

逢 甲 大 學  
交通工程與管理學系碩士班  
碩 士 論 文

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

Royalty Models for the Transportation Infrastructure BOT  
Projects with Consideration of Managerial Flexibility  
Application of Real Options

指導教授：邱裕鈞

研 究 生：蕭心怡

中 華 民 國 九 十 三 年 六 月

逢甲大學 e-Thesys(92 學年度)

## 摘要

權利金收取額度及方式會影響 BOT 計畫之自償率及報酬率，因此，考量 BOT 整體計畫未來投入之成本與營收，決定權利金要收多少及該以何種方式收取，為影響 BOT 計畫成敗重要的一環。過去有許多 BOT 權利金計收相關之研究，但多以固定投資環境下的 BOT 計畫財務模型，去計算特許年期內之權利金額度。而此傳統的 BOT 計畫財務分析，大多以「折現現金流量法」(discounted cash flow, DCF) 進行分析評估，明顯忽略民間機構未來興建與經營此交通建設具有因應環境變化而變動經營方式與規模之管理彈性 (managerial flexibility) 與規劃策略 (planning strategy)，政府在招商文件或投資契約中若因此過度限縮民間經營彈性，亦有違促參法希能引進民間經營活力之基本精神。尤其 BOT 計畫動輒數十年，投資環境變動性大，若以無彈性之固定權利金收取額度及方式進行評估，將與 BOT 計畫實際發展情形出入甚鉅。因此，本研究即欲結合傳統財務模型與實質選擇權之理念，考量變動投資環境下之 BOT 計畫價值，進而以政府的角度求算最適權利金計收額度。

實質選擇權 (real options) 之觀念是用於評估投資計畫中開放選擇權所賦予的價值，其權利種類包括遞延選擇權、擴張選擇權、放棄選擇權及轉換選擇權等。實質選擇權與傳統 BOT 計畫之 NPV 分析法最大的差異，在於其可將管理彈性納入評估投資決策時之考量，以避免低估整體計畫價值。而本研究之目的是依據 BOT 計畫之 NPV 變動情形，同時滿足民間及融資機構之要求及限制，構建一權利金最大之計收模式，這樣的模式與傳統實質選擇權理論中常用的二項式對數模式，僅探討 NPV 值變化顯然不相同，因此本研究進而利用系統模擬法，針對變動的投資環境及各式的實質選擇權應用進行情境模擬，並以數學規劃模型求解最適權利金。

在簡例設計及驗證中，本文模擬遞增、持平及遞減三種趨勢下之常態分配  $N(25,5)$  運量隨機變動情形，每種情境均模擬 30 筆樣本資料用於表示實際母體狀況。結果發現加入遞延、擴張、縮減及多重選擇權進行考量，確實能提升權利金額度之值，尤其在運量為遞增走勢之投資環境更為明顯，顯示政府開放管理彈性給民間機構將獲得較佳的利益。最後，本研究以停車場 BOT 計畫作為實例應用，同樣考量擴張、縮減、遞延及多重選擇權，計算權利金額度並分析比較，結果顯示在分年最適金額及二段式收取法中，不論開放任何選擇權下均無法提升權利金額度；然而在一段式收取法中，選擇開放擴張選擇權則能賦予計畫 90,000 元之管理彈性價值為最佳。此權利金計收模式可提供未來政府在協商 BOT 計畫過程中，決策權利金計收額度及方式之參考依據。

關鍵詞：BOT 計畫、權利金模式、實質選擇權、系統模擬

## Abstract

Because the amount and method of royalty collection has remarkable influence on the self-liquidating ratio and internal rate of return of a BOT project, it is a key success factor to determine how and how much royalty should be collected based on financial characteristics of the BOT project. Although there are numerous studies related to royalty have been conducted, most of them employ the method of discounted cash flow (DCF) to compute the annual royalty by assuming the environment is certain and remaining unchanged. However, it is more likely to believe that would not be true in practice. Besides, they also ignore the possibility of adjustments in operating scale and directions, which is called managerial flexibility, of private project companies when facing varying environment. If government strictly restrains the managerial flexibility, it will strangle the original purpose and basic spirit for encouraging private participation in constructing public infrastructures by introducing their operating flexibility. Moreover, the concession period of BOT projects is usually over decades, the investment environment they face must be very variable, it would be discrepant by using a crisp model to compute the royalty. Based on that, this study considers the uncertainty of environment by incorporating the concept of real options into the BOT royalty model from the government's perspective.

The concept of real options is to evaluate the value of retained options in an investment project. The types of options include option to defer, option to expand, option to abandon, option to switch use, etc. The difference between real options and traditional DCF method is that real options incorporate managerial flexibility in avoid to underestimating project value. Because the main purpose of this study is to develop a model for calculating the maximum royalty, not to only discuss the difference of net present value (NPV) and also have to consider the basic requirements of investors and financiers, instead of log-transformed binomial method, which is commonly used method in the field of real options, a system simulation method is employed to simulate varying investment environments and how real options are excised, and then a mathematical programming model is used to computed the optimal royalty.

An exemplified example is designed to validate the model. The patronage rate of each year is assumed to follow a normal distribution with  $N(25,5)$  and three scenarios with increasing, stable and decreasing patronage rate are analyzed. A total of 30 cases are simulated and sampled for representing the real situations. The results show that the royalty significant increases with consideration of expand, contract, defer, and multiple interacting options, especially under the increasing scenario. It indicates that government can be benefited by providing managerial flexibility to the private project company. Finally, a field case study of

a parking lot BOT project is conducted. By also considering the options of expand, contract, defer, and multiple interacting, the annual royalty is calculated and compared. Three methods for collecting royalty, annual optimal, signal-part and two-part, are analyzed. The results show that in the case of single-part collecting method government will collect largest extra amount of royalty estimated to be approximately 90,000 NT dollars in comparing to the situation with no options allowed. But in the cases of annual optimal and two-part collecting methods, there is no difference in the amount of royalty if these options are provided. The model proposed by this study can provide a reference to government to determine the collection of royalty in preparing or negotiating a BOT project.

**Key Words :** BOT projects, royalty model, real options, system simulation



## 目錄

目錄 .....	I
圖目錄 .....	III
表目錄 .....	V
<b>第一章 緒論 .....</b>	<b>1</b>
1.1 研究背景與動機 .....	1
1.2 研究目的 .....	2
1.3 研究內容與流程 .....	2
<b>第二章 文獻彙析 .....</b>	<b>5</b>
2.1 BOT 財務評估 .....	5
2.1.1 BOT 財務評估準則 .....	5
2.1.2 BOT 財務評估相關文獻 .....	11
2.2 權利金計收方式 .....	15
2.3 實質選擇權 .....	19
<b>第三章 模式構建 .....</b>	<b>24</b>
3.1 BOT 權利金計收模式（未考量管理彈性） .....	24
3.1.1 模式假設 .....	24
3.1.2 權利金收取方式 .....	27
3.2 BOT 權利金計收模式（考量管理彈性） .....	32
3.2.1 實質選擇權之類型 .....	32
3.2.2 實質選擇權之評價模型 .....	35
3.2.3 系統模擬法 .....	41
<b>第四章 簡例分析 .....</b>	<b>44</b>
4.1 資料設計與說明 .....	44
4.2 模擬結果分析 .....	45
4.2.1 運量遞增型 .....	46
4.2.2 運量持平型 .....	73
4.2.3 運量遞減型 .....	99
4.3 敏感度分析 .....	125
4.3.1 運量遞增型 .....	125

4.3.2 運量持平型.....	128
4.3.3 運量遞減型.....	131
<b>第五章 實例應用 .....</b>	<b>135</b>
5.1 資料設定與說明 .....	135
5.2 實例應用結果分析 .....	140
<b>第六章 結論與建議 .....</b>	<b>143</b>
6.1 結論 .....	143
6.2 建議 .....	145
<b>參考文獻 .....</b>	<b>146</b>



## 圖目錄

圖 1.1	研究流程圖 .....	4
圖 2.1	實質選擇權價值之決定因素 .....	19
圖 3.1	BOT 計畫財務評估時間點關係圖 .....	24
圖 3.2	對數轉換二項法之演算結構 .....	37
圖 3.3	對數轉換二項法逆向演算路徑圖 .....	39
圖 3.4	調整實質選擇權之示意圖 .....	40
圖 3.5	系統模擬建構與分析程序 .....	43
圖 4.1	簡例 BOT 計畫之時間點關係圖 .....	44
圖 4.2	運量遞增情境示意圖 .....	47
圖 4.3	運量遞增情境擴張前後之分年最適權利金收取額度 .....	48
圖 4.4	運量遞增情境縮減前後之分年最適權利金收取額度 .....	50
圖 4.5	運量遞增情境遞延 1 年前後之分年最適權利金收取額度 .....	52
圖 4.6	運量遞增情境多重選擇權 I 前後之分年最適權利金收取額度 .....	56
圖 4.7	運量遞增情境多重選擇權 II 前後之分年最適權利金收取額度 .....	58
圖 4.8	運量持平情境示意圖 .....	73
圖 4.9	運量持平情境擴張前後之分年最適權利金收取額度 .....	74
圖 4.10	運量持平情境縮減前後之分年最適權利金收取額度 .....	76
圖 4.10	運量持平情境遞延 1 年前後之分年最適權利金收取額度 .....	78
圖 4.11	運量持平情境多重選擇權 I 前後之分年最適權利金收取額度 .....	80
圖 4.12	運量持平情境多重選擇權 II 前後之分年最適權利金收取額度 .....	82
圖 4.13	運量遞減情境示意圖 .....	99
圖 4.14	運量遞減情境擴張前後之分年最適權利金收取額度 .....	100
圖 4.15	運量遞減情境縮減前後之分年最適權利金收取額度 .....	102
圖 4.16	運量遞減情境遞延 1 年前後之分年最適權利金收取額度 .....	104
圖 4.17	運量遞減情境多重選擇權 I 前後之分年最適權利金收取額度 .....	106
圖 4.18	運量遞減情境多重選擇權 II 前後之分年最適權利金收取額度 .....	108
圖 4.18	運量遞減情境多重選擇權 II 前後之分年最適權利金收取額度 .....	108
圖 4.19	運量遞增情境之運量標準差敏感度分析趨勢--分年最適金額收取 .....	126
圖 4.20	運量遞增情境之運量標準差敏感度分析趨勢--一段式收取 .....	127
圖 4.21	運量遞增情境之運量標準差敏感度分析趨勢--二段式收取 .....	128
圖 4.22	運量持平情境之運量標準差敏感度分析趨勢--分年最適金額收取 .....	129
圖 4.23	運量持平情境之運量標準差敏感度分析趨勢--一段式收取 .....	130
圖 4.24	運量持平情境之運量標準差敏感度分析趨勢--二段式收取 .....	131

圖 4.25	運量遞減情境之運量標準差敏感度分析趨勢--分年最適金額收取 .....	132
圖 4.26	運量遞減情境之運量標準差敏感度分析趨勢--一段式收取 .....	133
圖 4.27	運量遞減情境之運量標準差敏感度分析趨勢--二段式收取 .....	134
圖 5.1	中正「停二」停車場 BOT 計畫之時間點關係圖 .....	136
圖 5.2	原方案土地使用分配圖 .....	138
圖 5.3	調整方案土地使用分配圖 .....	140





## 表目錄

表 2.1	BOT 財務評估相關文獻彙析 .....	14
表 2.2	權利金計收相關文獻彙析 .....	18
表 2.3	實質選擇權相關文獻彙析 .....	23
表 3.1	權利金收取方式之所有情形 .....	32
表 4.1	運量遞增情境資料模擬擴張選擇權分年最適結果 .....	49
表 4.2	運量遞增情境資料模擬縮減選擇權分年最適結果 .....	51
表 4.3	運量遞增情境資料模擬遞延選擇權分年最適結果 .....	53
表 4.4	運量遞增情境資料模擬多重選擇權 I 分年最適結果 .....	55
表 4.5	運量遞增情境資料模擬多重選擇權 II 分年最適結果 .....	58
表 4.6	運量遞增情境資料模擬擴張選擇權一段式收取結果 .....	60
表 4.7	運量遞增情境資料模擬縮減選擇權一段式收取結果 .....	61
表 4.8	運量遞增情境資料模擬遞延選擇權一段式收取結果 .....	62
表 4.9	運量遞增情境資料模擬多重選擇權 I 一段式收取結果 .....	63
表 4.10	運量遞增情境資料模擬多重選擇權 II 一段式收取結果 .....	64
表 4.11	運量遞增情境資料模擬擴張選擇權二段式收取結果 .....	66
表 4.12	運量遞增情境資料模擬縮減選擇權二段式收取結果 .....	67
表 4.13	運量遞增情境資料模擬遞延選擇權二段式收取結果 .....	68
表 4.14	運量遞增情境資料模擬多重選擇權 I 二段式收取結果 .....	69
表 4.15	運量遞增情境資料模擬多重選擇權 II 二段式收取結果 .....	70
表 4.16	運量遞增情境下各種收取方式之權利金及 NPV 平均額度 .....	71
表 4.17	運量遞增情境各收取方式最佳權利金額度及實質選擇權 .....	72
表 4.18	運量持平情境資料模擬擴張選擇權分年最適結果 .....	75
表 4.19	運量持平情境資料模擬縮減選擇權分年最適結果 .....	77
表 4.20	運量持平情境資料模擬遞延選擇權分年最適結果 .....	79
表 4.21	運量持平情境資料模擬多重選擇權 I 分年最適結果 .....	81
表 4.22	運量持平情境資料模擬多重選擇權 II 分年最適結果 .....	83
表 4.23	運量持平情境資料模擬擴張選擇權一段式收取結果 .....	85
表 4.24	運量持平情境資料模擬縮減選擇權一段式收取結果 .....	86
表 4.25	運量持平情境資料模擬遞延選擇權一段式收取結果 .....	87
表 4.26	運量持平情境資料模擬多重選擇權 I 一段式收取結果 .....	88
表 4.27	運量持平情境資料模擬多重選擇權 II 一段式收取結果 .....	89
表 4.28	運量持平情境資料模擬擴張選擇權二段式收取結果 .....	91
表 4.29	運量持平情境資料模擬縮減選擇權二段式收取結果 .....	92
表 4.30	運量持平情境資料模擬遞延選擇權二段式收取結果 .....	93

表 4.31	運量持平情境資料模擬多重選擇權 I 二段式收取結果.....	94
表 4.32	運量持平情境資料模擬多重選擇權 II 二段式收取結果 .....	95
表 4.33	運量持平情境下各種收取方式之權利金及 NPV 平均額度 .....	97
表 4.34	運量持平情境各收取方式最佳權利金額度及實質選擇權 .....	98
表 4.35	運量遞減情境資料模擬擴張選擇權分年最適結果 .....	101
表 4.36	運量遞減情境資料模擬縮減選擇權分年最適結果 .....	103
表 4.37	運量遞減情境資料模擬遞延選擇權分年最適結果 .....	105
表 4.38	運量遞減情境資料模擬多重選擇權 I 分年最適結果.....	107
表 4.39	運量遞減情境資料模擬多重選擇權 II 分年最適結果 .....	109
表 4.40	運量遞減情境資料模擬擴張選擇權一段式收取結果 .....	111
表 4.41	運量遞減情境資料模擬縮減選擇權一段式收取結果 .....	112
表 4.42	運量遞減情境資料模擬遞延選擇權一段式收取結果 .....	113
表 4.43	運量遞減情境資料模擬多重選擇權 I 一段式收取結果.....	114
表 4.44	運量遞減情境資料模擬多重選擇權 II 一段式收取結果 .....	115
表 4.45	運量遞減情境資料模擬擴張選擇權二段式收取結果 .....	117
表 4.46	運量遞減情境資料模擬縮減選擇權二段式收取結果 .....	118
表 4.47	運量遞減情境資料模擬遞延選擇權二段式收取結果 .....	119
表 4.48	運量遞減情境資料模擬多重選擇權 I 二段式收取結果.....	120
表 4.49	運量遞減情境資料模擬多重選擇權 II 二段式收取結果 .....	121
表 4.50	運量遞減情境下各種收取方式之權利金及 NPV 平均額度 .....	123
表 4.51	運量遞減情境各收取方式最佳權利金額度及實質選擇權 .....	124
表 4.52	運量遞增情境之運量標準差敏感度分析結果--分年最適金額收取 .....	125
表 4.53	運量遞增情境之運量標準差敏感度分析結果--一段式收取 .....	126
表 4.54	運量遞增情境之運量標準差敏感度分析結果--二段式收取 .....	127
表 4.52	運量持平情境之運量標準差敏感度分析結果--分年最適金額收取 .....	129
表 4.56	運量持平情境之運量標準差敏感度分析結果--一段式收取 .....	129
表 4.57	運量持平情境之運量標準差敏感度分析結果--二段式收取 .....	130
表 4.52	運量遞減情境之運量標準差敏感度分析結果--分年最適金額收取 .....	132
表 4.59	運量遞減情境之運量標準差敏感度分析結果--一段式收取 .....	133
表 4.60	運量遞減情境之運量標準差敏感度分析結果--二段式收取 .....	134
表 5.1	中正「停二」停車場用地 .....	135
表 5.2	財務分析參數一覽表 .....	137
表 5.3	中正「停二」停車場情境模擬分析表--分年最適金額收取 .....	141
表 5.4	中正「停二」停車場情境模擬分析表--一段式收取 .....	141
表 5.5	中正「停二」停車場情境模擬分析表--二段式收取 .....	142

# 第一章 緒論

## 1.1 研究背景與動機

近年來，政府的財政負擔日益沈重，而民眾積極要求興建各項重大公共建設之聲浪卻與日俱增，政府為考量能減輕財政赤字，且能藉由民間技術及管理效率，來加速推動公共建設及提升公共建設品質，因此於民國八十三年公佈實施「獎勵民間參與交通建設條例」，鼓勵民間融資參與公共建設，立法院並於民國八十九年一月十四日三讀通過「促進民間參與公共建設法」，民間業者以 BOT 之方式推動公共建設，瞬間蔚為時代潮流。所謂 BOT 模式即是代表興建 (Build)、營運 (Operate) 及移轉 (Transfer) 三個階段，由民間機構負責興建、營運，待特許權屆滿後，再將公共建設移轉給政府，由民間和政府共同分攤風險。

重大公共建設在興建時期需要大量資金投入，除了透過股東集資與專案融資方式取得資金外，往往還需要政府出資協助，政府出資部分可以透過營運期間收取權利金方式回收。權利金之收取會影響 BOT 計畫之自償率及報酬率，更甚者足以影響 BOT 計畫之成敗，若收取過高之權利金則會影響民間業者投資意願及未來營運能力；過低則無法反應此 BOT 計畫之價值，因此，權利金之收取額度及方式，需考量 BOT 整體計畫未來投入之成本與營收，決定要收多少以及該如何收取。

在過去 BOT 相關文獻中，僅有少數文獻針對權利金計收部分進行討論，其中曾有文獻提出固定投資環境下之 BOT 計畫財務模型，用以計算特許年期內之分年最適權利金額度。類似此種傳統的 BOT 計畫財務分析，大多以「折現現金流量法」(discounted cash flow, DCF) 作為主要分析方法，然而這樣的財務分析法明顯忽略未來興建與經營此交通建設之民間機構具有因應環境變化而變動經營方式與規模之管理彈性 (managerial flexibility) 及規劃策略 (planning strategy)，且考量政府在招商文件或投資契約中若因而過度限縮民間經營彈性，亦有違促參法希望能引進民間經營活力之基本精神，因此，在這種公私合夥之計畫中，民間機構必須能維持一定之經營彈性。在此開放民間經營空間之際，亦同時賦予民間機構更大的獲利或避險機會，理應於權利金上加以適當反映，因此，如何將此種民間經營彈性之特許或開放納入權利金計收模式內加以考量，實值得加以探究，尤其 BOT 計畫動輒數十年，投資環境變動性大，若以無彈性之固

定權利金收取額度及方式，將與 BOT 計畫實際發展情形出入甚鉅。

實質選擇權（Real options）之觀念是指存在於實質資產投資計畫中，具有選擇性質的權利，其權利種類包含甚多，有時機選擇權、改變營運規模選擇權、擴張選擇權、放棄選擇權及轉換選擇權等，管理者可以在不同的時間點下，針對環境的改變採取加入不同種類選擇權，合適的選擇權會提升計畫投資價值。實質選擇權與傳統 BOT 計畫之 NPV 分析法最大的不同，在於其可將管理彈性納入評估投資決策時的考量，以避免低估計畫價值。有鑑於此，本研究將以政府角度為主，兼顧投資者投資報酬與融資者正常償債之要求下，嘗試導入實質選擇權之觀念，應用於建構投資環境變動情形下之 BOT 權利金計收模式。

## 1.2 研究目的

過去 BOT 計畫相關研究文獻中，甚少針對 BOT 計畫中之權利金計收模式部份進行探討，即便有也僅侷限評估固定投資環境下之 BOT 計畫財務模型，並未加以考量實際環境變化影響經營方式及規模的管理彈性與規劃策略。因此，本研究嘗試導入實質選擇權的觀念，應用於建構投資環境變動情形下之 BOT 計畫權利金計收模式。

有鑑於上述所提之研究理念，可條列本研究之目的如下：

1. 彙析國內外 BOT 計畫及相關文獻中，權利金之訂定收取方式及額度計算模式。
2. 以政府的角度為主，兼顧投資者投資報酬與融資者正常償債之要求下，建構一固定投資環境下之明確性 BOT 計畫權利金計收模式。
3. 以明確性權利金計收模式為基礎，進一步考量民間經營者因應環境變化而改變營運方式與規模之管理彈性下，利用實質選擇權之理念，建構一實質選擇權之 BOT 計畫權利金計收模式。
4. 透過簡例設計與驗證，分析不同的投資環境及選擇權類型下，權利金收取方式與額度之差異，並藉由敏感度分析瞭解參數對於權利金收取方式與額度之影響。
5. 利用實際 BOT 計畫之資料進行實例應用，驗證本研究所建構之模式實用價值，進而針對 BOT 計畫提出權利金收取方式與額度之具體建議。

## 1.3 研究流程與內容

以實質選擇權法建構 BOT 計畫案之權利金計收模式，研究流程如圖 1.1 所示；研究內容則列點分別敘述如下：

## 1. 文獻彙析

本研究擬收集有關 BOT 財務評估、權利金計收及實質選擇權三方面之國內外相關文獻，在前兩項文獻回顧部分，主要是用來瞭解過去 BOT 計畫中之財物評估方法及權利金制訂收取方式；而第三部分之文獻回顧，為本研究為考量 BOT 計畫在不確定性環境下之經營彈性所加入的研究理念，藉由過去實質選擇權多方應用之文獻，瞭解其應用領域及理論方法。

## 2. 模型構建

藉由彙析與本研究相關之三類文獻後，我們個別構建出三種影響權利金計收之模型，分別為 BOT 財務模型、BOT 權利金計收模型及 BOT 實質選擇權模型，經整合結果並考量國內 BOT 計畫特性，提出實質選擇權權利金計收模式。

## 3. 簡例驗證

本研究之結果乃基於考量在因應投資環境變化而改變經營方式與規模情形下所求得，相較於現行 BOT 計畫中之權利金收取方式更為合理，因此可提供政府日後 BOT 計畫權利金收取方式及額度之參考。而針對本研究過程中不足或無法突破之處，也會在建議的部分提出，作為爾後相關研究參考之用。

## 4. 實例分析

蒐集國內實際 BOT 計畫之資料進行模擬與分析，驗證本研究構建模式之實際應用價值與可行性，藉此了解模式之適用程度及欠缺部分，結果可以作為模式修改之參考依據。

## 5. 結論與建議

透過模擬不確定環境與選擇權類型，設計多種不同情境下之簡例，以分析各種情境下 BOT 計畫權利金收取方式及額度之差異，並比較出最適的計收方式及額度。進而利用敏感度分析去探討各參數改變對權利金模式之影響程度。

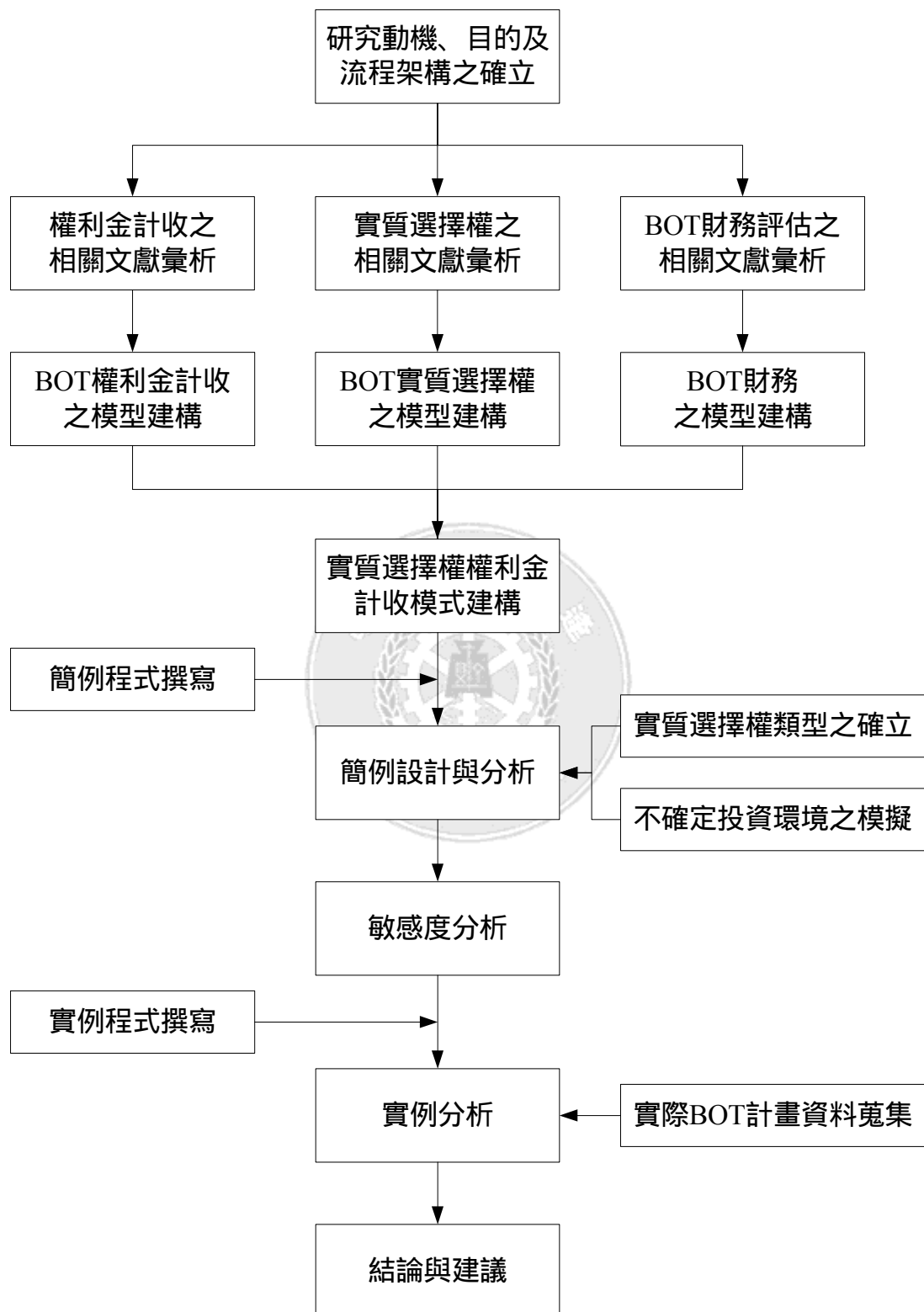


圖 1.1 研究流程圖

## 第二章 文獻彙析

本研究之最終目的是欲以實質選擇權法，建構不確定環境下之 BOT 計畫權利金計收模式。在模式構建過程中首先需了解 BOT 計畫本身之財務狀況及現行權利金計收之方式，進而加入實質選擇權法建構出一能評估變動投資環境下，BOT 計畫之權利金收取與計算模式。有鑑於上述研究過程，可以將相關文獻區分為以下三類進行說明：

1. BOT 財務評估
2. 權利金計收方式
3. 實質選擇權

### 2.1 BOT 財務評估

#### 2.1.1 BOT 財務評估準則

BOT 計畫本身投入之資金、人力及時間等資源都十分龐大，其成敗將對公司之經營產生鉅大影響，因此，民間業者在參與 BOT 計畫之前，除了考量自身之工作實績、技術及經驗外，更重要的是財務條件是否具可行性。有鑑於此，本研究在研擬 BOT 計畫權利金計收模式過程中，也必須加入 BOT 計畫各方參與者之財務基本要求進行考量，得使模式更具合理及可行性。

在一般 BOT 計畫之參與者有三，分別為政府部門、民間機構及融資銀行，其對 BOT 計畫評估及財務基本要求均不相同。以政府部門之觀點來看，係以整體之經濟效益及財務效益為考量首要，加上政府的財政赤字問題嚴重，因此在財務基本要求及指標偏重於權利金總額及自償率（self-liquidating ratio, SLR）部分；民間機構乃以利潤最大為優先考量，故重視計畫之投資效益及財務風險，以淨現值（net present value, NPV）或內部報酬率（internal rate of return on equity,  $IRR_E$ ）作為財務指標；而融資銀行則較重視償債比率（debt service coverage ratio, DSCR）及利息保障倍數（time interest earned, TIE）為財務指標，因為其考量的重點是計畫營收是否足以支付貸款本息。

為使民間業者及政府機構都能更加了解 BOT 財務評估內容，行政院公共工程委員會在 2002 年 1 月出版「民間參與公共建設財務評估模式規劃」作為將來民間參與公共建設財務評估之參考，其主要財務指標之定義及計算方式將分別敘述如下。

#### 1. 自償率 (self-liquidating ratio, SLR)

由於 BOT 計畫之建設成本通常十分龐大，因此經常無法完全藉由營運收入回收，而必須動用政府預算，自償率不但可以用來衡量，可由營運收入回收之公共建設興建成本比例，更可以用以區分政府與民間部門的財務權責，故自償性分析為公共建設財務評估要項之一。依據促參法施行細則第三十二條第一項之定義，自償率係指「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評估年期內所有工程建設經費各年現金流出現值總額之比例」，其意義即為，計算未來計畫在營運期間內，整體淨營運收入佔整體投資興建成本之比例。計算計畫自償能力的最主要目的，在於劃分計畫政府與民間部門的財務權責，並以此初步評估計畫是否適合由民間參與。自償率之計算公式如下所示：

$$SLR = \frac{\text{營運評估期間之淨現金流入現值總和}}{\text{計畫興建期間之工程建設經費現金流出現值總和}} \times 100\%$$

(自償率)

依據促參法施行細則第三十二條第二項的定義，營運評估年期係指公共建設計畫之財務計畫中，可產生營運收入及附屬事業收入之設算年期；而依據第三項的定義，營運評估期間之現金淨流入的公式如下（同計畫現金流量中營運期間之計畫現金流量算法）：

$$\begin{aligned} \text{營運評估期間之淨現金流入} = & \text{計畫營運收入} + \text{附屬事業收入} + \text{資產設備} \\ & \text{處分收入} - \text{不含折舊與利息之公共建設營} \\ & \text{運成本與費用} - \text{不含折舊與利息之附屬事} \\ & \text{業成本與費用} - \text{資產設備增置與更新之支} \\ & \text{出} \end{aligned}$$

若自償率大於1，即代表該計畫具完全自償能力，亦即計畫所投入的建設成本可完全由淨營運收入回收之；若自償率小於1 而大於0，表計畫為不完全自償，需政府投入參與公共建設；若自償率小於0，則表該計畫完全不具自償能力，亦即計畫之營運淨收益為負，是否仍執行該計畫則需視其他可行性分析或政策需要而定。



由於某些公共建設是以國家、社會整體利益為考量，當自償率小於1時，雖表示財務上計畫不具百分之百自償能力，但並不表示該公共建設無興辦價值；若從經濟效益角度評估之為可行，則該計畫應考量以政府自行興辦之方式辦理。

自償率僅作為政府與民間參與投資比例的參考指標，若償債能力無法達到融資者的要求，則該公共建設計畫即使完全自償，仍難在政府不出資的情形下進行；一般為使上述計畫案具民間參與可行性，政府在興建期通常會負擔較重之財務責任，以改善參與公共建設之民間機構的償債能力，隨後在於營運期間內以權利金的方式回收之。

## 2. 淨現值(net present value , NPV)

淨現值法對於評估投資計畫而言，是一種依時間而調整的技巧，其以目前的幣值去描述未來的現金流量，因此能考慮到貨幣的時間價值，以更客觀的角度評估計畫的真實投資收益。而淨現值法的價值在於，藉著將未來的現金流量折現，投資者能夠合理地決定是否值得為某項投資承擔風險。基本上，淨現值法是以預先決定的折現率將未來的現金流量予以折現之後，再從累積的折現利潤中將淨支出成本扣除，其評估方式為利用估計計畫存續期間之每年淨現金流量，配合一適當折現率將各期現金流量折現，進而計算出每年淨現金流量之現值總和，可以用公式表示如下：

$$NPV = CF_0 + \left\{ \frac{CF_1}{(1+k)} + \frac{CF_2}{(1+k)^2} + \dots + \frac{CF_n}{(1+k)^n} \right\}$$
$$= \sum_{t=0}^n \frac{CF_t}{(1+k)^t}$$

其中， $CF_t$ ：第 $t$ 年的淨現金流量（ $t$ 為年期）

$k$ ：折現率

$n$ ：評估年期

一般而言，在一項獨立計畫中，當淨現值為零或正值時，表示折現後之現金流量總額大於投入之淨成本，為可行之投資計畫，且淨現值愈大，方案的效益也愈佳；反之，當計畫之淨現值為負值時，則為不可行之投資計畫。若投資計畫為一互斥計畫時，則選擇淨現值最大之方案進行。

淨現值法是財務評估方法當中較為客觀的準則之一，其最大的好處就是考慮了時間的價值，除此之外，此法還具有相加性，當計畫中有許多不同淨現值來源時，可以分別計算其淨現值，再加總得出計畫之總淨現值。但由於投資期間不確定性高，若以投資者主觀判斷，決定最低可接受之報酬率，作為折現率去計算淨現值，將直接影響投資之決策，為其缺失之處。

### 3. 內部報酬率(internal rate of return , IRR)

內部報酬率係指使投資總成本現值等於營運期淨現金流入現值總額之利率水準，即是使淨現值為零之折現率，其為評估整體投資計畫報酬率的指標，相當於一項可行計畫的最低收益率底限，藉由比較計畫的內部報酬率與資金成本，可以了解計畫的投資效益。利用數學式表示如下：

$$\text{令 } NPV = CF_0 + \left\{ \frac{CF_1}{(1+k^*)} + \frac{CF_2}{(1+k^*)^2} + \dots + \frac{CF_n}{(1+k^*)^n} \right\} = 0$$

$$\text{則 } k^* = IRR$$

其中， $CF_t$ ：第 $t$ 年的淨現金流量（ $t$ 為年期）

$k^*$ ：淨現值為零時之折現率，即指內部報酬率

$n$ ：評估年期

當內部報酬率大於計畫基本要求報酬率或資金成本時，表示該計畫之淨現值大於零，具有投資效益；反之，當內部報酬率小於計畫基本要求報酬率，則拒絕該項計畫。和淨現值比較起來，內部報酬率雖然也考慮了資金的時間價值，但卻不具有相加性，因此在評估獨立計畫時，可能會有多重解的情形出現；而評估互斥計畫時，可能會產生和淨現值法不同的最佳方案，此時應以淨現值法之結果為主。

### 4. 分年償債比率（debt service coverage ratio , DSCR）


分年償在比率係用於衡量計畫案於營運期間，每年產生之現金流量能否償付當期到期之債務本息之指標，銀行對此比率的評估依專案風險程度不同而有不同要求，且須視貸款者信用狀況而定。由於專案融資方式取得之貸款乃多仰賴該計畫案未來之營收或現金收入作為借款人的唯一還款來源，因此對於該計畫本身的還債能力及健全性乃成為融資機構評估提供融資與否或條件之重要因子，因此，也會要求計畫的負債償還能力比例至

少需大於 1，如此則能確保各年產生之現金流量可償還到期本息，而償債比率越高，表示該專案的還款能力越佳。其計算公式為：

$$DSCR = \frac{\text{當年之稅前息前折舊及攤提前盈餘}}{\text{整年度負債之攤還本金 + 利息}}$$

#### 5. 分年利息保障倍數 (time interest earned, TIE)

是計算息前稅前盈餘佔利息費用之比例，用以衡量一家公司在尚未支付利息費用前，公司盈餘可以下降之程度。此指數代表企業營收足以支付利息的程度，利息保障倍數越高，表示負債越有保障，債權人也願意提供更多的資金給該計畫，當此比率小於1時，表示公司賺得的並不夠支付利息，會有違約的風險，一般而言，TIE至少要大於2以上較佳。計算公式表示如下：



$$TIE = \frac{\text{稅前息前淨利}}{\text{本期利息支出}}$$

#### 6. 其餘財務評估指標

##### (1) 獲利率指數法 (Profitability index, PI)

為將投資計畫未來所產生的現金流量折現總值除以期初投入成本所得到的比例關係，其與報酬率之概念相似，亦被用來作為計畫獲利能力的指標之一。當PI值大於等於一時，接受該項投資計畫；反之則拒絕，而正指數越高，顯示計畫之獲利能力愈高。此法充分反映成本效益，可作為篩選替代方案的良好工具，缺點為無法極大化公司之價值，不能反映出投資計畫的直接貢獻。

$$PI = \frac{\text{現金流入現值}}{\text{投資成本現值}} = \frac{\sum_{t=1}^n \frac{CF_t}{(1+k)^t}}{CF_0}$$

其中， $CF_t$ ：第  $t$  年的淨現金流量 ( $t$  為年期)

$k$ ：折現率

$n$ ：評估年期

##### (2) 回收期間法 (Payback Period Method, PB)

分析能自計畫之淨現金流入量中，回收總成本所需的時間，亦即計畫淨現金流量開始為正所需的年數，其目的在評估資金投入的回收速度，並藉以判斷投資計畫的優劣；回收年限愈短，表示計畫可行性愈高。其缺點忽略了貨幣之時間價值及還本期限後的現金流量，傾向於拒絕長期獲利潛力佳之投資方案。

$$\text{令 } \sum_{t=0}^T CF_t = 0 \text{ 時的期數 } T$$

其中， $CF_t$ ：第 $t$ 年的淨現金流量（ $t$ 為年期）

$T$ ：投資回收期，即回收年限

### （3）折現後回收年限（discounted payback year，DPB）

主要是修正回收年限法之缺點，回收年限法的最大的缺點為忽略了資金的時間價值，故許多決策者會考慮採用「折現後回收年限法」，亦即先將現金流量折現之後，計算當淨現金流入現值等於零時所需之年數；此法可視為方案之損益兩平點年數，對於決策者而言，不但結合了回收年限法的優點，更考慮了時間價值，故使用上較回收年限法客觀許多。可表示為下列數學式：

$$\text{令 } \sum_{t=0}^{T'} PV(CF_t) = 0 \text{ 時的期數 } T'$$

其中， $PV(CF_t)$ ：第 $t$ 年的淨現金流量現值

$T'$ ：折現後回收年限

### （4）負債權益比（debt-equity ratio，DER）

通常用來比較同一產業公司間財務槓桿比率之差異，負債權益比數值愈高，代表公司運用財務槓桿的比率愈高，可能為股東創造較高的獲利，但當營運情況變差時，也會為投資者帶來較大的風險，若數值大於一，則代表公司的負債已大於公司的淨值，一般而言公司負債淨值比應在0.3以下。計算公式如下：

$$DER = \frac{\text{負債總額}}{\text{權益資金總額}}$$

## 2.1.2 BOT 財務評估相關文獻

利用BOT開發模式興建公共工程基礎建設具有下列優點，包括（1）能減輕政府財政負擔（2）能加速經濟及社會發展（3）能分擔投資風險（4）政府擁有計畫控制權（5）公共設施品質提升（6）能提高開發經營管理效率（7）能滿足利益分配公平性。但由過去的BOT開發經驗，我們亦可發現BOT制度並不是一個必然成功的開發方式，成功的BOT 開發必須有足夠的條件，如政經情勢穩定、投資回收及利潤有可靠的保證、完善的配套措施、專業人才的養成、專案本身具自償性、經濟發展達一定基礎等。有鑑於此，準確評估一項BOT計畫進行之財務狀態，適時的提出因應策略，將可能影響整個投資計畫之成敗。以下便針對研究BOT財務評估之相關文獻進行探討。

黃明聖（1999）以民間參與投資之觀點，利用桃園航空客貨運園區之資料進行實例分析，計算完全政府投資自償率及民間參與投資之自償率（民間投資規模），並進行敏感度分析。強調應重視融資者在BOT建設中之地位，認為過去專注在討論特許公司與政府兩方面，而忽略融資者之重要性。融資者在BOT建設中具有五種角色，分別為參與標書規劃、介入接管專案計畫、參與聯鎖談判、進行聯鎖契約及協助監督興建，可以說明其參與各階段嚴格把關之角色。並指出參與BOT建設之政府、投資人及融資人三者間，財務指標之差異，其中政府注重整體計畫的自償率高低；投資者在意投資報酬率及回收年限，注重整體計畫的獲利；融資機關則要求營運期間，民間企業每年償債比率需大於1.4，注重業者是否能在還款期內正常償債。

林金美（2000）認為傳統財務分析僅能考量某一時點之公司財務狀況，因此，提出動態財務分析法去考量，在不同時點下之投資計畫財務狀況，用以評估BOT計畫案在未來不確定營運環境下對資本及盈餘的影響。以BOT計畫專案之淡江大橋為實證研究對象，運用動態財務分析進行可行性研究評估，並透過敏感度及情境分析的加入，將不確定因素予以量化，模擬投資風險對決策價值之影響，使管理部門更能掌握實際的可能情行及預期財務結果的變化。根據現金流量模擬及敏感度分析結果可以推論，此BOT計畫若由政府補助民間參與投資回收不符投資報酬率部份，能改善內部報酬率與淨現值過低的現象，且對民間投資機構較具吸引力，這樣的結果正可發揮民間經營彈性，進而創造運量並提高營收。

許家駒 (2000) 以交通部高速鐵路工程所發展出之「民間參與公共建設財務模式」( Private Investment on Mega-Infrastructure-Project Financial Model ; PIMIP Model ) 為基礎, 加入運量保證之觀念建構新的財務評估模式, 並以蒙地卡羅模擬方法 ( Monte Carlo Simulation Method ) 去衡量未來民間所可能遭遇之營收風險貨幣化價值及財務可行性之分析。利用台北至中正機場捷運線所得實際資料進行個案分析, 針對政府及民間機構兩者間之關係, 考量在運量門檻值達最大情況下, 求得當未來運量保證門檻值為  $\beta=95,196$  人次/每日時, 不會有資金缺口的產生, 政府及民間可依談判結果分擔實際的資金需求。

