

# 國立交通大學

## 交通運輸研究所

### 碩士論文

交通建設 BOT 計畫特許年期與特許年期調整機

制構建

Concession Period for Transportation BOT Projects and  
Its Adjustment Mechanism

研究生：陳孟慧

指導教授：馮正民 教授

康熙宗 教授

中華民國九十四年六月

交通建設 BOT 計畫特許年期與特許年期  
調整機制構建

**Concession Period a for Tranportation BOT Projects and  
Its Adjustment Mechanism**

研究生：陳孟慧

Student : Meng-Hui Chen

指導教授：馮正民

Advisor : Cheng-Min Feng

康熙宗

Chao-Chung Kang

國立交通大學

交通運輸研究所



A Thesis

Submitted to Institute of Traffic and Transportation

College of Management

National Chiao Tung University

In Partial Fulfillment of the Requirements

For the Degree of Master

In

Traffic and Transportation

June 2005

Taipei, Taiwan, Republic of China

中華民國九十四年六月

# 交通建設 BOT 計畫特許年期與特許年期調整機制構建

研究生：陳孟慧

指導教授 馮正民 教授

康熙宗 教授

交通大學交通運輸研究所

## 摘要

BOT 計畫之特許年期是財務計畫中重要的參數，而且是補貼機制項目之一。由於此特許年期課題在相關研究與文獻少有科學性與系統性的討論，因此本研究透過相關理論研究分析，構建 BOT 計畫之特許年期訂定與調整機制。

本文以政府角度為主，兼顧特許公司報酬率與營運風險下，構建特許年期決定模式，並利用營收隨機的模擬方式，求出各種營收不確定下之最適特許年期。此外，以民間企業期望內部報酬率，作為特許年期調整的主要變數，構建特許年期調整機制。為了驗證本研究模式之可用性，本文利用停車場與港埠計畫案進行簡例分析。

本研究所提出之特許年期模式，可以提供政府單位在考量計畫案可能營收之風險下，與民間企業應分擔之風險，計算出最適的特許年期區間。該區間可作為 BOT 計畫招商時，特許年期決定之參考。特許年期調整機制，由政府決定民間企業適當之收益上限與下限，在議約階段列入考量，作為日後特許計畫實際營運後，營收與預期情況不同時，調整特許年期之參考。

關鍵字：BOT 計畫；特許年期；隨機模擬

# Concession Period for Transportation BOT Projects and Its Adjustment Mechanism

Student: Meng-Hui Chen

Advisor: Dr. Cheng-Min Feng  
Dr. Chao-Chung Kang

Institute of Traffic and Transportation, National Chiao Tung University

## Abstract

The purpose of this study was to establish an analytical model for determining the concession period and propose its adjustment mechanism for subsidy policy. The concession period is not only a critical factor for evaluating financial plan in BOT (Build, Operation, and Transfer) projects, but also the subsidy mechanism. To determine the concession period for either BOT projects is an important issue for public utility or private sector, however this issue has seldom been explored according to the past studies.

This study used a stochastic approach to take the operation revenue as a stochastic variable to evaluate concession period of BOT projects from the public sector viewpoint. We have developed the analytical concession period model based on the maximum internal rate of return of private sector. Based on the risk-sharing concept, the concession period will be interval values rather than a fixed value. The model also showed a characteristic that is large different in concession period and large changed in revenue. Two parties, government and private sector, determine the optimal concession period based on the interval values for BOT projects through the negotiation procession. Also the concession period can be adjusted by public sector according to the different revenue.

This study conducted a case study to analyze the stochastic concession period model and to find the interval values of concession period for two parties, respectively. The case study showed that the analytical concession period model could be used to determine the concession period for BOT projects.

**Key Words: BOT, Concession Period, Stochastic Simulation**

## 誌謝

當初以挑戰的心態選擇進入交通的領域，在這裡讓我體驗到的不只是學術上的差異，還有與法學院截然不同的學習風氣與生活環境。而研究所生活的重心—論文，讓我對於「學習」有了新的體會，由自己去蒐集文獻，想研究方向到計畫書成形，看似簡單的幾頁，卻是無止盡文獻回顧與網路資訊蒐集下，一點一滴累積而成，論文的題目與方向也是與老師不斷討論切磋、討論、琢磨而漸漸清楚。論文的磨練我體會到自己的不足，以前大學時可以在團體報告的保護傘下，挑自己比較熟悉的工作，但是在論文的考驗下，所有的小細節都要自己負責，。

這一路走來我想感謝許多幫助我的師長與同學，雖然把論文出來的人是我，但是這是在很多人的幫助與扶持下才能有的成就，在這段過程中，要趕感謝康老師耐心的與我討論每個細節，總是幫文筆笨拙的我細心的修改，感謝馮老師常在關鍵的時刻提點我，讓我對於研究的內容有更深的體會。

感謝讓我剛踏進北交研的時候，離開已經熟悉到不能再熟悉的大學生活，踏進陌生的環境，自己有些不能適應，不過大家的個性都很活潑外向，班上的氣氛總是熱絡，讓人忍不住的想參與靠近。回顧兩年來，第一個跟我有許多交談的敏華，雖然看似文靜，但其實是個有主見的大姊姊，感謝他有耐心的與我攀談。看起來像個女強人的踢姐，其實是個容易親近的超級好女人，活潑到不行的阿揪、偉成、明安，有你們在的時候，大家總是笑聲不斷，還有維方、嘉宜、秀惠、建仁、小龜、彥倫讓我的研究室生活，多采多姿。

論文中最困難的部分是模式構建的過程，歷經三個月漫長的思考，只為了寫出幾條數學式，要感謝在這過程中，不斷聆聽我斷斷續續思緒的小章，告訴我如何修改，寫出最適當的模式，感謝孟釗跟智詠藉助我數學系的專長，幫我解除 paper 上面的疑惑與模式正確性的修改。

撰寫論文中有很多瓶頸，也有很多讓人氣餒的地方，不過經歷過困難自己才會成長，曾經覺得自己不可能達成的事情，曾經想過要放棄的事，我竟然可以達成，論文不是天上掉下來的禮物，是大家的肯定跟自己的心血集結而成，完成論文，是對所有給我期許的人最大的回報，也是對自己的負責與肯定，再次感謝所有人，謝謝你們，因為有你們，我辦到了！^^

## 目錄

中文摘要.....	i
英文摘要.....	ii
誌謝.....	iii
表目錄.....	vi
圖目錄.....	vii
圖目錄.....	vii
符號說明.....	viii
第一章 緒論.....	1
1.1 研究動機與目的.....	1
1.2 研究範圍與限制.....	2
1.2.1 研究範圍.....	2
1.2.2 研究限制.....	3
1.3 研究方法與流程.....	4
1.3.1 研究方法.....	4
1.3.2 研究流程.....	4
第二章 文獻回顧.....	6
2.1 BOT財務評估相關研究.....	6
2.1.1 BOT計畫財務評估準則.....	6
2.1.2 BOT計畫特許公司合理收益標準.....	8
2.2 BOT計畫特許年期相關文獻.....	10
2.2.1 BOT計畫特許年期相關研究.....	10
2.2.2 特許年期影響因素.....	12
2.2.3 BOT特許年期之案例整理分析.....	13
2.2.4 特許年期推估模式.....	15
2.3 彈性特許年期相關文獻.....	16
2.3.1 彈性特許年期模式.....	16
2.3.2 國際彈性特許年期案例.....	20
2.3.3 我國彈性特許年期相關文獻.....	22
2.4 營收不確定性.....	22
2.5 文獻評析.....	23
第三章 理論架構與模式構建.....	25
3.1 研究課題分析.....	25
3.2 特許年期之決定模式.....	31
3.2.1 模式概念.....	31
3.2.2 模式構建.....	32
3.2.3 營收之隨機模擬.....	36

3.2.4 民間角度特許年期區間決定.....	37
3.2.5 特許年期決策分析.....	38
3.3 特許年期之調整模式.....	41
第四章 簡例分析.....	46
4.1 特許年期之決定簡例分析.....	46
4.1.1 特許年期決定簡例驗證一.....	46
4.1.2 特許年期決定簡例驗證二.....	48
4.2 特許年期調整簡例驗證.....	50
4.2.1 簡例三之基本資料.....	50
4.2.2 簡例三模式運算結果.....	52
第五章 結論與建議.....	56
5.1 結論.....	56
5.2 建議.....	56
參考文獻.....	58
附錄一 BOT 案例整理.....	61
附錄二 案例一模擬統計.....	69
附錄三 案例二模擬統計.....	74



## 表目錄

表 2-1 BOT相關研究整理.....	10
表 2-2 交通運輸計畫適當特許年期.....	11
表 3-1 政府獨資興建與BOT方式之現金流量項目說明.....	33
表 4-1 簡例一特許年期決定模式運算結果.....	48
表 4-2 簡例二特許年期決定模式運算結果.....	50
表 4-3 簡例三計畫開始十年營收狀況.....	53
表 4-4 簡例三計畫開始十五之營收狀況.....	54
表 4-5 簡例三計畫開始二十年之營收狀況.....	54
表 4-6 簡例三計畫開始二十五年之營收狀況.....	55
表 A1-1 國外特許年期契約與適當特許年期案例整理.....	61
表 A1-2 BOT計畫之特許年期案例整理.....	63
表 A1-3 國內民間參與公共建設計畫案財務計畫案例.....	65
表 A2-1 案例一 10%變量區間模擬結果次數統計.....	69
表 A2-2 案例一 20%變量區間模擬結果次數統計.....	70
表 A2-3 案例一 30%變量區間模擬結果次數統計.....	71
表 A2-4 案例一 40%變量區間模擬結果次數統計.....	72
表 A2-5 案例一 50%變量區間模擬結果次數統計.....	73
表 A3-1 案例二 10%變量區間模擬結果次數統計.....	74
表 A3-2 案例二 20%變量區間模擬結果次數統計.....	75
表 A3-3 案例二 30%變量區間模擬結果次數統計.....	76
表 A3-4 案例二 40%變量區間模擬結果次數統計.....	78
表 A3-5 案例二 50%變量區間模擬結果次數統計.....	80



# 圖目錄

圖 1-1 研究流程圖 .....	5
圖 3-1 各階段特許年期之決定 .....	26
圖 3-2 BOT計畫財務計畫評估流程 .....	27
圖 3-3 BOT計畫財務監理機制流程圖 .....	28
圖 3-4 特許年期影響因素 .....	30
圖 3-5 公共建設投資財務策略流程圖 .....	31
圖 3-6 BOT計畫現金流量示意圖 .....	34
圖 3-6 區間營收模擬示意圖 .....	37
圖 3-7 $T_2$ 次數分配之可接受區間與風險示意圖 .....	37
圖 3-8 特許年期決定模式決策流程 .....	38
圖 3-9 情境 1 之最適特許年期 .....	40
圖 3-10 情境 2 之最適特許年期 .....	40
圖 3-11 情境 3 之最適特許年期 .....	41
圖 3-12 特許年期調整概念 .....	42
圖 4-1 特許年期調整之營收模擬結果 .....	53

## 符號說明

$NPV_G$  : 政府獨資興建計畫之淨現值

$IF_t^G$  : t 點時之政府現金流入

$OF_t^G$  : t 點時之政府現金流出

$T_{max}$  : 計畫案最大特許年期

$r_1$  : 政府角度之折現率

$W_t^G$  : t 點時之政府出資部分興建成本

$R_t^G = P_t^G \times Q_t^G$  : 政府獨資興建 t 點時之收益 (票箱收入)

$O_t^G$  : 政府獨資興建 t 點時之其他附屬事業收入

$OC_t^G$  : 政府獨資興建 t 點時之營運成本

$MC_t^G$  : 政府獨資興建 t 點時之維護成本

$P_t^G$  : 政府獨資興建 t 點時之票價

$Q_t^G$  : 政府獨資興建 t 點時之運量

$NPV_G^{BOT}$  : 從政府角度計算 BOT 計畫之淨現值

$T$  : BOT 計畫特許年期

$IF_t^P$  : t 點時之民間企業現金流入

$OF_t^P$  : t 點時之民間企業現金流出

$TAX_t$  : t 點時之賦稅

$CF_t$  : t 點時之權利金

$RT_t$  : t 點時之土地租金

$S_t$  : t 點時之營運期間補貼

$P_t^P$  : 民間經營 BOT 計畫 t 點時之票價

$Q_t^P$  : 民間經營 BOT 計畫 t 點時之運量

$W_t^P$  : t 點時之特許公司投入興建成本

$R_t^P = P_t^P \times Q_t^P$  : 民間經營 BOT 計畫 t 點時之收益

$O_t^P$  : 民間經營 BOT 計畫 t 點時之其他附屬事業收入

$OC_t^P$  : 民間經營 BOT 計畫 t 點時之營運成本

$MC_t^P$  : BOT 計畫 t 點時之維護成本

$T_1^*$  : 當  $NPV_G^{BOT} = 0$  時之回收年期

$T_1'$  :  $T_1^*$  取高斯值

$T_1$  : 滿足政府角度之特許年期

$NPV_p$  : 從民間企業角度所計算之淨現值

$T_2$  : 民間企業角度之特許年期

$T_2^*$  : 當  $NPV_p = 0$  時之回收年期

$T_2'$  :  $T_2^*$  取高斯值

$r_2$  : 民間角度之折現率

$R_t'$  : 模擬 t 時之營收

$R_t$  : 計畫案中 t 時之預期營收

$Pr$  : 區間機率值

$RAND$  : 隨機變量

$n$  : 計畫案開始第  $n$  年

$T^R$  : 契約中確定之特許年期

$T^A$  : 調整後之特許年期

$IRR_T$  : 實際計算內部報酬率

$IRR_{max}$  : 特許公司收益上限

$r_3$  : 特許公司收益下限

$r_4$  : BOT 計畫案停損點



# 第一章 緒論

## 1.1 研究動機與目的

過去十年間公共建設民營化成為一個普遍的現象，由政府管制經營轉變為民間企業特許經營，讓財政困窘的政府引入民間資金，提供人民需要的公共建設。但如果想要吸引民間企業參與公共建設，必須要有財務上的誘因。一般財務計畫會以自償率（Self-liquidation ratio, SLR）為主要評估指標之一，如果自償率小於一，成本無法完全回收，政府可給予補貼或投資興建一部份，如果自償率大於一，成本可以完全回收，特許公司可得到額外之利潤，且政府基於社會公平原則，可向特許公司收取權利金。政府進行一民間參與計畫案前，會評估計畫案能否完全自償，再決定民間參與的方式，對於可以完全或部分自償回收的新建（興建）公共建設參與案，政府多半採用 BOT（Build-Operate-Transfer）的方式，由民間企業興建、經營，在特許年期屆滿時，設施所有權歸政府所有。

一般以 BOT 方式興建公共建設需要長時間的經營，特許年期往往超過數十年，計畫案進行期間存在許多不確定因素存在，特許公司必須承擔許多風險，包括興建風險、營運風險、市場風險、利率風險等。過去有學者在 BOT 財務計畫評估的研究中（Malik Ranasinghe，1999、行政院公共工程委員會，2001、孫秀芝，2002），以特許年期、收取費用與政府補貼等作為評估項目，但是這樣的評估都只限於特許計畫案開始之前，提供選擇最適策略方案的參考。對於計畫案開始執行後，與預期產生差異的應變方式，並沒有提出解決的辦法。因此，有學者希望透過風險的概念（李建銘，2000、嚴順利，2004），以模擬的方式將風險量化，提供計畫案參與者風險資訊，做為決策參考，但仍舊沒有提出在風險產生時如何應變。

另外，有從社會公平的角度探討權利金之給付（吳善楹，2002、黃思綺，2003）以及在權利金收取上，加入實質選擇權的觀念（蕭心怡，2004），希望藉由增加權利金給付的彈性，讓政府與特許公司共同承擔風險與收益。但是特許計畫產生風險時，可以調整的因素並不僅限於權利金，其他與整個財務計畫的相關變數都可以具有彈性的調整。

當營運風險與市場風險產生，特許公司所獲得的收益可能會不如預期。此時收益可能不足以完全自償的情況下，特許公司可以透過收取費用、政府補貼或調

整特許年期的經營狀況，但是增加收取費用會增加人民負擔，補貼在公平性上亦有所爭議。調整特許年期在這三者之中，是比較不具爭議性，也比較符合社會福利。

相關 BOT 計畫特許年期之訂定並無相關法令規範，亦無理論依據可循，以高速鐵路 BOT 計畫而言，為何特許年期訂為 35 年？在某些情形下其又可以展延 5 年？而法國迪斯奈 BOT 計畫特許年期為何 50 年？政府於招標須知公告特許年期如何訂定？以目前國內相關 BOT 計畫案特許期限訂定而言，在實務運作上，都採固定式特許年期，亦即，高速鐵路計畫特許期限 35 年，此特許期限是由主管機關於招商前，透過財務評估的假設，並參酌過去相似案例而定。由於，此課題在相關研究與文獻少有科學性與系統性的討論，因而本研究所要思考的問題是，此特許年期之訂定影響財務可行性分析甚大，對於財務風險分攤影響亦甚鉅，因此，如果能提出相關理論依據分析，BOT 計畫之特許年期訂定問題，將有助於政府推動 BOT 計畫財務分析與變更彈性特許期限之參考。

由此觀之，政府訂定特許期限之年期攸關該計畫之財務可行性高低，亦與政府獎勵誘因範圍大小有關，對於投資者之財務利益與風險影響甚大。因此，在討論其他 BOT 計畫之財務自償、財務風險議題時，應先討論計畫之特許年期如何訂定似乎方為根本。

根據本文之前述研究動機說明，本研究目的如下：

1. 構建 BOT 計畫特許年期決定模式，作為日後有關 BOT 訂定年期之參考。
2. 構建 BOT 計畫特許年期調整模式，作為 BOT 計畫特許年期調整機制之參考。

## 1.2 研究範圍與限制

### 1.2.1 研究範圍

#### 1.2.1.1 促參法第八條第一款第一項

一般而言 BOT 係指民間參與公共建設計畫，包含了其他 OT、ROT 等方式，但本研究稱 BOT 僅限於促參法第八條第一款中所述七種興建方式的第一項，由民間機構投資興建並為營運；營運期間屆滿後，移轉該建設之所有權予政府。

#### 1.2.1.2 以交通建設為主要探討範圍

促參法所適用範圍廣泛，涵蓋交通、公園綠地、焚化爐、學校等設施。但因

不同公共設施在服務性質截然不同，可能會造成特許期限訂定有所所差異，因此，本研究範圍之二乃是以交通運輸設施為討論範圍，其餘促參法所適用範圍之公共設施則不在本研究討論範圍內。

### 1.2.1.3 特許年期

按照目前所適用之規定，特許年期的計算方式為，特許契約中所訂之履約期間開始日至履約期間結束日的這段時間。各種不同的計畫案履約期間開始日的決定也會不同，一般會於特許合約決履約期間開始日，也有計畫以某一天或計畫案中某一項工作完成（如取得地上權或取得建築執照等）日作為履約期間開始日。許多文獻對於特許年期亦有不同的名稱，在促參中稱為營運年期，在獎參中稱為許可年限，而民間參與公共建設投資契約及要項之研議成果報告書（2002）中稱則為投資契約期間，在本研究中以「特許年期」作為統一的名稱。

### 1.2.1.4 以政府角度為主兼顧民間企業報酬率與營運風險

政府與民間企業對特許年期要求不同，民間會期望特許年期越長越好，但是，政府則期望給予適當特許年期即可。因此，本文希望由於從政府角度為主兼顧民間企業效益，來討論此一研究課題。

### 1.2.1.5 特許年期調整

在本研究中所稱特許年期的調整為，「特許計畫履約期間，特許公司預期收益與實際收益出入達到需調整特許年期標準時，主管機關對原先契約所設定的履約年限進行延長或縮短」。此與促參法第十一條第四項營運期間屆滿之續約，特許契約之延長不同。

