

實質選擇權於 BOT 案之投資時點價值分析- 以旗津國際觀光旅館為例

涂新南、黃國良

摘要

政府因經常性支出增加，導致財政困難，因此開發大型公共建設大多採用與民間機構共同合作的 BOT 方式。大型公共建設通常包含了許多的不確定風險，政府進行 BOT 公共建設投資方案評估，多採用傳統的現金流量折現評價模式(例如 NPV、IRR、PI 等)，但此類大多適用於簡單的投資方案中，因其忽略企業在投資時環境變動的不確定風險，及無法適當的表示在投資決策上的彈性，將造成投資不足及競爭力降低的現象。近年實質選擇權的興起，投資方案採用實質選擇權評價模式進行評估，在不確定的情況下能評價投資計畫的價值，本文以高雄市旗津國際觀光旅館為例，運用美式選擇權的二項式評價模式進行投資案之投資時點價值分析。當民間業者看好 BOT 投資案之未來性，對自己的管理能力有信心及願意承擔不確定性風險，則未來將可獲取策略性之投資效益。

關鍵詞：民間參與投資公共建設、實質選擇權、二項式評價模式。

Valuation of Investment Timing for a BOT Project-The Case of Chijin International Sightseeing Hotel

Hsin-nan Tu, Gow-liang Huang

Abstract

The Build-Operate-Transfer (BOT) model of raising private fund for public construction has already become a widely used method. Investment decision-making is based on the current time-point for the traditional DCF model, which is unable to estimate the value of uncertainty. In decades, the concept of real option has provided an option of thinking on the application of investment decision. That provides management a method of flexible and contingent decision-making to reduce the probability of wrong and solve the real value of the project. In the project of BOT, the right of contract negotiation can be used to decide the timing of an investment for the concessionaire. Therefore, this study examines the value of investment timing by using the case of Chijin International Sightseeing Hotel. The results suggest that the value of the project is underestimated by the NPV method. In more importantly, we show that the real option can be an appropriate choice of investments used to manage the risk profile of project.

Keywords: BOT(Build-Operate-Transfer), real option, binomial option pricing model.

壹、緒論

政府因經常性支出增加，導致財政困窘，而大型公共建設投資方案屬於工程龐大、工期時間長，涉及政府部門的業務廣大，所以風險相對來的大，故政府大多會採用和民間企業共同開發，以引進民間資金與經營效率，即採行 BOT 方式進行開發。

近年來國際觀光的興起帶動國內旅遊風氣，我國政府又因經常性支出增加，導致財政困難，因此開發大型公共建設大多採用與民間機構共同合作的 BOT 合作方案，亦可由民間負擔興建暨營運成本，進而減少政府財政支出，但 BOT 投資計劃本身投入時間長，且未來會面臨許多的不確定性和變化性相當大的投資問題。由於傳統資本投資評估，於實際投資行為中，對利率的變動、租稅政策的改變都不敏感，反而是對投資環境的不確定性因素有較大的反應。同時觀察到企業的投資決策，並不會在 $NPV > 0$ 就立刻投資，反而會等到投資的預期收益為投資成本的 3 到 4 倍時，才進行投資。對於這樣的現象，引起學者們重新探討投資決策的興趣。由於選擇權持有者擁有標的物價格上漲所帶來的「上邊利益 (up side benefit)」，卻無須承擔標的物價格下跌所造成的「下邊風險 (down side benefit)」，因此創造出選擇權的時間價值。而且當市場環境的不確定性

愈高時（即標的物價格波動愈大），此選擇權的時間價值將愈大。Kester (1984) 認為對投資計畫的評估應以拓展的 NPV 為準，必須考慮到未來促使整個企業新成長的選擇權，即所謂的「策略性成長機會」，在傳統資本預算法下，將導致低估計畫價值或在不適當時機執行該計畫。McDonald and Siegel (1986) 探討當廠商面對一個不確定性的投資計畫時機選擇的問題。若廠商可以等待更多的資訊訊息出現，再決定是否進行投資，則此一等待過程將會創造出「等待價值 (waiting value)」，因傳統的 NPV 決策法則忽略營運管理彈性所帶來的等待價值，而因此價值之存在，使得原本傳統 NPV 法所求得為負值且將被拒絕的投資計畫，因加入遞延選擇權價值使擴充 NPV 值可能轉變為正值而接受該計畫，建議管理當局應以擴充 NPV 為決策考量。

正因為選擇權是有價值的，許多企業的市場價值 (market value) 事實上是來自於這些企業具有未來投資及成長的機會，而非來自於企業本身現有的資本。較具代表性的學者如：Abel、Dixit 及 Pindyck 等，他們是以財務經濟學中選擇權的概念引入投資理論中，由於廠商建廠投資計畫有別於財務上的金融投資，故以實質選擇權理論命名 (周麗娟等，1998)。Pindyck (1988) 認為多數的投資計畫是不可回復的 (irreversible)，探討產能的規劃對公司市

場價值的影響，應考量現有資產價值及未來擴充產能後成長機會之價值。Tesiberg (1994) 利用選擇權定價模式來分析公用電廠興建的投資價值，指出資本投資多忽略資本支出不可取消的性質，以及投資計畫未來的不確定性。其研究結果顯示延後或放棄興建的決策係具有彈性的價值。周蒔霈 (2000) 之研究利用實質選擇權理論建構 BOT 計畫籌辦始點投資選擇權評估模式與最低營收保證複式選擇權評估模式，以擴展淨現值的觀念，評估 BOT 計畫籌辦始點的選擇權價值。若此，對於含有高度不確定性的 BOT 投資案，用傳統的投資決策模式評估 BOT 計畫價值，無法適當的表示在投資決策上的彈性，如果能在 BOT 投資決策加入實資選擇權相關的理論，可彌補傳統模式上的不足，並大幅降低決策上的錯誤機率，亦能完全表現出 BOT 投資決策上的投資價值。

高雄市政府近年來積極推動「國際觀光港市」，利用旗津地區的人文特質和地理環境所具有之發展性來進行開發，以地區性的價值來導入 BOT 公共建設計畫投資的執行以得到公民雙贏之效果。本文以「高雄市旗津國際觀光旅館」為例，運用美式選擇權的二項式評價模式進行投資案之投資時點價值分析。當民間業者看好 BOT 投資案之未來性，並對自己的管理能力有信心及願意承擔不確定性風險，則未來將可獲取策略性之投資效益。

貳、BOT 簡介

一、BOT 的意義

隨著經濟快速成長，對公共建設的要求不斷地提高，藉以提昇人民生活品質，促進經濟的成長，是各國政府努力的方向。一般而言，政府推動公共建設時，常遭遇到財源籌措和風險管理的問題。面對各種龐大公共建設的資金需求，政府早已無法負擔，若能適時推動民間參與公共建設，經由民間資金及技術之投入，將有利政府財政收支之運作。

1984 年土耳其總理 Turgut Ozal 提出以民間參與該國基礎建設的方式，將某些公共工程民營化，以解決政府資金不足的問題，民間參與公共建設興建與營運的觀念開始萌生。所謂 BOT 模式即是指興建、營運與移轉，引進民間資金投資興建公共建設，並配合專案計畫融方式進行。在政府的規劃下，引進民間力量完成興建，在興建完成後，政府以特許權方式給與民間特許經營若干年，待期滿之後，再將經營權移轉給政府。故若採 BOT 之方式，政府僅負責規劃，而興建與營運則以特許方式交由民間執行。由於國營公共建設的效率遠低於民間企業，遂世界各國政府樂於採用 BOT 方式興建公共建設，以減輕政府之財政負擔，在民間企業興建與營運下，較容易掌握工期、控制預算，可促進營建多角化經營，並可引進國外資金及新技術。

二、民間參與公共建設之方式

BOT 開發模式為傳統開發之發包模式的延伸，傳統的發包模式都是經過競爭比較後比較低的價格來決定，這樣的模式必須能尋求利潤和降低成本才有可能存活下來；而 BOT 模式若要在這樣的觀念存活下來，必須要面對政府機關時有決定性的競爭優勢。BOT 是一項非常複雜之投資開發案，而且與一般性投資計畫有相當大的差異，專案計畫的特性有：投資規模龐大、專案計畫時間長、投標規劃成本高、合約的協商期長、投資風險高、高財務槓桿、採用專案融資、要求高報酬率及特許經營權等；而 BOT 模式從開始運用至今已衍生出許多不同的類型，常見的類型如下：(楊澤泉、王欣群，1999)

(1)BT (Build-transfer；興建-移轉)

