫院以外，供屍體處理及舉行殮、殯、奠、祭儀式之設施。
- 4、火化場：指供火化屍體或骨骸之場所。
- 5、骨灰(骸)存放設施：指存放骨灰(骸)之納骨堂(塔)、納骨牆等存放設施。
- 6、骨灰再處理設備：處理火化後骨灰，研磨更細小之顆粒或縮小體積之設備。
- 7、生前殯葬服務契約：指當事人約定於一方或其約定之人死亡後，由他方提供殯葬服務之契約。

### 2-2 殯葬相關法規與政策發展

- 1、墳山特別登記章程：明定申請墳山之程序，對於完成登記程序之墳山，若所有權人受有侵害，則有以刑律保護所有權人之規定(如表 1)。

表 1 墳山特別登記章程表

法規、條例	公布時間	制定原由	說明
墳山特別登記章程	1924 年 3 月 14 日制定公布；1928 年 10 月 19 日廢止。	針對私有墳山所有權人之保護。	墳山是指埋葬屍體或為其準備者皆屬之。

- 2、公墓條例：A.公共墓地依所有權人分為公私立。B.收費分為收費區與免費區。C.對公墓地點有距離限制、不得狩獵放牧及綠美化之要求(如表 2)。

表 2 公墓條例表

法規、條例	公布時間	制定原由	說 明
公墓條例	1928 年 10 月 4 日制定公布； 1936 年 10 月 30 日廢止。	有鑑於人民埋葬辦法採取放任主義，或鄰近河井污染飲水，或佔地過廣消耗地利而訂之。	1、1929 年 4 月 19 日公布施行「取締停柩暫行章程」革除傳統棺柩久停不葬。 2、1934 年 6 月 21 日~1938 年 6 月 22 日訂定「公務人員革除婚喪壽宴浪費暫行規程」，要求公務人員不得使用無用之儀仗，送致奠儀應有所限制。 3、1935 年發布「提倡公墓辦法」以改善濫葬。

3、公墓暫行條例: A. 規定各省市縣政府應擇適當地點於不妨礙耕作之山野地設置公墓，並不得妨礙軍事建築、公共衛生利益。B. 規定公墓內依面積大小劃分區段，並規定墓基大小不得超過二百平方市尺，高度不得超過四市尺。C. 規定公墓內之景觀、排水。D. 規定專人管理公墓，並依等級徵收租金，以作為管理維護之用(如表 3)。

表 3 公墓暫行條例表

法規、條例	公布時間	制定原由	說 明
公墓暫行條例	1936 年 10 月 30 日制定公布;1983 年 12 月 9 日廢止。	由於當時民間迷信風水，棺木自埋，自由為之，以致墓地髒亂蒼涼荒蕪，雜亂無章，甚至占用良田森林，為杜絕以上現象而定之。	1、當時墓地髒亂蒼涼荒蕪，雜亂無章，佔用良田森林，「公墓暫行條例」為杜絕此現象，其中並未系統性的規定管理組織體系。 2、「公墓暫行條例」當時處於內亂外戰時期，導致效果不彰。 3、1935 年發布「提倡公墓辦法」以改善濫葬。

4、墳墓設置管理條例其規定要點如下(如表 4)：

A. 規定墓政主管機關。B. 公墓、私墓的定義與分野。C. 墳墓設置方面：公墓、私墓設置機關、原則、限制。D. 墳墓管理方面：公墓的管理、墓地配置原則、使用設施之申請、濫葬與濫設公墓之處罰。E. 濫葬處理協調組織。F. 對民間殯葬組織之輔導。G. 改善喪葬設施長期計畫。積大小劃分區段，墓基大小不得超過二百平方市尺，高度不得超過四市尺。H. 規定公墓內之景觀、排水。I. 規定專人管理公墓，依等級徵收租金，作為管理維護之用。

表 4 墳墓設置管理條例表

法規、條例	公布時間	制定原由	說 明
墳墓設置管理條例	1983 年 11 月 11 日制定公布； 2002 年 7 月 17 日廢止。	臺灣地區公墓多始於清，缺乏有效管理及更新建設，已致密埋壘葬，荒塚縱衡，大部份已葬滿，公墓外私葬、濫葬嚴重。「公墓暫行條例」為命令而非法律，非僅與法制不合，亦難適應現況，爰基於政策考量擬定之。	1、同時廢止「公墓暫行條例」。 2、墳墓設置管理條例為基本法規，尚有：臺灣省各縣市管理葬儀業規則、臺灣省警察公墓管理辦法、軍人公墓管理規則、高雄市殯儀館火葬場公墓靈骨堂管理自治條例、臺北市補助寺廟、宗祠設置靈骨塔實施要點、臺北市喪葬設施設置管理辦法等，而臺灣省政府、臺北、高雄、各鄉鎮公所另訂有管理規則或單行法規。

## 5、殯葬管理條例:「殯葬管理條例」共分七章:

第一章總則:立法目的、用詞定義、各級主管機關及殯葬業務權限。第二章殯葬設施之設置管理。第三章殯葬設施之經營管理。第四章殯葬服務業管理及輔導。第五章殯葬行為之管理。第六章罰則。第七章附則(如表5)。

表5 殯葬管理條例表

法規、條例	公布時間	制定原由	說明
殯葬管理條例	2002年7月17日制定公布;第1~20、22~31、34~36、55~60、69~73、75、76條自2002年7月19日施行;其餘條文定於2003年7月1日施行(共76條)	為促進殯葬設施符合環保並永續經營;殯葬服務業創新升級,提供優質服務;殯葬行為切合現代需求,兼顧個人尊嚴及公眾利益,以提昇國民生活品質,特制定本條例。	1、「墳墓設置管理條例」僅以公墓及私人墳墓之設置及管理為規範對象。自1983年公布施行以來,殯葬儀俗呈現與時代脫節,不合公共利益的現象。 2、殯葬管理條例係為配合建設臺灣為綠色矽島之願景,應在人文生態、知識經濟發展及社會公義之架構理念下,規範殯葬設施、殯葬服務及殯葬行為。

## 6、殯葬管理條例2012年1月11日修正公布;自2012年7月1日施行(共105條):

A.生前契約業者須先取得直轄市、縣(市)主管機關核准,始可販售生前契約。B.為了保障信託財產的安全,規定交付信託業管理費用的運用範圍,並增列信託財產的動支條件。C.為避免生前契約業者因破產而無法履約,訂有業者信託財產保全相關規定。D.規定具禮儀師資格者,始能以禮儀師名義執行業務,且具一定規模之殯葬禮儀服務業應聘僱專任禮儀師。同時訂定發布「禮儀師管理辦法」,2013年將配合行政院勞工委員會開辦「喪禮服表務職類乙級技術士技能檢定」(如表6)。

表6 殯葬管理條例表

法規、條例	公布時間	制定原由	說明
殯葬管理條例	2012年1月11日修正公布;自2012年7月1日施行(共105條)	為維持殯葬設施之永續,保障殯葬消費安全,解決殯葬管理條例自2002年公布施行以來於實際執行上不周或窒礙之處,內政部積極推動殯葬管理條例修法,並配合修法增(修)訂相關配套措施。	1、殯葬管理條例修正條文已在2012年7月1日施行,新法焦點,主要在強化殯葬服務業及生前契約的管理規範、建構禮儀師證照制度。 2、施行後強化殯葬設施的經營管理、提高殯葬服務業的素質,以滿足國人對殯葬服務多元需求的期待。

## 2-3、臺灣殯葬儀式與殯葬服務業

殯葬禮儀與殯葬服務是一體的兩面,必須相輔相成。過去的殯葬服務侷限在「殮」「殯」「葬」三個層面,隨著生命教育的推廣及知識經濟的影響,目前殯葬服務的範圍

向前後延伸為「緣」「殮」「殯」「葬」「續」五個層面。茲簡述之。

- 緣：與消費者簽訂生前殯葬服務契約。
- 殮：遺體接送、遺體洗身、穿衣、入殮。
- 殯：以各種殯儀為往生者辦理奠禮、追思儀式。
- 葬：為遺體舉行土葬、或火化後塔葬、樹葬、花葬、海葬、宇宙葬等。
- 續：對消費者做悲傷輔導，指導消費者如何做後續祭禮。  
(如豎靈、捧飯、做七、做百日、做對年、合爐、做忌等)

殯葬禮儀因著宗教信仰、民情風俗及經濟狀況之不同，無法訂定制式之規範，傳統的殯葬禮儀是以如何表達孝思的禮儀方式來呈現。為達到「慎終追遠」的目標，最有效的做法就是積極推廣生命教育，瞭解死亡的真意，當面臨親友死亡時才能以平常心來處理殯葬事務。時至今日，人們對於死亡有更達觀之看法，對於死亡之禮儀希望以自己需要的方式來呈現，這代表著「殯葬自主」的時代將來臨。

## 2-4 殯葬與環保意識

以臺中市為例：臺中市政府於2016年04月推動殯葬5年改革計畫，提倡綠色殯葬觀念；為提升殯葬服務及設施改革，其中，以不立碑、不刻字的「節葬」、「簡葬」、「潔葬」的綠色殯葬觀念，也將是未來推廣的重點，將墓園公園化。

# 三、臺灣殯葬管理政策之演進

## 3-1 臺灣殯葬儀式方式分析

臺灣殯葬方式主要分為：土葬、火葬、室內葬、樹葬、灑葬、海葬等。

- 1、土葬：中國人歷來傳統文化觀念“入土為安”，故葬禮均為土葬，代代沿襲大大增加了墓地的面積。風水好、景觀優美、依山傍水的地方都被據為墓。
- 2、火葬：1960年代中華民國政府便開始鼓勵國人將往生者的遺體火化。隨著臺灣喪葬風俗的改變，至2015年全國火化率已達95.65%。
- 3、室內葬：臺灣原住民達悟族、阿美族、平埔族以外，對於自然衰老死亡的親人，幾乎都是採取室內葬的方式，在家屋內的地下，直接挖掘洞穴把遺體埋葬；另外卑南族文化埋葬方式採用複體葬，一具石板棺經重複再裝埋死者，最多達十五人以上的骨架同在一具石板棺中。
- 4、樹葬：對傳統習俗中的“厚葬”觀念來說，樹葬可說是一個革命。(殯葬管理條例第19條規定：不得施設任何有關喪葬外觀之標誌或設施)，而周圍的環境也因此得到綠化美化。同時，樹葬也體現了“入土為安”、“回歸自然”的傳統習俗，容易得到認同。
- 5、灑葬：在特定的公墓或紀念墓園劃定特定區域，以灑或埋藏骨灰之方式進行，不立墓碑，不記亡者姓名，供永續循環使用，顯示人死後一律平等。
- 6、海葬：海葬是將骨灰撒入大海的一種葬法。骨灰撒海，衝破了傳統的“入土為安”觀念。人從自然中來，又回到自然中去。海葬是繼墓葬以後的又一次重大改革，是人類思想的一大飛躍。

### 3-2 臺灣殯葬設施之探討

依據 2012 年 7 月 1 日施行，《殯葬管理條例》第 2 條所稱之殯葬設施，係指下列設施：

- 1、公墓：指供公眾營葬屍體、埋藏骨灰或供樹葬之設施。
- 2、殯儀館：指醫院以外，供屍體處理及舉行殮、殯、奠、祭儀式之設施。
- 3、禮廳及靈堂：指殯儀館外單獨設置或附屬於殯儀館，供舉行奠、祭儀式之設施。
- 4、火化場：指供火化屍體或骨骸之場所。
- 5、骨灰(骸)存放設施：指供存放骨灰(骸)之納骨堂(塔)、納骨牆或其他形式之存放設施。

### 3-3 殯葬管理政策之演進

雖然《公墓暫行條例》係在國民政府遷台以前，1936 年 10 月 02 日由行政院公布的，此時臺灣屬於日本統治，由於臺灣在 1945 年 10 月 25 日光復以後的殯葬政策仍以《公墓暫行條例》為主。

光復初期，殯葬政策亦以地點距離規範殯葬設施之設置，為日治時期之律令明定殯葬設施應與某些地點保持最小距離，而 1936 年~1983 年，《公墓暫行條例》卻僅規定保持「相當距離」。直到 1983 年以後《墳墓設置管理條例》時期，有關殯葬用地區位之法令規範才又恢復採用日治時期之體例。《墳墓設置管理條例》時期採用更高標準之距離限制，加上社區居民環境權與財產權之意識日漸提高，衍生覓地困難，無法新增公墓及殯儀館等設施，直到 1983 年公墓的廢止與遷移也是當時的問題之一。

## 四、研究結果與分析比較

### 4-1 彙整臺灣喪葬禮俗之改善措施

研究發現臺灣的殯葬型態演進分三階段：

1. 土葬時期: 1924 年墳山特別登記章程前至墳墓設置管理條例 2002 年廢止；依據公墓及骨灰(骸)存放設施概況 2005 年土葬 20,488(具)較 2015 年土葬 9,579(具)減少 53.25% (詳表 8)。
2. 火葬時期: 從 1960 年代中華民國政府便開始鼓勵國人將往生者的遺體火化。隨著臺灣喪葬風俗的改變，至 2015 年全國火化率已達 95.65%。
3. 多元葬法時期: 2002 年殯葬管理條例係為配合建設臺灣為綠色矽島之願景，應在人文生態、知識經濟發展及社會公義之架構理念下，規範殯葬設施、殯葬服務及殯葬行為。

### 4-2 認知臺灣墓園之變遷

1924 年墳山特別登記章程至 1986 年墳墓設置管理條例施行細則之比較說明(如表 7)。

表 7 臺灣墓園之變遷表

實施時期	相關規定
1924年墳山特別登記章程	明定申請墳山之程序，對於完成登記程序之墳山，若所有權人受有侵害，則有以刑律保護所有權人之規定。
1924年公墓條例	1、公共墓地依所有權人分為公立與私立。 2、依是否收費分為收費區與免費區。 3、公墓地點有距離限制、不得狩獵放牧及綠美化之要求。
1936年公墓暫行條例	1、規定各省市縣政府應擇適當地點於不妨礙耕作之山野地設置公墓，並不得妨礙軍事建築、公共衛生利益。 2、規定公墓內依面積大小劃分區段，並規定墓基大小不得超過二百平方市尺，高度不得超過四市尺。 3、規定公墓內之景觀、排水。 4、規定專人管理公墓依等級徵收租金作為管理維護。
1983年墳墓設置管理條例	1、規定墓政主管機關。 2、公墓、私墓的定義與分野。 3、墳墓設置方面：公墓、私墓設置機關、原則、限制。 4、墳墓管理方面：公墓的管理、墓地配置原則、使用設施之申請、濫葬與濫設公墓之處罰。 5、濫葬處理協調組織。 6、對民間殯葬組織之輔導。 7、改善喪葬設施長期計畫。
1986年墳墓設置管理條例施行細則	1、私立公墓之土地面積不得小於五公頃。 2、公立公墓得設管理基金、規範墓基之使用年限。 3、公墓之設置及管理，經考評成效良好，具有示範作用者，得予獎勵。

公墓由處數由 2005 年至 2015 年逐年減少的原因是政府推行火化及新建納骨塔，此又和臺灣工業生產及國民生活方式變遷有關（詳表 8~9）。

表 8 公墓及骨灰(骸)存放設施概況表

年別	公墓		骨灰(骸)存放設施					
	處數(處)	年埋葬數(具)	處數(處)	最大容量已使用量(位)	已使用量使用率(位)	全年納入數量(位)	骨骸	骨灰
2005年	3,162	20,488	363	7,098,913	1,528,401	150,728	46,327	104,401
2006年	3,161	19,253	385	7,500,614	1,699,359	162,849	48,796	114,053
2007年	3,148	16,251	405	7,702,693	1,871,184	173,311	47,271	126,040
2008年	3,140	15,258	411	7,993,190	2,052,511	171,628	44,256	127,372
2009年	3,132	13,798	415	8,009,913	2,197,535	167,348	38,714	128,634
2010年	3,125	12,896	431	7,945,457	2,363,721	171,514	41,107	130,407
2011年	3,164	11,685	458	8,019,218	2,530,013	177,883	42,904	134,979
2012年	3,143	10,878	470	8,197,382	2,740,514	185,808	37,952	147,856
2013年	3,116	10,662	471	8,167,135	2,918,139	189,755	36,584	153,171
2014年	3,106	11,325	486	8,358,531	3,104,335	185,022	35,383	149,639
2015年	3,108	9,579	494	8,310,598	3,229,852	185,642	32,840	152,802
較2005年增減(%)	-1.71	-53.25	36.09	17.07	111.32	23.16	-29.11	46.36
較2014年增減(%)	0.06	-15.42	1.65	-0.57	4.04	0.34	-7.19	2.11

資料來源：各直轄市、縣(市)政府。說明：「全年埋葬人數」包括屍體數與骨灰數。

表 9 縣市別公墓及骨灰(骸)存放設施概況表

縣市別	公墓		骨灰(骸)存放設施			
	處數	年埋葬(具)	處數	最大容量(位)	已使用量(位)	使用率(%)
總計	3,108	9,579	494	8,310,598	3,229,852	38.86
新北市	224	2,041	41	1,734,726	366,926	21.15
臺北市	38	44	4	362,860	199,208	54.90
桃園市	151	701	18	340,337	100,728	29.60
臺中市	181	559	40	1,045,967	244,442	23.37
臺南市	339	157	45	1,020,262	438,044	42.93
高雄市	201	173	37	556,617	310,770	55.83
宜蘭縣	65	519	17	92,405	52,275	56.57
新竹縣	130	437	9	221,077	57,110	25.83
苗栗縣	204	163	10	157,396	74,261	47.18
彰化縣	242	1,192	55	607,755	409,112	67.32
南投縣	208	366	37	528,570	174,857	33.08
雲林縣	234	677	51	328,592	224,147	68.21
嘉義縣	295	289	30	430,889	172,995	40.15
屏東縣	312	564	31	263,707	131,362	49.81
臺東縣	128	214	20	70,638	47,165	66.77
花蓮縣	87	805	14	86,961	36,393	41.85
澎湖縣	42	21	16	86,980	50,403	57.95
基隆市	5	346	4	201,165	33,360	16.58
新竹市	11	25	4	102,633	83,033	80.90
嘉義市	1	16	4	12,312	9,444	76.71
金門縣	5	250	2	56,742	12,780	22.52
連江縣	5	20	5	2,007	1,037	51.67

資料來源：各直轄市、縣(市)政府。說明：全年埋葬人數包括屍體數與骨灰數。至 2015 年底。

#### 4-3 彙整臺灣喪葬禮俗之改善措施

光復後的臺灣社會快速發展，無論經濟或政治也快速在改變；對於屬於民生一部分的喪葬儀式及設施的需求量日漸增加。就土葬所需土地而言，土地資源不足，興建殯儀館與火葬場也成為重要的課題，於 1950 年臺北市即建有私立殯儀館(極樂殯儀館)，於 1964 年建立公有第一殯儀館，1972 年間興建完成公有火葬爐(十座)，及至 1993 年火葬比率僅有 45.17%，至 2015 年火化率達 95.65% 以上，除此之外納骨塔及墓園等設施的興建，也是有其市場需求為供給(詳表 10~11)。

國人的現代喪禮，多採火化遺體方式，因此整個喪禮儀式，由原先於家庭中舉行，轉為於殯儀館舉行，1.遺體先放入冷藏櫃、2.訂妥禮堂後、3.於火化當日遺體入棺、3.舉行喪禮儀式、4.前往火葬場火化進行火化、5.撿骨入塔完成整個葬禮過程。由於遺體直接進入殯儀館，整個傳統土葬儀式，原先與遺體有關的儀式因此簡化相關程序。如：為死者穿壽衣、拜飯、乞水洗身等都全權委由殯葬專業人員於殯儀館內進行；與傳統在喪家中所舉行之儀式相對簡化且相不同。然而近年來殯葬的改革及推動，環保多元葬的政策已漸漸的被接受國人所接受(詳表 12)。

表 10 殯儀館及火化場設施使用表

年別	死亡人數	殯儀館					火化場			
		館數 (處)	禮廳數 (間)	冷凍室 最大容 量(具)	年殯殮 屍體數 (具)	死亡人 數(%)	處數 (處)	火化爐 (座)	年火化 屍體數 (具)	死亡人 數(%)
2005年	139,779	38	235	3,024	51,628	36.94	34	170	114,142	81.66
2006年	136,371	39	248	3,081	49,550	36.33	34	176	117,044	85.83
2007年	140,371	42	261	3,217	54,021	38.48	35	184	123,217	87.78
2008年	143,594	42	267	3,210	54,668	38.07	34	179	126,442	88.06
2009年	143,513	43	262	3,257	57,432	40.02	34	185	129,363	90.14
2010年	145,804	45	271	3,285	59,951	41.12	34	189	130,886	89.77
2011年	153,206	50	308	3,484	68,336	44.60	34	190	139,125	90.81
2012年	155,239	51	250	3,621	74,324	47.88	35	199	142,030	91.49
2013年	155,686	52	252	3,718	73,715	47.35	35	195	145,820	93.66
2014年	163,327	54	253	3,818	88,014	53.89	36	192	152,963	93.65
2015年	163,822	54	257	3,936	86,507	52.81	36	192	156,699	95.65
較2005 年增減 (%)	17.20	42.11	--	30.16	67.56	15.87	5.88	12.94	37.28	13.99
較2014 年增減 (%)	0.30	—	1.58	3.09	-1.71	-1.08	—	—	2.44	2.00

資料來源：各直轄市、縣(市)政府。說明：表列禮廳數 2011 年以前部分縣(市)包含靈堂數。

表 11 縣市別殯儀館及火化場設施概況表

縣市別	殯儀館			火化場			
	館數 (處)	禮廳數 (間)	年殯殮屍體 數量(具)	處數	火化爐 (座)	全年火化屍 體數量(具)	平均每座火化 爐火化數(具)
總計	54	257	86,507	36	192	156,699	816
新北市	1	18	16,000	1	12	15,055	1,255
臺北市	2	21	18,854	1	14	23,127	1,652
桃園市	3	22	5,869	2	14	11,580	827
臺中市	3	17	8,968	2	16	19,431	1,214
臺南市	4	27	7,893	5	26	14,787	569
高雄市	5	22	7,768	2	23	19,955	868
宜蘭縣	2	10	1,557	3	7	3,260	466
新竹縣	-	-	-	1	3	2,161	720
苗栗縣	1	4	911	2	5	2,308	462
彰化縣	5	21	2,077	-	-	-	-
南投縣	3	16	951	1	10	9,847	985
雲林縣	6	9	1,150	1	6	5,739	957
嘉義縣	3	12	233	-	-	-	-
屏東縣	5	12	2,858	3	13	7,813	601
臺東縣	2	11	950	2	5	1,816	363
花蓮縣	1	3	718	4	14	3,292	235
澎湖縣	1	5	397	1	3	577	192
基隆市	1	9	2,598	1	5	3,882	776
新竹市	1	6	2,267	1	6	5,625	938
嘉義市	1	6	4,269	1	6	6,287	1,048
金門縣	1	3	207	1	2	153	77
連江縣	3	3	12	1	2	4	2

資料來源：各直轄市、縣(市)政府。

說明：殯儀館係指醫院以外，供屍體處理及舉行殮、殯、奠、祭儀式之設施。

表 12 歷年環保自然葬概況表

年 別	合 計	非 公 墓 內		公 墓 內
		公園、綠地等	海 洋	樹 葬
2005年	447	-	48	399
2006年	246	1	37	208
2007年	404	38	66	300
2008年	669	221	65	383
2009年	1,442	729	56	657
2010年	1,542	603	182	757
2011年	1,786	451	234	1,101
2012年	2,939	542	62	2,335
2013年	2,612	621	82	1,909
2014年	3,910	658	137	3,115
2015年	9,136	723	213	8,200

資料來源：各直轄市、縣（市）政府。

單位：件

#### 4-4 小結

政府鼓勵火葬、骨灰存置納骨堂(塔)之政策後，民間殯葬業者即搶建納骨堂(塔)設施，雖然解決喪葬設施不足的課題，但卻衍生更嚴重破壞環境的問題，甚至出現「供過於求」的現象。在政府、產業及學術界的努力下，「殯葬管理條例」相較於「墳墓設置管理條例」，無論在法案精神、觀念、架構或條文內容上，均做了重大的修正革新，為將來的殯葬管理業務執行與改善民間殯葬行為，提供了良好的改革目標及方向。於2012年7月1日殯葬管理條例修正條文施行後，主要強化殯葬服務業、生前契約的管理規範、建構禮儀師證照制度、殯葬設施的經營管理及提高殯葬服務業的素質，以滿足國人對殯葬服務多元需求的期待，更象徵我國殯葬制度邁入嶄新的紀元。

### 五、結論與建議

本文經由研究臺灣之殯葬方式認知與沿革進而了解殯葬儀式，殯葬結構的演進。從傳統民俗與宗教的殯葬儀式，換到現今多元化殯葬儀式，得知臺灣人對於死亡態度的改變及政府對殯葬管理制度的改革對未來喪葬禮俗發展改善。所得成果如下：