## 1.2.2 研究限制

### 1.2.2.1 以財務效率為主要考量

對於特許年期決定與調整，以財務觀點為主要考量，對於經濟效益層面所考慮之外部效益，由於牽涉範圍廣大為簡化分析起見，本研究乃以財務角度來分析。

### 1.2.2.2 未考慮交易成本

交易成本所牽涉範圍較廣，為簡化模式，本研究不考慮特許計畫案進行中，可能產生的交易成本。

### 1.2.2.3 假設風險產生並非特許公司引起為主要考慮的狀況

假設特許計畫期間營運與市場風險產生造成虧損，並非由特許公司或政府任何一方缺失而造成。

### 1.3 研究方法與流程

#### 1.3.1 研究方法

##### 1.3.1.1 文獻評析法

以特許年期為主軸，針對國內國外期刊、政府機關刊物、論文與網路蒐集相關資料，進行統整評析。

##### 1.3.1.2 模擬方法

利用本文所展模式，運用國內相關 BOT 計畫進行案例隨機營收模擬分析，以了解本文模式之可用性。

#### 1.3.2 研究流程

本研究的流程如圖 1-1，步驟說明如下：

步驟一：確定本研究動機與目的。

步驟二：界定本研究問題與範圍。

步驟三：針對 BOT 財務評估、特許年期相關文獻與 BOT 案例之特許年期三方面，從網路、期刊與論文三方面，進行資料蒐集。

步驟四：統整蒐集的 BOT 案例資料與收益標準並評析之。

步驟五：構建模式，構建特許年期決定模式與特許年期調整模式。

步驟六：針對所構建之特許年期決定模式與調整模式，進行實例模擬驗證。

步驟七：綜合相關文獻與模式驗證結果，提出本研究結論與建議。



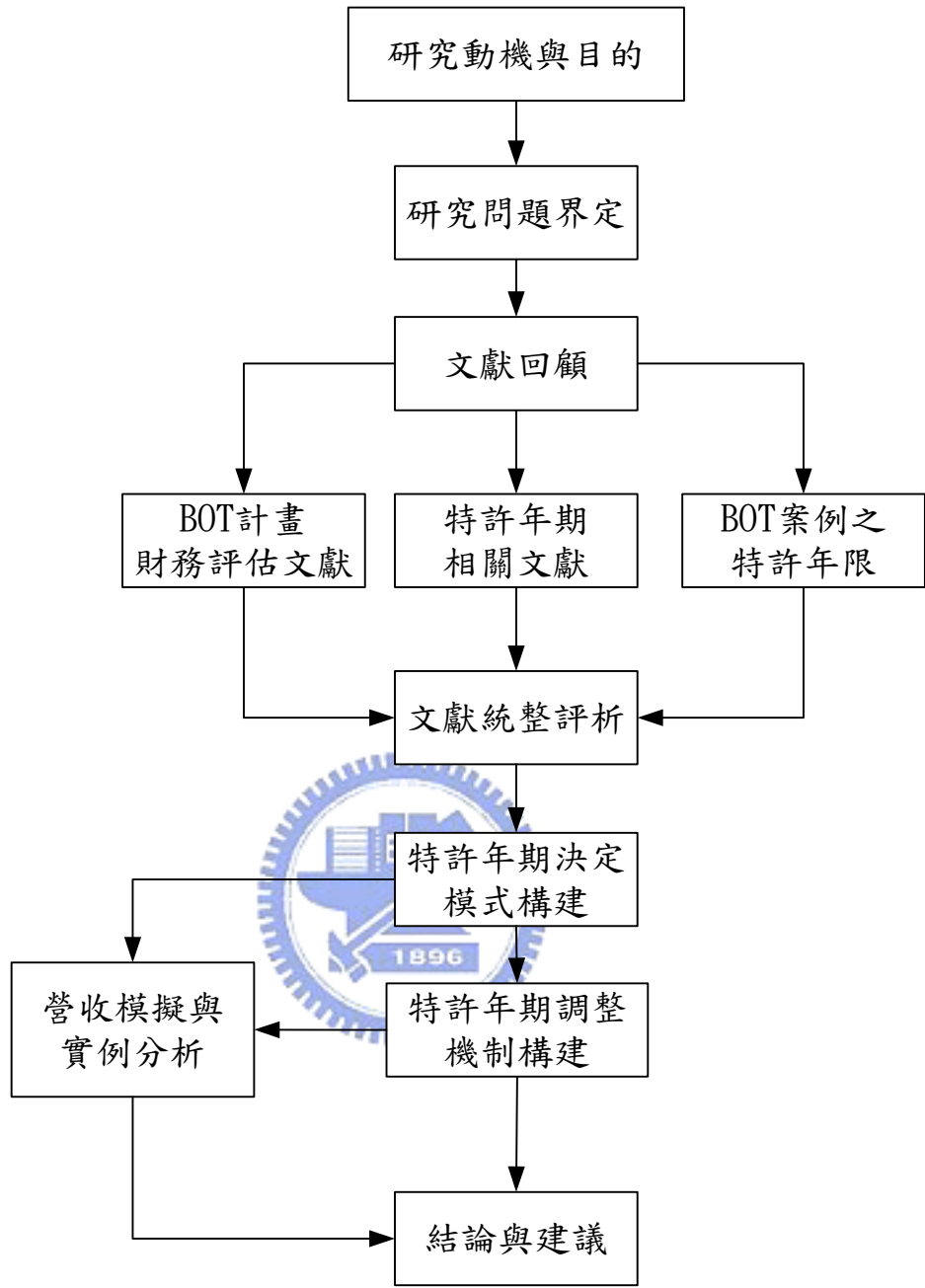


圖 1-1 研究流程圖



## 第二章 文獻回顧

本章針對 BOT 計畫之財務效益評估、特許年期與彈性特許年期相關研究、案例三方面進行文獻整理，並提出文獻評析，其中特許年期相關研究包括學者對於特許年期如何決定、影響因素與決定模式。

### 2.1 BOT 財務評估相關研究

#### 2.1.1 BOT 計畫財務評估準則

在 BOT 財務計畫中，自償率 (Self-Liquidating Rate; SLR) 可以用來評估計畫案是否可行，而根據促參法施行細則第三十二條第一項規定，自償能力指營運評估年期內各年現金淨流入現值總額，除以公共建設計畫工程興建年期內所有工程建設經費各年現金流出現值總額之比例，此計算方式為：

$$SLR = (\text{營運評估年期內各年現金淨流入總額現值}) /$$

$$(\text{興建年期內所有工程建設經費各年現金流出總額現值}) \times 100\%$$

自償率如果大於一，表示收益現值大於投入成本現值，該計畫具有自償能力；如果自償率小於一表示，表示計畫案無法具有自償能力。而非自償部分，則可藉由「1-自償率」計算特許計畫案無法完全自償的機率。對於無法完全自償的計畫案，政府可從經濟的角度考量是否需要興建計畫，採用補貼或其他方式來進行。

自償率的計算可檢視計畫案投入成本是否能完全回收，對於參與 BOT 計畫之民間企業，除需評估計畫案的財務可行性，尚需評估計畫之獲利能力，此可透過成本效益分析計算，進行財務評估。一般計畫之財務評估準則有以下幾種：

#### 1. 淨現值 (NPV; Net Present Value)

淨收益的計算方式為「將計畫各項收益現值總和減去各項支出現值總和」，計算方式如下：

$$NPV = \sum_{t=1}^n \frac{R_t}{(1+r)^t} - \sum_{t=1}^n \frac{C_t}{(1+r)^t}$$

$R_t$ ：每期收益

$C_t$ ：每期支出成本

$r$ ：折現率

$n$ ：評估年期

淨現值的優點在於考量時間的價值性，將所有現金流量折現到同一個時間點，計算收益與成本之差。在一獨立計畫案中，如果  $NPV > 0$ ，表示淨收益大於零計畫案此具有投資的價值；反之  $NPV < 0$ ，表示此方案收益小於成本，應該拒絕投資。NPV 除可用來決定是否應該進行投資外，也可以作為計畫案選擇的指標。但，當有許多方案時，可選擇淨現值最大者，作為最適方案。

## 2. 內部報酬率 (IRR ; Internal Rate of Return)

公共工程委員會 (2002) 對內部報酬率之定義為：未來現金流入的現值等於期初資金投入時的折現率。計算重點為「當淨現值為零時的折現率」，計算方式與淨現值相同，只是計算  $NPV = 0$  時，折現率  $r$  之值為何。如果 IRR 大於所要求的報酬率，表示該計畫具有投資的效益；如果 IRR 小於所要求的報酬率，表示該計畫未達到要求的投資效益門檻。

## 3. 回收年限 (PB ; Pay-Back)

從計畫案淨現金流量中，回收總成本所需要的時間，計算方式與淨現值相同，只是計算當  $NPV = 0$  時，求  $n$  值為何 ( $n$  為評估年期)。一般在進行計畫評估時，回收年期越短，對投資公司越有利，如果預期投資年期小於回收年期，表示該計畫無法在計畫期間回收成本，對經營者而言並不可行。

## 4. 股東投資報酬率(Equity IRR)

此比率係指使計畫現金流量 (包含融資之借貸及還本付息) 淨現值等於零時之折現率，其計算公式與計畫內部報酬率 (IRR) 相同，唯一差別在於計算淨現金流量之內容。計畫內部報酬率在計算各年現金淨流量時，不將融資還本利息包含在內，其意義係將股權投資者與融資提供者同視為計畫資金提供者，進而估算整體計畫之資金報酬率；股東投資報酬率(Equity IRR)則僅就股權投資者觀點，計算投資報酬率。此比率適用於衡量投資者投資本計畫所可獲得之報酬率及其財務槓桿效果。當此折現率大於投資者資金成本率時，即表示計畫對投資人具投資價值，此率越高，對投資計畫更具吸引力。

## 5. 股東投資淨現值(Equity NPV)

股東投資淨現值係將計畫各年之現金淨流量(包含融資之借貸及還本付息)，

以適當之折現率折現後加總。如股東投資淨現值(Equity NPV)大於零，表示計畫對投資者具有投資價值；故當 Equity NPV 總額越高，表示該計畫越具投資吸引力。

## 2.1.2 BOT 計畫特許公司合理收益標準

部分 BOT 計畫，政府會最低保證收益，最低保證收益之目的在於維護特許公司之財務效益，希望計畫收益足以支付特許計畫支出，而特許公司之支出與合理收益計算，分述如下。

### 2.1.2.1 折現率

#### 1. 加權資金成本

特許公司投資，所投入之資金需支付一定的成本，亦即利息，通常會以加權資金成本（Weighted Average Cost of Capital, WACC）做為資金成本的計算的指標。此 WACC 可定義為：各種不同的資金來源之資金成本按各類資金佔公司總資本比率加權平均所得的平均成本。換言之，若有 N 種資金來源，每一種資金來源的資金成本為  $k_i$ ，佔總資本的比重為  $W_i$  ( $i=1\sim N$ )，則加權平均成本計算式如下：

$$WACC = W_1k_1 + W_2k_2 + \dots + W_Nk_N = \sum_{i=1}^N W_i k_i$$

其中， $W_1 + W_2 + \dots + W_N = 1$

在進行一般性投資計畫時，所使用的資金常來自於不同的融資，因此，以整體平均融資成本來代表取得資金的平均成本，可作為設定投資計畫之必要報酬率。如果投資報酬率低於 WACC 所計算出之資金成本，表示計畫不具有投資效益。

許多 BOT 投資計畫會以 WACC 作為折現率，因為資金未來值的計算可按利率之複利的方式計算，因而未來資金現值也可利用相同的利率折算成現值，所以有許多 BOT 計畫都令加權平均資金成本(WACC)作為折現率。

#### 2. 無風險利率

進行 BOT 財務計畫時，會設定 BOT 計畫的各項基本參數，特許公司的收益便是其中一項，特許公司預期收益的設定，關係到特許計畫對民間機構的誘因。一般進行計畫案時，可選擇相同產業中風險規模相當之公司，以資本資產定價模式（Capital Asset Pricing Model, CAPM），計算其預期報酬，此預期報酬計算方式為：

預期報酬 = 無風險報酬率 + 風險係數 × (公司報酬率 - 無風險報酬率)

無風險報酬率則可採 90 天期之國庫券利率代替之，公司報酬率則以所選擇公司之各年股息分配及股價增值之平均值為年報酬率，並以其各年報酬波動計算其風險係數。

#### 2.1.2.2 最小保證收益

BOT 計畫案中為增加私人企業投資誘因，讓私人企業與政府共同分攤風險，會設定最低保證收益或最低保證運量。利用此最低保證收益與最低保證運量，可計算特許公司在該最低保證運量與最低保證收益下的報酬率，這個報酬率可以作為特許公司合理收益標準下限的參考。

以智利推動 BOT 案而言，許多民間參與之公共建設案，係由 MOP(Ministry of Public Works)負責招標前的準備工作，為了讓特許計畫更具有實際財務效益並且降低參與特許計畫民間機構的風險，會政府會在招標時提供最低保證收益，如 El Melon 隧道計畫案與 La Madera 城際公路計畫案。但是各個計畫案有各個不同的收益與計費方式，採用固定金額的方式缺乏彈性與公平性。近幾年智利政府透過每年最低保證收入設定，作為最低保證收益的計算依據。最低保證收益的計算是以「總投入成本×0.7」為最低總收益標準，在此收益標準下，每年所需要的回收收益作為最低保證收益，對於每年收益不足的部分，再給予補貼。

#### 2.1.2.3 BOT 計畫案研究分析

過去關於 BOT 財務計畫之研究不少，相關研究整理如表 2-1，從各個研究中，可以發現每個計畫的所採用的收益指標不盡相同，報酬率的名稱與定義沒有一致性，預期報酬率與股東預期報酬率是否相同？計畫案並沒有詳細說明，容易產生誤解，而且「報酬率」有許多解讀方式，解讀方式不同，計算結果也不同。並且不論特許計畫採用何者作為預期收益指標，各項財務評估準則計算中，特許年期都是其中一項變數，特許年期的決定與變化，會影響財務準則的計算，間接的影響 BOT 計畫的財務決策。

表 2-1 BOT 相關研究整理

作者	財務計畫研究內容	收益標準	報酬率	折現率
Malik Ranasinghe (1999)	比較 BOT、採用補貼方式興建，不同策略何者較佳，以及採用補貼方式興建給予投資公司不同報酬率，人民需負擔的支出的變化。	特許公司 內部報酬率	12%	12%
林雪花 (2000)	民間參與投資財務規劃，自償率不足的情況，計算補貼機制。	股東稅後 預期報酬率	13.5%	13%
孫秀芝 (2002)	針對中山大學學生宿舍計畫案興建模式與財務評估模式研究。	報酬率	12%	12%
吳善楹 (2002)	構建權利金計收模式並進行實例驗證。	股東權益 報酬率	20%	8%
內政部 (2003)	為計算民間參與污水處理廠，根據成本推估，計算政府提供補貼費用。	資金報酬率	10%	8%
蕭心怡 (2004)	考量 BOT 計畫之實質選擇權下，權利金的計算，並以停車場興建 BOT 案為簡例。	股東權益 報酬率	12%	
嚴順利 (2004)	針對一 BOT 專案，進行可行性與風險分析。	股東要求 報酬率	15%	

資料來源 本研究整理

## 2.2 BOT 計畫特許年期相關文獻

### 2.2.1 BOT 計畫特許年期相關研究

關於特許年期相關研究甚多，如 Shaw 等 (1996)、夏家承 (2000) 與陳兆夫 (2002) 曾提出，BOT 計畫中特許年期規定與實際案例所面對的問題。

Shaw 等 (1996) 曾針對特許計畫重要元素之影響因素，進行探討，認為決定特許年期的主要因素在於：特許計畫資產的壽命 (economic life of assets) 與資產的市場適用性。並且整理各種交通運輸計畫之適當特許年期如表 2-2 與實際案例特許年期整理表如 A1-1，從表中可以發現，特許年期的決定取決於契約的內

容，如果契約不包含硬體資本投入，特許年期不需要太長，十年之內即可。如果需要投入資本，特許年期會比較長，而且會根據投入資本程度不同與交通運輸計畫回收情況有所差異，基本上，除了公車之外之交通運輸計畫，在有硬體資本投入的情況下，以 30 年以上之特許年期，為較適當的特許年期；但是相同的計畫種類，計畫內容不盡相同，此表僅可作為特許年期決定之參考標準，無法作為特許年期判斷之依據。

表 2-2 交通運輸計畫適當特許年期

運具種類	投資情況	適當特許年期
公車	只有營運部分	3-5 年
	包含硬體設施資產投入契約	20 年
鐵路	只有營運部分契約	5-10 年
	包含鐵路硬體設施資產投入契約	30-50 年
公路	所有類別契約	30 年
港埠	只有營運部分契約	5 年
	只有投資上層建築	10 年
	包含硬體設施資產投入契約	30 年
機場	營運部分契約	10 年
	包含場站資本投入契約	30 年

資料來源 Shaw 等 (1996)

Brickley (2002)，曾針對一般連鎖店或專利權而簽訂之特許經營合約進行研究，利用統計分析進行驗證與時間序列模式分析，認為特許年期會與期初投資金額、專業技術難度、過去的經驗、法令對於特許契約的限制嚴格程度有關，James A. Brickley 也從過去統計資料發現，在統計的六千多宗專案特許契約中，有百分之九十的特許年期都是五的倍數。雖然專利權特許經營與 BOT 特許經營不同，但是可以發現從特許年期與財務投資具有相關性，這點與 BOT 計畫案的相同。此外，與專利權特許案例相同的是，不論國外或國內 BOT 計畫案，特許年期以

五為倍數的計畫案數量確實比較多。

夏家承（2000）認為，特許年期的長短，為計畫財務效益的函數關係。必須考慮設施的壽命、重置及維修支出的情況、開始償還貸款時的融資結構等。而特許年期的起迄點，會影響整個計畫案的效率，從興建期計算對於社會大眾比較有利也比較具有效率，因為特許期間包括興建期，特許公司會希望越早完工越好，這樣可取得收益的營運期就會越長。

陳兆夫（2002）針對停車場民營與公營進行比較，以台北市四個停車場為研究案例，認為特許年期相關規定模糊，「由相關法令規定，停車場的營運期間仍是由投資人與主管機關按其投資金額與獲益報酬加以約定，並報請上級主管機關核定。這樣的規定一方面沒有說明投資金額與營運期間如何換算，也沒說明獲益報酬率之標準。」

王駿良（2001）針對資源回收場現金流量與風險評估時，對於特許年期的決定，認為從公部門的觀點來衡量，特許廠商之特許年期最基本的條件為  $NPV=0$  及  $SLR=1$  時，亦即達損益平衡年限時，即可考慮特許年期，然而特許年期過短，會影響投資商投資意願。

學者對於特許年期的定義有不同的見解，但都認為特許年期與特許契約內容、財務效益具有相關性，而且 BOT 計畫之雙方對於特許年期的認知與需求並不相同，但如何求出雙方都可接受的特許年期？特許年期如何決定，政府並沒有說明，也無準據可循。

### 2.2.2 特許年期影響因素

過去工程會（2001、2002）與姚乃嘉等人（2001）曾探討影響特許年期的各項因素，如：

姚乃嘉等人（2001）認為特許年期之決定需考慮計畫之自償性，政府對民間機構提供協助的範圍及民間機構被允取的收費價格等因素。對於計畫僅需要投資而有高報酬率的 BOT 計畫，其特許權多在 15-20 年；而計畫範圍大且回收期長者特許年期可達 30-55 年。姚乃嘉等人整理參酌相關文獻提出特許年期的訂定應考慮以下因素：

- 附屬設施或本業工程
- 計畫投資回收年限

- 設備使用年限
- 回饋金與權利金額度
- 移轉方式
- 政府承諾及保證：如保證收益或保證運量等。
- 特許年期是否可以延長
- 政府提供之配合措施或及獎勵方式
- 配合其他單位之作法
- 現有法令規定

另外，行政院公共工程委員會（2001、2002）對於特許年期評估規劃假設與特許年期訂定所考慮因素，有以下幾點：

- 評估年期：評估整個計畫案的時程，包含興建期及營運期。
- 興建評估年期：興建開始與結束年度。
- 營運評估年期：營運開始與結束的年度。
- 現值基期：計算淨現值的基準年度。
- 民間機構投資之回收期間
- 貸款償還年限
- 公共建設資產使用年限
- 投資契約期間屆滿時，資產之剩餘價值或再利用價值等。

從各種過去文獻可以發現，特許年期由設施特性(使用情況與耐用年限)、財務因素(投資報酬率、權利金等)與政府的規定三個因素來決定，所以要決定適當特許年期須從此三方面進行。

### 2.2.3 BOT 特許年期之案例整理分析

根據促參法的定義，特許年期為特許契約中所訂之履約期間開始日至履約期間結束日，所以特許年期的計算會因為契約中的規定而有不同，茲將我國過去 BOT 案例整理如表 A1-2 與 A1-3，從案例表中可發現，過去案例對於特許年期的決定有以下幾種特性：



### 1. 主要設施重置年期

有些計畫案為以主要設施，重置年期最長者作為特許年期，例如日月潭九族文化村纜車系，以纜車重置年期（30年），作為特許年期，而特許年期並不包括興建期。

### 2. 以營運期為特許年期

大部份 BOT 計畫案的特許年期都會包括興建期，但少部分案例以營運期作為特許年期，特許年期中包括興建期，會增加特許公司時程上的壓力，但也可以藉此提高計畫興建時的效率。

### 3. 預估興建年期加上主要資產設施重置年期

根據主要設施資產重置年期為營運期間，預測興建設施所需要的時間，由這個項目決定特許年期的長短，如貓空纜車與谷關纜車計畫案。

### 4. 參考其他案例

有部分計畫案會以其他同質性計畫案之特許年期，作為該計畫案之特許年期，例如我國港埤 BOT 計畫案，多以五十年作為 BOT 特許年期。

### 5. 由 BOT 主管機關單位決定

有許多 BOT 計畫案並沒有說明特許年期之決定方式，且特許年期中包括興建期與營運期，如漁翁港休閒度假村計畫案。

在實際案例中，許多案例的特許年期的產生，可能會考慮兩種以上的情況決定特許年期，但是大部分的 BOT 計畫對於特許年期如何決定，並沒有比較具有系統性的決定，也沒有考慮到特許公司收益與特許年期之間的關係。此外特許年期的起迄日基準不同，在財務計算上也會有所差異，亦可能會影響財務計畫評估基準的計算。

由於 BOT 計畫多具有獨特性，如果採用一般性之規定來界定特許年期可能會產生更多問題，但對於特許年期之計算基準應該有統一的概念：特許年期起算日不同，「契約上之特許年期」與「財務計畫中所計算的基準年期」兩者之間含意不全然相同，不論契約上特許年期為何，進行 BOT 財務計畫時，都需將興建期內所發生之成本考慮計算。

## 2.2.4 特許年期推估模式

過去曾經有國外學者，針對特許年期進行相關研究，如 Loh 等（2002）利用特許年期、IRR 與收取費用，構建多重迴歸模式，而 Shen 等（2002）則從政府與民間角度計算 NPV，計算出適當的特許年期。茲分述如下：