由政府規劃，民間機構自籌資金興建，並承擔建造期所伴隨的風險，完工後民間機構將設施移轉給政府，政府則於完工後逐年編列預算分期償付民間機構之建設經費。

(2)OT (Operate-Transfer；營運-移轉)

政府興建完成的公共建設，以特許方式交由民間經營一段時間後，做為民間投資的報酬；待營運期滿後，將此項資產移轉回政府，由政府繼續經營或另尋其他適當廠商，以進行另一循環的營運合約。

(3)BTO (Build-Transfer-Operate；興建-移轉-營運)

由政府規劃專案計畫，民間機構負責自籌資金並興建，興建完成後將設施移轉給政府且獲得資金補償(由政府編列預算)，同時取得一定期間的經營權，而在該期間必須付出一定費用作為權利金，且必須自負盈虧。

(4)BOO (Build-Operate-Own；興建-營運-擁有)

由民間機構依政府規劃自行購地興建公共工程建設，並由政府以特許方式交由民間營運一段時間做為報酬，營運期滿後，並不需將其移轉給政府，而可繼續經營或於資本市場中出售股份，尋求其他投資人的參與投資。

(5)BOOT (Build-Operate-own-Transfer；興建-營運-擁有-移轉)

與 BOT 模式很相似，不過是由民間機構自行提出公共工程建設的規劃方案，經政府核准後，自籌資金並興建，完工後自行營運，經營一段特許期間後再將設施移轉給政府。

(6)BTL (Build-Transfer-Lease；興建-移轉-出租)

民間機構興建完成後，直接移轉給政府，再由政府出租給他人使用。而且興建完畢後，只能出租他人經營，其經營方式

的彈性不如 BOT 制度的彈性來得大。

(7)BLT (Build-Lease-Transfer；興建-出租-移轉)

民間機構興建完成後，政府以出租方式給該民間機構營運一段時間，期滿後再把產權及營運權移轉給政府。

(8)BTS (Build-Transfer-Sell；興建-移轉-出售)

是由民間興建後，移轉給政府，再由政府出售給其他業者。

三、民間參與公共建設之主要架構

BOT 方式是民間參與公共建設的投資方式，而其與政府之間屬於一種合約關係。由民間機構組成特許公司(Concession Company) 投資興建公共工程，工程完成後以特許方式取得經營權，營運一段期間的收益做為民間經營報酬，待專案成本完全或部分回收後，民間再將該建設的資產有償或無移轉給政府，同時喪失經營權。所以 BOT 方式乃由一民間機構負責執行，在固定期間負責某一公共建設的融資、興建與營運，而政府所扮演的角色就是監督與法律規範 (Tiong 1990)。

四、BOT 專案的風險

BOT 計畫中，風險及責任的釐清是成功的要件，有關 BOT 專案的風險區分說明如下：

(1)以形式類型區分風險

若以風險的類型區分 BOT 計畫的風險因子，則可將整個計畫之風險層次分為：政治因素、經濟因素、工程因素、環境因素以及國際因素所造成之不同風險。政治因素風險係緣自於政府相關部門行政程序繁雜與行政效率上的風險及政策之變動而產生之風險；經濟因素的財務風險可能發生在很多層次方面，如利率風險與匯率風險等。

(2)以計畫階段區分風險

一般 BOT 專案根據其進行階段隱含不同的風險因子。如表 1 所示，在開發階段中的技術風險、信用風險、財務工程風險；在施工階段則包含了成本超溢風險、完工風險、政治風險；最後在營運階段中則有營運風險、成本超溢風險、市場風險、政治風險，特別是在經濟環境變化後，市場價格及需求量改變所造成的營運收入短少等風險，以及權益轉讓風險的存在。

BOT 專案之風險起於開發階段，之後隨著工程開始興建，支出成本快速上升，牽涉的範圍廣泛而致該時期的風險不斷增加，於施工階段中達到風險承擔的高峰；待專案接近完工時，風險再回跌；最後進入營運階段，隨著現金的平穩流入而慢慢降低風險水平。

表 1 BOT 風險組成因子

	風險因子	牽涉層面
開發階段	技術風險	新技術運用不當
	信用風險	發生違約
	財務工程風險	財務融資計畫失敗
施工階段	成本超溢風險	原物料價格上揚、施工或設計錯誤
	完工風險	工期延宕、無法如預期順利取得資金以及與承包商間產生紛爭
	政治風險	法令變更、政權交替等
營運階段	營運風險	因施工品質或營運能力不佳，而致設備無法達成預定生產標準
	成本超溢風險	通膨造成營運成本超出預估
	市場風險	總體經濟環境不佳而使市場需求縮減或使市場價格下跌
	政治風險	政治不穩定、換匯管制等
	權益轉讓風險	專案權益資級市場流動率不佳

資料來源：胡展華(1996)

參、文獻探討

一、投資計劃價值評估

資本預算投資決策是企業評估長期性

資本支出的過程，是民間機構進行重大決策所運用的決策輔助工具。資本預算決策的評估方法，依據現有的文獻(林財源，民 84 年)說明現金流量評估方法，可分為如下兩分類：

(一)非現金流量折現評估

此類方法並未將估計的現金流量予以折現。其優點是簡單、易懂、使用普遍，缺點是如果所用之折現率高而且期間長，易產生偏誤的情形，容易作成錯誤的決策。

此類評估方法主要有二種，說明如下：

(1)還本期間法(Payback Period Method; 簡稱 PBY)

指經由預期報酬，全數收回淨投資額所須期間的長短；本法即在計算還本期間需時多長。還本期間愈短的方案應愈優先考慮，因投資回收期間愈長，不確定因素也愈多，風險也就相對地提高。

(2)會計報酬率法(Accounting Rate of Return; 簡稱 ARR)

計算出來的會計報酬率與要求報酬率相較，若 ARR 大於要求報酬率，則可採行該投資方案。

(二)現金流量折現評估

其基本做法在於必須決定折現率(Discount Rate)，將估計的現金流量予以折現後再行比較；或先求出內部報酬率再與最低可接受的報酬率比較，以判斷該投資計畫

是否可行。

現金流量折現含有下列假設：

- 1.除初期投資外，假設現金流量在年底產生。
- 2.假設所有現金流量，無論流出或流入，金額均屬確定。
- 3.假設所有的現金流入，均立即再投資。
- 4.假設期間內的折現率為常數。

(1)淨現值法(Net Present Value Method; 簡稱 NPV)

係將一項投資計劃之各期現金流量(包含流入和流出)以一適當的折現率(通常為公司的加權平均資金成本)折為現值，予以加總，即得到所謂的淨現值，若計劃的淨現值為正數，則可接受之；反之則應拒絕該計劃。若決策者有兩個互斥方案可供選擇，則選擇具有較高淨現值方案；若為兩個獨立方案，則兩方案都應接受。

(2)內部報酬率法(Internal Rate of Return Method; 簡稱 IRR)

IRR 即是預期現金流入之現值剛好等於最初投資金額之折現率，使投資方案的淨現值為零的折現率，IRR 之理論是根據若投資專案之 IRR 超過其資金成本，則在扣除該專案之投資成本後，將有剩餘產生，這些剩餘之資金歸還公司的股東享有，故接受該專案可以增加股東財富。

(3)修正內部報酬率法(Modified Internal Rate of Return; 簡稱 MIRR)

修正內部報酬率法解決了內部報酬率法多重解的問題。此修正內部報酬率法指將投資計畫各期所有的現金流出量以資金成本折現計算現值(通常只有期初一次的現金流出量)，也將所有現金流入量以資金成本複利計算終值到計畫的最後一期，而使現金流入量終值等於現金流出量現值的另一個「折現率」稱之。

(4)折現還本期間(Discounted Payback Period; 簡稱 DPBY)

折現還本期間法與還本期間法不同之處在於折現還本期間法考慮到現金流量之時間價值。折現還本期間法是指現金流量的總和等於期初投資所需的時間。

(5)獲利能力指數法(Profitability Index Method 簡稱 PI)

獲利能力指數法亦稱淨現值指數或超額現值指數法(Net of Excess Present Value Index Method)。獲利指數定義為一方案之未來現金流入之現值，除以同一方案之現金流出之現值(或其原始投資)，係指預期報酬現值對淨投資額現值的指數(即倍數)。本法改正了淨現值法不論投資規模的不同，逕以淨現值大小決定計劃優先性的缺失。

獲利能力指數與淨現值之間，存有下列關係：

- a.若獲利指數 > 1 ，表示淨現值 > 0 。
- b.若獲利指數 $= 1$ ，表示淨現值 $= 0$ 。
- c.獲利指數 < 1 ，表示淨現值 < 0 。