王駿良 (2001) 認為欲推展資源回收廠之採行BOT計畫模式, 需仰賴投資者、融資者及政府三方通力合作, 基於政府在財務上特別關心自償率 (SLR) 大小; 投資者在意回收年限(PBY)及內部報酬率(IRR)之高低; 融資者關心償債比率(DSCR), 故在財務規劃上必須審慎安排並研擬能同時符合三方訴求之重點, 則此財務結構才為可行且提高效益。以高雄市中區及南區資源回收廠之興建成本營運管理資料進行分析, 由影響因子多重組合的試算財務分析結果顯示, 其對民間投資者甚具誘因, 並可創造很大的商機。再針對垃圾清理收費額度之費率結構加以調整, 則淨現值、內部報酬率及自償率均為顯著增加, 且採BOT模式營建資源回收廠之可行性頗高。

徐浚宜 (2001) 利用行政院公共工程委員會「民間參與公共建設財務評估模式規劃」研究報告建議之架構進行財務分析, 設定通貨膨脹率稅率與折舊等參數, 並預估合理之權利金、成本及收益, 進而求得現金流量表及評估效益, 期初投資成本較高者, 可採取延長特許期限或降低權利金提高投資誘因。敏感度分析顯示影響淨現值收益及內部報酬率之兩大重要參數主要為興建成本及營運收入, 可以作為風險控管之依據。

孫秀芝 (2002) 探討在滿足特許公司要求報酬率之前提下, 各政策工具之財務評估結果及其間之權衡。由現金流量的角度著手建立中山大學宿舍興建案之財務評估模式, 過程納入專案所產生之收入及成本項進行分析, 進而求得每年產生之現金流量。在BOT經營模式下, 學生每床每月租金為3138元時, 特許公司於特許期間內可得內部報酬率為12.003%、淨現值為15342元, 故為一可行之投資方案。

蕭嘉銘 (2002) 認為財務評估是判斷民間投資者對其財務計畫是否可行之依據, 包括經濟效益評估與財務可行性評估兩大項, 尤其針對財務特性曲線及其償債能力、自償率、經營年期、回收年期、投資報酬率、敏感

性等進行分析，以評估專案計畫於財務計畫是否可行。參考行政院公共工程委員會「民間參與公共建設財務評估模式規劃」研究報告建議之財務評估架構進行，以新竹科學工業園區運動休閒區為實例分析對象，區分為四種不同方案進行財務評估探討，結果顯示期初投資成本較高之方案，直接導致淨現值收益降低，可配合採取延長特許期限或降低權利金等方式提高投資誘因。

陳兆夫（2002）選擇台北市經歷過公營及委外民營階段且財務資料完備之四家停車場，包括前港公園地下停車場、大稻埕公園地下停車場、大安森林公園地下停車場及進安公園地下停車場，以財務的角度去比較公營停車場與委外民營停車場間之營運效率，探討委外民營與獎勵之合理關係。接著針對獎勵民間投資已完成之二家停車場進行財務分析與模擬，分別為包括美至一長春停車場、聯通石碑停車場，檢視投資路外停車場是否有足夠的獲利能力以及各個獎勵措施對停車場財務上的影響。

整合過去BOT財務評估之相關研究如表2.1，發現多數研究之財務評估指標均以自償率、淨現值、內部報酬率、回收年期等為主，這說明客觀的BOT財務評估是需達成政府、民間投資者及融資者間之利益平衡，僅以其中一者之觀點去評估計畫價值都不是適當且可行之做法。因此，本研究在第三章模式構建過程中，也會秉持此客觀之理念去進行。

表2.1 BOT財務評估相關文獻彙析

作者	年代	評估觀點	應用領域	財務評估指標	敏感度分析變數
黃明聖	1999	民間投資者	桃園航空客貨運園區	自償率 內部報酬率 民間投資比率	營運收入
林金美	2000	政府 民間投資者	淡江大橋	自償率 淨現值 內部報酬率	通行費費率 交通流量 特許年限
許家駒	2000	政府 民間投資者	台北至 中正機場 捷運線	自償率、淨現值 內部報酬率 償債比率 回收年期	--
王駿良	2001	政府 民間投資者 融資者	資源回收廠	自償率 淨現值 內部報酬率 回收年限	垃圾清理收費
徐浚宜	2001	政府 民間投資者	成功大學 學生宿舍	自償率 淨現值 內部報酬率 獲利率指數 回收年限 折現後回收年限	興建成本 營運收入 貸款比率 自有資金成本率 貸款利率 通貨膨脹率
孫秀芝	2002	民間投資者	中山大學 學生宿舍	淨現值 內部報酬率 回收年限	特許年限
蕭嘉銘	2002	民間投資者	新竹科學 工業園區 運動休閒區	自償率 淨現值 內部報酬率 獲利率指數 回收年限 折現後回收年限	興建成本 營運收入 貸款比率 自有資金成本率 貸款利率 通貨膨脹率
陳兆夫	2002	民間投資者	台北市 停車場	淨現值 內部報酬率 益本比標準	獎勵措施 租金、利息 營利事業所稅 房屋稅減免 投資年限 營運期數



## 2.2 權利金計收方式

公共工程委員會認為權利金需能保障政府應得之收益，且同時兼顧民間部門參與者追求公司利益極大之。目前國內之權利金收取方式亦無固定之方式，即使為同類型之民間參與計畫，亦無相同之收取方式，可分為不收取、一次收取、營運期內分期收取，內含從量收取、只收取本業收入及收取總收入之比例等。過去針對民間參與公共建設之權利金相關文獻並不多，主要都是對於權利金之概念作一理念性闡述，至於權利金計收部分並無詳盡的探究。許多國內研究權利金之文獻，主要偏重在高科技產業研發授權及面對專利侵權之賠償問題；國外文獻則是著重於加盟投資所收取費用之意義及經濟模型。以下便針對國內外各領域探討權利金之相關文獻進行回顧。

李博信（1994）整合美國、日本等國家有關專利權侵權及權利金追索之案例，探討專利擁有人授權予他人之權利金觀念，將權利金區分為定額權利金、專利使用權利金及底限權利金三種，進而探討每種權利金之收取方式。定額權利金可以一次付款、定額先付及預先付款方式收取；專利使用權利金則以從量或從價方式收取。訂定權利金額度過程應注意市場收益性、經濟狀況、法令限制、一般行情、契約條件及過去判例等影響條件。

郭國任（1996）提出三種有關不動產地上權權利金之計算方式，分別為差額租金還原法、預期報酬分析法及土地開發分析法。政府單位訂定權利金範圍之底價，可利用差額租金還原法計算求得；民間部門可接受價格則運用預期報酬分析法及土地開發分析法估算，進而訂定地上權權利金合理價格。

姚乃嘉等（2001）認為權利金係指取得某項權利所須支付之代價，對 BOT 計畫而言，則係指特許公司為取得某些權利而必須支付給政府之費用。權利金之項目及數量依各個 BOT 計畫之特性而異，有些計畫將權利金分為開發權利金與經營權利金，也有些計畫僅要求一項權利金之支付。在考量最大收益下，扣除總投資成本及特許公司合理報酬率即為最大權利金支付額度，最大權利金支付額度係指權利金之上限，特許公司應與政府在此限度內進行協商。權利金之收取方式分為固定金額及以營業額依一定比例提撥兩種方式，前者具有金額固定，對投資者財務規劃較易估計之優點，但缺乏彈性；而後者則具有依營運收入而調整權利金支付額度之優點，但財務規劃較具困難度。

吳善楹（2002）以政府立場為主，在滿足民間業者以及融資者的需求下，以數學規劃法建構BOT計畫權利金計收模式，而收取方式則包括一段式、兩段式、多段遞增、多段遞減、分年收取固定金額、一次收取固定金額、分年收取最適金額等七種。此權利金模式適用於促進民間參與公共建設法之第八條第一款之項目，亦即由民間機構投資興建且營運，待營運期間屆滿後，移轉該建設之所有權予政府。一般權利金收取分為開發權利金與經營權利金兩種，但基於交通建設BOT計畫是屬於基礎建設，在興建期需有龐大的沉入成本，且回收期較長，若收取開發權利金對民間業者無疑是一大負擔，因此不列入考量。

蕭嘉銘（2002）採取目標搜尋法決定民間投資計畫之權利金計算方式，藉由設定民間部門所要求之合理內部報酬率，進而反推開發權利金之上限，做為未來招商協商時之參考。當期初投資成本越高，則投資廠商可接受之權利金上限就越低，當廠商收益並無法滿足其預期合理內部報酬率之要求，其所願意繳納之權利金為負數，則必須延長其特許年限來改善。

行政院公共工程委員會（2002）為能保障政府應得之收益，同時兼顧民間部門追求公司利益最大之目標，訂定合理的權利金收取額度為財務評估過程中不可缺少之步驟。權利金依機制可分為開發權利金與經營權利金，合理之權利金收取額度須考量民間預期之投資報酬率，當一項計畫不具自償性時，政府為了吸引民間投資公共建設，則無法收取合理的權利金額度，甚至需考量是否以出資、融資優惠等方式吸引民間投資。工程會將權利金分為開發權利金及經營權利金兩種，其中開發權利金為行使國有土地之地上權時所需支付予政府的一項成本；經營權利金係政府給予民間機構營運特許權所收取的金額。以下將針對上述兩種權利金之制訂方式進行說明。「開發權利金」分為市價法與目標搜尋法（Goal Seeking）兩種設定方式。市價法係以該筆使用土地市價的固定百分比作為開發權利金；目標搜尋法則係藉由設定民間部門所要求的合理內部報酬率，並以目標搜尋的方式反推求得開發權利金之上限，合理之權利金需考量主辦機關之政策，在此上限之下進行額度訂定，收取之方式則可分為一次或分次收取。「經營權利金」收取水準視未來的營運狀況而定，故其設定通常與每年總營運收入相關，收取方式包括固定百分比、固定金額、遞增百分比及遞增金額四種。

Rowse（1997）以天然氣產業為研究對象，探討不同從價標準在收取有限資源權利金時，對社會經濟以及財政方面的影響。從價收取費用方式隱含著複雜的供給與需求關係，當權利金提高時，會提昇價格利潤，但相

對的會造成產品利潤下滑。

Wang (1998) 提出在 Cournot duopoly 模式下，當掌握專利的公司在對成本降低的創新競爭不激烈下，依產品數量收取權利金會比一次收取固定金額較佳。

Bousquet *et al.* (1998) 將權利金之收取方式分為固定金額、從價金額及從量金額三種方式收取，認為在環境十分固定下以固定金額方式收取才具有較大的優勢，其不適用於環境波動大之狀況下；從價方式應用於環境確定的狀況；而從量則方式則是在對未來環境不確定狀況下使用。

Windsperger (2001) 討論加盟體系的權利金關係，認為加盟業者在加盟前繳交固定的費用，主要是買 Know-how 以及此加盟系統之品牌，至於加盟後每期支付的權利金則是用來鼓勵上游業者對於此一系統的創新改進。作者認為僅能採用經驗法則去評估費用與權利金收取金額。

Kaufmann and Dant (2001) 針對加盟契約中兩種型態的收費，加盟時繳交的費用及後續收取的權利金，探討收取權利金之目的及意義。

由上述探討國內外權利金之相關文獻可彙整如表 2.2，由表中可以看出不同領域之研究所探討權利金種類均不相同；以 BOT 計畫來說則是著重於經營權利金之探討，僅少數談及開發權利金，主要是因為多數 BOT 計畫都是屬於較大型之公共建設，興建過程不確定性高且回收期較長，需有龐大的沈沒成本投入，若收取開發權利金將對民間投資者產生很大的負擔。一般權利金之收取方式不外乎定額收取及依比例收取兩類；而權利金計算方式則多以市價法、目標搜尋法、從價計收及從量計收求得。

表2.2 權利金計收相關文獻彙析

作者	年代	應用領域	權利金之計算及收取方式	權利金種類
李博信	1994	專利權	一次付款 定額先付 從量付費 從價付費	定額權利金 專利使用權利金 底限權利金
郭國任	1996	土地地上權	差額租金還原法 預期報酬分析法 土地開發分析法	地上權權利金
姚乃嘉	2001	BOT 計畫案	固定金額 營業額比例	經營權利金
吳善楹	2002	交通建設 BOT 計畫	一段式、兩段式 多段遞增 多段遞減式 分年固定金額 一次固定金額 分年最適金額	經營權利金
蕭家銘	2002	新竹科學工業 園區運動休閒 區 BOT 計畫	目標搜尋法	經營權利金
行政院公共 工程委員會	2002	BOT 計畫案	市價法 固定金額 遞增金額 目標搜尋法 固定百分比 遞增百分比	開發權利金 經營權利金
Rowse	1997	天然氣	從價計收	--
Wang	1998	專利權	從量計收	--
Bousquet <i>et al.</i>	1998	--	固定金額 從價計收 從量計收	--
Windsperger	2001	加盟契約	經驗法	加盟權利金

## 2.3 實質選擇權

實質選擇權是本研究過程中之主要應用方法，其觀念源起於Myers（1977）提出的概念，他認為投資計畫所產生現金流量而創造的利潤，乃是來自目前對於所擁有資產的使用加上對未來投資機會的選擇，因此將Black & Scholes（1973）所發展的選擇權觀念應用在投資計畫或實質資產取得的應用上，使得企業對投資案產生不同的評價模式。影響一般選擇權價值之因素包含標的資產市場價值、選擇權履約價格、到期期間、標資產的波動性及無風險利率五項，但對實質選擇權而言，尚須加入風險性標的資產的股利支付額進行考量，因此，可整理影響實質選擇權之參數如圖2.1所示，並進而探討各領域實質選擇權相關之研究如下。

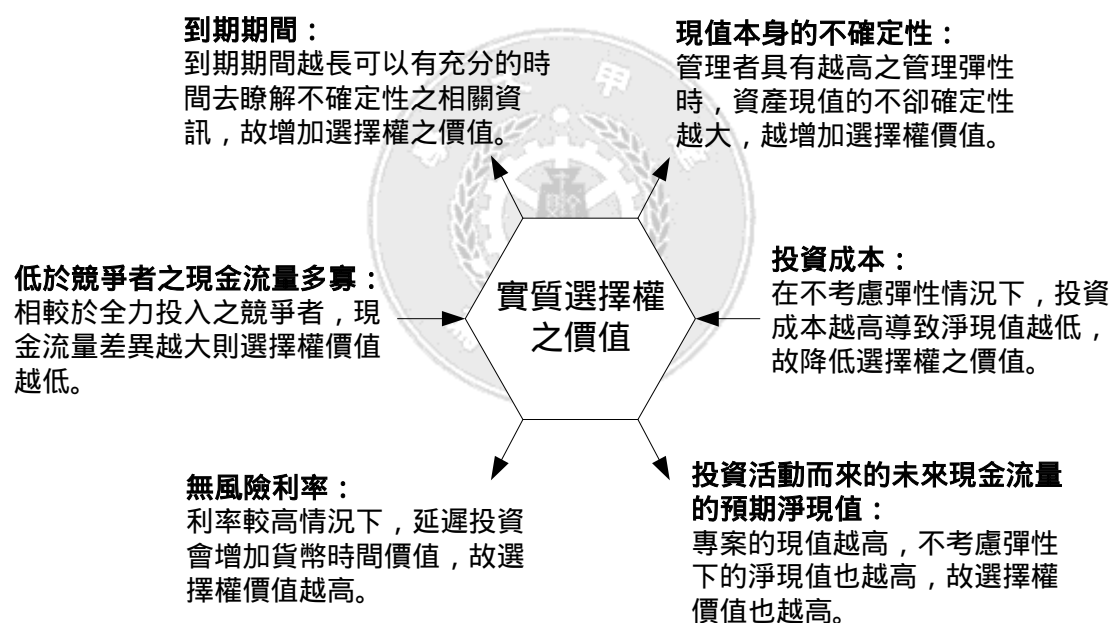


圖 2.1 實質選擇權價值之決定因素（陳隆麒，2002）

郭志強（1998）以台灣高速鐵路投資計畫為研究個案分析，利用Trigeorgis的對數轉換二項模型為實質選擇權的評價模式進行模擬分析，求出高速鐵路投資計畫案之價值。研究結果顯示採用NPV法對此計畫所作之評估分析只考量到當時投資的價值，且求得之NPV小於零，因此民間企業可能放棄此投資計畫，可是企業若將投資彈性納入考量，即以實質選擇權模型來評估高速鐵路開發計畫案，由LTB模式推算出延遲、擴張和轉換三種選擇權的高鐵投資計畫價值，其實際價值遠大於NPV法所評估出來的價值。

林宗杰 (1999) 認為實質選擇權在資本預算上的貢獻，在於能將決策者的管理彈性量化，反應出過去被NPV法所忽略的價值，但由於模型具有複雜的現金流量調整與複合選擇權，因此透過基本偏微分方程的差分方程近似，以顯式有限差分 (explicit finite difference method) 數值方法之近似解法逼近權值。分別針對單一選擇權、雙選擇權及三個選擇權情況下，求出個別之總投資計畫價值，其中選擇權包括議約權、放棄建設權及放棄營運權三種。

陳宥彬 (1999) 認為台灣高鐵公司擁有遞延開發的選擇權，屬於實質選擇權中的等待選擇權，台灣高鐵公司可以等待到有利的時點才開始動工興建。過程以「Quigg實質選擇權評價模式」評估台灣高鐵公司在台灣高鐵BOT案上所擁有的等待價值。

詹傑麟 (1999) 選擇台灣南北高速鐵路BOT計畫案為實例分析對象，利用實質選擇權中的放棄選擇權模型，以對數轉換二項法來評估計畫營運階段之放棄選擇權價值，以探討政府強制收買之制度。研究結果顯示，對特許公司而言，在考慮是否放棄一計畫時，應將放棄選擇權的價值一併考慮；若政府承諾收買，計畫整體價值將提高。

許光華 (2000) 採用二項方格法評估台灣高鐵計畫之擴展NPV及實質選擇權價值，斟酌台灣高鐵計畫高風險之特性，採行延遲選擇權及擴張選擇權進行效果評估及敏感度分析。在政府無補助僅採用實質選擇權的情況下，資金的風險調整折現率與加權平均資金成本雖無改變，但由於存在著「選擇權溢酬」，故其擴展NPV相對提高。在採行延遲選擇權、擴張選擇權或同時採用延遲選擇權及擴張選擇權三種情況下，擴展NPV分別為863億元、695億元及1,289億元；說明採用實質選擇權具有發揮管理彈性之效果，且此種管理彈性的效果亦大於運量提昇、票價調漲等效果。

柯娟娟 (2001) 在財務性效益評估前提下，採用實質選擇權針對高雄捷運BOT計畫工程之規劃、興建及營運階段，進行專案決策評估與管理分析，評估的選擇權力種類包括投資時機、擴張及放棄三種，利用對數轉換二項法評估選擇權之價值，求得BOT模式下最適投資門檻值及最佳完工時點，並比較實質選擇權法與傳統淨現值法之差異。

涂新南 (2001) 以高雄捷運BOT案做為案例，應用實質選擇權之基本觀念及理論架構，將公共建設BOT計畫類比為美式外幣選擇權，以二項式評價模式來進行公共建設BOT投資案的價值評估，其中評估選擇權力包括

政府出資及投資時機兩種選擇權價值。另針對民間投資之PI值進行敏感性分析，當成本增加10 % 或收入減少10 % 以上時，均將產生投資虧損的結果；但若當收入增加20 % 同時成本降低10 % 以上時，從政府的立場而言，高雄捷運將是具財務效益的一項交通建設，而非僅是提供交通運輸服務。

邱雪娥（2001）將實質選擇權的觀念應用於投資計畫中，分析BOT投資計畫的特性，並介紹實質選擇權評估決策架構。利用Trigeorgis(1991)所提出的對數轉換二項法，建立一套決策支援系統以協助評價BOT計畫案，提昇評價上的效率性與正確性，並以國立海洋生物博物館為個案分析評估結果，進行評估的選擇權力包括單一的擴張選擇權及放棄選擇權；以及結合兩選擇權之複合選擇模式。

曹潘素雲（2002）將實質選擇權之概念應用於土地作價轉投資上，採用B/S買權評價模式及CRR二項評價模式分別去評估長期及短期之實質選擇權價值，分別計算出單一實質選擇權價值，進而加總求得最適投資決策。一般土地投資過程可分為未開發土地、設廠、正式營運、成長擴充及衰退等五階段，其中未開發土地在未達到最適開發時機時，價值比已開發土地來的高，相當於持有不具到期日的買權，也就是等待選擇權；設廠階段能依未來需求變動進行選擇，擁有等待選擇權、擴張選擇權及轉換選擇權；正式營運後可能因為經營不善或財務發生問題，造成公司鉅額損失淨值變成負數，以放棄選擇權降低虧損；若景氣大好成長擴充時，利用擴張及成長選擇權增加盈收；最後當經營環境變遷面臨衰退時，則進行縮減或放棄選擇權。

林家永（2002）比較二項樹、有限差分、模擬及B/S四種選擇權評價模式，選擇較簡單的模擬進行評價。以投資者的角度切入，選擇台灣連鎖加盟業中最蓬勃發展的便利商店7-ELEVEN為實例分析對象，分別就特許加盟與委託加盟二種契約結構進行探討，決定潛在加盟主的投資決策，在模型構建過程中包含進入、等待及退出三種選擇權之模型，但僅針對退出選擇權進行資料運算。分析影響加盟契約中之重要因子，讓潛在加盟主有一套完整健全的準則模式，來進行選擇是否進入的決策，同時量化分析之結果，使加盟因素能夠更加明確，讓系統總部在加盟契約費率結構的制定上有依循的方向。

何麗卿（2003）利用Trigeorgis（1991）所提出的對數轉換二項法，建立一評估民間參與國道東部公路蘇澳花蓮段計畫價值的評估模式，求算出投資計畫的擴展NPV及實質選擇權價值，並將所得結果與傳統NPV法做一

比較。過程中探討遞延選擇權和放棄選擇權之價值，由實例分析計算求得分別佔民間機構總投入興建成本之15.61%和46.08%，顯示管理彈性對投資計畫影響甚大。進而以數轉換二項模式推算同時放入遞延選擇權和放棄選擇權之複合實質選擇之擴展NPV，發現遞延選擇權和放棄選擇權間並不會產生交互影響。

Insley (2002) 利用實質選擇權去評估林業投資之價值，利用完全內部有限差方法( fully implicit finite difference method )及懲罰函數法( penalty method )去評估實質選擇權之價值。參考過去評估木材價格之相關研究發現，一般實質選擇權的幾何布朗尼運動( geometric Brownian motion, GBM )不適合長期投資中價格變化之路徑，故假設木材之價格依回歸平均過程( mean reverting, MR )變動。實例分析發現，這樣假設的結果運用於決策最適收成時機及評估林業投資價格具有更高的選擇價值。

Botteron *et al.* (2003) 認為不均勻的資訊及不同的廠商成本架構，均會影響廠商選擇淨現值法( NPV )及美式買權之策略門檻標準之差異，利用障礙選擇權( barrier options )之理念以對數轉換二項評價模式應用於企業在不確定匯率下欲進行外銷產品投資決策過程，計算出生產或銷售間非局部化( delocalization )之彈性，明確量化出內部匯率門檻標準值，進而加入賽局理論之觀念加以延伸，求得市場資訊組合及競爭之架構，說明各種不同限制條件下之最適投資時間點分佈情形。

Yeo and Qiu (2003) 利用實質選擇權理念去評估一項投資計畫之管理彈性，由於管理彈性能因應技術及市場之變動，在投資收益過程中呈現右偏態型之機率分配，而非如傳統靜態淨現值法( NPV )為一對稱機率分配，更能反映出管理彈性隱藏之價值。簡例分析中模擬一個三年期且折現率為0.25%之投資計畫案，並假設廠商於第三年具有選擇權可增資十億元，分別以靜態淨現值及考量實質選擇權下之淨現值所求結果作一比較，發現在考量實質選擇權後之評估結果會由原本的不可行( 負值 )轉變為可行( 正值 )，再次驗證之管理彈性會增加投資優勢之觀點是值得重視的。

實質選擇權於資產投資評估之應用上十分廣泛，回顧各領域研究所探討之實質選擇權種類均不盡相同，但由表2.3可以發現，延遲、擴大及放棄三種選擇權，為多數研究均會探討之選擇權種類，主要是因為此三類選擇權為一般產業投資過程均可能發生之情形；而非只適用於特殊產業及情況下之選擇權力；至於評價模式，近年來則多傾向使用對數轉換二項法，可用於評估內含多種選擇權性質之投資計畫。



表2.3 實質選擇權相關文獻彙析

作者	年代	應用領域	評價模式	實質選擇權之種類	選擇權交互影響之探討
郭志強	1998	台灣高速鐵路	對數轉換二項法	延遲 擴大 轉換	是
林宗杰	1999	台灣高速鐵路	對數轉換有限差分法	議約 放棄建設 放棄營運	是
陳宥彬	1999	台灣高速鐵路	Quigg 評價法	等待	否
詹傑麟	1999	台灣南北高速鐵路	對數轉換二項法	放棄	否
許光華	2000	台灣高速鐵路	二項方格法	延遲 擴張	是
柯娟娟	2001	高雄捷運工程	對數轉換二項法	投資時機 擴張 放棄	是
涂新南	2001	高雄捷運工程	二項式法	政府出資 投資時機	是
邱雪娥	2001	國立海洋博物館	對數轉換二項法	擴張 放棄	是
曹潘素雲	2002	土地開發	B/S 評價法 CRR 評價法	等待、擴張 轉換、放棄 成長、縮減	否
林家永	2002	連鎖加盟契約	模擬	放棄	否
何麗卿	2003	國道東部公路蘇澳花蓮段	對數轉換二項法	遞延 放棄	是
Insley	2002	林業	完全內部有限差方法 懲罰函數法	等待	否
Botteron <i>et al.</i>	2003	外銷投資	對數轉換二項法	障礙	否
Yeo and Qiu	2003	產業投資	B/S 評價法	擴張	否

## 第三章 模式構建

### 3.1 BOT 權利金計收模式（未考量管理彈性）

#### 3.1.1 模式假設

在一項 BOT 投資計畫中，政府、民間業者及融資者間各有其追求之目標，此模式假設在公告招商之前，以政府為主體，在滿足民間業者內部報酬率以及融資者要求之償債比率下，並達成模式在實際案例中操作之可行性，求算權利金收取額度最大之情形。因此，將目標式定為政府希望收取權利金最大，並使模式能滿足下述條件：

1. 保障民間業者利潤，收取權利金應基於民間業者獲利可接受之前提下。
2. 應確保民間業者可以在償債期內均可償債，不應損及融資者的權利。

考量交通建設 BOT 計畫自償率不高之情形，政府除了追求權利金最大外，還可考慮營運補貼或者建設投資（資本補貼）最小之情形。因此，利用吳善楹（2002）所提出之三種權利金計收模式，包括自償率大於 1 及兩種處理計畫自償率不足時，需要政府補貼或投資之情形。首先將 BOT 財務評估模式之時間點關係圖表示如圖 3.1 所示，方便後續示意各模式之年期。



圖 3.1 BOT 計畫財務評估時間點關係圖

#### 模式一：自償率大於1

$$\text{Max } Z = \sum_{t=T_o}^{T_{end}} \frac{x_t}{(1+r)^t}$$

s.t.

$$DSCR_t \geq D, \quad t = T_p \dots T_d$$

$$NPV \geq 0$$

$$x_t \geq 0$$

其中：

$DSCR_t$ ：還款期內之償債比率

$$DSCR_t = \frac{FB_t + NFB_t - (OC_t + NOC_t + RC_t + x_t)}{PMT}$$

$FB_t$ ：票箱收入

$NFB_t$ ：附屬事業收入

$OC_t$ ：營運成本

$NOC_t$ ：附屬事業成本

$RC_t$ ：設備重置成本

$x_t$ ：權利金

$r$ ：折現率

$PMT$ ：還款期內每年應還本息

$$PMT = \frac{Db}{\sum_{t=T_p}^{T_d} \frac{1}{(1+I)^t}}$$

$I$ ：融資利率

$Db$ ：融資金額

$NPV$ ：淨現值

$$NPV = \sum_{t=T_c}^{T_{end}} \frac{CF_t}{(1+WACC)^t}$$

$$CF_t = C_t \times \frac{E}{A}, \quad t = T_c, \dots, T_{o-1}$$

$$CF_t = FB_t + NFB_t - (OC_t + NOC_t + RC_t + IE_t + PMT + DP + x_t + tax_t), \quad t = T_o, \dots, T_{end}$$

$$tax_t = 0.25[FB_t + NFB_t - (OC_t + NOC_t + RC_t + IE_t + PMT + DP + x_t)], \quad t = T_{o+5}, \dots, T_{end}$$

$CF_t$  : 各期之淨現金流

$C_t$  : 各期興建成本

$\frac{E}{A}$  : 股權比

$IE_t$  : 寬限期內每年應還利息

$$IE_t = Db \times I$$

$DP$  : 折舊費用

$tax_t$  : 營所稅

$WACC$  : 加權平均

$$WACC = I \times \left(1 + \frac{E}{A}\right) + IRR_E \times \frac{E}{A}$$

$IRR_E$  : 股東權益報酬率

## 模式二：自償率小於1（政府補貼）

以BOT方式興建營運之交通建設並非全部可完全自償；或是在特許營運期間初期營運較困難，但整體自償率可行之計畫。因此，將模式一  $x_t \geq 0$  限制條件移除，使政府可以依營運情形對民間業者進行補貼或收取權利金，模式修正為：

$$Max \ Z = \sum_{t=T_o}^{T_{end}} \frac{x_t}{(1+r)^t}$$

s.t.

$$DSCR_t \geq D, \quad t = T_p \dots T_d$$

$$NPV \geq 0$$

### 模式三：自償率小於1（政府投資計畫）

模式三與模式二均是探討民間機構自償率小於1，而需考量政府補貼之情形，但在模式三中的補貼，主要是指政府投資建設計畫一部份，而非在營運期內補貼業者，因此修正模式如下：

$$\text{Max } Z = \left[ \sum_{t=T_o}^{T_{end}} \frac{x_t}{(1+r)^t} \right] - SB$$

s.t.

$$DSCR_t \geq D, \quad t = T_p \dots T_d$$

$$NPV \geq 0$$

$$SB \geq 0$$

$$x_t \geq 0$$

其中需修正  $PMT$  及  $IE_t$  如下：

$$PMT = \frac{(Db - SB)}{\sum_{t=T_p}^{T_d} \frac{1}{(1+I)^t}}$$

$$IE_t = (Db - SB) \times I$$

$SB$ ：政府投資建設之金額

### 3.1.2 權利金收取方式

利用 3.1.1 節模式所計算求得之每期權利金（ $x_t$ ）金額，礙於政府與業者不容易以契約方式訂定，因此藉由相關文獻之回顧及國內推動之交通建設 BOT 案例，權利金（ $x_t$ ）可依下列四項基礎加以運算，進而求得其中之關係。

票箱收入 ( Farebox ,  $FB_t$  )

運量 ( Ridership ,  $RS_t$  )

總收入 ( Total Revenue ,  $TR_t$  )

稅前利潤 ( Profit ,  $PF_t$  )

$$x_t = \rho \times PB_t$$

其中：

$\rho$ ：權利金係數， $1 \geq \rho \geq -1$

$PB_t$ ：計算基礎，包含票箱收入、運量、總收入、稅前利潤其中一者

$$FB_t = P_t \times RS_t$$

$P_t$ ：第  $t$  年之票價

$$TR_t = FB_t + NFB_t$$

$NFB_t$ ：第  $t$  年附屬事業收入

$$PF_t = TR_t - TC_t$$

$TC_t$ ：第  $t$  年之總成本

依據過去文獻及相關 BOT 計畫運作情形，可以將 BOT 計畫之權利金收取方式區分為一段式、兩段式、多段遞增式及多段遞減式等，以下將分述各種權利金收取方式。

### 1. 一段式收取方式

一段式收取方式係指每年權利金之收取額度，係依某一計算基礎之固定參數或比例加以計算，其計算公式如下：

$$x_t = \rho \times PB_t$$

可以求得權利金總收入為：

$$X = \sum x_t$$

折現後可求得權利金總收入為：

$$X = \sum \frac{x_t}{(1+r)^t}$$

## 2. 兩段式收取方式

兩段式收取係指於簽訂投資契約後，先收取一固定額度之權利金（ $FX$ ），再逐年收取分年之權利金，額度與一段式收取方式同，其計算公式如下：

$$\begin{aligned} x_t &= FX, \quad t = 1 \\ x_t &= \rho \times PB_t, \quad t = T_o \dots T_{end} \end{aligned}$$

可以求得權利金總收入為：

$$X = FX + \sum_{t=T_o}^{T_{end}} x_t$$

折現後可求得權利金總收入為：

$$X = FX + \sum_{t=T_o}^{T_{end}} \frac{x_t}{(1+r)^t}$$



## 3. 多段遞增收取方式

多段遞增收取方式是指每年權利金之收取額度，係按某一計算基礎之比例或參數進行計算求得，該比例或參數每隔一段時期便會向上遞增一次。在此假設每 5 年收取一次權利金，每次收取權利金時，其係數同時也會增加，可將計算公式表示如下：

$$\begin{aligned} x_t^1 &= \rho_1 \times PB_t, \quad t = T_o \dots T_{o+4} \\ &\vdots \\ x_t^n &= \rho_n \times PB_t, \quad t = T_{end-4} \dots T_{end} \\ \rho_1 &\leq \dots \leq \rho_n \end{aligned}$$

可以求得權利金總收入為：

$$X = \sum x_t$$

折現後可求得權利金總收入為：

$$X = \sum \frac{x_t}{(1+r)^t}$$

#### 4. 多段遞減收取方式

多段遞減收取方式是指每年權利金之收取額度，係按某一計算基礎之比例或參數進行計算求得，該比例或參數每隔一段時期便會向下遞減一次。在此假設每 5 年收取一次權利金，每次收取權利金時，其係數同時也會減少，可將計算公式表示如下：

$$\begin{aligned} x_t^1 &= \rho_1 \times PB_t, \quad t = T_0 \dots T_{0+4} \\ &\vdots \\ x_t^n &= \rho_n \times PB_t, \quad t = T_{end-4} \dots T_{end} \\ \rho_1 &\geq \dots \geq \rho_n \end{aligned}$$

可以求得權利金總收入為：

$$X = \sum x_t$$

折現後可求得權利金總收入為：

$$X = \sum \frac{x_t}{(1+r)^t}$$

#### 5. 分年收取固定金額

此方式為政府在營運期內，不考量任何營運變動情形，每年向民間業者收取固定的權利金金額，計算公式如下：

$$x_t = FX$$

可以求得權利金總收入為：

$$X = \sum x_t$$



折現後可求得權利金總收入為：

$$X = \sum \frac{x_t}{(1+r)^t}$$

#### 6. 一次收取固定金額

此收取也考量任何營運變動情形，且不分年而是一次向民間業者收取固定的權利金金額，由於整個 BOT 計畫過程僅收取一次權利金，因此可將權利金計算公式表示如下：

$$x_t = X = FX$$

折現後可求得權利金總收入為：

$$X = \sum \frac{x_t}{(1+r)^t}$$

#### 7. 分年收取最適金額

此一權利金收取方式主要考量 BOT 計畫之營收不穩定，進而影響權利金之收取也非固定之值，當民間業者有盈餘時收取權利金，反之有虧損時則改以補貼之方式補貼業者，公式表示如下：

$$x_t = x_t, \quad t = 1 \dots T_{end}$$

可以求得權利金總收入為：

$$X = \sum x_t$$

折現後可求得權利金總收入為：

$$X = \sum \frac{x_t}{(1+r)^t}$$

根據上述 7 種權利金收取方式及 4 種權利金計算基礎，能將所有可能發生之權利金收取情形區分為 19 種，如表 3.1 所示。

表 3.1 權利金收取方式之所有情形

收取方式	計算基礎			
	票箱收入 ( $FB_t$ )	運量 ( $RS_t$ )	總收入 ( $TR_t$ )	稅前利潤 ( $PF_t$ )
一段式收取	M1	M2	M3	M4
兩段式收取	M5	M6	M7	M8
多段遞增收取	M9	M10	M11	M12
多段遞減收取	M13	M14	M15	M16
分年收取固定金額	M17			
一次收取固定金額	M18			
分年收取最適金額	M19			

### 3.2 BOT 權利金計收模式（考量管理彈性）

實質選擇權是由財務選擇權衍生發展而來，它並非取代原有傳統資本評價方式，而是補其不足，用以協助企業在投資上解決不確定的問題。利用選擇權的角度來評估計畫的投資，將能有利於計畫作出最佳之投資決策。「實質選擇權」是指存在於實質資產投資計畫中，且其有選擇權性質的權利，即買方有權於未來以一定之價格取得或出售實質資產投資計畫，而其最大之優點，便是將管理彈性列入評估投資決策時之考量。

#### 3.2.1 實質選擇權之類型

每項投資計畫皆存在管理彈性，決策者執行計畫時，有選擇變更原計畫或增加某些策略性計畫，使企業的價值最大之選擇彈性。面對投資計畫中隱含的各種選擇權，本研究參考L.Trigeorgis所著「Real Options」一書，將實質選擇權區分為延遲選擇權（Option to defer）、階段投資選擇權（Time-to build option）、改變營運規模選擇權（Option to alter operating scale）、放棄選擇權（Option to abandon）、轉換選擇權（Option to switch）、成長選擇權（option to grow）及多重選擇權（Multiple interacting options）七類，分別說明如下：

##### 1. 延遲選擇權（Option to defer）

在開發一項投資計畫過程中，決策者在權利期間有權等待市場情況轉佳，投資計畫有利潤時再進行投資，因此，當投資計畫之不確定性高，且無法管理此不確定性時，等待更多資訊出現以降低不確定性，往往成為最好的策略，因而有延遲選擇權的產生。其本質相當於一個美式的買權，此時投資計畫總成本可以視為買權的履約價格，將所得之收入淨額扣除投資計畫成本，便可求得延遲投資所隱含之機會成本。

## 2.階段投資選擇權 (Time-to build option)

由於許多計畫本身屬於階段性投資型態，若於每階段考量投資與否過程加入實質選擇權觀念進行評估，便是所謂的階段投資選擇權。計畫執行過程中往往需要數年的時程，期間可能因為新資訊不斷取得，而需重新評估投資計畫之價值及可行性，每一個階段計畫投資與否都將受上一階段投資成果之影響，因此，計畫需藉由新一階段持續投入之資源才得以延續，當上一階段投資結果不如預期時，則停止或放棄下一階段之投資，避免由於不適當的投入而造成更大的損失。

## 3.改變營運規模選擇權 (Option to alter operating scale)

一項投資計畫在運作過程中，經常會隨當時經濟景氣情形及趨勢，影響市場需求量之變化，而「改變營運規模選擇權」便是因應這樣的情形而產生，內容包含三種選擇權，分別為當需求量上升時擴大規模以獲取更高利潤之擴張選擇權 (option to expand) 需求量下降而減縮規模之縮減選擇權 (option to contract) 及當市場景氣嚴重低靡，必需停止繼續營運之停業選擇權 (option to shut down)。在投資計畫評估過程中，若加入此調整規模之「管理彈性」選擇權，會增加投資計畫之淨現值及可行性，更能準確預測出投資計畫之實際價值，而不至於忽略其潛在隱含之價值。

## 4.放棄選擇權 (Option to abandon)

執行此種永久放棄投資的管理彈性，就如同決策者擁有了一個美式的賣權，當市場景氣持續惡化導致投資計畫面臨巨額虧損，且若該計畫投入的資產設備難以轉換成其他用途時，決策者可考慮放棄此項投資計畫，並將預期的清算資產價值實現，此時之預期清算價值可視為賣權的履約價格，當資產的現值低於清算價值時，放棄此投資計畫的行為便相當於履行了賣權。由於清算價值能替此投資計畫案設立了一個下限值，因此，相較於那些沒機會被放棄的投資計畫，有選擇權力進行清算的投資計畫是附有價

值的。

#### 5.轉換選擇權（Option to switch）

當產品價格或需求改變時，決策者在生產製造過程中，可利用相同的生產資源，選擇生產最有利的產品組合，稱為產品彈性(product flexibility)；此外，利用不同的生產資源，如不同的機器設備、原物料以及人工等資源，來生產相同的產品，稱為生產彈性( process flexibility )。當一項投資計畫擁有數種不同的投入要素或產出時，經營者有很大的彈性依據市場需求變化，決定最有利之投入或產出，此種權利類似持有一個轉換選擇權，標的資產是依據市場需求變化而選擇的投入與產出，履約價格則是選擇投入或產出後需調整的各項生產設備費用成本。除了上述投入與產出之技術型轉換選擇權外，企業因生產成本、匯率、製造能力等因素產生改變；跨國企業將其生產線移轉至生產成本較低之國家；或是一般企業轉換不同的協力廠進行生產，亦為轉換選擇權的一種型式。

#### 6.成長選擇權（option to grow）

企業在執行投資計畫時，常常必須先執行某些策略性方案後，才能取得其他投資機會。發展時帶來的基本設施、經驗以及潛在的副產品，都是未來發展相關領域新興用途以及發展低成本、高品質的一個跳板，加上學習及經驗曲線的累積，企業未來可望因此計畫受惠，當景氣好轉時，成長選擇權可以使企業有迅速擴張的能力，若是景氣轉壞，也因為投入有限而不會損失太多，因此，一項計畫本身的價值有些可能是未來成長機會帶來的。此觀念好比選擇權到期後標的資產價格低於履約價格，將損失先前已支付的權利金，選擇權的價格是企業投入的資金，履約價格是擴張規模所必須再投入的成本。

#### 7.多重選擇權（Multiple interacting options）

所謂的多重選擇權是由上述的六種選擇權混合而產生，因為一項投資計畫進行過程中，往往包含不只一種實質選擇權之特性，投資計畫如同一連串選擇權的組合，而不是一連串靜止的現金流量，實行一個投資案可能包含許多主要的決策順序，有些行動可馬上進行，有些需要較多資源投入，有些則必須延期，因此決策者需看發展的情況來善用這些選擇權，這許多選擇權的權利，彼此間可能是互斥或相互影響的。