Loh 等（2002）探討特許年期、收取費用與 IRR 三者之間的關係，利用這三個變數，構建多重迴歸模式，提供 BOT 參與團體自動調整的機制，以減少議約時變更這三個變數，整個財務計畫需要重新計算所花費的人力與成本。

所構建的迴歸模式，分兩階進行迴歸模式校估，模式如下：

Model I：First-Order model

$$IRR = k_0 + k_1C + k_2T + e$$

Model II：Second-Order model

$$IRR = k_0 + k_1C + k_2T + k_3CT + k_4C^2 + k_5T^2 + e$$

*IRR*：預期內部報酬率

$k_i$ ：校估係數

*C*：計畫案收取費用（相當於票價）

*T*：特許年期

*e*：誤差項



模式中所需要的數據，可利用計畫案敏感度分析結果求得，利用統計軟體進行迴歸模式校估，並進行信效度檢定如果信效度可以接受，參與 BOT 計畫案的相關單位可以利用此模式，迅速求出需要的相關變數。此模式主要數據來源為計畫案預測財務計畫，資料取得容易，但是模式為簡單之迴歸，沒有辦法提供計算出特許年期之方式。

Shen 等（2002）提出一特許年期的計算方式，以預期收益報酬率與投入資本，做為民間團體衡量是否投資的基準，而政府部門會希望在收回由政府經營後之經營淨現值大於零，從這兩個角度出發構建一特許年期決定模式。其模式如下：

$$\begin{cases} NPV^{(1)} = \sum_{t=1}^{T_c} NPV_t = \sum_{t=1}^{T_c} \frac{(I_t - C_t)}{(1+r)^t} \geq I_c R \\ NPV^{(2)} = \sum_{t=T_c+1}^n NPV_t = \sum_{t=T_c+1}^n \frac{(I_t - C_t)}{(1+r)^t} \geq 0 \end{cases}$$

$NPV^{(1)}$ ：從民間角度計算之 NPV

$NPV^{(2)}$ ：從政府角度計算之 NPV

$T_c$ ：特許年期

$I_t$ ：t 年之現金流入

$C_t$ ：t 年之現金流出

$r$ ：折現率

$I_c$ ：民間團體資本投入

$R$ ：預期報酬率

$n$ ：計畫案最大營運年期（耐用年限）

此模式優點在於簡單，而且分別從政府與民間兩個角度出發，可利用財務預測之現金流量計算出特許年期，提供特許年期決定的方式。但是，模式對於折現率並沒有多做說明，特許公司與政府的折現率所採用的標準不全然相同，如果用同樣的標準計算，會有所偏誤。

此外，分別從政府觀點與民間觀點計算，如何計算出最適特許年期，Shen 等有利用 BOT 計畫進行模式驗證，但並沒有解釋如何尋找出政府與民間角度的交集，只是利用計畫案之財務資料，分別從兩個角度進行模式計算，認可計畫案之特許年期符合雙方之要求。但是，如果 BOT 計畫不具有財務可行性或者政府與特許公司觀點無法求出均衡點時，該如何調整財務計畫；或者如果在模式中，有多重解（可以同時滿足  $NPV^{(1)}$  與  $NPV^{(2)}$  的情況），如何解決，文獻中並沒有多作說明。

## 2.3 彈性特許年期相關文獻

### 2.3.1 彈性特許年期模式

對於 BOT 財務計畫的探討，過去多半以權利金（黃思綺 2003）或針對特許計畫自償率不足時的補貼金額（林雪花 2000，簡龍鳳 2000）作為主要的變數進

行模式構建，國外亦有學者提出彈性特許權（Engel 等人，1997、2001；Nombela 等，2004）的觀念，構建 Least-present-value-of-revenue 與 Least-Present-value-of-net-revenue 兩個彈性特許年期模式，這兩種模式的特點在於：

1. 以收益最低之競標者為最優申請人。
2. 特許契約訂定時，契約中並無載明固定的特許年期，當特許公司契約中約定收益值時，契約即終止。

由 Engel 等提出之 LPVR（Least-present-value-of-revenue）收益淨現值最小，以參與競價者提出總收益現值最小為最優申請人，特許年期並不固定，是透過收益之計算而得到。模式發展概念如下：

特許年期可以透過「總收益/每期收益=特許年期」，此概念發展出特許許年期是由運量、價格與收益所組成的方程式，計算式如下：

$$T(I_i, Q^e) = \frac{R(I_i)}{PQ^e}$$

$Q^e$ ：預期運量

$I_i$ ： $i$  公司投入的興建成本

$R(I_i)$ ： $i$  公司得到的收益

$P$ ：對使用者收取的費用



而特許公司最大預期收益等於「每期收益減去每期維護成本，乘上期數（年期），期數以上一階段之計算式代入，取代一般使用之固定年期，減去總成本與資訊成本，再乘以某價格參與競價得標的機率」，模式如下：

$$\text{Max}_{p_i} \prod_i^e = \left( \left[ P_i Q^e - M \right] \left( \frac{R_i}{PQ^e} \right) - I_i \right) \left( \frac{I_{\max} - R^{-1}(R_i)}{I_{\max} - I_{\min}} \right)^{n-1}$$

$I_{\max}$ ：投標公司中興建成本的上限

$I_{\min}$ ：投標公司中興建成本最下限

$M$ ： $i$  公司預測的維護成本

$\left( \frac{I_{\max} - R^{-1}(R_i)}{I_{\max} - I_{\min}} \right)$ ： $i$  公司用  $I_i$  作為興建成本之得標機率。

特許公司招標時，收益現值計算模式如下：

$$R(I_i) = \frac{PQ^e}{PQ^e - M} \left( I_i + \frac{I_{\max} - I_i}{n} \right)$$

$n$ ：參與投標的公司數

$\left( \frac{I_{\max} - I_i}{n} \right)$ ：資訊成本為參與競標，蒐集而增加的成本

LPVR 利用提出收益現值最小為得標條件，特許年期由特許公司實際營運後的收益所決定（特許年期並不是用一固定值，而是由收益與成本組成的函數），利用變數間的關係，構建彈性特許年期模式，由於這個模式的收益必須依賴運量預測，如果每個投標者預測運量與成本不同，投標的收益也會不同，單從投標所提出的收益現值可能會無法判定正確的申請人。所以利用這個模式進行實際案例選擇時，需要稍微調整或增加限制。

另外一彈性特許年期模式 LPVNR 淨收益現值最小，是由 Nombela 等（2004）所提出的彈性特許年期的模式，承襲自 LPVR 概念，也是根據競價結果作為日後特許年期終止的決定因素，LPVNR 的假設條件，可以在不預測運量情況下計算出收益，模式如下：

特許年期是由運量、興建成本與營運成本所決定的，計算式子如下：

$$T(Q^e, B_i, E_i) = \frac{B_i}{PQ - E_i}$$

$Q$ ：運量

$B_i$ ： $i$  公司從特許計畫得到的總收益，不包括維護成本

$E_i$ ： $i$  公司實際維護成本

$P$ ：對使用者收取的費用

而特許公司的收益為營運收益扣除維護成本與興建成本，與 LPVR 相同年期以上一階段之計算式代入，計算式如下：

$$\Pi(Q, B_i, E_i) = (B_i - I_i) + (E_i - M_i) \times [B_i \div (PQ - E_i)]$$

$I_i$ ： $i$  公司投入的興建成本

$M_i$ ： $i$  公司預測的維護成本

特許公司招標時，淨收益現值計算式如下：

$$\min (B_i + \frac{1}{(T_{m+1} - T_0)} \sum_{t=T_0}^{T_m} t E_i)$$

$T_0 \sim T_m$ ：政府公告可能特許年期範圍

特許年期在營運後，特許公司得到投標時提出收益時，宣告特許契約終止，屆時才知道該計畫案之特許年期，這樣的方式，存在著幾項問題，茲分述如下：

#### 1. 特許年期無法確定

利用 LPVNR 的方式進行特許計畫，特許契約簽約時並沒有明確特許年期的「數目」，要當達成特許公司投標時提出的收益，特許契約才宣告終止。

#### 2. 如何公告特許年期區間，如何決定最優申請人

由政府公告可能特許年期區間，既然以一區間做為可能特許年期公告，民間企業會以不同特許年期進行投標，對於採用不同特許年期的投標者之間，政府該如何決定最優申請人？投標者如何決定最適的投標特許年期？

如果民間企業用比較短的特許年期投標，相對的也會提高計畫案的風險，在有彈性特許年期的機制下，會不會有民間企業先利用低特許年期競標，在得標後，實際營運收益不如預期時，要求政府配合特許公司虧損狀況，給予延長特許年期的補貼。

#### 3. 將風險移轉使用者

利用 LPVNR 可降低納稅人與特許公司的風險，但是，因為特許年期取決於使用者產生的運量，特許年期會持續至，「運量所產生的收益等於特許公司投標時的競價收益」，但也會將所有風險移轉至公共建設使用人，如果使用量沒有創造足夠收益，特許契約就不會終止，雖然克服運量不確定的問題，但也可能造成不公平。

#### 4. 特許年期有其上限

LPVNR 模式對於收益為達標準特許年期就不會終止，但特許年期應不會無限，特許年期會受限於設施重置年期與契約年期之限制，所以對於特許年期應該要有一上限。

#### 5. 如何在沒有確切運量情況下預測特許公司收益

LPVNR 模式的另外一個問題在於，根據 Nombela 等所提出的計算方式，可以克服運量不確定性的問題，但，如何在不知道運量的情況下，計算出扣除維護成本的收益，卻沒有明確說明。

### 2.3.2 國際彈性特許年期案例

有少部分特許計畫案採用彈性特許年期的方式，可能是有附條件的提前結束，也有沒明確特許年期的案例，分述如下：

#### 1. 英國 Queen Elisabeth II Bridge

1987 年英國政府進行 Queen Elisabeth II Bridge，計畫得標者選擇利用 LPVR 方式決定特許年期，由於特許計畫案運量具有不確定性，為保險起見，特許公司寬估特許年期為 20 年，但是契約中有一附帶條件，即「當特許計畫收益已足夠支付計畫案所有付出之貸款與利息時，契約即終止」。最後此計畫案在營運八年後，就移轉至政府的手上。

#### 2. 智利 Santiago-Valparaíso-Viña del Mar 高速公路

智利有許多民間參與的計畫，智利之 Santiago-Valparaíso-Viña del Mar 高速公路 BOT 計畫是少見採用 LPVR 彈性特許年期方式以 25 年為特許年期上限，參與競標的特許公司，可根據 25 年為特許年期，進行財務計畫評估。原有五投標者經過技術評估篩選後只有四個公司合格，再針對合格公司的財務計畫進行評估，以預期收益最小者為得標者，最後得標公司預期收益為 381 百萬美元。

此計畫的投資金額為 4 億美元，1996 年簽定特許合約，2002 開始營運，政府沒有給予補貼也沒有收取權利金，如果特許公司經由特許計畫案所得到之收益，以達到競標時的預期收益，或特許計畫案營運二十五年，特許計畫案即終止，如果智利政府因為其他因素必須提前終止合約（合約未達二十五年），必須補償特許公司尚未得到的預期收益，將不足的預期收益折現至契約終止年，以 10.5% 為折現率。

#### 3. 澳洲 M2 Motorway

M2 Motorway BOT 計畫案是在雪梨西北部地區興建四線道與兩個公車道，長度約 21 公里的高速公路，在興建工程中包括幾個橋樑與一個隧道（兩邊出口的隧道），計畫案主要參與者為 Macquarie 銀行與交通需求預測專家，在整個財務規劃中，建立基礎個案模型（Base Case Model），根據所預測的交通需求量建立

財務規劃。整個興建計畫中，權利金的收取方式為：A.每年必需支付七百萬元澳幣的特許費；B.如果收益內部報酬率，超過 12.5%，就必需支付超出收益的 20% 做為回饋。澳洲政府有採用彈性特許權的機制，如果有下面幾項情況，特許期提前於該年終止：

前 36 年 平均每年內部報酬率超過 16.5%

前 39 年 平均每年內部報酬率超過 16.0%

前 42 年 平均每年內部報酬率超過 16.0%

#### 4. 澳洲 Melbourne City Link

Melbourne City Link 是連結墨爾本市中心的高速公路，全長 22 公里，道路工程中包括道路、隧道與橋樑的興建，總計畫案成本估計 1.8 億澳幣，特許年期 33.5 年。權利金的收取方式為：特許前 25 年，每年支付 9600 萬澳幣；特許期最後 8.5 年，如果年平均內部報酬率超過 10%，每年支付 4500 萬。彈性特許權機制規定如下，但如果有以下幾項情況產生，特許期將提前於該年終止：

前 25.5 年 平均每年內部報酬率超過 17.5%

前 27 年 平均每年內部報酬率超過 17.5%

前 29 年 平均每年內部報酬率超過 17.5%

前 31 年 平均每年內部報酬率超過 17.5%

前 33 年 平均每年內部報酬率超過 17.5%

#### 5. 印度 Noida Bridge

Noida Bridge 是一座 5.5 公里的大橋，位於印度的 Dehli，1998 年開始興建 2002 年二月完工，開始營運，計畫投資金額 100 百萬美金，特許年期是 30 年或當計畫案 IRR 達到 30%，特許計畫案達到兩個條件其中一項特許計畫即終止。

從以上五個案例可發現，國外彈性特許年期多半以某特許年期為基準，另外以特許公司預期收益或 IRR 為調整機制，只要其中一個要件達成特許合約便會終止。

雖然國外有將 LPVR 引入進行 BOT 計畫，因為 LPVR 具有特許年期不確定情況，所以仍會在契約中提出一參考特許年期，作為特許年期上限，解決了該模式的缺點，但是此特許年期上限，如何決定並沒有說明。另外從上述五個案例中，都是從特許公司之收益立場，針對收益已達成的計畫案提前結束計畫，對於特許



公司可能會有虧損的情況，特許年期如何調整沒有太多說明。

### 2.3.3 我國彈性特許年期相關文獻

目前我國尚無採用特許年期之案例，相關文獻亦不多，過去王駿良（2001）曾以特許年期，作為資源回收廠現金流量財務評估指標，孫秀芝（2002）、陳兆夫（2002）曾分別以特許年期作為中山大學學生宿舍與停車場之財務敏感度分析變數，但是對於營運後特許年期調整的部份，並沒有相關研究有所討論。

國內BOT案，基本上都採用固定式特許年期，特許年期調整著重於特許年期之後的續約，只有一特許計畫有類似彈性特許年期的案例。此案例為臺北縣BOO一般事業廢棄物（含垃圾焚化灰渣）最終處置場設置計畫，「鼓勵民間機構興建營運一般事業廢棄物（含垃圾焚化灰渣）最終處理廠」評決通知函中，對於契約期間說明如下：

*契約期間包括興建期及營運期間，為自簽訂投資契約日起至營運開始日後十年為原則。掩埋期間未屆滿，甲方實際委託運量已達保證量時，甲方應與乙方協商提前終至投資契約或依原投資契約繼續執行。*

但是，在此契約中並沒有明確的調整機制，而且與國外案例有幾點差異：

1. 這個契約並沒有因為達到附註條件就因此終止，而是會進一步協商是否要終止或繼續，這樣的但書對於特許公司收益的限制效果不大。

2. 特許年期停止的條件並不是因為特許公司招標時所提出的收益，而是由主管機關訂定一停止標準（保證量）。

3. 此案例為 BOO 特許計畫案，與 BOT 計畫的程序上不盡相同。

整體而言，立意上與實際執行上，與國外特許年期的 BOT 計畫案的彈性機制，還有一些差距。

## 2.4 營收不確定性

BOT 計畫案具有許多不確定因素，一方面是因為計畫案投資資金龐大，對參與之任何一方都需要承擔很大風險。另一方面也因為 BOT 計畫屬全新的計畫案，經營者要面臨的營運狀況是未知的。雖然過去有研究利用風險評估的方式，企圖降低計畫之不確定性，或以現況資料評估其他影響變數，配合問卷尋求使用者的敘述性偏好，整合分析進行運量預測，但是對於完全未知的計畫，這樣的預測方

式並無法完全克服不確定性，很難完全掌握在 BOT 計畫完工後之實際運量。因此有研究者利用模糊或機率分配，進行運量預測，相關研究分述如下：

Malik (1999)利用模擬軟體，以斯里蘭卡發電廠 BOT 案為例，假設運量呈現 log-normal 機率分配，模擬減少營收不確定性，進行最適的決策方案評估。

Xing and Wu (2003)以發電廠 BOT 案為例，利用基因演算法進行運量模擬，以推估未來可能之發電量供給需求狀況。

沈秋美 (2004) 利用模糊理論，分別觀察在處理融資者所要求的償債水準、民間投資者所要求的內部報酬率與需求預測不確定的情況下，構建模糊權利金收取模式，並以簡例與實際案例進行模式運算。

蕭心怡 (2004) 利用實質選擇計 BOT 計畫之算權利金，在傳統 NPV 法則中加入彈性管理因素，透過系統模擬，模擬變動投資環境，並以數學規劃模型求解最適權利金。

這些研究提出運量預測不確定性因素，然而，不論是傳統的機率分配、模糊理論，在決定採用何種機率分配與模糊數時，仍然有很大的討論空間。

## 2.5 文獻評析

### 1. 特許年期與財務報酬率密切相關

從過去研究中都顯示，特許年期與 BOT 特許公司之收益，具有高度相關性，特許年期的調整，可以作為補貼機制的一環。

### 2. 特許年期決定並無一定準據

過去對於特許年期之相關研究，多以特許年期之影響因素為主要探討方向，少有文獻對於特許年期之決定提出較具科學性與系統性之方法，雖有學者利用數學規劃之方式，企圖尋找出從政府角度與特許公司角度之最適特許年期，但，其模式適用性有限，而且其模式並未決定計畫之特許年期，僅對於 BOT 計畫之特許年期進行檢驗，檢視計畫案之特許年期是否合理，且符合雙方的要求。

### 3. 國外對於特許公司收益會設定一上限

目前國內在 BOT 計畫監理機制中設計，多以權利金為主要研究對象，但對於特許公司收益的控制部分，尚無相關研究討論，如何決定特許公司的收益上限。而國外則直接給定一個「願接受收益」，作為特許公司的收益上限，此種收

益上限決定方式，可作為國內 BOT 計畫之參考。

#### 4. 國外彈性特許年期在國內之適用性

國外已有許多彈性特許年期的案例，若國內欲採用類似的方法，除要進行更完善的財務評估外，尚需針對國外監理機制進行研究。彈性特許年期除了評估、競標與議約機制上與國內目前 BOT 採用的機制有些差異外，還需配合營運後之管理與基金的配合。如果國內要採彈性特許年期的方式，在財務計畫與監理機制作需要進行調整。



## 第三章 理論架構與模式構建

### 3.1 研究課題分析

#### 課題一：特許年期在 BOT 財務計畫中的重要性

BOT 計畫如同一般投資計畫，財務計畫評估對整個計畫具有決定性的地位，在整個 BOT 財務計畫中，無論未來財務規劃（還本年期的決定與營運時間等。）與計畫案可行性（是否能在設施耐用期限內回收成本，計畫是否具有財務可行性。），特許年期都是很重要的決定變數，而且特許年期又是 BOT 計畫風險分攤、補貼（政府應該給予特許公司多久的營運年期，才符合社會公平，又能滿足特許公司希望的收益。）方法之一，所以特許年期的決定與調整，對於整個財務計畫影響甚鉅。

#### 課題二：特許年期如何決定？

目前法令關於特許年期的規定，在促參中有「營運期間屆滿之續約應明載於契約中」，但是對於特許年期如何決定，在法令條文中並沒有明確的說明，唯可將特許年期之決定分為招商期、議約期與營運期三個階段，各個階段決定方式不盡相同，各階段之特許年期決定如圖 3-1。