#### 5-1 結論

##### 1、殯葬設施開發規劃可更多元

過去由殯葬業主導儀式之進行的方式，已經在顧客價值觀的改變與殯葬自主之趨勢下，使得主導權移轉至民眾。為了滿足客戶的要求，得到更多顧客的訂單，近年來的殯葬業漸漸走向多樣化與個性化。

- A、殯葬流程的多樣化：不一定是先舉行完告別式後再進行火化。而是選擇先火化再進行告別式，可能是因為經濟方面上的考量或宗教因素，再者因現代人工作繁忙簡化了儀式。
- B、殯葬方式多樣化：不再堅持一定要依循古禮治喪，依亡者的遺願去選擇火葬、樹葬、花葬或海葬等多元的儀式。
- C、殯葬儀式舉行場所的多元化：禮廳、教堂、佛堂、飯店，住家等場所皆可成為儀式舉行之場所。
- D、殯葬用品的多樣化：環保概念與客製化興起帶動了商人將頭腦動到殯葬用品

上，如環保棺木、環保骨灰罐等具有環保意識的商品可供家屬自行選擇，甚至靈堂佈置，則依亡者生前喜好花卉、顏色花卉...等形式。

E、儀式呈現方式的多樣化：電子輓聯、錄製影片、多媒體告別式、網路掃墓等均是因應現今科技發達的產物。

## 2、安葬方式觀念宣導教育

至今，資訊流通率大幅提升，人類社會漸趨文明，這時以往留下的殯葬習俗有很多已簡化；而許多獨特的儀式也已被社會的潮流沖散，有些華而不實的禮俗也將被遺忘；是值得我們更進一步的去探討與研究。

## 5-2 建議

現今民眾對殯葬知識十分缺乏，一般多是委託殯葬業者辦理，也產生了許多不法業者為此圖利，造成許多不必要儀式的歪風，故政府應積極取締，制定相關法規。隨殯葬業蓬勃發展，業者推出的服務也越趨多元，例：生前契約服務，不但可以讓人們規劃自己的後事，同時業者為提高競爭力，提供了客製化服務供民眾享受，也是殯葬業的新里程碑。展望臺灣殯葬設施之未來發展，主要面臨三大挑戰。包含殯葬設施的不足與過剩，不但影響民眾治喪權益，也引含土資源的不合理配置，亟待調整與改善；增建殯葬設施經常遭遇社區民眾抗爭，政府須籌謀克服鄰避衝突的殯葬設施規劃策略；以及大部分縣市對於公立殯葬設施民營化裹足不前，有待設法提升。

## 參考文獻

- 1.內政統計通報(2016)第33週104年殯葬設施概況。內政部統計處。
- 2.姜寶河(2001)當代臺灣殯葬儀式擬態變遷研究。世新大學，臺北市。
- 3.徐福全(2001)臺灣殯葬禮俗的過去、現在與未來。社區發展季刊，(96)，99-107。
- 4.徐福全、鈕則誠、尉遲淦、留易齋、鄭志明、楊荊生、王士峯、楊國柱、楊士賢、阮俊中、葉修文、黃芝勤、薛慧娟(2014)臺灣殯葬史。臺北市：中華殯葬禮儀協會。
- 5.Marco LAZZAROTTI(2014) Modern Life and Traditional Death Tradition and Modernization of Funeral Rites in Taiwan.Fu Jen International Religious Studies Vol.8.1 (N. Summer 2014), 108-126

網路參考來源：

- 1.[http://dep-hcfaa.hccg.gov.tw/ch/hotkey\\_print.jsp?mtitle=%E6%AE%AF%E8%91%AC%E7%A6%AE%E5%84%80&contentlink=ap/artwebsite.jsp&mserno=&id=51&contentid=51&page=null](http://dep-hcfaa.hccg.gov.tw/ch/hotkey_print.jsp?mtitle=%E6%AE%AF%E8%91%AC%E7%A6%AE%E5%84%80&contentlink=ap/artwebsite.jsp&mserno=&id=51&contentid=51&page=null)
- 2.內政部全國殯葬資訊入口網站:<https://mort.moi.gov.tw/frontsite/index.jsp>

## A-05

# 工程施工履歷初探

陳建志(Chien-chih CHEN)

建國科技大學土木工程系暨土木與防災研究所  
助理教授

陸媛 (Yuan LU)

黑龍江東方學院建築工程學部  
副教授

\*譚峻瑛 (Chun-ying TAN)

建國科技大學土木工程系暨土木與防災研究所  
碩士班

張賢國 (Hsien-kuo CHANG)

建國科技大學土木工程系暨土木與防災研究所  
碩士班

### 摘要

每一個人或是每一個家庭，對大部分的人而言都是累積了多年歲月的盈餘才能夠買得起一個安身立命的房子，然而，不論在整個採購的過程中是多麼的謹慎，也都只能相信建商或是營造商口中所說的品質（儘管是預售屋，也只能片段式的確認品質）。在整個過程中，建商或是營造商的品德成為唯一的憑藉。本文所討論的工程履歷提供了另一個選項。

建築物將構想轉化進入到圖面，更進一步落實為實體是必然的過程，但本研究藉由產業常見的農產品產銷履歷衍伸到建築物的施工紀錄為例，來討論建築物的建築施工履歷。除了傳統留下紀錄的概念之外，目前的工程施工履歷已經有業者提出更進一步顧及安全的建築安全履歷。利用施工時留下的過程紀錄，引進生產履歷的概念，為建築物的產出過程進行紀錄，並希望能夠更進一步產出其他加值（例如：售屋、品質、安全...）的優勢。然而過程中也產生出其他問題仍待克服。

**關鍵詞：**工程履歷、產銷履歷、建築安全履歷

## A preliminary study on construction resume

### Abstract

The most family accumulated a multi-year surplus to buy a house. However, no matter how cautious the entire purchasing process is, I believe that the quality of the house still only by oral promise of the builders or constructors. Throughout the process, the quality of a house relies on the character of builders or constructors. The building resume in this article offers another option.

Studying products and marketing resume of agricultural extended to the construction resume as an example to discuss the construction resume. In addition to the traditional concept of construction recordings, the current construction resume has been made to further take into account the safety of construction safety resume. By introducing the concept of construction safety resume to record the production process of buildings and hoped to further capture the advantages of other value-added services. However, other problems that arise during the

process have yet to be overcome.

**Key word:** construction resume, products and marketing resumes of agricultural, Building safety resume.

## 一、前言

履歷的目的是自我行銷。目前在台灣，許多製品都在強調履歷：農產品有產銷履歷、製造業及物流產業也推動供應鏈物流管理追蹤模式、也看到有人在工業 4.0 裡面也在強調以生產履歷為基準的 ERP 流程，足見生產履歷已經逐漸被世人所重視。

建築業始終被認為是傳統產業，當然也常被稱為火車頭工業，只不過在過去的幾十年當中，建築業在管理模式上一直受限於傳統產業的束縛，好像無法有新的突破。台灣的耐震標章被發展出來後，認為已經是一個全新的作為。但耐震標章卻完全不同於工程施工履歷。

雖然將工程施工過程留下紀錄並不是首次看到，但近年來看到有人將建案加入生產履歷的概念，對建築工程加值。雖然不知可以為建築工程加分多少，但確實可以是一個不錯的出發動機。

建設公司興建一個工程、或是一個建築物一直不是一件容易的事，除了興建之前不斷的討論，藉由圖面將設計理念轉為可見，更藉由工地主任指揮一批一批不同工種的工人，將設計圖、施工圖、及施工相關的說明書實物化，將建築物呈現在大眾眼前。

所有辛苦的過程在建築物覆蓋上混凝土之後都不復可見，常有人問起建築物的品質如何，但所有的答案通常只能藉由口述表示負責。如果能夠在施工過程中留下適當的建築施工履歷，相信日後必能蔚為風潮，成為房屋銷售的一大利器。

## 二、農產品產銷履歷制度

對於臺灣的農產品來說，雖然 GAP (Good Agricultural Practices, 良好農業規範) 的實施及驗證能有效降低風險，但如同所有的品管制度，仍有發生風險的可能，近年來層出不窮的農產品安全事件就是其例；同樣地，若只實施 Traceability 制度 (履歷追溯體系，食品產銷所有流程可追溯、追蹤制度)，資訊內容的真實性及合理性亦無法確保，對於風險管控的效果有限。

例如國產牛肉資訊網、臺灣雞蛋溯源系統查詢網站、國產生鮮豬肉追溯，您可實際造訪網站，會發現除了資料不齊全，身為消費者，最想看到實際產品追溯資訊，卻完全查詢不到。

行政院農委會認為唯有同時結合 GAP 及 Traceability，落實產銷履歷制度所強調「追溯源頭、流程控管及資訊透明化」，方能發揮有效管控風險及降低風險發生時之危害之綜效。

## 三、供應鏈物流管理

廠商依據其競爭優勢與資訊技術物流配送系統的整合從其獲利，特別是透過「無線射頻辨識系統」(RFID)，在供應鏈追蹤物品、監控並快速即時回應所有的作業流程，最

後在導入 RFID 技術後，進行作業執行效益分析比較，提供問題解決方案。

整個鏈結作業分為：進料作業、盤點作業、補料作業、製程作業、檢貨作業、倉儲作業擊出畫作業，每個作業皆端都環環相扣、緊密結合，在作業區運輸方面，使用自動化設備運送物料前進，也在確實的監控管理下透過自動化裝置將物料或成品送至目的地，以執行下階段作業程序。

利用適當的設備（例如 RFID 系統）進行物流作業程序的控管，可以隨時掌握物流動態，使得整體的生產作業達到預期的目標。

#### 四、耐震標章

臺灣發生地震的頻率頻繁，921 集集大地震與後續的 331 大地震之後，除了讓消費大眾對國內房屋結構安全失去信心，同時也震出了國內建築施工品質粗劣的問題，更使得落實現場施工檢查的議題浮出檯面。內政部建築研究所近幾年來積極透過學校及法人機構的協同研究計畫案與產官學研各界合作，結合各先進國家相關規範並參考國內外相關制度，於九十二年度完成「耐震標章」認證制度之設置工作。

財團法人台灣建築中心對於「耐震標章」認證制度的定義為：『適用於建築工程自規劃設計、興建至完工交屋及使用執照取得之結構物耐震性能的察證，察證要件包含「耐震設計品質(含規劃設計能力)」與「現場施工品質」兩大項。』

施工前之設計品質的察證與施工中的現場檢查乃具同等重要性，以工程生命週期的順序來看，設計乃先於施工，建築物設計品質之優劣不但關係結構體安全，且連帶影響後續的施工品質，因此，耐震建築標章之察證除了應對建築物在施工階段之施工品質有把關之外，更由於耐震建築標章是標榜建築物「耐震」的特性，故將建築物的耐震設計品質優先列入考量，而「耐震標章」之主要目的在於提高建築物之安全品質，協助並推薦消費大眾購買具有『耐震標章』之建築物，並藉此帶動業主重視與興建具備耐震安全的建築物。此為突破我國現行建築體系法規之脆弱及建築施工勘驗之問題癥結，透過「耐震標章」認證制度之建置，以冀補救建築管理上難以有效管制之缺失，期待於推展耐震安全之同時，更能進一步有效保護消費者權益。

整理及檢討過去這幾年來有關耐震建築標章設置之各項計畫，可知國內有關「耐震標章」認證制度之設置工作在經歷了相當長時間的摸索後已有長足的進步，然而由普及層面來看，仍然有相當寬廣的空間需要更多的投入。為使更多社會大眾及建築物起造人加深對「耐震標章」的認識，也鼓勵各新建之建築物積極獲得此一認證，同時提供購屋消費者安全的消費環境與資訊，故「耐震標章」認證制度有必要加強宣傳推廣，使得新建建築物在「耐震標章」的認證下，能夠幫助銷售業績之成長，進而成為標章申請上之最大誘因並同時達到建築物耐震品質之確保。

#### 五、工程施工履歷

營建署在其網頁提到『凡走過必留下痕跡、凡做過必留下實績，公共工程履歷內容包含主辦單位、規劃、設計、監造、施工等等。』，表達政府的立場，所謂工程履歷應包含規劃、設計、監造、施工，也就是工程完整的生命週期都需要留下相關之紀錄。而

近年來將工程施工履歷觀念帶入實務相關的研究有：2009年由王毓文發表『高層集合住宅建物生產履歷管理模式之研究』；謝淑娥在2012年發表的論文『建築工程施工履歷於建築管理資訊建置之研究-以新北市政府施工管理為例』，內容主要為建築物施工階段資訊，其次研擬建築物生產履歷之情境模式，以各相關建築行為人資訊產出者及建築主管機關為系統提供者，進行整體資訊應用規劃，後續可透過不同權限方式登入查詢相關施工階段資訊；張秀君在2013年發表的論文『建築管理資訊系統應用於建築執照檔案管理之研究（以基隆市為例）』...等。綜觀以上幾位作者的研究，唯有謝淑娥是針對施工品質為目標而建立相關之生產履歷。

時下將工程施工履歷留下紀錄的工具，除了傳統的相機留下片段的相片之外，近年來已多有人使用縮時攝影機進行工程紀錄、近期更有人利用360°環景攝影機，甚至是空拍機進行紀錄。

## 六、建築安全履歷

近年來戴雲發結構技師特別成立「建築安全履歷協會」，進一步積極的推動所謂的“建築安全履歷～建築安全品質透明化”，戴雲發團隊認為光是在施工過程中，留下幾張代表施工流程的基本照片紀錄是不夠的，必須要在留下紀錄的同時，也要能夠確認工程的施工品質並確認結構之安全。戴雲發指出，『全套建築安全履歷認證流程除了針對施工不易、應力集中處拍照紀錄並製作建築安全履歷外，也使用「建築4.0」鋼筋系統工法改善傳統施工不易的鋼筋捆紮工程，不僅施工更容易、有效縮短工期，亦能有效提升施工品質，達到安全品質、鋼筋材料使用精確化、降低人力技術簡單化、鋼筋綁紮標準明確化、鋼筋配件施工效率化。雖然整體營造成本會約多出傳統工法10%至15%，但結構耐震更加安全且更能確保。最新出爐的「Alfa Safe柱中柱工法」，經過國家地震中心測試，耐震韌性可提高2倍以上，顯示「Alfa Safe系統鋼筋工法」有利提高建築耐震整體性能，確保建築能達到大震不倒的最佳目標。』

戴雲發團隊藉由建立一套標準作業程序(SOP)，先從建築的優良的結構系統規劃設計、創新Alfa Safe系統化工法的研發應用、鋼筋加工廠的受訓認證、鋼筋技術士之受訓認證、採發標準的訂定、安全品質透明化的建築安全履歷呈現...等等。安全品質一切都在規劃掌控中進行，並都留下完整的施工紀錄，做為交屋時移交的重要文件之一，讓購屋者買的安心住的放心，交屋時亦可以比對及保存之用。

## 七、結論

在整個施工過程中，建商或是營造商的品德不再是唯一的憑藉，藉由本文所提出的工程施工履歷概念，更藉由前人的研究得知，工程施工履歷已不再是一個口號或是遙不可及的措施，更是能提供確保建物安全的保證。

在提供安全保證的同時，隨之而增加的成本，目前仍有待建商、營造商、房屋購買人的認同。

## 參考文獻

1. 王毓文，“高層集合住宅建物生產履歷管理模式之研究”，碩士論文，國立交通大學，2009。
2. 行政院農業委員會，“認識產銷履歷”，<https://goo.gl/h4nhDs>。
3. 林耀文，“新耐震工法成本僅增 1 成多 耐震性能可提高 2 倍”，自由時報 <http://estate.ltn.com.tw/article/3799>，2017/09/07。
4. 林懿貞、江勝榮、揚肇銘，“建置 RFID 技術整合供應鏈物流管理技系統模擬分析－以 TFT-LCD 產業為例”，Journal of e-Business 第十卷第二期，2008/6。
5. 海量數位工程，雲端 ERP，<http://www.erpssoft.com.tw/product30.html>
6. 財團法人台灣建築中心，耐震標章，<https://goo.gl/fw4B5c>。
7. 高雄應用科技大學，居住安全系列研討會，  
<http://www.kuas.edu.tw/files/16-1000-57742.php>
8. 張秀君，“建築管理資訊系統應用於建築執照檔案管理之研究(以基隆市為例)”，碩士論文，國立臺灣海洋大學，2013。
9. 郭旭英，“「生產追溯不等於產銷履歷」，農民、消費者分得清楚嗎？”，The News Lens。2016/07/23。
10. 維基百科，簡歷，<https://zh.wikipedia.org/wiki/%E7%AE%80%E5%8E%86>
11. 戴雲發，建築安全履歷，<https://goo.gl/2X1Ad2>。
12. 戴雲發結構技師事務所，建築安全履歷，  
<http://www.dyf.com.tw/index.php/resume.html>
13. 營建署，工程履歷 2.0，<https://goo.gl/1bhWMy>。
14. 謝淑娥，“建築工程施工履歷於建築管理資訊建置之研究-以新北市政府施工管理為例”，碩士論文，國立中央大學，<https://goo.gl/2kK7U7>，2012。

## A-06

# 山坡地校舍損壞評估之研究-以苗栗縣國小為例

陳博亮

聯合大學土木與防災工程學系副教授

陳昭勳

聯合大學土木與防災工程學系碩士

### 摘要

苗栗地區是屬於山坡地地形，所以大部分學校均位於山坡地。但由於台灣位於歐亞板塊及菲律賓板塊之間，地殼板塊運動造成台灣地區地震頻繁，強烈地震經常會造成山坡地破壞，進而造成學校損壞。如何診斷受損校區之損壞程度是一個很重要工作，因為過大校舍損壞會造成建物崩塌，影響學生生命安全。本研究是受苗栗縣僑文國小委託，利用工程測量理論及邊坡穩定分析，評估校區之損壞原因以及是否有地滑傾向。由測量結果以及程式分析，測量結果顯示教學大樓及圖書館之傾斜數據以達修護及補強之規範值；則分析結果顯示僑文國小於三種分析模式下，其安全係數皆在容許規範內。另外校園內之土壤流失以及沉陷之原因研判為(1)排水溝堵塞造成水流亂竄，導致部分區域的土壤流失、(2)邊坡擋土牆之排水管於大雨時，排出大量泥水，導致校園及校舍沉陷。

**關鍵字：**校舍損壞、土壤流失、地層下陷、邊坡穩定分析。

### Abstract

Maioli is a city located on the hill. Unavoidable, most of schools are built right on the slope of hill. Taiwan is frequently hit by earthquake which may results in the damage of slope stability. This slope instability could cause the school in dangerous. Surveillance of slope stability becomes an important issue for schools in Maioli. We adopt survey and slope analysis to investigate the safety of slope in schools. We find that school is safe in general and raining cases and unsafe in earthquake and earthquake with raining cases for Chao-wen elementary school. Soil erosion is also severe in the school. Drainage problem with heavy rain is the root cause for soil erosion.

### 一、前言

本專題研究為「僑文國小校舍安全監測計畫」，僑文國小圖書館以及教學大樓疑似因地基掏空以及邊坡滑動之疑慮，而造成地面及走道多起龜裂、沉陷等。為能完整了解目前沉陷情形對校舍結構安全之影響，必須進行沉陷情形之監測以及邊坡穩定分析，以分析造成地層下陷之原因，以供後續補強設計之依據。

本計劃分為五項工作項目分部進行，以期建立一個簡易診斷損壞程度的模式建構，以對整體校區安全進行評估：(1)資料蒐集、(2)現況調查、(3)現地測量、(4)邊坡穩定分析、(5)結論與建議。

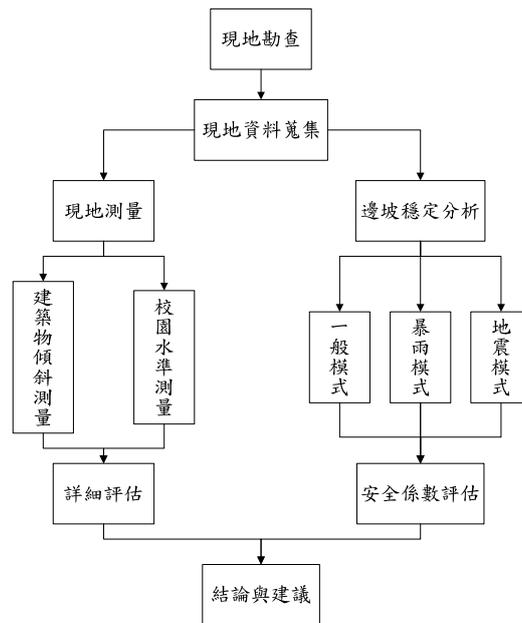


圖 1 研究作業流程

## 二、文獻探討

本章回顧相關建築結構安全評估現況，並列舉及扼要說明其安全評估法之內容及目的，以作為研究方法及分析討論結果之依據。

### 2.1 安全評估標準

首先進行校區與校舍調查，以了解地面沉陷對校舍及校區之影響。校舍調查之標準係依據內政部 97.5.1 台內營字第 0970803357 號函修正「震災後危險建築物緊急鑑定作業基準」摘錄建築物安全評估標準如下：

1. 建築物傾斜
2. 基礎與上部結構錯開或掏空
3. 柱損害程度
4. 梁損害程度
5. 結構牆損害程度
6. 磚造或加強磚造之損壞
7. 邊坡及擋土牆之損害（滑動範圍應同時考慮上邊坡與下邊坡）
8. 鄰近建築物之傾斜

### 2.2 現場檢測及材料試驗工作項目

以專業土木工程評估校舍，現場檢測及材料試驗工作項目方法如下：

1. 梁柱鋼筋配置探測（非破壞性檢驗）
2. 混凝土鑽心取樣回補
3. 混凝土試體抗壓強度試驗
4. 混凝土試體抗氯離子含量試驗
5. 混凝土試體中性化程度試驗
6. 標的物水平垂直測量

鑒於本研究為簡易判斷，故此六項方法僅採用「標的物水平垂直測量」做為研究判斷依據。

### 2.3 測量原理

本研究採用臺北市建築物工程施工損害鄰房鑑定手冊的測量原理作為參考。其內容提及鑑定標的物需作傾斜率測量及水準測量。每一棟結構體至少須對二面互成垂直之牆面實施傾斜率測量，惟為避免標的物本身牆柱角原有之垂直度施工誤差影響研判結果，建議以標的物四個角落均實施測量為原則。另因標的物之外部造型、內部裝璜及四週環境等情況之不同，得視需要使用各種不同種類之測量儀器。

### 2.4 邊坡穩定分析之安全係數

在此計畫中將運用邊坡穩定分析軟體 STABL(採用版本：STEDwin2.79)進行邊坡穩定分析，並採用「台北市山坡地開發建築基地規劃設計技術規範」第七條，作為邊坡穩定分析結果之判斷依據。

## 三、研究方法

### 3.1 現地勘查

調查校園、校舍及周邊環境並且於雨天時觀察水流之走向，並作拍照記錄，其損壞彙整結果如表 1 所示：

表 1 現地損壞情形

	
<p>地點：車棚下方擋土牆</p>	<p>地點：正門旁草地</p>
<p>狀況：大雨時，擋土牆排出泥水</p>	<p>狀況：掏空</p>
	
<p>地點：正門下方</p>	<p>地點：車棚</p>
<p>狀況：掏空</p>	<p>狀況：下陷、龜裂、掏空</p>

### 3.2 水準測量說明及成果

首先須設置基準點 (BM) 兩點以上，位置於開挖影響範圍以外，不受變動處之堅實位置設點。鑑定之標的物須先將平面示意圖繪出，測點位置標註於平面圖上，點位需編號並拍照存證，點位可噴漆或釘樁 (釘) 固定之，以供往後檢測依據。水準測量之測量值需至公尺以下小數三位值，採直接水準測法，往返需閉合於基準點，閉合差應在 $\pm 4\text{mm}$  以內。



圖 2 校區測點分佈示意圖

表 2 校園高程比較表

測點	(0708)	(0723)	0730)	(0806)	(0811)	(0820)	(0907)	(0921)
AbM	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Ab1	-0.066	-0.066	-0.065	-0.064	-0.067	-0.066	-0.068	-0.066
Ab2	-0.366	-0.365	-0.365	-0.362	-0.367	-0.365	-0.367	-0.366
Ab3	-0.597	-0.598	-0.600	-0.596	-0.596	-0.598	-0.599	-0.599
Ab4	-0.783	-0.783	-0.787	-0.782	-0.783	-0.786	-0.784	-0.786
Ab5	-0.543	-0.544	-0.546	-0.542	-0.545	-0.547	-0.546	-0.548
Ab6	-0.332	-0.332	-0.333	-0.336	-0.332	-0.333	-0.334	-0.334
Ab7	-0.088	-0.087	-0.088	-0.090	-0.087	-0.088	-0.089	-0.089
Ab8	0.421	0.420	0.419	0.418	0.420	0.419	0.418	0.418
Ab9	0.497	0.494	0.496	0.494	0.494	0.494	0.492	0.492
Ab10	-0.108	-0.109	-0.110	-0.108	-0.108	-0.108	-0.111	-0.112
Ab11	-0.031	-0.032	-0.033	-0.031	-0.032	-0.031	-0.035	-0.034
閉合差	+0.001	-0.001	-0.003	-0.001	+0.000	+0.002	-0.003	-0.003