### 3.2.2 實質選擇權之評價模型

一般實質選擇權評價模型主要區分為五種型態，分別為（a）連續時間模式（continuous-time models）；（b）有限差分法（finite difference method）；（c）二項式（binomial model）；（d）三項式（trinomial）、多項式、格子法（lattice method）及（e）其他特殊模型。在特殊模型部分包含 Brennan and Schwartz's (1978) 提出的對數轉換有限差分法（log-transformed finite difference method）及 Trigeorgis (1991) 提出的對數轉換二項法（log-transformed binomial method）。由近年來國內外實質選擇權相關研究文獻中發現，對數轉換二項法受到多數研究所採用，其為二項式之延伸改良，可用於評估內含多種選擇權性質的投資計畫，以下就針對其理論假設、演算結構及步驟做一說明。

#### 1. 理論假設

假設一個投資計畫，標的資產價值  $V$  為立刻執行一投資計畫所產生預期現金流量的現值，而  $V$  為毛計畫價值（gross project value），其不包含任何必要的投資支出及任何內含選擇權的價值。對公司而言， $V$  代表對未來計畫產生現金流量之請求權的市場價值。

假設標的資產價值  $V$  服從下列的擴散過程（diffusion process）：

$$\frac{dV}{V} = \alpha dt + \sigma dz$$

其中， $\alpha$ ：計畫價值瞬間預期報酬率

$\sigma$ ：計畫價值瞬間標準差

$dz$ ：標準的 Wiener 過程

因標的資產價值  $V$  為對數常態隨機過程，故利用變數轉換  $X = \ln V$ ，產生新的變數  $X$ ，使隨機過程之標準差變為固定的常數。又假設在任一微小時間區間  $K = \Delta t$  時， $X = \ln V$  服從算術布朗運動，在風險中立情形下  $\alpha = r$ ，此時  $\Delta X = \ln(V_{t+\Delta t} / V_t) = (r - 0.5\sigma^2)\Delta t + \sigma\Delta z$ 。其中  $r$  為無風險利率， $\Delta X$  服從  $I.I.D$  常態分配，期望值為  $(r - 0.5\sigma^2)\Delta t$ ；變異數為  $\sigma^2\Delta t$ 。

進一步假設  $k = \sigma^2\Delta t$ ，即是將時間轉換為單位變異數來表示，則  $\Delta X$  變為常態分配，期望值可改寫成  $E(\Delta X) = \mu k$ ；變異數為  $Var(\Delta X) = k$ ，其中

$$\mu = r / \sigma^2 - 0.5。$$

上述連續的擴散過程，可用與其有相同的一階動差（期望值、變異數）之離散過程來逼近，藉由將整個計畫期間  $T$  細分成  $N$  個離散子區段  $\tau$ ，此時  $T = N\tau$ 。故時間階段  $k$  可由  $\sigma^2 T / N$  來逼近。在每一個  $\tau$  中， $X$  都服從馬可夫隨機漫步（Markov random walk），故假設  $X$  向上移  $H$  的機率為風險中立下的  $P$ ，則  $X$  向下移  $H$  的機率必然等於  $(1 - P)$ ，經轉換求得，離散時間馬可夫過程的期望值和變異數為：

$$E(\Delta X) = P(+H) + (1 - P)(-H) = 2PH - H$$

$$Var(\Delta X) = E(\Delta X^2) - [E(\Delta X)]^2 = P(+H)^2 + (1 - P)(-H)^2 - [2PH - H]^2 = H^2 - [E(\Delta X)]^2$$

因離散時間過程必須與上述連續擴散 Wiener 過程一致，所以期望值和變異數應相等，以數學式表示如下：

$$2PH - H = \mu k, \text{ 故 } P = 0.5[1 + (\mu k / H)]$$

$$H^2 - (\mu k)^2 = k, \text{ 故 } H = \sqrt{k + (\mu k)^2} (\geq \mu k)$$

$$\text{因為 } Var(\Delta X) \geq 0, \text{ 故 } -1 \leq k / H \leq 1$$

上述狀態和時間變數的轉換是為了確保離散時間逼近連續時間的穩定性與一致性，這也是對數轉換二項法模型的優點。

## 2. 演算結構

上述對數轉換二項法的演算結構包含四個步驟，分別為確認參數值、初步依序計算、決定終值及逆向反覆運過程。演算流程如圖 3.2 所示。依據對數轉換二項法演算流程圖，將實質選擇權之演算步驟詳細敘述如下：

### 步驟 1：確認參數

確認影響選擇權價值之標準參數（ $V, r, \sigma, T, N$ ）及一組執行價格或投資成本（ $EX$  或  $I$ ）。當  $N$  值愈大時，表示子區間分割愈細，則求得之數值越逼近正確值。此外，現金流量金額和時點及實質選擇權種類、時機和型態都必須加以說明。

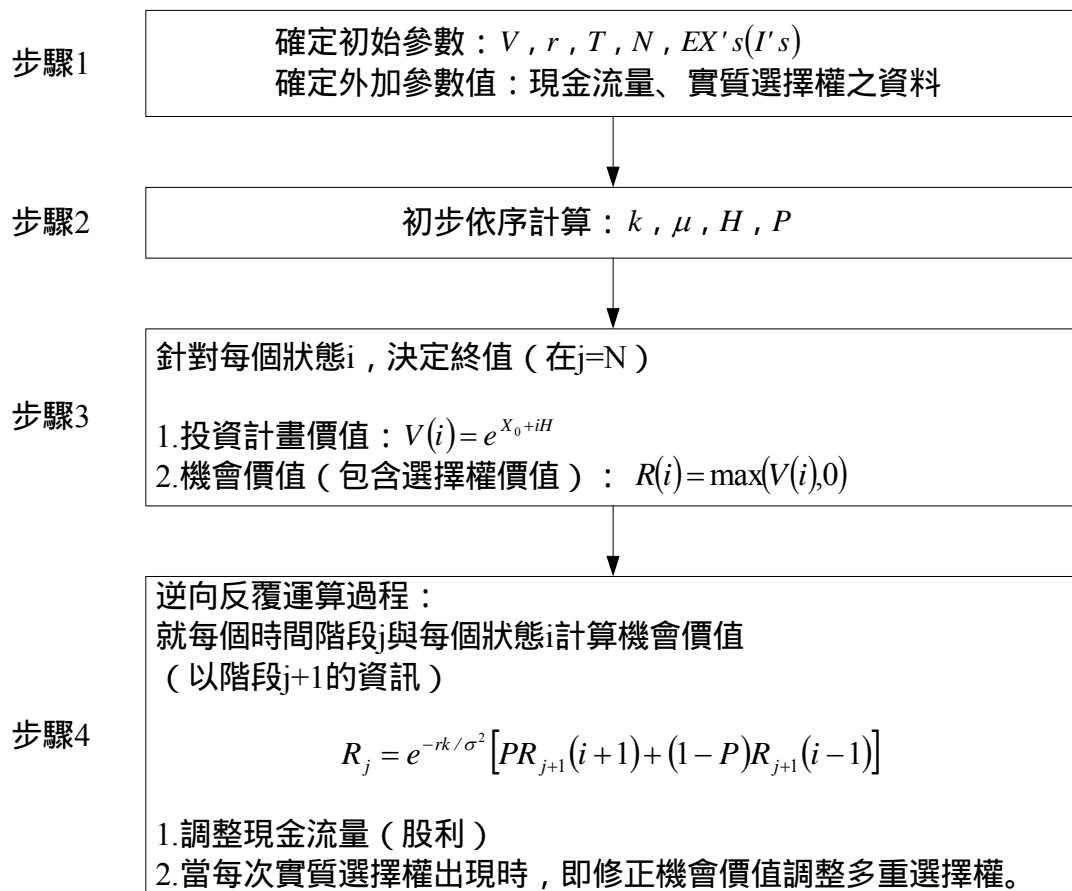


圖3.2 對數轉換二項法之演算結構

### 步驟2：初步計算

利用上一步驟求得之參數值依序計算出主要參數：

時間階段（time step）： $k = \sigma^2(T/N)$

漂移項（drift）： $\mu = (r/\sigma^2) - 0.5$

狀態步階（state step）： $H = \sqrt{k + (\mu k)^2} (\geq \mu k)$

機率： $P = 0.5[1 + (\mu k/H)]$

其中， $j$  為時間階段的期數， $i$  為狀態變數  $X$  所對應淨上漲次數，因此  $X_i = X_0 + iH$ ；而  $R(i)$  為在狀態  $i$  的總投資機會價值，即計畫價值加上選擇權價值。

### 步驟3：決定終值

就每個狀態  $i$  推算出標的計畫價值  $V(i) = e^{X_0 + iH}$ ，進而求出總投資機會價值之終值為  $R(i) = \max(V(i), 0)$ 。

#### 步驟4：逆向演算

逆向反覆演算過程配合現金流量（如股利）及實質選擇權之調整，由終點出發（ $j = N$ ），以二項動態規劃模式循著三角的路徑逆向計算（如圖3.3所示），求出每個時間階段  $j$ （ $j = N-1, \dots, 1$ ）及狀態  $i$  下之總投資機會價值，並由後一期的  $R$  配合風險調整過之機率  $P$  計算出期望值，進而以無風險利率來折現，可表示如下：

$$R_j = e^{-rk/\sigma^2} [PR_{j+1}(i+1) + (1-P)R_{j+1}(i-1)]$$

現金流量及實質選擇權之調整分述如下：

#### A. 現金流量之調整

投資計畫中預期所產生的現金流量，其性質就相當於股利，為簡化模型複雜度及考量實際情形，於此採用固定股利之假設。但由於每產生一次現金流量，便會得出一個邊界條件，且在數值分析過程中的每階段產生不同之參數值，使得整個分析過程變得比較複雜。因此每當預期之現金流量產生時，便會使當時之毛計畫價值  $V(=e^{X_0 + iH})$  減少，減少之金額為：

$$V^+(i) = V^-(i) - CF$$

其中， $V^+(i)$ ：除息後之資產毛計畫價值

$V^-(i)$ ：除息前之資產毛計畫價值

+

-

$CF$ ：現金流量

在預期之現金流量產生時，實質選擇權的價值不會改變，但總投資機會價值在預期現金流量產生後則改變為：

$$R'(V^+) = R(V^- - CF) + CF$$

隨著每期現金流量的調整，從中點出發依循三角路徑逆向演算出修正後每期總投資機會價值為：



$$R'(i) = R(i - \varepsilon) + CF$$

當預計會支出投資成本 $I$ 時，總投資機會價值需調整如下：

$$R'(i) = R(i) - I。$$

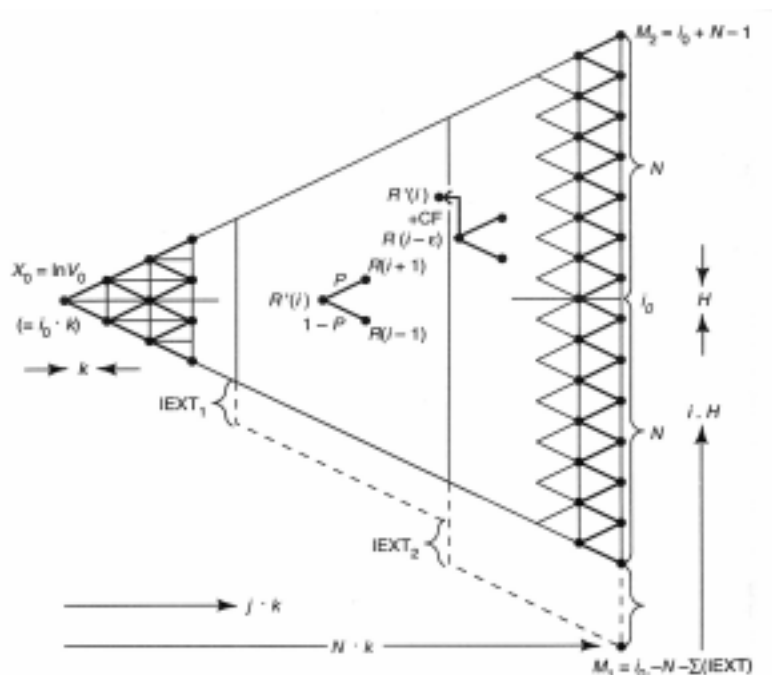


圖3.3 對數轉換二項法逆向演算路徑圖

## B. 實質選擇權之調整

欲針對實質選擇權進行調整，需視BOT計畫中政府主辦機關決定開放之範圍而定。在Trigeorgis的假設投資計畫中，包含了五種實質選擇權（如圖3.4所示），依據不同實質選擇權調整計畫總投資機會價值，修正後之計畫價值 $R'$ 方式如下：

- 延遲選擇權：遞延至下一期方進行投資

$$R' = \max(e^{-r\tau} E(R_{j+1}), R_j)$$

- 擴張選擇權：擴張 $c\%$ ，額外投資 $I_2$

$$R' = R + \max(eV - I_2, 0)$$

- 縮減選擇權：縮減 $c\%$ ，節省成本 $I_3'$

$$R' = R + \max(I_3' - cV, 0)$$

d. 放棄選擇權：放棄投資  $I_4$

$$R' = \max(R - I_4, 0)$$

e. 轉換選擇權：轉換使用或放棄以取得殘值  $S$ ， $S = 50\%$ 之累計成本

$$R' = \max(R, S)$$

目前應用實質選擇權於 BOT 計畫之相關研究，除上述第五項之轉換選擇權較沒被談及外，其餘四項均有深入之探討。但若以政府之立場而言，為避免見到民間機構放棄 BOT 投資計畫之情形發生，在面對放棄選擇權愈高之時點，將收取愈高之履約保證金，故需逐年調整履約保證金金額，不在本研究討論範圍中，因此，本研究僅針對延遲、擴張、縮減及多重四種實質選擇權進行探討。根據一般情況來說，實質選擇權會增加或維持一項計畫之價值，進而影響權利金之收取額度，此也為本研究後續欲探討之內容。

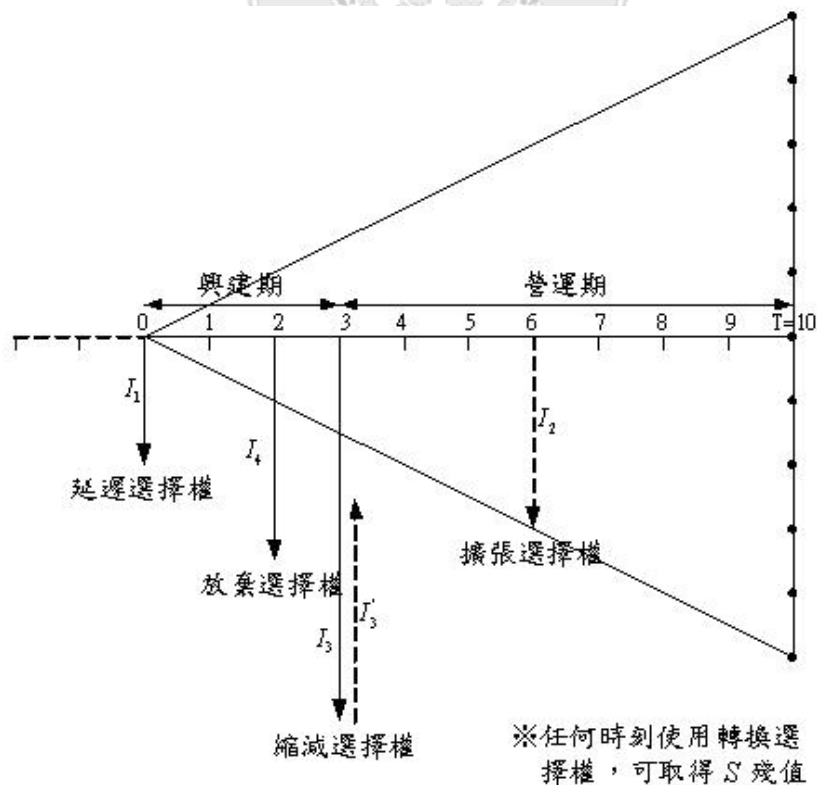


圖3.4 調整實質選擇權之示意圖

### 3.2.3系統模擬法

建構完成實質選擇權之模型後，必須針對計畫價值（即運量×票價）之變化型態，建立其分配型態預測模型。由於本研究主要目的是處理運量不確定性下之權利金計收，故計畫的價值將以運量為基礎，運價則假設固定（可分年調整，但假設不會因應運量變化而調整），以簡化問題。至於運量變動型態將依個案性質，蒐尋相關案例之實際資料或訪談相關專家，以作為變動型態之建構依據。因此，本研究擬利用系統模擬技術產生大量樣本資料，以滿足各項假說檢驗時所需，進行不同情境下之實質選擇權利價值之估計，俾針對公告文件內不同特許範圍（選擇權之開放程度）進行擴展淨現值增減之評估，以提供主辦機關於研擬招商文件及條件之參考。以下將針對系統模擬法做一概括性的介紹。

#### 1.基本特性

「模擬」是指利用一連串數學模式模仿系統的運作或變化方式，並利用電腦為工具進行試驗，以瞭解系統對外部刺激在各個時間點的反應之分析過程。系統模擬本身是建立在「機率與統計」、「資訊技術」及「系統理論」三種基礎理論之交集上，其中機率與統計之觀念是用來處理及解釋隨機模擬的輸入資料與輸出結果；資訊技術在模擬的過程中則扮演執行動態行為的主要角色，而快速發展的資訊技術也帶動模擬技術日趨純熟；而系統理論則是以系統化的分析與構建方式，去協助處理複雜的系統問題，將問題對象的組成及其功能行為轉為模擬模式。目前各種系統模擬方法及其應用於各領域的細節均有所差異，例如試驗樣本的產生方式或數學模式的組成等；但是模擬模式的建構分析過程基本上須包括如圖 3.5 所示的步驟。目前有三類電腦工具可用來進行系統模擬，包括一般程式語言、為模擬分析而設計的程式語言及供特定問題使用的模擬套裝軟體，三種工具在分析問題之彈性上是逐次遞減，但在使用方便性上是逐次遞增，使用者可依問題需要來選擇合適的工具。

#### 2.假設前提與應用限制

系統模擬方法通常至少具有兩個基本的假設條件，一是試驗樣本的產生方式，可能是依據亂數隨機產生，也可能是依據某特定機率分配方式來產生，必須由系統特性來決定；另一個假設是模擬過程所使用的各種數學

模式足以代表系統的運作方式，因此在構建過程中，對所有數學模式各自之係數以及各自和整體的解釋能力進行嚴謹的校估、檢定與驗證。

系統模擬通常被認為是「最後」或「最不得以」的分析方法，當系統過於複雜，沒有其它適當的分析性方法能夠進行分析，或是既有方法的分析結果(例如詳細程度)無法滿足需要時，利用電腦進行試驗的模擬方法便成為有效可行的作法。但也由於「試驗」的本質，在建構與應用時必須注意以下的限制：

- a. 建構模式時，必須耗費較多的時間與成本，同時必須注意基礎資料蒐集的困難度。
- b. 建構模式時，模式必須經過嚴謹完整的校估、檢定與驗證過程，確定其正確性。
- c. 建構模式時，必須對模擬的系統對象有相當透澈且完整的瞭解與掌握。
- d. 建構模式時，必須注意使用時的彈性與方便性。
- e. 使用模式時，必須對模式內容充分瞭解，以確認適用性及結果之意義。
- f. 使用模式時，必須注意係數或公式之更新與修改事宜。
- g. 使用模式前，必須先評估是否有其它更合適或經濟的分析方法。
- h. 使用模式時，對模擬結果勿作過度自信的解釋或推測。

### 3.應用優勢

系統模擬模式也如同其他模式一般，雖然存在一些使用上的限制，但也具有其他方法無法取代的多項優點：

- a. 允許在不干擾現行系統或不存在系統下進行實驗
- b. 設計概念在裝置之前能夠很容易的進行測試
- c. 設計缺失或瓶頸問題可透過模擬來預知
- d. 再造系統流程

在上述 4 項模擬優點中，前 3 項可以很直接的被了解；但第 4 點卻往往為一般所忽略。由於模擬的對象是一種操作性的系統行為，模擬模式的建構過程必須經過無數次的系統流程討論，才能確定模式如何形成，如此則已在無形中建立系統操作共識與規範，甚至是流程再造（process reengineering），這對未來的工作有極大的幫助。

#### 4.發展趨勢

系統模擬近年來的發展趨勢有以下三個方向：

- 配合電腦軟硬體的進步發展，模擬模式之功能與速度均有所提高，同時在輸入與輸出介面上，也更易於使用與瞭解。
- 配合各個領域理論的發展，所使用的數學模式之正確性與功能均有所改進。
- 因應各種問題需要的套裝軟體正不斷地被建構與上市。

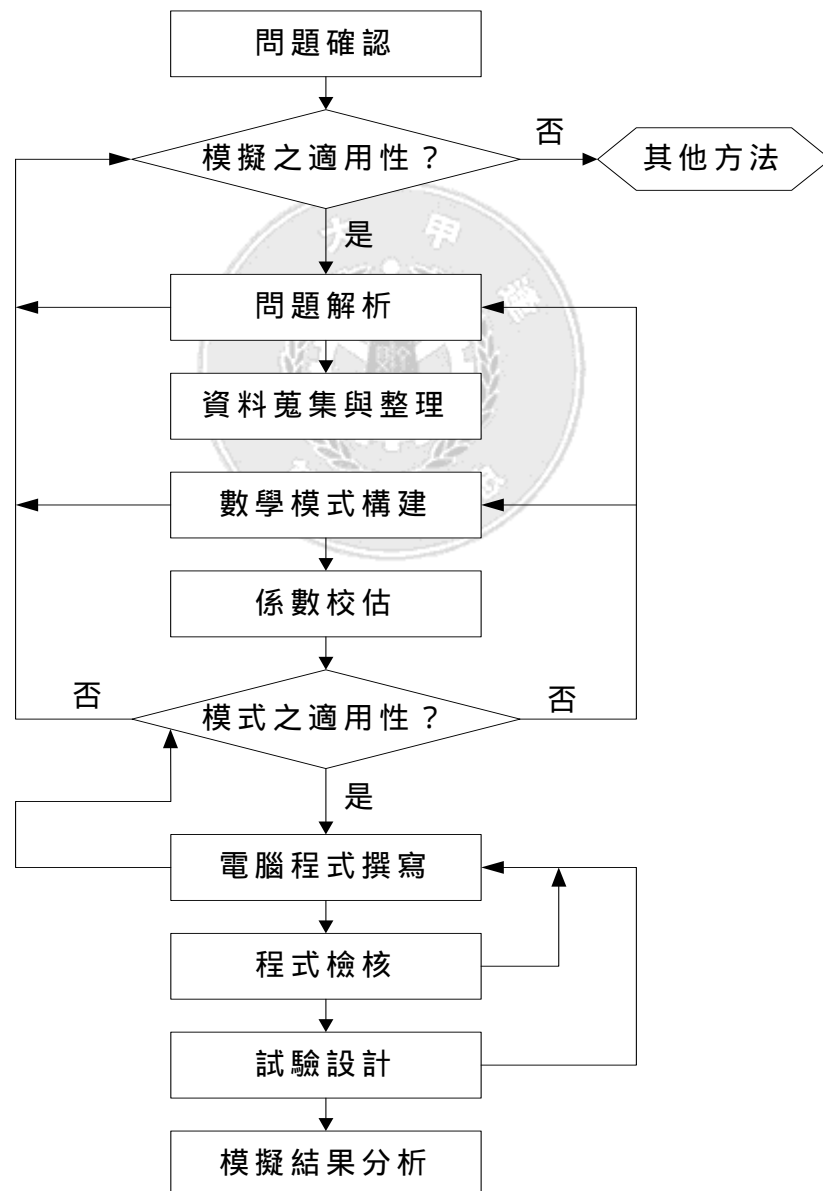


圖 3.5 系統模擬建構與分析程序

## 第四章 簡例分析

### 4.1 資料設計與說明



圖 4.1 簡例 BOT 計畫之時間點關係圖

此簡例為一停車場興建之 BOT 計畫案，整個計畫之時間點分配如圖 4.1 所示，資料均參照自相關 BOT 計畫設計而來，首先假設此 BOT 計畫自償率超過 100%，具有健全的融資能力，因此，不考慮政府補貼或投資建設之情形。利用第三章中之模式一進行權利金額度計算，大樣本情境模擬及規劃求解計算過程乃以 Fortran 95 所撰寫之程式進行運算，其中模擬樣本 30 筆，是考量統計裡對足以表示母體之大樣本所做的定義。以下為簡例在融資、成本及收入三方面進行之資料細部說明。

#### 1. 融資假設

- 一小型 BOT 交通建設興建期為 2 年，特許營業期為 15 年
- 自有資金與融資金額為 3 : 7
- 股東權益報酬率 ( $IRR_E$ ) 為 12%，融資利率 ( $I$ ) 為 6%
- 加權平均資金成本 ( $WACC$ ) 為  $12\% \times 0.3 + 6\% \times 0.7 = 7.8\%$
- 折現率為 8%
- 通貨膨脹率為 3.5%

#### 2. 成本項目假設

- 興建成本 ( $CC_t$ ) 兩年合計需 5000 萬元，由平均每單一車位造價 50 萬元及停車場內 100 席可供使用之停車位計算求得， $t=1,2$
- 融資金額 ( $Db$ ) 於興建期第 2 年挹入，金額為 3500 萬元，其寬限期為 2 年；還款期為 10 年

- C. 寬限期內僅需還利息費用 ( $IE_t$ ) 210萬元,  $t=3,4$
  - D. 還款期內應還本息 ( $PMT$ ) 為6003556元,  $t=5,6,\dots,14$
  - E. 營運成本 ( $OC_t$ ) 包含人事費用、水電、土地租金等常態性支出, 假設營運開始每年需要成本270萬元,  $t=3,4,5,\dots,17$
  - F. 附屬事業成本 ( $NOC_t$ ) 假設固定為30萬元,  $t=3,4,5,\dots,17$
  - G. 設備重置成本 ( $RC_t$ ), 假設每隔四年撤換少部分之設備器材, 需要金額分別為500000元、573762元、658405元,  $t=6,10,14$
  - H. 營所稅 ( $tax_t$ ) 於營運期前5年免繳納, 之後收取每年稅前淨利之25%, 若該年稅前淨利為負, 則不收取營所稅,  $t=8,9,10,\dots,17$
  - I. 硬體設施之使用年限超過營運期, 假設可耐用50年, 採用直線折舊法, 折舊費用 ( $DP$ ) 為100萬元, 但是特許營運期過後需無償轉移給政府,  $t=3,4,5,\dots,17$
3. 收入項目假設
- A. 票價 ( $P_{it}$ ) 假設為單一票價, 假設為60元
  - B. 運量型態假設三種情境
    - a. 運量遞增型: 運量以初年25萬單位為基礎逐年遞增2.5萬單位運量; 再利用標準常態分配  $N(0,1)$  隨機取得之變數值, 配合5萬單位之標準差進行運量調整
    - b. 運量持平型: 運量固定以每年25萬單位為計算基礎; 利用標準常態分配  $N(0,1)$  隨機取得之變數值, 配合5萬單位之標準差進行運量調整
    - c. 運量遞減型: 運量以初年25萬單位為基礎逐年遞減1萬單位運量; 再利用標準常態分配  $N(0,1)$  隨機取得之變數值, 配合5萬單位之標準差進行運量調整
  - C. 營運期開始每期營運收入 ( $FB_t$ ) 為當期運量及運價計算求得,  $t=3,4,5,\dots,17$
  - D. 附屬事業收入假設營運期開始為250萬元, 逐年會有3%的正成長率,  $t=3,4,5,\dots,17$

## 4.2 模擬結果分析

利用4.1節簡例設計之成本及收入等資料內容, 配合遞增、持平及遞減三種情境之運量條件, 以標準常態分配  $N(0,1)$  隨機取得之運量資料, 進行權利金收取額度計算, 其中權利金收取方式將包括分年最適金額收取、一段式收取及二段式收取三種, 在各種情境模擬裡均會加入擴張、縮減、遞延及多重選擇權進行探討, 進而分析考量管理彈性後之權利金變動情形。

本研究在模擬BOT計畫的過程中，將運量區分為遞增、持平及遞減三種情境進行探討，主要原因如下：

- a. 運量關係到整個BOT計畫之營運收入，進而影響權利金收取額度之多寡，若僅針對運量持平之狀況進行探討，則較難反映出未來運量增加或減少時對權利金所產生的影響。
- b. 本研究應用實質選擇權之目的，在於反映出管理彈性所賦予BOT計畫的價值，若僅針對運量持平之情形去模擬，則可能忽略未來運量變化對權利金收取額度影響，因此，管理彈性的價值也較容易被低估。
- c. 考量未來各種運量可能發生之情形，將能更客觀的比較並說明其對權利金的影響。

有鑑於上述因素，以下將分別探討此三種運量發展趨勢對實質選擇權及權利金收取額度的影響。

#### 4.2.1運量遞增型

運量遞增之模擬情境是假設在15年的特許營運期內，未來運量的趨勢是會呈現逐年上升的情形，在此假設營運第1年運量為25萬單位運量，未來則逐年遞增2.5萬單位運量，可表示如圖4.2中的粗斜直線。為考量能使運量更客觀的符合實際變動情形，於此加入以標準常態分配  $N(0,1)$  求得之隨機亂數，配合5萬單位運量的標準差，進行運量調整，如圖4.2中之折線為3組隨機模擬運量，可以取得15年營運期內的每年運量資料，以提供模擬實質選擇權之輸入資料使用。

運量遞增型之模擬情境與一般交通建設運量發展趨勢較為類似，一項剛完工之交通建設初期使用率往往不甚頻繁，主要是因為民眾對於新興的交通建設使用資訊取得及新建設適應需要些許的緩衝期，待其逐漸熟悉這樣的建設後，使用率便日趨頻繁，運量呈現遞增之走勢而後漸趨平緩。而本研究於僅單純針對遞增運量情境進行探討，這樣的結果能明顯表現出在運量遞增情境下，各種實質選擇權對權利金收取額度之影響關係。



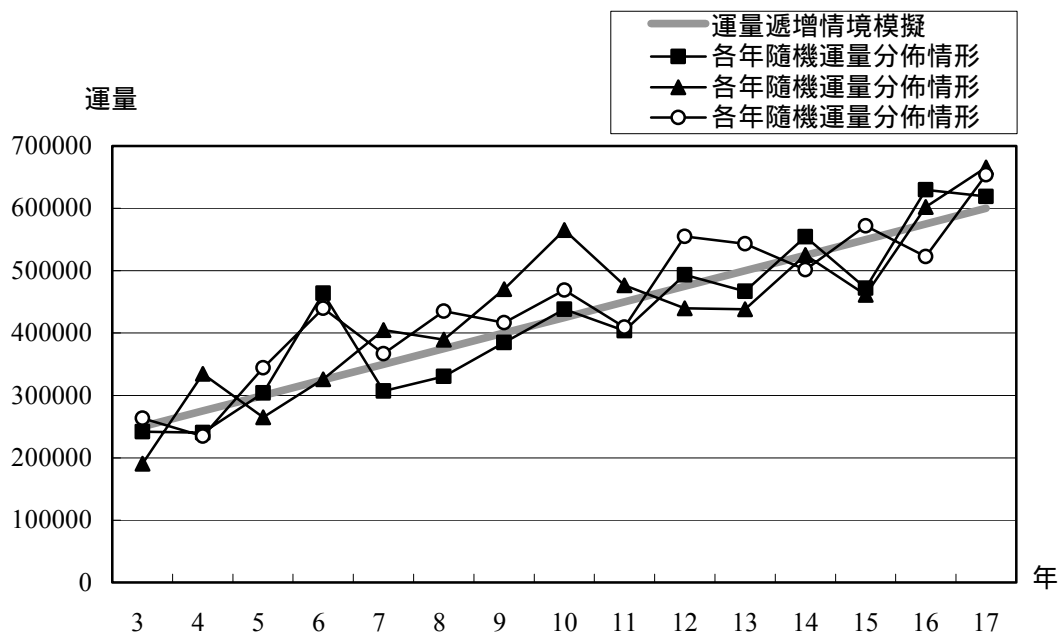


圖4.2 運量遞增情境示意圖

### 1. 分年收取最適金額

首先探討以分年最適金額來收取權利金之方式，由於此種收取方式是以考量每年最適收取權利金為基礎，進而求得計畫總體權利金，相較於以營收之單一比例或多種比例收取所求得的權利金額度，結果均較為客觀且準確，可表示計收模式如下：

$$\text{Max } Z = \sum_{t=3}^{17} \frac{x_t}{(1+r)^t}$$

s.t.

$$DSCR_t \geq 1.2, \quad t = 5 \dots 14$$

$$NPV \geq 0$$

$$x_t \geq 0$$

#### A. 擴張選擇權

在資料中模擬於營運期內之每一年，分別加入1000萬元之成本進行規模擴建，但基於還款期只到14年之限制，因此並不考慮15～17年擴建之情形。假設此1000萬的擴建成本中仍有70%為融資金額，由於營運規模擴大，進而影響營運成本提高為324萬元；運量也由每年最高容量27萬次之限制

提高為33萬次，這些因規模擴建而改變的成本及收入都將影響權利金之收取額度。選擇各組運量資料中最佳擴張年求得之權利金，可整理30筆模擬權利金額度變動情形，結果如表4.1所示。由於本研究之模式乃以權利金最大為目標，因此，在此決策最佳擴張選擇權之擴張年期，採用權利金額度最大年為判斷準則，比較出最佳擴張年期，而NPV值之取用也是依據權利金額度比較決策之結果。當一組資料在相同選擇方案下，權利金額度提升最多但NPV值卻呈現下降情形，在此以「--」表示，並將其實質選擇權之價值以0.00來計算。

結果發現30組模擬資料在加入擴張選擇權進行評估後，計畫之NPV有77%優於原本未考量管理彈性時之值，而權利金則均提高，規模擴張後之權利金平均為7415萬元，這樣的結果與模擬設計之內容是相吻合的。由於此階段模擬的是運量逐年遞增之情形，因此會選擇擴大營運規模之方案以滿足未來更大的需求，進而提供民間機構賺取更多的利潤，政府也能收取更高額度之權利金。且由表4.1可以發現，最佳的擴張年期多偏營運前期，因為當計畫預期未來需求會上升時，便會盡早去執行擴建的動作，這樣的彈性便是擴張選擇權的價值。利用圖4.3可以更清楚比較出擴張前後的差異，由30組模擬資料整體平均來比較，權利金約可增加503萬元，而擴張選擇權之價值平均為302萬元，這樣的結果說明以實質選擇權去評估BOT計畫確實比傳統以NPV法評估更具價值。

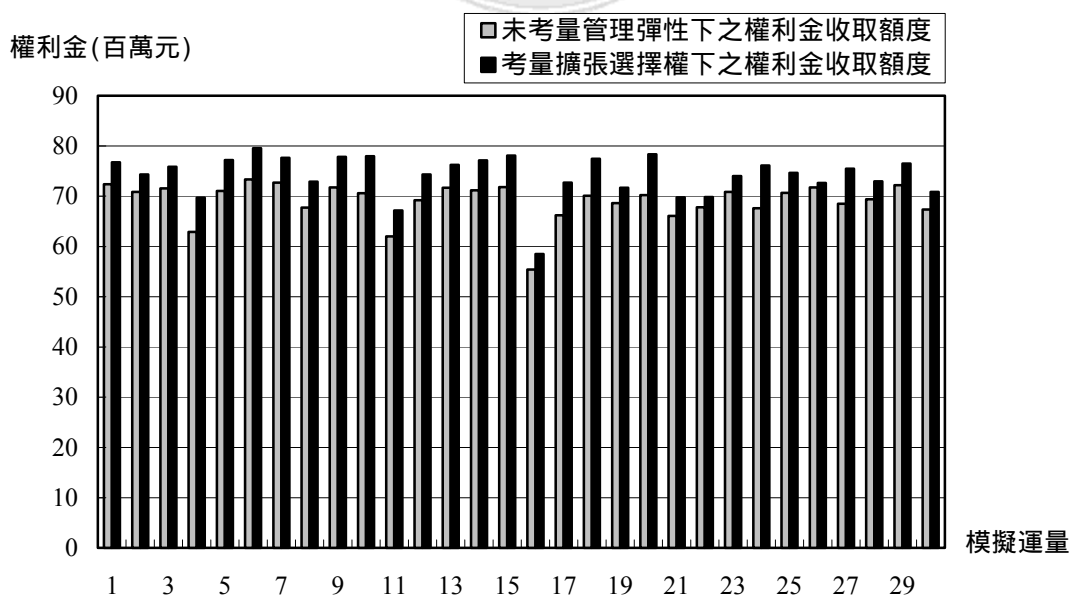


圖4.3 運量遞增情境擴張前後之分年最適權利金收取額度

表4.1 運量遞增情境資料模擬擴張選擇權分年最適結果

運量	$X_O$ (百萬元)	$X_E$ (百萬元)	$Y_E$	$NPV_O$ (百萬元)	$NPV_E$ (百萬元)	$ROV_E$ (百萬元)
第 1 組	72.35	76.79	第 6 年	55.62	59.03	3.41
第 2 組	70.87	74.35	第 7 年	54.48	57.15	2.67
第 3 組	71.56	75.85	第 6 年	55.01	58.30	3.29
第 4 組	62.93	69.69	第 5 年	48.35	53.55	5.19
第 5 組	71.03	77.24	第 4 年	54.60	58.23	3.63
第 6 組	73.34	79.60	第 4 年	56.39	61.00	4.61
第 7 組	72.72	77.65	第 3 年	55.91	52.70	--
第 8 組	67.76	72.89	第 6 年	52.08	56.01	3.93
第 9 組	71.72	77.84	第 4 年	55.14	51.93	--
第 10 組	70.61	77.98	第 4 年	54.28	58.21	3.93
第 11 組	62.01	67.14	第 6 年	47.65	51.58	3.93
第 12 組	69.22	74.34	第 6 年	53.20	57.13	3.93
第 13 組	71.71	76.26	第 3 年	55.13	57.79	2.67
第 14 組	71.15	77.16	第 5 年	54.70	58.91	4.22
第 15 組	71.79	78.10	第 5 年	55.19	60.03	4.85
第 16 組	55.38	58.50	第 7 年	42.53	44.93	2.40
第 17 組	66.21	72.70	第 5 年	50.88	55.73	4.85
第 18 組	70.09	77.50	第 4 年	53.88	59.56	5.69
第 19 組	68.61	71.71	第 6 年	52.74	49.53	--
第 20 組	70.23	78.38	第 4 年	53.99	60.25	6.26
第 21 組	66.09	69.76	第 6 年	50.79	53.26	2.46
第 22 組	67.80	69.83	第 8 年	52.11	48.90	--
第 23 組	70.88	74.04	第 6 年	54.49	51.28	--
第 24 組	67.62	76.14	第 3 年	51.97	58.52	6.54
第 25 組	70.67	74.65	第 3 年	54.32	55.88	1.56
第 26 組	71.74	72.61	第 9 年	55.15	51.94	--
第 27 組	68.51	75.48	第 5 年	52.66	58.01	5.35
第 28 組	69.39	72.98	第 6 年	53.34	50.13	--
第 29 組	72.22	76.52	第 5 年	55.52	58.18	2.67
第 30 組	67.35	70.83	第 7 年	51.76	54.43	2.67
平均	69.12	74.15	--	53.13	55.40	3.02
備註： $X_O$ ：原權利金； $X_E$ ：規模擴張後最佳權利金； $Y_E$ ：最佳擴張年期 $NPV_O$ ：原 NPV； $NPV_E$ ：規模擴張後之 NPV； $ROV_E$ ：擴張選擇權之價值						

## B.縮減選擇權

模擬縮減選擇權乃假設由於需求過低，減少原100席停車位為80席，運量最高容量限制由27.5萬次減少為22萬次，因此可降低年營運成本為216萬元，但已投資之興建成本項目則無法回復，過程中模擬於營運期內之每一年，分別加入縮減選擇權後之權利金變動情形。這些因規模擴建而改變的成本及收入都將影響權利金之收取額度。選擇各組運量資料中最佳縮減年求得之權利金，可整理30筆模擬權利金額度變動情形，結果如表4.2所示。由於本研究之模式乃以權利金最大為目標，因此，在此決策最佳縮減選擇權之縮減年期，採用權利金額度最大年為判斷準則，比較出最佳縮減年期，而NPV值之取用也是依據權利金額度比較決策之結果。當一組資料在相同選擇方案下，權利金額度提升最多但NPV值卻呈現下降情形，在此以「--」表示，並將其實質選擇權之價值以0.00來計算。

結果發現30組模擬資料在加入縮減選擇權進行評估後，計畫之NPV及權利金均無優於原本未考量管理彈性時之值，平均可收取縮減選擇權規模之權利金為6912萬元，也就是未考量管理彈性時之權利金額度；而NPV也隨著權利金求算之結果，均選擇未考量管理彈性時之NPV值，可計算縮減選擇權之價值為0元，因此選擇不考量縮減選擇權之計畫評估方案。這樣的結果與模擬設計之內容是相吻合的，由於此階段模擬的是運量逐年遞增之情形，因此若不擴大營運規模反而縮減，則造成大量機會價值的流失，不僅導致計畫之NPV會下降，政府能收取之權利金額度也受到很大的影響。利用圖4.4可以更清楚比較出加入縮減選擇權對權利金收取額度並無正面的影響。