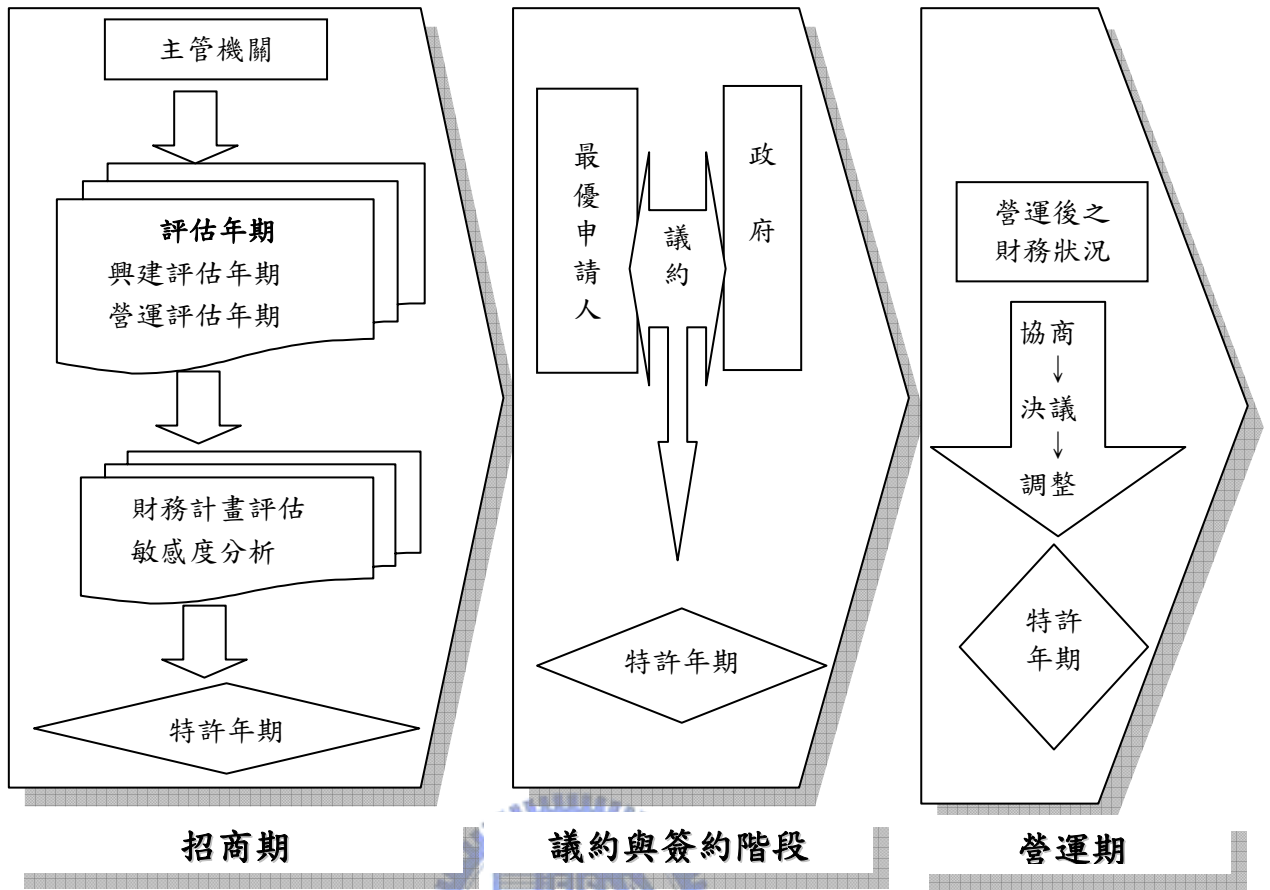


圖 3-1 各階段特許年期之決定

資料來源 本研究整理

在招商期是由主管機關根據興建年期與年期評估予以決定，經過財務計畫可行性評估與敏感度分析後，來決定特許年期。政府在進行財務計畫時，先決定特許計畫之基本參數，如特許年期之決定，至於如何決定，並無一定準據，而是將基本參數透過運量預測後，進行財務計畫可行性評估，檢視財務計畫是否可行，並進行敏感度分析，此時，主管機關在評估各種狀況後，可能會為了提高計畫財務可行性，對特許年期進行調整，相關財務評估流程如圖 3-2。

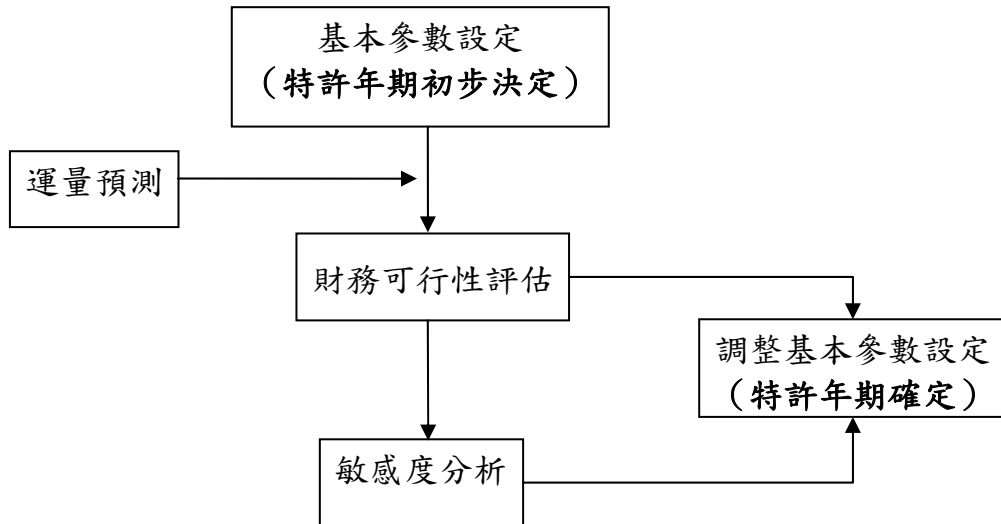


圖 3-2 BOT 計畫財務計畫評估流程

資料來源 本研究整理

在議約與簽約階段，特許年期是由政府與最優申請人，共同協議來決定。在營運期，特許年期會因為營運後的財務狀況不同來調整特許年期長短，以控制特許公司收益或維持計畫案進行。但是目前國內對於議約與簽約階段與營運期之特許年期變更或調整，尚無實際案例與明確之法源依據。

### 課題三：BOT 計畫之補貼機制構建

雖然在各項 BOT 計畫中，營運風險與市場風險是由特許公司負擔，如果因為特許計畫產生不可歸責於特許公司與政府雙方的風險，造成特許公司收益過低，有虧損或無法繼續經營的情況，進而必須終止計畫，在考量整體社會效益下，此時，政府可以給予適當優惠，或採補貼措施，讓 BOT 計畫繼續進行。當特許公司收益超出預期，基於公平合理為原則，政府可利用一些財務措施，包括特許年期調整、權利金收取、土地租金減免或提供賦稅優惠。對於補貼方式與時機相關文獻討論如下：

#### (1) 監理機制

根據高速鐵路監理業務之研究（高速鐵路工程局 1997）與相關法令、研究，特許公司財務之調整流程如圖 3-3 所示，依該研究所提之機制顯示，BOT 計畫營運一定時間後，政府首先評估票價是否合理，服務水準是否有符合要求，如果票價合理、服務水準亦符合要求，或者，票價不合理、服務水準未達到要求，在調整票價與改善服務水準後，

特許公司收益與預期之差距達到調整的標準時，再進一步探討要如何調整特許計畫之財務項目。所以決定補貼與否之要件並非單以收益狀況來衡量，尚須考量服務水準與票價之因素。

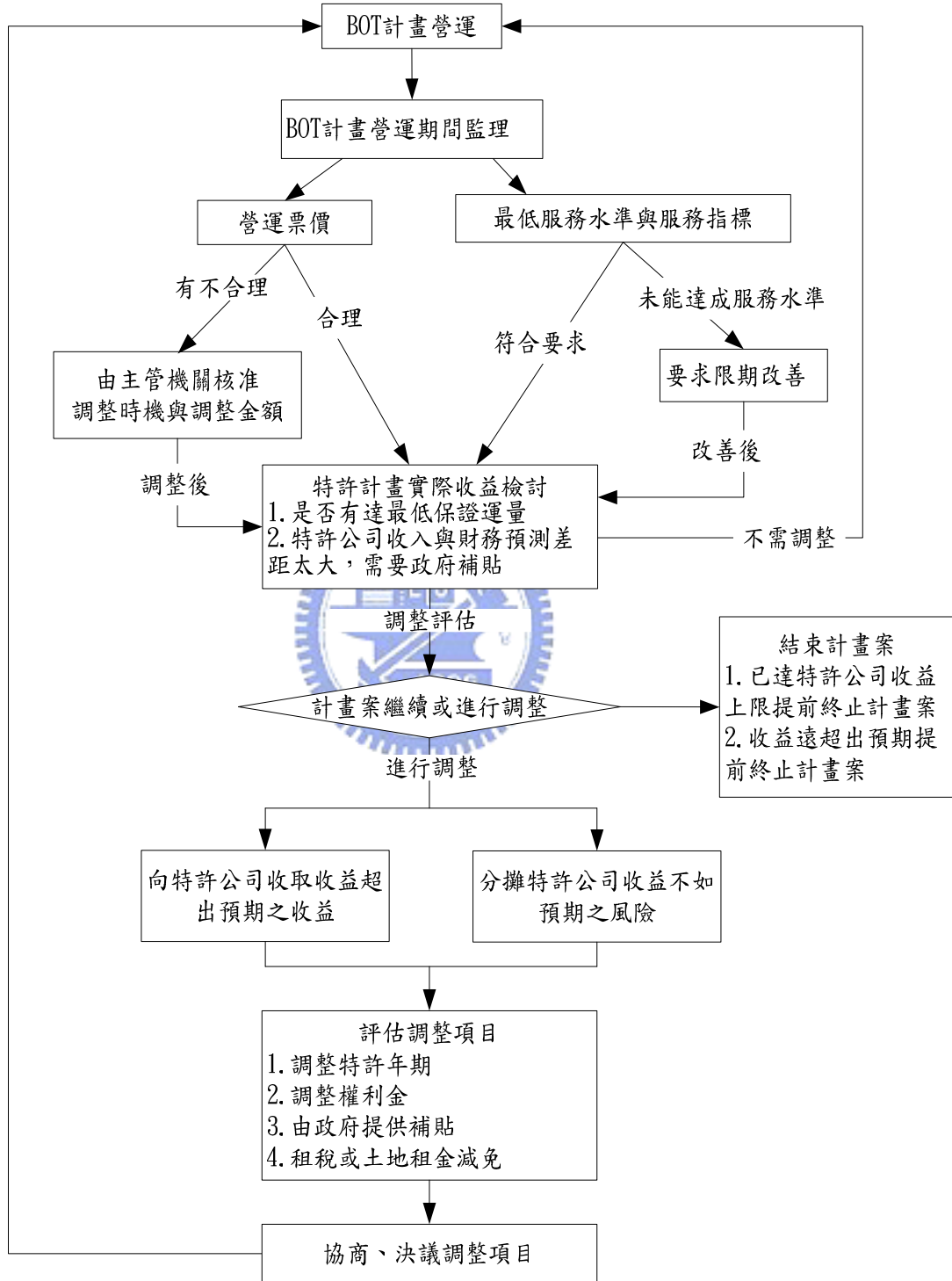


圖 3-3 BOT 計畫財務監理機制流程圖

資料來源 本研究整理

## (2) 補貼機制

雖然過去有許多文獻有討論到 BOT 計畫補貼的議題，其中，以權利金的決定與調整之相關研究最多，吳善楹(2002)、黃思綺(2003)、蕭心怡(2004)曾從不同角度構建可以隨運量或收益調整的權利金收取模式，但大多只適用於收益超出預期的層面，而且特許公司所得之收益足以回收投入成本的狀況，較少討論若實際營運後，特許公司收益不如預期之情況，投入成本無法回收時，政府該如何進行補貼。

在目前法令架構下，對於開始營運後之 BOT 計畫，政府可提供之補貼方式，包括特許年期調整、賦稅減免與土地租金降低，賦稅減免與土地租金的降低，都會涉及到政府財務預測與稅收的議題，較為複雜也較具爭議性，相較之下，採用彈性特許年期的方式進行補貼，較不具爭議性，而且可以降低協商成本。

## (3) 特許年期調整時機

由於特許年期調整可被視為補貼機制之一環，在營運風險產生時，提供特許公司補貼。雖然 BOT 計畫的起始點是簽約日起生效，但是補貼機制主要是針對特許計畫興建完成後一定時間，基於興建期之興建成本超出預期或興建時間超出預期，無法確定收益未能完全回收的情形下，就決定進行補貼，則有失公平性，而在營運時對整個計劃財務回收能力進行完整評估，再決定是否補貼與補貼方式，所以在圖 3-3 中只有營運期之調整，不考慮興建期部分。



#### 課題四：影響特許年期之關鍵變數

特許年期之決定與調整，與計畫之成本與收益相關，成本與收益的組成包括許多變數，如圖 3-2，茲影響特許年期的關鍵變數分為兩類：

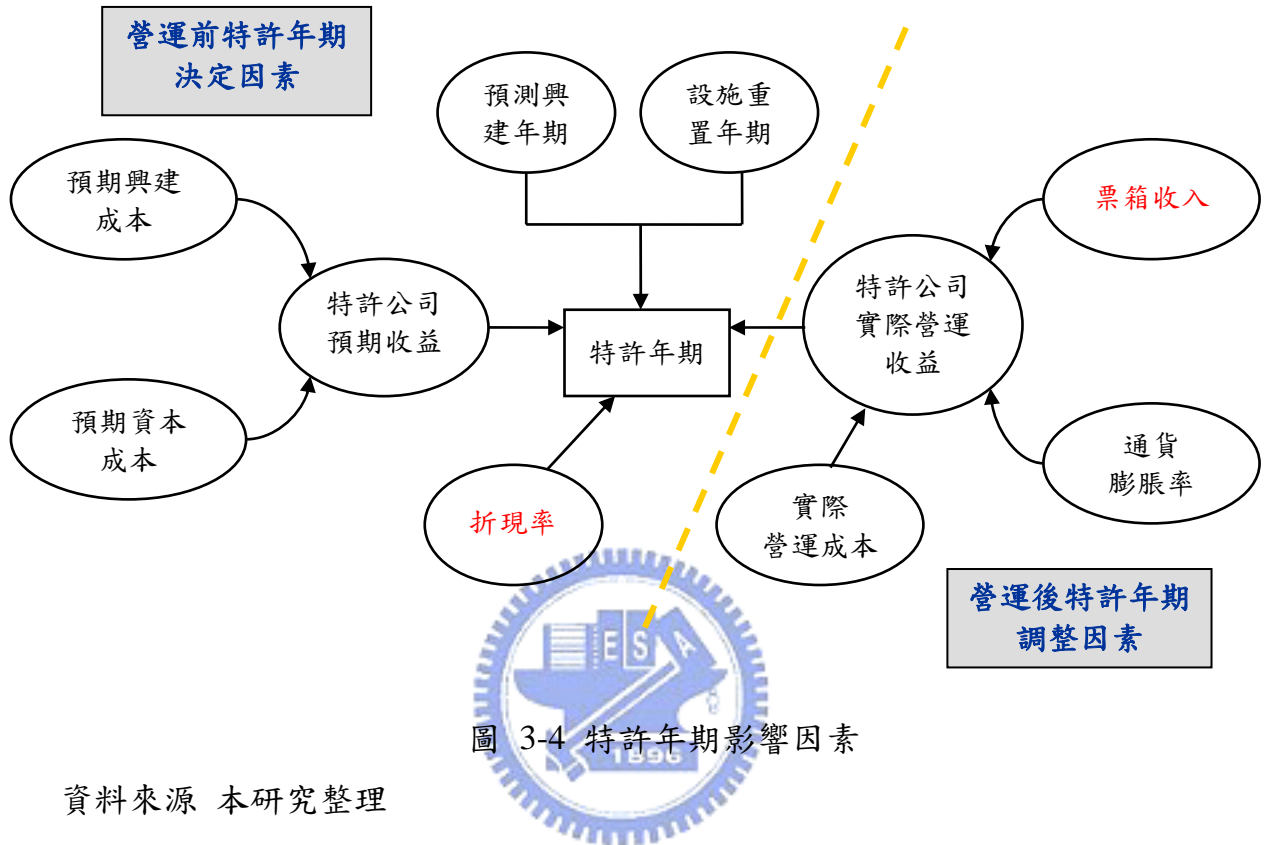


圖 3-4 特許年期影響因素

資料來源 本研究整理

##### (1) 營運前特許年期決定因素

A 預測興建年期與設施重置年期

B 特許公司預期成本：包括興建成本與資本成本。

C 折現率

##### (2) 營運後特許年期決定因素

A 特許公司營運收益：主要由實際通貨膨脹率與實際運量所決定。

B 營運成本：特許公司營運後之人事成本與營運所需花費的其他成本。

C 通貨膨脹率

但是在各項變數中，部分變數易為特許公司所隱藏資訊，因此，如果要為特許年期調整的變數，需以是取得資料公開的變數為主，如票箱收入或折現率。

### 3.2 特許年期之決定模式

#### 3.2.1 模式概念

政府評估公共建設計畫是否採行民間參與方式流程如圖 3-5。如果公共建設計畫已進行其他考量，確定具有經濟可行性後，在可行性評估流程中，首先針對公共建設計畫之環境、交通、財務、技術法律與土地取得進行可性評估，如果各項要求都符合，政府可評估民間參與之財務策略，如果具有財務效益，即可採用民間參與方式。在民間參與方式中，又可根據政府是否出資與提供土地成本，可分四種方式。基本上，在政府只負擔土地成本、部分出資與民間可完全出資自償三種計畫案，此都屬於 BOT 方式。

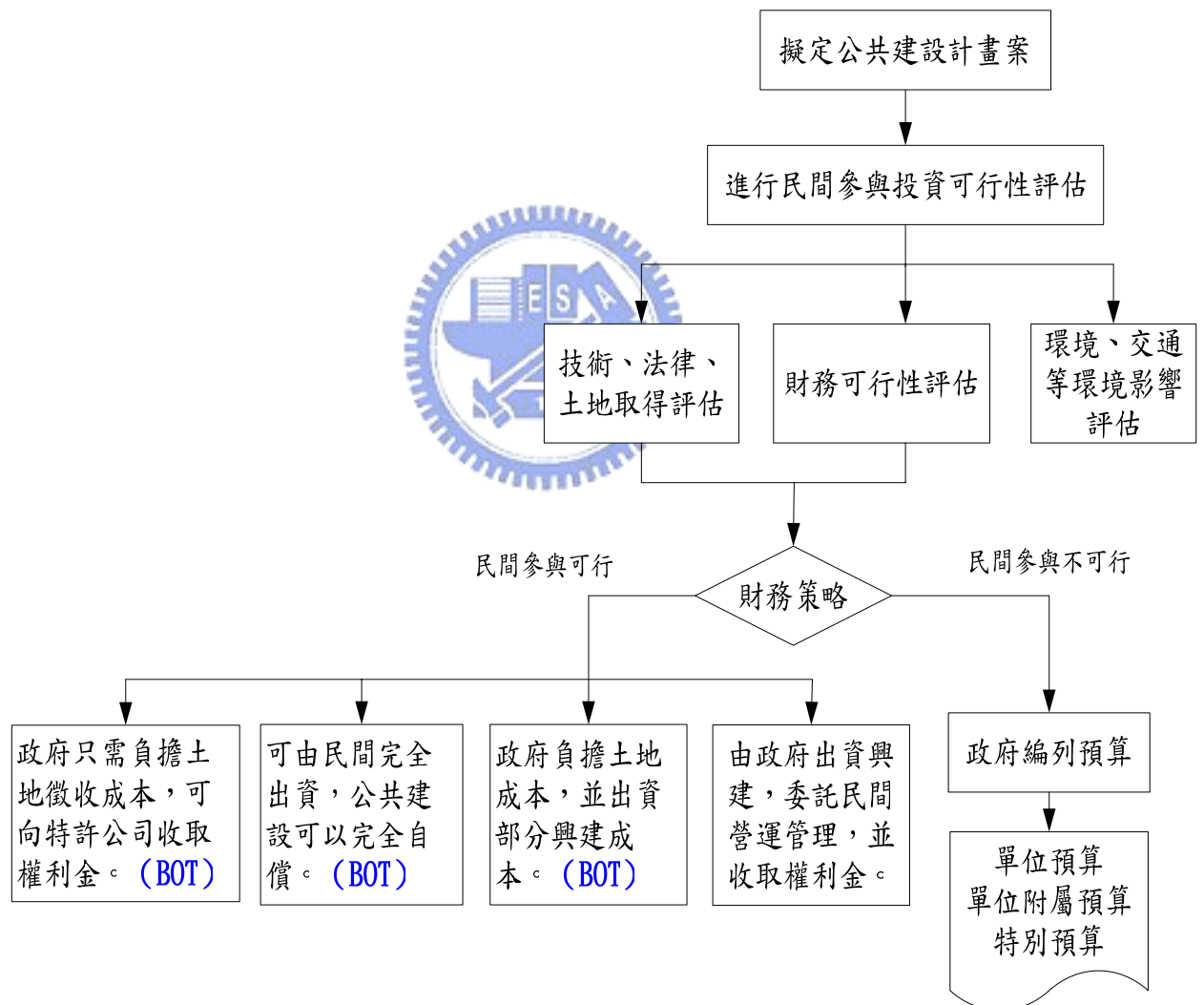


圖 3-5 公共建設投資財務策略流程圖

資料來源 陳西華 (2002) 本研究整理

對政府來說，採用民間參與公共建設之方式，主要目的在於引入民間資金與民間經營效率，所以政府可將具有財務自償率之計畫，委託由民間興建營運，降低政府籌措資金的壓力與人事負擔。對於財務效益高之計畫案，具完全自償能力或政府負擔土地成本具有財務效益者，可考慮採用 BOT 方式進行計畫。

整體而言，政府評估民間參與的前提在於「財務評估」，而決定採用 BOT 方式之前提在於「計畫是否具有完全自償能力」，或在「附加條件下可達到完全自償能力」。對於具有完全自償能力之計畫，政府可採用 BOT 方式進行，而附加條件具完全自償能力者，則採用附條件方式及政府獨資興建方式，何者財務可行性較大，再決定採用方式。也就是說，一個計畫要採用民間參與方式，需要具有自償能力才能提供足夠的誘因，吸引民間企業投資。相對的，亦應從政府角度檢視計畫是否滿足財務效益。然而，過去對於 BOT 計畫之財務評估，多只考量特許公司欠缺考量政府角度，因而，本研究所構建之特許年期決定模式，希望從政府角度探討計畫之整體財務效益，如果利用 BOT 方式無法達到政府要求的整體財務效益，政府可能需要重新檢視該計畫案是否應該採用 BOT 方式，並且評估其他民間參與模式予以比較，何者財務效益較大，再決定最適投資方式。