### 3.3 傾斜測量說明及成果

首先在鑑定標的物結構體之牆柱角正面延伸線上設一定點，以擺設儀器，經定點定平後，以望遠鏡十字絲對準柱角頂端或下端，由上往下或下往上順柱角邊緣線觀測。如柱緣與十字絲重合一直線表示柱角無傾斜，如柱緣與十字絲不重合即知柱角傾斜，傾斜值可以擺設鋼尺靠近柱緣，由十字絲縱絲切於尺面，讀出傾斜數值。觀測之測回誤差在 $\pm 3\text{mm}$ 以內為限，採二次平均值為準。樓高差值之計算應考慮水平兩向傾斜之影響，準確計算。觀測之柱角須繪製剖面示意圖，並將樓高差值、傾斜方向、觀測位置等標示清楚，並計算傾斜率。

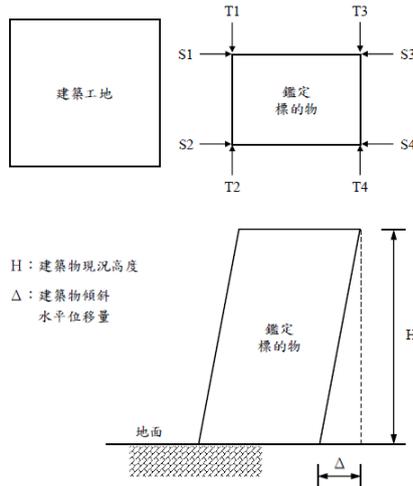


圖 3 傾斜測量示意圖

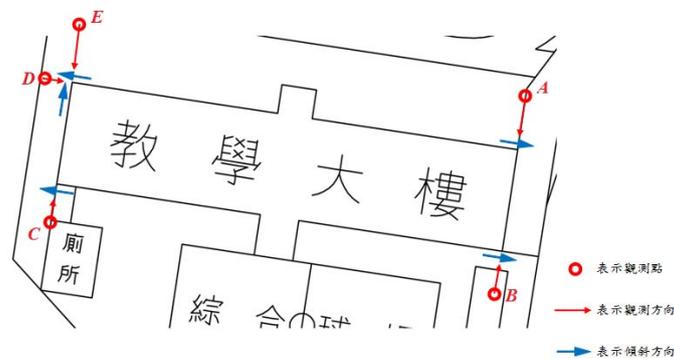


圖 4 教學大樓傾斜測量示意圖

表 3 教學大樓傾斜測量表

測點	測量高度	偏移量	傾斜率	傾斜方向
A	8.8 m	7.5 cm	1/117	左
B	7.3 m	1.5 cm	1/487	右
C	5.5 m	1.2 cm	1/458	左
D	7.4 m	6.6 cm	1/112	左
E	7.4 m	0.7 cm	1/1057	右

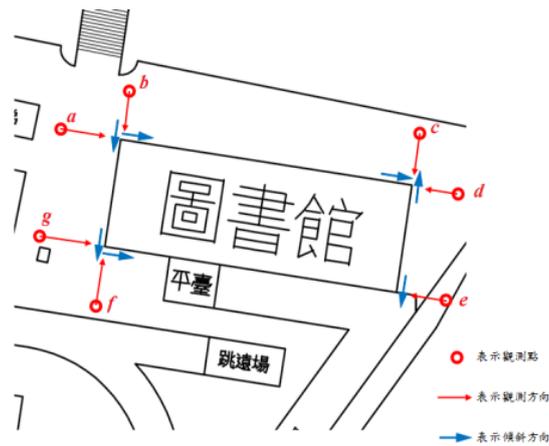


圖 5 圖書館傾斜測量示意圖

表 4 圖書館傾斜測量表

測點	測量高度	偏移量	傾斜率	傾斜方向
a	8.5 m	1.3 cm	1/654	右
b	8.5 m	5.7 cm	<b>1/149</b>	左
c	8.5 m	1.8 cm	1/472	左
d	8.5 m	1.2 cm	1/702	右
e	8.0 m	2.5 cm	1/320	左
f	8.4 m	4.0 cm	1/210	右
g	8.4 m	3.2 cm	1/263	右

### 3.4 邊坡穩定分析(STABL)

在此研究中，將利用型態、地質狀況、地下水位紀錄以及邊坡幾何形狀並以邊坡穩定分析軟體 STABL(採用版本：STEDwin2.79)進行穩定分析，土壤參數則是參酌工程地質鑽探調查報告建議之地層大地參數(表 5)作為分析依據。分別取圖書館(H-1 至 H-2)以及教學大樓(H-4 至 H-3)兩個斷面(圖 6)，並且考慮三種不同狀況(平時、暴雨以及地震)進行分析，結果如表。

表 5 地層大地參數

層次	統一土壤/岩石分類	(N)	單位重 $\gamma_m(t/m^3)$	比重 Gs	$\psi$ (deg)	c ( $t/m^2$ )
回填雜土雜物/ 卵礫石夾砂土層	GP/GP-GM	10~100	2.10 <sup>(2)</sup>	2.65 <sup>(2)</sup>	30~45 <sup>(1)(2)</sup>	0
黃棕/棕灰/灰色泥岩 及灰色泥質砂岩層	MS/SS	-	2.20 <sup>(2)</sup>	2.70 <sup>(2)</sup>	10~30 <sup>(2)</sup>	3~51 <sup>(2)</sup> )

註<sup>(1)</sup>：保守參考 Peck 經驗公式： $\psi=27^\circ+0.3N$  之建議值。

註<sup>(2)</sup>：參考財團法人中興工程顧問社 1998 年出版之「土層地工參數之訂定法」，針對苗栗分區之卵礫石及軟岩層之研究結果。

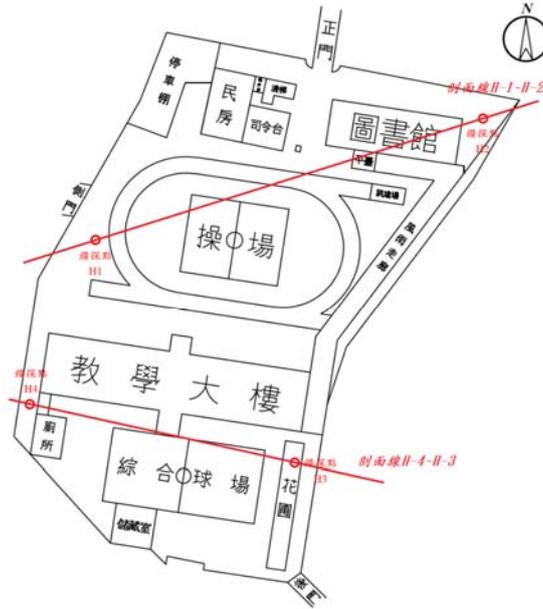


圖 6 邊坡剖面示意圖

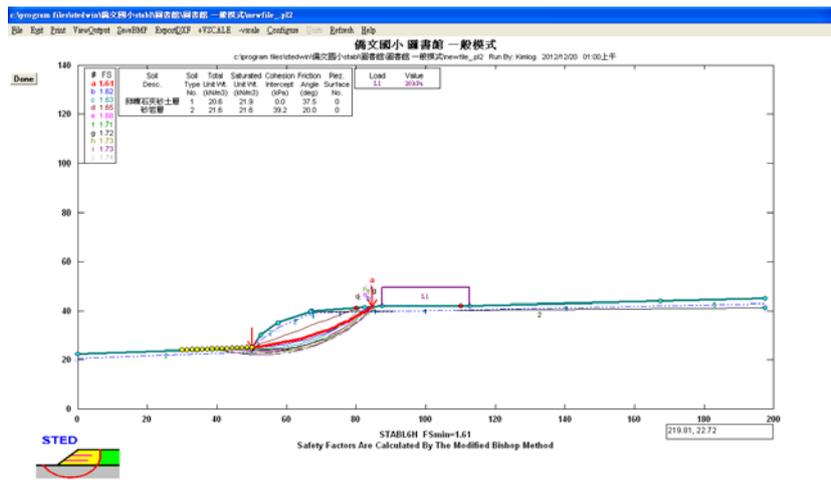


圖 7 邊坡穩定分析圖(一般模式)

表 6 邊坡穩定分析結果表

項次	分析狀態	安全係數 FS		規範要求*
		圖書館 斷面 H-1~H-2	教學大樓 斷面 H-4~H-3	
1	一般模式	1.61	2.33	FS ≥ 1.50
2	暴雨模式	1.61	2.33	FS ≥ 1.10
3	地震模式	1.22	1.60	FS ≥ 1.20

\* 水土保持手冊 94 年 11 月

## 五、結論與建議

### (一)結論

1.由現地勘查中，發現校區多處土壤流失，並且於雨天時，擋土牆之排水管排出大量泥水，研判此因素為造成校園及校舍沉陷之主要原因；另外全校水路系統長年使用，缺乏完善維護及清理，以至於淤積堵塞，失去原有的排水功能，亦是導致校區內多處土壤流失、沉陷等之成因。

2. 建築物傾斜測量結果顯示，教學大樓及圖書館傾斜率皆已達修復及補強之法規值。

3. 由地質鑽探資料結果顯示，四個鑽探位置之岩盤深度為地表下方 1.9~5.4 公尺之間，並且於基地地盤分類計算顯示，屬於第一類地盤；在進行邊坡穩定分析結果顯示，於三種不同模式分析狀況下，皆沒有地滑的疑慮。

### (二)建議

1.全校排水系統做重新規劃及修復，並且排定固定之維護時間，以延長使用壽命。

2.擋土牆作維護、修復以及增加濾層材料，以阻絕雨天時土壤之流失，以確保擋土牆之功能。

3.由於教學大樓及圖書館之傾斜率已達修復及補強之規範值，建議針對結構體損壞部分補強、修復及評估其費用，以保障學生上課之安全。

## 參考文獻

- 1、 臺北市建築物工程施工損害鄰房 鑑定手冊。
- 2、 苗栗縣僑文國小 校舍新建工程竣工圖。
- 3、 「建築物耐震設計規範及解說」內政部營建署 100 年 1 月修訂版。
- 4、 台北市山坡地開發建築基地規劃設計技術規範 - 第七條。
- 5、 公路橋梁耐震設計規範解說。
- 6、 公路橋梁耐震設計規範 98 年 6 月修訂內容。

## A-07

# Contract negotiation of Public-Private-Participation projects

Jhao-Syun Chen  
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

In general, the infrastructure projects are with high economic and social benefits, but with low financial viability. No need to say, the government needs to provide some incentives, such as subsidy or quarantine to allure the participation of private sectors on the infrastructure projects. Win-win situation is the best results for both parties. However, there is no attraction to private sectors if the government propose low subsidy, and it increase the government financial burden with high government subsidy.

There are three major participants in PPP projects, which are the government (the client), the Project Company, and bankers with different interests. We may say that it is a tri-party game in a PPP project. Thus, a cooperative game model is constructed to determine the government subsidy, tariff, debt ratio, and interest rate, which may lead to a win-win-win results.

A cable car project at Kaohsiung first harbor is used as a case study for constructing the financial model. The results show that the government subsidy =64%, tariff = 16.69 NT\$, debt ratio = 46%, and interest rate = 8% in the case study. The project value is 1.73 billion NT\$. The Shapley value is 1.67 billion NT\$ for the government, 3.8 million NT\$ for the project company, and 1.74 million for bankers. We may find a solution for this cooperative game, which implies that all parties meet their benefit requirements.

**Keywords:** Public private partnership (PPP), Game theory, Cooperative game, Shapley value, Project negotiation.

### Introduction

According to Myerson (1991), game theory is the study of mathematical models of conflict and cooperation among rational and intelligent decision-makers. Each participant in the negotiations of PPI contracts tends to maximize his/her benefits, and the agreement can be reached only when satisfying all other participants' benefits. This is a Nash equilibrium, which indicates a player does his/her best, given that his/her rivals also do their best (Narahari, 2007). However, the negotiating parties might not reach agreements (no Nash equilibrium) or equilibria (multiple Nash equilibria).

In the analysis of games with more than two players, von Neumann (1959) assumed that players would not simply choose their strategies independently, but they would coordinate

their strategies in coalitions. Like traditional game theory, the approach advocated here builds on the notions of individual preferences and individual rationality. Those who participate in the PPI scheme formulate the project together, realizing that they have the project in common and that they depend on each other. This rationality of the participants is depicted in two ways. First, participants prepare a proposal about how they would formulate the project and which conjectures they would follow regarding each other's behavior. Second, if a proposal were unambiguously in everyone's interest, then the individual participants would not hesitate to choose their part in the proposal. What is in a participant's own interest is simply defined by its own utility function in the PPI project, and participants only consider proposals that are consistent with individual rationality.

Let  $N = \{1, 2, 3, \dots, n\}$  be the set of PPI participants and  $F$  be the set of feasible payoffs that the participants can receive if they all work together. Let  $(v_1, v_2, v_3, \dots, v_n)$  be the disagreement payoffs the participants would expect if they did not cooperate. In addition, assume that the set  $\{(x_1, x_2, x_3, \dots, x_n) \in F : x_i \geq v_i, \forall i \in N\}$  is non-empty and bounded. The pair  $F, (v_1, v_2, v_3, \dots, v_n)$  is  $n$ -person bargaining problem (Narahari, 2007). The Nash bargaining equilibrium can be defined as an efficient allocation vector that maximizes

$$\sum_i^n (x_i - v_i)$$

over all factors  $x \in F$  such that  $x_i \geq x_i^{\min}, \forall i \in N$ .

Next, we incorporate the cooperation among the participants into the above solutions. Assume that the participants wish to divide the project benefits among themselves. Each participant can propose a payoff such that no participant's payoff is lower than its required minimum ( $x_i^{\min}$ ). Let the social NPV (SNPV) present the total payoffs allocated among  $n$  parties:

$$SNPV = FNPV + [(TAX - SUB) + UB] + IE$$

where SNPV denotes social benefits;  $(TAX - SUB) + UB$  are public benefits governed by the government; FNPV are the benefits going to the sponsor; and IE are the earnings of the financial institutions.

The objective of Equation (5) is to maximize SNPV. The success of the project depends on the strategy ( $\|S\|$ ), which determines the major variables, including tariff ( $y_1$ ) of the services offered by the project, the interest rate ( $y_2$ ), the debt ratio ( $y_3$ ), and the subsidies ( $y_4$ ). The strategy sets can be defined as follows:

$$S_1 = S_2 = S_3 = \dots = S_n = \{(y_1, y_2, y_3, y_4) \in R^4 : x_1 + x_2 + x_3 + \dots + x_n \leq SNPV^{Max}$$

$$x_1 \geq x_1^{\min}; x_2 \geq x_2^{\min}; x_3 \geq x_3^{\min}; \dots; x_n \geq x_n^{\min}\}$$

where  $S_1, S_2, S_3, \dots, S_n$  denote the strategy sets for each of the  $n$  parties, respectively, and  $x_1, x_2, x_3, \dots, x_n$  present the corresponding payoffs.

Assume that the participants will receive 0 payoffs, unless they propose the same solution (i.e., the strategy). That is, for  $i = (1, 2, 3, \dots, n)$ , the outcome of the game  $F(S_1, S_2, S_3, \dots, S_n)$  will be

$$F_i(S_1, S_2, S_3, \dots, S_n) = \begin{cases} x_i & \text{if } S_1 = S_2 = S_3 = \dots = S_n = (y_1, y_2, y_3, y_4) \\ 0 & \text{otherwise} \end{cases}$$

In this model, the participants may achieve a solution in which each of their payoffs is greater than a minimum value and the total payoffs are maximized. The minimax payoff guaranteed for each participant is greater than 0. The equation (7) can be described further as  $n$ -party bargaining problem with payoff function (F), with  $v_i, (i = 1, 2, 3, \dots, n)$  denoting disagreement payoffs of  $n$  parties, as follows

$$F = \{(x_1, x_2, x_3, \dots, x_n) \in R^n : x_1 + x_2 + x_3 + \dots + x_n \leq SNPV^{Max},$$

$$x_1 \geq x_1^{\min}, x_2 \geq x_2^{\min}, x_3 \geq x_3^{\min}, \dots, x_n \geq x_n^{\min}\}$$

$$v = (v_1, v_2, v_3, \dots, v_n) = (0, 0, 0, \dots, 0)$$

The  $n$ -party game is a simultaneous move game; however, not all participants have the same bargaining powers. The participants with high bargaining power are dominant players while those with low bargaining power are the followers. A game is similar to a triopoly game, where three participants in the  $n$ -party game are dominant players while a duopoly is a game that requires only two dominant players. A monopoly game has only one dominant player, that is, it can be considered a dictator game.

- The core and Shapley value for cooperative game

In cooperative game theory, we abstract from individual players' strategies and instead focus on the coalition players may form. We assume each coalition may attain some payoffs, and then we try to predict which coalitions will form and hence the payoffs agents obtain. Practically speaking, strategic game theory deals with various equilibrium concepts and is based on a precise description of the game in question. Coalitional game theory deals with concept like the core, Shapley value, the Nash-bargaining solution.

Core is a solution concept that assigns to each cooperative game the set of payoffs that no coalition can improve upon or block. In a context in which there is unfettered coalitional interaction, the core arises as a good positive answer to the question posed in cooperative game theory. In other words, if a payoff does not belong to the core, one should not expect to see it as the prediction of the theory. The core of a game is defined as

$$\text{core}(v) \equiv \left\{ (x_1, \dots, x_n) / \sum_{i=1}^n x_i \leq v(N), \forall S, \sum_{i \in S} x_i \geq v(S) \right\}$$

The core is an allocation  $(x_1, \dots, x_n)$ , where  $x_i$  is the payoff for player  $i$ , of total surplus  $v(N)$ , that satisfies:

It is feasible,  $\sum_{i=1}^n x_i \leq v(N)$

A set of players  $S$  obtain at least what they would obtain forming a coalition  $S$ ,  $\forall S, \sum_{i \in S} x_i \geq v(S)$ . Otherwise, they will not accept the allocation and would blockade its formation.

Sometimes the core does not give a unique prediction. Sometimes, the core is empty. In a 3-party game, the core is shown in equation (3.40).

$$v(A) \leq X_A \leq v(ABC) - v(N \setminus \{BC\})$$

$$v(B) \leq X_B \leq v(ABC) - v(N \setminus \{AC\})$$

$$v(C) \leq X_C \leq v(ABC) - v(N \setminus \{AB\})$$

Shapley value is a solution that prescribes a single payoff for each player, which is the average of all marginal contributions of that player to each coalition he or she is a member of. It is usually viewed as a good normative answer to the question posed in cooperative game theory. That is, those who contribute more to the groups that include them should be paid more.

Shapley value is a function  $\varphi(v)$  which assigns each player a number/value indicating the relative power of that player in the game as average marginal power. In general, the Shapley value of a game with  $n$  players is defined as:

$$\varphi_i = \sum_{i \in S \subseteq N} \frac{(n - |S|)! (|S| - 1)!}{n!} (v(S) - v(S - \{i\}))$$

Where  $n$  is the number of players, and  $|S|$  is the number of players in set  $S$ ,  $v(s)$  is the payoffs in set  $S$ .

- The bargaining solutions for 2-party game

Assume the set of feasible payoffs is denoted by  $u$ , which we will assume to be convex, the threat points of the two players by  $\mathbf{v} = (v_1, v_2)$ , and the Nash bargaining solution by  $\mathbf{u}^* = (u_1^*, u_2^*)$ . This latter is shown to be a function of  $\mathbf{v}$  and  $u$ , and follows from axioms that Nash regards as 'fair' and reasonable conditions to be fulfilled by rational parties. The basic axioms are individual rationality, strong efficiency, symmetry, scale invariance, and independence of irrelevant alternatives. Nash showed that there is only one possible solution

that satisfies all these conditions, this is the Nash point,  $N$ . Assuming both parties have zero threat points (i.e.  $v_1 = v_2 = 0$ ) then the Nash bargain solves the problem:

$$\arg \max F = u_1 u_2$$

$$\text{s.t. } u_i \in u, u_i \geq v_i$$

More generally, assume that the parties have positive threat points (i.e.  $v_1, v_2 > 0$ ) then the Nash bargain solves the problem:

$$\arg \max F = (u_1 - v_1)(u_2 - v_2)$$

s.t.

$$u_i \in u, u_i \geq v_i$$

The objective function in (3.43), referred to as the Nash-Product, is continuous and strictly quasi-concave. The feasible set in (3.43) is non-empty, closed, bounded and convex. It follows then that the solution to the optimization program exists and is unique.

For 2-party game by following the axiomatic model of Nash, we take the pair  $(\mathbf{u}, \mathbf{v})$  to define a bargaining problem, and assume that  $u$  is compact and convex. The generalized Nash solution (Osborne and Rubinstein, 1990) is given by

$$\psi_G(F, v) = \arg \max_{u \in F, u \geq v} (u_1 - v_1)^\alpha (u_2 - v_2)^\beta \text{ for } G = 1, 2$$

Where  $\alpha$  and  $\beta$  denotes the bargaining power of each participants in project negotiation. And,  $\beta + \alpha = 1$ . The strategy can be determined by the first order condition.

$$\alpha [u_2(\gamma) - v_2] u_1'(\gamma) + \beta [u_1(\gamma) - v_1] u_2'(\gamma) = 0$$

## Empirical Study

To simplify the computation, we assumed a build–own–operate (BOO) project. This means that a private sponsor builds the facility and then owns and operates it infinitely. We collected the data from the pre–feasibility study (Bureau of Metropolitan Development of Kaohsiung City Government, 2004) of the Kaohsiung International Intelligence Free Port Project (hereinafter we call “the Project”) in Taiwan and applied it to the cooperative game model. This project has been proposed to ease the heavy traffic flow on the cross–harbor tunnel, linking Cijin and Kaohsiung City. Cijin, located southwest of Kaohsiung City across the sea, is a tourism destination in southern Taiwan known particularly for its seafood. Currently, the only way to move between Cijin and Kaohsiung City is by sea–faring vessels through the cross–harbor tunnel where the traffic is very heavy, especially on the weekends. The Project aimed to build an inter–port tramway, utilizing sightseeing cable cars between Cijin and Kaohsiung City to help offset the congestion on the seafaring vessels.

The solutions for the tripoly game model are presented in Tables 2 and 3. Table 2 shows the payoffs of the three parties at different levels of government subsidies while Table 3 gives the solutions for the decision variables. Figure 2 shows that SW of the project increased together with the government subsidy before it reached a maximum value when SUB ratio is 66.55%. It decreased thereafter. In addition, tariff of the ridership in the project decreased as the government subsidy increased. At the optimal solution, the project capacity was fully used, the tariff was NT\$76.27, debt ratio was 30.84%, and interest rate was 6.35%. The total social benefits under optimal government subsidies were 8.5 times greater compared to those of the no-subsidy case. These results imply that optimal government subsidy of the project exists. This is because the capacity of the project was used fully at the optimal solution. No passenger benefits can be created by additional government subsidies.

Table 1: Benefits of three parties with various government subsidy for the three-party game model

SUB	SB	TAX	FNPV	TB	INT
0	744.83	1305.27	0	2161.10	111.00
0.1	4171.73	1164.72	0	5335.72	100.47
0.2	7053.97	1024.23	0	7965.37	89.57
0.3	9693.72	883.75	0	10352.40	78.53
0.4	12187.44	743.29	0	12593.34	67.41
0.5	14580.77	602.83	0	14733.84	56.24
0.6	16899.60	462.37	0	16799.80	45.03
0.7	17472.20	422.09	46.72	17304.30	71.69
0.8	17472.20	407.75	154.02	17254.37	33.04
0.9	17472.20	432.02	245.26	17251.98	13.30
1.0	17472.20	434.28	335.93	17230.41	0.00

The solutions for the duopoly game model are presented in Tables 4 and 5. At the optimal solution, the tariff was NT\$76.26, debt ratio was 30.40%, and interest rate is 6.30%. The results showed that solutions for these two models are almost the same (Table 6). The results demonstrated that when negotiating PPI contracts, financial institutions have smaller bargaining power compared to the government and private investors. In conclusion, duopoly game can be used to find the optimal solutions for PPIs.

The total benefit equals to 17,265 Million NT\$ in optimization case and 2,051 Million NT\$ in base case of the two-party model. The total benefit increased about 8.5 times in value, proving that game models are useful in discovering the optimal value of the PPI projects. Similar results were found for three-party game model. An interesting finding is that debt ratio turned out to be 27.87% in two-party game model and 46.63% in three-party game

model, which is almost 2-fold. The interest rate also increased from 6.03% in two-party game model to 8.04% in three-party model.