二、資本預算須具備之條件

陳隆麒(民國 82)指出須同時具備下列四條件才能使決策者做出正確資本投資計劃評估：

- 1.投資計畫期間內之全部現金流量都要考慮。
- 2.現金流量必須以投資計畫之風險折現。
- 3.必須能從互斥計畫中選擇促使股東財富最大化之計畫。
- 4.必須能從所有計畫中獨立考量某一計畫(符合價值相加)。

三、國外實質選擇權之相關文獻

由於傳統資本投資評估，於實際投資行為中，對利率的變動、租稅政策的改變都不敏感，反而是對投資環境的不確定性因素有較大的反應。同時觀察到企業的投資決策，並不會在 $NPV > 0$ 就立刻投資，反而會等到投資的預期收益為投資成本的 3 到 4 倍時，才進行投資。對於這樣的現象，引起學者們重新探討投資決策的興趣。由於選擇權持有者擁有標的物價格上漲所帶來的「上邊利益 (up side benefit)」，卻無須承擔標的物價格下跌所造成的「下邊風險 (down side benefit)」，因此創造出選擇權的時間價值。而且當市場環境的不確定性愈高時(即標的物價格波動愈大)，此選擇權的時間價值將愈大。正因為選擇權是有價值的，許多企業的市場價值 (market value) 事實上是來自於這些企業具有未來投資及成長的機會，而非來自於

企業本身現有的資本。較具代表性的學者如：Abel、Dixit 及 Pindyck 等，他們是以財務經濟學中選擇權的概念引入投資理論中，由於廠商建廠投資計畫有別於財務上的金融投資，故以實質選擇權理論命名(周麗娟等，1998)。

而實質選擇權的觀念是源起於 Myers (1977) 將資產的成長機會考慮進來，其指出可將公司資產分成兩類，一為實質資產 (real assets)，其市價與公司投資策略無關；另一為實質選擇權 (real option)，其為在對公司有利的條件下購買實質資產的機會。公司擁有成長機會的資產，可被視為擁有買權 (call option)。實質選擇權的價值將是公司自由裁量未來的投資而定。而因為其標的物為實質資產，故將這樣性質的選擇權稱為實質選擇權。

Hayes and Garvin (1982) 指出早期標準的 DCF 法則常常低估了投資機會，而導致做出過於短視的決策、投資不足及造成競爭力喪失，這些都是因為忽略策略性考量。Myers (1984) 認為問題在於原始理論的誤用，其指出當 DCF 法用來評估投資計畫中營運或策略選擇權時，有先天上的限制。DCF 法在評估穩定的現金流量時，問題不大。但在評估企業成長機會或無形資產時便有困難，特別是研究發展的價值，因為幾乎都是選擇權價值，所以 DCF 法無法適用。而 Myers 建議與選擇權評價模式混用將可填補財務理論與策略規劃的間

隙。

Trigeorgis and Mason (1987) 指出傳統 NPV 法或 DCF 法並無法適切地反應管理階層能在未來修正原始營運策略得彈性 (或稱管理彈性)。而以選擇權為基礎的或有權利分析 (contingent claims analysis) 可視為決策樹分析的一種特殊、修正過後的型態，其將可反應投資計畫價值的不對稱性 (asymmetry) 或偏態 (skewedness) 的性質。Trigeorgis and Mason 並指出愈是在不確定性的投資環境中，此管理彈性將愈加彰顯其存在的價值。

Kulatilaka (1988) 評價企業採用彈性製造系統轉換彈性的價值。彈性製造系統因可在不同的生產模式間轉換，管理階層可以因應不確定性的發生，採用不同的製造系統，在計畫評估時必須對轉換選擇權加以考量。

Baldwin and Clark (1992) 指出傳統資本投資決策並無法正確評估組織能量 (organizational capabilities)。組織能量的發展可使企業能更有效的開發利用市場的機會，而獲致較佳的營運績效。Baldwin and Clark 建議應將組織能量視為投資的範疇，並討論其在策略性資本投資的重要性。

Kulatilaka and Marcus (1992) 亦指出公司投資計畫中通常內含有選擇權性質，而傳統的 DCF 架構並無法正確地評估此類投資計畫。並認為在三種情況下，將選擇權評價分析併入投資計畫評估中是非常

重要的：(1) 目前難以去預測未來最佳營運模式的情況；(2) 在可能的營運模式之間，利潤的差異相當大；(3) 在營運模式間的轉換成本，使的現金流量難以估計。

Ingersoll and Ross (1992) 對 NPV 法提出質疑，認為在不確定性的經濟環境下，幾乎所有投資計畫都有選擇權價值，不論確定性大或小，投資者均可延緩投資計畫的執行，以等待未來利率下跌，便可造成投資計畫的 NPV 大幅提升。

Kester (1993) 指出傳統的資本預算投資決策法將導致低估計畫價值或在不適當的時機值行該投資計畫，而解決方式是將成長選擇權納入以求取計畫的價值。Dixit and Pindyck (1995) 指出傳統現金流量折現法無法適切說明實際投資行為，主要是傳統投資理論建立在兩個錯誤的假設，即投資是可逆轉的 (reversible) 與投資計畫的執行是不可遞延 (undeferrable) 的。但由於投資具有不可回復 (irreversible) 的特性、環境是不確定性、及有些投資是可延遲的 (deferrable) 等特性，使得 NPV 法在實際的投資世界中並不見得完全適用。

Alexander B. van Putten, Ian C. MacMillan (2004) 指出實質選擇權與現金流量折現法並非是互斥的評估方法，相反的，現金流量折現法和實質選擇權具有互補性，而且方案的總價值是兩者價值的總和。並且發現絕大部分的成本投資方案價

值都是位於現金流量折現法和實質選擇權之間，而此種方案即在所謂的選擇權區中，並提出評價公式如下：

方案總價值 = 淨現值 + 調整後選擇權價值 + 撤銷價值

四、國內 BOT 與實質選擇權財務分析之相關文獻

林家永(2002)指出台灣加盟產業雖起步慢但發展速度擴散很快，創造如今連鎖加盟產業的盛行，連鎖加盟是加盟總公司與加盟者雙贏的事業，期以最少的資金達到最快速度的規模經濟成長，以及改善銷售通路、提高議價能力、降低進貨成本、建立知名度等。該研究試圖利用實質選擇權的概念進行評估及探討，在決策時判斷分析，以改善傳統資本計算方式缺失。從模擬的最終結果及分析後，對加盟者加盟的原因作一個結論，當營收變異程度高時，特許加盟契約加盟主會因選擇價值的提升，而選擇較早加入加盟體系；委託加盟契約加盟主則是因為為了規避風險及節省成本的原因，進行加盟動作。

何麗卿(2003)，國土綜合開發計劃將促進東部地區發展，不但延續北宜高速公路，還構建了台灣地區整體路網計劃，使東西部兩側交通往來更方便，該計劃路線全長 93 公里，有 9 座隧道，33 座橋樑，8 處交流道及 3 處服務區。該研究以民間參與國道東部公路蘇澳花蓮段計畫為研究案例，並用 Trigeorgis(1991)的對數轉換二項

模式為研究方法，求算出投資計畫的擴展 NPV 及實質選擇權價值。採用傳統 NPV 法對「民間參與國道東部公路蘇澳花蓮段計畫」所作評估只考量到當時投資的價值，此時淨現值為 -105.85 億元 < 0，民間機構可能放棄此投資計畫；若本計畫考量遞延選擇權價值 111.94 億元，擴展 NPV 為 6.09 億元、放棄選擇權價值 330.41 億元，擴展 NPV 為 224.56 億元，皆大於 0，此時民間機構可能會接受此計畫。由此可知遞延選擇權與放棄選擇權對投資計畫的重要性。

林正益(2003)之研究指出，我國發行彩券的目的是為了配合社會福利事業之需要，將盈餘及未支領之逾期獎金，轉為輔助社會福利事業，銀行間規劃出較佳收益條件、健全的財務規劃、營運風險之考量及綿密的經營策略等。該研究以對數轉換二項式實質選擇權評價模式，在投資案價值衡量結果方面，調整緊縮選擇權之調整後的投資支出狀況，計算出擴展淨現值為 2427.88 百萬元，選擇權價值為 200.858 百萬元，重要性為 7.56%，其值均大於其相對狀況下的傳統淨現值，此種設定方式能賦予緊縮選擇權更高的價值，增加投資人信心。