特許年期是決定特許公司財務效益的關鍵因素，本研究所構建的特許年期決定模式，從政府觀點以計畫之整體財務效益最大為目標，並且從特許公司希望達到其預期內部報酬率最大化下，在雙方觀點下尋求最適特許年期，利用營收模擬之方式，尋求雙方特許年期區間。

### 3.2.2 模式構建

本文以計畫之財務效益面出發進行模式之構建，計算計畫之財務現金流量，茲將政府獨資興建與 BOT 計畫之現金流量項目，採用 BOT 方式之現金流量較政府獨資興建之現金流量項目多，增加了權利金、稅收、地租與股利發放，茲整理如表 3-1。

表 3-1 政府獨資興建與 BOT 方式之現金流量項目說明

計畫興建方式		現金流入項目	現金流出項目
政府獨資興建		票箱收入、其他附屬事業收入	興建成本（政府出資部分）、營運成本、利息支出
BOT	政府	賦稅、土地租金、權利金	興建成本（政府出資部分）、補貼
	民間企業	票箱收入、其他附屬事業收入、補貼	興建成本（民間出資部分）、營運成本、賦稅、土地租金、權利金、利息支出、股利發放

政府在獨資興建一般公共設施計畫時，可利用計畫之淨現法進行財務效益評估，該淨現值指標如式（1），設定設施興建年期加上設施最常耐用年限為最大特許年期，**如果**則該計畫案具有財務可行性。

$$\begin{aligned}
 NPV_G &= \sum_{t=0}^{T_{max}} \left[ (IF_t^G) - (OF_t^G) \right] (1+r_1)^{-t} \\
 &= \sum_{t=0}^{T_{max}} \left[ (R_t^G + O_t^G) - (W_t^G + MC_t^G + OC_t^G) \right] (1+r_1)^{-t}
 \end{aligned} \tag{1}$$

$NPV_G$ ：政府獨資興建計畫之淨現值

$IF_t^G$ ：t 點時之政府現金流入

$OF_t^G$ ：t 點時之政府現金流出

$T_{max}$ ：計畫案最大特許年期

$r_1$ ：政府角度之折現率

$W_t^G$ ：t 點時之政府出資部分興建成本

$R_t^G = P_t^G \times Q_t^G$ ：政府獨資興建 t 點時之收益（票箱收入）

$O_t^G$ ：政府獨資興建 t 點時之其他附屬事業收入

$OC_t^G$ ：政府獨資興建 t 點時之營運成本

$MC_t^G$ ：政府獨資興建 t 點時之維護成本

$P_t^G$ ：政府獨資興建 t 點時之票價

$Q_t^G$ ：政府獨資興建 t 點時之運量

政府對於 BOT 計畫也可利用淨現值法，檢視採用 BOT 方式之計畫的整體財務效益，現金流量示意圖如圖 3-6，在 BOT 計畫之現金流量中，出資者不再只有政府，還有民間企業，興建成本部分由政府出資部分與民間出資部分組成，因為 BOT 方式進行計畫增加了政府與民間企業之間現金往來之財務項目，其中包括權利金、土地租金、租稅與補貼。

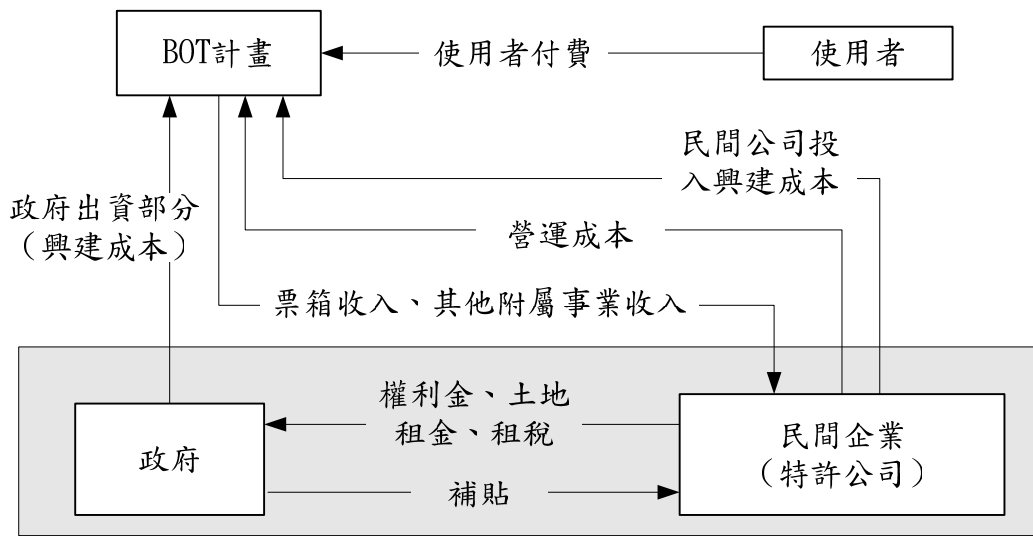


圖 3-6 BOT 計畫現金流量示意圖

資料來源 黃思綺（2002） 本研究整理

計算方式可將式（1）修改為式（2）。此計算方式，將 BOT 計畫將 BOT 計畫視為由政府與民間共同投資之計畫，政府與特許公司之間的現金流量項目會相抵銷。在式（2）中，若 BOT 計畫在特許年期間內，計畫之累積淨現值  $NPV_G^{BOT} \geq 0$ ，表示以政府角度（計畫整體財務面）檢視此 BOT 計畫，具有財務可行性。

$$\begin{aligned}
 NPV_G^{BOT} &= \sum_{t=0}^T [(IF_t^G + IF_t^P) - (OF_t^G + OF_t^P)](1+r_1)^{-t} \\
 &= \sum_{t=0}^T \left[ (TAX_t + CF_t + RT_t + R_t^P + O_t^P + S_t) \right. \\
 &\quad \left. - (W_t^G + S_t + W_t^P + OC_t^P + MC_t^P + TAX_t + CF_t + RT_t) \right] (1+r_1)^{-t} \quad (2) \\
 &= \sum_{t=0}^T [(R_t^P + O_t^P) - (W_t^G + W_t^P + OC_t + MC_t^P)](1+r_1)^{-t}
 \end{aligned}$$

$NPV_G^{BOT}$ ：從政府角度計算 BOT 計畫之淨現值

$T$  : BOT 計畫許年期

$IF_t^P$  : t 點時之民間企業現金流入

$OF_t^P$  : t 點時之民間企業現金流出

$TAX_t$  : t 點時之賦稅

$CF_t$  : t 點時之權利金

$RT_t$  : t 點時之土地租金

$S_t$  : t 點時之營運期間補貼

$P_t^P$  : 民間經營 BOT 計畫 t 點時之票價

$Q_t^P$  : 民間經營 BOT 計畫 t 點時之運量

$W_t^P$  : t 點時之特許公司投入興建成本

$R_t^P = P_t^P \times Q_t^P$  : 民間經營 BOT 計畫 t 點時之收益

$O_t^P$  : 民間經營 BOT 計畫 t 點時之其他附屬事業收入

$OC_t^P$  : 民間經營 BOT 計畫 t 點時之營運成本

$MC_t^P$  : BOT 計畫 t 點時之維護成本

要找出從 BOT 計畫之特許年期，可利用式 (2) 進行運算， $NPV_G^{BOT}$  為特許年期  $T$  之函數，當  $NPV_G^{BOT} = 0$  時之回收年期為  $T^*$ ，由於特許年期屬正整數，故將求得之  $T^*$  取高斯符號使其為正整數  $T'$ ， $T' + 1$  則可得到政府觀點之特許年期  $T_1$ ，如果  $T_1 \leq T_{max}$  表示在政府角度之財務觀點下計畫具有可行性。

$$NPV_G^{BOT}(T) = \sum_{t=0}^{T_1} [(IF_t^G + IF_t^P) - (OF_t^G + OF_t^P)](1+r_t)^{-t} = 0$$

$$[T_1^*] = T' \quad (3)$$

$$T_1 = T' + 1$$

$T_1^*$  : 當  $NPV_G^{BOT} = 0$  時之回收年期

$T_1'$  :  $T^*$  取高斯值

$T_1$  : 滿足政府角度之特許年期

就民間企業觀點而言，會期望可以滿足預期的內部報酬率，同樣的也可利用

回收年期之計算，找出民間觀點之特許年期，其計算式如 (4)，令  $NPV_p=0$ ，同樣的利用高斯符號使其為正整數，可求得  $T_2$  為民間觀點之特許年期。

$$NPV_p(T) = \sum_{t=0}^T [(IF_t^P) - (OF_t^P)](1+r_2)^{-t}$$

$$= \sum_{t=0}^T \left[ \begin{array}{l} (R_t + O_t + S_t) \\ - (W_t^P + OC_t + MC_t + TAX_t + CF_t + RT_t) \end{array} \right] (1+r_2)^{-t} = 0 \quad (4)$$

$$[T_2^*] = T_2'$$

$$T_2 = T_2' + 1$$

$NPV_p$ ：從民間企業角度所計算之淨現值

$T_2$ ：民間企業角度之特許年期

$T_2^*$ ：當  $NPV_p=0$  時之回收年期

$T_2'$ ： $T_2^*$  取高斯值

$r_2$ ：民間角度之折現率

### 3.2.3 營收之隨機模擬

影響特許年期之不確定性因素很多，而這些因素會影響直接或間接的 BOT 計畫之收益，因此 BOT 計畫之營收具有很高的不確定性，本研究為降低 BOT 計畫之不確定性，以營收為主要變數進行隨機模擬，找尋最適之特許年期。模擬方式是將計畫之營收，給一定機率區間內進行隨機模擬。此模擬方式主要是利用計畫之的營收預測資料，將在定一區間，進行營運風險模擬，模擬公式如式 (5)。

$$R_t' = R_t + RAND$$

$$RAND = [-R_t \times Pr, R_t \times Pr]$$

(5)

$R_t'$ ：模擬 t 時之營收

$R_t$ ：計畫案中 t 時之預期營收

$Pr$ ：區間機率值

$RAND$ ：隨機變量

式(5)模擬概念如圖 3-6 所示，模擬營收會以原先預測營收為基準，在一定區

間內上下隨機變動。

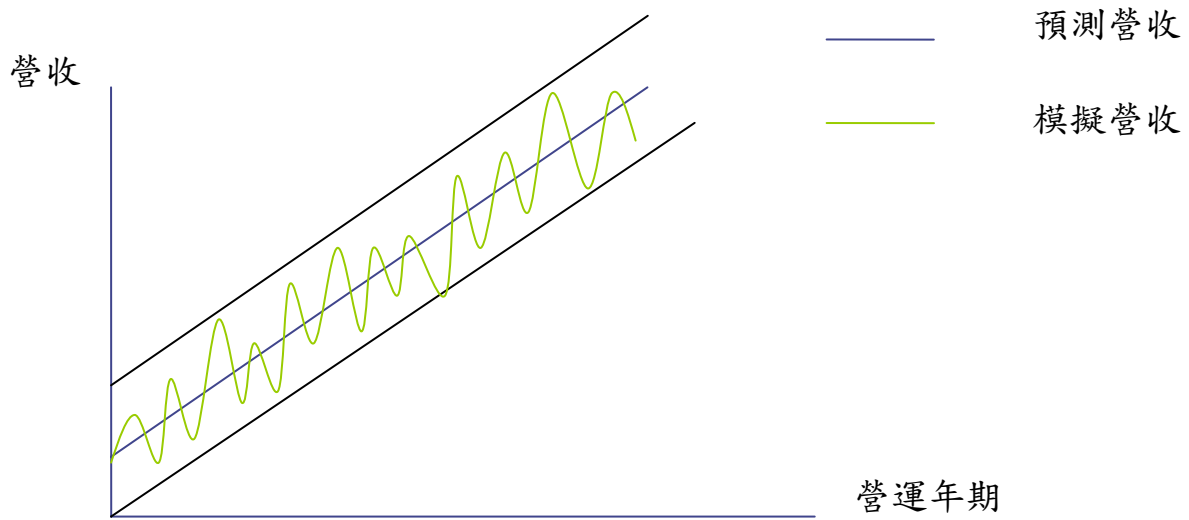


圖 3-6 區間營收模擬示意圖

### 3.2.4 民間角度特許年期區間決定

BOT 計畫規劃時需由政府主管機關或由專家學者評估民間企業應承受的營運風險，此可利用此風險機率，來決定民間之可接受之特許年期區間。利用區間模擬的方式，在多次模擬後，可得到政府角度之特許年期  $T_1$  與民間角度之特許年期  $T_2$  之次數分配與發生機率。在檢視民間角度之特許年期  $T_2$  次數分配情況，根據民間應承受之營運風險，來決定  $T_2$  之可接受區間，其概念如圖 3-7 爾後，將符合之可接受特許年期區間與  $T_1$  進行比較，再決定最適特許年期。

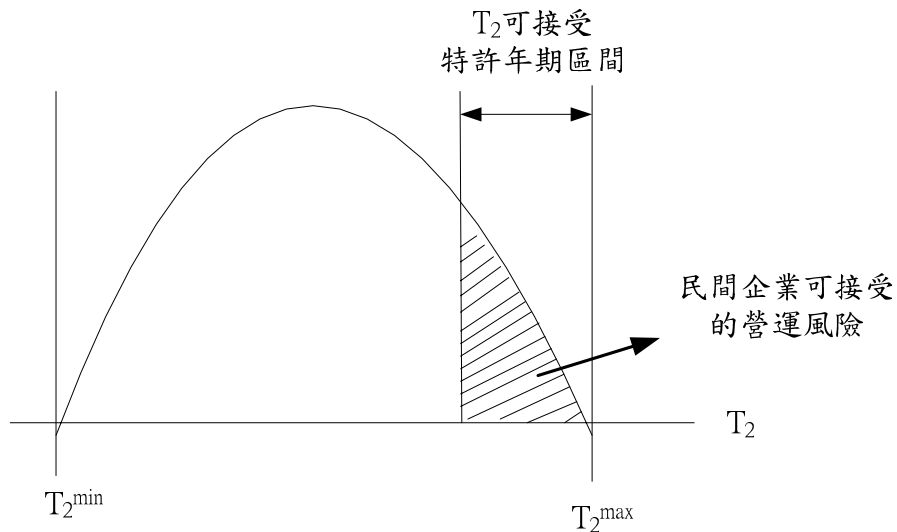


圖 3-7  $T_2$  次數分配之可接受區間與風險示意圖



### 3.2.5 特許年期決策分析

根據政府與民間所求特許年期不同之種種情況，本研究將特許年期決策流程如圖 3-7 所示。

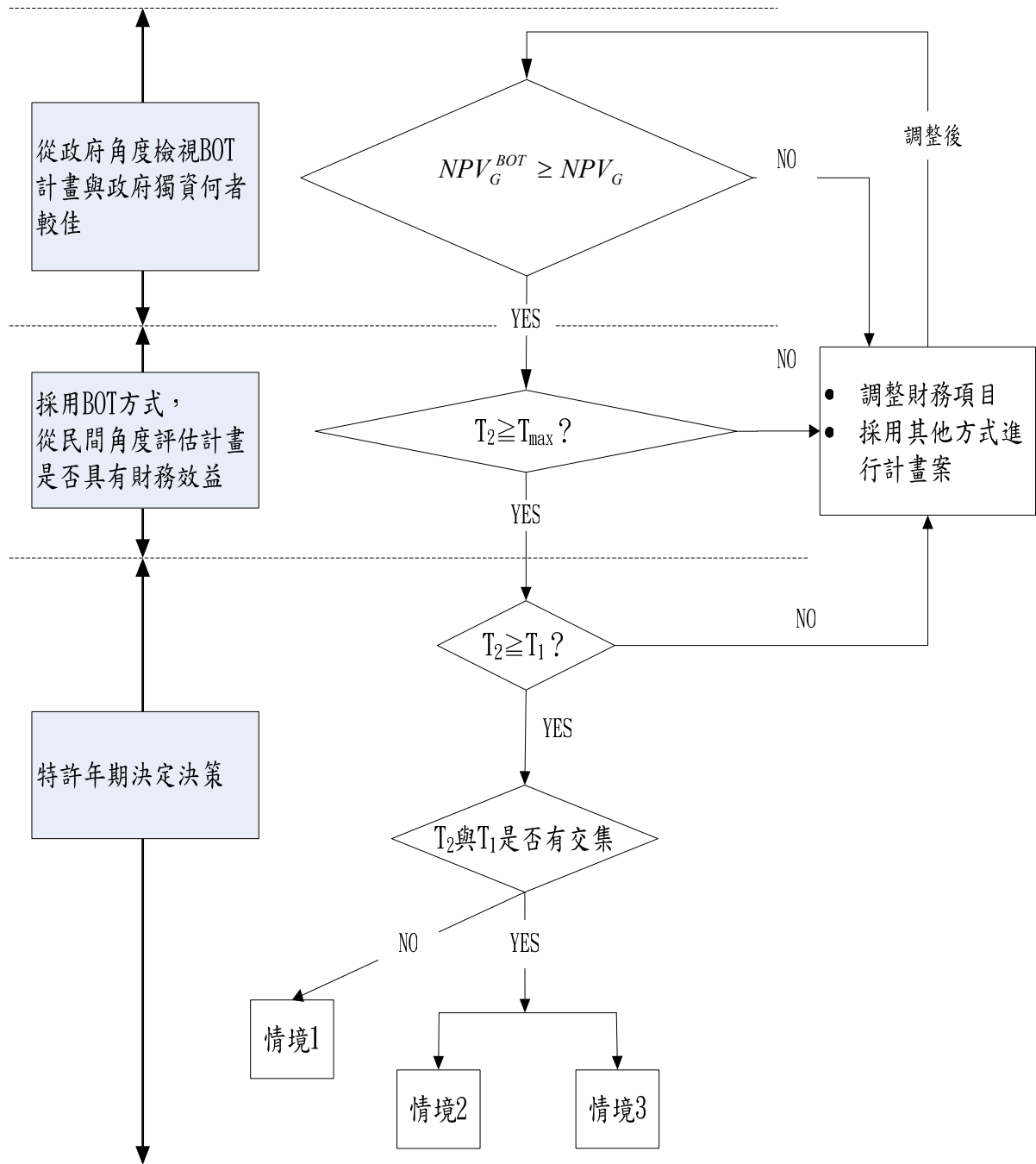


圖 3-8 特許年期決定模式決策流程

在特許年期決策流程中主要分為以下三個階段，本研究之重點在於採用 BOT 計畫方式特許年期如何決定，故第一階段部分不在本研究研究範圍內，將三階段之細節分述如下：

### 1. 從政府角度檢視 BOT 計畫與政府獨資何者較佳

採用 BOT 計畫的先決條件為達到政府角度下之財務效益，如果以 BOT 方式進行計畫所得到之財務效益與政府獨資興建並無二致，則政府應重新檢討採用 BOT 方式進行該計畫案是否恰當。可以利用式(1)與式(2)計算結果檢視採用 BOT 方式進行何者恰當，如果  $NPV^{BOT}_G \geq NPV_G$  表示，採用 BOT 方式較政府獨資方式具有財務效益。

### 2. 採用 BOT 方式，從民間角度是否具有財務效益

BOT 計畫成功與否，與是否可提供足夠誘因吸引民間企業投資有絕對的關係，如果從民間角度評估計畫無法回收，則計畫不適合採用 BOT 方式，要計算從民間角度評估計畫是否具有財務效益，可以利用式(4)計算，如果利用式(4)計算結果為  $T_2 > T_{max}$ ，表示從民間角度評估該計畫不具有財務效益，政府需重新評估所提供之條件，或採用其他方式，如 OT 或 BT 等方式，進行該計畫。

### 3. 特許年期決定決策分析

特許年期的決定，本研究以政府是否有出資，將計畫分成兩種評估情形，茲分述如下。

#### (1) 在政府沒有出資的情況下

利用特許年期之決定模式(3)與(4)計算之  $T_1$  與  $T_2$ ，應該會滿足  $T_2 \geq T_1$  之條件，再檢視利用模擬所得到之  $T_1$  與  $T_2$  是否有交集，根據不同的交集情況，本研究分為三個情境，以決定最適特許年期區間。基本上，會以滿足民間角度期望的特許年期，提供民間參與之誘因，作為決定特許年期的主要原則。

#### A. 情境 1 $T_1$ 與 $T_2$ 沒有交集

情境 1 為  $T_1$  與  $T_2$  沒有交集，在這個情況下，如果要讓兩者有交集，可以透過財務項目的調整，政府方面可以透過出資率的提高，讓  $T_1$  的範圍變大，或者讓民間方面得到較高的收益，以縮短  $T_2$ ，但是這兩種決策

都具有爭議性。本研究認為，在這樣的情況下採取調整財務項目之策略並不是最恰當的，要考量 BOT 計畫需要提供民間足夠的誘因進行投標，如果以民間企業所能接受之風險區間下之最低特許年期，作為最適特許年期，亦即  $T_2$  可接受區間之下限，可作為最適特許年期，雖然與政府角度之計算結果不同，但是與其他可能增加政府財務負擔或者讓民間能在短期之間得到收益之策略相比較，較符合合理公平原則，其概念如圖 3-9 所示。