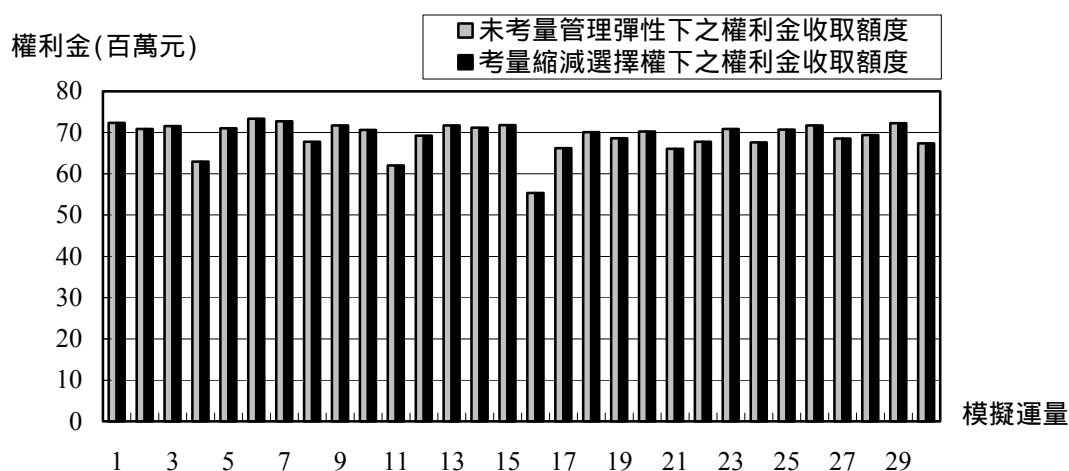


圖4.4 運量遞增情境縮減前後之分年最適權利金收取額度

表4.2 運量遞增情境資料模擬縮減選擇權分年最適結果

運量	$X_O$ (百萬元)	$X_R$ (百萬元)	$Y_R$	$NPV_O$ (百萬元)	$NPV_R$ (百萬元)	$ROV_R$ (百萬元)
第 1 組	72.35	72.35	--	55.62	55.62	0.00
第 2 組	70.87	70.87	--	54.48	54.48	0.00
第 3 組	71.56	71.56	--	55.01	55.01	0.00
第 4 組	62.93	62.93	--	48.35	48.35	0.00
第 5 組	71.03	71.03	--	54.60	54.60	0.00
第 6 組	73.34	73.34	--	56.39	56.39	0.00
第 7 組	72.72	72.72	--	55.91	55.91	0.00
第 8 組	67.76	67.76	--	52.08	52.08	0.00
第 9 組	71.72	71.72	--	55.14	55.14	0.00
第 10 組	70.61	70.61	--	54.28	54.28	0.00
第 11 組	62.01	62.01	--	47.65	47.65	0.00
第 12 組	69.22	69.22	--	53.20	53.20	0.00
第 13 組	71.71	71.71	--	55.13	55.13	0.00
第 14 組	71.15	71.15	--	54.70	54.70	0.00
第 15 組	71.79	71.79	--	55.19	55.19	0.00
第 16 組	55.38	55.38	--	42.53	42.53	0.00
第 17 組	66.21	66.21	--	50.88	50.88	0.00
第 18 組	70.09	70.09	--	53.88	53.88	0.00
第 19 組	68.61	68.61	--	52.74	52.74	0.00
第 20 組	70.23	70.23	--	53.99	53.99	0.00
第 21 組	66.09	66.09	--	50.79	50.79	0.00
第 22 組	67.80	67.80	--	52.11	52.11	0.00
第 23 組	70.88	70.88	--	54.49	54.49	0.00
第 24 組	67.62	67.62	--	51.97	51.97	0.00
第 25 組	70.67	70.67	--	54.32	54.32	0.00
第 26 組	71.74	71.74	--	55.15	55.15	0.00
第 27 組	68.51	68.51	--	52.66	52.66	0.00
第 28 組	69.39	69.39	--	53.34	53.34	0.00
第 29 組	72.22	72.22	--	55.52	55.52	0.00
第 30 組	67.35	67.35	--	51.76	51.76	0.00
平均	69.12	69.12	--	53.13	53.13	0.00
備註： $X_O$ ：原權利金； $X_R$ ：規模縮減後最佳權利金； $Y_R$ ：最佳縮減年期 $NPV_O$ ：原 NPV； $NPV_R$ ：規模縮減後之 NPV； $ROV_R$ ：縮減選擇權之價值						

### C. 遞延選擇權

在模擬遞延選擇權的過程中，僅針對計畫遞延1年之情境進行探討，使用4.1節所設計之資料進行分析，不額外加入新增之成本及收入項目，在其他條件均不改變的情況下，配合遞增走勢之隨機運量資料，模擬BOT計畫改變時間點興建及營運對整體計畫價值及權利金之影響，結果如表4.3所示。由於本研究之模式乃以權利金最大為目標，因此，在此依據遞延1年後之權利金額度是否高於原本作為判斷準則，決策是否採行遞延1年之實質選擇權，而NPV值之取用也是依據權利金額度比較決策之結果。當一組資料在相同選擇方案下，權利金額度提升最多但NPV值卻呈現下降情形，在此以「--」表示，並將其實質選擇權之價值以0.00來計算。

由圖4.5可清楚比較出，在30組模擬資料中，僅有2組模擬資料在延遲1年興建後權利金及NPV均呈現增加情形，整體平均延遲1年後之權利金約較原方案平均之權利金僅多了7萬元。雖然遞延選擇權不如擴張選擇權適用頻率那麼高；產生的機會價值那麼明顯，但若能將其應用於適當的情況下，也能有效大幅提升BOT計畫之價值及權利金收取金額，如表4.3中有採行遞延方案之資料顯示，遞延選擇權之價值最高仍可達499萬元，而實質選擇權在運量遞增情境下之整體平均價值為30萬元。

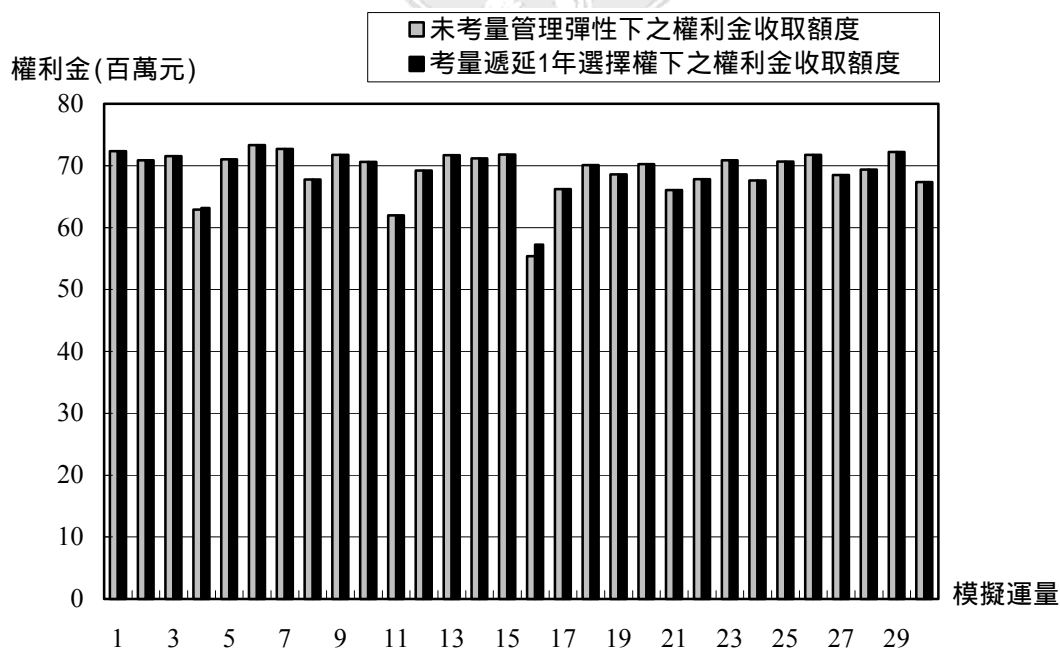


圖4.5 運量遞增情境遞延1年前後之分年最適權利金收取額度

表 4.3 運量遞增情境資料模擬遞延選擇權分年最適結果

運量	$X_o$ (百萬元)	$X_{D1}$ (百萬元)	$DN$	$NPV_o$ (百萬元)	$NPV_{D1}$ (百萬元)	$ROV_{D1}$ (百萬元)
第 1 組	72.35	72.35	No	55.62	55.62	0.00
第 2 組	70.87	70.87	No	54.48	54.48	0.00
第 3 組	71.56	71.56	No	55.01	55.01	0.00
第 4 組	62.93	63.18	Yes	48.35	52.44	4.09
第 5 組	71.03	71.03	No	54.60	54.60	0.00
第 6 組	73.34	73.34	No	56.39	56.39	0.00
第 7 組	72.72	72.72	No	55.91	55.91	0.00
第 8 組	67.76	67.76	No	52.08	52.08	0.00
第 9 組	71.72	71.72	No	55.14	55.14	0.00
第 10 組	70.61	70.61	No	54.28	54.28	0.00
第 11 組	62.01	62.01	No	47.65	47.65	0.00
第 12 組	69.22	69.22	No	53.20	53.20	0.00
第 13 組	71.71	71.71	No	55.13	55.13	0.00
第 14 組	71.15	71.15	No	54.70	54.70	0.00
第 15 組	71.79	71.79	No	55.19	55.19	0.00
第 16 組	55.38	57.26	Yes	42.53	47.52	4.99
第 17 組	66.21	66.21	No	50.88	50.88	0.00
第 18 組	70.09	70.09	No	53.88	53.88	0.00
第 19 組	68.61	68.61	No	52.74	52.74	0.00
第 20 組	70.23	70.23	No	53.99	53.99	0.00
第 21 組	66.09	66.09	No	50.79	50.79	0.00
第 22 組	67.80	67.80	No	52.11	52.11	0.00
第 23 組	70.88	70.88	No	54.49	54.49	0.00
第 24 組	67.62	67.62	No	51.97	51.97	0.00
第 25 組	70.67	70.67	No	54.32	54.32	0.00
第 26 組	71.74	71.74	No	55.15	55.15	0.00
第 27 組	68.51	68.51	No	52.66	52.66	0.00
第 28 組	69.39	69.39	No	53.34	53.34	0.00
第 29 組	72.22	72.22	No	55.52	55.52	0.00
第 30 組	67.35	67.35	No	51.76	51.76	0.00
平均	69.12	69.19	--	53.13	53.43	0.30
備註： $X_o$ ：原權利金； $X_{D1}$ ：遞延 1 年後之權利金； $DN$ ：是否遞延 $NPV_o$ ：原 NPV； $NPV_{D1}$ ：遞延 1 年後之 NPV； $ROV_{D1}$ ：遞延選擇權之價值						

#### D. 多重選擇權I (擴張+遞延1年)

本研究探討的第一種多重選擇權包含遞延及擴張兩種選擇權，必須將未考量選擇權、單考量擴張選擇權、單考量遞延1年選擇權及同時考量擴張和遞延1年選擇權四種情形下所求得之結果進行比較，進而篩選出最佳實質選擇權使用方案。其中同時考量擴張及遞延1年之選擇權，需先將計畫延遲1年進行後再加入擴建成本進行考量，此時進行擴建規模之計畫僅有16年期，包括2年興建期及14年特許營運期，相較於原案減少了一年能回收成本的營運期，而興建年期則不改變。一樣加入1000萬元之成本進行擴建，擴建的過程均如同執行擴建選擇權時之方式進行。選擇各組運量資料中最佳權利金之方案，可整理30筆模擬權利金收取額度情形，結果如表4.4所示。由於本研究之模式乃以權利金最大為目標，因此，在此決策最佳多重選擇權之使用擴張年期及是否開放遞延1年選擇權，採用權利金額度最大年為判斷準則，比較出最佳實質選擇權開放方案，而NPV值之取用也是依據權利金額度比較決策之結果。當一組資料在相同選擇方案下，權利金額度提升最多但NPV值卻呈現下降情形，在此以「--」表示，並將其實質選擇權之價值以0.00來計算。

在30組模擬多重選擇權的運量資料中，有7組個別運量情形之權力金是較原方案佳的，由圖4.6可以清楚的比較出來，加入多重選擇權後之整體平均之權利金額度為7427萬元，相較於未考量管理彈性時平均高出515萬元。由表4.4可以發現，雖然多重選擇權之整體平均價值約只有339萬元，但若就單組運量資料來看，多重選擇權平均價值最高能達1049萬元，在一個BOT計畫中開放多重選擇權進行評估，最能反映出計畫的價值，而包含的選擇權種類越多越不會忽略計畫潛藏的機會價值。相較於只考量擴張或遞延情形之單一種選擇權，多重選擇權所賦予計畫的管理彈性價值更高，由表4.1及表4.3中  $ROV_E$  及  $ROV_{D1}$  欄可以發現，擴張選擇權及遞延1年選擇權之平均價值分別為302萬元及30萬元，明顯比多重選擇權之平均339萬元的機會價值短少了許多。



表4.4 運量遞增情境資料模擬多重選擇權I分年最適結果

運量	$X_O$ (百萬元)	$X_{ED1}$ (百萬元)	$Y_E$	$DN$	$NPV_O$ (百萬元)	$NPV_{ED1}$ (百萬元)	$ROV_{ED1}$ (百萬元)
第 1 組	72.35	76.79	第 6 年	No	55.62	59.03	3.41
第 2 組	70.87	74.35	第 7 年	No	54.48	57.15	2.67
第 3 組	71.56	75.85	第 6 年	No	55.01	58.30	3.29
第 4 組	62.93	70.88	第 4 年	Yes	48.35	58.84	10.49
第 5 組	71.03	77.24	第 4 年	No	54.60	58.23	3.63
第 6 組	73.34	79.60	第 4 年	No	56.39	61.00	4.61
第 7 組	72.72	77.65	第 3 年	No	55.91	52.70	--
第 8 組	67.76	72.89	第 6 年	No	52.08	56.01	3.93
第 9 組	71.72	77.84	第 4 年	No	55.14	51.93	--
第 10 組	70.61	77.98	第 4 年	No	54.28	58.21	3.93
第 11 組	62.01	67.14	第 6 年	No	47.65	51.58	3.93
第 12 組	69.22	74.34	第 6 年	No	53.20	57.13	3.93
第 13 組	71.71	76.26	第 3 年	No	55.13	57.79	2.66
第 14 組	71.15	77.16	第 5 年	No	54.70	58.91	4.21
第 15 組	71.79	78.10	第 5 年	No	55.19	60.03	4.84
第 16 組	55.38	61.02	第 6 年	Yes	42.53	50.63	8.10
第 17 組	66.21	72.70	第 5 年	No	50.88	55.73	4.85
第 18 組	70.09	77.50	第 4 年	No	53.88	59.56	5.68
第 19 組	68.61	71.71	第 6 年	No	52.74	49.53	--
第 20 組	70.23	78.38	第 4 年	No	53.99	60.25	6.26
第 21 組	66.09	69.76	第 6 年	No	50.79	53.26	2.47
第 22 組	67.80	69.83	第 8 年	No	52.11	48.90	--
第 23 組	70.88	74.04	第 6 年	No	54.49	51.28	--
第 24 組	67.62	76.14	第 3 年	No	51.97	58.52	6.55
第 25 組	70.67	74.65	第 3 年	No	54.32	55.88	1.56
第 26 組	71.74	72.61	第 9 年	No	55.15	51.94	--
第 27 組	68.51	75.48	第 5 年	No	52.66	58.01	5.35
第 28 組	69.39	72.98	第 6 年	No	53.34	50.13	--
第 29 組	72.22	76.52	第 5 年	No	55.52	58.18	2.66
第 30 組	67.35	70.83	第 7 年	No	51.76	54.43	2.67
平均	69.12	74.27	--	--	53.13	55.77	3.39
備註： $X_O$ ：原權利金； $X_{ED1}$ ：延遲+擴張後最佳權利金； $Y_E$ ：最佳擴張年期 $NPV_O$ ：原 NPV； $NPV_{ED1}$ ：延遲+擴張後之 NPV； $ROV_{ED1}$ ：多重選擇權之價值							

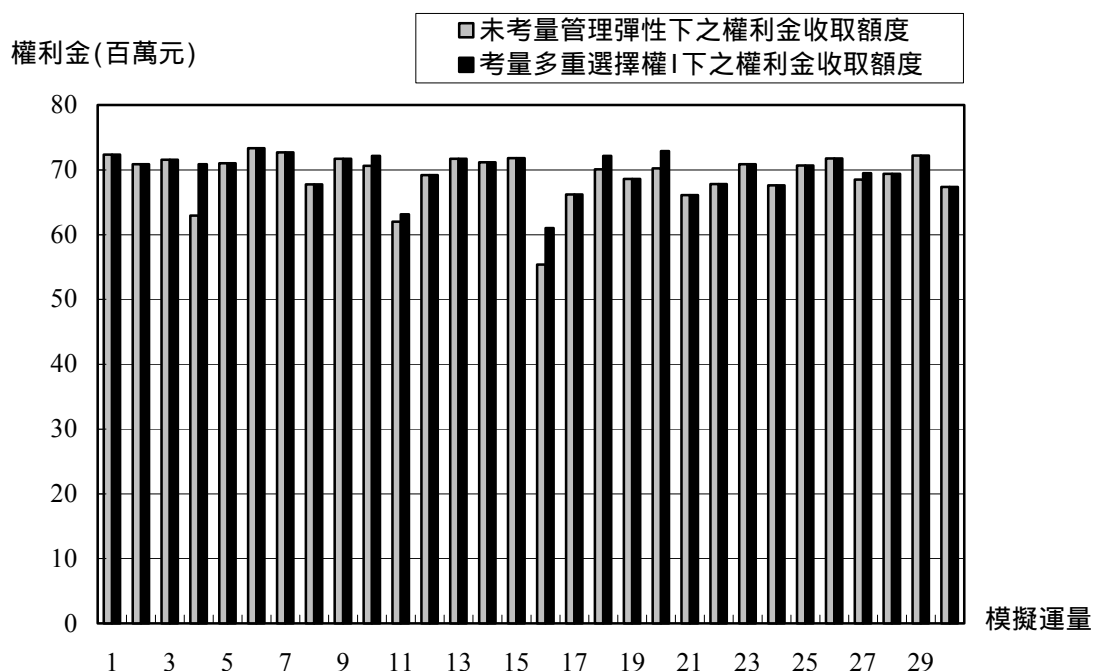


圖4.6 運量遞增情境多重選擇權I前後之分年最適權利金收取額度

#### E. 多重選擇權II (縮減+遞延1年)

本研究探討的第二種多重選擇權包含縮減及遞延兩種選擇權，必須將未考量選擇權、單考量縮減選擇權、單考量遞延1年選擇權及同時考量縮減和遞延1年選擇權四種情形下所求得之結果進行比較，進而篩選出最佳實質選擇權使用方案。其中同時考量縮減及遞延1年之選擇權，需先將計畫延遲1年進行後再加入縮減規模後之收支資料進行考量，此時進行縮減規模之計畫僅有16年期，包括2年興建期及14年特許營運期，相較於原案減少了一年能回收成本的營運期，而興建年期則不改變。如同執行上述縮減選擇權的過程一般進行此多重選擇權。選擇各組運量資料中最佳權利金之方案，可整理30筆模擬權利金收取額度情形，結果如表4.5所示。由於本研究之模式乃以權利金最大為目標，因此，在此決策最佳多重選擇權之使用縮減年期及是否開放遞延1年選擇權，採用權利金額度最大年為判斷準則，比較出最佳實質選擇權開放方案，而NPV值之取用也是依據權利金額度比較決策之結果。當一組資料在相同選擇方案下，權利金額度提升最多但NPV值卻呈現下降情形，在此以「--」表示，並將其實質選擇權之價值以0.00來計算。

在30組模擬多重選擇權的運量資料中，僅有2組權利金額度再加入多重選擇權考量後較佳，其餘均以原方案之權利金結果較佳，由圖4.7可以清楚的看出加入多重選擇權後對權利金收取額度無非常顯著的正面影響，經篩選後可計算出30組模擬運量情境下之權利金額度為6919萬元，較未考量管理彈性時之整體平均僅多出了7萬元，結果與模擬設計之內容是相符合的。由上述已分析完成之縮減及遞延單種實質選擇權評估結果，顯示此兩種方案均無法有效提升計畫之權利金，因此結合此兩種實質選擇權之多重選擇權，同理是無法產生有效的管理彈性價值且大幅提升權利金額度。仔細觀察表4.5可以發現，縮減選擇權在此多重選擇權中並沒有發揮任何作用，僅有遞延1年選擇權分別在模擬資料第4組及第16組中產生機會價值，再比較表4.3及表4.5發現，這兩張表是完全相同的，說明此多重選擇權的評估決策過程，最後僅需開放遞延1年選擇權。

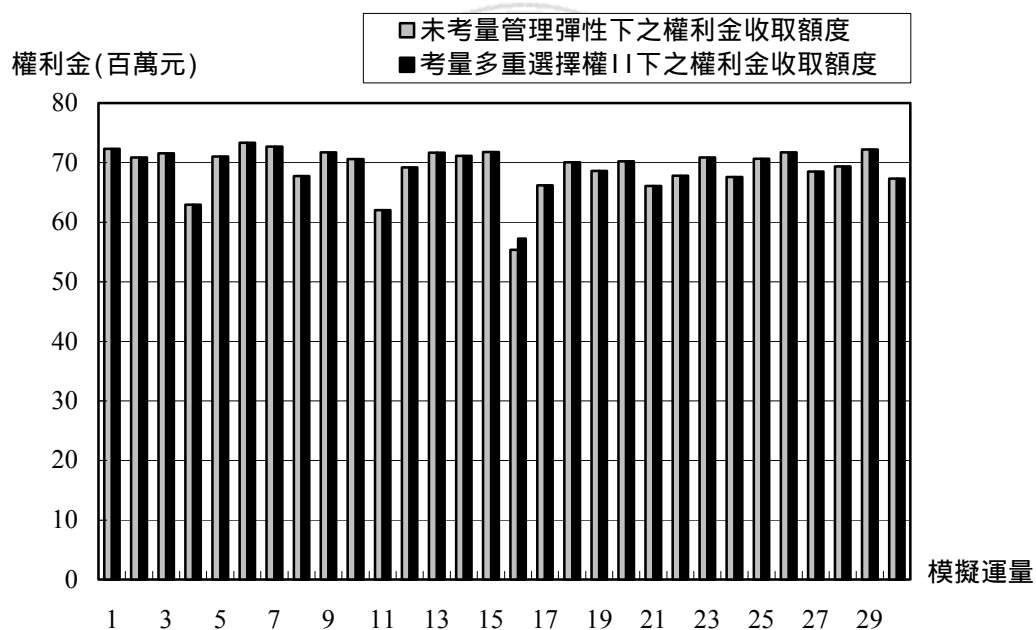


圖4.7 運量遞增情境多重選擇權II前後之分年最適權利金收取額度

表4.5 運量遞增情境資料模擬多重選擇權II分年最適結果

運量	$X_O$ (百萬元)	$X_{RD1}$ (百萬元)	$Y_R$	$DN$	$NPV_O$ (百萬元)	$NPV_{RD1}$ (百萬元)	$ROV_{RD1}$ (百萬元)
第 1 組	72.35	72.35	--	No	55.62	55.62	0.00
第 2 組	70.87	70.87	--	No	54.48	54.48	0.00
第 3 組	71.56	71.56	--	No	55.01	55.01	0.00
第 4 組	62.93	63.18	--	Yes	48.35	52.44	4.09
第 5 組	71.03	71.03	--	No	54.60	54.60	0.00
第 6 組	73.34	73.34	--	No	56.39	56.39	0.00
第 7 組	72.72	72.72	--	No	55.91	55.91	0.00
第 8 組	67.76	67.76	--	No	52.08	52.08	0.00
第 9 組	71.72	71.72	--	No	55.14	55.14	0.00
第 10 組	70.61	70.61	--	No	54.28	54.28	0.00
第 11 組	62.01	62.01	--	No	47.65	47.65	0.00
第 12 組	69.22	69.22	--	No	53.20	53.2	0.00
第 13 組	71.71	71.71	--	No	55.13	55.13	0.00
第 14 組	71.15	71.15	--	No	54.70	54.7	0.00
第 15 組	71.79	71.79	--	No	55.19	55.19	0.00
第 16 組	55.38	57.26	--	Yes	42.53	47.52	4.99
第 17 組	66.21	66.21	--	No	50.88	50.88	0.00
第 18 組	70.09	70.09	--	No	53.88	53.88	0.00
第 19 組	68.61	68.61	--	No	52.74	52.74	0.00
第 20 組	70.23	70.23	--	No	53.99	53.99	0.00
第 21 組	66.09	66.09	--	No	50.79	50.79	0.00
第 22 組	67.80	67.80	--	No	52.11	52.11	0.00
第 23 組	70.88	70.88	--	No	54.49	54.49	0.00
第 24 組	67.62	67.62	--	No	51.97	51.97	0.00
第 25 組	70.67	70.67	--	No	54.32	54.32	0.00
第 26 組	71.74	71.74	--	No	55.15	55.15	0.00
第 27 組	68.51	68.51	--	No	52.66	52.66	0.00
第 28 組	69.39	69.39	--	No	53.34	53.34	0.00
第 29 組	72.22	72.22	--	No	55.52	55.52	0.00
第 30 組	67.35	67.35	--	No	51.76	51.76	0.00
平均	69.12	69.19	--	--	53.13	53.43	0.30
備註： $X_O$ ：原權利金； $X_{RD1}$ ：延遲且縮減後最佳權利金； $Y_R$ ：最佳縮減年期 $NPV_O$ ：原 NPV； $NPV_{RD1}$ ：延遲且縮減後之 NPV； $ROV_{RD1}$ ：多重選擇權之價值							

## 2.一段式收取

利用與分年最適金額法中之同一組模擬運量情境進行一段式收取分析，模擬及求解過程均如分年最適金額法中所述，因此於此不再多做說明，僅針對一段式收取結果及各收取法間之差異比較說明於下。在此一段式收取方式係以每年總收入（ $TR_t$ ）做為計算基礎，依固定比例  $\rho$  加以計算求得每年權利金收取額度及計畫總權利金額度，由於是以單一種比例依據收取權利金，因此過程較為簡便，但求得的權利金額度往往較實際能收取之金額有顯著誤差，容易導致政府短收應得之權利金額度，一段式權利金計收模式表示如下：

$$Max Z = \rho \times \sum_{t=3}^{17} \frac{TR_t}{(1+r)^t}$$

s.t.

$$DSCR_t \geq 1.2, \quad t = 5 \dots 14$$

$$NPV \geq 0$$

$$x_t \geq 0$$

同樣考量擴張、縮減、遞延及兩種多重選擇權進行分析，計算權利金收取額度及固定比例  $\rho$  值結果如表4.6 表4.10所示。綜觀一段式收取法所求得之平均計畫NPV及權利金，發現不管在開放哪一種選擇權情境下，利用一段式收取所求得之權利金額度及NPV均低於分年最適金額法所求得之值，差異幅度顯著均超過1000萬元。比較分年最適收取法與一段式收取之選擇權開放結果及NPV變化情形，發現除了在遞延1年選擇權中有2組模擬資料不同外，其餘各實質選擇權之30組模擬資料，在決策選擇權是否開放則均相同，不過最佳選擇之開放年期則不完全一樣。

由於本研究之模式乃以權利金最大為目標，因此，在此決策實質選擇權之最佳開放年期及是否採行遞延1年選擇權，均以權利金額度最大年為判斷準則，比較出最佳實質選擇權開放方案，而NPV值之取用也是依據權利金額度比較決策之結果。當一組資料在相同選擇方案下，權利金額度提升最多但NPV值卻呈現下降情形，在此以「--」表示，並將其實質選擇權之價值以0.00來計算。

表4.6 運量遞增情境資料模擬擴張選擇權一段式收取結果

運量	$\rho_o$	$X_o$ (百萬元)	$\rho_E$	$X_E$ (百萬元)	$Y_E$	$NPV_o$ (百萬元)	$NPV_E$ (百萬元)	$ROV_E$ (百萬元)
第 1 組	0.4434	54.03	0.4214	57.22	第 6 年	55.62	59.03	3.41
第 2 組	0.4385	53.01	0.4213	56.30	第 7 年	54.48	57.15	2.67
第 3 組	0.4048	49.12	0.4048	54.73	第 6 年	55.01	58.30	3.29
第 4 組	0.4434	51.29	0.4370	57.67	第 5 年	48.35	53.55	5.19
第 5 組	0.4434	53.65	0.4276	57.80	第 6 年	54.60	58.23	3.63
第 6 組	0.4434	54.32	0.4240	59.17	第 3 年	56.39	61.00	4.61
第 7 組	0.4434	54.14	0.4434	55.67	第 12 年	55.91	52.70	--
第 8 組	0.2945	35.00	0.2945	39.28	第 6 年	52.08	56.01	3.93
第 9 組	0.4434	53.85	0.4434	55.38	第 14 年	55.14	51.93	--
第 10 組	0.4434	53.52	0.4276	57.82	第 6 年	54.28	58.21	3.93
第 11 組	0.4434	51.02	0.4276	55.41	第 6 年	47.65	51.58	3.93
第 12 組	0.4136	49.55	0.4136	55.55	第 6 年	53.20	57.13	3.93
第 13 組	0.4100	49.79	0.4100	55.00	第 7 年	55.13	57.79	2.67
第 14 組	0.4434	53.69	0.4171	57.38	第 3 年	54.70	58.91	4.22
第 15 組	0.4434	53.87	0.4355	59.82	第 5 年	55.19	60.03	4.85
第 16 組	0.2991	33.11	0.2991	36.83	第 7 年	42.53	44.93	2.40
第 17 組	0.4434	52.25	0.4370	59.03	第 3 年	50.88	55.73	4.85
第 18 組	0.4434	53.37	0.4370	60.16	第 4 年	53.88	59.56	5.69
第 19 組	0.4434	52.94	0.4434	54.47	第 14 年	52.74	49.53	--
第 20 組	0.4434	53.41	0.4233	58.49	第 4 年	53.99	60.25	6.26
第 21 組	0.4434	52.21	0.4213	54.90	第 7 年	50.79	53.26	2.46
第 22 組	0.4434	52.71	0.4434	54.23	第 14 年	52.11	48.90	--
第 23 組	0.4434	53.60	0.4434	55.13	第 14 年	54.49	51.28	--
第 24 組	0.4434	52.66	0.4370	60.06	第 3 年	51.97	58.52	6.54
第 25 組	0.3550	42.87	0.3550	46.80	第 8 年	54.32	55.88	1.56
第 26 組	0.4434	53.85	0.4434	55.38	第 14 年	55.15	51.94	--
第 27 組	0.4434	52.91	0.4370	59.33	第 5 年	52.66	58.01	5.35
第 28 組	0.4434	53.17	0.4434	54.70	第 14 年	53.34	50.13	--
第 29 組	0.4434	53.99	0.4213	56.67	第 7 年	55.52	58.18	2.67
第 30 組	0.4135	49.03	0.4135	54.29	第 7 年	51.76	54.43	2.67
平均	0.4261	51.06	0.4182	55.16	--	53.13	55.40	3.02
備註： $\rho_o$ ：依原總收入收取原權利金之比例 $\rho_E$ ：依擴張總收入收取擴張權利金之比例								

表 4.7 運量遞增情境資料模擬縮減選擇權一段式收取結果

運量	$\rho_O$	$X_O$ (百萬元)	$\rho_R$	$X_R$ (百萬元)	$Y_R$	$NPV_O$ (百萬元)	$NPV_R$ (百萬元)	$ROV_R$ (百萬元)
第 1 組	0.4434	54.03	0.4434	54.03	--	55.62	55.62	0.00
第 2 組	0.4385	53.01	0.4385	53.01	--	54.48	54.48	0.00
第 3 組	0.4048	49.12	0.4048	49.12	--	55.01	55.01	0.00
第 4 組	0.4434	51.29	0.4434	51.29	--	48.35	48.35	0.00
第 5 組	0.4434	53.65	0.4434	53.65	--	54.60	54.60	0.00
第 6 組	0.4434	54.32	0.4434	54.32	--	56.39	56.39	0.00
第 7 組	0.4434	54.14	0.4434	54.14	--	55.91	55.91	0.00
第 8 組	0.2945	35.00	0.2945	35.00	--	52.08	52.08	0.00
第 9 組	0.4434	53.85	0.4434	53.85	--	55.14	55.14	0.00
第 10 組	0.4434	53.52	0.4434	53.52	--	54.28	54.28	0.00
第 11 組	0.4434	51.02	0.4434	51.02	--	47.65	47.65	0.00
第 12 組	0.4136	49.55	0.4136	49.55	--	53.20	53.20	0.00
第 13 組	0.4100	49.79	0.4100	49.79	--	55.13	55.13	0.00
第 14 組	0.4434	53.69	0.4434	53.69	--	54.70	54.70	0.00
第 15 組	0.4434	53.87	0.4434	53.87	--	55.19	55.19	0.00
第 16 組	0.2991	33.11	0.2991	33.11	--	42.53	42.53	0.00
第 17 組	0.4434	52.25	0.4434	52.25	--	50.88	50.88	0.00
第 18 組	0.4434	53.37	0.4434	53.37	--	53.88	53.88	0.00
第 19 組	0.4434	52.94	0.4434	52.94	--	52.74	52.74	0.00
第 20 組	0.4434	53.41	0.4434	53.41	--	53.99	53.99	0.00
第 21 組	0.4434	52.21	0.4434	52.21	--	50.79	50.79	0.00
第 22 組	0.4434	52.71	0.4434	52.71	--	52.11	52.11	0.00
第 23 組	0.4434	53.60	0.4434	53.60	--	54.49	54.49	0.00
第 24 組	0.4434	52.66	0.4434	52.66	--	51.97	51.97	0.00
第 25 組	0.3550	42.87	0.3550	42.87	--	54.32	54.32	0.00
第 26 組	0.4434	53.85	0.4434	53.85	--	55.15	55.15	0.00
第 27 組	0.4434	52.91	0.4434	52.91	--	52.66	52.66	0.00
第 28 組	0.4434	53.17	0.4434	53.17	--	53.34	53.34	0.00
第 29 組	0.4434	53.99	0.4434	53.99	--	55.52	55.52	0.00
第 30 組	0.4135	49.03	0.4135	49.03	--	51.76	51.76	0.00
平均	0.4261	51.06	0.4261	51.06	--	53.13	53.13	0.00
備註： $\rho_O$ ：依原總收入收取原權利金之比例 $\rho_R$ ：依縮減總收入收取縮減權利金之比例								

表 4.8 運量遞增情境資料模擬遞延選擇權一段式收取結果

運量	$\rho_o$	$X_o$ (百萬元)	$\rho_{D1}$	$X_{D1}$ (百萬元)	$DN$	$NPV_o$ (百萬元)	$NPV_{D1}$ (百萬元)	$ROV_{D1}$ (百萬元)
第 1 組	0.4434	54.03	0.4434	54.03	No	55.62	55.62	0.00
第 2 組	0.4385	53.01	0.4385	53.01	No	54.48	54.48	0.00
第 3 組	0.4048	49.12	0.4048	49.12	No	55.01	55.01	0.00
第 4 組	0.4434	51.29	0.4434	51.29	No	48.35	48.35	0.00
第 5 組	0.4434	53.65	0.4434	53.65	No	54.60	54.60	0.00
第 6 組	0.4434	54.32	0.4434	54.32	No	56.39	56.39	0.00
第 7 組	0.4434	54.14	0.4434	54.14	No	55.91	55.91	0.00
第 8 組	0.2945	35.00	0.4434	46.82	Yes	52.08	48.54	--
第 9 組	0.4434	53.85	0.4434	53.85	No	55.14	55.14	0.00
第 10 組	0.4434	53.52	0.4434	53.52	No	54.28	54.28	0.00
第 11 組	0.4434	51.02	0.4434	51.02	No	47.65	47.65	0.00
第 12 組	0.4136	49.55	0.4136	49.55	No	53.20	53.20	0.00
第 13 組	0.4100	49.79	0.4100	49.79	No	55.13	55.13	0.00
第 14 組	0.4434	53.69	0.4434	53.69	No	54.70	54.70	0.00
第 15 組	0.4434	53.87	0.4434	53.87	No	55.19	55.19	0.00
第 16 組	0.2991	33.11	0.3861	40.46	Yes	42.53	47.52	4.99
第 17 組	0.4434	52.25	0.4434	52.25	No	50.88	50.88	0.00
第 18 組	0.4434	53.37	0.4434	53.37	No	53.88	53.88	0.00
第 19 組	0.4434	52.94	0.4434	52.94	No	52.74	52.74	0.00
第 20 組	0.4434	53.41	0.4434	53.41	No	53.99	53.99	0.00
第 21 組	0.4434	52.21	0.4434	52.21	No	50.79	50.79	0.00
第 22 組	0.4434	52.71	0.4434	52.71	No	52.11	52.11	0.00
第 23 組	0.4434	53.60	0.4434	53.60	No	54.49	54.49	0.00
第 24 組	0.4434	52.66	0.4434	52.66	No	51.97	51.97	0.00
第 25 組	0.3550	42.87	0.3550	42.87	No	54.32	54.32	0.00
第 26 組	0.4434	53.85	0.4434	53.85	No	55.15	55.15	0.00
第 27 組	0.4434	52.91	0.4434	52.91	No	52.66	52.66	0.00
第 28 組	0.4434	53.17	0.4434	53.17	No	53.34	53.34	0.00
第 29 組	0.4434	53.99	0.4434	53.99	No	55.52	55.52	0.00
第 30 組	0.4135	49.03	0.4135	49.03	No	51.76	51.76	0.00
平均	0.4261	51.06	0.4340	51.70	--	53.13	53.18	0.17
備註： $\rho_o$ ：依原總收入收取原權利金之比例								
$\rho_{D1}$ ：依遞延 1 年總收入收取遞延 1 年權利金之比例								



表4.9 運量遞增情境資料模擬多重選擇權I一段式收取結果

運量	$\rho_o$	$X_o$ (百萬元)	$\rho_{ED1}$	$X_{ED1}$ (百萬元)	$Y_E$	DN	$NPV_o$ (百萬元)	$NPV_{ED1}$ (百萬元)	$ROV_{ED1}$ (百萬元)
第 1 組	0.4434	54.03	0.4214	57.22	第 6 年	No	55.62	59.03	3.41
第 2 組	0.4385	53.01	0.4213	56.30	第 7 年	No	54.48	57.15	2.67
第 3 組	0.4048	49.12	0.4048	54.73	第 6 年	No	55.01	58.30	3.29
第 4 組	0.4434	51.29	0.4370	57.67	第 5 年	No	48.35	53.55	5.20
第 5 組	0.4434	53.65	0.4276	57.80	第 6 年	No	54.60	58.23	3.63
第 6 組	0.4434	54.32	0.4240	59.17	第 3 年	No	56.39	61.00	4.61
第 7 組	0.4434	54.14	0.4434	55.67	第 12 年	No	55.91	52.70	--
第 8 組	0.2945	35.00	0.4370	52.48	第 5 年	Yes	52.08	53.36	1.28
第 9 組	0.4434	53.85	0.4434	55.38	第 14 年	No	55.14	51.93	--
第 10 組	0.4434	53.52	0.4276	57.82	第 6 年	No	54.28	58.21	3.93
第 11 組	0.4434	51.02	0.4276	55.41	第 6 年	No	47.65	51.58	3.93
第 12 組	0.4136	49.55	0.4136	55.55	第 6 年	No	53.20	57.13	3.93
第 13 組	0.4100	49.79	0.4100	55.00	第 7 年	No	55.13	57.79	2.66
第 14 組	0.4434	53.69	0.4171	57.38	第 3 年	No	54.70	58.91	4.21
第 15 組	0.4434	53.87	0.4355	59.82	第 5 年	No	55.19	60.03	4.84
第 16 組	0.2991	33.11	0.3861	45.25	第 6 年	Yes	42.53	50.63	8.10
第 17 組	0.4434	52.25	0.4370	59.03	第 3 年	No	50.88	55.73	4.85
第 18 組	0.4434	53.37	0.4370	60.16	第 4 年	No	53.88	59.56	5.68
第 19 組	0.4434	52.94	0.4434	54.47	第 14 年	No	52.74	49.53	--
第 20 組	0.4434	53.41	0.4233	58.49	第 4 年	No	53.99	60.25	6.26
第 21 組	0.4434	52.21	0.4213	54.90	第 7 年	No	50.79	53.26	2.47
第 22 組	0.4434	52.71	0.4434	54.23	第 14 年	No	52.11	48.90	--
第 23 組	0.4434	53.60	0.4434	55.13	第 14 年	No	54.49	51.28	--
第 24 組	0.4434	52.66	0.4370	60.06	第 3 年	No	51.97	58.52	6.55
第 25 組	0.3550	42.87	0.3550	46.80	第 8 年	No	54.32	55.88	1.56
第 26 組	0.4434	53.85	0.4434	55.38	第 14 年	No	55.15	51.94	--
第 27 組	0.4434	52.91	0.4370	59.33	第 5 年	No	52.66	58.01	5.35
第 28 組	0.4434	53.17	0.4434	54.70	第 14 年	No	53.34	50.13	--
第 29 組	0.4434	53.99	0.4213	56.67	第 7 年	No	55.52	58.18	2.66
第 30 組	0.4135	49.03	0.4135	54.29	第 7 年	No	51.76	54.43	2.67
平均	0.4261	51.06	0.4259	55.88	--	--	53.13	55.50	3.12
備註： $\rho_o$ ：依原總收入收取原權利金之比例 $\rho_{ED1}$ ：依擴張+遞延 1 年總收入收取擴張+遞延 1 年權利金之比例									

表4.10 運量遞增情境資料模擬多重選擇權II一段式收取結果

運量	$\rho_o$	$X_o$ (百萬元)	$\rho_{RD1}$	$X_{RD1}$ (百萬元)	$Y_R$	DN	$NPV_o$ (百萬元)	$NPV_{RD1}$ (百萬元)	$ROV_{RD1}$ (百萬元)
第 1 組	0.4434	54.03	0.4434	54.03	--	No	55.62	55.62	0.00
第 2 組	0.4385	53.01	0.4385	53.01	--	No	54.48	54.48	0.00
第 3 組	0.4048	49.12	0.4048	49.12	--	No	55.01	55.01	0.00
第 4 組	0.4434	51.29	0.4434	51.29	--	No	48.35	48.35	0.00
第 5 組	0.4434	53.65	0.4434	53.65	--	No	54.60	54.6	0.00
第 6 組	0.4434	54.32	0.4434	54.32	--	No	56.39	56.39	0.00
第 7 組	0.4434	54.14	0.4434	54.14	--	No	55.91	55.91	0.00
第 8 組	0.2945	35.00	0.4434	46.82	--	Yes	52.08	48.54	--
第 9 組	0.4434	53.85	0.4434	53.85	--	No	55.14	55.14	0.00
第 10 組	0.4434	53.52	0.4434	53.52	--	No	54.28	54.28	0.00
第 11 組	0.4434	51.02	0.4434	51.02	--	No	47.65	47.65	0.00
第 12 組	0.4136	49.55	0.4136	49.55	--	No	53.20	53.2	0.00
第 13 組	0.4100	49.79	0.4100	49.79	--	No	55.13	55.13	0.00
第 14 組	0.4434	53.69	0.4434	53.69	--	No	54.70	54.7	0.00
第 15 組	0.4434	53.87	0.4434	53.87	--	No	55.19	55.19	0.00
第 16 組	0.2991	33.11	0.3861	40.46	--	Yes	42.53	47.52	4.99
第 17 組	0.4434	52.25	0.4434	52.25	--	No	50.88	50.88	0.00
第 18 組	0.4434	53.37	0.4434	53.37	--	No	53.88	53.88	0.00
第 19 組	0.4434	52.94	0.4434	52.94	--	No	52.74	52.74	0.00
第 20 組	0.4434	53.41	0.4434	53.41	--	No	53.99	53.99	0.00
第 21 組	0.4434	52.21	0.4434	52.21	--	No	50.79	50.79	0.00
第 22 組	0.4434	52.71	0.4434	52.71	--	No	52.11	52.11	0.00
第 23 組	0.4434	53.60	0.4434	53.6	--	No	54.49	54.49	0.00
第 24 組	0.4434	52.66	0.4434	52.66	--	No	51.97	51.97	0.00
第 25 組	0.3550	42.87	0.3550	42.87	--	No	54.32	54.32	0.00
第 26 組	0.4434	53.85	0.4434	53.85	--	No	55.15	55.15	0.00
第 27 組	0.4434	52.91	0.4434	52.91	--	No	52.66	52.66	0.00
第 28 組	0.4434	53.17	0.4434	53.17	--	No	53.34	53.34	0.00
第 29 組	0.4434	53.99	0.4434	53.99	--	No	55.52	55.52	0.00
第 30 組	0.4135	49.03	0.4135	49.03	--	No	51.76	51.76	0.00
平均	0.4261	51.06	0.4340	51.70	--	--	53.13	53.18	0.17
備註： $\rho_o$ ：依原總收入收取原權利金之比例									
$\rho_{RD1}$ ：依縮減+遞延 1 年總收入收取縮減+遞延 1 年權利金之比例									