陳西華(2003)運用衍生性商品選擇工具，將國道北宜高速公路 OT 方案設計類比為以 B-S 買權模式評價。此案在傳統現金流量折現法之計算下，其 NPV 為負

47.18 億元，若以 B-S OPM 所計算之結果，在基本情境之深度價外買權理論價格為 6.58 億元，顯示在不確定性發展的正向離散波動愈大，愈有投資價值。

黃嘉興與涂新南(2004)研究之主要目的是應用實質選擇權之基本觀念及理論架構，將 BOT 公共建設計畫類比為美式外幣選擇權，以二項式評價模式來進行 BOT 公共建設投資案的價值評估。研究顯示，原本自償能力僅 16% 的投資案，實際上可能因潛在之不確定性越高，所產生的策略性投資效益越大，而深具引力。民間投資之獲利能力指標值為 $PI=1.6369$ ，選擇權價值則由 0.7092 億元提昇至 1.1622 億元；包含政府投資之獲利能力指標值 $PI=0.3371$ ，選擇權價值則由 0 提昇至 0.0011 億元，即由不值得投資之情境轉變成可以投資，所產生的策略性投資效益越大，而深具吸引力。當民間業者看好 BOT 投資案未來投資效益，而願意承擔較高水準之不確定性，則未來所可能產生的策略性投資效益便隨之增加。

陳明吉、蘇培魁和羅榮恆(2004)之研究係以大鵬灣國家風景區為例，運用外匯選擇權模型，並搭配風險趨避者之觀念，進行投資時點選擇之價值評估。在目前民間參與公共建設投資計畫中，優先議約權可被特許公司用來決定開發時機，此乃類似選擇權理論中之遞延選擇權，因此可以用來估計不確定性中所隱含之投資時點價

值。其研究結果發現，若 BOT 專案僅以傳統之淨現值法評估會使得計畫中的民間管理彈性價值遭到低估。而因變異數、存續期間與實質選擇權有正向關係，此反應出選擇權之特性，亦即未來市場狀況的變動情形將會帶給投資計畫正向的貢獻。

郭又寧(2004)之研究係在探討實質選擇權理論對廠商的決策影響，考量投資計畫中所有延遲、放棄、緊縮、擴張的效果，將其轉換選擇權間的交互作用關係，與多重選擇權結合而成的組合價值，而多重選擇權之間有正、負影響的情形，該研究試圖找出提供廠商投資的最適投資時點，該研究選擇延用 Majd and Pindyck(1987)的文獻資料，乃因其模擬設定之基本假設非常符合實際的投資環境，但在數值分析方面卻仍不足，故針對數值分析方面加以運用加強，並納入一萬個變數以求精確性，其計算結果數值誤差縮小至 0.01，能使廠商更正確地找出最適覆約邊界，以解決考量最適投資時點的問題。

張大成、周麗娟和劉宛怡(2004)之研究應用 NPV 法與實質選擇權分析法，探討台灣高速鐵路之契約中收購保證與貸款保證條件，評估該 BOT 專案之價值。其結果發現在不考慮政府保證條款下，該專案之靜態 NPV 為 36 億元，而如果考慮政府同時給予特許廠商收購保證與貸款銀行團貸款保證的情況下，則理論上應向特許廠商收取 2,520 億元費用。

鄭偉廷(2005)指出對含有高度不確定性的 BOT 投資計畫，傳統的 NPV 法無法適當地表達在投資決策上的彈性，只以 NPV 法來評估投資計畫似乎不足以因應外在環境的改變。該研究分別以投資選擇權、最低營收保證選擇權及投資及最低營收保證複式選擇權，計算具有單一投資選擇權、單一最低營收保證選擇權和投資及最低營收保證雙重選擇權三種情況下之 BOT 計畫之價值。研究發現擁有選擇權之 BOT 計畫其價值會高於無選擇權之 BOT 計畫，而擁有雙重選擇權之 BOT 計畫其價值又高於擁有單一選擇權之 BOT 計畫。其研究結果顯示，每當特許公司擁有一個選擇權後，其價值會大於傳統淨現值所算出的結果；當有二個選擇權的 BOT 計畫價值又會大於僅有一個選擇權的 BOT 計畫價值。原因就是傳統淨現值忽略了彈性的價值，每當多一個選擇權，就多一個彈性的價值。該研究興建營運期為 35 年，股東報酬率 10%，計畫折現率 6.75%，總開發金額為 55 億元，營收保證量為 90%，淨現值約為 24 億元，所以就該計畫之評估價值考量，若無法達到自償率時，政府可以考量給予特許公司適當的最低營收保證選擇權，以提高民間參與投資意願。

肆、高雄市旗津國際觀光旅館案簡介

高雄市以「海洋首都」為城市定位，「國

際觀光港市」則為施政主軸方向之一，逐步形塑「愛河塞納河化、內港大愛河化、旗津夏威夷化」之目標。旗津地區因獨特島嶼地形、地理環境及豐富觀光資源，乃成為高雄市政積極形塑成為推展國際觀光之重要據點。旗津地區的地理環境及人文特質具有發展觀光資源的潛力，高雄市政府在廣邀學者專家針對旗津地區的發展價值及潛力之研究，提出旗津的核心價值及願景，以全球化的觀光定位旗津未來發展方向，訂定具體完整的規劃藍圖，以專業化與獨特性來尋求旗津的發展，更重要以再生能源的主題發展旗津的活力，創造觀光產業的經濟效益，並將旗津地區推向國際級的觀光勝地。以下為本文摘錄自「高雄市旗津國際觀光旅館可行性評估及先期計畫報告書」之相關數據資料為基礎，如下表 2 之節錄，以進行後續之研究。

為利於後續投資效益分析，分別從計畫觀點與股東觀點估計自由現金流量 (Free Cash flow)，其估計方式分別說明如下：

一、計畫觀點

計畫觀點之自由現金流量 = 營運活動現金流量 + 投資活動現金流量。其中：

營運活動現金流量 = 稅前息前折舊前淨利 × (1 - 稅率) + 折舊攤提費用 - 淨營運資金變動

投資活動現金流量 = 期初總投資額 - 每期淨資本支出 + 期末出售資產殘值

由上述公式可知，計畫自由現金流量並未考慮利息支出。

二、股東觀點

以股東觀點評估此計畫是否具投資價值，將以股東權益之現金流量評估。股東權益觀點之自由現金流量為：

股東權益觀點之自由現金流量 = 營運活動現金流量 + 投資活動現金流量 + 融資活動現金流量。其中：

營運活動現金流量 = 稅前息前淨利 × (1 - 實質稅率) + 折舊攤提費用 - 利息費用 - 淨營運資金變動

投資活動現金流量 = 每期淨資本支出 + 期末出售資產殘值

融資活動現金流量 = 每期融資借款之增減數

由上述股東自由現金流量公式可知，股東自由現金流量需考慮借款及利息支出。

表 2 財務效益分析表

評估指標	整體計畫觀點	股東觀點
淨現值(千元)	\$33,6921 > 0	\$11,166 > 0
內部報酬率(專案)	8.82% > 6.17%	10.23% > 10%
獲利能力指標(PI)	1.33	1.01
回收年期(不折現)	13.33	15.29
回收期間(折現)	23.35	43.42
自償率	147.75% > 100%	

資料來源：高雄市旗津國際觀光旅館可行性評估及先期計畫報告書

註：*單位為年

伍、研究方法

一、實質選擇權評價模式設定

利用實質選擇權評價模式進行投資評估所需之資訊，僅是延續傳統資本投資決策之折現現金流量(DCF)法所需之資訊加以擴充。因此，在面臨具不確定性之投資時機選擇的概念，考量可以掌握投資機會的時間內，選擇最有利的時點，執行投資機會。也就是，利用實質選擇權評價模式能在不同的不確定性評估基礎下，產生不同的投資機會價值以及最佳投資時機評估結果，為加強應用 DCF 法所不能提供之資訊。

由於不確定性並非決策者可以控制，而不確定性對現金流量所造成的衝擊，其成因更是多元化，決策者必須應用經營管理能力有效掌握不確定性的成因，進而對投資標的與投資時機的選擇及提升資源使用效率，減少暴露在不確定性所造成的負面影響，並將承擔不確定性中所隱含的、所能創造的投資機會價值充分發揮。並且應用實質選擇權評價模式進行投資評估的另一項特質，就是提供決策者在不同的不確定性情況下，再針對本身經營管理能力及對不確定性之承擔能力，做出投資決策。回顧 BOT 公共建設投資案推行的主要原因之一，就是藉由民間企業的資源與經營管理能力來承擔公共建設的不確定性，讓民間企業對資源與經營管理能力，選擇