### Discussions and Conclusion

While game model can be used to find the optimal solutions for negotiating PPI contracts, the type of the game is subject to the bargaining power among the participants. For the cable car project, we found that the public benefit has a dominant influence on the solutions of the game model whereas tariff plays an important role in determining the maximum public benefits. With the assumption of negative price elasticity of the demand for cable car, the number of passengers increases with lower tariff. When the capacity of the cable car facilities is fully utilized, the marginal benefits driven by government subsidies drop to zero and the total social welfare diminishes thereafter. Thus, total benefit of the PPI project reaches a maximum value.

We proposed a game model that includes the benefits of the three major PPI parties. The cable car project shows that total social benefits are greater under optimal government subsidies compared to those without subsidy. This is because government subsidies lower the tariff and increase ridership. The model focuses on the financial factors, including the government subsidy, tariff, debt ratio, and interest rate for PPI infrastructure projects.

Our model provides an effective approach to find optimal solutions and determine the major financial variables. Our research had certain limitations. We dropped financial institutes from the game model because their stakes in the total social benefit are small. In the duopoly game model, we did not give weights to the bargaining power of the two sides of the game. In addition, we did not consider political issues that may affect concession variables, such as tariff, the ceilings of which are more politically sensitive compared to general financial variables. Finally, we did not incorporate project risk into the model. Releasing these constraints would result in a more complicated game model and complex calculation.

### References

1. Elizabeth Bennett, Peter Grohmann, and Brad Gentry, 1999, "Public-Private Partnerships for the Urban Environment Options and Issues", PPPUE Working Paper Series Volume I.
2. Xiaote Deng, and Qizhi Fang, 2008, "Algorithmic Cooperative Game Theory", Pareto Optimality, Game Theory and Equilibria, Springer Optimization and Its Applications, Volume 17, pp.160-185.
3. Walid Saad, Zhu Han, Merouane Debbah, Are Hjørungnes, and Tamer Basar, 2009, Coalitional Game Theory for Communication Networks: A Tutorial, Information Theory, Computer Science and Game Theory.
4. D. Schmeidler, 1969, "The Nucleolus of a Characteristic Function Game", SIAM Journal of Applied Mathematics, Volume 17, pp.1163-1170.
5. Franz Hubert, 2006, Cooperative Game Theory.
6. Rober J. Aumann, and Michael Maschler, 1961, The Bargaining Set for Cooperative Games, Economic Research Program, Research Memorandum No.34.
7. Nimrod Megiddo, 1974, On the nonmonotonicity of the bargaining set, the kernel and the nucleolus of a game, SIAM J. APPL.MATH, Vol. 27, No.2.
8. Bhaskar Dutta, and Debraj Ray, 1989, A Consistent Bargaining Set, Journal of Economic Theory 49, pp.93-112.

**A-08**

# **Financial Analysis of OT in a New College Dormitory Projects**

Borliang Chen

Associate professor, Department of Civil  
Engineering, National United University

M. H. Chen

Department of Civil Engineering, National  
United University

## **Abstract**

The ministry of education urgent the authority of colleges adopting the BOT (Build-Operate-Transfer) approaches for campus development, especially for new college dormitories. In general, it is very difficult to meet the financial need of BOT investors for sole rent income of college dormitories. Hence, there is a need to find a new solution in stead of the BOT. OT (Operate-Transfer) is a possible option to substitute the BOT.

We establish a financial model to simulate the investment of an OT project of a new college dormitory. Three cases are considered in an empirical study of a new college dormitory of the National United University. The first case is assumed that total fund is from the college foundation. The second case is 50% of the funds from college foundation and 50% of the funds from bank loan. The third case is 100% of fund from the bank loan. All of the funds are recovered as a loyalty paid by the project company. The results demonstrate that OT is quite a possible solution which all the financial results seem promising. Only the payback period is 20 years which looks too long for common investors.

**Keyword:** BOT, OT, Financial Model

## **Introduction**

Tam [1] and McCowan, et al [2] show that BOT is very popular in last decade. Many governments in Asia like to adopt the BOT scheme for infrastructure constructions. The world bank [3] issues a handbook to provide a guideline for the investors to follow in doing their financial analysis of BOT projects. To calculate the financial feasibility, there are many works to do in advance, such as capital structure [4] and cost estimate [5] of the BOT projects. After the cost and revenue estimate, an analysis of financial feasibility indices become very important in order to demonstrate the feasibility of the BOT projects[6,7,8]. However, there is not that all projects are good for BOT scheme. Especially for those projects which profitability indices values are to hurdle rates. In those cases, some measures must be taken to enhance the financial indices. The projects are like railway projects, college dormitory projects, etc. An OT scheme is used in this study. OT means that building work is not

including in the contract. Less funding is required for investors in OT cases. The results could provide some insights for those who are interesting on BOT projects.

### Theoretical Framework

In order to analyze the financial feasibility of privatized projects, a sound financial model is very important. We establish a financial model to calculate the financial index of the projects. A cash flow is established by considering the cash outflow during construction stage and cash inflow during operation stage.

(1). Construction stage

The total construction cost, TPC, is shown in the equation below.

$$TPC = BC + EDC + IDC$$

Where TPC =Total project cost, BC=Base cost, EDC=the cost escalation during construction, and IDC=Interest during construction.

The base cost is calculated by the following equation.

$$BC_i = P_i \times BC$$

Where  $BC_i$ =the outlay of BC in the  $i$ th year of construction duration, and  $P_i$ =the percentage of construction progress in the  $i$ th year of construction duration.

$$BC = \sum_{i=1}^{C_d} BC_i \quad i = 1, C_d$$

Where  $C_d$ =the construction duration.

$EDC_i = 0$ . Because that the construction period is short, in general 1~2 years, the cost escalation is not considered in this study.

Interest during construction phase is shown as

$$IDC_j = (1 - \alpha) \times BC \times i_r \times \sum_{i=1}^j P_i \quad i = 1, j$$

Where  $\alpha$  is the rate of financial contribution of equity in BOT model, and the rate of financial contribution of fund of National United University in OT model.  $IDC_j$ =the outlay of IDC in the  $j$ th year of construction duration. And,  $i_r$ =the interest rate.

The total interest during construction phase is as follows:

$$IDC = \sum_{j=1}^{C_d} IDC_j \quad j = 1, C_d$$

In summary, the total project cost is shown below.

$$TPC_i = BC_i + EDC_i + IDC_i = BC_i + IDC_i$$

Where  $TPC_i$ =the outlay of TPC in the  $i$ th year of construction duration.

$A_i$  is the financial contribution of equity in BOT model and the rate of financial contribution of fund of National United University in OT model.

$$A_i = \alpha \times BC_i + IDC_i$$

## (2). Operation period

The annual cash income is shown as follows:

$$PB_k = PBIT_k = PBRT_k = RI_k - OMC_k$$

Where  $PB_k$ =the profit before interest or royalty and tax in the  $k$ th year of operation period,  $PBIT_k$ =the profit before interest and tax in the  $k$ th year of operation period,  $PBRT_k$ =the profit before royalty and tax in the  $k$ th year of operation period,  $RI_k$ =the rental income in the  $k$ th year of operation period,  $OMC_k$ =the operation and maintenance cost in the  $k$ th year of operation period, and  $PBIT$  stands for profit before interest and tax in BOT model and  $PBRT$  is profit before royalty and tax in OT model.

The debt is calculated in the following equation.

$$D_k = (1 - \alpha) \times BC \times \frac{i_r \times (1 + i_r)^{DRP}}{(1 + i_r)^{DRP} - 1}$$

Where  $D_k$ =the debt service to be paid in the  $k$ th year of operation period, and  $DRP$ =the debt repayment period.

The annual interest is

$$INT_k = D_k \times (1 + i_r)^{-(DRP - k + 1)}$$

Where  $INT_k$ =the interest to be paid in the  $k$ th year of operation period.

The depreciation is calculated by assuming straight line depreciation.

$$DEP_k = \frac{BC - SAL}{O_p}$$

The taxes for BOT cases is then calculated by the following

$$TAX_{k,BOT} = (PB_k - INT_k - DEP_k) \times t_i$$

Where  $TAX_{k,BOT}$ =tax in BOT model in the  $k$ th year of operation period, and  $t_i$ =the rate of income tax in the  $k$ th year of operation period.

The taxes for OT cases is then calculated by the following

$$TAX_{k,OT} = (PB_k - RYT_k) \times t_i$$

Where  $TAX_{k,OT}$ =tax in OT model in the  $k$ th year of operation period, and  $RYT_k$ =the royalty to be paid in the  $k$ th year of operation period.

The debt service to be paid for college is shown in the following equation.

$$RYT_k = RYT1_k + RYT2_k$$

where  $RYT1_k = D_k$ ,  $RYT1_k$ =the debt service to be paid for school sector in the  $k$ th year of operation period.

$$RYT2_k = (1 - \alpha) \times \frac{b_r \times (1 + b_r)^{O_p}}{(1 + b_r)^{O_p} - 1} \times \sum_{i=1}^{C_p} BC_i \times (1 + b_r)^{C_p - i}$$

Where  $RYT2_k$ =the royalty to be paid in the  $k$ th year of operation period, and  $b_r$ =B bond rate.

The annual net income for BOT cases is

$$NIC_{k,BOT} = PB_k - D_k - TAX_k$$

Where  $NIC_{k,BOT}$ =net income in BOT model in the kth year of operation period.

The annual net income for OT cases is

$$NIC_{k,OT} = PB_k - RYT_k - TAX_k$$

$NIC_{k,OT}$ =net income in OT model in the kth year of operation period.

### (3). Financial feasibility indices

There are NPV, IRR, PI, PB, DPB, DSCR, and ROE to serve as the financial feasibility indices for the BOT or OT projects.

The NPV is shown as

$$NPV_{BOT} = \sum_{i=1}^{C_d} \frac{TPC_i}{(1+d_r)^i} + \sum_{k=1}^{O_p} \frac{NIC_{k,BOT}}{(1+d_r)^{k+C_d}}$$

Where  $NPV_{BOT}$ =Net present value for BOT model.

$$NPV_{OT} = \sum_{k=1}^{O_p} \frac{NIC_{k,OT}}{(1+d_r)^k}$$

Where  $NPV_{OT}$ =Net present value for OT model.

The IRR is calculated by the following equation.

$$f(IRR)_{BOT} = \sum_{i=1}^{C_d} \frac{TPC_i}{(1+IRR_{BOT})^i} + \sum_{k=1}^{O_p} \frac{NIC_{k,BOT}}{(1+IRR_{BOT})^{k+C_d}} = 0$$

Where  $IRR_{BOT}$ =Internal rate of return for BOT model.

$$f(IRR)_{OT} = \sum_{k=1}^{O_p} \frac{NIC_{k,OT}}{(1+IRR)^{k+C_d}} = 0$$

Where  $IRR_{OT}$ = Internal rate of return for OT model.

The profitability index is shown as

$$PI_{BOT} = \frac{\sum_{k=1}^{O_p} \frac{NIC_{k,BOT}}{(1+d_r)^{k+C_d}}}{\sum_{i=1}^{C_d} \frac{TPC_i}{(1+d_r)^i}}$$

Where  $PI_{BOT}$ =profitability index for BOT model.

$$PI_{OT} = \frac{\sum_{k=1}^{O_p} \frac{NIC_{k,OT}}{(1+d_r)^{k+EIP}}}{\sum_{k=0}^{EIP} \frac{NIC_{k,OT}}{(1+d_r)^k}}$$

Where  $PI_{OT}$ =profitability index for OT model, and EIP represents the end of the investment period; it is the period (year) before the project begins to generate positive cash flow.

The pay back period is found in the equation

$$\sum_{i=1}^{C_d} TPC_i + \sum_{k=1}^K NIC_{k,BOT} = 0 \quad K = PB_{BOT}$$

Where  $PB_{k,BOT}$ =payback for BOT model.

$$\sum_{k=1}^K NIC_{k,OT} = 0 \quad K = PB_{OT}$$

Where  $PB_{k,OT}$ =payback for OT model.

The discount pay back period is found in the equation

$$\sum_{i=1}^{C_d} \frac{TPC_i}{(1+d_r)^i} + \sum_{k=1}^{K'} \frac{NIC_{k,BOT}}{(1+d_r)^{k+C_d}} = 0 \quad K' = DPB_{BOT}$$

Where  $DPB_{k,BOT}$ =discounted payback for BOT model.

$$\sum_{k=1}^{K'} \frac{NIC_{k,OT}}{(1+d_r)^k} \quad K' = DPB_{OT}$$

Where  $DPB_{k,OT}$ =discounted payback for OT model.

The debt service coverage ratio is

$$DSCR_{k,BOT} = \frac{PBIT_k}{D_k}$$

Where  $DSCR_{k,BOT}$ =debt service coverage ratio for BOT model.

$$DSCR_{k,OT} = \frac{PBRT_k}{RYT1_k}$$

Where  $DSCR_{k,OT}$ =debt service coverage ratio for OT model.

The return on equity is shown as follows:

$$ROE_{k,BOT} = \frac{NIC_{k,BOT}}{\sum_{i=1}^{C_d} A_i}$$

Where  $ROE_{k,BOT}$ =return on equity for BOT model.

$$ROE_{k,OT} = \frac{NIC_{k,OT}}{\sum_{k=0}^{EIP} NIC_{k,OT}}$$

Where  $ROE_{k,OT}$ =return on equity for OT model, and The k in the numerator is always greater than EIP

### Empirical study- stage 1: the financial feasibility study of BOT scheme

We adopt the college dormitory of National United university as a case study. The fundamental assumption are shown as follows

Item	Details	Remark
Concession period	40	
Construction duration	2	
Operation period	38	
Inflation rate	2%	
Income tax	25%	

Business tax	5%	
Rate of equity	30%	
Rate of debt	70%	
Interest rate	5%	
Grace period of debt	2	Repay interest during construction.
Debt repayment period	15	Repay debt service.
Discount rate	10%	Capital cost of equity.

## The data for Project Cost

Item	Cost (NTD)	Remark
A. Direct cost		
Building structure	323,125,000	Unit price : NTD 47,000 Total area:6,875 坪
Upholstery	34,375,000	Unit price : NTD 5,000 Total area : 6,875 坪
Electromechanical devices	55,000,000	Unit price : NTD 8,000 Total area : 6,875 坪
Landscape	6,875,000	Unit price : NTD 1,000 Total area : 6,875 坪
subtotal	419,375,000	
B. Indirect cost		
Project management fee	6,290,625	Direct cost×1.5%
Boring test and survey fee	1,500,000	
Planning fee	6,290,625	Direct cost×1.5%
Construction management fee	4,193,750	Direct cost×1.0%
subtotal	18,275,000	
Base cost	437,650,000	
C. Insurance	3,355,000	Direct cost×0.4%
D. Establishment charge	2,188,250	Base cost×0.5%
E. Royalty of development	1,000,000	
F. Rent of land	27,458	
<b>Total</b>	<b>444,220,708</b>	

## The data for debt

Construction period	1 <sup>st</sup> year	2 <sup>nd</sup> year	Total
Percentage of progress	60%	40%	100%
Cost (NTD)	266,594,179	177,626,529	444,220,708

Debt (NTD)	186,615,925	124,338,570	310,954,496
Interest (NTD)	9,330,796	15,547,725	24,878,521

## The data for Rental income

Item	Rent (NTD)	Remark
A.Student dormitory		
Single room	6,209,910	Rent : 4,500(NTD/per bed per month) ; Num of bed : 140(bed) ; Rate of rent : 98.57% ; Num of month : 10(month per year)
Double bedroom	17,760,600	Rent : 3,000(NTD/ per bed per month) ; Num of bed : 600(bed) ; Rate of rent : 98.67% ; Num of month : 10(month per year)
Quad room	10,724,416	Rent : 1,600(NTD/ per bed per month) ; Num of bed : 680(bed) ; Rate of rent : 98.57% ; Num of month : 10(month per year)
subtotal	34,694,926	
B.Student convenient facilities		
Canteen	3,510,000	Rent : 650(NTD/坪-月) ; Total area : 450(坪) ; Rate of rent : 100% ; Num of month : 12(month per year) ◦
Convenience	2,925,000	Rent : 650(NTD/坪-月) ; Total area : 375(坪) ; Rate of rent : 100% ; Num of month : 12(month per year) ◦
subtotal	6,435,000	
<b>Total</b>	<b>41,129,926</b>	Inflate per year under the rate of 2%

The data for Operation and maintenance cost at the 1<sup>st</sup> of the concession period:

Item	Cost (NTD per yr)	Remark
Payload	2,160,000	Salary : 20,000(NTD/per person per month) ; Inflate rate2% ; Num of people : 8 ; Num of month : 13.5(month per year)
Utility fee	411,299	Annual operation income×1%
Building maintenance fee	629,063	Direct cost×0.15%
Other fee	308,474	Annual operation income×0.75%
House Tax	1,523,353	House value×3%×50%(former 5 yrs of concession) House value×3%(after the 5 <sup>th</sup> year of concession)
Land Value Tax	0-	Tax free
Land rent	41,188	Land worth : 1,372,920 ;
Insurance	1,682,750	1. property insurance 2. Public accident insurance 3. Personnel insurance
Operation royalty	411,299	Annual operation income×1%(fixed rate)
Business Tax	2,056,496	Annual operation income×5%
Total	9,223,921	<u>Increase irregularly</u>

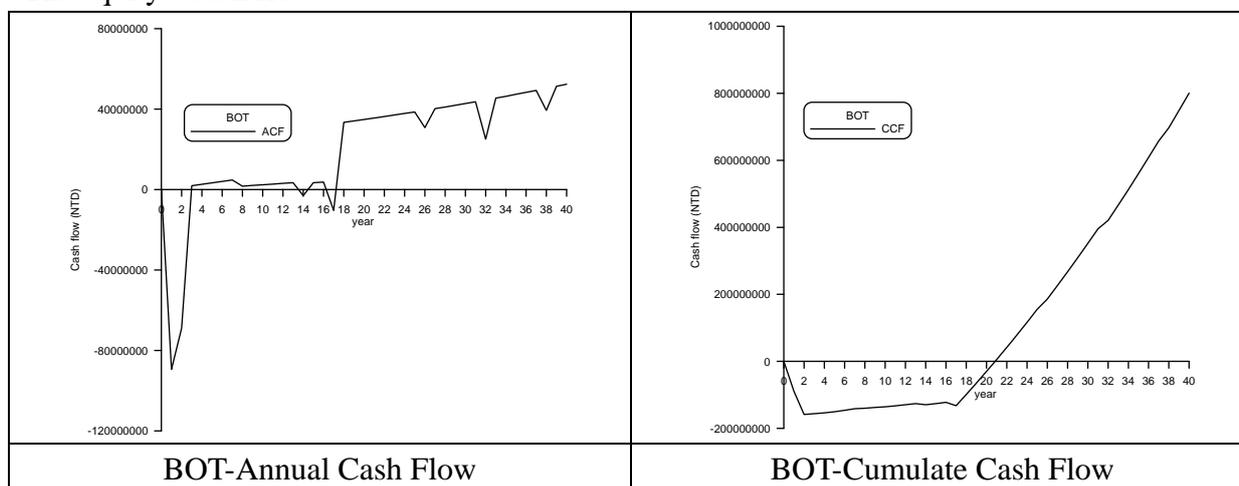
The data for replacement.

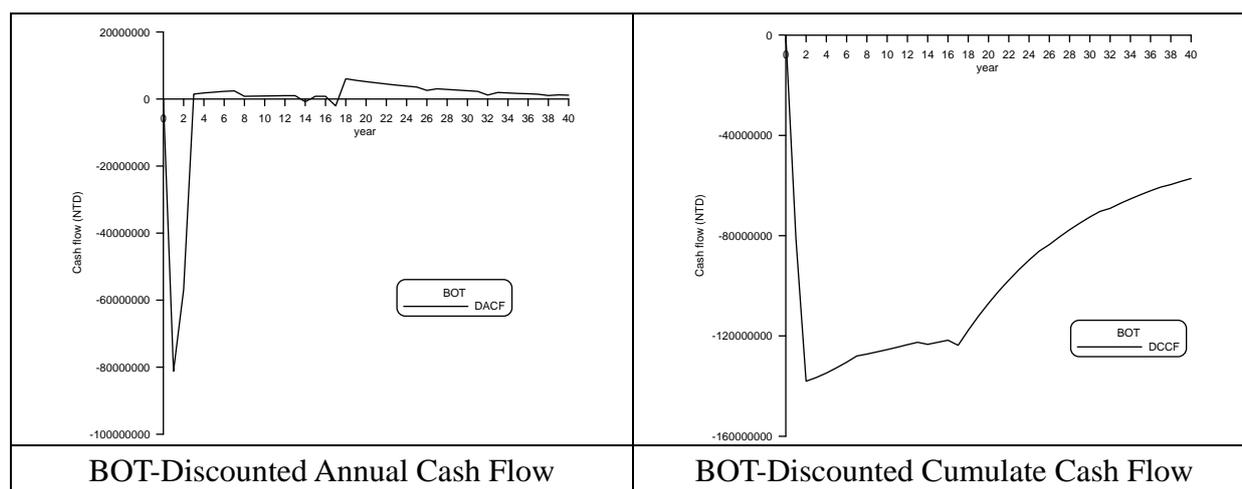
Item	Cost of refitting (NTD)	The year of refitting
Room finishing (Rate of refitting 20%)	8,984,406	14 <sup>th</sup> of concession
	11,129,168	26 <sup>th</sup> of concession
	13,785,929	38 <sup>th</sup> of concession
Electromechanical devices (Rate of refitting 25%)	18,956,698	17 <sup>th</sup> of concession
	24,773,044	32 <sup>nd</sup> of concession

The data for depreciation

Item	Amount	Remark
Building structure	6,462,500	Construction cost : 323,125,000 ; Life length : 50 ; Salvage : 77,550,000. (3 <sup>rd</sup> ~40 <sup>th</sup> of concession)
Room finishing	2,864,583	Construction cost : 34,375,000 ; Life length : 12 ; Salvage : 0. (3 <sup>rd</sup> ~14 <sup>th</sup> of concession)
Electromechanical devices	3,666,667	Construction cost : 55,000,000 ; Life length : 15 ; Salvage : 0. (3 <sup>rd</sup> ~17 <sup>th</sup> of concession)
Establishment charge	1,312,950	Establishment*60%. (3 <sup>rd</sup> of concession)
	875,300	Establishment*40%. (4 <sup>th</sup> of concession)

The equity's cash flow





The financial feasibility indices

Index	NPV	IRR	PI	PB	DPB	ADSCR	AROE	EIP*
BOT	-57,210,989	7.34%	0.59	22	-	1.15	16%	2

BOT model is not feasible because NPV is less than zero, IRR doesn't match the capital cost of equity, PI is less than one and DPB is over the concession period.

## Empirical study- stage 2: the financial feasibility study of OT scheme

Project cost in OT model

Item	Cost (NTD)	Remark
<b>D. Direct cost</b>		
Building structure	323,125,000	Unit price : NTD 47,000 Total area:6,875 ping(坪)
Upholstery	34,375,000	Unit price : NTD 5,000 Total area : 6,875 ping(坪)
Electromechanical devices	55,000,000	Unit price : NTD 8,000 Total area : 6,875 ping(坪)
Landscape	6,875,000	Unit price : NTD 1,000 Total area : 6,875 ping(坪)
subtotal	419,375,000	
<b>E. Indirect cost</b>		
Project management fee	6,290,625	Direct cost×1.5%
Boring test and survey fee	1,500,000	
Planning and design fee	6,290,625	Direct cost×1.5%
Construction management fee	4,193,750	Direct cost×1.0%
subtotal	18,275,000	
Base cost	437,650,000	

F. Insurance	3,355,000	Direct cost×0.4%
G. Establishment charge	2,188,250	Base cost×0.5%
<b>Total</b>	<b>443,193,250</b>	

There are two items of project cost include in BOT model but not in OT model, the Royalty of development and Rent of land. The financial funding are from the fund of National United University & the bank. We study five scenarios.

Source	Rate of financial contribution from the fund of NUU	Rate of subsidy from the fund of NUU	Rate of Financial contribution from the bank
Scenario 1	100%	0%	0%
Scenario 2	50%	0%	50%
Scenario 3	0%	0%	100%
Scenario 4	10%	0%	90%
Scenario 5	0%	10%	90%

Annual financial contribution from the fund of National United University during construction

Construction period	1st year (NTD)	2nd year (NTD)	Total (NTD)
Percentage of progress	60%	40%	100%
Scenario 1	265,580,450	177,612,800	443,193,250
Scenario 2	132,790,225	88,806,400	221,596,625
Scenario 3	0	0	0
Scenario 4	26,558,045	17,761,280	44,319,325
Scenario 5	0	0	0

Annual financial contribution from the bank during construction

Construction period	1st year (NTD)	2nd year (NTD)	Total (NTD)
Percentage of progress	60%	40%	100%
Scenario 1	0	0	0
Scenario 2	132,790,225	88,806,400	221,596,625
Scenario 3	265,580,450	177,612,800	443,193,250
Scenario 4	239,022,405	159,851,520	398,873,925
Scenario 5	239,022,405	159,851,520	398,873,925

Annual interest contribution from the fund of National United University during construction

Construction period	1st year (NTD)	2nd year (NTD)	Total (NTD)
Scenario 1	0	0	0
Scenario 2	7,967,414	13,295,798	21,263,212
Scenario 3	15,934,827	26,591,595	42,526,422
Scenario 4	14,341,344	23,932,436	38,273,780
Scenario 5	14,341,344	23,932,436	38,273,780

Annual royalty payment for the concessionaire during concession period.