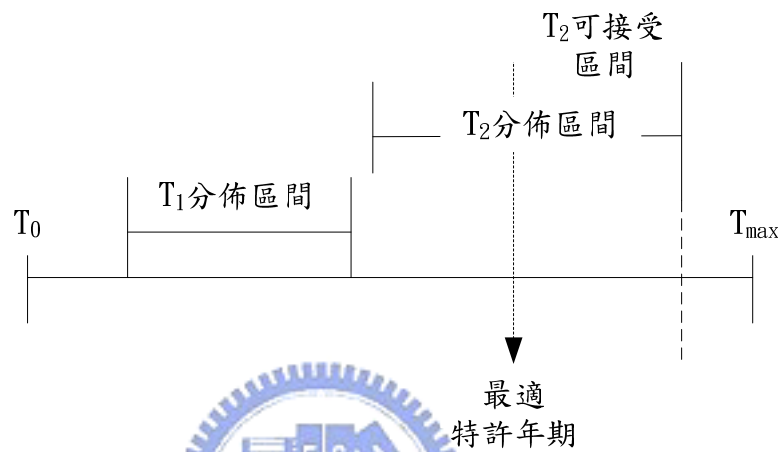


圖 3-9 情境 1 之最適特許年期

B. 情境 2  $T_1$  與  $T_2$  有交集之情況一

情境 2 為  $T_1$  與  $T_2$  有交集情況，計算結果找出  $T_2$  之可接受區間與  $T_1$  分佈區間無交集，與情境 1 相同為了提供吸引民間企業投資誘因，以  $T_2$  可接受區間之下限，為最適特許年期，概念如圖 3-10 所示。

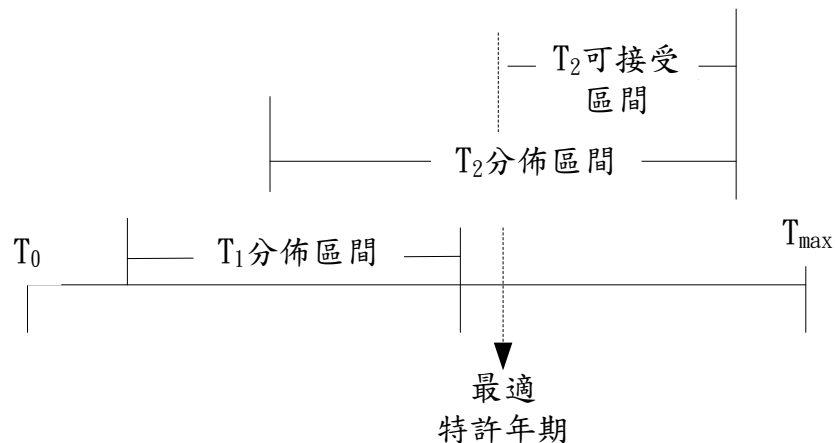


圖 3-10 情境 2 之最適特許年期

### C. 情境3 $T_1$ 與 $T_2$ 有交集之情況二

情境3為 $T_1$ 與 $T_2$ 有交集，此可依計算結果，找出 $T_2$ 之可接受區間，如果此區間與 $T_1$ 分佈區間有交集，則可尋找同時滿足政府與民間企業之交集區，即 $T_2$ 可接受信賴區間下限與 $T_1$ 分佈區間上限之間的交集區域內為最適特許年期區間，其概念如圖3-11所示。

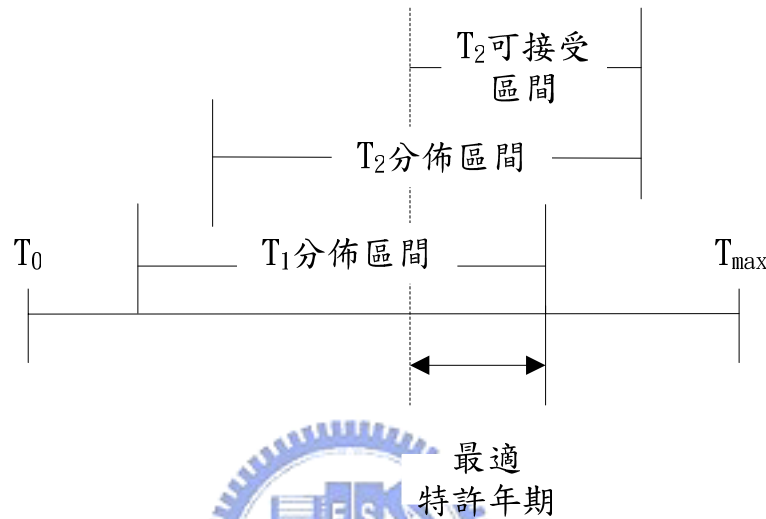


圖 3-11 情境3 之最適特許年期

#### (2) 如果政府有出資

比較 $T_1$ 與 $T_2$ ，如果沒有辦法達到 $T_2 \geq T_1$ 之條件，則表示在滿足民間之特許年期 $T_2$ 時，從政府角度評估之淨現值小於零，在這樣的情況下如果以 $T_2$ 為特許年期，雖可以滿足民間之需求，但是從政府角度之財務效益不足，對無法滿足政府觀點財務效益之BOT計畫，也許應該重新審思，考慮採用其他方式進行該計畫或調整該計畫部分財務項目，讓政府與民間效益同時滿足。

### 3.3 特許年期之調整模式

由於特許年期之調整與特許公司之收益具息息相關。政府可對特許公司之收益，訂出一個合理區間，藉此評估特許公司收益之上下限，在此區間內為特許公司之合理收益範圍。同此可透過式(4)予以計算，尋求適當之特許年期，其調整概念如圖3-12。

本研究對於特許年期之調整，主要概念為特許公司收益有其上下限，在 BOT 計畫實際營運後，若特許公司收益超出上限時，可縮短特許年期，以避免特許公司產生暴利，當特許公司收益低於下限時，可在允許範圍內延長特許年期，作為補貼方式之一。而特許公司收益之上下限，可由政府決定或由甲乙雙方共同協議，而收益下限的設定，並不是為了讓特許公司不虧損，只是對於其虧損部分給予適當的補貼，所以收益下限的設定必須在淨收益為零之下。

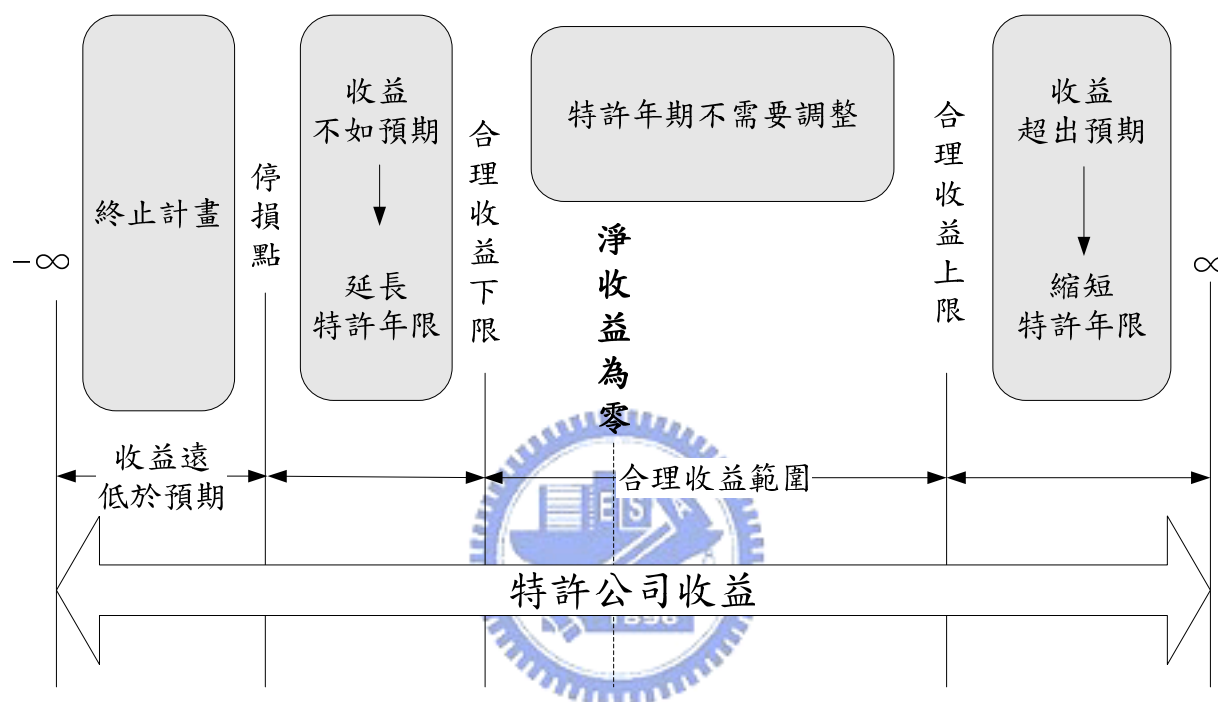


圖 3-12 特許年期調整概念

資料來源 本研究整理

在整個特許年期的調整機制中，幾個不同情況會影響特許年期變動，茲分述如下：

### 1. 可縮短特許年期

特許公司收益具有上限，收益上限以  $IRR_{MAX}$  表示，如果計畫之實際內部報酬率大於收益上限亦即  $IRR_T \geq IRR_{MAX}$ ，則表示政府可以縮短特許年期以防止特許公司獲取大利益。此調整方式可利用式 (6) 計算。將特許公司之實際收益代入式 (6) 中，求解在  $r_2 = IRR_{MAX}$  時之特許年期  $T^A$ ，此即作為調整後之特許年期。

$$NPV_P = \sum_{t=0}^n \left[ \left( \overline{IF}_t^P - \overline{OF}_t^P \right) (1+r_2)^{-t} \right] + \sum_{t=n+1}^{T^R} \left[ \left( IF_t^P - OF_t^P \right) (1+r_2)^{-t} \right] = 0$$

if  $IRR_T \geq IRR_{max}$ , then  $r_2 = \min\{IRR_{max}, IRR_T\}$

$$\exists NPV_P = \sum_{t=0}^n \left[ \left( \overline{IF}_t^P - \overline{OF}_t^P \right) (1+r_2)^{-t} \right] + \sum_{t=n+1}^{T^A} \left[ \left( IF_t^P - OF_t^P \right) (1+r_2)^{-t} \right] = 0 \quad (6)$$

$$[T_2^*] = T_2'$$

$$T^A = T_2' + 1$$

$n$  : 計畫案開始第  $n$  年

$T^R$  : 契約中確定之特許年期

$T^A$  : 調整後之特許年期

$\overline{IF}_t^P$  :  $t$  點時之實際特許公司現金流入

$\overline{OF}_t^P$  :  $t$  點時之實際特許公司現金流出

$r_2$  : 特許公司內部預期報酬率

$IRR_T$  : 實際計算內部報酬率

$IRR_{max}$  : 特許公司收益上限

$T_2^*$  : 當  $NPV_P = 0$  時之回收年期

$T_2'$  :  $T_2^*$  取高斯值

## 2. 特許年期不需調整情況

特許公司合理收益下限由政府評估決定，但政府評估並不在於讓特許公司完全沒有虧損，而是對特許公司處於虧損時，採取部分補貼。所以特許公司之合理收益下限，會在淨收益小於零之下。因此，特許年期不需調整之計算如式 (7)。

$$NPV_P = \sum_{t=0}^n \left[ \left( \overline{IF}_t^P - \overline{OF}_t^P \right) (1+r_2)^{-t} \right] + \sum_{t=n+1}^{T^R} \left[ \left( IF_t^P - OF_t^P \right) (1+r_2)^{-t} \right] = 0$$

if  $r_3 \leq IRR_T \leq IRR_{max}$ , then  $r_2 = r_3$

$$\exists NPV_P = \sum_{t=0}^n \left[ \left( \overline{IF}_t^P - \overline{OF}_t^P \right) (1+r_2)^{-t} \right] + \sum_{t=n+1}^{T^A} \left[ \left( IF_t^P - OF_t^P \right) (1+r_2)^{-t} \right] = 0 \quad (7)$$

$$[T_2^*] = T_2'$$

$$T^A = T_2' + 1$$

$r_3$  : 特許公司收益下限

從式 (7) 可知，當計畫之實際內部報酬率等於資金成本時亦即  $IRR_T = WACC$  時，特許公司之淨收益為零，故不需調整特許年期但如果  $IRR_T \leq WACC$  時，表特許公司有虧損，但尚未達到合理收益下限，故政府不會延長特許年期，此時計畫產生之部分虧損由特許公司自行負擔。

### 3. 延長特許年期情況

如果特許公司之收益達到某一下限，亦即  $IRR_T \leq r_3 \leq WACC$  時，政府可以延長特許年期，讓特許公司具有合理之收益，亦即  $IRR_T = r_3$ 。但部分虧損仍由特許公司自行負擔，其計算如式 (8)。

$$NPV_P = \sum_{t=0}^n \left[ \left( \overline{IF}_t^P - \overline{OF}_t^P \right) (I+r_2)^{-t} \right] + \sum_{t=n+1}^{T^R} \left[ \left( IF_t^P - OF_t^P \right) (I+r_2)^{-t} \right] = 0$$

if  $r_4 \leq IRR_T \leq r_3$ , then  $r_2 = \max\{IRR_T, r_3\}$

$$\exists NPV_P = \sum_{t=0}^n \left[ \left( \overline{IF}_t^P - \overline{OF}_t^P \right) (I+r_2)^{-t} \right] + \sum_{t=n+1}^{T^A} \left[ \left( IF_t^P - OF_t^P \right) (I+r_2)^{-t} \right] = 0 \quad (8)$$

$$[T_2^*] = T_2'$$

$$T^A = T_2' + 1$$

$r_4$  : BOT 計畫案停損點



### 4. 終止計畫案情況

當 BOT 計畫營運後，特許公司收益遠不如預期且達到停損點以下，亦即  $IRR_T \leq r_4 \leq r_3 \leq WACC$  時，政府需考慮提供結束特許計畫或提供其他補貼，讓特許公司收益維持在合理收益範圍內，其計算如式 (9)。

$$NPV_P = \sum_{t=0}^n \left[ \left( \overline{IF}_t^P - \overline{OF}_t^P \right) (I+r_2)^{-t} \right] + \sum_{t=n+1}^{T^R} \left[ \left( IF_t^P - OF_t^P \right) (I+r_2)^{-t} \right] = 0$$

if  $IRR_T \leq r_4$ , then  $r_2 = r_4 \quad \exists T^R = n$  (9)

本研究所構建之特許年期調整模式有幾個限制，茲分述如下：

1. 如果  $T_R = T_{max}$ ，無法延長特許年期，無法使用延長特許年期進行補貼機制

如果一個計畫案契約之特許年期等於該計畫的最大特許年期，對於收益不如預期，需要以延長特許年期作為補貼機制時，無法再進行特許年期延長，因為該特許年期已經是可能最大特許年期，就這部分而言，本研究提出之調整機制並無法克服此問題，此問題尚待後續將所有補貼機制列入考量，構建一完整之補貼機制。

## 2. $r_4$ 之決定，要避免 $T^A > T_{max}$

停損點的決定所牽涉到的範圍很廣，如果決定之停損點，代入式(4)中，所得到之計算結果有的情況出現  $T^A > T_{max}$ ，則調整機制所提出的「調整特許年期」不可行，所以停損點的決定需要更完善的評估與考量，而且要避免  $T^A > T_{max}$  的情況出現。





## 第四章 簡例分析

本章針對第三章所提出之特許年期決定模式，利用停車場與港埠 BOT 計畫，亦針對第三章所提出之調整機制，透過模擬之營收，進行簡例驗證。

### 4.1 特許年期之決定簡例分析

#### 4.1.1 特許年期決定簡例驗證一

簡例一為地下停車場計畫，該計畫案為一地下二層匝道自走式停車場，預計興建成本為 12,000 萬元，預估興建 15 個月，採多目標使用之 BOT 計畫。計畫之背景與資料說明與驗證結果如下：

##### 一、基本假設

- (一) 基年與幣值：以計畫起使年民國九十三年為基年幣值。
- (二) 物價上漲率：假設為 2.0%。
- (三) 地價上漲率：假設每三年調整 10%。
- (四) 評估年期：參考停車場興建年期與建物壽命年限訂定之，匝道自走式停車場假設為興建期兩年，營運期 28 年，評估年期計最長三十年。
- (五) 資本結構：自有資金 30%，負債比例為 70%。
- (六) 股東投資報酬率：假設股東投資報酬率為 12%，稅後為 9%。
- (七) 貸款利率：以郵政儲金利率機動利率加 2.25%，並考量風險因素假設貸款利率為 6.0%。
- (八) 貸款年期：貸款年限最長十年，寬限期至多三年。
- (九) 折現率：加權平均成本，稅後折現率經計算為 5.58%。

##### 二、參數說明

###### (一) 營運收入項目

此停車場計畫之主要收入為計時停車費與月租費。

###### (二) 營運支出項目

1. 興建年期：預計二年完工後開始營運；民國 95 年完成工程之 30%，民國 96 年

完成工程之 70%。

2.營運管理費用：含人事費用、維修費用及雜費等。

(1) 人事費用：匝道自走式立體停車場首年人事費用假設為 273 萬元；年成長率 5%。

(2) 維修費用：匝道自走式立體停車場首年假設為 3,000 元/車位；成長率 2%。

(3) 雜費：為總營運收入營運收入之 5%。

3.利息支出與本金攤還：前三年付息不還本，後七年本利攤還。

4.權利金：暫訂為 0。

5.土地租金：興建期全免，營運期則為公告地價 3%。

6.折舊攤提：匝道自走式為 28 年。

7.重置成本：電器及停管設備每十年更新。

8.相關稅賦：營業稅稅率 5%，營所稅稅率 25%，房屋稅稅率 3%；享有五年免徵營所稅、房屋稅減免 50%之優惠。

### 三、特許年期決定模式簡例一運算結果

將簡例一之財務參數與財務資料代入式 (3) 與式 (4)，計算可得，此  $Max NPV_G^{BOT} = 3564349.96 \geq 0$  時，其  $T_1 = 14$ ，在民間追求  $Max NPV_p$  下時，其  $NPV_p = 2062792.23$ ，此時  $T_2 = 22$ 。

按簡例一之計算結果，此  $T_2 < T_{max}$ ，表示此計畫案可採用 BOT 方式進行，且符合決策分析之  $T_2 > T_1$ ，故可令營收在 10%~50% 區間內變動，進行隨機模擬，尋找  $T_1$  與  $T_2$  之交集與最適特許年期模擬結果如附錄二之附表 A2-1 至 A2-5 所示。假設民間可承受之營運風險機率區間在 90%、75%、67%、50%、33%、25% 與 10% 情況下，依照決策情境分析找出最適特許年期區間，其結果整理如表 4-1。

表 4-1 簡例一特許年期決定模式運算結果

最適特許年期 區間		民間企業承受之營運風險						
		10%	25%	33%	50%	67%	75%	90%
營收變動 區間	10%	23	23	23	22	22	21	20
	20%	25	23	23	22	21	21	20
	30%	26	24	24	22	21	20	19
	40%	28	25	24	22	21	20	17-19
	50%	31	26	25	22	20	19-20	17-20

就政府而言，政府可依計畫之營收變動區間與民間所應承受之風險，找出最適之特許年期，進行公告招商。而在簡例一中，如果營收風險為 40%，民間可承擔 2/3（67%）之營收風險，則政府可以 21 作為特許年期，進行招商。另外，從簡例一特許年期決定運算結果可發現，營收變動區間越大，特許年期區間也會越高；而在變動 50% 營收區間與民間可承受營運風險 10% 時，此特許年期為 31，超過本案例之最長特許年期，亦即，如果政府在此條件下進行決策，此計畫需進行財務調整，否則計畫可能無法回收。此外，隨著民間承受之營運風險越高，所提供的特許年期也會越短。

根據表 4-1 之情境分析結果，會有不同特許年期，此模擬結果顯示，在部分情況特許年期是屬於區間，此與過去之單一特許年期有所不同，政府可提供特許年期區間方式，且由民間競標或政府在此區間內決定某一年作為最適特許年期。

#### 4.1.2 特許年期決定簡例驗證二

本研究另以港埠 BOT 計畫為例，說明特許年期之決定方式，此 BOT 計畫興建期分三階段，興建設施為九座碼頭，全部交由民間投資興建營運，分兩階段完工，預計第一階段為計畫開始五年，可完成四座碼頭，部分先行營運，預估最大特許年期為 50 年，該計畫之基本假設、參數與模式驗證結果分述如下。

##### 一、基本假設

- (一) 基年與幣值：以計畫起使年民國八十九年為基年幣值。
- (二) 通貨膨脹率：假設為 3.5%。
- (三) 地價上漲率：假設每三年調整 10%。

(四) 評估年期：興建年期五年，部分設施可開始營運，最長設施重置年期為營運碼頭及櫃場等固定土木設施，耐用年限為 45 年，預估最大特許年期為 50 年。

(五) 資本結構：自有資金 30%，負債比例為 70%。

(六) 股東投資報酬率：假設股東投資報酬率為 10.01%。

(七) 貸款利率：20 年中長期融資利率為年息 8.0%；短期借款（一年期）利率為 8.5%。

(八) 還本年期：20 年。

(九) 折現率：加權平均成本，稅後折現率經計算為 8%。

## 二、參數說明

### (一) 營運收入項目

簡例二之運收入項目包括：貨櫃裝卸費、貨櫃碼頭站碇費、帶解纜費、貨櫃裝卸作業費、機械使用費、場租碼頭通過費、過磅費、冷凍貨櫃供電費等，共十二項收入。

### (二) 營運支出項目

1. 權利金：固定權利金每席碼頭不得少於三千萬元；變動權利金進出口櫃每 TEU 新台幣 60 元，轉口櫃每 TEU 30 元，權利金每五年調整 17.5%。

2. 土地租金：營運後按土地使用面積公告地價 5% 計繳土地租金及地價稅，預估約新台幣 1.43 億。

3. 營運與維護費用：碼頭及櫃場等土建設施年維護費為工程費之 8.0%，裝卸推儲機電設備年維護為購置費之 5%。

4. 人員薪資成本及管理費：薪資成本按配置人員數計算；管理費以薪資總額 40% 計算。

5. 營利事業所得稅：25%。

6. 其他費用：包括油費、電費、保險與利息支出。

7. 興建成本。

## 三、特許年期模式簡例二運算結果

將簡例二之財務參數與財務資料代入式 (3) 與式 (4) 中計算，結果如下：

在政府追求計畫之  $NPV$  最大化，其  $Max NPV_G^{BOT} = 285.97$  百萬元，此時  $T_1=20$ ；然而民間考量其自身所追求利益，此時  $NPV$  最大，其  $Max NPV_p = 16.02$  百萬元，此時  $T_2=31$ 。