其能力範圍內可以有效經營之 BOT 公共建設投資機會，所以該項 BOT 以公共建設投資計畫的價值，應以政府初步規畫為基礎，不只是政府初步規畫以 DCF 法所呈現的結果，更進一步考量民間企業承擔公共建設的不確定性所產生的投資效益。

而美式選擇權評價模式，是一項應用於面臨不確定性情況之投資價值評估與最佳投資時機擬定的工具，其特性恰可補足 DCF 法處理不確定性力有未逮之處 (Lee, 1988)。而 BOT 公共建設投資案，具有引進民間企業資源與經營能力來提升公共建設效益的特性，將 BOT 投資案類比為「美式外幣選擇權買權 (Foreign Exchange American Call Option)」，並利用美式選擇權評價模式進行投資效益與最佳投資時機評估，是因為公共建設面臨不確定的社會需求與成本支出等因素，皆會造成投資案財務效益之不確定，而 BOT 公共建設投資案，是政府希望民間企業之資源投入與運用較佳的經營效率完成公共建設，如同外幣選擇權中以本國貨幣進行外國貨幣之價值評估，並進而獲利或避險操作。所以外幣選擇權之契約與價值評估特色，可用來評估面臨不確定性需求之 BOT 公共建設投資價值與時機。

二、基本模型參數設定

自 Cox, Ross & Rubinstein(1979)發表這篇文章之後，多年以來二項式模型已受到廣泛的應用，也有許多學者針對此模型

提出修正方法，或應用至許多衍生性商品評價及其他問題的處理上。此模型除了可解決 Black-Scholes 公式所無法處理的情況外，並可將選擇權評價的基本理念忠實呈現，由另一種較為淺顯的角度將「動態避險 (Dynamic Hedging)」、「風險中立評價 (Risk-Neutral Valuation)」及「完全市場 (Complete Market)」等重要觀念清楚表達出來，並且此模型在程式的處理上極為容易。

Cox, Ross & Rubinstein (1979) 的二項式模型假設股價的變化過程可由二項式分配加以描述，即每期股價的變化只可能有上漲(u)或下跌(d)兩種情況($u>1$, $d<1$)，其在風險中立情況下的發生機率分別為 (p , $1-p$)， r 是連續複利之無風險利率。如下圖 1 所示。

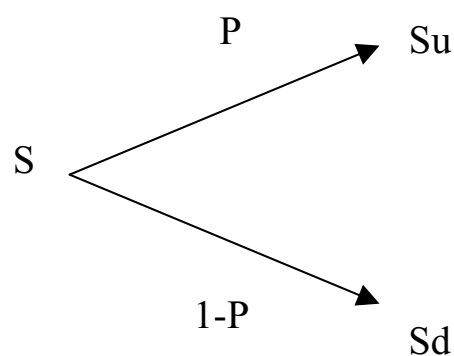


圖 1 每期股價變化

並且其基本假設如下：(1)資本市場時是競爭性的市場(Competitive Market)，(2)任一投資考慮或市場交易者均無能力控制

價格，即是接受市場決定的價格(Price Takers)，(3)無風險利率存在，投資人可利用此利率借貸，(4)投資者是有理性的，且尋求最高利潤 (Perfering More Wealth to Less)。所有交易之預期報酬率為無風險利率；未來現金流量的預期價值以無風險利率折現。每期之時間長度以 Δt 表示，所以在經過 Δt 時間，股價變為 $Se^{r\Delta t}$ ， S 代表一開始之股價(Hull，1997)。

$$Se^{r\Delta t} = pSu + (1-p)Sd \dots\dots\dots (1)$$

或是

$$e^{r\Delta t} = pu + (1-p)d$$

經過一小段(Δt)時間微量變化下，股價變化的變異數是 $S^2 e^{2r\Delta t} (e^{\sigma^2 \Delta t} - 1)$ 。所以

$$S^2 e^{2r\Delta t} (e^{\sigma^2 \Delta t} - 1) = pu^2 + (1-p)d^2 - S^2 [pu + (1-p)d]^2 \dots\dots\dots (2)$$

或是

$$e^{2r\Delta t + \sigma^2 \Delta t} = pu^2 + (1-p)d^2 \dots\dots\dots (3)$$

由上述，再加上 Cox, Ross & Rubinstein 的限制式， $u = \frac{1}{d}$

則可以求解得到以下各式：

$$u = e^{\sigma\sqrt{\Delta t}} \dots\dots\dots (5)$$

$$d = e^{-\sigma\sqrt{\Delta t}} = \frac{1}{u} \dots\dots\dots (6)$$

$$p = \frac{a-d}{u-d} \dots\dots\dots (7)$$

$$a = e^{r\Delta t} \dots\dots\dots (8)$$

一般而言，在時間 $i\Delta t$ ， $i+1$ 期的股價可以下式表示：

$$Su^j d^{i-j} \quad j = 0, 1, \dots, i$$

所以利用上式，每個節點的價格都可以求得，但是必須注意存在 $u = \frac{1}{d}$ 之關係。

在最後一期，每個節點的權值計算公式為：

$$f_{N,j} = \max(Su^j d^{N-j} - X, 0) \quad j = 0, 1, \dots, N \dots\dots\dots (9)$$

往回推算時，假設未提前履約，每個節點的權值折現計算，其公式為：

$$f_{i,j} = e^{-r\Delta t} [pf_{i+1,j+1} + (1-p)f_{i+1,j}] \dots (10)$$

但是在考慮提前履約情況下，每個節點的權值計算公式為：

$$f_{i,j} = \max\{Su^j d^{i-j} - X, e^{-r\Delta t} [pf_{i+1,j+1} + (1-p)f_{i+1,j}]\} \dots\dots\dots (11)$$

而由於 Cox, Ross & Rubinstein(1979) 的二項式模型中，當 $\sigma < |(r - q\sqrt{\Delta t})|$ 時會有負的機率(negative probability)，如此將不易計算二項式決策樹之 delta、gamma 和

rho 等值。所以本研究修正 Cox, Ross & Rubinstein(1979)二項式模型使用上的缺點，模型方程式以及參數之設定如下(Hull, 1997)：

$$u = e^{(r - \sigma^2 / 2) \Delta t + \sigma \sqrt{\Delta t}} \dots (12)$$

$$d = e^{(r - \sigma^2 / 2) \Delta t - \sigma \sqrt{\Delta t}} \dots (13)$$

$$p = \frac{1}{2}$$

x，是履約價格

s，是現貨價格

r，是本國貨幣之無風險利率(公部門折現率)

r_f，是外國貨幣之利率(私部門之折現率，即資金成本)

σ，是獲利能力指標(PI)變動率之標準差(波動性)

T，是選擇權期間

Δt，是每期之時間間隔(長度)

而在應用美式外幣選擇權買權時，考慮 r、r_f 之限制條件後，r 為本國貨幣之無風險利率(公部門折現率)，r_f 外國貨幣之利率(私部門折現率)，u 與 d 之方程式變化如下：

$$u = e^{(r - r_f - \sigma^2 / 2) \Delta t + \sigma \sqrt{\Delta t}} \dots \dots \dots (14)$$

$$d = e^{(r - r_f - \sigma^2 / 2) \Delta t - \sigma \sqrt{\Delta t}} \dots \dots \dots (15)$$

以下為將 BOT 公共建設投資價值類比為美式外幣選擇買權之相關特性，如下表 3。在引用二項式選擇權評價模式，利用其對於美式買權評價的技巧，藉由回推的替代算法，從權利期間的最後時點往回估算，算出具有最大投資價值之最佳投資時機(Tesberg, 1994)。依據 Black(1975)的研究指出，美式買權價值等於權利期間內，每一個時點的歐式買權價值最大者。

表 3 參數對照表

美式外幣選擇權評價模式	變數	BOT 公共建設投資價值評估模式
外幣投資標的物之價格	S	投資案經資本預算之獲利能力指數法(PI)評估結果，可類比為投資標的物之價格。
履約價格	X	依據資本預算評估模式獲利能力指數法之投資決策，當 PI ≥ 1 代表該投資案具獲利能力，故以投資決策值為履約價格。
權利期間	T	依據用地交付使用期限之規定，賦予私部門的彈性投資期間，視為權利期間。
本國貨幣之無風險利率	r	公部門折現率。
外國貨幣之利率	r _f	私部門折現率(私部門之資金成本)。
標的物價格的波動性	σ	獲利能力指標(PI)波動性之標準差 σ，藉以描述公共建設財務性效益之不確定性。

資料來源：李宗政(1998)

$$C(PI,0,T,1) = \underset{t_k}{\text{Max}} \{C(PI,0,t_k,1) | k = 0,1,2,\dots,i\}$$