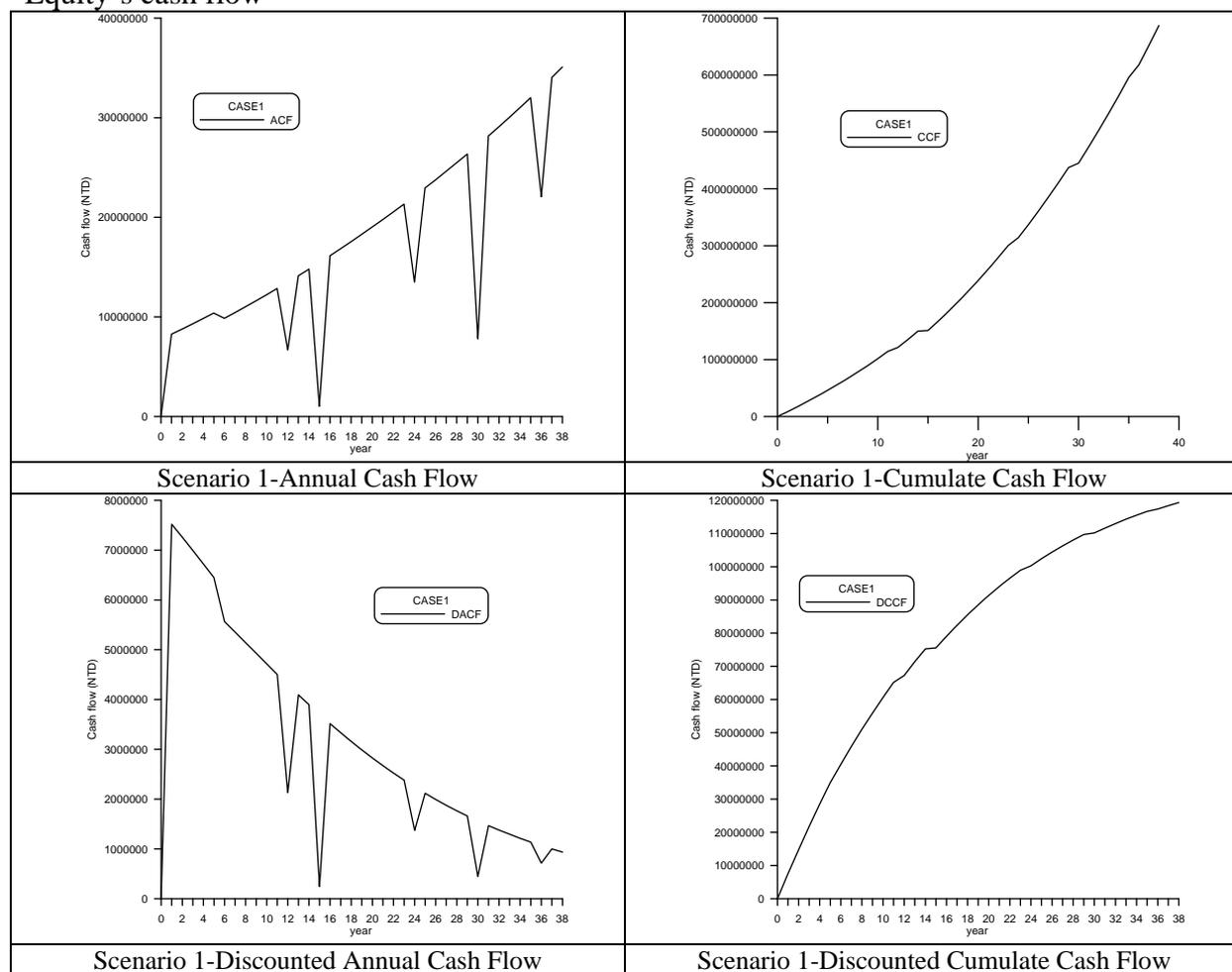
	Royalty1 (NTD per year)	Royalty2 (NTD per year)	Total (NTD per year)
Scenario 1	0	20,876,306	20,876,306
Scenario 2	22,816,201	11,432,572	34,248,773
Scenario 3	45,632,402	1,988,838	47,621,240
Scenario 4	41,069,162	3,877,585	44,946,747
Scenario 5	41,069,162	1,789,954	42,859,116
Remark	Royalty1: Payment for debt service. Royalty2: Payment for the fund of NUU.		

At operation stage, the profit before royalty and tax at the 1<sup>st</sup> of the concession period:

Item	Amount at the 1 <sup>st</sup> year (NTD)	Remark
Rental income	41,129,926	Inflate per year under the rate of 2%
Operation & maintenance cost	9,223,921	<u>Increase irregularly</u>

Scenario 1: Full of the financial contribution from the fund of NUU.

Equity's cash flow



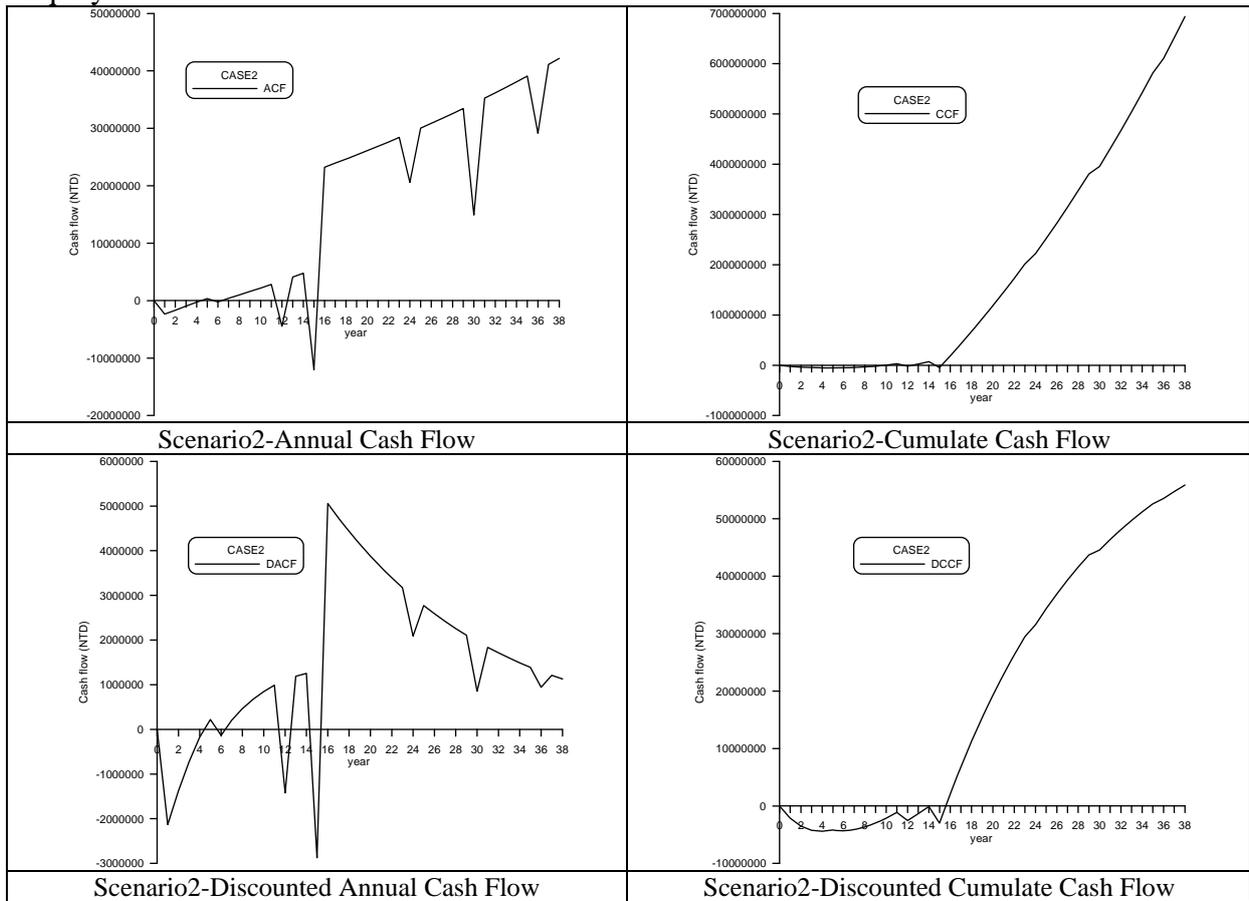
The financial feasibility indices

Index	NPV	IRR	PI	PB	DPB	DSCR	ROE	EIP*
Numerical value	119,298,394	-	-	-	-	-	-	-

1. Cash flow is positive every year in the concession period.
2. Rental income at the end of each period (year) can totally cover all the operation cost invested at the beginning of the period.

Scenario2: Half of the financial contribution from the fund of NUU and the other half from the bank.

Equity's cash flow

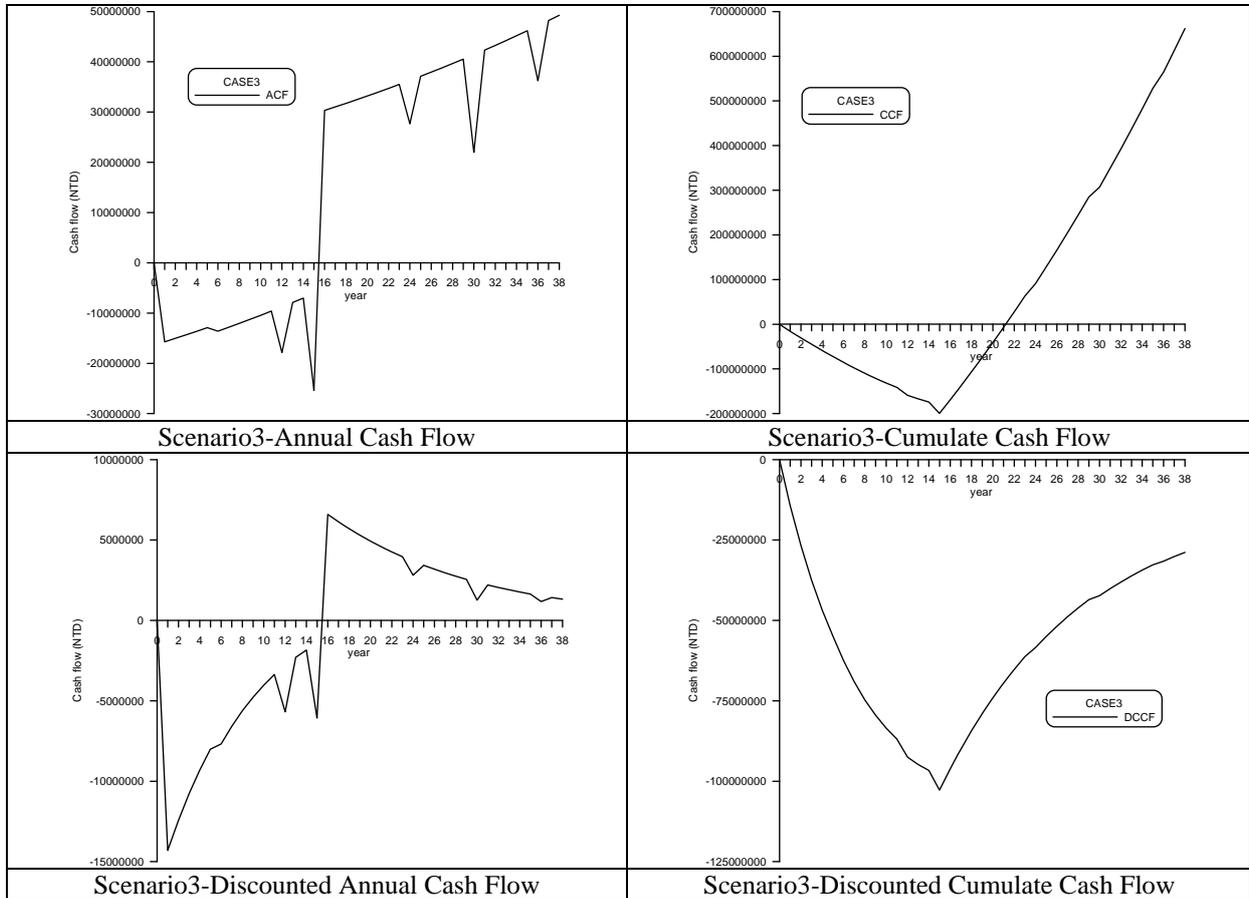


The financial feasibility indices

Index	NPV	IRR	PI	PB	DPB	DSCR	ROE	EIP*
Numerical value	55,870,787	26.51%	13.71	10	16	1.00	394%	4

Scenario3: Full of the financial contribution from the bank.

Equity's cash flow

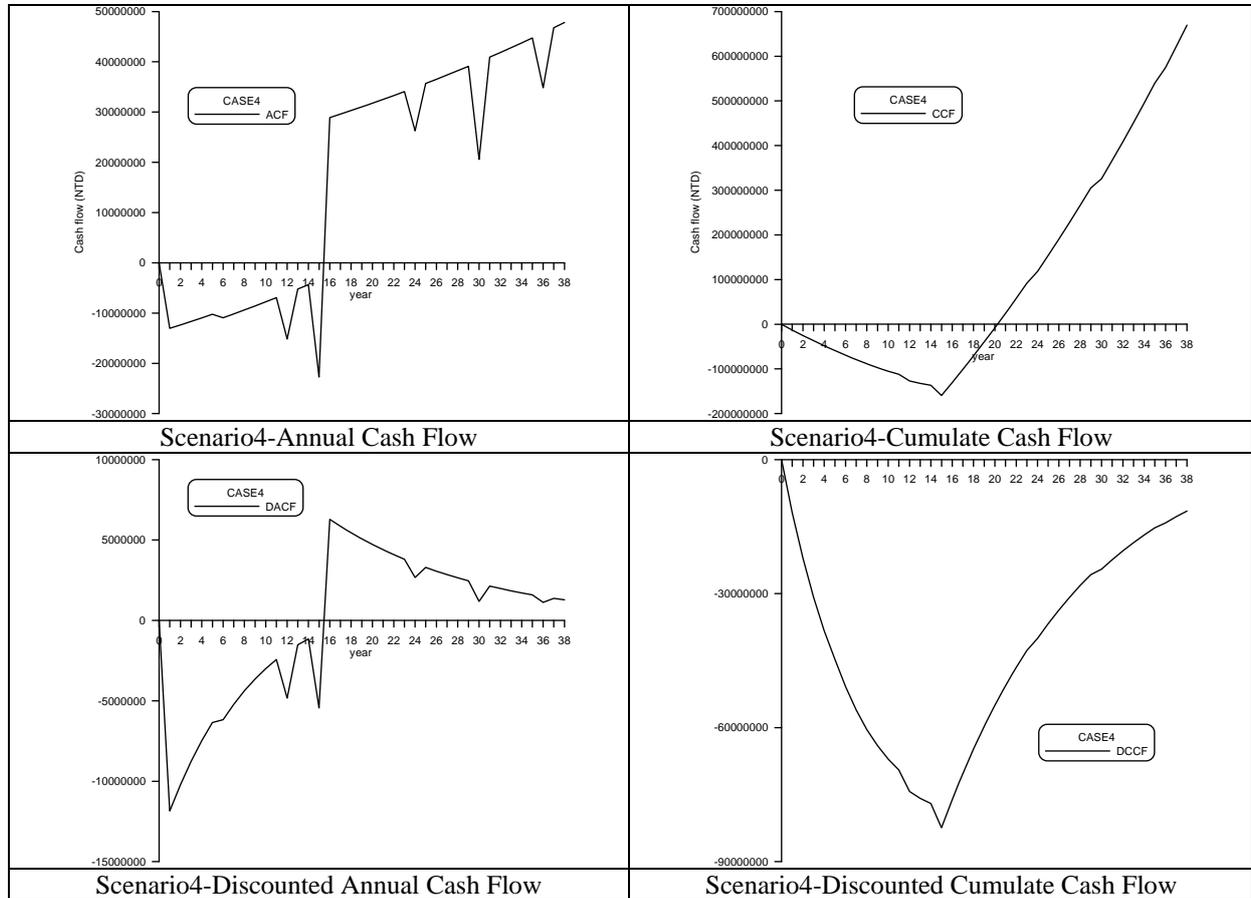


The financial feasibility indices

Index	NPV	IRR	PI	PB	DPB	DSCR	ROE	EIP*
Numerical value	-28,831,068	8.00%	0.72	22	-	0.71	19%	15

Scenario4: 10% of the financial contribution from the fund of NUU and 90% from the bank

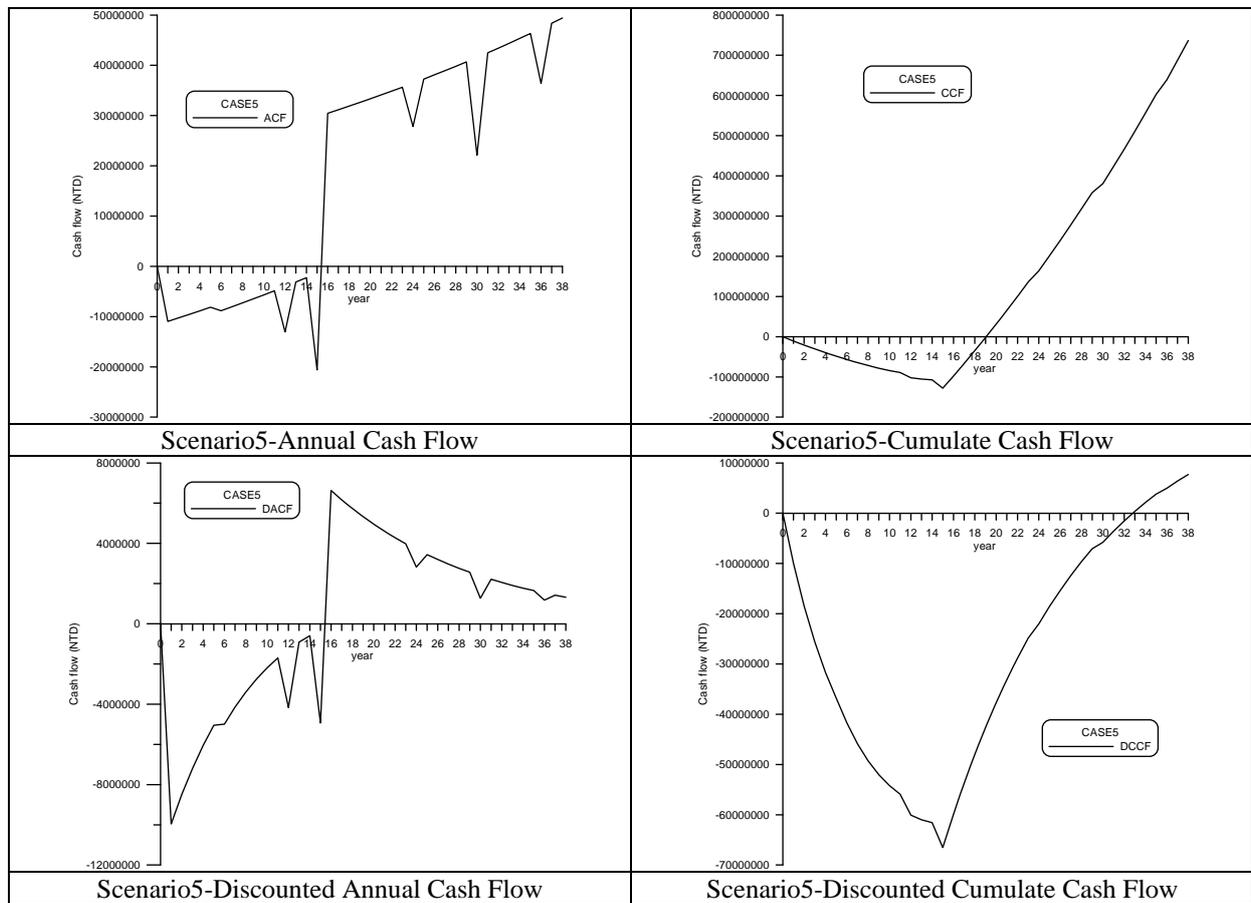
Equity's cash flow



The financial feasibility indices

Index	NPV	IRR	PI	PB	DPB	DSCR	ROE	EIP*
Numerical value	-11,501,075	9.08%	0.86	21	NA	0.74	23%	15

Scenario5:10% subsidy from the fund of NUU and 90% of the financial contribution from the bank.



The financial feasibility indices

Index	NPV	IRR	PI	PB	DPB	DSCR	ROE	EIP*
Numerical value	7,707,232	10.68%	1.12	20	33	0.79	29%	15

We summarize the final results as below.

Index	NPV	IRR	PI	PB	DPB	ADSCR	AROE	EIP*
Scenario1	119,298,394	-	-	-	-	-	-	-
Scenario2	55,870,787	26.51%	13.71	10	16	1	394%	4
Scenario3	-28,831,068	8.00%	0.72	22	-	0.71	19%	15
Scenario4	-11,501,075	9.08%	0.86	21	-	0.74	23%	15
Scenario5	7,707,232	10.68%	1.12	20	33	0.79	29%	15
BOT	-57,210,989	7.34%	0.59	22	-	1.15	16%	2

## Conclusions

By the financial analysis of college dormitory of NUU seems financial infeasible for BOT scheme. Hence, some measures are required for improving the financial status of the project. One of the improvement measure is to adopt the OT scheme instead of BOT scheme. The results are quit well. Five scenarios are considered to investigate the financial feasibility of OT projects. The scenarios 1, 2 and 5 are financial feasible to investors. In case to consider the pay back year, the scenario 5 is very likely to eliminate for  $PY = 22$  years. Scenario 1 and Scenario 2 show that all of financial indices are very attractive for investors. We believe if a careful arrangement of financial plan can further improve the financial status of the projects.

## References

- [1]. C. M. Tam, 1999, "Build-operate-transfer model for infrastructure development in Asia: reasons for successes and failures", *International Journal of Project Management*, Vol. 17, No.6, pp.377-382.
- [2]. McCowan, A.K. and Mohamed, S., 2002, "Evaluation of build-operate-transfer (BOT) project opportunities in developing countries". *Proc. of the 1<sup>st</sup> Int. Conf. on Creating a Sustainable Construction Industry in Developing Countries*, November, South Africa, 377-386.
- [3]. "Handbook on Economic Analysis of Investment Operations", Operations Policy Dept., World Bank.1996.
- [4]. Sandalkhan Bakatjan, Metin Arikan, 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.
- [5]. G. H. Kim, S. H. An, K I. Kang, 2004, "Comparison of construction cost estimating models based on regression analysis, neural networks, and case based reasoning", *Building and Environment*, 39, pp.1235-1242.
- [6]. Xueqing Zhang, 2005, "Financial Viability Analysis and Capital Structure Optimization in Privatized Public Infrastructure Projects", *Journal of Construction Engineering and Management*, Vol. 131, No.6, pp. 656-668.
- [7]. W. L. Winston, 2001, "Financial Models Using Simulation and Optimization II – Investment Valuation, Options Pricing, Real Options & Product Pricing Models", Published by Palisade Corporation, Newfield, NY.
- [8]. L. Y. Shen, H. Li, and Q. M. Li, 2002, "Alternative Concession Model for Operate Transfer Contract Projects.", *Journal of Construction Engineering and Management*, Vol. 128, No. 4. pp. 326-330.