### 3.二段式收取

同樣利用與分年最適金額法中之同一組模擬運量情境進行二段式收取分析，模擬及求解過程均如分年最適金額法中所述，因此於此不再多做說明，僅針對二段式收取結果及各收取法間之差異比較說明於下。二段式收取法首先於BOT計畫開始時收取一固定權利金額度（ $FX$ ），至營運期開始後每年以當年總收入（ $TR_t$ ）做為計算基礎，依固定比例 $\rho$ 加以計算求得每年權利金收取額度，加總期出之 $FX$ 及分年權利金進而求得計畫總權利金額度，二段式權利金計收模式表示如下：

$$Max Z = FX + \rho \times \sum_{t=3}^{17} \frac{TR_t}{(1+r)^t}$$

s.t.

$$DSCR_t \geq 1.2, t = 5 \dots 14$$

$$NPV \geq 0$$

$$x_t \geq 0$$

$$FX \geq 0$$

同樣考量擴張、縮減、遞延及兩種多重選擇權進行分析，計算權利金收取總額度、期初固定單筆權利金 $FX$ 及固定比例 $\rho$ 值結果如表4.11 表4.15所示。綜觀二段式收取法所求得之平均計畫NPV及權利金，發現NPV之值與一段式收取均相同，異於分年最適中涉及遞延選擇權部分之NPV值，主要是因為其所選擇開放選擇權之結果有所差異；而權利金收取額度也均低於分年最適金額法所求得之值，差異幅度顯著均超過1000萬元，但均比一段式收取額度大。進而微觀比較各組模擬運量及實質選擇權之變化情形，發現一段收取與二段式收取法在相同的選擇權下所評估出之最佳權利金使用年期多相同，且是否遞延1年之決策也均相同。因為一段式與二段式收取法之模式非常相似，差異僅在期初是否先收取一筆固定之權利金 $FX$ ，若當 $FX$ 為0時，則此兩種收取方式是完全相同的，因此求得之最佳結果也均相類似。

由於本研究之模式乃以權利金最大為目標，因此，在此決策實質選擇權之最佳開放年期及是否採行遞延1年選擇權，均以權利金額度最大年為判斷準則，比較出最佳實質選擇權開放方案，而NPV值之取用也是依據權利金額度比較決策之結果。當一組資料在相同選擇方案下，權利金額度提升最多但NPV值卻呈現下降情形，在此以「--」表示，並將其實質選擇權之價值以0.00來計算。

表 4.11 運量遞增情境資料模擬擴張選擇權二段式收取結果

運量	$FX_O$ (百萬元)	$\rho_O$	$X_O$ (百萬元)	$FX_E$ (百萬元)	$\rho_E$	$X_E$ (百萬元)	$Y_E$	$NPV_O$ (百萬元)	$NPV_E$ (百萬元)	$ROV_E$ (百萬元)
第 1 組	1.59	0.4434	55.62	1.44	0.4214	58.67	第 6 年	55.62	59.03	3.41
第 2 組	1.59	0.4385	54.60	1.37	0.4213	57.66	第 7 年	54.48	57.15	2.67
第 3 組	1.59	0.4048	50.71	1.44	0.4048	56.18	第 6 年	55.01	58.30	3.29
第 4 組	1.59	0.4434	52.88	1.51	0.4370	59.18	第 5 年	48.35	53.55	5.19
第 5 組	1.59	0.4434	55.24	1.44	0.4276	59.24	第 6 年	54.60	58.23	3.63
第 6 組	1.59	0.4434	55.91	1.51	0.4240	60.68	第 3 年	56.39	61.00	4.61
第 7 組	1.59	0.4434	55.73	1.59	0.4434	57.26	第 14 年	55.91	52.70	--
第 8 組	1.59	0.2945	36.60	1.44	0.2945	40.72	第 6 年	52.08	56.01	3.93
第 9 組	1.59	0.4434	55.44	1.59	0.4434	56.97	第 14 年	55.14	51.93	--
第 10 組	1.59	0.4434	55.12	1.44	0.4276	59.27	第 6 年	54.28	58.21	3.93
第 11 組	1.59	0.4434	52.61	1.44	0.4276	56.85	第 6 年	47.65	51.58	3.93
第 12 組	1.59	0.4136	51.14	1.44	0.4136	57.00	第 6 年	53.20	57.13	3.93
第 13 組	1.59	0.4100	51.38	1.37	0.4100	56.37	第 7 年	55.13	57.79	2.67
第 14 組	1.59	0.4434	55.28	1.51	0.4171	58.89	第 3 年	54.70	58.91	4.22
第 15 組	1.59	0.4434	55.46	1.51	0.4355	61.33	第 5 年	55.19	60.03	4.85
第 16 組	1.59	0.2991	34.70	1.37	0.2991	38.19	第 7 年	42.53	44.93	2.40
第 17 組	1.59	0.4434	53.84	1.51	0.4370	60.54	第 3 年	50.88	55.73	4.85
第 18 組	1.59	0.4434	54.96	1.51	0.4370	61.67	第 4 年	53.88	59.56	5.69
第 19 組	1.59	0.4434	54.54	1.59	0.4434	56.06	第 14 年	52.74	49.53	--
第 20 組	1.59	0.4434	55.01	1.51	0.4233	60.00	第 4 年	53.99	60.25	6.26
第 21 組	1.59	0.4434	53.80	1.37	0.4213	56.27	第 7 年	50.79	53.26	2.46
第 22 組	1.59	0.4434	54.30	1.59	0.4434	55.83	第 14 年	52.11	48.90	--
第 23 組	1.59	0.4434	55.20	1.59	0.4434	56.72	第 14 年	54.49	51.28	--
第 24 組	1.59	0.4434	54.25	1.51	0.4370	61.57	第 3 年	51.97	58.52	6.54
第 25 組	1.59	0.3550	44.46	1.27	0.3550	48.08	第 8 年	54.32	55.88	1.56
第 26 組	1.59	0.4434	55.44	1.59	0.4434	56.97	第 14 年	55.15	51.94	--
第 27 組	1.59	0.4434	54.51	1.51	0.4370	60.84	第 5 年	52.66	58.01	5.35
第 28 組	1.59	0.4434	54.76	1.59	0.4434	56.29	第 14 年	53.34	50.13	--
第 29 組	1.59	0.4434	55.59	1.37	0.4213	58.04	第 7 年	55.52	58.18	2.67
第 30 組	1.59	0.4135	50.62	1.37	0.4135	55.66	第 7 年	51.76	54.43	2.67
平均	1.59	0.4261	52.66	1.48	0.4182	56.63	--	53.13	55.40	3.02
備註： $\rho_O$ ：依原總收入收取原權利金之比例； $\rho_E$ ：依擴張總收入收取擴張權利金之比例 $FX_O$ ：原方案期初收取之固定權利金； $FX_E$ ：擴張規模期初收取之固定權利金										

表 4.12 運量遞增情境資料模擬縮減選擇權二段式收取結果

運量	$FX_O$ (百萬元)	$\rho_O$	$X_O$ (百萬元)	$FX_R$ (百萬元)	$\rho_R$	$X_R$ (百萬元)	$Y_R$	$NPV_O$ (百萬元)	$NPV_R$ (百萬元)	$ROV_R$ (百萬元)
第 1 組	1.59	0.4434	55.62	1.59	0.4434	55.62	--	55.62	55.62	0.00
第 2 組	1.59	0.4385	54.60	1.59	0.4385	54.60	--	54.48	54.48	0.00
第 3 組	1.59	0.4048	50.71	1.59	0.4048	50.71	--	55.01	55.01	0.00
第 4 組	1.59	0.4434	52.88	1.59	0.4434	52.88	--	48.35	48.35	0.00
第 5 組	1.59	0.4434	55.24	1.59	0.4434	55.24	--	54.60	54.60	0.00
第 6 組	1.59	0.4434	55.91	1.59	0.4434	55.91	--	56.39	56.39	0.00
第 7 組	1.59	0.4434	55.73	1.59	0.4434	55.73	--	55.91	55.91	0.00
第 8 組	1.59	0.2945	36.60	1.59	0.2945	36.60	--	52.08	52.08	0.00
第 9 組	1.59	0.4434	55.44	1.59	0.4434	55.44	--	55.14	55.14	0.00
第 10 組	1.59	0.4434	55.12	1.59	0.4434	55.12	--	54.28	54.28	0.00
第 11 組	1.59	0.4434	52.61	1.59	0.4434	52.61	--	47.65	47.65	0.00
第 12 組	1.59	0.4136	51.14	1.59	0.4136	51.14	--	53.20	53.20	0.00
第 13 組	1.59	0.4100	51.38	1.59	0.4100	51.38	--	55.13	55.13	0.00
第 14 組	1.59	0.4434	55.28	1.59	0.4434	55.28	--	54.70	54.70	0.00
第 15 組	1.59	0.4434	55.46	1.59	0.4434	55.46	--	55.19	55.19	0.00
第 16 組	1.59	0.2991	34.70	1.59	0.2991	34.70	--	42.53	42.53	0.00
第 17 組	1.59	0.4434	53.84	1.59	0.4434	53.84	--	50.88	50.88	0.00
第 18 組	1.59	0.4434	54.96	1.59	0.4434	54.96	--	53.88	53.88	0.00
第 19 組	1.59	0.4434	54.54	1.59	0.4434	54.54	--	52.74	52.74	0.00
第 20 組	1.59	0.4434	55.01	1.59	0.4434	55.01	--	53.99	53.99	0.00
第 21 組	1.59	0.4434	53.80	1.59	0.4434	53.80	--	50.79	50.79	0.00
第 22 組	1.59	0.4434	54.30	1.59	0.4434	54.30	--	52.11	52.11	0.00
第 23 組	1.59	0.4434	55.20	1.59	0.4434	55.20	--	54.49	54.49	0.00
第 24 組	1.59	0.4434	54.25	1.59	0.4434	54.25	--	51.97	51.97	0.00
第 25 組	1.59	0.3550	44.46	1.59	0.3550	44.46	--	54.32	54.32	0.00
第 26 組	1.59	0.4434	55.44	1.59	0.4434	55.44	--	55.15	55.15	0.00
第 27 組	1.59	0.4434	54.51	1.59	0.4434	54.51	--	52.66	52.66	0.00
第 28 組	1.59	0.4434	54.76	1.59	0.4434	54.76	--	53.34	53.34	0.00
第 29 組	1.59	0.4434	55.59	1.59	0.4434	55.59	--	55.52	55.52	0.00
第 30 組	1.59	0.4135	50.62	1.59	0.4135	50.62	--	51.76	51.76	0.00
平均	1.59	0.4261	52.66	1.59	0.4261	52.66	--	53.13	53.13	0.00
備註： $\rho_O$ ：依原總收入收取原權利金之比例； $\rho_R$ ：依縮減總收入收取縮減權利金之比例 $FX_O$ ：原方案期初收取之固定權利金； $FX_R$ ：縮減規模期初收取之固定權利金										

表 4.13 運量遞增情境資料模擬遞延選擇權二段式收取結果

運量	$FX_o$ (百萬元)	$\rho_o$	$X_o$ (百萬元)	$FX_{D1}$ (百萬元)	$\rho_{D1}$	$X_{D1}$ (百萬元)	$DN$	$NPV_o$ (百萬元)	$NPV_{D1}$ (百萬元)	$ROV_{D1}$ (百萬元)
第 1 組	1.59	0.4434	55.62	1.59	0.4434	55.62	No	55.62	55.62	0.00
第 2 組	1.59	0.4385	54.60	1.59	0.4385	54.60	No	54.48	54.48	0.00
第 3 組	1.59	0.4048	50.71	1.59	0.4048	50.71	No	55.01	55.01	0.00
第 4 組	1.59	0.4434	52.88	1.59	0.4434	52.88	No	48.35	48.35	0.00
第 5 組	1.59	0.4434	55.24	1.59	0.4434	55.24	No	54.60	54.60	0.00
第 6 組	1.59	0.4434	55.91	1.59	0.4434	55.91	No	56.39	56.39	0.00
第 7 組	1.59	0.4434	55.73	1.59	0.4434	55.73	No	55.91	55.91	0.00
第 8 組	1.59	0.2945	36.60	1.59	0.4434	48.29	Yes	52.08	48.54	--
第 9 組	1.59	0.4434	55.44	1.59	0.4434	55.44	No	55.14	55.14	0.00
第 10 組	1.59	0.4434	55.12	1.59	0.4434	55.12	No	54.28	54.28	0.00
第 11 組	1.59	0.4434	52.61	1.59	0.4434	52.61	No	47.65	47.65	0.00
第 12 組	1.59	0.4136	51.14	1.59	0.4136	51.14	No	53.20	53.20	0.00
第 13 組	1.59	0.4100	51.38	1.59	0.4100	51.38	No	55.13	55.13	0.00
第 14 組	1.59	0.4434	55.28	1.59	0.4434	55.28	No	54.70	54.70	0.00
第 15 組	1.59	0.4434	55.46	1.59	0.4434	55.46	No	55.19	55.19	0.00
第 16 組	1.59	0.2991	34.70	1.59	0.3861	41.93	Yes	42.53	47.52	4.99
第 17 組	1.59	0.4434	53.84	1.59	0.4434	53.84	No	50.88	50.88	0.00
第 18 組	1.59	0.4434	54.96	1.59	0.4434	54.96	No	53.88	53.88	0.00
第 19 組	1.59	0.4434	54.54	1.59	0.4434	54.54	No	52.74	52.74	0.00
第 20 組	1.59	0.4434	55.01	1.59	0.4434	55.01	No	53.99	53.99	0.00
第 21 組	1.59	0.4434	53.80	1.59	0.4434	53.80	No	50.79	50.79	0.00
第 22 組	1.59	0.4434	54.30	1.59	0.4434	54.30	No	52.11	52.11	0.00
第 23 組	1.59	0.4434	55.20	1.59	0.4434	55.20	No	54.49	54.49	0.00
第 24 組	1.59	0.4434	54.25	1.59	0.4434	54.25	No	51.97	51.97	0.00
第 25 組	1.59	0.3550	44.46	1.59	0.3550	44.46	No	54.32	54.32	0.00
第 26 組	1.59	0.4434	55.44	1.59	0.4434	55.44	No	55.15	55.15	0.00
第 27 組	1.59	0.4434	54.51	1.59	0.4434	54.51	No	52.66	52.66	0.00
第 28 組	1.59	0.4434	54.76	1.59	0.4434	54.76	No	53.34	53.34	0.00
第 29 組	1.59	0.4434	55.59	1.59	0.4434	55.59	No	55.52	55.52	0.00
第 30 組	1.59	0.4135	50.62	1.59	0.4135	50.62	No	51.76	51.76	0.00
平均	1.59	0.4261	52.66	1.59	0.4340	53.29	--	53.13	53.18	0.17
備註： $\rho_o$ ：依原總收入收取原權利金之比例； $\rho_{D1}$ ：依遞延總收入收取遞延權利金之比例 $FX_o$ ：原方案期初收取之固定權利金； $FX_{D1}$ ：遞延 1 年期初收取之固定權利金										

表4.14 運量遞增情境資料模擬多重選擇權I二段式收取結果

運量	$FX_O$ (百萬元)	$\rho_O$	$X_O$ (百萬元)	$FX_{ED1}$ (百萬元)	$\rho_{ED1}$	$X_{ED1}$ (百萬元)	$Y_E$	DN	$NPV_O$ (百萬元)	$NPV_{ED1}$ (百萬元)	$ROV_{ED1}$ (百萬元)
第 1 組	1.59	0.4434	55.62	1.44	0.4214	58.67	第 6 年	No	55.62	59.03	3.41
第 2 組	1.59	0.4385	54.60	1.37	0.4213	57.66	第 7 年	No	54.48	57.15	2.67
第 3 組	1.59	0.4048	50.71	1.44	0.4048	56.18	第 6 年	No	55.01	58.30	3.29
第 4 組	1.59	0.4434	52.88	1.51	0.4370	59.18	第 5 年	No	48.35	53.55	5.20
第 5 組	1.59	0.4434	55.24	1.44	0.4276	59.24	第 6 年	No	54.60	58.23	3.63
第 6 組	1.59	0.4434	55.91	1.51	0.4240	60.68	第 3 年	No	56.39	61.00	4.61
第 7 組	1.59	0.4434	55.73	1.59	0.4434	57.26	第 14 年	No	55.91	52.70	--
第 8 組	1.59	0.2945	36.60	1.51	0.4370	53.88	第 5 年	Yes	52.08	53.36	1.28
第 9 組	1.59	0.4434	55.44	1.59	0.4434	56.97	第 14 年	No	55.14	51.93	--
第 10 組	1.59	0.4434	55.12	1.44	0.4276	59.27	第 6 年	No	54.28	58.21	3.93
第 11 組	1.59	0.4434	52.61	1.44	0.4276	56.85	第 6 年	No	47.65	51.58	3.93
第 12 組	1.59	0.4136	51.14	1.44	0.4136	57.00	第 6 年	No	53.20	57.13	3.93
第 13 組	1.59	0.4100	51.38	1.37	0.4100	56.37	第 7 年	No	55.13	57.79	2.66
第 14 組	1.59	0.4434	55.28	1.51	0.4171	58.89	第 3 年	No	54.70	58.91	4.21
第 15 組	1.59	0.4434	55.46	1.51	0.4355	61.33	第 5 年	No	55.19	60.03	4.84
第 16 組	1.59	0.2991	34.70	1.44	0.3861	46.59	第 6 年	Yes	42.53	50.63	8.10
第 17 組	1.59	0.4434	53.84	1.51	0.4370	60.54	第 3 年	No	50.88	55.73	4.85
第 18 組	1.59	0.4434	54.96	1.51	0.4370	61.67	第 4 年	No	53.88	59.56	5.68
第 19 組	1.59	0.4434	54.54	1.59	0.4434	56.06	第 14 年	No	52.74	49.53	--
第 20 組	1.59	0.4434	55.01	1.51	0.4233	60.00	第 4 年	No	53.99	60.25	6.26
第 21 組	1.59	0.4434	53.80	1.37	0.4213	56.27	第 7 年	No	50.79	53.26	2.47
第 22 組	1.59	0.4434	54.30	1.59	0.4434	55.83	第 14 年	No	52.11	48.90	--
第 23 組	1.59	0.4434	55.20	1.59	0.4434	56.72	第 14 年	No	54.49	51.28	--
第 24 組	1.59	0.4434	54.25	1.51	0.4370	61.57	第 3 年	No	51.97	58.52	6.55
第 25 組	1.59	0.3550	44.46	1.27	0.3550	48.08	第 8 年	No	54.32	55.88	1.56
第 26 組	1.59	0.4434	55.44	1.59	0.4434	56.97	第 14 年	No	55.15	51.94	--
第 27 組	1.59	0.4434	54.51	1.51	0.4370	60.84	第 5 年	No	52.66	58.01	5.35
第 28 組	1.59	0.4434	54.76	1.59	0.4434	56.29	第 14 年	No	53.34	50.13	--
第 29 組	1.59	0.4434	55.59	1.37	0.4213	58.04	第 7 年	No	55.52	58.18	2.66
第 30 組	1.59	0.4135	50.62	1.37	0.4135	55.66	第 7 年	No	51.76	54.43	2.67
平均	1.59	0.4261	52.66	1.48	0.4259	57.35	--	--	53.13	55.50	3.12

備註： $\rho_O$ ：依原總收入收取原權利金之比例； $\rho_{ED1}$ ：依擴張+遞延總收入收取權利金之比例  
 $FX_O$ ：原方案期初收取之固定權利金； $FX_{ED1}$ ：擴張+遞延 1 年期初收取之固定權利金

表4.15 運量遞增情境資料模擬多重選擇權II二段式收取結果

運量	$FX_o$ (百萬元)	$\rho_o$	$X_o$ (百萬元)	$FX_{RD1}$ (百萬元)	$\rho_{RD1}$	$X_{RD1}$ (百萬元)	$Y_R$	$DN$	$NPV_o$ (百萬元)	$NPV_{RD1}$ (百萬元)	$ROV_{RD1}$ (百萬元)
第 1 組	1.59	0.4434	55.62	1.59	0.4434	55.62	--	No	55.62	55.62	0.00
第 2 組	1.59	0.4385	54.60	1.59	0.4385	54.60	--	No	54.48	54.48	0.00
第 3 組	1.59	0.4048	50.71	1.59	0.4048	50.71	--	No	55.01	55.01	0.00
第 4 組	1.59	0.4434	52.88	1.59	0.4434	52.88	--	No	48.35	48.35	0.00
第 5 組	1.59	0.4434	55.24	1.59	0.4434	55.24	--	No	54.60	54.60	0.00
第 6 組	1.59	0.4434	55.91	1.59	0.4434	55.91	--	No	56.39	56.39	0.00
第 7 組	1.59	0.4434	55.73	1.59	0.4434	55.73	--	No	55.91	55.91	0.00
第 8 組	1.59	0.2945	36.60	1.59	0.4434	48.29	--	Yes	52.08	48.54	0.00
第 9 組	1.59	0.4434	55.44	1.59	0.4434	55.44	--	No	55.14	55.14	0.00
第 10 組	1.59	0.4434	55.12	1.59	0.4434	55.12	--	No	54.28	54.28	0.00
第 11 組	1.59	0.4434	52.61	1.59	0.4434	52.61	--	No	47.65	47.65	0.00
第 12 組	1.59	0.4136	51.14	1.59	0.4136	51.14	--	No	53.20	53.20	0.00
第 13 組	1.59	0.4100	51.38	1.59	0.4100	51.38	--	No	55.13	55.13	0.00
第 14 組	1.59	0.4434	55.28	1.59	0.4434	55.28	--	No	54.70	54.70	0.00
第 15 組	1.59	0.4434	55.46	1.59	0.4434	55.46	--	No	55.19	55.19	0.00
第 16 組	1.59	0.2991	34.70	1.59	0.3861	41.93	--	Yes	42.53	47.52	4.99
第 17 組	1.59	0.4434	53.84	1.59	0.4434	53.84	--	No	50.88	50.88	0.00
第 18 組	1.59	0.4434	54.96	1.59	0.4434	54.96	--	No	53.88	53.88	0.00
第 19 組	1.59	0.4434	54.54	1.59	0.4434	54.54	--	No	52.74	52.74	0.00
第 20 組	1.59	0.4434	55.01	1.59	0.4434	55.01	--	No	53.99	53.99	0.00
第 21 組	1.59	0.4434	53.80	1.59	0.4434	53.80	--	No	50.79	50.79	0.00
第 22 組	1.59	0.4434	54.30	1.59	0.4434	54.30	--	No	52.11	52.11	0.00
第 23 組	1.59	0.4434	55.20	1.59	0.4434	55.20	--	No	54.49	54.49	0.00
第 24 組	1.59	0.4434	54.25	1.59	0.4434	54.25	--	No	51.97	51.97	0.00
第 25 組	1.59	0.3550	44.46	1.59	0.3550	44.46	--	No	54.32	54.32	0.00
第 26 組	1.59	0.4434	55.44	1.59	0.4434	55.44	--	No	55.15	55.15	0.00
第 27 組	1.59	0.4434	54.51	1.59	0.4434	54.51	--	No	52.66	52.66	0.00
第 28 組	1.59	0.4434	54.76	1.59	0.4434	54.76	--	No	53.34	53.34	0.00
第 29 組	1.59	0.4434	55.59	1.59	0.4434	55.59	--	No	55.52	55.52	0.00
第 30 組	1.59	0.4135	50.62	1.59	0.4135	50.62	--	No	51.76	51.76	0.00
平均	1.59	0.4261	52.66	1.59	0.4340	53.29	--	--	53.13	53.18	0.17
備註： $\rho_o$ ：依原總收入收取原權利金之比例； $\rho_{RD1}$ ：依縮減+遞延總收入收取權利金之比例 $FX_o$ ：原方案期初收取之固定權利金； $FX_{RD1}$ ：縮減+遞延 1 年期初收取之固定權利金											



#### 4. 綜合評析

在30筆模擬運量遞增情境下，針對三種權利金收取方式，加入五種實質選擇權進行計畫NPV及權利金額度探討，整合各情境下求得之30筆平均結果如表4.16所示，可說明如下：

- 利用分年最適金額收取方式求得之權利金額度最大，二段式收取居次，而一段式收取由於變數只有一個 $\rho$ 值，因此規劃求解結果所得之目標值也較低。
- 在運量遞增情境下，三種收取方式加入擴張選擇權進行考量後，均能有效提高計畫NPV及權利金價值，由表4.17整合結果更能清楚的比較出，結果驗證考量管理彈性對評估投資計畫所賦予之機會價值。
- 此簡例之BOT投資計畫，在滿足投資者股東報酬及融資者償債水準下，以30筆模擬樣本取得之最佳實質選擇權開放決策及權利金額度，結果如表4.17所示，求得之平均值則為此遞增情境下之BOT計畫簡例所可能收取最佳權利金額度，其中分年最適法可收取7427萬元；二段式收取有5735萬元；而一段式則為5588萬元。

表 4.16 運量遞增情境下各種收取方式之權利金及 NPV 平均額度(百萬元)

權利金及 NPV			權利金收取方式		
			分年最適金額	一段式收取	二段式收取
未考量管理彈性		$X_O$	69.12	51.06	52.66
		$NPV_O$	53.13	53.13	53.13
考量管理彈性	擴張選擇權	$X_E$	74.15	55.16	56.63
		$NPV_E$	55.40	55.40	55.40
	縮減選擇權	$X_R$	69.12	51.06	52.66
		$NPV_R$	53.13	53.13	53.13
	遞延 1 年選擇權	$X_{D1}$	69.19	51.70	53.29
		$NPV_{D1}$	53.43	53.18	53.18
	多重選擇權 I (擴張+遞延 1 年)	$X_{ED1}$	74.27	55.88	57.35
		$NPV_{ED1}$	55.77	55.50	55.50
	多重選擇權 II (縮減+遞延 1 年)	$X_{RD1}$	69.19	51.70	53.29
		$NPV_{RD1}$	53.43	53.18	53.18

表4.17 運量遞增情境各收取方式最佳權利金額度及實質選擇權

運量	分年最適		一段式收取		二段式收取	
	權利金 (百萬元)	實質選擇 權之類型	權利金 (百萬元)	實質選擇 權之類型	權利金 (百萬元)	實質選擇 權之類型
第 1 組	76.79	$X_E$	57.22	$X_E$	58.67	$X_E$
第 2 組	74.35	$X_E$	56.30	$X_E$	57.66	$X_E$
第 3 組	75.85	$X_E$	54.73	$X_E$	56.18	$X_E$
第 4 組	70.88	$X_{ED1}$	57.67	$X_E$	59.18	$X_E$
第 5 組	77.24	$X_E$	57.80	$X_E$	59.24	$X_E$
第 6 組	79.60	$X_E$	59.17	$X_E$	60.68	$X_E$
第 7 組	77.65	$X_E$	55.67	$X_E$	57.26	$X_E$
第 8 組	72.89	$X_E$	52.48	$X_E$	53.88	$X_E$
第 9 組	77.84	$X_E$	55.38	$X_{ED1}$	56.97	$X_{ED1}$
第10組	77.98	$X_E$	57.82	$X_E$	59.27	$X_E$
第11組	67.14	$X_E$	55.41	$X_E$	56.85	$X_E$
第12組	74.34	$X_E$	55.55	$X_E$	57.00	$X_E$
第13組	76.26	$X_E$	55.00	$X_E$	56.37	$X_E$
第14組	77.16	$X_E$	57.38	$X_E$	58.89	$X_E$
第15組	78.10	$X_E$	59.82	$X_E$	61.33	$X_E$
第16組	61.02	$X_{ED1}$	45.25	$X_E$	46.59	$X_E$
第17組	72.70	$X_E$	59.03	$X_{ED1}$	60.54	$X_{ED1}$
第18組	77.50	$X_E$	60.16	$X_E$	61.67	$X_E$
第19組	71.71	$X_E$	54.47	$X_E$	56.06	$X_E$
第20組	78.38	$X_E$	58.49	$X_E$	60.00	$X_E$
第21組	69.76	$X_E$	54.90	$X_E$	56.27	$X_E$
第22組	69.83	$X_E$	54.23	$X_E$	55.83	$X_E$
第23組	74.04	$X_E$	55.13	$X_E$	56.72	$X_E$
第24組	76.14	$X_E$	60.06	$X_E$	61.57	$X_E$
第25組	74.65	$X_E$	46.80	$X_E$	48.08	$X_E$
第26組	72.61	$X_E$	55.38	$X_E$	56.97	$X_E$
第27組	75.48	$X_E$	59.33	$X_E$	60.84	$X_E$
第28組	72.98	$X_E$	54.70	$X_E$	56.29	$X_E$
第29組	76.52	$X_E$	56.67	$X_E$	58.04	$X_E$
第30組	70.83	$X_E$	54.29	$X_E$	55.66	$X_E$
平均	74.27	--	55.88	--	57.35	--

## 4.2.2 運量持平型

運量持平之模擬情境是假設在15年的特許營運期內，未來運量的趨勢是呈現水平的情形，可表示如圖4.8中的粗直線。為考量能使運量更客觀的符合實際變動情形，於此加入以標準常態分配  $N(0,1)$  求得之隨機亂數，配合5萬單位運量的標準差，進行運量調整，如圖4.6中之折線為3組隨機模擬運量，可以取得15年營運期內的每年運量資料，以提供模擬實質選擇權之輸入資料使用。

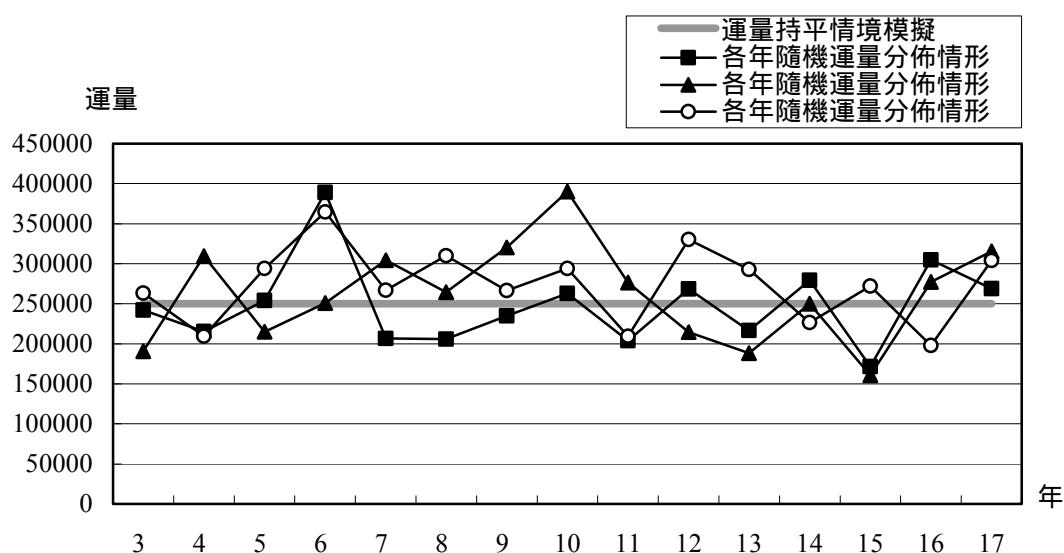


圖4.8 運量持平情境示意圖

### 1. 分年收取最適金額

首先探討以分年最適金額來收取權利金之方式，由於此種收取方式是以考量每年最適收取權利金為基礎，進而求得計畫總體權利金，相較於以營收之單一比例或多種比例收取所求得的權利金額度，結果均較為客觀且準確，可表示計收模式如下：

$$\text{Max } Z = \sum_{t=3}^{17} \frac{x_t}{(1+r)^t}$$

s.t.

$$DSCR_t \geq 1.2, \quad t = 5 \dots 14$$

$$NPV \geq 0$$

$$x_t \geq 0$$

## A. 擴張選擇權

在資料中模擬於營運期內之每一年，分別加入1000萬元之成本進行規模擴建，但基於還款期只到14年之限制，因此並不考慮15~17年擴建之情形。假設此1000萬的擴建成本中仍有70%為融資金額，由於營運規模擴大，進而影響營運成本提高為324萬元；運量也由每年最高容量27萬次之限制提高為33萬次，這些因規模擴建而改變的成本及收入都將影響權利金之收取額度。選擇各組運量資料中最佳擴張年求得之權利金，可整理30筆模擬權利金額度變動情形，結果如表4.18所示。由於本研究之模式乃以權利金最大為目標，因此，在此決策最佳擴張選擇權之擴張年期，採用權利金額度最大年為判斷準則，比較出最佳擴張年期，而NPV值之取用也是依據權利金額度比較決策之結果。當一組資料在相同選擇方案下，權利金額度提升最多但NPV值卻呈現下降情形，在此以「--」表示，並將其實質選擇權之價值以0.00來計算。

由圖4.9可以清楚比較出30組模擬資料在加入擴張選擇權進行評估後，計畫之權利金額度均無優於原本未考量管理彈性時之值，表示在此模擬情境下開放擴張選擇權對此計畫並無正面影響。由於此階段模擬的是運量持平型之投資環境，未來年的需求不會呈現遞增之走勢，而是沿著持平狀態上下震盪，在這樣的投資環境下，較難反映出擴張選擇權所賦予的管理彈性價值，因此選擇維持現行投資規模。

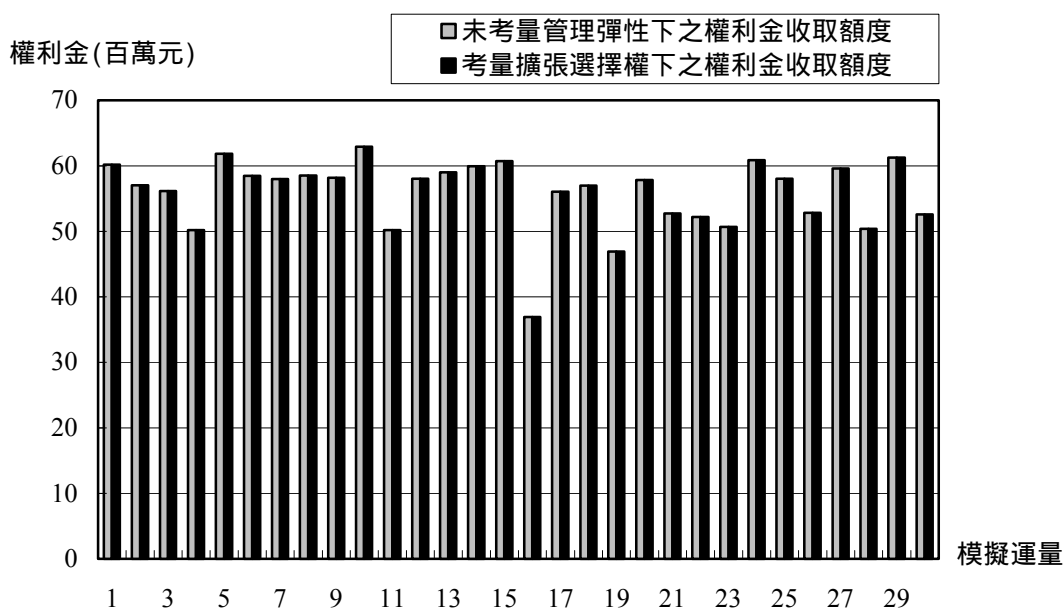


圖 4.9 運量持平情境擴張前後之分年最適權利金收取額度

表 4.18 運量持平情境資料模擬擴張選擇權分年最適結果

運量	$X_O$ (百萬元)	$X_E$ (百萬元)	$Y_E$	$NPV_O$ (百萬元)	$NPV_E$ (百萬元)	$ROV_E$ (百萬元)
第 1 組	60.18	60.18	--	46.29	46.29	0.00
第 2 組	57.03	57.03	--	43.84	43.84	0.00
第 3 組	56.13	56.13	--	43.17	43.17	0.00
第 4 組	50.19	50.19	--	38.59	38.59	0.00
第 5 組	61.87	61.87	--	47.57	47.57	0.00
第 6 組	58.48	58.48	--	44.97	44.97	0.00
第 7 組	57.98	57.98	--	44.59	44.59	0.00
第 8 組	58.56	58.56	--	45.02	45.02	0.00
第 9 組	58.20	58.20	--	44.77	44.77	0.00
第 10 組	62.91	62.91	--	48.36	48.36	0.00
第 11 組	50.18	50.18	--	38.57	38.57	0.00
第 12 組	58.07	58.07	--	44.63	44.63	0.00
第 13 組	59.02	59.02	--	45.38	45.38	0.00
第 14 組	59.97	59.97	--	46.13	46.13	0.00
第 15 組	60.72	60.72	--	46.70	46.70	0.00
第 16 組	36.92	36.92	--	28.35	28.35	0.00
第 17 組	56.03	56.03	--	43.06	43.06	0.00
第 18 組	56.97	56.97	--	43.82	43.82	0.00
第 19 組	46.91	46.91	--	36.06	36.06	0.00
第 20 組	57.85	57.85	--	44.49	44.49	0.00
第 21 組	52.72	52.72	--	40.50	40.50	0.00
第 22 組	52.20	52.20	--	40.10	40.10	0.00
第 23 組	50.69	50.69	--	38.99	38.99	0.00
第 24 組	60.87	60.87	--	46.79	46.79	0.00
第 25 組	58.07	58.07	--	44.60	44.60	0.00
第 26 組	52.84	52.84	--	40.62	40.62	0.00
第 27 組	59.61	59.61	--	45.83	45.83	0.00
第 28 組	50.41	50.41	--	38.77	38.77	0.00
第 29 組	61.27	61.27	--	47.08	47.08	0.00
第 30 組	52.57	52.57	--	40.38	40.38	0.00
平均	55.85	55.85	--	42.93	42.93	0.00
備註： $X_O$ ：原權利金； $X_E$ ：規模擴張後最佳權利金； $Y_E$ ：最佳擴張年期 $NPV_O$ ：原 NPV； $NPV_E$ ：規模擴張後之 NPV； $ROV_E$ ：擴張選擇權之價值						

## B. 縮減選擇權

模擬縮減選擇權乃假設由於需求過低，減少原100席停車位為80席，運量最高容量限制由27.5萬次減少為22萬次，因此可降低年營運成本為216萬元，但已投資之興建成本項目則無法回復，過程中模擬於營運期內之每一年，分別加入縮減選擇權後之權利金變動情形。這些因規模擴建而改變的成本及收入都將影響權利金之收取額度。選擇各組運量資料中最佳縮減年求得之權利金，可整理30筆模擬權利金額度變動情形，結果如表4.19所示。由於本研究之模式乃以權利金最大為目標，因此，在此決策最佳縮減選擇權之縮減年期，採用權利金額度最大年為判斷準則，比較出最佳縮減年期，而NPV值之取用也是依據權利金額度比較決策之結果。當一組資料在相同選擇方案下，權利金額度提升最多但NPV值卻呈現下降情形，在此以「--」表示，並將其實質選擇權之價值以0.00來計算。

結果發現30組模擬資料在加入縮減選擇權進行評估後，計畫之NPV及權利金均無優於原本未考量管理彈性時之值，顯示開放縮減選擇權對運量持平投資環境並無顯著價值。由於此階段模擬的是運量持平之投資環境，未來年之需求呈現不遞增也不遞減之平穩走勢，因此不論加入擴張或縮減之管理彈性，都無法反映出實質選擇權所帶來的機會價值，這也直接說明波動平穩下之投資環境較不需考量其管理彈性，利用圖4.10可以更清楚比較出縮減前後權利金額度並無改變。反觀本研究所探討之交通建設BOT計畫，往往是規模龐大、特許年期長之不確定性高的投資環境，未來年運量需求不易呈現平穩狀態，因此加入管理彈性加以考量，則能有效提升計畫整體評估價值。

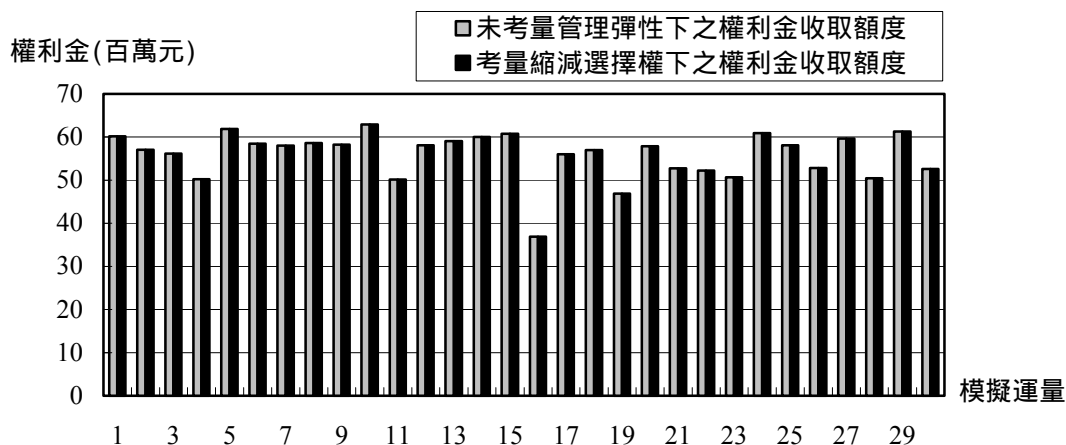


圖4.10 運量持平情境縮減前後之分年最適權利金收取額度

表 4.19 運量持平情境資料模擬縮減選擇權分年最適結果

運量	$X_O$ (百萬元)	$X_R$ (百萬元)	$Y_R$	$NPV_O$ (百萬元)	$NPV_R$ (百萬元)	$ROV_R$ (百萬元)
第 1 組	60.18	60.18	--	46.29	46.29	0.00
第 2 組	57.03	57.03	--	43.84	43.84	0.00
第 3 組	56.13	56.13	--	43.17	43.17	0.00
第 4 組	50.19	50.19	--	38.59	38.59	0.00
第 5 組	61.87	61.87	--	47.57	47.57	0.00
第 6 組	58.48	58.48	--	44.97	44.97	0.00
第 7 組	57.98	57.98	--	44.59	44.59	0.00
第 8 組	58.56	58.56	--	45.02	45.02	0.00
第 9 組	58.20	58.20	--	44.77	44.77	0.00
第 10 組	62.91	62.91	--	48.36	48.36	0.00
第 11 組	50.18	50.18	--	38.57	38.57	0.00
第 12 組	58.07	58.07	--	44.63	44.63	0.00
第 13 組	59.02	59.02	--	45.38	45.38	0.00
第 14 組	59.97	59.97	--	46.13	46.13	0.00
第 15 組	60.72	60.72	--	46.70	46.70	0.00
第 16 組	36.92	36.92	--	28.35	28.35	0.00
第 17 組	56.03	56.03	--	43.06	43.06	0.00
第 18 組	56.97	56.97	--	43.82	43.82	0.00
第 19 組	46.91	46.91	--	36.06	36.06	0.00
第 20 組	57.85	57.85	--	44.49	44.49	0.00
第 21 組	52.72	52.72	--	40.50	40.50	0.00
第 22 組	52.20	52.20	--	40.10	40.10	0.00
第 23 組	50.69	50.69	--	38.99	38.99	0.00
第 24 組	60.87	60.87	--	46.79	46.79	0.00
第 25 組	58.07	58.07	--	44.60	44.60	0.00
第 26 組	52.84	52.84	--	40.62	40.62	0.00
第 27 組	59.61	59.61	--	45.83	45.83	0.00
第 28 組	50.41	50.41	--	38.77	38.77	0.00
第 29 組	61.27	61.27	--	47.08	47.08	0.00
第 30 組	52.57	52.57	--	40.38	40.38	0.00
平均	55.85	55.85	--	42.93	42.93	0.00
備註： $X_O$ ：原權利金； $X_R$ ：規模縮減後最佳權利金； $Y_R$ ：最佳縮減年期 $NPV_O$ ：原 NPV； $NPV_R$ ：規模縮減後之 NPV； $ROV_R$ ：縮減選擇權之價值						