..... (16)

其中 t_k 為權利期間中之最適投資執行時機；

$C(PI,0,t_k,1)$ 為權利期間中每一時點 ($k=0,1,2,\dots,i$) 的歐式外幣買權價值，則最大值及其發生之時點 (t_k)，美式買權價值等於 $C(PI, 0, T, 1)$ 即為該投資案之最大投資價值與最佳投資時機。若買權價值為零，即是 $C(PI, 0, T, 1)=0$ ，表示該 BOT 投資案不具財務效益。又如果是 $C(PI, 0, T, 1)>0$ ，則該 BOT 投資案於最佳投資時機進行投資，將會獲利。

有關於 σ 的估計方式，因為在選擇權評價模式中是將 σ 定義為投資標的價格變動率的年標準差，而將選擇權評價模式應用到實質投資的評估上(即是實質選擇權)，並無法像金融選擇權一樣，有豐富的歷史資料可應用。因為實質之投資計畫，通常是第一次發生、且相互獨立沒有關聯性，並沒有足夠的資料可供估計投資標的價格的波動性。但可以採用兩種方式來推估 σ ，首先，藉由投資對象的相關產業之市場資料推測 σ ；其次亦可用資金之機會成本觀點來看。當投資者評估一個投資案時，因為未來充滿不確定性，如果投資者期望投資報酬率高於市場投資組合，那他所願意承受的不確定性，必須要大過市場系統風險。而 σ 範圍的選取，應以能夠反

映投資案之相關特性，與投資者所願意承擔之投資風險為依歸。本文採用台灣地區營建業與觀光業及台灣高速鐵路報酬率波動之標準差，利用此市場資料估算產業風險，作為替代參數之參考數據。

三、計算結構

經由以上之選擇權評價模式方程式說明與條件假設，可以瞭解如何將 BOT 投資案類比為美式外幣選擇選之買權。應用選擇權評價模式進行 BOT 投資案評估之計算結構程序如下(李宗政，1998)：

- (一) 確認該項 BOT 投資計畫具有可供投資者選擇投資計畫執行策略的發揮空間，可經由投資者之經營管理彈性，因有效處理並承擔未來的不確定性，具有隱含價值的策略性之投資機會。
- (二) 將第一步驟投資機會的相關特徵，對應到應用選擇權評價模進行評估必須使用的參數上，將獲利能力指標(PI) 視為投資標的現值，將 PI 評估的決策參數(通常是 1) 視為履約價格，可觀察出每一單位投入成本所產生的效益。
- (三) 配合前項所類比的對應參數，代入二項式選擇評價模式中，以求得選擇權之權利價值(即是投資案之價值)，並可同時得知民間最佳之投資時機。
- (四) 當評估結果是買權價值大於 0，即是 $C(PI, 0, T, 1)>0$ ，表示該 BOT 投資案具有財務效益。評估結果可提供投資者於不同程度之不確定性情況下的投

資決策分析，當投資者對本身之經營管理能力有信心，或是看好未來的產業前景，願意承擔較高的不確定性，則選擇權評估模式中可用較大波動性的估計值，以評估在較高的不確定下，投資案的價值與最佳投資時機。

四、模擬結果與分析

利用二項式選擇權評價模式進行評估時，僅需確定六項參數，利用 DCF 法所得之獲利能力指標(PI)結果類比為買權標的物價值，因為 PI 值必須大於 1，投資案才具投資價值，所以將覆約價格視為 1。

有關整體計畫觀點折現率的訂定，則依據高雄市旗津觀光旅館評估計畫所採用之折現率，將公部門折現率類比為本國貨幣之無風險利率 ($r=6.17\%$)，私部門資金成本類比為外國貨幣之利率($r_f=8.82\%$)；股東觀點折現率，將公部門折現率類比為本國貨幣之無風險利率 ($r=10\%$)，私部門資金成本類比為外國貨幣之利率($r_f=10.23\%$)。由於股東觀點折現率大於整體計畫觀點折現率($r_f > r$)，所以股東觀點的最適投資時機將會比整體計畫觀點所規畫的

投資效益大。

在目前民間參與公共建設投資計畫中，優先議約權可被特許公司用來決定開發時機，此乃類似選擇權理論中之遞延選擇權，因此可以用來估計此不確定中所隱含之投資時點價值。有關議約權利期間，考慮政府用地取得與交付時間約為 1 年，故權利期間設為 1 年，並依月數區分成 12 期。

綜合上述對 σ 值的估計結果，所以假設 5 種不同程度的投資案價值波動率的標準差為 $\sigma = 0.1, \dots, 0.5$ 。 σ 值愈大，表示投資案價值波動率愈大，也代表投資者的預期報酬率愈大，相對必須承擔更大的投資風險。以下說明外幣選擇權評價模式評估之結果與分析說明，以選擇權價值方式表示。為了解 σ 變化對選擇權之權利價值的影響，將 σ 變化間隔縮小為 0.05，再分別計算選擇權之權利價值的變化。

由整體計畫觀點而言，不論 σ 之變動，其評估之選擇權價值均為 0.33，屬可行之投資方案，與傳統資本投資決策之評估結果一致。如下表 4 所示。

表 4 整體計畫觀點之選擇權價值彙整表

σ	0.05	0.10	0.15	0.20	0.25	0.30	0.35	0.40	0.45	0.50
選擇權價值	0.33	0.33	0.33	0.33	0.33	0.33	0.33	0.33	0.33	0.33

資料來源：本研究整理

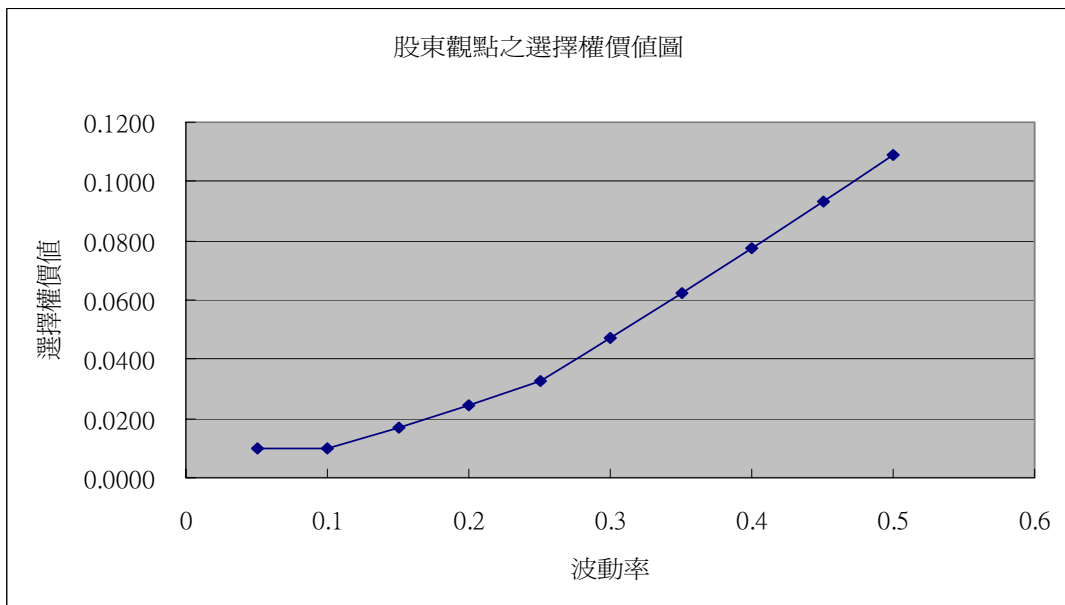
而從股東觀點而言，原PI值僅為1.01，理應放棄之投資計畫，隨著 σ 變動之增加，所評估之選擇權價值亦隨之增加到0.1092，計畫價值約為1億1千萬元¹，比原有NPV評估值1千1百萬元高出十

倍，轉變為值得投資之計畫，如表5與圖2所示。顯見從股東投資之觀點而言，若投資股東願意承受較大之不確定性，則會有較高之投資效益。

表5 股東觀點之選擇權價值彙整表

σ	0.05	0.10	0.15	0.20	0.25	0.30	0.35	0.40	0.45	0.50
選擇權價值	0.0100	0.0100	0.0169	0.0242	0.0326	0.0472	0.0621	0.0775	0.0931	0.1092

資料來源：本研究整理



資料來源：本研究整理

圖2 股東觀點之選擇權價值關係圖

高雄旗津國際觀光旅館 BOT 案以整體計畫觀點而言，應用實質選擇權評價模式之評估結果，將選擇權價值乘以興建成本即等於計畫的價值，在 $\sigma = 0.05 \sim 0.50$ 時，於第0期之選擇權最大值均為0.33，