## A-09

# BOT 計畫案選擇權價值

陳博亮  
聯合大學土木與防災  
工程學系副教授

林冠宇  
聯合大學土木與防災  
工程學系研究生

賴洲燕  
聯合大學土木與防災  
工程學系研究生

熊慧娟  
聯合大學土木與防災  
工程學系講師

### 摘要

BOT 模式在國際上已成為各國政府促進國家經濟發展之重要手段。大型 BOT 案常具備高風險投資變數，包括政治與經濟不穩定、社會、科技及非財務因子等，均會顯著影響這種長期的投資案。尤其，計畫階段之專案財務計畫評估，有關風險及機率兩項因子，應特別予以重視，以分散風險、降低風險、進而控制風險。本研究對於 BOT 專案財務計畫評估、二項式定價公式及選擇權之應用，配合研究案例與結論，說明計畫階段財務計畫評估考量重點，期望建構一個具彈性與權變的模式，量化傳統資本評價模式所忽略的營運彈性價值，並借由選擇權之應用及對政府之談判，事先取得明確有利的營運彈性，確保投資獲利之目的。

**關鍵詞：**CRR 模式、實質選擇權

### 第一章 前言

BOT 模式公共建設大多有投資金額大、計畫年期長、風險因子眾多、投資不可分割等特色，且私部門風險承擔能力比較薄弱。因此，必須由公私部門透過協商機制來共同擬定合理的契約設計，讓投資人擁有營運彈性的自主權。但過去缺乏估算此營運彈性合理價值之依據。BOT 計畫之投資價值，隱含著民間內部管理效能的選擇權價值，且存在著很大的不確定性。無法配合市場變化對財務計畫作彈性的修正，可能使投資人喪失投資機會或輕忽營運風險。本研究擬用 CRR 模式分析 BOT 案之選擇權價值，期望建構一個具彈性與權變的模式，量化傳統資本評價模式所忽略的營運彈性價值。

本研究利用熊慧娟(2007)所建立之專案財務分析模型(PFEM)，由 PI 指標評估專案可行性，另利用敏感度分析求得關鍵因子。再給定因子條件及機率進行蒙特卡羅模擬，結合 CRR 模式及選擇權價值理論，求得最適投資組合及最適投資時機，並算出不同投資組合之選擇權價值。

本研究基本假設參數值資料來源為：中台開發股份有限公司之投資開發計畫書及與該公司負責人訪談之記錄。另礙於商業機密，詳細資料來源簡述如下表：

## 基本假設、參數相關數據表

資料來源：本研究彙整

<b>I.特許年期</b>		
項目	內容	備註
特許年	40 年	契約條件
興建期	2 年	契約條件
營運期	38 年	契約條件
寬限期	2 年	給定值
償還期 A-建物	20 年	給定值
償還期 B-設備	10 年	給定值
償還期 C-週轉金	2 年	給定值
<b>II.出資比及報酬率</b>		
項目	內容	備註
股東總出資比	51.792%	給定值
銀行總出資比	48.208%	給定值
股東權益報酬	10%	給定值
銀行貸款利率	5%	給定值
折現率 WACC	7.59%	求得數據(計算 SLR 用)
銀行出資比 A-建物	65%	給定值
銀行出資比 B-設備	50%	給定值
銀行出資比 C-週轉金	26.67%	給定值
股東出資金額	新台幣 431,054,235 元	
銀行融資金額	新台幣 401,232,865 元	
總投資金額	新台幣 832,287,100 元	
<b>III.假設參數</b>		
項目	內容	備註
通貨膨脹率	2.30%	(2006-09)平均值
重置比率	25%	給定值
建物使用年限(折舊)	40 年	折舊年限=特許年
設備使用年限(重置)	7 年	給定值
建物及設備殘值	0	給定值
<b>IV.營運期間參數</b>		
項目	內容	備註
葡萄酒年產量	2500000 瓶/年	給定值
廣告費占銷貨收入比率	5%	給定值
銷貨率	<b>90%</b>	給定值

V.稅務參數		
項目	內容	備註
營利事業所得稅	25%	促參法-前五年免稅
加值型營業稅	5%	放在營運成本
房屋稅 (縣府所有權本項略)	3%	3%~5%前五年減半

## 第二章 理論基礎與模式建構

### 2.1 PFEM 財務評估模式

本研究利用熊慧娟(2007)所建立之專案財務評估模型(PFEM)為本研究基礎財務分析模式。常用之評估指標計有淨現值 NPV(Net Present Value)、內部報酬率 IRR(Internal Rate of Return)、平均債務償還率(Average Debt Service Coverage Ratio)、平均利息保障倍數(Average Times Interest Earned)、平均總資產報酬率 AROA(Average Return On Assets)與平均股東權益報酬率(Average Return On Equity)等六種。

### 2.2 敏感度分析

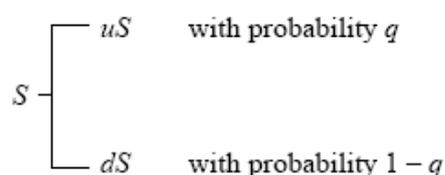
敏感度分析乃是將各風險評估因子加以一定範圍變動後，由該因子界定變動範圍內的不同值來產生預測的現金流量，再觀察現金流量對評估因子變動的敏感性，即計算因子變動所對投資計畫獲利能力的影響。

### 2.3 蒙地卡羅模擬

敏感度分析及情境分析，均為間斷型的風險分析，蒙地卡羅模擬進一步提供連續型的動態情境分析，更精確的分析風險特性，其結果非單一數值，而是預期報酬的機率分配。其主要目的是檢測在無其他資訊的狀況下，隨機變數如何影響系統模式之敏感度、評估績效或穩定度。

### 2.4 CRR 模式

假設股票價格遵循二項式倍數的離散時間過程，則每個時期可能得到的報酬率有兩個： $u-1$  的機率  $q$ ，或是  $d-1$  的機率  $1-q$ 。因此，如果目前的股票價格是  $S$ ，期末時股票價格將會是  $uS$  或  $dS$ 。可以用下圖描繪這樣的變動。



假定利率是常數，模式裡沒有任何稅收、交易成本，或保證金的要求。

$r$  表示一期後的  $1+$ 無風險利率，令  $u > r > d$ 。為了解如何定價賣權，用最簡單的情況：到期日只有一期。 $C$  為買權的現值，若股票價值為  $uS$  則買權的期末價值為  $C_u$ ，若股票價值為  $dS$  則買權的期末價值為  $C_d$ 。因為買權現在只剩下一期，我們知道合約的期限及一個合理的行使策略  $C_u = \max[0, uS - K]$  與  $C_d = \max[0,$

$dS - K]$ 。

$$C \begin{cases} C_u = \max[0, uS - K] & \text{with probability } q \\ C_d = \max[0, dS - K] & \text{with probability } 1 - q \end{cases}$$

假設一個投資組合包含  $\Delta$  的股票股權和金額  $B$  的無風險債券。成本為  $\Delta A + B$ 。在期末的時候，這個投資組合的價格為：

$$\Delta S + B \begin{cases} \Delta uS + rB & \text{with probability } q \\ \Delta dS + rB & \text{with probability } 1 - q \end{cases}$$

可以選擇任何的  $\Delta$  和  $B$ ，並假設與投資組合及賣權的期末價值相等。

$$\Delta uS + rB = C_u$$

$$\Delta dS + rB = C_d$$

求解這些方程式，會得到

$$\Delta = \frac{C_u - C_d}{(u - d)S}, \quad B = \frac{uC_d - dC_u}{(u - d)r}$$

包含  $\Delta$  和  $B$  的這種選擇方式，我們稱為套利的投資組合。

如果一個套利方案，銷售額超過  $\Delta S + B$  但不超過  $S - K$ ，這是套利的利潤來源。如果現在不行使這個權力，將能得到  $\Delta S$  的股票和  $B$  的債券收益，如果行使這個權力，能得到  $S - K$  的收益。

總結上述，可以得到以下的結論：如果有無風險的套利機會，會成為

$$C = \Delta S + B = \frac{C_u - C_d}{u - d} + \frac{uC_d - dC_u}{(u - d)r} = \left[ \left( \frac{r - d}{u - d} \right) C_u + \left( \frac{u - r}{u - d} \right) C_d \right] / r$$

如果這個值大於  $S - K$ ，並且  $C = S - K$  不成立。

方程式(2)可以簡化成

$$p \equiv \frac{r - d}{u - d} \quad \text{and} \quad 1 - p \equiv \frac{u - r}{u - d}$$

可以得

$$C = [pC_u + (1 - p)C_d] / r$$

另  $p \equiv (r - d)/(u - d)$  永遠都是大於零小於壹，股票的期望報酬利率就是無風險利率，所以

$$q(uS) + (1 - q)(dS) = rS$$

$$q = (r - d)/(u - d) = p$$

因此，買權的期望回收報酬率必定和套利的投資組合相同。可以表示為  $\Delta \geq 0$  和  $B \leq 0$ ，所以套利的投資組合相當於在股票的特殊槓桿平衡方法。

### 第三章 實證案例

#### 3.1 案例介紹-埔里籃城觀光酒廠

本案申請基地位置位於南投縣埔里鎮北側梅溪河畔，為籃城段 281 等地號，縣府土地 5 公頃餘、私有土地 1.34 公頃合計 6.35 公頃。

#### 3.2 實證研究步驟說明

1. 建構 PFEM 財務評估模式並計判讀專案可行性及其財務特性。
2. 利用敏感度分析方法，求得專案關鍵因子。
3. 利用蒙地卡羅模擬計算求得專案期望值及標準差。
4. 各方案規模設定並重複步驟 1 至步驟 3，計算各方案規模之期望值及標準差。藉由 CRR 模式計算各方案上揚、下跌之機率，展開各方案規模之機率及指標值。
5. 設定各方案規模擴建方式，利用情境模擬方法套入各案規模擴建方式並比較分析。
6. 利用實質選擇權理論，求得最適規模及最適投資時機。

#### 3.3 實證分析

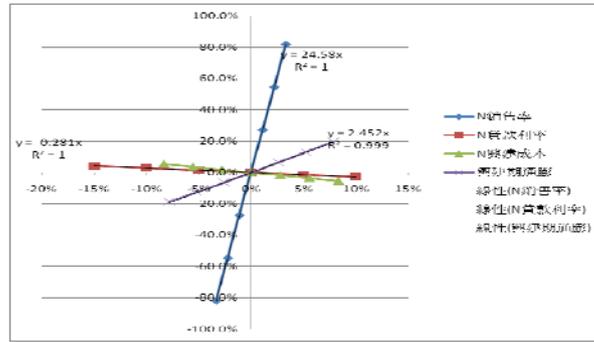
- 一、建立原始規模(Base case)，用 PFEM 模式，評估六大財務指標，算出回本年並畫出現金流量圖，初步評估 Base case 之可行性。
- 二、由原始規模(Base case)再細分為 1/2 規模及 2 倍規模共三種。同樣用 PFEM 模式，評估六大財務指標，算出回本年並畫出現金流量圖，初步評估三種個案之可行性。

各方案之現金流量圖彙整總表

	基本案(原始規模)	1/2 規模	2 倍規模
BC	822,512,100	543,020,590	1,288,619,360
NPV	337,253,368	244,927,206	518,792,148
IRR	15.32%	16.28%	15.03%
ADSCR	7.475	7.654	7.357
ATIE	49.085	50.046	49.197
AROA	19.698%	19.311%	20.482%
AROE	17.963%	17.559%	18.703%
SLR	2.26	2.30	2.29
回本年	17	14	17

#### 3.4 敏感度分析

對 Base case 進行敏感度分析，本研究按投資人觀點，認為就觀光酒廠的個案特性而言，貸款利率、興建期通貨膨脹率、銷售率、興建成本 BC 等四因子，對營運現金流量影響較大，其他因子影響細微應可忽略。

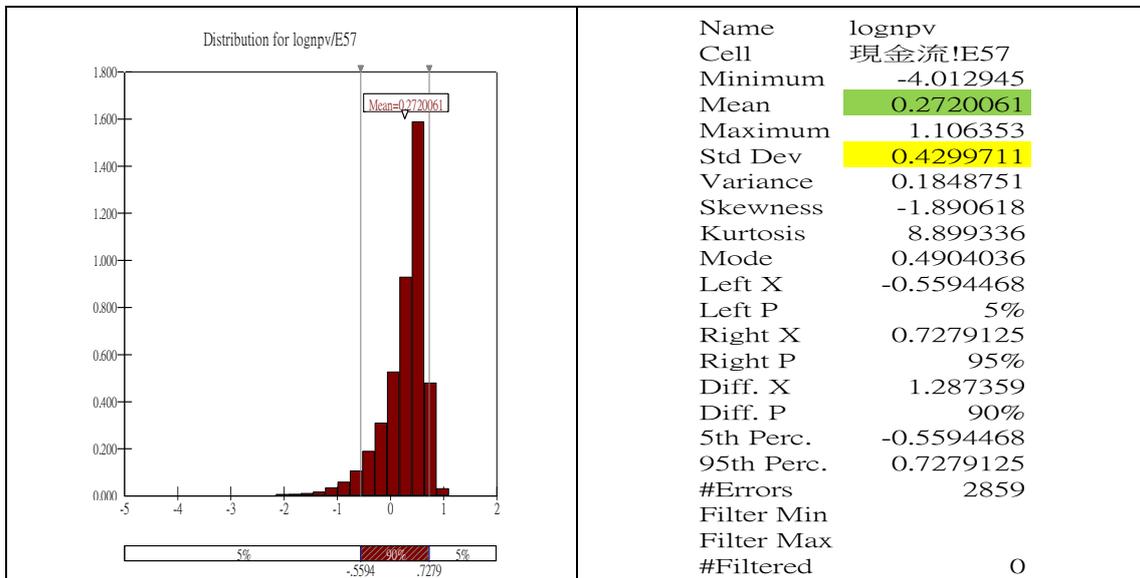


原始規模敏感度分析圖

### 3.5 蒙地卡羅模擬

本案經敏感度分析發現通貨膨脹率及銷售率為關鍵因子，因此以這二關鍵因子帶入作蒙地卡羅模擬，其他因子影響細微者忽略之。

經由電腦進行蒙地卡羅模擬分析，可得以下圖形：



原始規模蒙地卡羅分析結果

因為 NPV 的變動服從自然對數常態分配  $\ln S \sim N(\mu, \sigma^2)$  是二項式的基本假設，故取自然對數以換算求得其標準差及變異數。並依據公式計算可得蒙地卡羅模擬分析之結果與數據，整理如下表，再藉由此數據進行本研究 CRR 模擬分析。

表 1 各案蒙地卡羅模擬結果數據表

	基本案(原始規模)	1/2 規模	2 倍規模
$\sigma$	10.64%	10.25%	11.09%
T	38	38	38
N	38	38	38
r	1.03	1.03	1.03
u	1.112	1.108	1.117
d	0.899	0.903	0.895

p	0.534	0.620	0.607
1-p	0.466	0.380	0.393

### 3.6 CRR 模擬

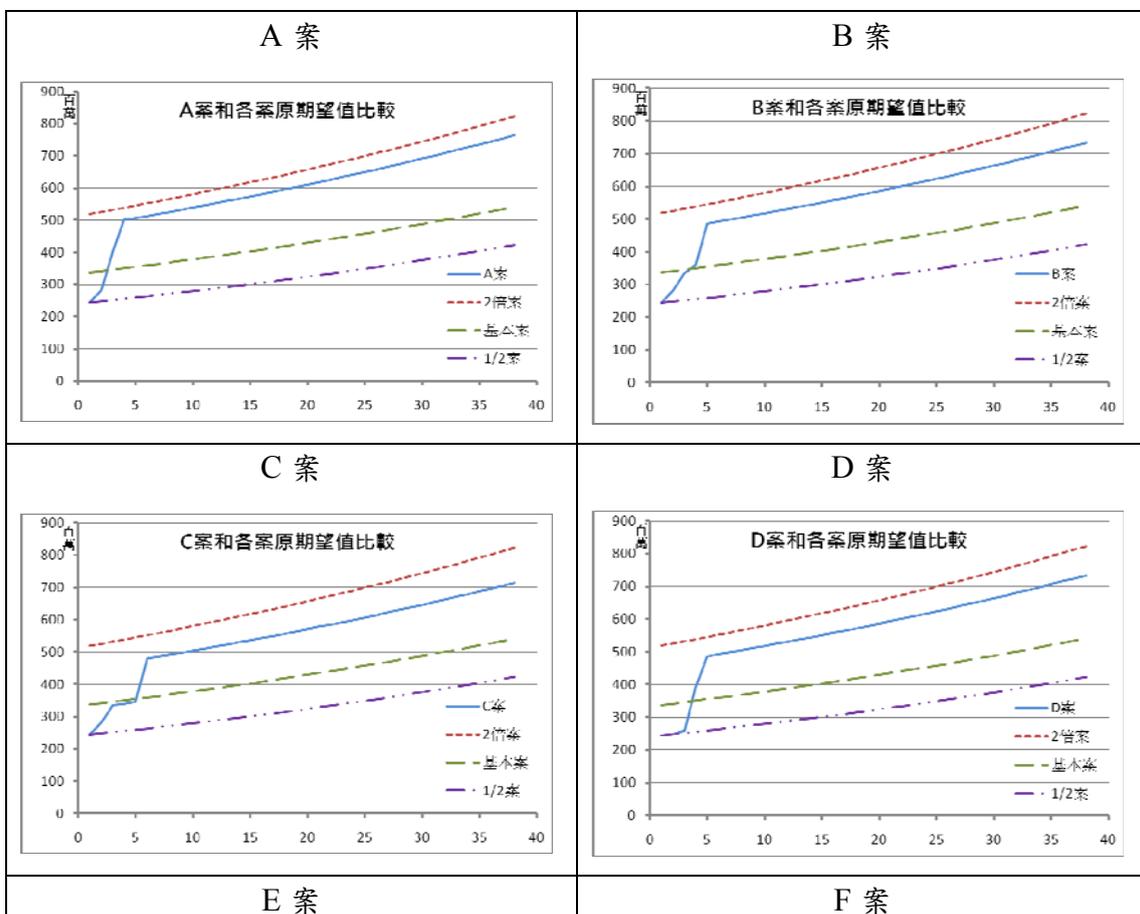
本研究主要探討為避險採取之分期興建的選擇權價值，一開始先縮小規模興建，俟景氣上揚再行擴建，因此只考慮上揚情境，景氣若下跌則維持現況，或甚至停止營運，不會產生選擇權價值。

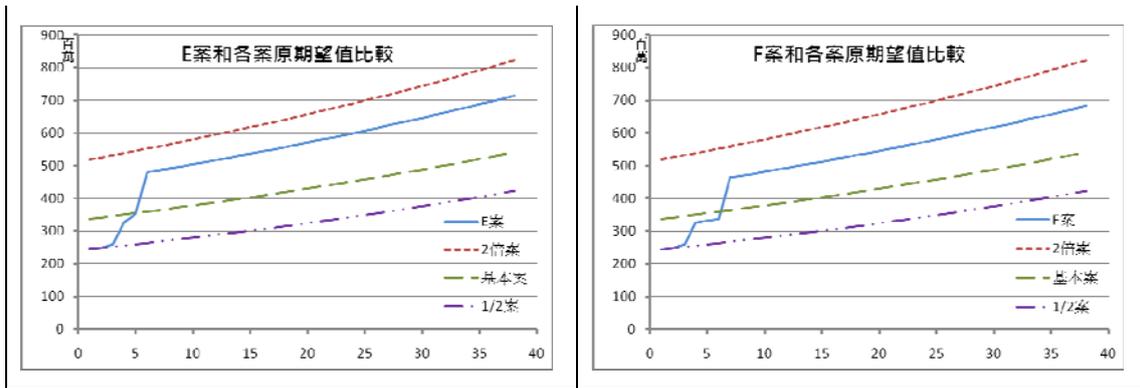
本研究經由蒙地卡羅模擬分析結果數據帶入 CRR 模擬分析，可得各方案規模之現金流量圖及其所對應之分布機率圖。

### 3.7 分析案例情境說明：

本研究擬算出各種不同組合之選擇權價值，並以下列 6 種模式組合計算其價值及現金流量圖(如下圖)。

- A 案：在第 2 年擴建為基本案，第 3 年擴建為 2 倍規模。
- B 案：在第 2 年擴建為基本案，第 4 年擴建為 2 倍規模。
- C 案：在第 2 年擴建為基本案，第 5 年擴建為 2 倍規模。
- D 案：在第 3 年擴建為基本案，第 4 年擴建為 2 倍規模。
- E 案：在第 3 年擴建為基本案，第 5 年擴建為 2 倍規模。
- F 案：在第 3 年擴建為基本案，第 6 年擴建為 2 倍規模。





個案分析價值及現金流量圖現金流量圖

不同年期擴建組合之選擇權價值

年期	1	2	3	4	5	6
A(2,3)	35,793,987	130,716,363	132,956,710			
B(2,4)	35,793,987	63,067,802		77,966,459		
C(2,5)	35,793,987	63,067,802			25,168,716	
D(3,4)	3,634,851		91,007,305	127,555,061		
E(3,5)	3,634,851		26,150,376		80,322,929	
F(3,6)	3,634,851		26,150,376			19,926,188

#### 第四章 結論與建議

- (1)各不同投資組合模式是為因應營運環境變更的替代方案，如同使用同等品之概念，而其使用時機及價值分析之量化，則為本研究之貢獻。
- (2)不同的模式組合確實產生明顯的淨現值差額，分析結果以 A 模式(在第 2 年第一階段擴建，在第 3 年第二階段擴建)價值最高，在景氣上揚情況下連續擴建淨現值接近原兩倍案。若景氣下跌則維持原規模不再擴建，可減少損失。即計畫合約中加入營運彈性之條款，確實讓投資人可以分散風險、降低風險、進而控制風險，明顯提高 BOT 專案計畫之獲利。
- (3)就投資者而言，分析不同投資組合模式的過程，可將各不同組合模式之結果事先量化並表列存檔，俟實際營運後，觀察營運環境及市場的實際變化，可依其內部財務狀況及業務量及人力資源分配做彈性調整。

#### 參考文獻

1. 行政院經濟建設委員會<公共建設計畫經濟效益評估及財務計畫作業手冊，上下冊>，中華民國 97 年 10 月 (2008)。
2. 陳博亮、林志蒼、鄧振鴻、莊培坤、蔡宛螢，2008 “運用財務方法改善學生宿舍 BOT 案投資效益與財務可行性之研究-以國立聯合大學學生宿舍為例”，建築學報第 65 期，p. 101~124，2008 年 9 月。
3. 陳博亮、林源鑫、鄭一俊、林志蒼、熊慧娟，2010 “完全自償 BOT 專案融資案風險預測模式(DRM)之建構-以水力電廠為例”，建築學報(接受)。

4. Black, Fisher, and Scholes, Myron (1973), "The Pricing of Options and Corporate Liabilities," *Journal of Political Economy*, 81(May-June), 637-654.
5. Cox, J. C., Ross, S. A., and Rubinstein, M. (1979), "*Option Pricing: A Simplified Approach*," *Journal of Financial Economics*, 7(September), 229-263.

## A-10

# 周邊土地開發應用於鐵路高架化計畫之財務分析模式建構

陳博亮

聯合大學土木與防災工程學系  
副教授

陳展皓

聯合大學土木與防災工程學系  
研究生

### 摘要

交通建設與土地開發互為影響，目前台灣鐵路建設所產生之土地開發效益卻未與公共財務支出連結。導致中央補助出資之交通建設所隱含之「成本」，與伴隨地方發展之土地開發所獲得之「收益」，形成「中央支出、地方受益」及「地主受益、全民買單」之不公平現象。

本研究根據美國租稅增額融資實施經驗，建立鐵路建設租稅增額融資財務機制。該機制將鐵路建設所造成之土地開發效益轉化為土地稅稅金增額，並挹注至鐵路建設經費上，使計劃能夠達到自償。未來實施該機制，應著重專責機關建立、執行法制化、稅收分配管理、財務機制確實運用等面向之執行，使該機制能於國內順利推動，以解決建設財源問題，並期望藉以紓緩地方財政。

**關鍵字：**鐵路高架化、租稅增額融資、自償率

### Abstract

Transportation construction and land development affect each other, resulting in Taiwan's railway construction land development and public financial expenditure has not been effective link. Led the central government's subsidies funded transportation construction implied by the "cost", and accompanied by the development of local land development have obtained "Revenue", the formation of "central expenditure, local benefit" and "landowners benefit, full pay" of injustice.

In this study, according to the American experience in the implementation of tax increment financing, the establishment of railway construction tax increment financing of the financial mechanism. The mechanism for the railway construction land development land tax benefits into tax increment and inject to track construction funds, so that the program can achieve self-liquidating. The future implementation of the mechanism should focus dedicated agency to establish, implement legal and tax distribution management, financial variables system and policy design, financial mechanisms does the use of other-oriented executive, so that the mechanism can be in domestic smoothly push to resolve the construction of financial resources issues and expect to relieve local governments.