### C.遞延選擇權

在模擬遞延選擇權的過程中，僅針對計畫遞延1年之情境進行探討，使用4.1節所設計之資料進行分析，不額外加入新增之成本及收入項目，在其他條件均不改變的情況下，配合持平走勢之隨機運量資料，模擬BOT計畫改變時間點興建及營運對整體計畫價值及權利金之影響，結果如表4.3所示。由於本研究之模式乃以權利金最大為目標，因此，在此依據遞延1年後之權利金額度是否高於原本作為判斷準則，決策是否採行遞延1年之實質選擇權，而NPV值之取用也是依據權利金額度比較決策之結果。當一組資料在相同選擇方案下，權利金額度提升最多但NPV值卻呈現下降情形，在此以「--」表示，並將其實質選擇權之價值以0.00來計算。

由圖4.10可清楚比較出，在30組模擬資料中，僅有2組模擬資料在延遲1年興建後權利金會增加，整體平均延遲後之權利金約較原方案平均之權利金僅增加7萬元。由表4.20中兩組有採行遞延方案之資料顯示，其二者實質選擇權之價值分別為331及388萬元，對應提高權利金額度僅有24及191萬元，結果與遞增情境下之方案決策相同。在投資環境波動不大之狀態下，不論哪個時間點開始計畫投資，所獲取之利潤差異均不大，影響NPV及權利金收取額度之變動當然也就不顯著，而上述模擬結果與這樣的理論相符合。

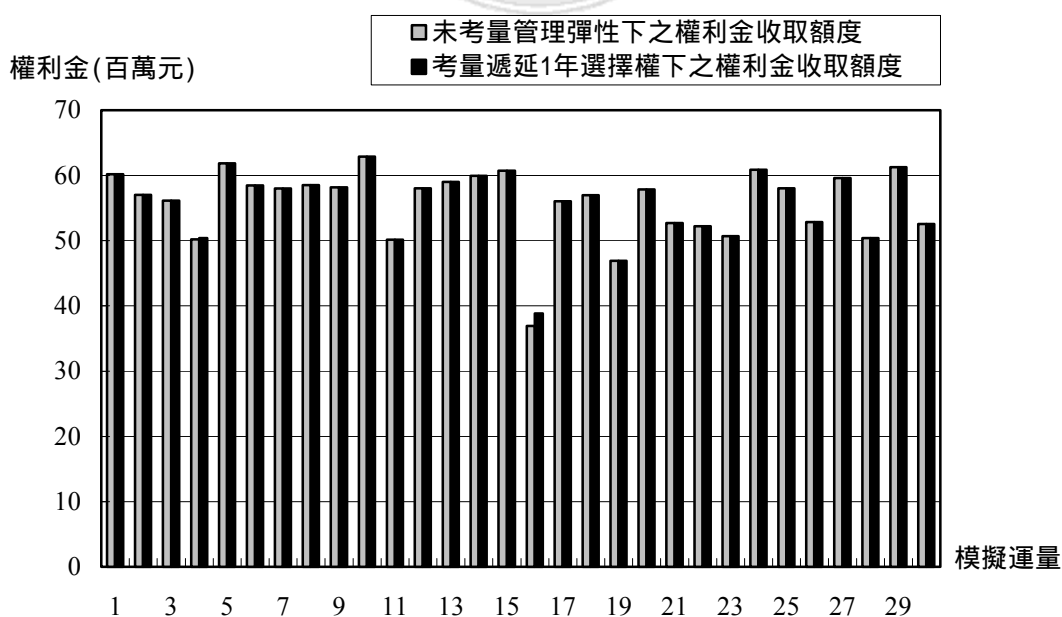


圖 4.10 運量持平情境遞延 1 年前後之分年最適權利金收取額度



表 4.20 運量持平情境資料模擬遞延選擇權分年最適結果

運量	$X_o$ (百萬元)	$X_{D1}$ (百萬元)	$DN$	$NPV_o$ (百萬元)	$NPV_{D1}$ (百萬元)	$ROV_{D1}$ (百萬元)
第 1 組	60.18	60.18	No	46.29	46.29	0.00
第 2 組	57.03	57.03	No	43.84	43.84	0.00
第 3 組	56.13	56.13	No	43.17	43.17	0.00
第 4 組	50.19	50.43	Yes	38.59	41.90	3.31
第 5 組	61.87	61.87	No	47.57	47.57	0.00
第 6 組	58.48	58.48	No	44.97	44.97	0.00
第 7 組	57.98	57.98	No	44.59	44.59	0.00
第 8 組	58.56	58.56	No	45.02	45.02	0.00
第 9 組	58.20	58.20	No	44.77	44.77	0.00
第 10 組	62.91	62.91	No	48.36	48.36	0.00
第 11 組	50.18	50.18	No	38.57	38.57	0.00
第 12 組	58.07	58.07	No	44.63	44.63	0.00
第 13 組	59.02	59.02	No	45.38	45.38	0.00
第 14 組	59.97	59.97	No	46.13	46.13	0.00
第 15 組	60.72	60.72	No	46.70	46.70	0.00
第 16 組	36.92	38.83	Yes	28.35	32.23	3.88
第 17 組	56.03	56.03	No	43.06	43.06	0.00
第 18 組	56.97	56.97	No	43.82	43.82	0.00
第 19 組	46.91	46.91	No	36.06	36.06	0.00
第 20 組	57.85	57.85	No	44.49	44.49	0.00
第 21 組	52.72	52.72	No	40.50	40.50	0.00
第 22 組	52.20	52.20	No	40.10	40.10	0.00
第 23 組	50.69	50.69	No	38.99	38.99	0.00
第 24 組	60.87	60.87	No	46.79	46.79	0.00
第 25 組	58.07	58.07	No	44.60	44.60	0.00
第 26 組	52.84	52.84	No	40.62	40.62	0.00
第 27 組	59.61	59.61	No	45.83	45.83	0.00
第 28 組	50.41	50.41	No	38.77	38.77	0.00
第 29 組	61.27	61.27	No	47.08	47.08	0.00
第 30 組	52.57	52.57	No	40.38	40.38	0.00
平均	55.85	55.92	--	42.93	43.17	0.24
備註： $X_o$ ：原權利金； $X_{D1}$ ：遞延 1 年後之權利金； $DN$ ：是否遞延 $NPV_o$ ：原 NPV； $NPV_{D1}$ ：遞延 1 年後之 NPV； $ROV_{D1}$ ：遞延選擇權之價值						

#### D. 多重選擇權I (擴張+遞延1年)

本階段必須比較未考量選擇權、單考量擴張選擇權、單考量遞延1年選擇權及同時考量擴張和遞延1年選擇權四種情形下求得之結果，進而篩選出最佳實質選擇權使用方案。其中同時考量擴張及遞延選擇權，需先將計畫延遲1年進行後再加入擴建成本進行考量，此時之計畫年期相較於原案減少了一年能回收成本的營運期，再加入1000萬元進行擴建，過程均如同執行擴建選擇權時之方式。選擇各組運量資料中最佳權利金之方案，可整理30筆權利金收取額度如表4.21所示。由於本研究之模式乃以權利金最大為目標，因此，在此決策最佳多重選擇權之使用擴張年期及是否開放遞延1年選擇權，採用權利金額度最大年為判斷準則，比較出最佳實質選擇權開放方案，而NPV值之取用也是依據權利金額度比較決策之結果。當一組資料在相同選擇方案下，權利金額度提升最多但NPV值卻呈現下降情形，在此以「--」表示，並將其實質選擇權之價值以0.00來計算。

在30組模擬多重選擇權的運量資料中，僅有2組資料在考量多重選擇權後之權利金額度會提高，由圖4.11可以清楚的比較出來，經篩選後可計算出30組模擬運量情境下之權利金額度為5592萬元，較未考量管理彈性時之整體平均僅多出了7萬元。此多重選擇權包含擴張及遞延兩種選擇權，由表4.21可以發現，擴張選擇權在此多重選擇權中並沒有發揮任何作用，僅有遞延1年選擇權分別在模擬資料第4組及第16組中產生機會價值，再比較表4.20及表4.21發現，這兩張表是完全相同的，說明此多重選擇權的評估決策過程，最後僅需開放遞延1年選擇權。

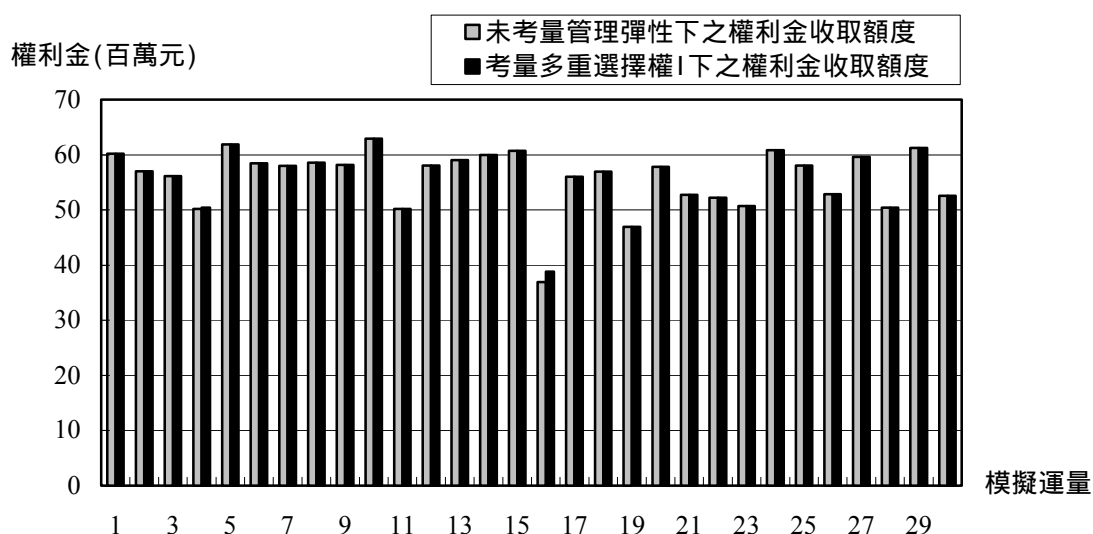


圖4.11 運量持平情境多重選擇權I前後之分年最適權利金收取額度

表4.21 運量持平情境資料模擬多重選擇權I分年最適結果

運量	$X_o$ (百萬元)	$X_{ED1}$ (百萬元)	$Y_E$	$DN$	$NPV_o$ (百萬元)	$NPV_{ED1}$ (百萬元)	$ROV_{ED1}$ (百萬元)
第 1 組	60.18	60.18	--	No	46.29	46.29	0.00
第 2 組	57.03	57.03	--	No	43.84	43.84	0.00
第 3 組	56.13	56.13	--	No	43.17	43.17	0.00
第 4 組	50.19	50.43	--	Yes	38.59	41.90	3.31
第 5 組	61.87	61.87	--	No	47.57	47.57	0.00
第 6 組	58.48	58.48	--	No	44.97	44.97	0.00
第 7 組	57.98	57.98	--	No	44.59	44.59	0.00
第 8 組	58.56	58.56	--	No	45.02	45.02	0.00
第 9 組	58.20	58.20	--	No	44.77	44.77	0.00
第 10 組	62.91	62.91	--	No	48.36	48.36	0.00
第 11 組	50.18	50.18	--	No	38.57	38.57	0.00
第 12 組	58.07	58.07	--	No	44.63	44.63	0.00
第 13 組	59.02	59.02	--	No	45.38	45.38	0.00
第 14 組	59.97	59.97	--	No	46.13	46.13	0.00
第 15 組	60.72	60.72	--	No	46.70	46.70	0.00
第 16 組	36.92	38.83	--	Yes	28.35	32.23	3.88
第 17 組	56.03	56.03	--	No	43.06	43.06	0.00
第 18 組	56.97	56.97	--	No	43.82	43.82	0.00
第 19 組	46.91	46.91	--	No	36.06	36.06	0.00
第 20 組	57.85	57.85	--	No	44.49	44.49	0.00
第 21 組	52.72	52.72	--	No	40.50	40.50	0.00
第 22 組	52.20	52.20	--	No	40.10	40.10	0.00
第 23 組	50.69	50.69	--	No	38.99	38.99	0.00
第 24 組	60.87	60.87	--	No	46.79	46.79	0.00
第 25 組	58.07	58.07	--	No	44.60	44.60	0.00
第 26 組	52.84	52.84	--	No	40.62	40.62	0.00
第 27 組	59.61	59.61	--	No	45.83	45.83	0.00
第 28 組	50.41	50.41	--	No	38.77	38.77	0.00
第 29 組	61.27	61.27	--	No	47.08	47.08	0.00
第 30 組	52.57	52.57	--	No	40.38	40.38	0.00
平均	55.85	55.92	--	--	42.93	43.17	0.24

備註： $X_o$ ：原權利金； $X_{ED1}$ ：延遲+擴張後最佳權利金； $Y_E$ ：最佳擴張年期  
 $NPV_o$ ：原 NPV； $NPV_{ED1}$ ：延遲+擴張後之 NPV； $ROV_{ED1}$ ：多重選擇權之價值

### E. 多重選擇權II（縮減+遞延1年）

本研究探討的第二種多重選擇權包含縮減及遞延兩種選擇權，必須比較未考量選擇權、單考量縮減選擇權、單考量遞延1年選擇權及同時考量縮減和遞延選擇權四種情形下求得之結果，進而篩選出最佳實質選擇權使用方案。其中同時考量縮減及遞延之選擇權，需先將計畫延遲1年進行後再加入縮減規模後之收支資料進行考量，此時之計畫年期相較於原案少了一年能回收成本的營運期，過程依據上述縮減選擇權之步驟進行。選擇各組最佳權利金額度，整理如表4.22所示。由於本研究之模式乃以權利金最大為目標，因此，在此決策最佳多重選擇權之使用縮減年期及是否開放遞延1年選擇權，採用權利金額度最大年為判斷準則，比較出最佳實質選擇權開放方案，而NPV值之取用也是依據權利金額度比較決策之結果。當一組資料在相同選擇方案下，權利金額度提升最多但NPV值卻呈現下降情形，在此以「--」表示，並將其實質選擇權之價值以0.00來計算。

在30組模擬多重選擇權的運量資料中，僅有2組資料在考量多重選擇權後之權利金額度會提高，由圖4.12可以清楚的比較出，經篩選後可計算出30組模擬運量情境下之權利金額度為5592萬元，較未考量管理彈性時之整體平均僅多出了7萬元。此多重選擇權包含縮減及遞延兩種選擇權，由表4.22可以發現，第4組模擬資料僅開放遞延選擇權，而第16組模擬資料則同時開放縮減及遞延選擇權，進而比較表4.21與表4.22的結果，發現雖然表4.22中之權利金額度及NPV僅小幅高出表4.21，但卻驗證在投資計畫中，考量越多種類之實質選擇權，越能提高計畫價值。

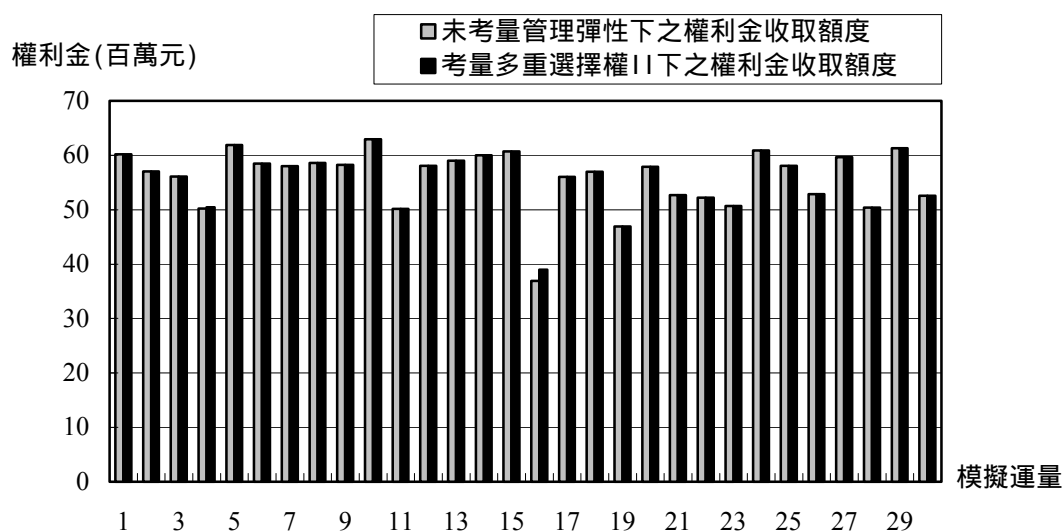


圖4.12 運量持平情境多重選擇權II前後之分年最適權利金收取額度

表4.22 運量持平情境資料模擬多重選擇權II分年最適結果

運量	$X_O$ (百萬元)	$X_{RD1}$ (百萬元)	$Y_R$	$DN$	$NPV_O$ (百萬元)	$NPV_{RD1}$ (百萬元)	$ROV_{RD1}$ (百萬元)
第 1 組	60.18	60.18	--	No	46.29	46.29	0.00
第 2 組	57.03	57.03	--	No	43.84	43.84	0.00
第 3 組	56.13	56.13	--	No	43.17	43.17	0.00
第 4 組	50.19	50.43	--	Yes	38.59	41.90	3.31
第 5 組	61.87	61.87	--	No	47.57	47.57	0.00
第 6 組	58.48	58.48	--	No	44.97	44.97	0.00
第 7 組	57.98	57.98	--	No	44.59	44.59	0.00
第 8 組	58.56	58.56	--	No	45.02	45.02	0.00
第 9 組	58.20	58.20	--	No	44.77	44.77	0.00
第 10 組	62.91	62.91	--	No	48.36	48.36	0.00
第 11 組	50.18	50.18	--	No	38.57	38.57	0.00
第 12 組	58.07	58.07	--	No	44.63	44.63	0.00
第 13 組	59.02	59.02	--	No	45.38	45.38	0.00
第 14 組	59.97	59.97	--	No	46.13	46.13	0.00
第 15 組	60.72	60.72	--	No	46.70	46.70	0.00
第 16 組	36.92	38.97	第 16 年	Yes	28.35	32.35	4.00
第 17 組	56.03	56.03	--	No	43.06	43.06	0.00
第 18 組	56.97	56.97	--	No	43.82	43.82	0.00
第 19 組	46.91	46.91	--	No	36.06	36.06	0.00
第 20 組	57.85	57.85	--	No	44.49	44.49	0.00
第 21 組	52.72	52.72	--	No	40.50	40.50	0.00
第 22 組	52.20	52.20	--	No	40.10	40.10	0.00
第 23 組	50.69	50.69	--	No	38.99	38.99	0.00
第 24 組	60.87	60.87	--	No	46.79	46.79	0.00
第 25 組	58.07	58.07	--	No	44.60	44.60	0.00
第 26 組	52.84	52.84	--	No	40.62	40.62	0.00
第 27 組	59.61	59.61	--	No	45.83	45.83	0.00
第 28 組	50.41	50.41	--	No	38.77	38.77	0.00
第 29 組	61.27	61.27	--	No	47.08	47.08	0.00
第 30 組	52.57	52.57	--	No	40.38	40.38	0.00
平均	55.85	55.92	--	--	42.93	43.18	0.24
備註： $X_O$ ：原權利金； $X_{RD1}$ ：延遲且縮減後最佳權利金； $Y_R$ ：最佳縮減年期 $NPV_O$ ：原 NPV； $NPV_{RD1}$ ：延遲且縮減後之 NPV； $ROV_{RD1}$ ：多重選擇權之價值							

## 2.一段式收取

利用與分年最適金額法中之同一組隨機運量及模擬情境進行一段式收取分析，模擬及求解過程均如分年最適金額法中所述，因此於此不再多做說明，僅針對一段式收取結果及各收取法間之差異比較說明於下。主要是欲比較各收取法間之差異，在此一段式收取方式係以每年總收入（ $TR_t$ ）做為計算基礎，依固定比例  $\rho$  加以計算求得每年權利金收取額度及計畫總權利金額度，由於是以單一比例依據收取權利金，因此過程較為簡便，但求得的權利金額度往往較實際能收取之金額有顯著誤差，一段式權利金計收模式表示如下：

$$\begin{aligned} \text{Max } Z &= \rho \times \sum_{t=3}^{17} \frac{TR_t}{(1+r)^t} \\ \text{s.t.} \\ DSCR_t &\geq 1.2, \quad t = 5 \dots 14 \\ NPV &\geq 0 \\ x_t &\geq 0 \end{aligned}$$

同樣考量擴張、縮減、遞延及多重選擇權等五種情境進行模擬分析，計算權利金收取額度及固定比例  $\rho$  值結果如表4.23 表4.27所示。綜觀一段式收取法所求得之平均計畫權利金及NPV，發現不管在開放哪一種選擇權情境下，利用一段式收取所求得之權利金額度及NPV均低於分年最適金額法所求得之值，分別比較各實質選擇權情境下之差異，發現不考量管理彈性下之權利金額度減少56%，擴張、縮減及遞延1年選擇權情境則分別減少51%、51%及54%的權利金額度，而多重選擇權I及多重選擇權II之情境減幅最小均為49%。由於原始情境下之權利金額度在此收取法中大幅減少，因此使得以擴張及緊縮選擇權情境下求得之權利金計收額度較佳，這樣的結果與分年最適收取法的不相同。比較分年最適收取與一段式收取法，發現此二種收取法在決策選擇權是否開之結果差異甚大，在一段式收取中以多重選擇法I之權利金額度最佳，較未考量管理彈性多出396萬元。

由於本研究之模式乃以權利金最大為目標，因此，在此決策實質選擇權之最佳開放年期及是否採行遞延1年選擇權，均以權利金額度最大年為判斷準則，比較出最佳實質選擇權開放方案，而NPV值之取用也是依據權利金額度比較決策之結果。當一組資料在相同選擇方案下，權利金額度提升最多但NPV值卻呈現下降情形，在此以「--」表示，並將其實質選擇權之價值以0.00來計算。

表 4.23 運量持平情境資料模擬擴張選擇權一段式收取結果

運量	$\rho_o$	$X_o$ (百萬元)	$\rho_E$	$X_E$ (百萬元)	$Y_E$	$NPV_o$ (百萬元)	$NPV_E$ (百萬元)	$ROV_E$ (百萬元)
第 1 組	0.2503	28.12	0.2503	28.16	第 14 年	46.29	39.64	--
第 2 組	0.2650	29.33	0.2650	29.58	第 14 年	43.84	37.97	--
第 3 組	0.2786	30.48	0.2786	30.52	第 14 年	43.17	36.52	--
第 4 組	0.2441	25.68	0.3024	32.01	第 12 年	38.59	32.31	--
第 5 組	0.2944	33.49	0.2944	33.56	第 14 年	47.57	41.06	--
第 6 組	0.2648	29.26	0.2648	29.26	--	44.97	44.97	0.00
第 7 組	0.2205	24.47	0.2205	24.81	第 14 年	44.59	39.27	--
第 8 組	0.1099	12.28	0.1099	12.70	第 6 年	45.02	38.69	--
第 9 組	0.1974	21.87	0.1974	21.97	第 14 年	44.77	38.67	--
第 10 組	0.3191	36.57	0.3191	37.14	第 14 年	48.36	43.64	--
第 11 組	0.1098	11.61	0.1770	18.95	第 11 年	38.57	32.39	--
第 12 組	0.2914	32.37	0.2914	32.37	--	44.63	44.63	0.00
第 13 組	0.2153	24.03	0.2153	24.55	第 12 年	45.38	40.87	--
第 14 組	0.2387	26.73	0.2387	26.81	第 14 年	46.13	39.95	--
第 15 組	0.2755	31.05	0.2755	31.39	第 14 年	46.70	41.49	--
第 16 組	0.1171	11.30	0.1171	11.36	第 11 年	28.35	21.77	--
第 17 組	0.3075	33.84	0.3652	40.45	第 14 年	43.06	36.73	--
第 18 組	0.3153	34.56	0.3153	34.74	第 13 年	43.82	38.03	--
第 19 組	0.1006	10.29	0.2676	27.38	第 13 年	36.06	29.15	--
第 20 組	0.2230	24.59	0.2230	24.59	--	44.49	44.49	0.00
第 21 組	0.2036	21.95	0.3545	38.39	第 13 年	40.50	33.67	--
第 22 組	0.1910	20.58	0.1910	21.04	第 8 年	40.10	33.91	--
第 23 組	0.1316	13.79	0.1324	13.98	第 11 年	38.99	32.42	--
第 24 組	0.3889	44.20	0.3889	44.73	第 14 年	46.79	41.69	--
第 25 組	0.0391	4.35	0.1775	20.60	第 3 年	44.60	37.05	--
第 26 組	0.1288	13.85	0.1288	14.20	第 10 年	40.62	35.59	--
第 27 組	0.3141	35.18	0.3348	37.63	第 13 年	45.83	39.57	--
第 28 組	0.2720	28.58	0.2720	28.93	第 13 年	38.77	33.28	--
第 29 組	0.2770	31.52	0.2770	31.62	第 14 年	47.08	40.92	--
第 30 組	0.1264	13.57	0.2215	24.48	第 9 年	40.38	35.16	--
平均	0.2237	24.65	0.2489	27.60	--	42.93	37.52	0.00
備註： $\rho_o$ ：依原總收入收取原權利金之比例 $\rho_E$ ：依擴張總收入收取擴張權利金之比例								

表 4.24 運量持平情境資料模擬縮減選擇權一段式收取結果

運量	$\rho_o$	$X_o$ (百萬元)	$\rho_R$	$X_R$ (百萬元)	$Y_R$	$NPV_o$ (百萬元)	$NPV_R$ (百萬元)	$ROV_R$ (百萬元)
第 1 組	0.2503	28.12	0.2879	30.42	第 8 年	46.29	39.43	--
第 2 組	0.2650	29.33	0.3021	31.37	第 6 年	43.84	37.05	--
第 3 組	0.2786	30.48	0.3168	32.60	第 5 年	43.17	36.67	--
第 4 組	0.2441	25.68	0.2841	29.22	第 12 年	38.59	34.47	--
第 5 組	0.2944	33.49	0.3318	35.43	第 8 年	47.57	40.16	--
第 6 組	0.2648	29.26	0.3037	32.95	第 11 年	44.97	41.51	--
第 7 組	0.2205	24.47	0.2617	27.42	第 7 年	44.59	38.11	--
第 8 組	0.1099	12.28	0.1570	15.89	第 5 年	45.02	34.38	--
第 9 組	0.1974	21.87	0.2398	25.25	第 8 年	44.77	38.64	--
第 10 組	0.3191	36.57	0.3551	39.34	第 11 年	48.36	43.76	--
第 11 組	0.1098	11.61	0.1569	15.87	第 11 年	38.57	32.63	--
第 12 組	0.2914	32.37	0.3289	33.42	第 5 年	44.63	35.00	--
第 13 組	0.2153	24.03	0.2549	26.55	第 6 年	45.38	37.70	--
第 14 組	0.2387	26.73	0.2790	29.75	第 8 年	46.13	40.21	--
第 15 組	0.2755	31.05	0.3138	33.59	第 8 年	46.70	40.41	--
第 16 組	0.1171	11.30	0.1638	14.71	第 5 年	28.35	22.34	--
第 17 組	0.3075	33.84	0.3419	37.09	第 14 年	43.06	39.46	--
第 18 組	0.3153	34.56	0.3502	36.97	第 8 年	43.82	39.69	--
第 19 組	0.1006	10.29	0.1453	14.87	第 14 年	36.06	33.77	--
第 20 組	0.2230	24.59	0.2641	27.90	第 9 年	44.49	39.09	--
第 21 組	0.2036	21.95	0.2457	26.08	第 13 年	40.50	36.81	--
第 22 組	0.1910	20.58	0.2339	23.48	第 7 年	40.10	32.92	--
第 23 組	0.1316	13.79	0.1776	18.29	第 11 年	38.99	35.55	-
第 24 組	0.3889	44.20	0.3889	44.20	--	46.79	46.79	0.00
第 25 組	0.0391	4.35	0.0391	4.35	--	44.60	44.60	0.00
第 26 組	0.1288	13.85	0.1749	17.64	第 8 年	40.62	33.44	--
第 27 組	0.3141	35.18	0.3504	37.36	第 9 年	45.83	39.59	--
第 28 組	0.2720	28.58	0.3105	31.78	第 8 年	38.77	35.11	--
第 29 組	0.2770	31.52	0.3135	33.08	第 6 年	47.08	39.19	--
第 30 組	0.1264	13.57	0.1699	17.99	第 14 年	40.38	37.70	--
平均	0.2237	24.65	0.2614	27.50	--	42.93	37.54	0.00
備註： $\rho_o$ ：依原總收入收取原權利金之比例 $\rho_R$ ：依縮減總收入收取縮減權利金之比例								



表 4.25 運量持平情境資料模擬遞延選擇權一段式收取結果

運量	$\rho_o$	$X_o$ (百萬元)	$\rho_{D1}$	$X_{D1}$ (百萬元)	$DN$	$NPV_o$ (百萬元)	$NPV_{D1}$ (百萬元)	$ROV_{D1}$ (百萬元)
第 1 組	0.2503	28.12	0.2503	28.12	No	46.29	46.29	0.00
第 2 組	0.2650	29.33	0.2650	29.33	No	43.84	43.84	0.00
第 3 組	0.2786	30.48	0.2786	30.48	No	43.17	43.17	0.00
第 4 組	0.2441	25.68	0.2441	25.68	No	38.59	38.59	0.00
第 5 組	0.2944	33.49	0.2944	33.49	No	47.57	47.57	0.00
第 6 組	0.2648	29.26	0.2648	29.26	No	44.97	44.97	0.00
第 7 組	0.2205	24.47	0.2205	24.47	No	44.59	44.59	0.00
第 8 組	0.1099	12.28	0.3274	32.25	Yes	45.02	40.31	--
第 9 組	0.1974	21.87	0.1974	21.87	No	44.77	44.77	0.00
第 10 組	0.3191	36.57	0.3191	36.57	No	48.36	48.36	0.00
第 11 組	0.1098	11.61	0.1098	11.61	No	38.57	38.57	0.00
第 12 組	0.2914	32.37	0.2914	32.37	No	44.63	44.63	0.00
第 13 組	0.2153	24.03	0.2153	24.03	No	45.38	45.38	0.00
第 14 組	0.2387	26.73	0.2387	26.73	No	46.13	46.13	0.00
第 15 組	0.2755	31.05	0.2755	31.05	No	46.70	46.70	0.00
第 16 組	0.1171	11.30	0.1510	13.68	Yes	28.35	32.23	3.88
第 17 組	0.3075	33.84	0.3075	33.84	No	43.06	43.06	0.00
第 18 組	0.3153	34.56	0.3153	34.56	No	43.82	43.82	0.00
第 19 組	0.1006	10.29	0.1480	13.51	Yes	36.06	33.65	--
第 20 組	0.2230	24.59	0.2230	24.59	No	44.49	44.49	0.00
第 21 組	0.2036	21.95	0.2036	21.95	No	40.50	40.50	0.00
第 22 組	0.1910	20.58	0.1910	20.58	No	40.10	40.10	0.00
第 23 組	0.1316	13.79	0.1316	13.79	No	38.99	38.99	0.00
第 24 組	0.3889	44.20	0.3889	44.20	No	46.79	46.79	0.00
第 25 組	0.0391	4.35	0.0992	9.71	Yes	44.60	40.03	--
第 26 組	0.1288	13.85	0.1288	13.85	No	40.62	40.62	0.00
第 27 組	0.3141	35.18	0.3141	35.18	No	45.83	45.83	0.00
第 28 組	0.2720	28.58	0.2720	28.58	No	38.77	38.77	0.00
第 29 組	0.2770	31.52	0.2770	31.52	No	47.08	47.08	0.00
第 30 組	0.1264	13.57	0.1727	16.74	Yes	40.38	39.54	--
平均	0.2237	24.65	0.2372	25.79	--	42.93	42.65	0.13
備註： $\rho_o$ ：依原總收入收取原權利金之比例								
$\rho_{D1}$ ：依遞延 1 年總收入收取遞延 1 年權利金之比例								

表4.26 運量持平情境資料模擬多重選擇權I一段式收取結果

運量	$\rho_o$	$X_o$ (百萬元)	$\rho_{ED1}$	$X_{ED1}$ (百萬元)	$Y_E$	$DN$	$NPV_o$ (百萬元)	$NPV_{ED1}$ (百萬元)	$ROV_{ED1}$ (百萬元)
第 1 組	0.2503	28.12	0.2503	28.16	第 14 年	No	46.29	39.64	--
第 2 組	0.2650	29.33	0.265	29.58	第 14 年	No	43.84	37.97	--
第 3 組	0.2786	30.48	0.2786	30.52	第 14 年	No	43.17	36.52	--
第 4 組	0.2441	25.68	0.3024	32.01	第 12 年	No	38.59	32.31	--
第 5 組	0.2944	33.49	0.2944	33.56	第 14 年	No	47.57	41.06	--
第 6 組	0.2648	29.26	0.2648	29.26	--	No	44.97	44.97	0.00
第 7 組	0.2205	24.47	0.2205	24.81	第 14 年	No	44.59	39.27	--
第 8 組	0.1099	12.28	0.3274	32.55	第 14 年	Yes	45.02	35.03	--
第 9 組	0.1974	21.87	0.1974	21.97	第 14 年	No	44.77	38.67	--
第 10 組	0.3191	36.57	0.3191	37.14	第 14 年	No	48.36	43.64	--
第 11 組	0.1098	11.61	0.2154	20.86	第 10 年	Yes	38.57	31.45	--
第 12 組	0.2914	32.37	0.3537	34.57	第 14 年	Yes	44.63	33.36	--
第 13 組	0.2153	24.03	0.2153	24.55	第 12 年	No	45.38	40.87	--
第 14 組	0.2387	26.73	0.2387	26.81	第 14 年	No	46.13	39.95	--
第 15 組	0.2755	31.05	0.2755	31.39	第 14 年	No	46.70	41.49	--
第 16 組	0.1171	11.30	0.1582	14.41	第 11 年	Yes	28.35	25.65	--
第 17 組	0.3075	33.84	0.3652	40.45	第 14 年	No	43.06	36.73	--
第 18 組	0.3153	34.56	0.3153	34.74	第 13 年	No	43.82	38.03	--
第 19 組	0.1006	10.29	0.2676	27.38	第 13 年	No	36.06	29.15	--
第 20 組	0.2230	24.59	0.223	24.59	--	No	44.49	44.49	0.00
第 21 組	0.2036	21.95	0.3545	38.39	第 13 年	No	40.50	33.67	--
第 22 組	0.1910	20.58	0.191	21.04	第 8 年	No	40.10	33.91	--
第 23 組	0.1316	13.79	0.1838	17.24	第 10 年	Yes	38.99	28.65	--
第 24 組	0.3889	44.20	0.3889	44.73	第 14 年	No	46.79	41.69	--
第 25 組	0.0391	4.35	0.1775	20.60	第 3 年	No	44.60	37.05	--
第 26 組	0.1288	13.85	0.1288	14.20	第 10 年	No	40.62	35.59	--
第 27 組	0.3141	35.18	0.3348	37.63	第 13 年	No	45.83	39.57	--
第 28 組	0.2720	28.58	0.272	28.93	第 13 年	No	38.77	33.28	--
第 29 組	0.2770	31.52	0.277	31.62	第 14 年	No	47.08	40.92	--
第 30 組	0.1264	13.57	0.2536	24.60	第 12 年	Yes	40.38	32.50	--
平均	0.2237	24.65	0.2637	28.61	--	--	42.93	36.90	0.00
備註： $\rho_o$ ：依原總收入收取原權利金之比例									
$\rho_{ED1}$ ：依擴張+遞延 1 年總收入收取擴張+遞延 1 年權利金之比例									

表4.27 運量持平情境資料模擬多重選擇權II一段式收取結果

運量	$\rho_o$	$X_o$ (百萬元)	$\rho_{RD1}$	$X_{RD1}$ (百萬元)	$Y_R$	$DN$	$NPV_o$ (百萬元)	$NPV_{RD1}$ (百萬元)	$ROV_{RD1}$ (百萬元)
第 1 組	0.2503	28.12	0.2879	30.42	第 8 年	No	46.29	39.43	--
第 2 組	0.2650	29.33	0.3021	31.37	第 6 年	No	43.84	37.05	--
第 3 組	0.2786	30.48	0.3168	32.60	第 5 年	No	43.17	36.67	--
第 4 組	0.2441	25.68	0.2841	29.22	第 12 年	No	38.59	34.47	--
第 5 組	0.2944	33.49	0.3318	35.43	第 8 年	No	47.57	40.16	--
第 6 組	0.2648	29.26	0.3037	32.95	第 11 年	No	44.97	41.51	--
第 7 組	0.2205	24.47	0.2617	27.42	第 7 年	No	44.59	38.11	--
第 8 組	0.1099	12.28	0.3630	33.16	第 7 年	Yes	45.02	35.23	--
第 9 組	0.1974	21.87	0.2398	25.25	第 8 年	No	44.77	38.64	--
第 10 組	0.3191	36.57	0.3551	39.34	第 11 年	No	48.36	43.76	--
第 11 組	0.1098	11.61	0.1569	15.87	第 11 年	No	38.57	32.63	--
第 12 組	0.2914	32.37	0.3289	33.42	第 5 年	No	44.63	35.00	--
第 13 組	0.2153	24.03	0.2549	26.55	第 6 年	No	45.38	37.70	--
第 14 組	0.2387	26.73	0.2790	29.75	第 8 年	No	46.13	40.21	--
第 15 組	0.2755	31.05	0.3138	33.59	第 8 年	No	46.70	40.41	--
第 16 組	0.1171	11.30	0.1932	16.21	第 5 年	Yes	28.35	27.33	--
第 17 組	0.3075	33.84	0.3419	37.09	第 14 年	No	43.06	39.46	--
第 18 組	0.3153	34.56	0.3502	36.97	第 8 年	No	43.82	39.69	--
第 19 組	0.1006	10.29	0.1931	17.63	第 13 年	Yes	36.06	34.20	--
第 20 組	0.2230	24.59	0.2641	27.90	第 9 年	No	44.49	39.09	--
第 21 組	0.2036	21.95	0.2457	26.08	第 13 年	No	40.50	36.81	--
第 22 組	0.1910	20.58	0.2339	23.48	第 7 年	No	40.10	32.92	--
第 23 組	0.1316	13.79	0.1776	18.29	第 11 年	No	38.99	35.55	--
第 24 組	0.3889	44.20	0.3889	44.20	--	No	46.79	46.79	0.00
第 25 組	0.0391	4.35	0.0992	9.71	--	Yes	44.60	40.03	--
第 26 組	0.1288	13.85	0.1749	17.64	第 8 年	No	40.62	33.44	--
第 27 組	0.3141	35.18	0.3504	37.36	第 9 年	No	45.83	39.59	--
第 28 組	0.2720	28.58	0.3105	31.78	第 8 年	No	38.77	35.11	--
第 29 組	0.2770	31.52	0.3135	33.08	第 6 年	No	47.08	39.19	--
第 30 組	0.1264	13.57	0.2164	20.67	第 12 年	Yes	40.38	38.84	--
平均	0.2237	24.65	0.2744	28.48	--	--	42.93	37.63	0.00
備註： $\rho_o$ ：依原總收入收取原權利金之比例									
$\rho_{RD1}$ ：依縮減+遞延 1 年總收入收取縮減+遞延 1 年權利金之比例									

### 3.二段式收取

同樣利用與分年最適金額法中之相同的隨機運量與模擬情境進行二段式收取分析，模擬及求解過程均如分年最適金額法中所述，因此於此不再多做說明，僅針對二段式收取結果及各收取法間之差異比較說明於下。二段式收取法首先於BOT計畫開始時收取一固定權利金額度（ $FX$ ），至營運期開始後每年以當年總收入（ $TR_t$ ）做為計算基礎，依固定比例  $\rho$  加以計算求得每年權利金收取額度，加總期初收取的固定權利金（ $FX$ ）及分年權利金進而求得計畫總權利金額度，二段式權利金計收模式表示如下：

$$Max Z = FX + \rho \times \sum_{t=3}^{17} \frac{TR_t}{(1+r)^t}$$

s.t.