$T_2 < T_{max}$ ，表示計畫可採用 BOT 方式，且  $T_2 > T_1$  符合決策區域內，令營收在 10%~50% 區間內變動，在此區間內進行隨機模擬，尋找  $T_1$  與  $T_2$  之交集與最適特許年期，模擬結果如附錄三之附表 A3-1 至 A3-5 所示。亦假設民間可接受之風險機率區間在 90%、75%、67%、50%、33%、25% 與 10% 求解特許年期區間，結果整理如表 4-2。

表 4-2 簡例二特許年期決定模式運算結果

最適特許年期 區間		民間企業承受之營運風險						
		10%	25%	33%	50%	67%	75%	90%
營收變動 區間	10%	35	33	32	31	31	30	28
	20%	39	34	33	31	29	28	26
	30%	44	37	35	32	29	27	24-27
	40%	56	40	36	32	28-31	26-31	22-31
	50%	60	40	36	31-33	26-33	25-33	21-33

根據簡例二之模式計算結果，如果在變動上下 30% 區間，且民間企業可承受之營運風險為 50% 的情況下，其最適特許年期為 32 年。

## 4.2 特許年期調整簡例驗證

目前國內推動 BOT 計畫案例甚多，但已經開始營運且有足夠營收資料，可提供本研究調整機制之驗證的案例則不多，且資料不易取得，故本研究藉由停車場計畫之資料，利用隨機模擬營收資料，進行特許年期調整模式之簡例驗證，案例資料與驗證結果分述如下。

### 4.2.1 簡例三之基本資料

特許年期調整機制以停車場計畫進行驗證，該計畫為地上六層與地下一層匝道自走式立體停車場，預計興建成本為 1,7000 萬元，預估興建兩年，由政府部門

進行土地徵收，再由民間企業進行地上權設定租用，投資人可採用多目標使用，地上二層允許進行商業使用，此計畫案基本假設與參數如下：

### 一、基本假設說明

- (一) 基年與幣值：計畫起始年民國九十三年為基年幣值。
- (二) 物價上漲率：假設為 2.0%。
- (三) 地價上漲率：假設每三年調整 10%。
- (四) 評估年期：參考停車場興建年期與建物壽命年限訂定之，匝道自走式停車場假設為興建期兩年，營運期 28 年，評估年期計最長三十年。
- (五) 資本結構：自有資金 30%，負債比例為 70%。
- (六) 股東投資報酬率：假設股東投資報酬率為 12%，稅後為 9%。
- (七) 貸款利率：以郵政儲金利率機動利率加 2.25%，並考量風險因素假設貸款利率為 6.0%。
- (八) 貸款年期：貸款年限最長十年，寬限期至多三年。
- (九) 折現率：加權平均成本，稅後折現率經計算為 5.58%。

### 二、參數說明

#### (一) 營運收入項目

簡例三停車場計畫主要收入為計時停車費與月租費。

#### (二) 營運支出項目

1. 興建年期：預計二年完工後開始營運；民國 95 年完成工程之 30%，民國 96 年完成工程之 70%。
2. 營運管理費用：含人事費用、維修費用及雜費等。
  - (1) 人事費用：匝道自走式立體停車場首年人事費用假設為 273 萬元；年成長率 5%。
  - (2) 維修費用：匝道自走式立體停車場首年假設為 3,000 元/車位；成長率 2%。
  - (3) 雜費：為總營運收入營運收入之 5%。

3. 利息支出與本金攤還：前三年付息不還本，後七年本利攤還。
4. 權利金：暫訂為 0。
5. 土地租金：興建期全免，營運期則為公告地價 3%。
6. 折舊攤提：匝道自走式為 28 年。
7. 重置成本：電器及停管設備每十年更新。
8. 相關稅賦：營業稅稅率 5%，營所稅稅率 25%，房屋稅稅率 3%；符合重大公共建設者可享有五年免徵營所稅、房屋稅減免 50% 之優惠。

#### 4.2.2 簡例三模式運算結果

對該計畫進行評估後，以 28 年作為計畫案之特許年期 ( $T^R$ )，最長特許年期 ( $T_{max}$ ) 為 30 年，假設調整機制相關係數如下：

1. 特許公司內部預期報酬率 ( $r_2$ )：民間提出之內部報酬率為 9%。
2. 特許公司收益上限 ( $IRR_{max}$ )：假設為 12%。
3. 特許公司收益下限 ( $r_3$ )：假設為 4.5%。
4. BOT 計畫案停損點 ( $r_4$ )：假設為通貨膨脹利率 3%。

簡例三以 40% 之區間營收進行五次隨機模擬，分別為模擬一、模擬二、模擬三、模擬四與模擬五，其結果如圖 4-1。另以計畫開始之前十年、十五年、二十年與二十五年之營收狀況，分別進行四次檢討，檢視其不同營收結果，特許年期調整機制之適用，檢討情況分述如下。

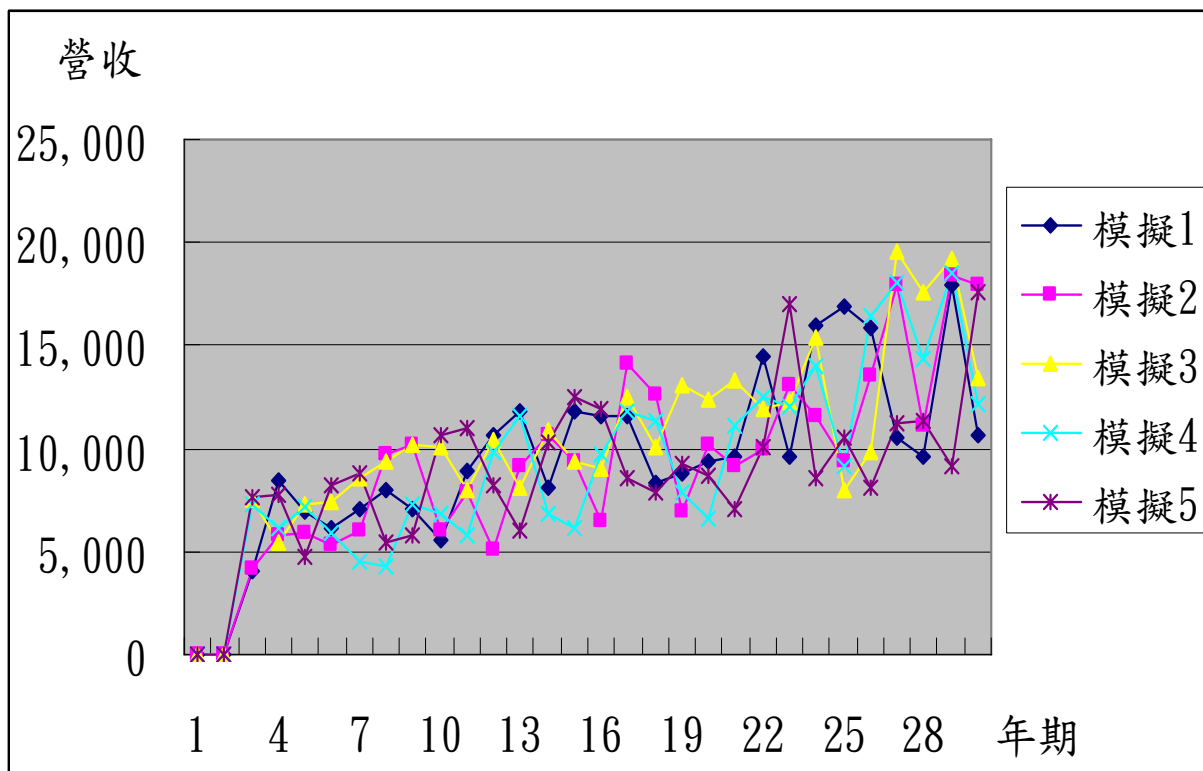


圖 4-1 特許年期調整之營收模擬結果

### 1. 計畫開始十年之營收狀況檢討

對於五次不同營收狀況，藉由式(4)進行運算，可得到計畫開始十年後特許公司內部報酬率如表 4-3，由表 4-3 中可以發現在五次不同營收狀況下，內部報酬率都在設定值之上下限區間，故不需調整特許年期，原計畫仍可繼續進行。

表 4-3 簡例三計畫開始十年營收狀況

	模擬 1	模擬 2	模擬 3	模擬 4	模擬 5
$IRR_T$	8.5%	8.5%	12%	7.5%	10%

### 2. 計畫開始十五年之營收狀況檢討

計畫開始十五年後，分別對五次不同營收狀況計算特許公司內部報酬率其結果如表 4-4。在五次不同營收狀況下，除了模擬 3 之外，其他模擬情境之特許公司內部報酬率都在政府設定的上下限之中，故特許年期不需調整，政府可在模擬 3 的營收情況下，進行特許年期調整，調整說明如下。



表 4-4 簡例三計畫開始十五之營收狀況

	模擬 1	模擬 2	模擬 3	模擬 4	模擬 5
$IRR_T$	10%	7.5%	12.5%	7%	11%

因為模擬 3 之內部報酬率  $IRR_T=12.5\% > IRR_{max}=12\%$ ，可利用式 (6) 進行縮短特許年期計算，以  $IRR_T$  與  $IRR_{max}$  之中最小值為  $r_2$ ，故以 12% 為  $r_2$ ，將模擬 3 前十五年之營收與未來十三年計畫預期營收代入式 (6) 計算出， $Max NPV_P=3,668,140$ ，並且  $T^A=27$ ，根據此計算結果，在模擬 3 的營收狀況下，政府可將特許年期由 28 年縮短為 27 年。

### 3. 計畫開始二十年之營收狀況檢討

計畫開始二十年時，此五次營收狀況模擬結果如表 4-5。在五種營收狀況下，只有模擬 3 的營收狀況下，內部報酬率超出上下限。需要進行調整，在上一階段中（營運十年情況下），已將特許年期調整為 27 年，在繼續營運五年後，模擬 3 之營收仍然超過預期報酬率之上限，故政府可再進行特許年期之調整。

表 4-5 簡例三計畫開始二十年之營收狀況

	模擬 1	模擬 2	模擬 3		模擬 4	模擬 5
$IRR_T$	9.5%	7.5%	12.5% (特許年期調整前)	12.5% (特許年期調整後)	7%	10.5%

利用式 (6) 的概念，因為  $IRR_T=12.5\% > IRR_{max}=12\%$ ，因此可令  $r_2$  為 12%，此時  $Max NPV_P=1,754,490$ ，其  $T^A=25$ ，因此在模擬 3 的情形下，政府可將特許年期由 27 年縮短為 25 年。

### 4. 計畫開始二十五年之營收狀況檢討

計畫開始二十五年，各營收模擬狀況如表 4-6 所示，各營收狀況都在收益之上下限之間，而模擬 3 在上一階段檢討時，政府已經將特許年期調整為 25 年，而模擬 3 在計畫開始後之 25 年可結束特許經營，在其他情況下，特許計畫繼續至契約特許年期 28 年時契約才終止。

表 4-6 簡例三計畫開始二十五年之營收狀況

	模擬 1	模擬 2	模擬 3		模擬 4	模擬 5
$IRR_T$	9.5%	7.5%	13% (特許年期調整前)	12% (特許年期調整後)	6.5%	10%

由此特許年期之模擬調整可知，在五種營收狀況下，只有在模擬 3 情況下有進行兩次調整，分別為計畫開始後之第十五年時，將特許年期由 28 年縮短為 27 年，與計畫開始之第二十年，特許年期再由 27 年調整為 25 年。

如果沒有進行調整，特許公司在原先契約 28 年特許年期下，在模擬 3 的情況下，該計畫之 IRR 為 13%，經調整後，特許年期可縮短至 25 年，此時特許公司之報酬率可在控制 12%。



## 第五章 結論與建議

現階段政府推動 BOT 計畫時，其在招商公告須知時，對特許年期之訂定並無一套具體且有理論依據之調整決定模式，因此衍生在議約時發生曠日廢時之冗長談判。本研究探討 BOT 計畫之特許年期之訂定與特許年期之調整機制之研擬，分別從政府與民間的財務觀點，構建特許年期決定模式，另外亦提出特許年期之調整機制，以供未來推動 BOT 計畫之參考，本研究經過上述章節分析，提出結論與建議分述如下：

### 5.1 結論

1. 本研究蒐集相關文獻，整理相同 BOT 計畫特許年期決定之方式，研究發現與特許年期有關各詞與各階段有不同名稱，且部分在契約執行上意義有別。另外，特許年期之調整尚無一套適當機制。
2. 在民間參與計畫日益增加的同時，政府採用 BOT 方式，除了要顧慮 BOT 方式可行與否外與創造吸引民間參與之誘因外，還需考慮採用 BOT 方式是否有較高的財務效益，本研究從政府觀點，探討整個計畫案之財務效益，作為特許年期決定模式構建的基礎，另外，也從民間觀點尋求滿足雙方之最適特許年期。
3. 為強調本研究所構建之隨機模式可用性，本研究採停車場與港埠 BOT 計畫進行簡例分析，以民間承受風險區間為 33% (1/3) 為例，在各種模擬運量區間下，停車場計畫特許年期在 23-25 年之間，而港埠 BOT 計畫特許年期在 32-36 之間。
4. 利用本研究所構建之特許年期決定模式，考量民間之預期收益範圍，研擬本研究之特許調整機制，以特許公司預期內部報酬率為主要變數，當特許公司之實際營收超出預期上下限，則政府可縮短或延長特許年期，而延長特許年期為政府對特許公司處於虧損狀況，可使用之補貼方式之一。

### 5.2 建議

1. 本研究以政府觀點探討特許年期之訂定議題，但為簡化研究，未將此 BOT 計畫有關之交易成本納入，然而不論政府獨資或採用 BOT 方式，政府之行政成本與或因計畫之其他衍生成本，亦應列入財務評估成本中，後續研究可就此一議題研究發展，修改本研究之模式。

2. 由於目前尚無適當之 BOT 計畫可作為特許年期調整機制實例驗證，後續若有實際案例之營運資料，則可利用本研究所構建之調整機制進行實例檢驗。
3. 本研究所發展之特許年期訂定模式主要是以營收為主要變數，並採隨機方式進行模擬，但考量 BOT 計畫本研究所發展之特許年期訂定模式主要是以營收為主要變數，並採隨機方式進行模擬，但考量 BOT 計畫之營收風險尚包含營收以外之其他變數，此變數對於特許年期亦有改變之程度，因此後續研究可將其他變數予以納入考量，使本研究之模式更為合理。
4. 本研究雖然以隨機模擬方法，模擬不同情境下之特許年期，同時提出特許年期調整機制。但是本研究調整機制有些許限制，而且執行完善之監理機制，尚涉及其他法令機制，完整的特許年期補貼機制與監理機制尚有待後續研究繼續討論。
5. 本文雖利用隨機方法討論特許年期之訂定方式，然而，此隨機模式上僅能就某一變數進行構建，對於其他變數尚無法兼顧故而有所缺失。建議後續研究可採用其他隨機方法與隨機模式修改本研究模式之限制。



## 參考文獻

### 一、網頁類

1. 行政院公共工程委員會網站

[http://www.pcc.gov.tw/~jsp/main\\_web/main\\_web.htm](http://www.pcc.gov.tw/~jsp/main_web/main_web.htm)

### 二、期刊論文類

1. Andrés G. and Sergio H. (2000), "Broad Way in a Thin Country: Infrastructure Concession in Chile.", Policy Research Working Paper 2279, World Bank, Washington.
2. Bierwag G. O. (1987), *Duration Analysis Managing Interest Rate Risk*, Ballinger Publishing Company
3. Brickley J. A., Misra S., and Van Horn R. L. (2002), "Contract Duration: Evidence From Franchise Contracts.", University of Rochester, Simon School of Business Working Paper No. FR-03-08
4. Engel E., Fisher, R. and Galetovic A. (1997), "Highway Franchising: Pitfalls and Opportunities", *American Economic Review*, vol.87(2), pp.68-72.
5. Engel E., Fisher, R. and Galetovic A. (1997), "Revenue-Based Auctions and Unbundling Infrastructure Franchises", Washington, D.C., No. IFM-112.
6. Engel E., Fisher, R. and Galetovic A. (2001), "Least-Present-Value-of-Revenue Actions and Highway Franchising.", *Journal of Political Economy*, vol.109, pp.993-1020.
7. Loh N., Robert L. K. Tiong and Jahidul A. (1997), "Automated Approach to Negotiation of BOTContracts", *Journal of Computing in Civil Engineering*, April, pp.121-128.
8. Malik R. (1999), "Private Sector Participation in Infrastructure Projects: a Methodology to Analyze Viability of BOT", *Construction Management and Economics*, vol.17, pp.613-623.
9. Menchhoff G. and Zegras C. (1999), "Experiences and Issues in Urban Transport Infrastructure Concession." The World Bank Group TWU-38.
10. Nombela G. and Ginés de Rus (2004), "Flexible-Term Contracts for Road

- Franchising”, *Transportation Research Part: A*, vol.38, pp.163-179.
11. Shaw L. N., K. Gwilliam M., and Thompson L. S. (1996), “Concessions in Transport”, The World Bank Group, discussion paper TWU-27.
  12. Shen L. Y. and Li H. (2002) , “Alternative Concession Model for Build Operate Transfer Contract Projects”, *Journal of Construction Engineering and Management*, July/August, pp.326-330.
  13. Xing W. and Wu F. F. (2001), “A Game-Theoretical Model of Private Power Production”, *Electrical Power and Energy Systems*, vol.23, pp.213-218.
  14. Xing W. and Wu F. F. (2003), “Economic Evaluation of Private Power Production under Uncertainties”, *Electrical Power and Energy Systems*, vol.25, pp.167-172.
  15. 內政部 (2003) , 促進民間參與污水下水道系統建設推動方案 (核定本) 。
  16. 王駿良 (2001) , 資源回收場推動BOT方案之現金流量分析及風險評估, 國立中山大學財務管理研究所碩士論文。
  17. 台北縣政府環境保護局 (2003) , 台北縣政府鼓勵民間機構興建營運一般事業廢棄物 (垃圾焚化灰渣) BOO最終處理廠設置計畫書, 計畫概述及貢獻說明。
  18. 交通部台灣區國道新建工程局 (1994) , 國道新建工程民營化 (BOT) 之研究—台中環線段民營化策略規劃及資訊備忘錄。
  19. 交通部高速鐵路工程局 (1997) , 高速鐵路監理業務之研究。
  20. 交通部運輸研究所 (2003) , 交通建設BOT之風險管理與管考警戒制度之研究。
  21. 行政院公共工程委員會 (2001) , 民間參與公共建設財務評估模式規劃。
  22. 行政院公共工程委員會 (2001) , 民間參與公共建設可行性評估及先期規劃作業手冊。
  23. 行政院公共工程委員會 (2002) , 民間參與公共建設投資契約及要項之研議成果報告書。
  24. 行政院公共工程委員會(2004) , 民間參與公共建設國際案例分析。
  25. 吳善楹 (2001) , 交通建設BOT計畫權利金計收模式之建構, 交通大學交通運輸研究所碩士論文。
  26. 沈秋美 (2004) , 不確定環境下的交通建設 BOT 計畫權利金模式, 逢甲大學

交通工程與管理學系碩士論文。

27. 林雪花 (2000)，「重大交通建設計畫之財務規劃」，捷運技術半年刊，第 23 期，pp.23-44。
28. 姚乃嘉、李俊憲、林芸湘 (2001)，「BOT特許合約研究系列 (二) --特許權篇」，現代營建，253期，pp.43-51。
29. 夏家承 (2000)，「BOT作業程序與關鍵問題」，中興工程，第六十八期，pp.71-97。
30. 孫秀芝 (2002)，民間機構參與公共建設經營模式與財務評估之研究----以中山大學學生宿舍興建案為例，國立中山大學財務管理研究所碩士論文。
31. 陳兆夫 (2002)，獎勵民間投資開發都市路外停車場獎勵誘因檢討-以台北市為例，國立成功大學都市計畫研究所碩士論文。
32. 陳西華 (200)，自償率的一般解析，主計月刊 NO.568。
33. 陳秀貞 (2002)，民間參與交通建設補貼問題之研究：以大眾捷運系統為例，國立交通大學土木工程學系碩士論文。
34. 黃思綺 (2002)，構建BOT計畫政府與特許公司財務決策模型，國立交通大學交通運輸研究所碩士論文。
35. 蕭心怡 (2004)，考量管理彈性下交通建設BOT計畫權利金計收模式—實質選擇權之應用，逢甲大學交通工程與管理學系碩士論文。
36. 嚴順利 (2004)，運用風險值的概念於BOT專案評估與風險分析—以高雄港第六貨櫃中心為例，國立中山大學財務管理學系碩士論文。