## 一、前言

### 1.1 研究動機與目的

由於鐵路建設之初建成本動輒數百億，而營運時亦須龐大之營運維護成本，往往需要求中央補助，惟長久下造成其被動消極接受補助心態，不僅難以提升地方財政自主性，中央政府亦須編列龐大補助經費，造成財政上極大負擔。在考量我國整體財政狀況不佳，短期間恐難明顯改善下，日後地方將無法且不應持續過度仰賴中央補助，爰在籌措相關地方建設經費時，應跳脫目前模式以進行思考及規劃。如何讓一個綠色交通建設能自籌財源，達到永續發展，實為政府所面臨之重大議題。透過鐵路建設與都市發展或周邊土地使用之結合，將建設經費之財源籌措朝向以活化及開發周邊土地之方式進行，使外部效益予以內部化，挹注於建設及營運費用。

### 1.2 研究方法

為連結鐵路建設支出與土地開發收益，解決中央與地方財政不公平問題。環顧各國相關財務機制後，發現「租稅增額融資 (Tax Increment Financing, 以下簡稱 TIF) 制度」為美國地方政府常用之財務自償工具之一，用以解決地方財政困境。

### 1.3 研究架構

本研究先以工程經濟學理論及財務管理數學公式建構苑裡鐵路高架案之現金流量表，計算出淨現值(NPV)、內部投資報酬率(IRR)及自償率(SLR)之苑裡鐵路高架案之財務可行性評估時準則。並加入 TIF 之收益用以提高苑裡鐵路高架案之自償性。

## 二、租稅增額融資機制之流程

### 2.1 機制簡介

租稅增額融資 (Tax Increment Financing, TIF) 係將公共建設引發特定範圍內、一定期間、特定稅目之稅收成長增額部分，用以挹注計畫經費需求，為外部效益內部化之具體做法。

據參酌美國推行 TIF 制度之精神，研議我國重大公共建設引進該制度之做法，重點在於地方政府配合建設計畫，劃定特定範圍，並決定實施期間及基年，估算該 TIF 實施期間特定稅目因公共建設引發之稅額增長，並配合建設計畫財務規劃，逐年將稅收增額撥入基金支應計畫需求。倘地方政府另針對此建設計畫所需經費進行融資，並就基金累積的增額稅收作為償債財源，則計畫期間屆滿或 TIF 負債償還完畢，TIF 計畫即告結束。

租稅增額融資機制有助完整評估計畫效益，並利以長期財務規劃完成短期建設。該制度主要係以地方財產稅增額為財源，因此須地方政府的充分配合，方能成功運作。

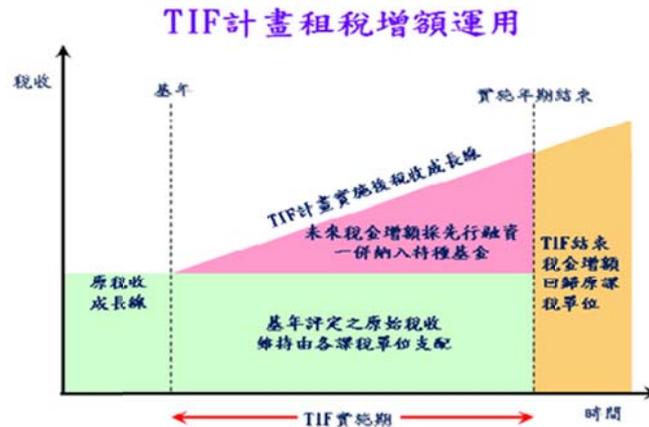


圖 1 租稅增額運用

## 2.2 TIF 之流程



圖 2 TIF 之流程圖

### 2.2 TIF 稅收估算說明

一、劃定 TIF 區內、實施期間之增額「地價稅」估算

1. 實施期間第 n 年之地價稅額估計數

(1) 若實施地區當年有公有土地變更使用情形：

→ 實施期間第 n 年之地價稅額估計數 = (實施地區第 n-1 年之全部申報地價總額 - 該地區內將於第 n 年變更使用之公有土地第 n-1 年申報地價) × (1 + 實施地區第 n 年公告地價預估成長率) × 基年前 3 年實施地區平均稅率 + (實施地區第 n 年變更使用之公有土地當年申報地價 × 第 n 年該等土地平均稅率)

(2) 若實施地區當年無公有土地變更使用情形：

→ 實施期間第 n 年之地價稅額估計數 = (實施地區第 n-1 年之全部申報地價總額) × (1 + 實施地區第 n 年公告地價預估成長率) × 基年前 3 年實施地區平均稅率

2. 實施地區該期間地價稅總額估計數

= 實施第 1 年之地價稅額估計數 + 實施第 2 年之地價稅額估計數 + …… + 實施最後 1 年之地價稅額估計數

3. 地價稅租稅增額估計數

= 實施地區該期間地價稅總額估計數 - (實施地區基年之地價稅額 × 實施年數)

## 二、劃定 TIF 區內、實施期間之增額「房屋稅」估算

### 1. 實施期間第 n 年之房屋稅額估計數

= (實施地區第 n-1 年房屋評定現值總額 - 該地區內將於第 n 年拆除之舊有房屋第 n-1 年評定現值合計額) × (1 + 實施地區第 n 年房屋評定現值成長率) × 基年前 3 年實施地區平均稅率 + (第 n 年新建房屋之房屋評定現值合計額 + 第 n 年拆除重建房屋之房屋評定現值合計額) × 第 n 年該等房屋平均稅率

### 2. 實施地區該期間房屋稅總額估計數

= 實施第 1 年之房屋稅額估計數 + 實施第 2 年之房屋稅額估計數 + …… + 實施最後 1 年之房屋稅額估計數

### 3. 房屋稅租稅增額估計數

= 實施地區該期間房屋稅總額估計數 - (實施地區基年之房屋稅額 × 實施年數)

## 三、劃定 TIF 區內、實施期間之增額「土地增值稅」估算

### 1. 實施地區該期間土地增值稅總額估計數

= 基年前 5 年實施地區每年平均土地增值稅申報案件之漲價總數額總額 × 實施年數 × (1 + 實施地區該期間公告土地現值預估成長率) × 基年前 5 年實施地區平均稅率

### 2. 土地增值稅租稅增額估計數

= 實施地區該期間土地增值稅總額估計數 - (實施地區基年之土地增值稅額 × 實施年數)

## 四、劃定 TIF 區內、實施期間之增額「契稅」估算

### 1. 實施地區該期間契稅總額估計數

= 基年前 3 年實施地區每年平均契稅申報案件之契價總額 × 實施年數 × (1 + 實施地區該期間房屋評定現值成長率) × 基年前 3 年實施地區平均稅率

### 2. 契稅租稅增額估計數

= 實施地區該期間契稅總額估計數 - (實施地區基年之契稅稅額 × 實施年數)

## 三、實證研究--苑裡鐵路高架案分析與討論

### 3.1 案例介紹

苑裡鎮位於苗栗縣西南，南以大安溪和台中縣大甲鎮為界，東鄰三義鄉北與通霄鎮為鄰，西臨台灣海峽。省道台 1、台 61 線位於苑裡車站以西，都市發展偏向於鐵路東側，鐵道東、西兩側僅靠五南路、西勢路、房裡路、新復路四處平交道及苑裡東門陸橋、140 線陸橋聯絡，阻礙城鄉之均衡發展，且鐵路平交道對交通安全具有潛在威脅性，急待鐵路高架化，以一舉解決長年之東西向交通困境。但僅就鐵路高架化部分規劃，建議方案所需經費超過 25 億以上，對地方財政負擔過於沉重，因此希望藉由周邊土地之縫合效應，希望能將周邊土地開發之效益回饋至本建設中。

### 3.2 案例之運輸需求分析

#### 一、鐵路運輸現況

依據民國 100 年台鐵之統計資料顯示，苑裡站平均每日之上車人數為 1,300 人次，下車人數為 1,370 人次，年平均成長率為 5.44%。

## 二、鐵路運輸預測

依據分析流程經過運具選擇與交通量指派等結果，苑裡車站之民國 110 年、120 年與 130 年之全年旅客與尖峰小時量彙整如圖 2 所示，其尖峰小時運量約佔全日運量之 13%-14% 之間。

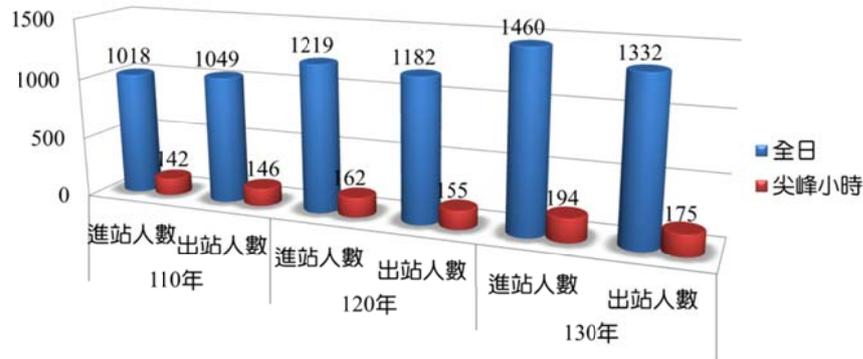


圖 3 苑裡車站運量預測圖

由於本案屬現有鐵路高架化，預期未來計畫路段之運量除自然成長外，並無其他額外衍生之增量，於評估有/無鐵路高架化工程之收益增量時，於是有關票箱收益即不列入考量。

### 3.3 案例之財務分析

#### 一、原苑裡鐵路高架案

將依計畫預定興建年期及預估營運年期之分年現金流量為評估基礎，透過自償率 (Self-Liquidating Ratio, SLR)、內部報酬率 (Internal Rate of Return, IRR)、淨現值 (Net Present Value, NPV)、益本比 (Benefit/Cost Ratio)、回收年限 (Payback Period, PB) 等評估指標分析財務績效，進而瞭解計畫執行之財務可行性。

綜合前述財務收支之預估及基本參數如通貨膨脹率、費率調整方式等之設定，則本計畫財務特性彙整如表 1 所示。

表 1 苑裡鐵路高架化工程財務特性彙整表

營運期	30 年
折現率	5.35%
自償率(SLR)	12.09%
淨現值(NPV)	-25.007 億元
內部報酬率(IRR)	--
益本比(B/C)	0.048
回收年期 (PB)	無法回收

由表 1 苑裡鎮鐵路高架化工程於開發營運期間之現金流動情形可知，本計畫於營運 30 年期滿時，無論係帳面上累計之淨現金流量或經折現累計之淨現值均呈負值，因此就各該現金流量指標觀之，本案具原始投資額無法於營運期間回收之特性，而使整體財務指標呈現不理想狀況。

探究計畫現金流量不足之原因，概因苑裡鎮鐵路高架化工程之執行，雖有助於改善

地區路網結構，健全都市發展環境，進而衍生部份社會運轉效益，然卻無助於鐵路運量之提升，於全案營運期間增加之現金流入有限下，致計畫償付期初投入資金之能力不足。

## 二、加入 TIF 之苑裡鐵路高架案

步驟 1：決定租稅增額之範圍---鐵路沿線兩側 250 公尺內。

步驟 2：實施期間 30 年。

步驟 3：基本假設及參數值

- 公告地價預估成長率分別為 7%、5%、3%
- 房屋評定現值預估成長率 3%
- 公告土地現值預估成長率 2.7%
- 地價稅基前年三年平均 1.5%
- 房屋稅基前年三年平均 1.3%

由於土地增值稅與契稅皆為機會稅，皆難以精確估算，故暫不列入計算。依計畫預定興建年期及預估營運年期之分年現金流量為評估基礎，綜合前述財務收支之預估及基本參數如通貨膨脹率、費率調整方式等之設定，則本計畫財務特性彙整如表 2 所示。

表 2 苑裡鐵路高架化工程財務特性彙整表

營運期	30 年
折現率	5.35%
自償率(SLR)	14.66%
淨現值(NPV)	-24.2 億元
內部報酬率(IRR)	--
益本比(B/C)	0.075
回收年期 (PB)	無法回收

由於表 2 可得知，將 TIF 之收益納入財務計畫中提高本計畫之自償率，亦達到「使用者付費」之原則，減緩中央之財政，益助於此計畫之推動。

### 3.4 案例建設經費來源

本研究由原中央政府補助地方或直接投資已開發交通運輸建設，雖是以全民利益為考量，但卻促進該地區繁榮發展，提高鄰近財產之價值，而使已土地稅收為主的地方財政收入增加。然而中央卻反而未有相對之收入，無任何回收之機制，形成交通建設無法有效連結之現象。故本研究將稅金增額儲做 TIF 專用基金，資金僅運用於苑裡鐵路高架案中，此法透過 TIF 財務機制之運作，將可達到苑裡鐵路高架案之自償，使此案更容易推行。

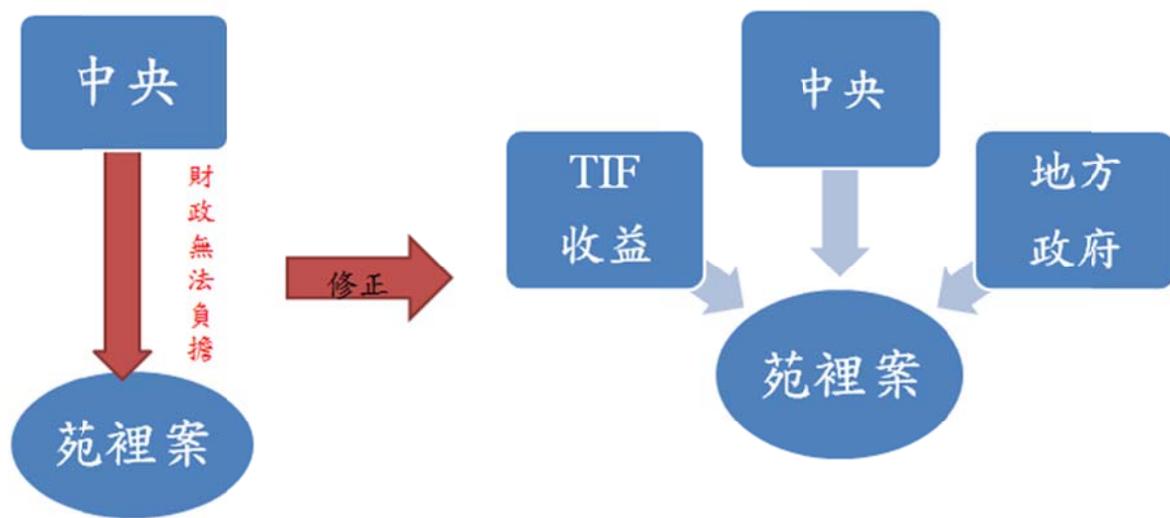


圖 4 建設經費來源示意圖

表 3 財務融資建議表

資金來源	單位(元)	備註
中央預算補助	2,478,885,325	年度預算(建造成本 $\times$ (1-自償率)) $\times$ 中央分攤比例
地方政府預算補助	403,539,472	年度預算(建造成本 $\times$ (1-自償率)) $\times$ 地方分攤比例
基金(貸款)	495,188,395	建造成本 $\times$ 自償率
TIF收入(縣府支應)	73,017,244	總計收入TIF為204,400,000之折現後金額
其他營收(鐵路局支應)	125,032,343	總計其他營收為349,050,000之折現後金額
交通部額外補貼利息	297,138,808	分年支應

#### 四、結論與建議

由本研究提出之鐵路建設 TIF 財務機制，透過鐵路建設之財政支出，促使土地開發，造成地價增值，而後以 TIF 之稅收分配方式，將該稅金增額部分確實回收為財政收入，並挹注於工程之支出，成為財務與財政之自償循環，藉以解決地方財政問題，並激勵地方財政作為，進而改善地方依賴中央補助。

後續研究建議，由於土地增值稅、契稅之特性與 TIF 所課徵之財產稅不同，土地增值稅與契稅於土地與不動產之買賣時所需徵收之稅，較難以精確估計。因此，後續研究可針對土地增值稅與契稅如何確實預估進行探討與分析。

## 參考文獻

- 1、 吳佳如，「TIF 制度應用於國內都市再發展之研究-以台北市都市更新為例」，國立台北大學地政研究所碩士論文，台北，2002。
- 2、 游千慧、劉厚達，「美國稅金融資增額(TIF)制度應用於解決我國公共設施財源籌措問題之探討」，「土地問題研究季刊」
- 3、 高玉菁，「租稅增額融通制度之財務及效率評估」，國立政治大學財政研究博士論文，台北，2002。
- 4、 廖子強，「租稅增額融資制度應用於都市再發展之研究：以台北縣樹林酒廠為例」，國立台北科技大學建築與都市設計研究所碩士論文：台北。
- 5、 交通部運輸研究所，「交通建設財務評估之研析 TIF」，2012。
- 6、 行政院經濟建設委員會，「租稅增額融資(TIF)之探討」，2011。

## A-11

# 投資組合模式對 BOT 計畫之加值分析

陳博亮

聯合大學土木與防災工程學系  
副教授

陳昭勳

聯合大學土木與防災工程學系  
碩士

### 摘要

BOT 計畫常因既定合約的限制及經營環境的變化，導致計畫營收低於預期營收的風險狀況，使得計畫價值降低，造成投資者需要承擔過多風險。本研究為了降低投資者的投資風險，將實質選擇權導入 BOT 投資機制中，期望能提高投資效益，增加民間對 BOT 案投資意願及 BOT 案計畫財務可行性。

多事業體的投資組合模式可以有效降低投資分險，所以評估多事業體的投資組合是很重要投資問題。通常主體事業在評估選擇權價值前，會先藉由蒙地卡羅模擬，估算出計畫本身的風險，而計畫多了附屬事業時，實務界常以兩種不同方式來評估計畫風險係數，第一種是予以同一風險係數來表示其整體計畫的風險，再以此風險係數來評估整體計畫的選擇權價值，或將主體與附屬事業分開給予其風險係數，再分別評估主體及附屬事業的選擇權價值。

但兩種方式皆並未考慮主體與附屬事業會有其交互影響作用，因此，未考慮共變異數之效應，造成當計劃的共變異數為負值時，會高估報酬率變異數(計畫的風險)，進而造成選擇權價值因此被高估。同樣的，當計劃的共變異數為正值時，會低估報酬率變異數(計畫的風險)，進而造成選擇權價值因而被低估。本研究希望藉由加入主體及附屬事業報酬率的共變異數，來顯現更為準確的計畫價值。

**關鍵詞：**蒙地卡羅模擬、實質選擇權、共變異數

## Beneficial Analysis of Project Portfolio on Infrastructure Projects

### Abstract

Due to contract context and market change, operation risk of revenue shortage becomes possible. It will cause disfavor for project financial feasibility and to increase investor's unwanted project risk. This study is aimed to apply real option on BOT projects to investigate the under estimate value which may increase the project intrinsic values.

There is no consideration of interaction between different projects among project portfolio. That is no interaction effect in the model. This might underestimate or overestimate the project value.

We introduce covariance of main project and annexed projects in this study. In which, hopefully, we could enhance the accuracy of estimation of project values.

**Keywords :** Monte Carlo simulation, Real option, Covariance.

## 一、前言

### 1.1 研究動機與目的

許多 BOT 計畫有附屬事業，且常以其附屬事業來提升整體計畫 NPV，例如台灣大學及成功大學的 BOT 宿舍案，皆有附屬停車場來提升計畫價值，而然主體與附屬事業在評估選擇權價值時，常以兩種不同給予風險係數的方式來評估，第一種是予以同一風險係數(報酬率變異數)來表示其整體計畫的風險，再以此風險係數來評估整體計畫的選擇權價值，或將主體與附屬事業分開給予其風險係數，再分別評估主體及附屬事業的選擇權價值。

以聯大八甲校區學生宿舍 BOT 計畫案的學生宿舍做為主體事業，加上一間餐廳做為其附屬事業，一般而言加入附屬事業能增加其收益，主體事業收益增加，附屬事業亦會增加其收益，讓其相輔相成。但若是主體事業減少收益，附屬事業也減少收益，這將會使投資風險相對提高，所以若是主體事業減少收益時，附屬事業反倒能增加其收益，這樣即能幫助計畫降低風險。

### 1.2 研究架構與流程

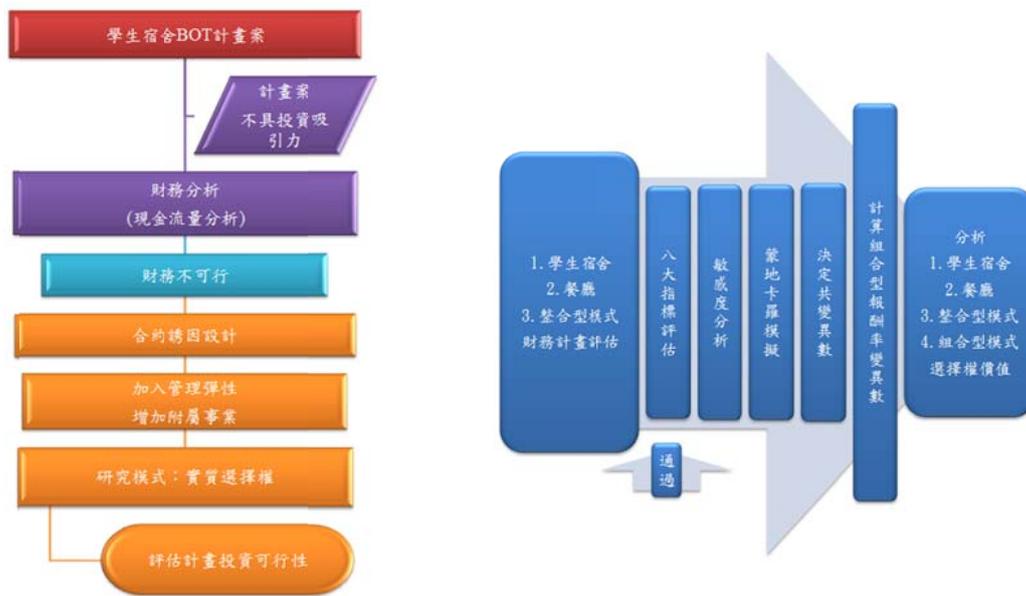


圖 1 研究架構及流程圖

## 二、模式建構

### 2.1 實質選擇權評價

$$C = S \times N(d_1) - K \times e^{-rT} \times N(d_2)$$

其中，S 為  $V_0$  代表案例裡目前的淨現值，K 則為  $V_T$  代表案例完成時的淨現值，

$$d_1 = \frac{\ln\left(\frac{V_0}{V_T}\right) + \left(\gamma + \frac{\sigma^2}{2}\right)T}{\sigma\sqrt{T}} \quad \text{式(1)}$$

$$d_2 = \frac{\ln\left(\frac{V_0}{V_T}\right) + \left(\gamma - \frac{\sigma^2}{2}\right)T}{\sigma\sqrt{T}} \quad \text{式(2)}$$

## 2.2 主體事業與附屬事業間共變異數

一般而言，在計算整合型計畫時，風險是用蒙地卡羅模擬求得，因此，未考慮共變異數之效應，造成當計畫的共變異數為負值時會高估計畫的風險，進而造成選擇權價值高估。同樣的，當計畫的共變異數為正值時會高估計畫的風險，進而造成選擇權價值低估。

過去，常將主體事業與附屬事業直接進行整合，進行估算。NPV<sub>1</sub>為主體事業、NPV<sub>2</sub>為附屬事業、NPV<sub>B</sub>為整合型模式。

$$NPV_B = NPV_1 + NPV_2 \quad \text{式(3)}$$

$$E\left(\frac{NPV_B}{NPV_0}\right) \quad \sigma_B\left(\frac{NPV_B}{NPV_0}\right) \quad \text{式(4)}$$

而在本研究裡，提出組合型模式NPV<sub>p</sub>，組合型增加共變數cov<sub>12</sub>。

$$NPV_p = NPV_1 + NPV_2 \quad \text{式(5)}$$

$$\sigma_p^2 = \sigma_1^2 W_1^2 + \sigma_2^2 W_2^2 + W_1 W_2 2cov_{12} \quad \text{式(6)}$$

$$W_1 = \frac{NPV_1}{NPV_1 + NPV_2} \quad \text{式(7)}$$

$$W_2 = \frac{NPV_2}{NPV_1 + NPV_2} \quad \text{式(8)}$$

藉由蒙地卡羅模擬可以求得主體事業的報酬率變異數 $\sigma_1$ 、附屬事業的報酬率變異數 $\sigma_2$ 以及整合型的報酬率變異數 $\sigma_B$ 。而組合型的報酬率變異數 $\sigma_p$ 則需要先分開計算主體、附屬事業報酬率變異術後，加入共變數cov<sub>12</sub>，才能求得。

### 三、實證案例

#### 3.1 基本假設參數

##### 一、學生宿舍

表 1 學生宿舍基本假設參數

	項目	數量		單價 (元/坪)	總價
		坪數	M <sup>2</sup>		
直接 成本	結構體興建成本	4738.5	15637.05	52,000	246,402,000
	機電設備	4738.5	15637.05	12,000	56,862,000
	裝修設備	4738.5	15637.05	6,000	28,431,000
	衛浴設備	610		40,000	24,400,000
	景觀工程	4738.5	15637.05	4,000	18,954,000
	小計	375,049,000			
	平均興建成本	79,149(坪/元)			

##### 二、餐廳

表 2 餐廳基本假設參數

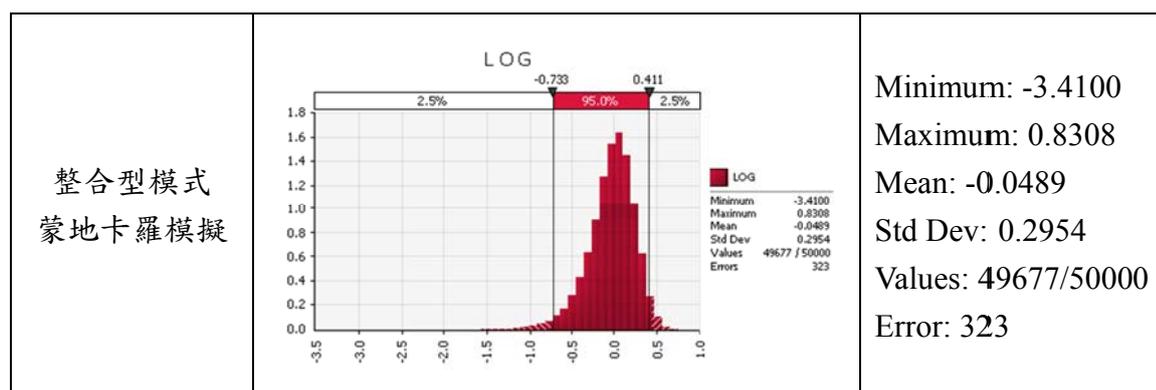
興建成本					
項目	每坪單價(元)		坪數(坪)	小計(元)	
餐廳興建成本	70,000		3,000	210,000,000	
興建成本總計	210,000,000				
營運收入					
項目	單價 (元)	桌數 (桌)	每日車輛 (輛)	營運天數 (天)	小計 (元)
營運收入	2,000	4	50	329	131,600,000
總計					131,600,000
營運支出					
項目	單價 (元)	桌數 (桌)	每日車輛數 (輛)	營運天數 (天)	小計 (元)
營運支出	1,000	4	50	329	65,800,000
總計					65,800,000