$$DSCR_t \geq 1.2, \quad t = 5 \dots 14$$

$$NPV \geq 0$$

$$x_t \geq 0$$

$$FX \geq 0$$

同樣考量擴張、縮減、遞延及多重選擇權等五種情境進行模擬分析，計算權利金收取總額度、期初固定單筆權利金  $FX$  及固定比例  $\rho$  值結果如表4.28 表4.32所示。綜觀二段式收取法所求得之平均計畫NPV及權利金，發現NPV之值與一段式收取相類似，不論在何種收取方式下均以原方案之NPV最大；而權利金收取在二段收取方式下以多重選擇權I求得之權利金額度3064萬元最高。進而微觀比較各組模擬運量及實質選擇權之變化情形，發現二段式收取法之實質選擇權開放情形，與分年最適法及一段式收取之結果均不相同，但與一段式收取之差異較小，主要是因為一段與二段式收取法之模式差異僅在期出是否先收取一筆固定之權利金  $FX$ ，若當  $FX$  為0時，則此兩種收取方式是完全相同的，因此求得之最佳結果也均相類似。

由於本研究之模式乃以權利金最大為目標，因此，在此決策實質選擇權之最佳開放年期及是否採行遞延1年選擇權，均以權利金額度最大年為判斷準則，比較出最佳實質選擇權開放方案，而NPV值之取用也是依據權利金額度比較決策之結果。當一組資料在相同選擇方案下，權利金額度提升最多但NPV值卻呈現下降情形，在此以「--」表示，並將其實質選擇權之價值以0.00來計算。

表 4.28 運量持平情境資料模擬擴張選擇權二段式收取結果

運量	$FX_o$ (百萬元)	$\rho_o$	$X_o$ (百萬元)	$FX_E$ (百萬元)	$\rho_E$	$X_E$ (百萬元)	$Y_E$	$NPV_o$ (百萬元)	$NPV_E$ (百萬元)	$ROV_E$ (百萬元)
第 1 組	1.59	0.2503	29.71	1.59	0.2503	29.71	--	46.29	46.29	0.00
第 2 組	1.43	0.2650	30.76	1.43	0.2650	31.01	第 13 年	43.84	38.18	--
第 3 組	1.19	0.2786	31.67	1.19	0.2786	31.67	--	43.17	43.17	0.00
第 4 組	0.55	0.3024	32.36	31.07	0.3024	63.08	第 12 年	38.59	32.31	--
第 5 組	1.59	0.2944	35.08	1.59	0.2944	35.15	第 13 年	47.57	41.43	--
第 6 組	1.59	0.2648	30.85	0.00	0.2648	29.26	第 14 年	44.97	38.03	--
第 7 組	0.98	0.2205	25.46	0.98	0.2205	25.79	第 13 年	44.59	39.58	--
第 8 組	1.59	0.1099	13.88	1.59	0.1099	14.10	第 13 年	45.02	40.57	--
第 9 組	0.90	0.1974	22.77	0.10	0.1974	22.07	第 12 年	44.77	38.59	--
第 10 組	1.47	0.3191	38.04	1.47	0.3191	38.60	第 14 年	48.36	43.64	--
第 11 組	1.54	0.1098	13.15	0.06	0.1770	18.95	第 11 年	38.57	32.39	--
第 12 組	1.55	0.2914	33.93	1.55	0.2914	33.93	第 13 年	44.63	38.27	--
第 13 組	1.59	0.2153	25.62	0.46	0.2153	25.01	第 12 年	45.38	40.87	--
第 14 組	1.59	0.2387	28.32	1.47	0.2387	26.81	第 14 年	46.13	39.95	--
第 15 組	1.00	0.2755	32.05	1.47	0.2755	31.39	第 14 年	46.70	41.49	--
第 16 組	1.41	0.1171	12.71	0.38	0.1171	11.74	第 11 年	28.35	21.77	--
第 17 組	0.98	0.3075	34.81	0.06	0.3835	42.70	第 12 年	43.06	37.38	--
第 18 組	0.78	0.3160	35.42	0.78	0.3160	35.59	第 13 年	43.82	38.03	--
第 19 組	0.62	0.1006	10.91	0.16	0.2694	27.57	第 12 年	36.06	28.84	--
第 20 組	1.30	0.2230	25.89	0.30	0.2230	25.28	第 11 年	44.49	39.00	--
第 21 組	1.55	0.2036	23.50	0.25	0.3545	38.65	第 12 年	40.50	33.80	--
第 22 組	1.59	0.1910	22.17	0.97	0.1910	22.01	第 8 年	40.10	33.91	--
第 23 組	1.20	0.1316	14.99	0.58	0.1689	17.83	第 11 年	38.99	32.42	--
第 24 組	1.59	0.3889	45.80	1.59	0.3889	46.33	第 14 年	46.79	41.69	--
第 25 組	1.59	0.0391	4.35	1.39	0.1775	20.60	第 3 年	44.60	37.05	--
第 26 組	1.59	0.1288	15.44	1.59	0.1288	15.46	第 13 年	40.62	34.45	--
第 27 組	1.59	0.3141	36.77	1.59	0.3348	39.23	第 13 年	45.83	39.57	--
第 28 組	1.13	0.2720	29.71	1.13	0.2720	30.06	第 13 年	38.77	33.28	--
第 29 組	1.48	0.2770	33.00	1.59	0.2770	31.62	第 14 年	47.08	40.92	--
第 30 組	1.55	0.1264	15.13	0.73	0.2215	25.21	第 9 年	40.38	35.16	--
平均	1.34	0.2257	26.14	1.97	0.2508	29.55	--	42.93	37.40	0.00
備註： $\rho_o$ ：依原總收入收取原權利金之比例； $\rho_E$ ：依擴張總收入收取擴張權利金之比例 $FX_o$ ：原方案期初收取之固定權利金； $FX_E$ ：擴張規模期初收取之固定權利金										

表 4.29 運量持平情境資料模擬縮減選擇權二段式收取結果

運量	$FX_O$ (百萬元)	$\rho_O$	$X_O$ (百萬元)	$FX_R$ (百萬元)	$\rho_R$	$X_R$ (百萬元)	$Y_R$	$NPV_O$ (百萬元)	$NPV_R$ (百萬元)	$ROV_R$ (百萬元)
第 1 組	1.59	0.2503	29.71	1.13	0.2879	31.55	第 8 年	46.29	39.43	--
第 2 組	1.43	0.2650	30.76	1.13	0.3021	32.50	第 6 年	43.84	37.05	--
第 3 組	1.19	0.2786	31.67	1.13	0.3168	33.74	第 5 年	43.17	36.67	--
第 4 組	0.55	0.3024	32.36	0.64	0.3393	35.53	第 10 年	38.59	34.84	--
第 5 組	1.59	0.2944	35.08	1.13	0.3318	36.57	第 8 年	47.57	40.16	--
第 6 組	1.59	0.2648	30.85	1.13	0.3037	34.08	第 11 年	44.97	41.51	--
第 7 組	0.98	0.2205	25.46	1.07	0.2617	28.49	第 7 年	44.59	38.11	--
第 8 組	1.59	0.1099	13.88	1.13	0.1570	17.02	第 5 年	45.02	34.38	--
第 9 組	0.90	0.1974	22.77	0.99	0.2398	26.25	第 8 年	44.77	38.64	--
第 10 組	1.47	0.3191	38.04	1.13	0.3551	40.47	第 11 年	48.36	43.76	--
第 11 組	1.54	0.1098	13.15	1.13	0.1569	17.00	第 11 年	38.57	32.63	--
第 12 組	1.55	0.2914	33.93	1.13	0.3289	34.55	第 5 年	44.63	35.00	--
第 13 組	1.59	0.2153	25.62	1.13	0.2549	27.68	第 6 年	45.38	37.70	--
第 14 組	1.59	0.2387	28.32	1.13	0.2790	30.88	第 8 年	46.13	40.21	--
第 15 組	1.00	0.2755	32.05	1.09	0.3138	34.68	第 8 年	46.70	40.41	--
第 16 組	1.41	0.1171	12.71	1.13	0.1638	15.85	第 5 年	28.35	22.34	--
第 17 組	0.98	0.3075	34.81	0.98	0.3419	38.07	第 14 年	43.06	39.46	--
第 18 組	0.78	0.3160	35.42	0.87	0.3502	37.84	第 8 年	43.82	39.69	--
第 19 組	0.62	0.1006	10.91	0.62	0.1453	15.49	第 14 年	36.06	33.77	--
第 20 組	1.30	0.2230	25.89	1.13	0.2641	29.03	第 9 年	44.49	39.09	--
第 21 組	1.55	0.2036	23.50	1.55	0.2457	27.63	第 13 年	40.50	36.81	--
第 22 組	1.59	0.1910	22.17	1.13	0.2339	24.62	第 7 年	40.10	32.92	--
第 23 組	1.20	0.1316	14.99	1.13	0.1776	19.42	第 11 年	38.99	35.55	--
第 24 組	1.59	0.3889	45.80	1.59	0.3889	45.80	--	46.79	46.79	0.00
第 25 組	1.59	0.0391	4.35	1.59	0.0391	4.35	--	44.60	44.60	0.00
第 26 組	1.59	0.1288	15.44	1.13	0.1749	18.78	第 8 年	40.62	33.44	--
第 27 組	1.59	0.3141	36.77	1.13	0.3504	38.50	第 9 年	45.83	39.59	--
第 28 組	1.13	0.2720	29.71	1.13	0.3105	32.91	第 8 年	38.77	35.11	--
第 29 組	1.48	0.2770	33.00	1.13	0.3135	34.21	第 6 年	47.08	39.19	--
第 30 組	1.55	0.1264	15.13	1.55	0.1699	19.54	第 14 年	40.38	37.70	--
平均	1.34	0.2257	26.14	1.13	0.2633	28.77	--	42.93	37.55	0.00
備註： $\rho_O$ ：依原總收入收取原權利金之比例； $\rho_R$ ：依縮減總收入收取縮減權利金之比例 $FX_O$ ：原方案期初收取之固定權利金； $FX_R$ ：縮減規模期初收取之固定權利金										

表 4.30 運量持平情境資料模擬遞延選擇權二段式收取結果

運量	$FX_o$ (百萬元)	$\rho_o$	$X_o$ (百萬元)	$FX_{D1}$ (百萬元)	$\rho_{D1}$	$X_{D1}$ (百萬元)	$DN$	$NPV_o$ (百萬元)	$NPV_{D1}$ (百萬元)	$ROV_{D1}$ (百萬元)
第 1 組	1.59	0.2503	29.71	1.59	0.2503	29.71	No	46.29	46.29	0.00
第 2 組	1.43	0.2650	30.76	1.43	0.2650	30.76	No	43.84	43.84	0.00
第 3 組	1.19	0.2786	31.67	1.19	0.2786	31.67	No	43.17	43.17	0.00
第 4 組	0.55	0.3024	32.36	0.55	0.3024	32.36	No	38.59	38.59	0.00
第 5 組	1.59	0.2944	35.08	1.59	0.2944	35.08	No	47.57	47.57	0.00
第 6 組	1.59	0.2648	30.85	1.59	0.2648	30.85	No	44.97	44.97	0.00
第 7 組	0.98	0.2205	25.46	0.98	0.2205	25.46	No	44.59	44.59	0.00
第 8 組	1.59	0.1099	13.88	1.59	0.3274	33.73	Yes	45.02	40.31	--
第 9 組	0.90	0.1974	22.77	0.90	0.1974	22.77	No	44.77	44.77	0.00
第 10 組	1.47	0.3191	38.04	1.47	0.3191	38.04	No	48.36	48.36	0.00
第 11 組	1.54	0.1098	13.15	1.54	0.1098	13.15	No	38.57	38.57	0.00
第 12 組	1.55	0.2914	33.93	1.55	0.2914	33.93	No	44.63	44.63	0.00
第 13 組	1.59	0.2153	25.62	1.59	0.2153	25.62	No	45.38	45.38	0.00
第 14 組	1.59	0.2387	28.32	1.59	0.2387	28.32	No	46.13	46.13	0.00
第 15 組	1.00	0.2755	32.05	1.00	0.2755	32.05	No	46.70	46.70	0.00
第 16 組	1.41	0.1171	12.71	1.59	0.1510	15.15	Yes	28.35	32.23	3.88
第 17 組	0.98	0.3075	34.81	1.59	0.3453	34.83	Yes	43.06	38.46	--
第 18 組	0.78	0.3160	35.42	0.78	0.3160	35.42	No	43.82	43.82	0.00
第 19 組	0.62	0.1006	10.91	1.57	0.1480	14.97	Yes	36.06	33.65	0.00
第 20 組	1.30	0.2230	25.89	1.30	0.2230	25.89	No	44.49	44.49	0.00
第 21 組	1.55	0.2036	23.50	0.42	0.2771	26.82	Yes	40.50	37.07	--
第 22 組	1.59	0.1910	22.17	1.59	0.1910	22.17	No	40.10	40.10	0.00
第 23 組	1.20	0.1316	14.99	1.20	0.1316	14.99	No	38.99	38.99	0.00
第 24 組	1.59	0.3889	45.80	1.59	0.3889	45.80	No	46.79	46.79	0.00
第 25 組	1.59	0.0391	4.35	1.59	0.0992	9.71	Yes	44.60	40.03	--
第 26 組	1.59	0.1288	15.44	1.59	0.1288	15.44	No	40.62	40.62	0.00
第 27 組	1.59	0.3141	36.77	1.59	0.3141	36.77	No	45.83	45.83	0.00
第 28 組	1.13	0.2720	29.71	1.13	0.2720	29.71	No	38.77	38.77	0.00
第 29 組	1.48	0.2770	33.00	1.48	0.2770	33.00	No	47.08	47.08	0.00
第 30 組	1.55	0.1264	15.13	0.46	0.1727	17.16	Yes	40.38	39.54	--
平均	1.34	0.2257	26.14	1.32	0.2429	27.38	--	42.93	42.38	0.13
備註： $\rho_o$ ：依原總收入收取原權利金之比例； $\rho_{D1}$ ：依遞延總收入收取遞延權利金之比例 $FX_o$ ：原方案期初收取之固定權利金； $FX_{D1}$ ：遞延 1 年期初收取之固定權利金										

表4.31 運量持平情境資料模擬多重選擇權I二段式收取結果

運量	$FX_o$ (百萬元)	$\rho_o$	$X_o$ (百萬元)	$FX_{ED1}$ (百萬元)	$\rho_{ED1}$	$X_{ED1}$ (百萬元)	$Y_E$	DN	$NPV_o$ (百萬元)	$NPV_{ED1}$ (百萬元)	$ROV_{ED1}$ (百萬元)
第 1 組	1.59	0.2503	29.71	1.59	0.2503	29.71	--	No	46.29	46.29	0.00
第 2 組	1.43	0.2650	30.76	1.43	0.2650	31.01	第 13 年	No	43.84	38.18	--
第 3 組	1.19	0.2786	31.67	1.19	0.2786	31.67	--	No	43.17	43.17	0.00
第 4 組	0.55	0.3024	32.36	31.07	0.3024	63.08	第 12 年	No	38.59	32.31	--
第 5 組	1.59	0.2944	35.08	1.59	0.2944	35.15	第 13 年	No	47.57	41.43	--
第 6 組	1.59	0.2648	30.85	1.59	0.2648	30.85	--	No	44.97	44.97	0.00
第 7 組	0.98	0.2205	25.46	0.98	0.2205	25.79	第 13 年	No	44.59	39.58	--
第 8 組	1.59	0.1099	13.88	1.59	0.3274	34.02	第 14 年	Yes	45.02	35.03	--
第 9 組	0.90	0.1974	22.77	0.90	0.1974	22.77	--	No	44.77	44.77	0.00
第 10 組	1.47	0.3191	38.04	1.47	0.3191	38.60	第 14 年	No	48.36	43.64	--
第 11 組	1.54	0.1098	13.15	0.67	0.2154	20.86	第 10 年	Yes	38.57	31.45	--
第 12 組	1.55	0.2914	33.93	1.59	0.3537	34.57	第 14 年	Yes	44.63	33.36	--
第 13 組	1.59	0.2153	25.62	1.59	0.2153	25.62	--	No	45.38	45.38	0.00
第 14 組	1.59	0.2387	28.32	1.59	0.2387	28.32	--	No	46.13	46.13	0.00
第 15 組	1.00	0.2755	32.05	1.00	0.2755	32.05	--	No	46.70	46.70	0.00
第 16 組	1.41	0.1171	12.71	0.96	0.1582	15.29	第 9 年	Yes	28.35	24.92	--
第 17 組	0.98	0.3075	34.81	0.06	0.3835	42.70	第 12 年	No	43.06	37.38	--
第 18 組	0.78	0.3160	35.42	0.78	0.3160	35.59	第 13 年	No	43.82	38.03	--
第 19 組	0.62	0.1006	10.91	0.16	0.2694	27.57	第 12 年	No	36.06	28.84	--
第 20 組	1.30	0.2230	25.89	0.30	0.2230	25.28	第 11 年	No	44.49	39.00	--
第 21 組	1.55	0.2036	23.50	0.25	0.3545	38.65	第 12 年	No	40.50	33.80	--
第 22 組	1.59	0.1910	22.17	1.59	0.1910	22.17	--	No	40.10	40.10	0.00
第 23 組	1.20	0.1316	14.99	0.58	0.1689	17.83	第 11 年	No	38.99	32.42	--
第 24 組	1.59	0.3889	45.80	1.59	0.3889	46.33	第 14 年	No	46.79	41.69	--
第 25 組	1.59	0.0391	4.35	1.39	0.1775	20.60	第 3 年	No	44.60	37.05	--
第 26 組	1.59	0.1288	15.44	1.59	0.1288	15.46	第 13 年	No	40.62	34.45	--
第 27 組	1.59	0.3141	36.77	1.59	0.3348	39.23	第 13 年	No	45.83	39.57	--
第 28 組	1.13	0.2720	29.71	1.13	0.2720	30.06	第 13 年	No	38.77	33.28	--
第 29 組	1.48	0.2770	33.00	1.48	0.2770	33.00	--	No	47.08	47.08	0.00
第 30 組	1.55	0.1264	15.13	0.45	0.2536	25.38	第 8 年	Yes	40.38	34.31	--
平均	1.34	0.2257	26.14	2.12	0.2639	30.64	--	--	42.93	38.48	0.00

備註： $\rho_o$ ：依原總收入收取原權利金之比例； $\rho_{ED1}$ ：依擴張+遞延總收入收取權利金之比例  
 $FX_o$ ：原方案期初收取之固定權利金； $FX_{ED1}$ ：擴張+遞延 1 年期初收取之固定權利金



表4.32 運量持平情境資料模擬多重選擇權II二段式收取結果

運量	$FX_O$ (百萬元)	$\rho_O$	$X_O$ (百萬元)	$FX_{RD1}$ (百萬元)	$\rho_{RD1}$	$X_{RD1}$ (百萬元)	$Y_R$	$DN$	$NPV_O$ (百萬元)	$NPV_{RD1}$ (百萬元)	$ROV_{RD1}$ (百萬元)
第 1 組	1.59	0.2503	29.71	1.13	0.2879	31.55	第 8 年	No	46.29	39.43	--
第 2 組	1.43	0.2650	30.76	1.13	0.3021	32.50	第 6 年	No	43.84	37.05	--
第 3 組	1.19	0.2786	31.67	1.13	0.3168	33.74	第 5 年	No	43.17	36.67	--
第 4 組	0.55	0.3024	32.36	0.64	0.3393	35.53	第 10 年	No	38.59	34.84	--
第 5 組	1.59	0.2944	35.08	1.13	0.3318	36.57	第 8 年	No	47.57	40.16	--
第 6 組	1.59	0.2648	30.85	1.13	0.3037	34.08	第 11 年	No	44.97	41.51	--
第 7 組	0.98	0.2205	25.46	1.07	0.2617	28.49	第 7 年	No	44.59	38.11	--
第 8 組	1.59	0.1099	13.88	1.13	0.3630	34.21	第 7 年	Yes	45.02	35.23	--
第 9 組	0.90	0.1974	22.77	0.99	0.2398	26.25	第 8 年	No	44.77	38.64	--
第 10 組	1.47	0.3191	38.04	1.13	0.3551	40.47	第 11 年	No	48.36	43.76	--
第 11 組	1.54	0.1098	13.15	1.13	0.1569	17.00	第 11 年	No	38.57	32.63	--
第 12 組	1.55	0.2914	33.93	1.13	0.3289	34.55	第 5 年	No	44.63	35.00	--
第 13 組	1.59	0.2153	25.62	1.13	0.2549	27.68	第 6 年	No	45.38	37.70	--
第 14 組	1.59	0.2387	28.32	1.13	0.279	30.88	第 8 年	No	46.13	40.21	--
第 15 組	1.00	0.2755	32.05	1.09	0.3138	34.68	第 8 年	No	46.70	40.41	--
第 16 組	1.41	0.1171	12.71	1.13	0.1932	17.26	第 5 年	Yes	28.35	27.33	--
第 17 組	0.98	0.3075	34.81	0.98	0.3419	38.07	第 14 年	No	43.06	39.46	--
第 18 組	0.78	0.3160	35.42	0.87	0.3502	37.84	第 8 年	No	43.82	39.69	--
第 19 組	0.62	0.1006	10.91	1.57	0.1931	19.08	第 13 年	Yes	36.06	34.20	--
第 20 組	1.30	0.2230	25.89	1.13	0.2641	29.03	第 9 年	No	44.49	39.09	--
第 21 組	1.55	0.2036	23.50	0.51	0.3154	30.02	第 12 年	Yes	40.50	36.14	--
第 22 組	1.59	0.1910	22.17	1.13	0.2339	24.62	第 7 年	No	40.10	32.92	--
第 23 組	1.20	0.1316	14.99	1.13	0.1776	19.42	第 11 年	No	38.99	35.55	--
第 24 組	1.59	0.3889	45.80	1.59	0.3889	45.80	--	No	46.79	46.79	0.00
第 25 組	1.59	0.0391	4.35	1.59	0.0992	9.71	第 16 年	Yes	44.60	40.03	--
第 26 組	1.59	0.1288	15.44	1.13	0.1749	18.78	第 8 年	No	40.62	33.44	--
第 27 組	1.59	0.3141	36.77	1.13	0.3504	38.50	第 9 年	No	45.83	39.59	--
第 28 組	1.13	0.2720	29.71	1.13	0.3105	32.91	第 8 年	No	38.77	35.11	--
第 29 組	1.48	0.2770	33.00	1.13	0.3135	34.21	第 6 年	No	47.08	39.19	--
第 30 組	1.55	0.1264	15.13	0.55	0.2164	21.18	第 12 年	Yes	40.38	38.84	--
平均	1.34	0.2257	26.14	1.10	0.2786	29.82	--	--	42.93	37.62	0.00
備註： $\rho_O$ ：依原總收入收取原權利金之比例； $\rho_{RD1}$ ：依縮減+遞延總收入收取權利金之比例 $FX_O$ ：原方案期初收取之固定權利金； $FX_{RD1}$ ：縮減+遞延 1 年期初收取之固定權利金											

#### 4.綜合評析

在30筆模擬運量持平情境下，針對三種權利金收取方式，加入五種實質選擇權進行計畫NPV及權利金額度探討。整合各情境下求得之30筆平均結果如表4.33所示，可說明如下：

- a. 當投資環境為小幅度變動之運量持平狀態時，三種權利金收取方式僅有在分年最適收取法下，開放選擇權之NPV能小幅優於未考量管理彈性之值，其餘兩種收取法不論考量何種選擇權進行評估，計畫NPV皆無優於原本未考量管理彈性時之值，這樣的結果顯示在此情境下開放選擇權對整體計畫評估所賦予的機會價值不顯著。
- b. 觀察表4.33結果可以發現，在運量持平之投資環境下，加入實質選擇權進行評估雖能提升權利金額度，但對計畫NPV卻多呈現負向影響之情形，說明開放權利金雖提高了政府收取權利金之額度；卻減低了整體計畫價值。但在此基於考量本研究模式之最終目標，是欲以政府得角度求得一最大之權利金額度，因此仍以權利金變化情形為準則，而不顧忌NPV變化情形。
- c. 利用分年最適金額收取方式求得之權利金額度最大，二段式收取居次，而一段式收取由於只考量一個變數 $\rho$ ，因此規劃求解結果所得之目標值也較低。
- d. 在運量持平情境下，一段與二段收取方式以加入多重選擇權I進行考量最能顯著提升計畫權利金額度；但分年最適收取法則呈現以多重選擇權II為最佳。
- e. 此模擬情境下之BOT投資計畫，在滿足投資者股東報酬及融資者償債水準下，以30筆模擬樣本取得之最佳權利金結果，其平均值即為此BOT計畫所可能收取之最佳權利金額度，其中分年最適法可收取5592萬元；二段式收取有3214萬元；而一段式則為3015萬元。
- f. 將實質選擇權應用於評估計畫價值的過程中，是提供評估計畫價值過程中一個管理的彈性，這樣的彈性能提供計畫評選出最適的使用方案。上述簡例分析的結果顯示，在運量持平投資環境下之BOT計畫，由於整個投資環境波動變化較小，相較於上節所探討之運量遞增之投資環境，較難反應出實質選擇權所賦予計畫的管理彈性價值。

表 4.33 運量持平情境下各種收取方式之權利金及 NPV 平均額度(百萬元)

權利金及 NPV			權利金收取方式		
			分年最適金額	一段式收取	二段式收取
未考量管理彈性		$X_O$	55.85	24.65	26.14
		$NPV_O$	42.93	42.93	42.93
考量管理彈性	擴張選擇權	$X_E$	55.85	27.60	29.55
		$NPV_E$	42.93	37.52	37.40
	縮減選擇權	$X_R$	55.85	27.50	28.77
		$NPV_R$	42.93	37.54	37.55
	遞延 1 年選擇權	$X_{D1}$	55.92	25.79	27.38
		$NPV_{D1}$	43.17	42.65	42.38
	多重選擇權 I (擴張+遞延 1 年)	$X_{ED1}$	55.92	28.61	30.64
		$NPV_{ED1}$	43.17	36.90	38.48
	多重選擇權 II (縮減+遞延 1 年)	$X_{RD1}$	55.92	28.48	29.82
		$NPV_{RD1}$	43.18	37.63	37.62

表4.34 運量持平情境各收取方式最佳權利金額度及實質選擇權

運量	分年最適		一段式收取		二段式收取	
	權利金 (百萬元)	實質選擇 權之類型	權利金 (百萬元)	實質選擇 權之類型	權利金 (百萬元)	實質選擇 權之類型
第 1 組	60.18	$X_o$	30.42	$X_R$	31.55	$X_R$
第 2 組	57.03	$X_o$	31.37	$X_R$	32.50	$X_R$
第 3 組	56.13	$X_o$	32.60	$X_R$	33.74	$X_R$
第 4 組	50.43	$X_{D1}$	32.01	$X_E$	63.08	$X_E$
第 5 組	61.87	$X_o$	35.43	$X_R$	36.57	$X_R$
第 6 組	58.48	$X_o$	32.95	$X_R$	34.08	$X_R$
第 7 組	57.98	$X_o$	27.42	$X_R$	28.49	$X_R$
第 8 組	58.56	$X_o$	33.16	$X_{RD1}$	34.21	$X_{RD1}$
第 9 組	58.20	$X_o$	25.25	$X_R$	26.25	$X_R$
第10組	62.91	$X_o$	39.34	$X_R$	40.47	$X_R$
第11組	50.18	$X_o$	20.86	$X_{ED1}$	20.86	$X_{ED1}$
第12組	58.07	$X_o$	34.57	$X_{ED1}$	34.57	$X_{ED1}$
第13組	59.02	$X_o$	26.55	$X_R$	27.68	$X_R$
第14組	59.97	$X_o$	29.75	$X_R$	30.88	$X_R$
第15組	60.72	$X_o$	33.59	$X_R$	34.68	$X_R$
第16組	38.97	$X_{RD1}$	16.21	$X_{RD1}$	17.26	$X_{RD1}$
第17組	56.03	$X_o$	40.45	$X_E$	42.70	$X_E$
第18組	56.97	$X_o$	36.97	$X_R$	37.84	$X_R$
第19組	46.91	$X_o$	27.38	$X_E$	27.57	$X_E$
第20組	57.85	$X_o$	27.90	$X_R$	29.03	$X_R$
第21組	52.72	$X_o$	38.39	$X_E$	38.65	$X_E$
第22組	52.20	$X_o$	23.48	$X_R$	24.62	$X_R$
第23組	50.69	$X_o$	18.29	$X_R$	19.42	$X_R$
第24組	60.87	$X_o$	44.73	$X_E$	46.33	$X_E$
第25組	58.07	$X_o$	20.60	$X_E$	20.60	$X_E$
第26組	52.84	$X_o$	17.64	$X_R$	18.78	$X_R$
第27組	59.61	$X_o$	37.63	$X_E$	39.23	$X_E$
第28組	50.41	$X_o$	31.78	$X_R$	32.91	$X_R$
第29組	61.27	$X_o$	33.08	$X_R$	34.21	$X_R$
第30組	52.57	$X_o$	24.60	$X_{ED1}$	25.38	$X_{ED1}$
平均	55.92	--	30.15	--	32.14	--

### 4.2.3 運量遞減型

運量遞減之模擬情境是假設在 15 年的特許營運期內，未來運量的趨勢是會呈現逐年下降的情形，在此假設營運第 1 年運量為 25 萬單位運量，考量運量持續遞減 15 年後仍不可小於 0 的限制，因此假設未來逐年遞減 1 萬單位運量，可表示如圖 4.13 中的粗斜直線。為考量能使運量更客觀的符合實際變動情形，於此加入以標準常態分配  $N(0,1)$  求得之隨機亂數，配合 5 萬單位運量的標準差，進行運量調整，如圖 4.13 中之折線為 3 組隨機模擬運量，可以取得 15 年營運期內的每年運量資料，以提供模擬實質選擇權之輸入資料使用。

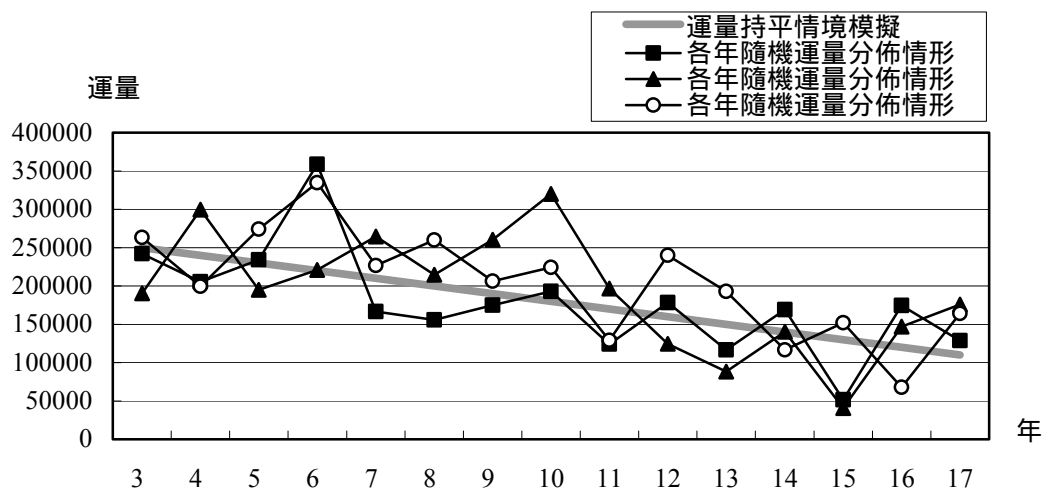


圖4.13 運量遞減情境示意圖

#### 1. 分年收取最適金額

首先探討以分年最適金額來收取權利金之方式，由於此種收取方式是以考量每年最適收取權利金為基礎，進而求得計畫總體權利金，相較於以營收之單一比例或多種比例收取所求得的權利金額度，結果均較為客觀且準確，可表示計收模式如下：

$$\text{Max } Z = \sum_{t=3}^{17} \frac{x_t}{(1+r)^t}$$

s.t.

$$DSCR_t \geq 1.2, \quad t = 5 \dots 14$$

$$NPV \geq 0$$

$$x_t \geq 0$$

## A. 擴張選擇權

在資料中模擬於營運期內之每一年，分別加入1000萬元之成本進行規模擴建，但基於還款期只到14年之限制，因此並不考慮15～17年擴建之情形。假設此1000萬的擴建成本中仍有70%為融資金額，由於營運規模擴大，進而影響營運成本提高為324萬元；運量也由每年最高容量27萬次之限制提高為33萬次，這些因規模擴建而改變的成本及收入都將影響權利金之收取額度。選擇各組運量資料中最佳擴張年求得之權利金，可整理30筆模擬權利金額度變動情形，結果如表4.35所示。由於本研究之模式乃以權利金最大為目標，因此，在此決策最佳擴張選擇權之擴張年期，採用權利金額度最大年為判斷準則，比較出最佳擴張年期，而NPV值之取用也是依據權利金額度比較決策之結果。當一組資料在相同選擇方案下，權利金額度提升最多但NPV值卻呈現下降情形，在此以「--」表示，並將其實質選擇權之價值以0.00來計算。

由圖4.14中可以看出擴張選擇權在運量遞減的情境下較難發揮效用，在30組模擬資料中僅有5組資料之權利金額度小幅提升，而計畫NPV則均呈現減少的情形，規模擴張後之權利金額度平均增加24萬元，相較未考量管理彈性僅增加1.04%；而實質選擇權所賦予計畫之價值為0。由於此階段模擬的是運量逐年遞減之投資環境，當未來年的運量會持續減低時，表示未來的運量並不會有供不應求的情況產生，強制擴張營運規模易導致興建及營運成本支出增加，影響整體計畫NPV減少。

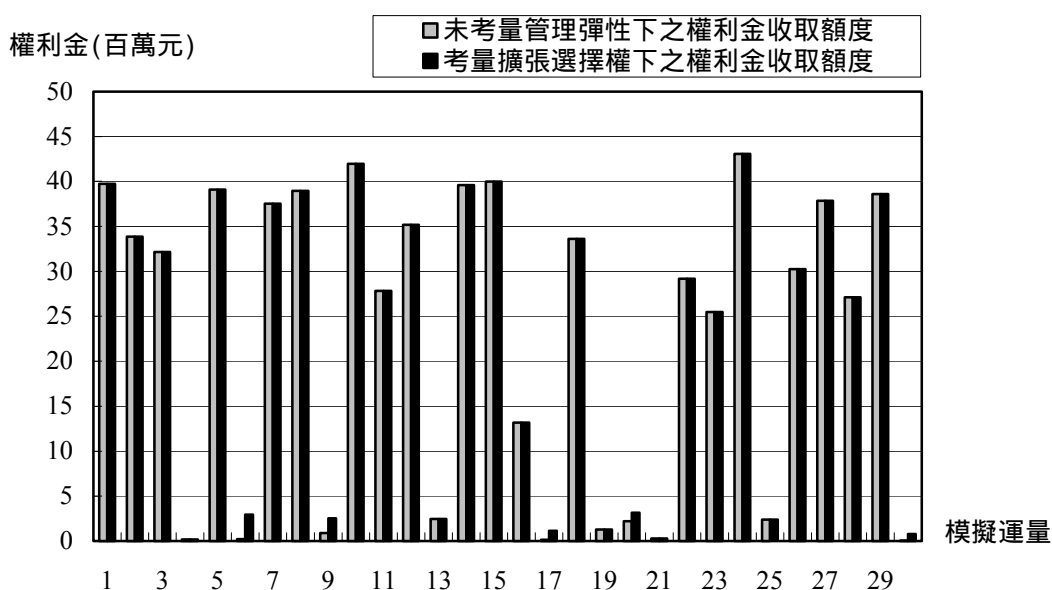


圖 4.14 運量遞減情境擴張前後之分年最適權利金收取額度

表 4.35 運量遞減情境資料模擬擴張選擇權分年最適結果

運量	$X_O$ (百萬元)	$X_E$ (百萬元)	$Y_E$	$NPV_O$ (百萬元)	$NPV_E$ (百萬元)	$ROV_E$ (百萬元)
第 1 組	39.73	39.73	--	30.35	30.35	0.00
第 2 組	33.85	33.85	--	26.03	26.03	0.00
第 3 組	32.16	32.16	--	24.76	24.76	0.00
第 4 組	0.16	0.16	--	19.28	19.28	0.00
第 5 組	39.10	39.10	--	30.08	30.08	0.00
第 6 組	0.23	2.96	第 13 年	27.38	19.63	--
第 7 組	37.52	37.52	--	28.66	28.66	0.00
第 8 組	38.94	38.94	--	29.96	29.96	0.00
第 9 組	0.89	2.51	第 12 年	27.50	19.49	--
第 10 組	41.98	41.98	--	32.11	32.11	0.00
第 11 組	27.82	27.82	--	21.25	21.25	0.00
第 12 組	35.17	35.17	--	27.04	27.04	0.00
第 13 組	2.45	2.45	--	30.33	30.33	0.00
第 14 組	39.59	39.59	--	30.47	30.47	0.00
第 15 組	39.98	39.98	--	30.77	30.77	0.00
第 16 組	13.20	13.20	--	10.08	10.08	0.00
第 17 組	0.13	1.14	第 5 年	25.51	14.34	--
第 18 組	33.61	33.61	--	25.76	25.76	0.00
第 19 組	1.29	1.29	--	16.76	16.76	0.00
第 20 組	2.21	3.17	第 12 年	27.88	20.40	--
第 21 組	0.28	0.28	--	21.55	21.55	0.00
第 22 組	29.18	29.18	--	22.41	22.41	0.00
第 23 組	25.47	25.47	--	19.47	19.47	0.00
第 24 組	43.06	43.06	--	33.10	33.10	0.00
第 25 組	2.37	2.37	--	27.83	27.83	0.00
第 26 組	30.25	30.25	--	23.03	23.03	0.00
第 27 組	37.84	37.84	--	29.03	29.03	0.00
第 28 組	27.12	27.12	--	20.82	20.82	0.00
第 29 組	38.61	38.61	--	29.67	29.67	0.00
第 30 組	0.03	0.77	第 5 年	24.41	14.38	--
平均	23.14	23.38	--	25.78	24.29	0.00
備註： $X_O$ ：原權利金； $X_E$ ：規模擴張後最佳權利金； $Y_E$ ：最佳擴張年期 $NPV_O$ ：原 NPV； $NPV_E$ ：規模擴張後之 NPV； $ROV_E$ ：擴張選擇權之價值						

## B.縮減選擇權

模擬縮減選擇權乃假設由於需求過低，於特許營運期內減少原100席停車位為80席，運量最高容量限制由27.5萬次減少為22萬次，因此可降低年營運成本為216萬元，但已投資之興建成本項目則無法回復，過程中模擬於營運期內之每一年，分別加入縮減選擇權後之權利金變動情形。這些因規模擴建而改變的成本及收入都將影響權利金之收取額度。選擇各組運量資料中最佳縮減年求得之權利金，可整理30筆模擬權利金額度變動情形，結果如表4.36所示。由於本研究之模式乃以權利金最大為目標，因此，在此決策最佳縮減選擇權之縮減年期，採用權利金額度最大年為判斷準則，比較出最佳縮減年期，而NPV值之取用也是依據權利金額度比較決策之結果。當一組資料在相同選擇方案下，權利金額度提升最多但NPV值卻呈現下降情形，在此以「--」表示，並將其實質選擇權之價值以0.00來計算。

結果發現30組模擬資料在加入縮減選擇權進行評估後，有13組計畫之NPV值優於原方案；而權利金額度增加的則有20組，由圖4.15可以清楚的比較出。平均可收取縮減選擇權規模之權利金乃有2474萬元，相較於原方案提升了160萬元。由於此階段之模擬為未來年需求呈現遞減趨勢，若不適時調整營運規模，來減少營運支出彌補因運量減少而降低之收入，將造成計畫營運虧損情形發生。縮減選擇權是提供計畫在需求不如預期時的一種調整機制，乃藉助於改變計畫營運規模減少未來年的營運成本支出，但對於已投入之龐大的興建成本及資產設備則無法回收，因此，唯有當計畫虧損情形更勝於放棄興建期已投入之成本時，才會開放縮減選擇權。

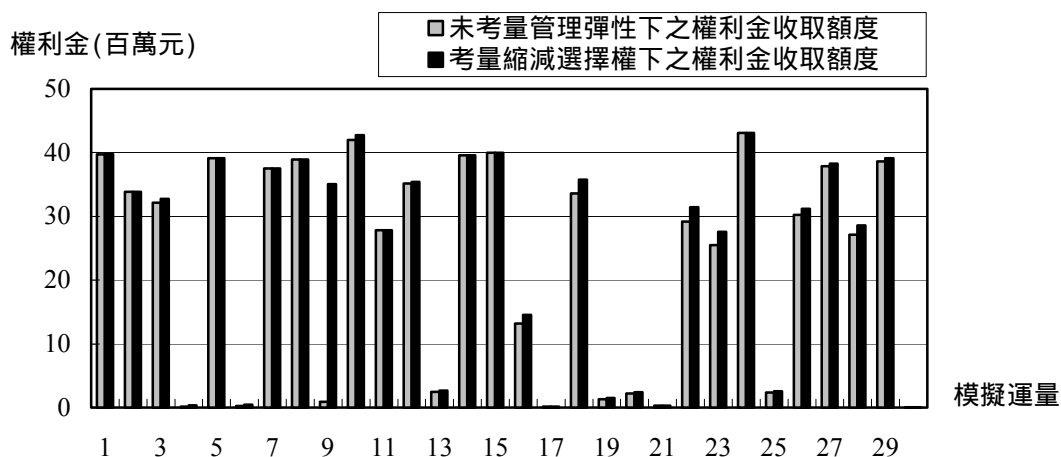


圖4.15 運量遞減情境縮減前後之分年最適權利金收取額度



表 4.36 運量遞減情境資料模擬縮減選擇權分年最適結果

運量	$X_O$ (百萬元)	$X_R$ (百萬元)	$Y_R$	$NPV_O$ (百萬元)	$NPV_R$ (百萬元)	$ROV_R$ (百萬元)
第 1 組	39.73	39.76	第 7 年	30.35	30.37	0.02
第 2 組	33.85	33.85	--	26.03	26.03	0.00
第 3 組	32.16	32.74	第 5 年	24.76	25.20	0.44
第 4 組	0.16	0.36	第 13 年	19.28	18.38	--
第 5 組	39.10	39.10	--	30.08	30.08	0.00
第 6 組	0.23	0.43	第 13 年	27.38	27.17	--
第 7 組	37.52	37.52	--	28.66	28.66	0.00
第 8 組	38.94	38.94	--	29.96	29.96	0.00
第 9 組	0.89	35.06	第 6 年	27.50	26.98	--
第 10 組	41.98	42.71	第 10 年	32.11	32.83	0.72
第 11 組	27.82	27.83	第 10 年	21.25	21.27	0.02
第 12 組	35.17	35.42	第 8 年	27.04	27.22	0.18
第 13 組	2.45	2.67	第 12 年	30.33	29.92	0.00
第 14 組	39.59	39.59	--	30.47	30.47	0.00
第 15 組	39.98	39.98	--	30.77	30.77	0.00
第 16 組	13.20	14.52	第 9 年	10.08	11.08	1.00
第 17 組	0.13	0.13	--	25.51	25.51	0.00
第 18 組	33.61	35.74	第 7 年	25.76	27.39	1.63
第 19 組	1.29	1.49	第 13 年	16.76	16.43	--
第 20 組	2.21	2.41	第 13 年	27.88	27.68	--
第 21 組	0.28	0.28	--	21.55	21.55	0.00
第 22 組	29.18	31.43	第 3 年	22.41	24.15	1.74
第 23 組	25.47	27.56	第 5 年	19.47	21.07	1.60
第 24 組	43.06	43.06	--	33.10	33.10	0.00
第 25 組	2.37	2.54	第 13 年	27.83	25.73	--
第 26 組	30.25	31.20	第 4 年	23.03	23.76	0.73
第 27 組	37.84	38.24	第 8 年	29.03	29.33	0.30
第 28 組	27.12	28.57	第 4 年	20.82	21.93	1.11
第 29 組	38.61	39.14	第 9 年	29.67	30.07	0.40
第 30 組	0.03	0.03	--	24.41	24.41	0.00
平均	23.14	24.74	--	25.78	25.95	0.33
備註： $X_O$ ：原權利金； $X_R$ ：規模縮減後最佳權利金； $Y_R$ ：最佳縮減年期 $NPV_O$ ：原 NPV； $NPV_R$ ：規模縮減後之 NPV； $ROV_R$ ：縮減選擇權之價值						