## 附錄一 BOT 案例整理

表 A1-1 國外特許年期契約與適當特許年期案例整理

運具種類	契約類型	區域	特約訂定特許年期	適當特許年期
公車	營運契約	倫敦、紐西蘭、瑞典、智利	3	3-5
		丹麥、德里（印度）	4-5	
		倫敦	5-6	
	包含設計興建契約	波哥大（哥倫比亞）	23	
公路	不分種類	波哥大-Villavicencio	16	20-30
		泰國	25	
		雪梨海底隧道	30	
		匈牙利 <sup>a</sup>	35	
		馬來西亞	30	
		加拿大	35	
		泰國 <sup>b</sup>	30	
鐵路	營運契約	英國	7	5-10
		布吉納法索	5	
	包含資本投入契約	阿根廷	10	30
		智利 <sup>c</sup>	10	
		阿根廷捷運系統（metro）	20	
		阿根廷 Pymont	25	



表 A1-1 國外特許年期契約與適當特許年期案例整理 (續)

運具種類	契約類型	區域	特約訂定特許年期	適當特許年期
鐵路	包含資本投入契約	瓜地馬拉 <sup>d</sup>	25	30
		泰國 BTS	30	
		阿根廷 <sup>e</sup>	30	
		墨西哥 <sup>f</sup>	50	
		哥萊頓電車系統	99	
機場	營運契約	喀麥隆	15	10-15
		哥倫比亞	20	
	包含資本投入契約	加拿大 <sup>g</sup>	20	30
海港	只有投資上層建築	馬普托 <sup>h</sup>	10	5-15
		馬普托 <sup>i</sup>	15	
	包含資本投入契約	巴拿馬	20	30
		喀拉蚩	20	
		勒阿弗爾	50	
a 可再續約延長 17.5 年		b 可在續約延長 10 年		
c 可再續約延長 10 年		d 可再續約延長 25 年		
e 可再續約延長 10 年		f 可再續約延長 10 年		
g 可再續約延長 20 年，兩次		h 可再續約延長 5 年		
i 可再續約延長 5 年				

資料來源 Shaw 等 (1996)

表 A1-2 BOT 計畫之特許年期案例整理

設施類型	計畫案名稱	特許年期	投資金額 (千元)	預計興建期程	履約期間開始	履約期間結束
文教設施	國立中正大學第三期學生宿舍	33	747,367		93.06.14	126.06.13
水利設施	名間水力電廠開發案	25	847,860		93.3.11	118.3.10
交通建設	市政府轉運站獎勵民間投資興建營運案	50	6,603,443		自93.08.11至設定地上權登記日起	前述日期後五十年
	桃園航空貨運園區	50	21,300,000	92-94	92.05.30	142.05.30
	高速公路電子收費系統	20	7,265,160	93-94	93.4.27	113.4.26
	高雄市前金行政中心北側立體停車場	25	352,840	92-94	92.09.30	117.09.29
	臺北港貨櫃儲運中心	50	20,332,029	91-101	92.08.28	142.08.27
農業設施	阿里山賓館案	32	300,000	92-94	93.01.01	124.12.31
	基隆市外木山新生地投資案	30	1,397,756		建築執照取得之日	前述日期後三十年

表 A1-2 BOT計畫之特許年期案例整理（續）

設施類型	計畫案名稱	特許年期	投資金額 (千元)	預計興建期程	履約期間開始	履約期間結束
運動設施	高雄市現代化綜合體育館新建工程	50	7,800,000		93.01.30	143.01.29
觀光遊憩 重大設施	知本溫泉渡假專用區	50	2,503,551		地上權設定登記完成之日起	前述日期後五十年
醫療設施	雙和醫院計畫	50	4,810,000	92-97	93.03.08	143.03.07

資料來源 公共工程委員會網站

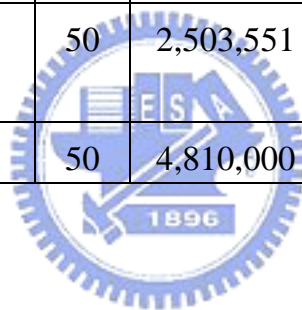


表 A1-3 國內民間參與公共建設計畫案財務計畫案例

計畫案名稱	收益標準	報酬率	折現率	收益標準參考	特許年期	興建年期	特許年期計算	土地取得方式	權利金
台北藝術中心	股東權益報酬率	12%	6.25% <sup>c</sup>	—	50	3	土建工程重置年限 50 年。	租用	—
日月潭九族文化村纜車系統 <sup>a</sup>	自有資金報酬率	12%	8%	沒有，但，財務計畫預測結果只有 9%，規劃單位可以接受。	30	1.5	纜車重置年期 30 年。 (特許年期 30 年只有營運期間。)	一部份向國有財產局申請專案撥用購買，一部份向由九族文化村租用，預計土地取得花費時間 1.5 年。	由投資公司全額投資興建，不需支付其他權利金。
貓空纜車系統	股東權益報酬率	12%	7.84% <sup>c</sup>	—	32	2	興建年期 2 年加上，纜車重置年期 30 年。	土地由政府取得，向政府租用。	根據不同方案，權利金收取標準不同。

表 A1-3 國內民間參與公共建設計畫案財務計畫案例（續一）

計畫案名稱	收益標準	報酬率	折現率	收益標準參考	特許年期	興建年期	特許年期計算	土地取得方式	權利金
谷關地區纜車設置	預期報酬率	15%	7.73% <sup>c</sup>	—	33	3	興建年期3年加上，纜車重置年期30年。	向政府租用。	開發權利金：分三年支付，總金額三億，可以依實際情況進行調整。 營運權利金：預期合理收益高，以每年收益5%為營運權利金。
漁翁島休閒度假區	預期報酬率	15%	10.313% <sup>c</sup>	證券市場七十年至今幾何平均報酬率為18%，故以15%為預期報酬收益。	50	3	特許年期包括興建加營運的時間，	設定地上權五十年。	開發權利金：指開發計畫之商業價值，主要為特許公司開發本計畫基地及營運所創造之收益。根據開發計畫之投資規模、現金流量及投資報酬率，為計算基礎所算出之權利金。

表 A1-3 國內民間參與公共建設計畫案財務計畫案例 (續二)

計畫案名稱	收益標準	報酬率	折現率	收益標準參考	特許年期	興建年期	特許年期計算	土地取得方式	權利金
萬華車站	股東預期報酬率	15%	11.12% <sup>c</sup>	國內投資廠商 潛在投資廠商 要求報酬率在 12-15%。	54	4	—	租用	不收取權利金
武陵農場	計畫內部報酬率	11.99% <sup>b</sup>	10.55% <sup>c</sup>	—	10	—	—	—	假設委託經營期間，定額權利金每年繳交10588千元，按營業收入之5.34%繳付營運權利金。

表 A1-3 國內民間參與公共建設計畫案財務計畫案例 (續三)

計畫案名稱	收益標準	報酬率	折現率	收益標準參考	特許年期	興建年期	特許年期計算	土地取得方式	權利金
台灣大學尊賢館	股權內部報酬率	15%	—	—	10		—	—	定額權利金:分十年繳交, 0.23 億。 經營權利金:正式營運年起至營運期間屆滿,民間機構每年應按營業額收入機率繳納。
<p>a. 由民間申請之 BOT 計畫。</p> <p>b. 此計畫先訂定評估年期, 在預測營運狀況, 計算出預測內部報酬率。</p> <p>c. 以 WACC 為折現率。</p>									

資料來源 本研究整理

## 附錄二 案例一模擬統計

表 A2-1 案例一 10% 變量區間模擬結果次數統計

T <sub>1</sub>	出現 次數	百分比 (%)	累積百 分比(%)	T <sub>2</sub>	出現 次數	百分比 (%)	累積百 分比 (%)
13	20	5	5				
14	349	87.3	92.3				
15	31	7.8	100				
				20	18	4.5	4.5
				21	104	26	30.5
				22	151	37.8	68.3
				23	92	23	91.3
				24	29	7.3	98.5
				25	6	1.5	100
總計	400	100		總計	400	100	



表 A2-2 案例一 20% 變量區間模擬結果次數統計

T <sub>1</sub>	出現次數	百分比 (%)	累積百分比 (%)	T <sub>2</sub>	出現次數	百分比 (%)	累積百分比 (%)
12	2	0.5	0.5				
13	86	21.5	22				
14	203	50.8	72.8				
15	105	26.3	99				
16	4	1	100				
				17	1	0.3	0.3
				18	11	2.8	3
				19	22	5.5	8.5
				20	43	10.8	19.3
				21	72	18	37.3
				22	84	21	58.3
				23	72	18	76.3
				24	42	10.5	86.8
				25	28	7	93.8
				26	13	3.3	97
				27	8	2	99
				28	2	0.5	99.5
				30	1	0.3	99.8
				33	1	0.3	100
總計	400	100		總計	400	100	

表 A2-3 案例一 30% 變量區間模擬結果次數統計

T <sub>1</sub>	出現次數	百分比 (%)	累積百分比 (%)	T <sub>2</sub>	出現次數	百分比 (%)	累積百分比 (%)
7	1	0.3	0.3				
9	2	0.5	0.8				
10	2	0.5	1.3				
11	5	1.3	2.5				
12	12	3	5.5				
13	91	22.8	28.3				
14	163	40.8	69				
15	93	23.3	92.3	15	1	0.3	0.3
16	28	7	99.3	16	5	1.3	1.5
17	3	0.8	100	17	7	1.8	3.3
				18	18	4.5	7.8
				19	38	9.5	17.3
				20	47	11.8	29
				21	46	11.5	40.5
				22	45	11.3	51.8
				23	51	12.8	64.5
				24	50	12.5	77
				25	28	7	84
				26	25	6.3	90.3
				27	14	3.5	93.8
				28	10	2.5	96.3
				29	8	2	98.3
				30	4	1	99.3
				31	3	0.8	100
總計	400	100		總計	400	100	

表 A2-4 案例一 40% 變量區間模擬結果次數統計

T <sub>1</sub>	出現次數	百分比 (%)	累積百分比 (%)	T <sub>2</sub>	出現次數	百分比 (%)	累積百分比 (%)
4	1	0.3	0.3				
7	2	0.5	0.8				
8	3	0.8	1.5				
9	1	0.3	1.8				
10	5	1.3	3				
11	11	2.8	5.8				
12	13	3.3	9				
13	93	23.3	32.3	13	1	0.3	0.3
14	125	31.3	63.5	-	-	-	-
15	95	23.8	87.3	15	3	0.8	1
16	33	8.3	95.5	16	13	3.3	4.3
17	14	3.5	99	17	23	5.8	10
18	2	0.5	99.5	18	20	5	15
19	2	0.5	100	19	26	6.5	21.5
				20	45	11.3	32.8
				21	31	7.8	40.5
				22	47	11.8	52.3
				23	33	8.3	60.5
				24	45	11.3	71.8
				25	28	7	78.8
				26	19	4.8	83.5
				27	19	4.8	88.3
				28	15	3.8	92
				29	11	2.8	94.8
				30	6	1.5	96.3
				31	6	1.5	97.8
				32	3	0.8	98.5
				33	1	0.3	98.8
				34	2	0.5	99.3
				40	3	0.8	100
總計	400	100		總計	400	100	

表 A2-5 案例一 50% 變量區間模擬結果次數統計

T <sub>1</sub>	出現次數	百分比 (%)	累積百分比 (%)	T <sub>2</sub>	出現次數	百分比 (%)	累積百分比 (%)
5	4	1	1				
6	1	0.3	1.3				
7	8	2	3.3				
8	3	0.8	4				
9	6	1.5	5.5				
10	14	3.5	9				
11	11	2.8	11.8				
12	16	4	15.8				
13	87	21.8	37.5	13	3	0.8	0.8
14	82	20.5	58	14	4	1	1.8
15	82	20.5	78.5	15	7	1.8	3.5
16	50	12.5	91	16	22	5.5	9
17	18	4.5	95.5	17	25	6.3	15.3
18	12	3	98.5	18	30	7.5	22.8
19	5	1.3	99.8	19	28	7	29.8
20	1	0.3	100	20	31	7.8	37.5
				21	29	7.3	44.8
				22	28	7	51.8
				23	23	5.8	57.5
				24	26	6.5	64
				25	19	4.8	68.8
				26	25	6.3	75
				27	16	4	79
				28	21	5.3	84.3
				29	8	2	86.3
				30	10	2.5	88.8
				31	5	1.3	90
				32	14	3.5	93.5
				33	6	1.5	95
				34	3	0.8	95.8
				35	3	0.8	96.5
				36	2	0.5	97
				37	1	0.3	97.3
				38	2	0.5	97.8
				39	1	0.3	98
				40	8	2	100
總計	400	100		總計	400	100	

## 附錄三 案例二模擬統計

表 A3-1 案例二 10% 變量區間模擬結果次數統計

T <sub>1</sub>	出現次數	百分比 (%)	累積百分比 (%)	T <sub>2</sub>	出現次數	百分比 (%)	累積百分比 (%)
18	3	0.8	0.8				
19	87	21.8	22.5				
20	266	66.5	89				
21	43	10.8	99.8				
22	1	0.3	100				
				26	6	1.5	1.5
				27	16	4	5.5
				28	22	5.5	11
				29	43	10.8	21.8
				30	58	14.5	36.3
				31	68	17	53.3
				32	71	17.8	71
				33	38	9.5	80.5
				34	32	8	88.5
				35	19	4.8	93.3
				36	12	3	96.3
				37	8	2	98.3
				38	4	1	99.3
				39	2	0.5	99.8
				43	1	0.3	100
總計	400	100		總計	400	100	

表 A3-2 案例二 20% 變量區間模擬結果次數統計

T <sub>1</sub>	出現次數	百分比 (%)	累積百分比 (%)	T <sub>2</sub>	出現次數	百分比 (%)	累積百分比 (%)
16	3	0.8	0.8				
17	2	0.5	1.3				
18	43	10.8	12				
19	97	24.3	36.3				
20	166	41.5	77.8	20	1	0.3	0.3
21	63	15.8	93.5	21	1	0.3	0.5
22	21	5.3	98.8	22	3	0.8	1.3
23	5	1.3	100	23	1	0.3	1.5
				24	5	1.3	2.8
				25	23	5.8	8.5
				26	19	4.8	13.3
				27	25	6.3	19.5
				28	23	5.8	25.3
				29	36	9	34.3
				30	35	8.8	43
				31	47	11.8	54.8
				32	28	7	61.8
				33	38	9.5	71.3
				34	19	4.8	76
				35	20	5	81
				36	11	2.8	83.8
				37	10	2.5	86.3
				38	5	1.3	87.5
				39	10	2.5	90
				40	9	2.3	92.3
				41	6	1.5	93.8
				42	6	1.5	95.3
				43	3	0.8	96
				44	1	0.3	96.3
				45	3	0.8	97
				46	3	0.8	97.8
				48	1	0.3	98
				49	3	0.8	98.8
				53	1	0.3	99
				55	2	0.5	99.5
				60	2	0.5	100
總計	400	100		總計	400	100	

表 A3-3 案例二 30% 變量區間模擬結果次數統計

T <sub>1</sub>	出現 次數	百分比 (%)	累積百分比 (%)	T <sub>2</sub>	出現 次數	百分比 (%)	累積百分比 (%)
15	1	0.3	0.3				
16	3	0.8	1				
17	28	7	8				
18	49	12.3	20.3				
19	71	17.8	38				
20	100	25	63	20	4	1	1
21	79	19.8	82.8	21	6	1.5	2.5
22	37	9.3	92	22	9	2.3	4.8
23	16	4	96	23	11	2.8	7.5
24	12	3	99	24	16	4	11.5
25	2	0.5	99.5	25	16	4	15.5
-	-	-	-	26	28	7	22.5
27	2	0.5	100	27	18	4.5	27
				28	18	4.5	31.5
				29	24	6	37.5
				30	21	5.3	42.8
				31	28	7	49.8
				32	18	4.5	54.3
				33	24	6	60.3
				34	11	2.8	63
				35	27	6.8	69.8
				36	18	4.5	74.3
				37	13	3.3	77.5
				38	12	3	80.5
				39	10	2.5	83
				40	10	2.5	85.5
				41	4	1	86.5
				42	5	1.3	87.8
				43	5	1.3	89
				44	4	1	90
				45	1	0.3	90.3
				46	2	0.5	90.8
				47	2	0.5	91.3
				49	2	0.5	91.8
				52	1	0.3	92
				53	3	0.8	92.8
				55	3	0.8	93.5

表 A3-3 案例二 30% 變量區間模擬結果次數統計 (續)

T <sub>1</sub>	出現 次數	百分比 (%)	累積百分比 (%)	T <sub>2</sub>	出現 次數	百分比 (%)	累積百分比 (%)
				57	1	0.3	93.8
				58	3	0.8	94.5
				59	1	0.3	94.8
				60	21	5.3	100
總計	400	100		總計	400	100	





表 A3-4 案例二 40% 變量區間模擬結果次數統計

T <sub>1</sub>	出現 次數	百分比 (%)	累積百分比 (%)	T <sub>2</sub>	出現 次數	百分比 (%)	累積百分比 (%)
14	1	0.3	0.3				
15	3	0.8	1				
16	10	2.5	3.5	16	1	0.3	0.3
17	33	8.3	11.8	17	1	0.3	0.5
18	54	13.5	25.3	18	2	0.5	1
19	60	15	40.3	19	4	1	2
20	88	22	62.3	20	9	2.3	4.3
21	60	15	77.3	21	9	2.3	6.5
22	36	9	86.3	22	16	4	10.5
23	23	5.8	92	23	9	2.3	12.8
24	21	5.3	97.3	24	18	4.5	17.3
25	7	1.8	99	25	14	3.5	20.8
26	1	0.3	99.3	26	17	4.3	25
27	1	0.3	99.5	27	18	4.5	29.5
-	-	-	-	28	25	6.3	35.8
29	1	0.3	99.8	29	18	4.5	40.3
-	-	-	-	30	18	4.5	44.8
31	1	0.3	100	31	20	5	49.8
				32	22	5.5	55.3
				33	18	4.5	59.8
				34	15	3.8	63.5
				35	8	2	65.5
				36	10	2.5	68
				37	13	3.3	71.3
				38	4	1	72.3
				39	9	2.3	74.5
				40	12	3	77.5
				41	10	2.5	80
				42	6	1.5	81.5
				43	5	1.3	82.8
				44	4	1	83.8
				45	4	1	84.8
				46	3	0.8	85.5
				47	2	0.5	86
				48	4	1	87
				49	4	1	88
				51	1	0.3	88.3

表 A3-4 案例二 40% 變量區間模擬結果次數統計 (續)

T <sub>1</sub>	出現 次數	百分比 (%)	累積百分比 (%)	T <sub>2</sub>	出現 次數	百分比 (%)	累積百分比 (%)
				52	3	0.8	89
				53	1	0.3	89.3
				55	2	0.5	89.8
				56	1	0.3	90
				60	39	9.8	99.8
				221	1	0.3	100
總計	400	100		總計	400	100	



表 A3-5 案例二 50%變量區間模擬結果次數統計

T <sub>1</sub>	出現次數	百分比 (%)	累積百分比 (%)	T <sub>2</sub>	出現次數	百分比 (%)	累積百分比 (%)
15	12	3	3				
16	26	6.5	9.5	16	3	0.8	0.8
17	46	11.5	21	17	4	1	1.8
18	60	15	36	18	7	1.8	3.5
19	55	13.8	49.8	19	8	2	5.5
20	60	15	64.8	20	11	2.8	8.3
21	42	10.5	75.3	21	19	4.8	13
22	30	7.5	82.8	22	8	2	15
23	23	5.8	88.5	23	16	4	19
24	19	4.8	93.3	24	16	4	23
25	8	2	95.3	25	23	5.8	28.8
26	8	2	97.3	26	24	6	34.8
27	5	1.3	98.5	27	25	6.3	41
28	2	0.5	99	28	7	1.8	42.8
29	1	0.3	99.3	29	13	3.3	46
30	1	0.3	99.5	30	15	3.8	49.8
31	1	0.3	99.8	31	18	4.5	54.3
-	-	-	-	32	9	2.3	56.5
33	1	0.3	100	33	11	2.8	59.3
				34	13	3.3	62.5
				35	16	4	66.5
				36	5	1.3	67.8
				37	6	1.5	69.3
				38	13	3.3	72.5
				39	6	1.5	74
				40	6	1.5	75.5
				41	3	0.8	76.3
				42	4	1	77.3
				43	3	0.8	78
				44	2	0.5	78.5
				45	3	0.8	79.3
				46	2	0.5	79.8
				47	1	0.3	80
				48	3	0.8	80.8
				50	1	0.3	81
				51	2	0.5	81.5
				52	1	0.3	81.8

表 A3-5 案例二 50% 變量區間模擬結果次數統計 (續)

$T_1$	出現 次數	百分比 (%)	累積百分 比 (%)	$T_2$	出現 次數	百分比 (%)	累積百分 比 (%)
				53	5	1.3	83
				54	1	0.3	83.3
				55	2	0.5	83.8
				56	1	0.3	84
				58	3	0.8	84.8
				59	2	0.5	85.3
				60	58	14.5	99.8
				258	1	0.3	100
總計	400	100		總計	400	100	