#### 3.2 蒙地卡羅模擬

在本研究的蒙地卡羅模擬分析使用@RISK 軟體進行，將經過敏感度分析後得到的敏感因子放入其中，進行五萬次蒙地卡羅模擬，模擬出考慮敏感因子後的期望 NPV 值以及標準差。

將蒙地卡羅模擬得到的  $NPV_n$  除以未模擬的  $NPV_0$ ，再取  $\log$ ，即為這  $n$  年的獲利率。

表 3 整合型蒙地卡羅模擬



### 3.3 選擇權價值

使用下表 4 分別就學生宿舍、餐廳、整合型及組合理四個案例進行選擇權評估，未來淨現值(NPV<sub>n</sub>)皆以價平來評估，而報酬率變異數( $\sigma$ )則以蒙地卡羅模擬分析結果來表示，另外組合理則加上共變數進行加權後，來表示其報酬率變異數，無風險報酬率( $\gamma$ )皆為民國 95 年到民國 100 年政府公債平均值，而年限則以 38 年來進行評估。

表 4 選擇權模擬分析參數

	學生宿舍	餐廳	整合型	組合理
NPV <sub>0</sub> (S)	20,101,236	469,664,486	489,765,721	489,765,721
NPV <sub>n</sub> (K)	20,101,236	469,664,486	489,765,721	489,765,721
報酬率變異數( $\sigma$ )	50.45%	25.74%	29.54%	24.675%
無風險利率( $\gamma$ )	2%	2%	2%	2%
年限(T)	38	38	38	38

選擇權評估結果如下表 5，學生宿舍的選擇權價值最小為新台幣 18,484,924 元，而整合型價值最大為新台幣 373,426,009 元。而選擇權成長幅度則是組合理 71.05% 為最小，學生宿舍 91.96% 為最大。

表 5 各案例選擇權價值比較表

	學生宿舍	餐廳	整合型	組合理
選擇權價值(C)	18,484,924	339,211,932	373,426,009	347,974,916
成長幅度(C/S)	91.96%	72.22%	76.25%	71.05%
$d_1$	1.7993506	1.2723355	1.3278444	1.2601831
$d_2$	-1.3105963	-0.3143846	-0.4931235	-0.2608860
$N(d_1)$	0.9640184	0.8983730	0.9078852	0.8961983
$N(d_2)$	0.0949971	0.3766145	0.3109627	0.3970902

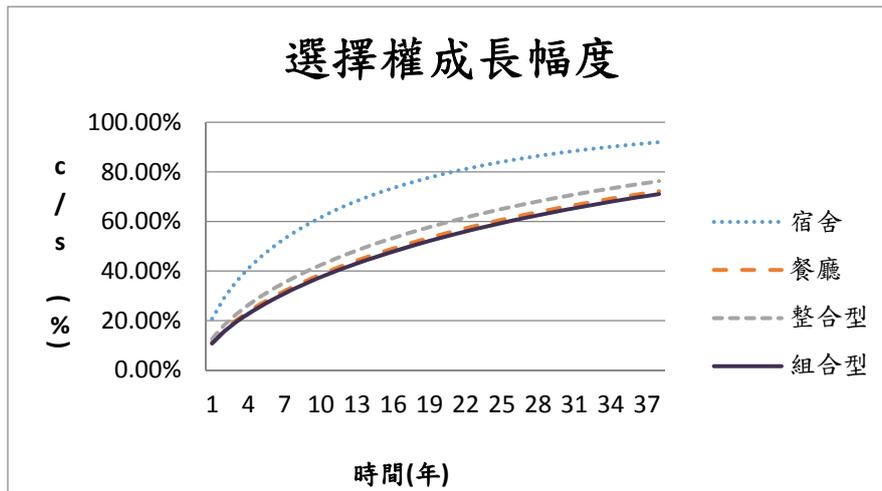


圖 2 選擇權成長幅度

#### 四、結論與建議

##### 4.1 結論

1. 從蒙地卡羅分析結果發現到 NPV 的期望值都明顯大於案例本身的 NPV 值，表示在未來市場上是看好、樂觀的。各案例變異數都相當大，表示其計畫風險很大，尤其是學生宿舍變異數超過了期望值，但是變異數大也表示可以用選擇權來進行避險的動作。
2. 本研究顯示報酬率變異數越大，選擇權價值就會越高。
3. 整合型只針對基本學生宿舍及餐廳兩案合併進行分析，但學生宿舍及餐廳兩案可能會互相影響，組合型增加其共變數，考慮雙方影響可能性，讓選擇權價值會隨之變動，使得組合型更能符合未來的狀況。

##### 4.2 建議

本研究只針對主體事業與附屬事業關係，若能在主體及附屬事業增加不同選擇權模式，例如改變營運規模、轉換選擇權等等，或許能增加選擇權價值。

#### 五、參考文獻

1. 楊朝智，2013，「考慮共變影響之專案計畫組合型實質選擇權模式建構」，國立聯合大學土木與防災工程學系碩士班。
2. 陳博亮，劉芬美，江匯森，2013“應用實質選擇權以提升學生宿舍建設計畫之財務效益分析”，土木水利學刊，Vol. 25，No. 2，pp. 137~148。
3. Borliang Chen, Fen-May Liou, Chih-Pin Huang, 2012, “Optimal Financing Mix of Financially Non-Viable Private-Participation Investment Project with Initial Subsidy”, Engineering Economics, 23(5), 452-461.
4. 陳博亮、林志蒼、鄧振鴻、莊培坤、蔡宛螢，2008“運用財務方法改善學生宿舍 BOT 案投資效益與財務可行性之研究-以國立聯合大學學生宿舍為例”，建築學報第 65 期，p. 101~124，2008 年 9 月。

## A-12

# Optimal Capital Structure and the Debt Capacity of BOT Projects

Chen-Hung Tang

Master, Department of Civil Engineering,  
National United University

Borliang Chen

Associate professor, Department of Civil  
Engineering, National United University

### ABSTRACT

It is world widely trend for governmental agencies to promote private sectors to participate in the development of infrastructures, such as BOT projects. However, BOT projects are inherently risky due to too many uncertainties during the project period. For the overoptimistic in revenue and lack of risk analysis in BOT projects that might usually lead the concessionaire to misestimate the project feasibility. This may result in high probability of defaults (PD) and cause financial disaster toward concessionaire. In the worst situation, it could make the projects become unbankable. However, it is rarely to discuss the probability of defaults and bankruptcy cost in the conventional BOT financial model. In general, capital structure of BOT projects is assumed 30% of equity and 70% of debt, and debt repayment is arranged in repaying equivalent uniform annul cost debt in repayment periods. This kind of repayment arrangement does not consider the erratic nature of revenue. It is risky to repay the debt obligation with inflexible repayment term. And, it may lead to high PD of the projects. The objective of this study was to alleviate the risk of project defaults due to the volatility of revenue. A student dormitory project of the national United University at Taiwan is served as an empirical study to demonstrate the analysis. The repayment arrangement proposed in this paper could make the 35% PD of the project reduce to less than 1% PD.

**Keywords:** BOT projects, Financial measures, Risk of income, Probability of defaults.

### INTRODUCTION

For mitigating the fiscal burden of government, improving the quality of infrastructure, and increasing the investment opportunities, it becomes world widely trend for governmental agencies to promote private sectors to participate in the development of infrastructure projects, such as BOT projects. However, many BOT projects are long term investments, which are inherently risky. Mostly, the concessionaires of BOT projects are too optimistic in revenue projections and are short of project risk analysis of BOT projects, which both overestimate the project value. Conventional financial evaluation models of BOT projects set the capital structure as  $D/E=7/3$ , in common, and repay the debt obligation as the equivalent uniform

annual cost. In this financial arrangement, concessionaires are likely to encounter financial difficulty during the project period with shortage of cash flows. For example, the fixed equivalent uniform annual payment for debt may cause great probability of defaults of the project when low revenue or high operating and maintenance cost occur in certain operation periods.

Net operating income is the difference between revenue and operating and maintenance cost. And, the project income is considered as the source of project value. Therefore, the net operating income is a critical managerial factor. The future net operating income is uncertain in every year of operating period, while the debt obligation is uniform annual cost; the probability of defaults is fluctuant. And if high probability of defaults would debase the debt value and make concessionaires find difficulty in financing the projects. In fact, the replacement cost of project facility is a considerable expenditure in operating period. The huge expenditure will outstandingly enlarge the operating and maintenance cost of the years compare to others. If facility replacement took place in the debt repayment periods, the great replacement cost would diminish the ability of repaying the outstanding debt of the concessionaire, and the probability of defaults would increase or even really cause the concessionaire defaults.

If the project company became bankrupt, debt holders would have to pay bankruptcy cost before they could take over the company. Bankruptcy cost will vary the debt value because of the existence of the probability of defaults. The objective of this paper was to evaluate the probability of defaults under different debt repayment arrangement. With the knowledge of the distribution of net operating income, which is defined as a random variable, the probability of defaults, debt and equity value can be calculated. The probability of defaults and promised debt repayment would be determined under three criteria: maximizing project value, debt capacity and value at risk with a confidence level of 99%. The model in this study is named as Probability of Defaults Measures Model (PDMM).

## MODELING

The basic theory of the PDMM in this paper is based on the Capital Asset Pricing Model (CAPM). Dais (1995) incorporated the CAPM with capital cost into an evaluation model of project value, in monetary units. A modification of Dais's formulation for the debt holders' perspectives is proposed with considering the cost of bankruptcy, the probability of defaults, and the systematic risks. The probability of bankruptcy is the likelihood that a firm's cash flows will be insufficient to meet its promised debt obligation, either interest or principal.

### **Bankruptcy cost**

Because it is likelihood that the project concessionaire becomes bankrupt and falls into defaults, there is a cost of financing the debt: the bankruptcy cost,  $B$ . The equation is assumed as follow

$$B = b_f + b_v X \quad (1)$$

Where  $b_f$  is the fixed cost,  $b_v$  is the coefficient of  $X$ . And,  $X$  is the net operating income.

### Probability of defaults

Suppose that in a specific year of repayment periods of the project, the net operating income was unable to meet the debt obligation. Then the concessionaire would fall into defaults. The probability of defaults is the probability of the state that the net operating income was less than the loan.

The net operating income,  $X$ , is assumed to be a normal random variable. As the period of debt repayment,  $R_p$ , expected value of the net operating income,  $E[X_i]$ , standard deviation,  $\sigma_x$ , and the  $i$ th year promised debt repayment,  $d_i$ , are given, the probability of defaults,  $F(d_i)$ , could be determined. The equation is as follow:

$$P(X_i < d_i) = \int_{-\infty}^{d_i} \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma_x} e^{-\frac{(x_i - E[X_i])^2}{2\sigma_x^2}} dX = \int_{-\infty}^{d_i} f(X) dX = F(d_i) \quad i = 1, R_p \quad (2)$$

### Project value

Frequently, the project value is regarded as one of the most important criteria in the project financial feasibility evaluation. The greater the project value is, the higher the feasibility of the project. But the project would be feasible only if the project value was greater than the project cost. Project value is considered the sum of debt value and equity value, in this study, both debt and equity depend on the net operating income. In a project evaluation, the risk usually reflects in the cost of debt and equity. Base on the foundation theory of CAPM, Dais (1995) derived a model with considering the systemic risk, risk of revenue and the risk of default. The model provides a scheme to evaluate the value of debt and equity individually.

The project value,  $V$ , can be calculated by summing the debt,  $D$ , and equity,  $E$ .

$$V = D + E \quad (3)$$

The following is the equation in Dais Model for debt value

$$D = \frac{1}{R_f} \left\{ \begin{aligned} & d_i \cdot [1 - F_x(d_i)] + (1 - b_v) \times \{ E[X] [F_x(d_i) - F_x(b')] + \sigma_x^2 [f_x(b') - f_x(d_i)] \} \\ & - b_f \cdot [F_x(d_i) - F_x(b')] - \lambda \cdot Cov(X, R_m) \times \{ (1 - b_v) \cdot [F_x(d_i) - F_x(b')] + (b_f + b_v \cdot d_i) \cdot f_x(d_i) \} \end{aligned} \right\} \quad (4)$$

$i = 1, R_p$

And, the equity value is derived as

$$E = \frac{1}{R_f} \left\{ \begin{aligned} & [(1 - T)(E[X] - d_i) + T(A - D)] \times [1 - F(d_i)] + (1 - T)\sigma_x^2 \\ & \times f_x(d_i) - \lambda Cov(X, R_m) \times \{ (1 - T)[1 - F(d_i)] + T(A - D)f_x(d_i) \} \end{aligned} \right\} \quad i = 1, R_p \quad (5)$$

### Criteria

Three criteria were adopted in the study: (1) maximizing the project value that generates the optimal capital structure; (2) maximizing the debt value for obtaining the debt capacity; and (3) value at risk with 99% confidence level.

### Optimal capital structure

Optimal capital structure (OCS) is the proportion of debt and equity that maximizes the project value. OCS depends on the promised repayment of debt. The value of debt increases when the concessionaire raises the promised debt repayment. On the contrary, the value of equity decreases. As the optimal capital structure was obtained, the probability of default could be determined simultaneously for the given promised repayment.

$$\left(\frac{D}{E}\right)_{optimal} = \frac{V_{max}}{E} - 1 \quad (6)$$

### Debt capacity

Since the net operating income is risky, the expected debt repayment doesn't continually increase while the promised debt repayment increases. If the promised debt repayment was very near to the net operating income, the expected debt repayment would decrease because of the increasing of the probability of defaults. The present value of the maximum of debt value is the debt capacity, one of the debt holders' main concerns. Intuitively, debt holders will not gain their debt when the promised repayment is greater than this critical value.

$$\frac{\partial D}{\partial d_i} = \frac{1}{R_f} \left\{ 1 - F_X(d_i) - (b_f + b_v d_i) f_X(d_i) - \lambda Cov(X, R_m) f_X(d_i) \left[ 1 - \frac{(d_i - E[X])}{\sigma_X^2} (b_f + b_v d_i) \right] \right\} \quad (7)$$

### Value at risk-99%

Suppose the debt holders were taking the default risk for the probability of default equals to 1%, the corresponding promised debt repayment would be  $d_i$  in the  $i$ th year.

$$P(X_i < d_i) = F(d_i) = 1\% \quad i = 1, R_p \quad (8)$$

## EMPIRICAL STUDY

The case of university dormitory of National United University (NUU) at Taiwan is to illustrate the PDMM as an empirical study of this paper. It is a BOT project of dormitory in National United University. The input parameters and results are shown as follow.

### Input parameters

Input parameters of the National United University dormitory BOT project are shown as Table 1. These parameters are useful only when loan relationship exist between the concessionaire and the debt holders.

Table1. NUU input parameters

Item	Variable	Value	Remarks
Revenue in operation period	$E[X]$	31,906,005	Expected revenue in first period
Standard deviation of revenue	$\sigma_x$	3,190,601	10% of expected revenue in first period
Covariance	$\rho_{X,R_m}$	0.7	Covariance of revenue and market return
Market risk	$\sigma_m$	0.25	
Risk-free interest rate	$r_f$	2.44%	
Fixed bankruptcy cost	$b_f$	9,571,801	30% of expected revenue in first period
Coefficient of variable bankruptcy cost	$b_v$	0.15	

## Results

Figure 1 displays the probability of defaults (PD) under the calculation of conventional repayment arrangement model.

Conventional Model(D/E=7/3)

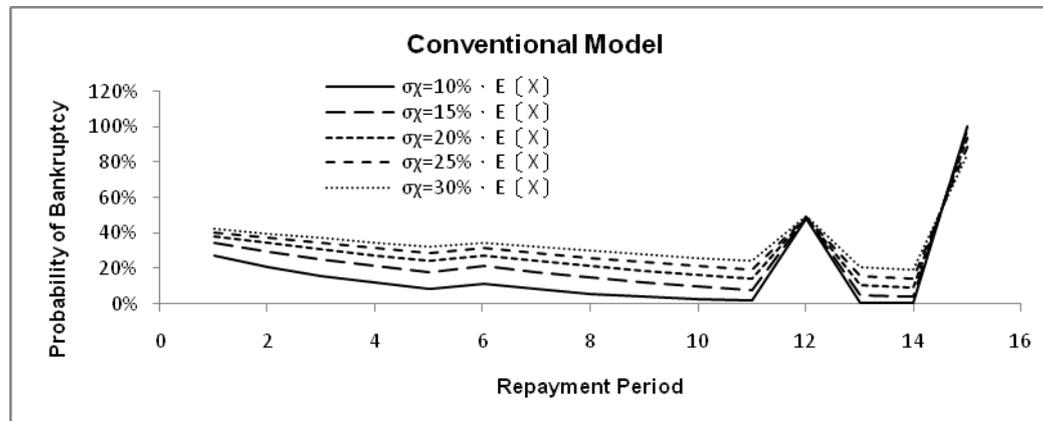


Figure 1: Repayment periods vs. PD in conventional model with various risk.

The loan was assume 70% of total asset in conventional model and the debt principal and interest were repay in equivalent uniform annual cost during 15years of debt repayment periods. The PD is large especially in the 12<sup>th</sup> and 15<sup>th</sup> years that the years of replacement expenditure payout. The average PD of  $\sigma_x=20\% \cdot E[X_i]$  is equals to 29.4%. The high PD suggests the difficulty of debt finance.

The PDs with two criteria of optimal capital structure and debt capacity in every repayment period of PDMM are shown in Figure 2 and Figure 3, respectively.

Optimal capital structure ( $V_{max}$ )

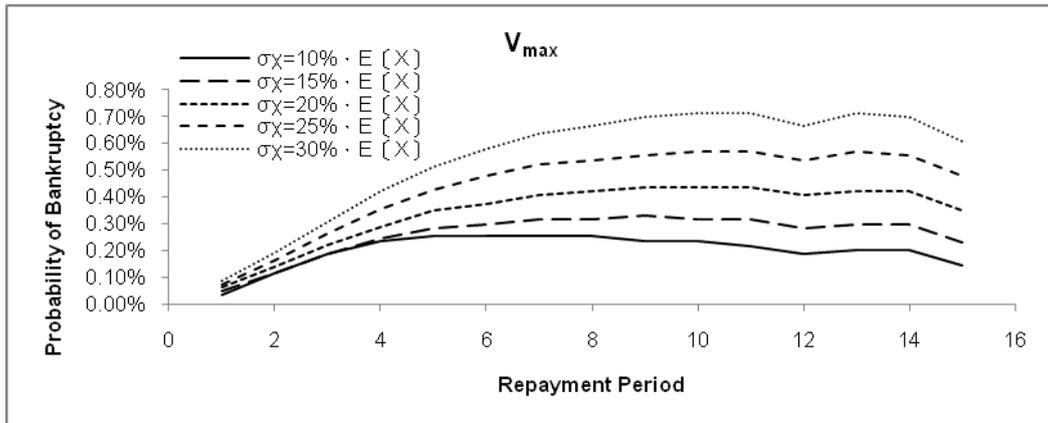


Figure 2 Repayment periods vs. PD for optimal capital structure

Maximizing the project value can benefit to keep PD low, even in case of  $\sigma_\chi = 30\% \cdot E[X_i]$ . The PD remains less than 0.8%.

Debt capacity

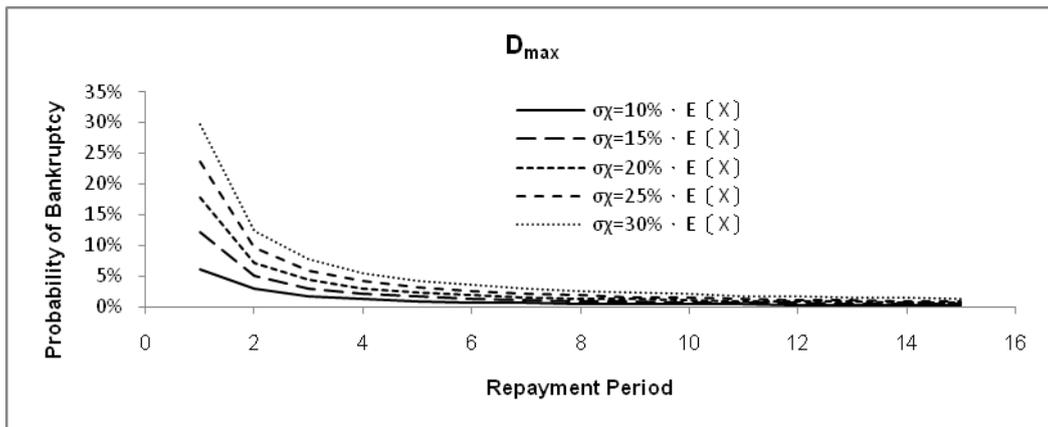


Figure 3 Repayment periods vs. PD in debt capacity

To evaluate PD with debt capacity, PD are large in the early periods and remain steady in the late periods.

Figure 4 shows the debt ratio ( $=D/V$ ) with different standard deviation value under the three criteria. The results show less debt finance with PDMM (see Fig.4).

Capital structure

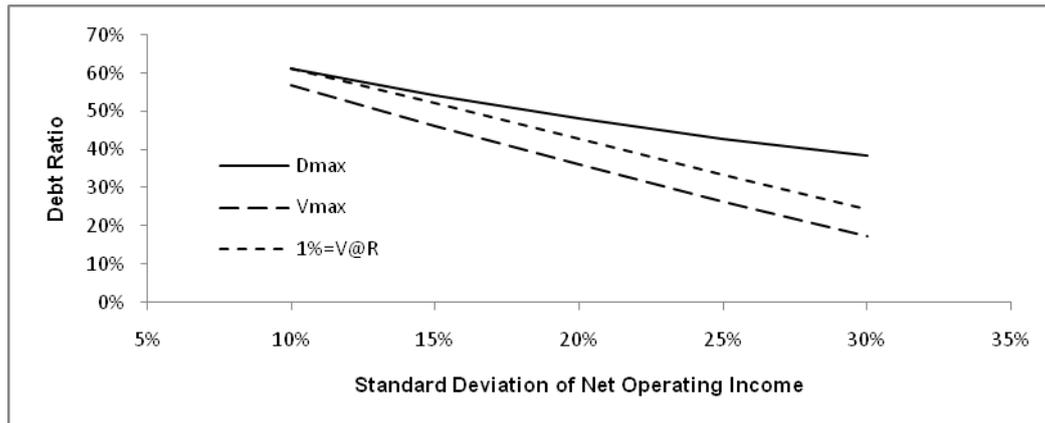


Figure 4 Debt Ratio

Figure 4 illustrates the debt ratio with different standard deviation values under the three criteria. A great value of standard deviation causes less available debt finance. Maximizing the debt value can raise more debt than maximizing the project value. Taking a 1% risk of PD can raise more debt than maximizing project value but less than maximizing debt value.

## CONCLUSIONS

Debt repayment arrangement in a conventional model will result in a high probability of default. It is very risky for a concessionaire to go bankrupt. Likewise, debt holders are unable to receive the payback. Therefore, it is suggested that the debt repayment is necessary to be rearranged with consideration of the characteristic of net operating income every year.

Maximizing the project value leads to safe debt finance for a low probability of default. However, the disadvantage is that the concessionaire would find it difficult to finance more debt compared to the case of maximizing the debt value. Consequently, making the decision of whether to raise more debt or to improve the project value is essential for a concessionaire.

No matter which criteria you select, maximizing the debt value and maximizing the project value, the probability of default reduces dramatically to 1% from original more than 30%. The BOT project becomes very promising and attractive for loan providers.

## REFERENCE

- Dias, Antonio Jr., Ioannou, Photios G., Debt Capacity and Optimal Capital Structure for Privately Financed Infrastructure Project, *Journal of Construction Engineering and Management*, Vol. 121, No. 4, December 1995, 404-414.
- Andreas Wibowo, CAPM-Based Valuation of Financial Government Supports to Infeasible and Risky Private Infrastructure Projects, *Journal of Construction and Management*, Vol. 132 Issue 3, March 2006, 239-248.
- Kim, E. Han, A Mean-Variance Theory of Optimal Capital Structure and Corporate Debt Capacity, *The Journal of Finance*, Vol. 33, No. 1, 1978, 45-63.