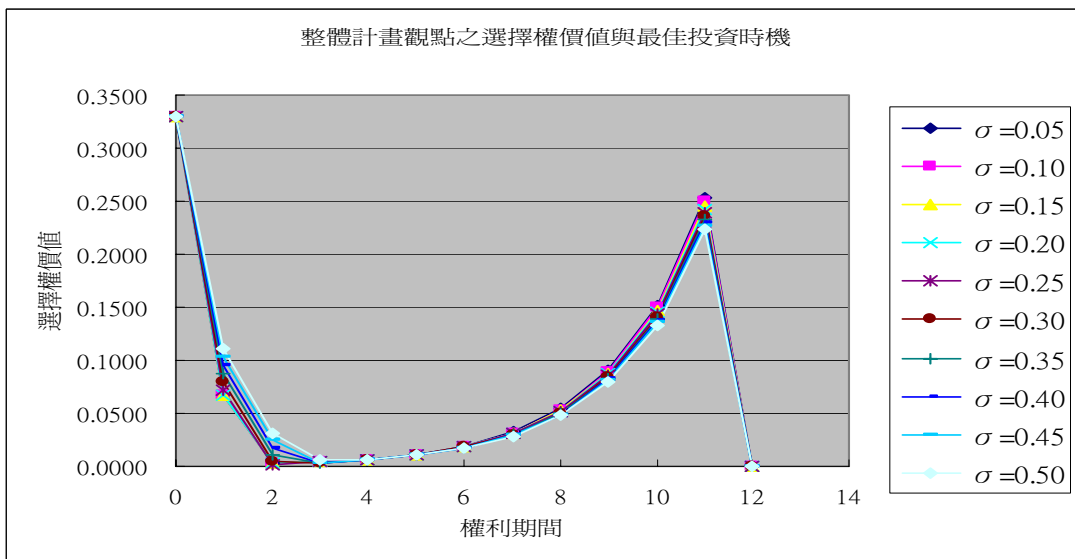
計畫價值約3億4千萬元，均屬可行的投資案，計算出之最佳投資時機均為第0期，即確定最優申請人後即可立即簽約執行。其結果如表6與圖3所示。

¹ 本文以 real option 值作為投資決策指標，當在計畫開始時(S_0)，即在 $T=0$ 、 $\sigma=0$ 條件下，則其 real option 若乘以興建成本會等於 NPV 值，隨著時間(T)、波動性(σ)的增加，將額外產生選擇權價值，因此欲知計畫價值(NPV)之金額，只要將選擇權價值乘以興建成本即可得知。

表 6 整體計畫觀點之選擇權價值與最佳投資時機彙整表

PI=1.33	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
$\sigma = 0.05$	0.3300	0.0665	0.0025	0.0041	0.0069	0.0116	0.0194	0.0324	0.0541	0.0905	0.1513	0.2531	0.0000
$\sigma = 0.10$	0.3300	0.0665	0.0024	0.0041	0.0068	0.0114	0.0191	0.0319	0.0534	0.0892	0.1492	0.2495	0.0000
$\sigma = 0.15$	0.3300	0.0665	0.0024	0.0040	0.0067	0.0113	0.0188	0.0315	0.0526	0.0880	0.1471	0.2460	0.0000
$\sigma = 0.20$	0.3300	0.0665	0.0024	0.0040	0.0066	0.0111	0.0186	0.0310	0.0519	0.0868	0.1451	0.2426	0.0000
$\sigma = 0.25$	0.3300	0.0723	0.0023	0.0039	0.0065	0.0109	0.0183	0.0306	0.0512	0.0855	0.1431	0.2392	0.0000
$\sigma = 0.30$	0.3300	0.0800	0.0040	0.0039	0.0065	0.0108	0.0180	0.0302	0.0504	0.0844	0.1411	0.2359	0.0000
$\sigma = 0.35$	0.3300	0.0876	0.0107	0.0038	0.0064	0.0106	0.0178	0.0297	0.0497	0.0832	0.1391	0.2326	0.0000
$\sigma = 0.40$	0.3300	0.0952	0.0174	0.0038	0.0063	0.0105	0.0175	0.0293	0.0491	0.0820	0.1372	0.2294	0.0000
$\sigma = 0.45$	0.3300	0.1028	0.0242	0.0037	0.0062	0.0103	0.0173	0.0289	0.0484	0.0809	0.1353	0.2262	0.0000
$\sigma = 0.50$	0.3300	0.1103	0.0311	0.0063	0.0061	0.0102	0.0171	0.0285	0.0477	0.0798	0.1334	0.2231	0.0000

資料來源：本研究整理



資料來源：本研究整理

圖 3 整體計畫觀點之選擇權價值與最佳投資時機關係圖

若以股東觀點而言，當 $\sigma = 0.05 \sim 0.10$ 最佳投資時機在第 0 期，選擇權價值為 0.01，投資價值約 1 千萬元，

與原 NPV 所評估之 1 千 1 百萬元相當；若 $\sigma = 0.15 \sim 0.20$ 最佳投資時機在第 1 期，選擇權價值為 0.0242 約 2 千 5 百萬

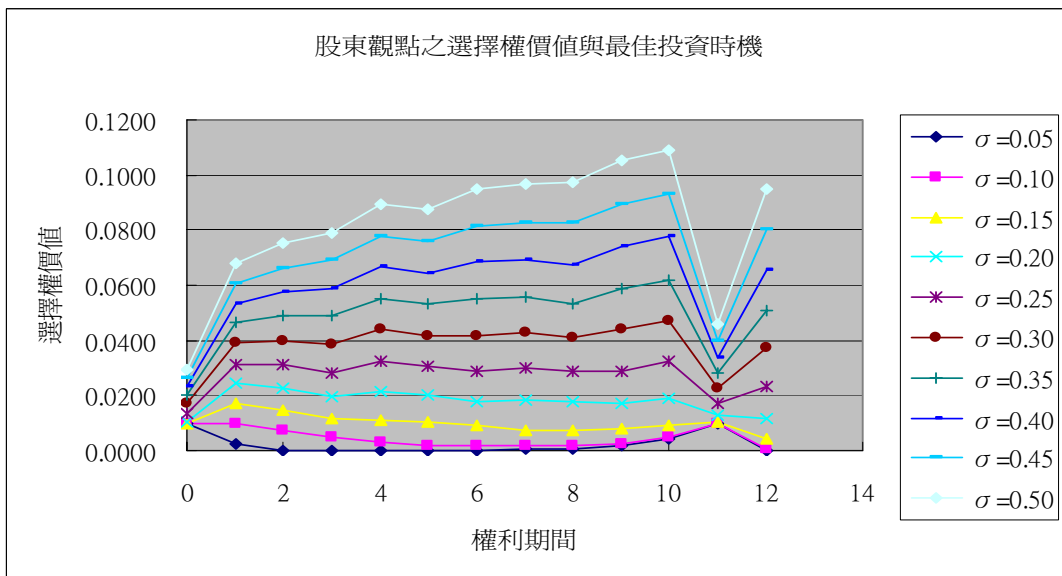
元; $\sigma = 0.25$ 最佳投資時機於第 4 期; $\sigma = 0.30 \sim 0.50$ 最佳投資時機於第 10 期, 選擇權價值為 0.1092 約 1 億 1 千萬元, 比原有 NPV 評估值 1 千 1 百萬元高出十倍。

顯見, 當變動性愈高時, 若做決策之時間點略晚, 因能掌握更明確之訊息, 故能做出最佳之決定。其結果如表 7 與圖 4 所示。

表 7 股東觀點之選擇權價值與最佳投資時機彙整表

PI=1.01	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
$\sigma = 0.05$	0.0100	0.0026	0.0001	0.0000	0.0000	0.0001	0.0001	0.0003	0.0008	0.0018	0.0042	0.0097	0.0000
$\sigma = 0.10$	0.0100	0.0097	0.0072	0.0049	0.0031	0.0021	0.0019	0.0019	0.0019	0.0026	0.0047	0.0096	0.0003
$\sigma = 0.15$	0.0100	0.0169	0.0149	0.0117	0.0109	0.0106	0.0089	0.0075	0.0076	0.0080	0.0093	0.0103	0.0043
$\sigma = 0.20$	0.0105	0.0242	0.0229	0.0196	0.0216	0.0202	0.0177	0.0181	0.0176	0.0169	0.0192	0.0130	0.0113
$\sigma = 0.25$	0.0137	0.0315	0.0312	0.0283	0.0326	0.0306	0.0288	0.0303	0.0288	0.0290	0.0326	0.0169	0.0235
$\sigma = 0.30$	0.0169	0.0389	0.0400	0.0386	0.0438	0.0418	0.0419	0.0429	0.0410	0.0438	0.0472	0.0225	0.0371
$\sigma = 0.35$	0.0201	0.0463	0.0488	0.0488	0.0551	0.0531	0.0551	0.0557	0.0535	0.0588	0.0621	0.0282	0.0511
$\sigma = 0.40$	0.0233	0.0536	0.0576	0.0590	0.0665	0.0645	0.0683	0.0690	0.0676	0.0740	0.0775	0.0340	0.0655
$\sigma = 0.45$	0.0264	0.0608	0.0664	0.0691	0.0779	0.0761	0.0817	0.0827	0.0825	0.0894	0.0931	0.0399	0.0801
$\sigma = 0.50$	0.0296	0.0681	0.0753	0.0791	0.0893	0.0878	0.0951	0.0965	0.0974	0.1050	0.1092	0.0459	0.0950

資料來源：本研究整理



資料來源：本研究整理

圖 4 股東觀點之選擇權價值與最佳投資時機關係圖

陸、結論

傳統資本投資評價模式多適用於一般性投資方案，因其忽略企業在投資時環境變動的不確定風險，及未考量管理彈性，此將造成投資不足及競爭力降低或計畫的價值被低估，而運用實質選擇權評估模式，如本研究結果所示：將能顯示投資計畫之時點選擇與其真正價值。且實質選擇權評估模式僅使用傳統資本投資評價模式所收集之資料，及從財務市場得來的資訊，就解決了無法真實呈現投資價值及計算複雜的問題，不致對企業之投資評估造成額外的負擔，即能評估 BOT 計畫的真正投資價值與最佳投資時機。因此實質選擇權評估模式比傳統 DCF 模式更能表達出投資案之真正價值，然而實質選擇權並無法完全取代傳統評價模式，而是能從中協助去求取投資計畫之或有價值。此結論與黃嘉興(2004)、陳明吉等人(2004)所發表之研究結論一致。

本文以「高雄市旗津國際觀光旅館」為例，運用美式選擇權的二項式評價模式進行投資案之投資時點價值分析。當變動性(不確定性)愈大，選擇權的獲利空間愈大(即期望值愈大)，但是下方風險(損失)固定(即選擇權之權利金)。當變動性(不確定性， σ)在 0.05 變動至 0.5 情況下，整體計畫觀點之獲利能力指標值 $PI=1.33$ ，選擇權價值維持 0.33 不變；而股東觀點之獲利能力指標值為 $PI=1.01$ ，選擇權價值則由 0.01 提昇至 0.1092，計畫價值約 1 億 1

千萬元，比原有 NPV 評估值 1 千 1 百萬元高出十倍，其產生的策略性效益隨之變大，而深具投資吸引力。是故，當民間業者看好 BOT 投資案之未來性，並對自己的管理能力有信心及願意承擔不確定性風險，則未來將可獲取策略性之投資效益。

柒、參考文獻

- [1]何麗卿，2003，《BOT 投資之實質選擇權-台灣蘇花段高速公路之研究》，私立東吳大學經濟學系碩士論文。
- [2]李宗政，1998，《民間參與投資 BOT 交通建設之決策分析-相關開發機會之考量》，國立交通大學博士論文。
- [3]林正益，2003，《以實質選擇權評估發行彩券之投資決策》，私立中原大學企業管理研究所碩士論文。
- [4]林財源，1995，財務報表分析，三民書局。
- [5]林家永，2002，《用實質選擇權方法評價連鎖加盟契約-以投資者觀點》，國立中山大學財務管理學系研究所碩士論文。
- [6]周蒔霽，2000，《BOT 投資計畫選擇權與最低營收保證之研究》，國立交通大學土木工程研究所碩士論文。
- [7]周麗娟、張大成，1998.3，《金融選擇權與實質選擇權》，台北銀行月刊，28 卷，3 期，頁 12~24。
- [8]胡展華，1996，《專案融資之研究：以

- BOT專案為例》，國立臺灣大學財務金融學研究所碩士論文。
- [9]郭又寧，2004，《運用實質選擇權來探討廠商在投資量受限之下的投資行為》，國立東華大學國際經濟研究所碩士論文。
- [10]陳西華，2003，《編製企業管理式現金預算之探討》，中華技術學院學報，27期，P.117-126。
- [11]陳明吉、蘇培魁、羅容恆，93.12，《BOT計畫投資時點選擇之價值評估--以大鵬灣國家風景區為例》，中山管理評論，第12:4期，P.825-853。
- [12]陳隆麒，1993，現代財務管理－理論與應用，華泰書局，修正版。
- [13]黃嘉興、涂新南，93.09，《實質選擇權在BOT資本投資決策之應用--以高雄捷運為例》，臺灣銀行季刊，第55:3期，P.289-325。
- [14]張大成、周麗娟、劉宛怡，2004，《BOT收購保證與貸款保證之探討》，經濟論文叢刊，32(4)，447-481。
- [15]楊澤泉、王欣群，1999，《台灣高速鐵路BOT專案計畫財務規劃與風險管理策略之研究》，台灣土地金融季刊，36卷，第3期，頁1-13。
- [16]鄭偉廷，2005，《實質選擇權評價供水及污水系統 BOT 計畫－最低營收保證複式選擇權》，國立交通大學土木工程系所碩士論文。
- [17]Alexander B. van Putten, Ian C. MacMillan, 2004.12, "Making Real Options Really Work", Harvard Business Review.
- [18]Black, Fischer, 1975.7, "Fact and Fantasy in the Use of Options", Financial Analysts Journal, Vol. 31, No. 4: 36-41.
- [19]Baldwin, C. and K. Clark, 1993, "Modularity and Real Options", Harvard Business School Working Paper.
- [20]Cox, John C., Stephen A, Ross, and Mark Rubinstein, 1979, "Option Pricing: A Simplified Approach", Journal of Financial Economics, vol.7,229-263.
- [21]Dixit A. K. and R. S. Pindick, 1995, "The Option Approach to Capital Investment", Harvard Business Review, 105-115.
- [22]Hayes, R. and D. Garvin, 1982, "Managing as if Tomorrow Mattered", Harvard Business Review, 60, (3), 71-79.
- [23]Hull, John C., 1997, Options, Futures, and Other Derivatives, Third edition, Prentice-Hall, N.J.
- [24]Ingersoll, J. E. and Ross, S. A., 1992, "Waiting to investment : Investment and Uncertainty", Journal of Business,

- 65, (1), 1-29.
- [25] Kester, W. C., 1984, "Today's option for tomorrow's growth", Harvard Business Review, March-April, 153-160.
- [26] _____, 1993, "Turning growth options into real assets", Capital Budgeting under uncertainty, ed. R. Aggarwal. Prentice-Hall.
- [27] Kulatilaka, N., 1988, "Valuing the Flexibility of Manufacturing System", IEEE Transactions in Engineering Management 35, No.4 250-257.
- [28] Kulatilaka, N. and A. Marcus, 1992, "Project Valuation Under Uncertainty When Does DCF Fail", Journal of Applied Corporate Finance, 92-100.
- [29] Lee, C. Jevons, 1988, "Capital Budgeting Under Uncertainty: The Issue of Optimal Timing", Journal of Business Finance & Accounting, vol.15(2),155-168.
- [30] McDonald, R. L. and D. R. Siegel, 1986, "The value of Waiting to Invest", The Quarterly Journal of Economics, 707-727.
- [31] Pindyck, R. 1988, "Irreversible Investment Capacity Choice and the Value of the Firm", American Economic Review 78, No.5, 969-985.
- [32] Myers, S. C., 1977, "Determinants of corporate borrowing", Journal of Financial Economics, vol. 5(2), 147-176.
- [33] _____, 1984, "Finance Theory and Financial Strategy", Interfaces, vol. 14(1), 126-137.
- [34] Robert L K Tiong, 1990, "Comparative of BOT projects", Journal of Construction Engineering and Management, Vol.6, No.1, January, 107-122.
- [35] Teisberg, Elizabeth Olmsted, 1994.4, "An Option Valuation Analysis of Investment Choices by a Regulated Firm", Management Science, Vol.40(4), 535-548.
- [36] Trigeorgis, L., and Mason, S. P., 1987, "Valuing Managerial Flexibility", Midland Corporate Financial Journal, 5(1), 14-21.
-