### C.遞延選擇權

在模擬遞延選擇權的過程中，僅針對計畫遞延1年之情境進行探討，使用4.1節所設計之資料進行分析，不額外加入新增之成本及收入項目，在其他條件均不改變的情況下，配合遞減走勢之隨機運量資料，模擬BOT計畫改變時間點興建及營運對整體計畫價值及權利金之影響，結果如表4.37所示。由於本研究之模式乃以權利金最大為目標，因此，在此依據遞延1年後之權利金額度是否高於原本作為判斷準則，決策是否採行遞延1年之實質選擇權，而NPV值之取用也是依據權利金額度比較決策之結果。當一組資料在相同選擇方案下，權利金額度提升最多但NPV值卻呈現下降情形，在此以「--」表示，並將其實質選擇權之價值以0.00來計算。

由圖4.16可清楚比較出，在30組模擬資料中，僅有6組模擬資料在延遲1年興建後權利金會增加，整體平均延遲後之權利金僅較原方案小幅增加81萬元；而平均選擇權價值更僅有4萬元。由於此階段模擬的是運量逐年遞減之投資環境，表示營運前期之運量走勢較高，隨年期增加走勢也漸下滑，若無把握初期需求較高之增加收入時機，則整體計畫NPV易呈現降低之情形。通常遞延選擇權適用的頻率並不高，因為一但計畫採用遞延後，整各營運的期間便會縮短；也就是能收取利潤的年期縮短了，在投入成本條件不變狀況下，除非營運初期營運嚴重虧損或未來運量驟增等狀況，不然很難彌補因遞延而損失的營運收入。

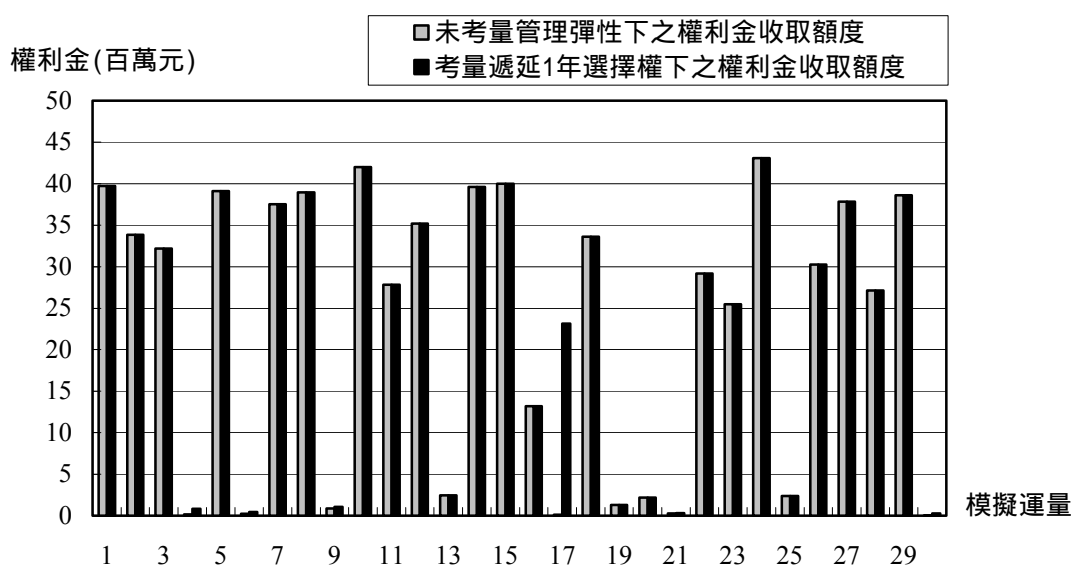


圖4.16 運量遞減情境遞延1年前後之分年最適權利金收取額度

表 4.37 運量遞減情境資料模擬遞延選擇權分年最適結果

運量	$X_o$ (百萬元)	$X_{D1}$ (百萬元)	$DN$	$NPV_o$ (百萬元)	$NPV_{D1}$ (百萬元)	$ROV_{D1}$ (百萬元)
第 1 組	39.73	39.73	No	30.35	30.35	0.00
第 2 組	33.85	33.85	No	26.03	26.03	0.00
第 3 組	32.16	32.16	No	24.76	24.76	0.00
第 4 組	0.16	0.83	Yes	19.28	20.61	1.33
第 5 組	39.10	39.10	No	30.08	30.08	0.00
第 6 組	0.23	0.47	Yes	27.38	21.27	--
第 7 組	37.52	37.52	No	28.66	28.66	0.00
第 8 組	38.94	38.94	No	29.96	29.96	0.00
第 9 組	0.89	1.08	Yes	27.50	21.68	--
第 10 組	41.98	41.98	No	32.11	32.11	0.00
第 11 組	27.82	27.82	No	21.25	21.25	0.00
第 12 組	35.17	35.17	No	27.04	27.04	0.00
第 13 組	2.45	2.45	No	30.33	30.33	0.00
第 14 組	39.59	39.59	No	30.47	30.47	0.00
第 15 組	39.98	39.98	No	30.77	30.77	0.00
第 16 組	13.20	13.20	No	10.08	10.08	0.00
第 17 組	0.13	23.15	Yes	25.51	19.16	--
第 18 組	33.61	33.61	No	25.76	25.76	0.00
第 19 組	1.29	1.29	No	16.76	16.76	0.00
第 20 組	2.21	2.21	No	27.88	27.88	0.00
第 21 組	0.28	0.32	Yes	21.55	16.35	--
第 22 組	29.18	29.18	No	22.41	22.41	0.00
第 23 組	25.47	25.47	No	19.47	19.47	0.00
第 24 組	43.06	43.06	No	33.10	33.10	0.00
第 25 組	2.37	2.37	No	27.83	27.83	0.00
第 26 組	30.25	30.25	No	23.03	23.03	0.00
第 27 組	37.84	37.84	No	29.03	29.03	0.00
第 28 組	27.12	27.12	No	20.82	20.82	0.00
第 29 組	38.61	38.61	No	29.67	29.67	0.00
第 30 組	0.03	0.28	Yes	24.41	22.36	--
平均	23.14	23.95	--	25.78	24.97	0.04
備註： $X_o$ ：原權利金； $X_{D1}$ ：遞延 1 年後之權利金； $DN$ ：是否遞延 $NPV_o$ ：原 NPV； $NPV_{D1}$ ：遞延 1 年後之 NPV； $ROV_{D1}$ ：遞延選擇權之價值						

#### D. 多重選擇權I (擴張+遞延1年)

本階段必須比較未考量選擇權、單考量擴張選擇權、單考量遞延1年選擇權及同時考量擴張和遞延1年選擇權四種情形下求得之結果，進而篩選出最佳實質選擇權使用方案。其中同時考量擴張及遞延選擇權，需先將計畫延遲1年進行後再加入擴建成本進行考量，此時之計畫年期相較於原案減少了一年能回收成本的營運期，再加入1000萬元進行擴建，過程均如同執行擴建選擇權時之方式。選擇各組運量資料中最佳權利金之方案，可整理30筆權利金收取額度如表4.38所示。由於本研究之模式乃以權利金最大為目標，因此，在此決策最佳多重選擇權之使用擴張年期及是否開放遞延1年選擇權，採用權利金額度最大年為判斷準則，比較出最佳實質選擇權開放方案，而NPV值之取用也是依據權利金額度比較決策之結果。當一組資料在相同選擇方案下，權利金額度提升最多但NPV值卻呈現下降情形，在此以「--」表示，並將其實質選擇權之價值以0.00來計算。

在 30 組遞減走勢隨機運量資料模擬多重選擇權的結果中，有 9 組模擬資料在考量選擇權後權利金會提升，如圖 4.17 所示，由於此多重選擇權本身包含擴張及遞延兩種選擇權，相較於僅探討單種選擇權時，提供了更大的管理彈性空間及選擇權力，因此求得之權利金額度分別優於擴張選擇權及遞延選擇權 77 萬元及 20 萬元。由於此小節探討的是運量遞減之情境，加入擴張選擇權進行評估導致興建及營運成本支出增加，影響整體計畫 NPV 減少，由表 4.38 可以發現平均實質選擇權價值為 0.00。

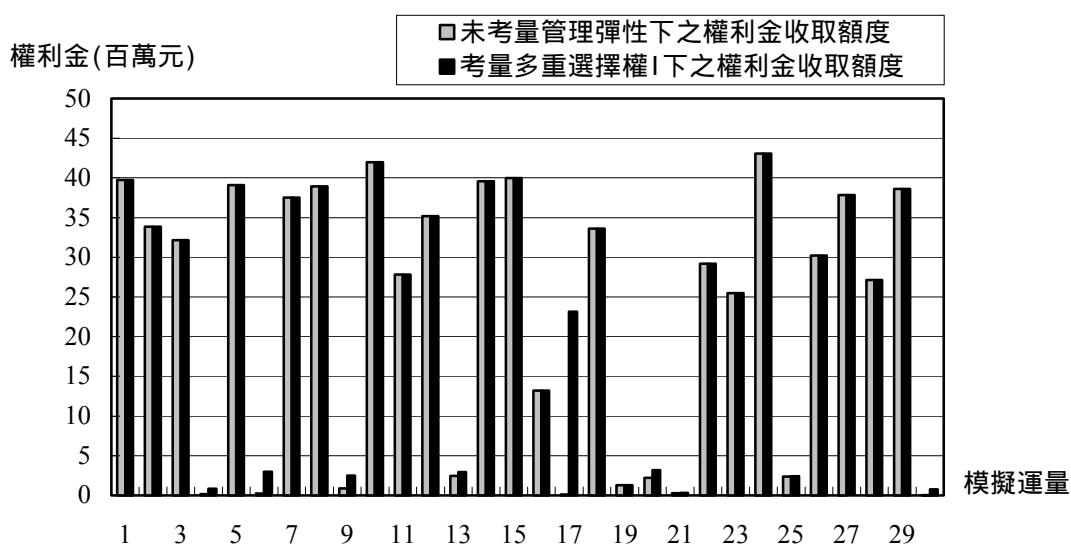


圖 4.17 運量遞減情境多重選擇權 I 前後之分年最適權利金收取額度

表4.38 運量遞減情境資料模擬多重選擇權I分年最適結果

運量	$X_O$	$X_{ED1}$	$Y_E$	$DN$	$NPV_O$	$NPV_{ED1}$	$ROV_{ED1}$
第 1 組	39.73	39.73	--	No	30.35	30.35	0.00
第 2 組	33.85	33.85	--	No	26.03	26.03	0.00
第 3 組	32.16	32.16	--	No	24.76	24.76	0.00
第 4 組	0.16	0.83	--	Yes	19.28	19.28	0.00
第 5 組	39.10	39.10	--	No	30.08	30.08	0.00
第 6 組	0.23	2.96	第 13 年	No	27.38	19.63	--
第 7 組	37.52	37.52	--	No	28.66	28.66	0.00
第 8 組	38.94	38.94	--	No	29.96	29.96	0.00
第 9 組	0.89	2.51	第 12 年	No	27.50	19.49	--
第 10 組	41.98	41.98	--	No	32.11	32.11	0.00
第 11 組	27.82	27.82	--	No	21.25	21.25	0.00
第 12 組	35.17	35.17	--	No	27.04	27.04	0.00
第 13 組	2.45	2.93	第 5 年	Yes	30.33	12.61	--
第 14 組	39.59	39.59	--	No	30.47	30.47	0.00
第 15 組	39.98	39.98	--	No	30.77	30.77	0.00
第 16 組	13.20	13.20	--	No	10.08	10.08	0.00
第 17 組	0.13	23.15	--	Yes	25.51	19.16	--
第 18 組	33.61	33.61	--	No	25.76	25.76	0.00
第 19 組	1.29	1.29	--	No	16.76	16.76	0.00
第 20 組	2.21	3.17	第 12 年	No	27.88	20.4	--
第 21 組	0.28	0.32	--	Yes	21.55	16.35	--
第 22 組	29.18	29.18	--	No	22.41	22.41	0.00
第 23 組	25.47	25.47	--	No	19.47	19.47	0.00
第 24 組	43.06	43.06	--	No	33.10	33.1	0.00
第 25 組	2.37	2.41	第 5 年	Yes	27.83	10.56	--
第 26 組	30.25	30.25	--	No	23.03	23.03	0.00
第 27 組	37.84	37.84	--	No	29.03	29.03	0.00
第 28 組	27.12	27.12	--	No	20.82	20.82	0.00
第 29 組	38.61	38.61	--	No	29.67	29.67	0.00
第 30 組	0.03	0.77	第 5 年	No	24.41	14.38	--
平均	23.14	24.15	--	--	25.78	23.12	0.00

備註： $X_O$ ：原權利金； $X_{ED1}$ ：延遲+擴張後最佳權利金； $Y_E$ ：最佳擴張年期  
 $NPV_O$ ：原 NPV； $NPV_{ED1}$ ：延遲+擴張後之 NPV； $ROV_{ED1}$ ：多重選擇權之價值

## E. 多重選擇權II (縮減+遞延1年)

本研究探討的第二種多重選擇權包含縮減及遞延兩種選擇權，必須比較未考量選擇權、單考量縮減選擇權、單考量遞延1年選擇權及同時考量縮減和遞延選擇權四種情形下求得之結果，進而篩選出最佳實質選擇權使用方案。其中同時考量縮減及遞延之選擇權，需先將計畫延遲1年進行後再加入縮減規模後之收支資料進行考量，此時之計畫年期相較於原案少了一年能回收成本的營運期，過程依據上述縮減選擇權之步驟進行。選擇各組最佳權利金額度，整理如表4.39所示。由於本研究之模式乃以權利金最大為目標，因此，在此決策最佳多重選擇權之使用縮減年期及是否開放遞延1年選擇權，採用權利金額度最大年為判斷準則，比較出最佳實質選擇權開放方案，而NPV值之取用也是依據權利金額度比較決策之結果。當一組資料在相同選擇方案下，權利金額度提升最多但NPV值卻呈現下降情形，在此以「--」表示，並將其實質選擇權之價值以0.00來計算。

在 30 組遞減走勢隨機運量資料模擬多重選擇權的結果中，有 23 組模擬資料在採用多重選擇權後權利金會提升，由圖 4.18 可以清楚的比較出來。由於此階段之多重選擇權本身包含縮減及遞延兩種選擇權，由於受到縮減選擇權的影響，多重選擇權 II 相較於多重選擇權 I 之權利金計收額度，平均高出 413 萬元；而多重選擇權之價值最高可達 319 萬元。而在此小節探討的是運量遞減之情境，當然選擇縮減規模來減少營運成本支出較佳。

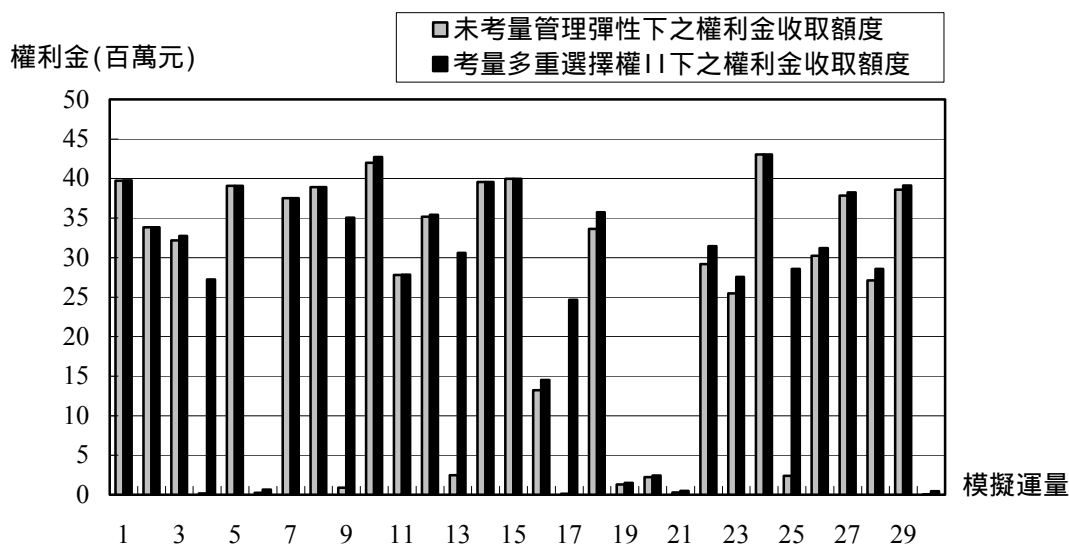


圖4.18 運量遞減情境多重選擇權II前後之分年最適權利金收取額度

表4.39 運量遞減情境資料模擬多重選擇權II分年最適結果

運量	$X_O$	$X_{RD1}$	$Y_R$	$DN$	$NPV_O$	$NPV_{RD1}$	$ROV_{RD1}$
第 1 組	39.73	39.76	第 7 年	No	30.35	30.37	0.02
第 2 組	33.85	33.85	--	No	26.03	26.03	0.00
第 3 組	32.16	32.74	第 5 年	No	24.76	25.20	0.44
第 4 組	0.16	27.23	第 7 年	Yes	19.28	22.47	3.19
第 5 組	39.10	39.10	--	No	30.08	30.08	0.00
第 6 組	0.23	0.64	第 14 年	Yes	27.38	21.66	--
第 7 組	37.52	37.52	--	No	28.66	28.66	0.00
第 8 組	38.94	38.94	--	No	29.96	29.96	0.00
第 9 組	0.89	35.06	第 6 年	No	27.50	26.98	--
第 10 組	41.98	42.71	第 10 年	No	32.11	32.83	0.72
第 11 組	27.82	27.83	第 10 年	No	21.25	21.27	0.02
第 12 組	35.17	35.42	第 8 年	No	27.04	27.22	0.18
第 13 組	2.45	30.58	第 9 年	Yes	30.33	25.23	--
第 14 組	39.59	39.59	--	No	30.47	30.47	0.00
第 15 組	39.98	39.98	--	No	30.77	30.77	0.00
第 16 組	13.20	14.52	第 9 年	No	10.08	11.08	1.00
第 17 組	0.13	24.67	第 5 年	Yes	25.51	20.42	--
第 18 組	33.61	35.74	第 7 年	No	25.76	27.39	1.63
第 19 組	1.29	1.49	第 13 年	No	16.76	16.43	--
第 20 組	2.21	2.41	第 13 年	No	27.88	27.68	--
第 21 組	0.28	0.49	第 14 年	Yes	21.55	16.75	--
第 22 組	29.18	31.43	第 3 年	No	22.41	24.15	1.74
第 23 組	25.47	27.56	第 5 年	No	19.47	21.07	1.60
第 24 組	43.06	43.06	--	No	33.10	33.10	0.00
第 25 組	2.37	28.58	第 6 年	Yes	27.83	23.71	--
第 26 組	30.25	31.20	第 4 年	No	23.03	23.76	0.73
第 27 組	37.84	38.24	第 8 年	No	29.03	29.33	0.30
第 28 組	27.12	28.57	第 4 年	No	20.82	21.93	1.11
第 29 組	38.61	39.14	第 9 年	No	29.67	30.07	0.40
第 30 組	0.03	0.45	第 14 年	Yes	24.41	22.76	--
平均	23.14	28.28	--	--	25.78	25.29	0.44

備註： $X_O$ ：原權利金； $X_{RD1}$ ：延遲且縮減後最佳權利金； $Y_R$ ：最佳縮減年期  
 $NPV_O$ ：原 NPV； $NPV_{RD1}$ ：延遲且縮減後之 NPV； $ROV_{RD1}$ ：多重選擇權之價值

## 2.一段式收取

利用與分年最適金額法中之同一組隨機運量及模擬情境進行一段式收取分析，模擬及求解過程均如分年最適金額法中所述，因此於此不再多做說明，僅針對一段式收取結果及各收取法間之差異比較說明於下。在此一段式收取方式係以每年總收入（ $TR_t$ ）做為計算基礎，依固定比例  $\rho$  加以計算求得每年權利金收取額度及計畫總權利金額度，由於是以單一比例依據收取權利金，因此過程較為簡便，但求得的權利金額度往往較實際能收取之金額有顯著誤差，一段式權利金計收模式表示如下：

$$Max Z = \rho \times \sum_{t=3}^{17} \frac{TR_t}{(1+r)^t}$$

s.t.

$$DSCR_t \geq 1.2, \quad t = 5 \dots 14$$

$$NPV \geq 0$$

$$x_t \geq 0$$

同樣考量擴張、縮減、遞延及多重選擇權等五種情境進行模擬分析，計算權利金收取額度及固定比例  $\rho$  值如表4.40 表4.44所示。發現不論開放何種選擇權均會提高權利金額度，但其中擴張選擇權在運量遞減投資環境下會提高權利金計額度之結果較令人感到質疑，仔細比較表4.40及表4.43兩個有探討到擴張選擇權之分析資料結果發現，包含擴張選擇權進行評估之計畫NPV均小於原方案，表示開放實質選擇權所賦予計畫之價值為0.00，但卻產生了25組權利金額度增加的情形，這樣的現象是因為求解權利金額度之過程不僅考量計畫NPV值，還包括還款期內各年償債比率之限制，經過規劃求解後可得最佳權利金收取額度。

由於本研究之模式乃以權利金最大為目標，因此，在此決策實質選擇權之最佳開放年期及是否採行遞延1年選擇權，均以權利金額度最大年為判斷準則，比較出最佳實質選擇權開放方案，而NPV值之取用也是依據權利金額度比較決策之結果。當一組資料在相同選擇方案下，權利金額度提升最多但NPV值卻呈現下降情形，在此以「--」表示，並將其實質選擇權之價值以0.00來計算。



表 4.40 運量遞減情境資料模擬擴張選擇權一段式收取結果

運量	$\rho_o$	$X_o$ (百萬元)	$\rho_E$	$X_E$ (百萬元)	$Y_E$	$NPV_o$ (百萬元)	$NPV_E$ (百萬元)	$ROV_E$ (百萬元)
第 1 組	0.0591	5.64	0.1904	18.15	第 8 年	30.35	21.26	--
第 2 組	0.0488	4.48	0.1614	14.81	第 13 年	26.03	18.37	--
第 3 組	0.0468	4.21	0.0822	7.39	第 6 年	24.76	14.33	--
第 4 組	0.0383	3.25	0.3557	30.20	第 9 年	19.28	9.99	--
第 5 組	0.0816	7.74	0.1098	10.41	第 14 年	30.08	22.77	--
第 6 組	0.1238	11.36	0.1529	14.02	第 11 年	27.38	19.14	--
第 7 組	0.0106	1.00	0.1845	17.38	第 7 年	28.66	18.92	--
第 8 組	0.0058	0.56	0.0058	0.56	--	29.96	29.96	0.00
第 9 組	0.0018	0.16	0.0754	6.96	第 8 年	27.50	18.30	--
第 10 組	0.0018	0.17	0.2670	26.01	第 11 年	32.11	24.50	--
第 11 組	0.2117	18.60	0.2850	25.04	第 12 年	21.25	14.24	--
第 12 組	0.1076	9.89	0.2270	20.86	第 11 年	27.04	19.24	--
第 13 組	0.0960	9.18	0.0960	9.18	--	30.33	30.33	0.00
第 14 組	0.0192	1.83	0.0856	8.15	第 8 年	30.47	21.63	--
第 15 組	0.0534	5.10	0.0794	7.57	第 12 年	30.77	23.26	--
第 16 組	0.0148	1.14	0.1764	13.61	第 5 年	10.08	1.06	--
第 17 組	0.0442	4.05	0.2596	23.79	第 12 年	25.51	17.79	--
第 18 組	0.0674	6.07	0.1544	13.92	第 10 年	25.76	17.28	--
第 19 組	0.0225	1.85	0.1178	9.68	第 10 年	16.76	8.21	--
第 20 組	0.0705	6.56	0.1989	18.52	第 9 年	27.88	19.45	--
第 21 組	0.2645	23.37	0.2645	23.37	--	21.55	21.55	0.00
第 22 組	0.0010	0.09	0.0169	1.51	第 7 年	22.41	13.16	--
第 23 組	0.0308	2.60	0.1945	16.44	第 7 年	19.47	9.43	--
第 24 組	0.2444	24.17	0.2444	24.17	--	33.10	33.10	0.00
第 25 組	0.0901	8.43	0.0901	8.43	--	27.83	27.83	0.00
第 26 組	0.0116	1.03	0.1209	10.78	第 7 年	23.03	13.47	--
第 27 組	0.1308	12.26	0.1308	12.26	第 12 年	29.03	21.57	--
第 28 組	0.0738	6.36	0.1061	9.14	第 5 年	20.82	9.52	--
第 29 組	0.0406	3.87	0.1769	16.84	第 13 年	29.67	22.24	--
第 30 組	0.1043	9.52	0.1034	9.58	第 7 年	24.41	15.99	--
平均	0.0706	6.48	0.1571	14.29	--	25.78	18.60	0.00
備註： $\rho_o$ ：依原總收入收取原權利金之比例 $\rho_E$ ：依擴張總收入收取擴張權利金之比例								

表 4.41 運量遞減情境資料模擬縮減選擇權一段式收取結果

運量	$\rho_o$	$X_o$ (百萬元)	$\rho_R$	$X_R$ (百萬元)	$Y_R$	$NPV_o$ (百萬元)	$NPV_R$ (百萬元)	$ROV_R$ (百萬元)
第 1 組	0.0591	5.64	0.0591	5.64	--	30.35	30.35	0.00
第 2 組	0.0488	4.48	0.0991	9.10	第 13 年	26.03	23.84	--
第 3 組	0.0468	4.21	0.0942	8.41	第 8 年	24.76	24.16	--
第 4 組	0.0383	3.25	0.0383	3.25	--	19.28	19.28	0.00
第 5 組	0.0816	7.74	0.1272	12.05	第 8 年	30.08	29.60	--
第 6 組	0.1238	11.36	0.1238	11.36	--	27.38	27.38	0.00
第 7 組	0.0106	1.00	0.0400	3.76	第 10 年	28.66	27.45	--
第 8 組	0.0058	0.56	0.0584	5.38	第 5 年	29.96	27.51	--
第 9 組	0.0018	0.16	0.0398	3.67	第 12 年	27.50	26.10	--
第 10 組	0.0018	0.17	0.0513	4.99	第 11 年	32.11	32.64	0.53
第 11 組	0.2117	18.60	0.2117	18.60	--	21.25	21.25	0.00
第 12 組	0.1076	9.89	0.1519	13.96	第 11 年	27.04	26.82	--
第 13 組	0.0960	9.18	0.0960	9.18	--	30.33	30.33	0.00
第 14 組	0.0192	1.83	0.0711	6.65	第 8 年	30.47	29.67	--
第 15 組	0.0534	5.10	0.1035	9.80	第 8 年	30.77	30.05	--
第 16 組	0.0148	1.14	0.0197	1.48	第 5 年	10.08	10.50	0.42
第 17 組	0.0442	4.05	0.0948	8.68	第 12 年	25.51	25.43	--
第 18 組	0.0674	6.07	0.0674	6.07	--	25.76	25.76	0.00
第 19 組	0.0225	1.85	0.0715	5.88	第 10 年	16.76	17.02	0.26
第 20 組	0.0705	6.56	0.0705	6.56	--	27.88	27.88	0.00
第 21 組	0.2645	23.37	0.3034	26.62	第 6 年	21.55	22.13	0.58
第 22 組	0.0010	0.09	0.0538	4.74	第 7 年	22.41	22.62	0.21
第 23 組	0.0308	2.60	0.0620	5.24	第 8 年	19.47	20.13	0.66
第 24 組	0.2444	24.17	0.2843	27.70	第 8 年	33.10	31.23	--
第 25 組	0.0901	8.43	0.1382	12.94	第 9 年	27.83	26.47	--
第 26 組	0.0116	1.03	0.0639	5.61	第 7 年	23.03	22.72	--
第 27 組	0.1308	12.26	0.1308	12.26	--	29.03	29.03	0.00
第 28 組	0.0738	6.36	0.0873	7.46	第 8 年	20.82	20.62	--
第 29 組	0.0406	3.87	0.0914	8.70	第 13 年	29.67	29.43	--
第 30 組	0.1043	9.52	0.1495	12.93	第 6 年	24.41	22.22	--
平均	0.0706	6.48	0.1018	9.29	--	25.78	25.32	0.09
備註： $\rho_o$ ：依原總收入收取原權利金之比例 $\rho_R$ ：依縮減總收入收取縮減權利金之比例								

表 4.42 運量遞減情境資料模擬遞延選擇權一段式收取結果

運量	$\rho_o$	$X_o$ (百萬元)	$\rho_{D1}$	$X_{D1}$ (百萬元)	$DN$	$NPV_o$ (百萬元)	$NPV_{D1}$ (百萬元)	$ROV_{D1}$ (百萬元)
第 1 組	0.0591	5.64	0.0591	5.64	No	30.35	30.35	0.00
第 2 組	0.0488	4.48	0.0488	4.48	No	26.03	26.03	0.00
第 3 組	0.0468	4.21	0.0824	6.30	Yes	24.76	17.68	--
第 4 組	0.0383	3.25	0.1071	8.34	Yes	19.28	20.61	1.33
第 5 組	0.0816	7.74	0.1032	8.56	Yes	30.08	25.14	--
第 6 組	0.1238	11.36	0.1238	11.36	No	27.38	27.38	0.00
第 7 組	0.0106	1.00	0.0106	1.00	No	28.66	28.66	0.00
第 8 組	0.0058	0.56	0.1616	13.31	Yes	29.96	23.63	--
第 9 組	0.0018	0.16	0.0598	4.78	Yes	27.50	21.68	--
第 10 組	0.0018	0.17	0.0678	5.81	Yes	32.11	28.85	--
第 11 組	0.2117	18.60	0.2117	18.60	No	21.25	21.25	0.00
第 12 組	0.1076	9.89	0.1076	9.89	No	27.04	27.04	0.00
第 13 組	0.0960	9.18	0.1324	10.88	Yes	30.33	23.92	--
第 14 組	0.0192	1.83	0.0192	1.83	No	30.47	30.47	0.00
第 15 組	0.0534	5.10	0.0534	5.10	No	30.77	30.77	0.00
第 16 組	0.0148	1.14	0.0148	1.14	No	10.08	10.08	0.00
第 17 組	0.0442	4.05	0.0442	4.05	No	25.51	25.51	0.00
第 18 組	0.0674	6.07	0.0674	6.07	No	25.76	25.76	0.00
第 19 組	0.0225	1.85	0.0670	4.77	Yes	16.76	12.09	--
第 20 組	0.0705	6.56	0.0705	6.56	No	27.88	27.88	0.00
第 21 組	0.2645	23.37	0.2645	23.37	No	21.55	21.55	0.00
第 22 組	0.0010	0.09	0.0565	4.41	Yes	22.41	19.28	--
第 23 組	0.0308	2.60	0.0308	2.60	No	19.47	19.47	0.00
第 24 組	0.2444	24.17	0.2444	24.17	No	33.10	33.10	0.00
第 25 組	0.0901	8.43	0.0830	6.65	Yes	27.83	21.57	--
第 26 組	0.0116	1.03	0.0451	3.42	Yes	23.03	15.56	--
第 27 組	0.1308	12.26	0.1308	12.26	No	29.03	29.03	0.00
第 28 組	0.0738	6.36	0.0738	6.36	No	20.82	20.82	0.00
第 29 組	0.0406	3.87	0.0406	3.87	No	29.67	29.67	0.00
第 30 組	0.1043	9.52	0.1404	11.35	Yes	24.41	22.36	--
平均	0.0706	6.48	0.0907	7.90	--	25.78	23.91	0.04
備註： $\rho_o$ ：依原總收入收取原權利金之比例								
$\rho_{D1}$ ：依遞延 1 年總收入收取遞延 1 年權利金之比例								

表4.43 運量遞減情境資料模擬多重選擇權I一段式收取結果

運量	$\rho_o$	$X_o$ (百萬元)	$\rho_{ED1}$	$X_{ED1}$ (百萬元)	$Y_E$ (百萬元)	DN	$NPV_o$ (百萬元)	$NPV_{ED1}$ (百萬元)	$ROV_{ED1}$ (百萬元)
第 1 組	0.0591	5.64	0.1904	18.15	第 8 年	No	30.35	21.26	--
第 2 組	0.0488	4.48	0.1614	14.81	第 13 年	No	26.03	18.37	--
第 3 組	0.0468	4.21	0.0822	7.39	第 6 年	No	24.76	14.33	--
第 4 組	0.0383	3.25	0.3557	30.2	第 9 年	No	19.28	9.99	--
第 5 組	0.0816	7.74	0.1098	10.41	第 14 年	No	30.08	22.77	--
第 6 組	0.1238	11.36	0.1529	14.02	第 11 年	No	27.38	19.14	--
第 7 組	0.0106	1.00	0.2157	17.43	第 6 年	Yes	28.66	12.87	--
第 8 組	0.0058	0.56	0.1616	13.37	第 12 年	Yes	29.96	17.28	--
第 9 組	0.0018	0.16	0.0942	7.54	第 7 年	Yes	27.50	11.95	--
第 10 組	0.0018	0.17	0.2670	26.01	第 11 年	No	32.11	24.50	--
第 11 組	0.2117	18.60	0.2850	25.04	第 12 年	No	21.25	14.24	--
第 12 組	0.1076	9.89	0.2948	23.16	第 10 年	Yes	27.04	12.44	--
第 13 組	0.0960	9.18	0.1324	10.88	--	Yes	30.33	23.92	--
第 14 組	0.0192	1.83	0.1134	9.27	第 7 年	Yes	30.47	14.27	--
第 15 組	0.0534	5.10	0.0794	7.57	第 12 年	No	30.77	23.26	--
第 16 組	0.0148	1.14	0.1764	13.61	第 5 年	No	10.08	1.06	--
第 17 組	0.0442	4.05	0.2596	23.79	第 12 年	No	25.51	17.79	--
第 18 組	0.0674	6.07	0.1544	13.92	第 10 年	No	25.76	17.28	--
第 19 組	0.0225	1.85	0.1178	9.68	第 10 年	No	16.76	8.21	--
第 20 組	0.0705	6.56	0.1989	18.52	第 9 年	No	27.88	19.45	--
第 21 組	0.2645	23.37	0.2645	23.37	--	No	21.55	21.55	0.00
第 22 組	0.0010	0.09	0.0565	4.41	第 7 年	Yes	22.41	12.16	--
第 23 組	0.0308	2.60	0.1945	16.44	第 7 年	No	19.47	9.43	--
第 24 組	0.2444	24.17	0.2444	24.17	--	No	33.10	33.10	0.00
第 25 組	0.0901	8.43	0.0901	8.43	--	No	27.83	27.83	0.00
第 26 組	0.0116	1.03	0.1209	10.78	第 7 年	No	23.03	13.47	--
第 27 組	0.1308	12.26	0.1308	12.26	--	No	29.03	29.03	0.00
第 28 組	0.0738	6.36	0.1061	9.14	第 5 年	No	20.82	9.52	--
第 29 組	0.0406	3.87	0.2105	17.32	第 11 年	Yes	29.67	16.92	--
第 30 組	0.1043	9.52	0.1404	11.35	第 7 年	Yes	24.41	15.15	--
平均	0.0706	6.48	0.1614	15.08	--	--	25.78	17.08	0.00
備註： $\rho_o$ ：依原總收入收取原權利金之比例 $\rho_{ED1}$ ：依擴張+遞延 1 年總收入收取擴張+遞延 1 年權利金之比例									

表4.44 運量遞減情境資料模擬多重選擇權II一段式收取結果

運量	$\rho_o$	$X_o$ (百萬元)	$\rho_{RD1}$	$X_{RD1}$ (百萬元)	$Y_R$	$DN$	$NPV_o$ (百萬元)	$NPV_{RD1}$ (百萬元)	$ROV_{RD1}$ (百萬元)
第 1 組	0.0591	5.64	0.0591	5.64	--	No	30.35	30.35	0.00
第 2 組	0.0488	4.48	0.0991	9.10	第 13 年	No	26.03	23.84	0.00
第 3 組	0.0468	4.21	0.1310	9.94	第 7 年	Yes	24.76	18.91	0.00
第 4 組	0.0383	3.25	0.1071	8.34	--	Yes	19.28	20.61	1.33
第 5 組	0.0816	7.74	0.1506	12.48	第 7 年	Yes	30.08	26.89	0.00
第 6 組	0.1238	11.36	0.1238	11.36	--	No	27.38	27.38	0.00
第 7 組	0.0106	1.00	0.0400	3.76	第 10 年	No	28.66	27.45	0.00
第 8 組	0.0058	0.56	0.2059	16.71	第 7 年	Yes	29.96	24.24	0.00
第 9 組	0.0018	0.16	0.0598	4.78	--	Yes	27.50	21.68	0.00
第 10 組	0.0018	0.17	0.0678	5.81	--	Yes	32.11	28.85	0.00
第 11 組	0.2117	18.60	0.2117	18.60	--	No	21.25	21.25	0.00
第 12 組	0.1076	9.89	0.1519	13.96	第 11 年	No	27.04	26.82	0.00
第 13 組	0.0960	9.18	0.1324	10.88	--	Yes	30.33	23.92	0.00
第 14 組	0.0192	1.83	0.0711	6.65	第 8 年	No	30.47	29.67	0.00
第 15 組	0.0534	5.10	0.1035	9.80	第 8 年	No	30.77	30.05	0.00
第 16 組	0.0148	1.14	0.0291	2.02	第 5 年	Yes	10.08	12.28	2.20
第 17 組	0.0442	4.05	0.0948	8.68	第 12 年	No	25.51	25.43	0.00
第 18 組	0.0674	6.07	0.0674	6.07	--	No	25.76	25.76	0.00
第 19 組	0.0225	1.85	0.1150	8.18	第 6 年	Yes	16.76	14.41	0.00
第 20 組	0.0705	6.56	0.0705	6.56	--	No	27.88	27.88	0.00
第 21 組	0.2645	23.37	0.3034	26.62	第 6 年	No	21.55	22.13	0.58
第 22 組	0.0010	0.09	0.0538	4.74	第 7 年	No	22.41	22.62	0.21
第 23 組	0.0308	2.60	0.0620	5.24	第 8 年	No	19.47	20.13	0.66
第 24 組	0.2444	24.17	0.2843	27.7	第 8 年	No	33.10	31.23	0.00
第 25 組	0.0901	8.43	0.1382	12.94	第 9 年	No	27.83	26.47	0.00
第 26 組	0.0116	1.03	0.0639	5.61	第 7 年	No	23.03	22.72	0.00
第 27 組	0.1308	12.26	0.1308	12.26	--	No	29.03	29.03	0.00
第 28 組	0.0738	6.36	0.0873	7.46	第 8 年	No	20.82	20.62	0.00
第 29 組	0.0406	3.87	0.0914	8.70	第 13 年	No	29.67	29.43	0.00
第 30 組	0.1043	9.52	0.1859	14.15	第 5 年	Yes	24.41	19.73	0.00
平均	0.0706	6.48	0.1164	10.16	--	--	25.78	24.39	0.17
備註： $\rho_o$ ：依原總收入收取原權利金之比例 $\rho_{RD1}$ ：依縮減+遞延 1 年總收入收取縮減+遞延 1 年權利金之比例									

### 3.二段式收取

同樣利用與分年最適金額法中之同一組隨機運量與模擬情境進行二段式收取分析，模擬及求解過程均如分年最適金額法中所述，因此於此不再多做說明，僅針對二段式收取結果及各收取法間之差異比較說明於下。二段式收取法首先於BOT計畫開始時收取一固定權利金額度（ $FX$ ），至營運期開始後每年以當年總收入（ $TR_t$ ）做為計算基礎，依固定比例  $\rho$  加以計算求得每年權利金收取額度，加總期出之  $FX$  及分年權利金進而求得計畫總權利金額度，二段式權利金計收模式表示如下：

$$Max Z = FX + \rho \times \sum_{t=3}^{17} \frac{TR_t}{(1+r)^t}$$

s.t.

$$DSCR_t \geq 1.2, t = 5 \dots 14$$

$$NPV \geq 0$$

$$x_t \geq 0$$

$$FX \geq 0$$

同樣考量擴張、縮減、遞延及多重選擇權等五種情境進行模擬分析，計算權利金收取總額度、期初固定單筆權利金  $FX$  及固定比例  $\rho$  值結果如表4.45 表4.49所示。綜觀二段式收取法所求得之結果，發現二段式收取法評估之權利金額度低於分年最適收取，但高於一段式收取法之值。進而發現不論開放何種選擇權均會提高權利金額度，但其中擴張選擇權在運量遞減投資環境下會提高權利金計額度之結果較令人感到質疑，仔細比較表4.45及表4.48兩個有探討到擴張選擇權之分析資料結果發現，包含擴張選擇權進行評估之計畫NPV均小於原方案，表示開放實質選擇權所賦予計畫之價值為0.00，但卻產生了25組權利金額度增加的情形，這樣的現象是因為求解權利金額度之過程不僅考量計畫NPV值，還包括還款期內各年償債比率之限制，經過規劃求解後可得最佳權利金收取額度。

由於本研究之模式乃以權利金最大為目標，因此，在此決策實質選擇權之最佳開放年期及是否採行遞延1年選擇權，均以權利金額度最大年為判斷準則，比較出最佳實質選擇權開放方案，而NPV值之取用也是依據權利金額度比較決策之結果。當一組資料在相同選擇方案下，權利金額度提升最多但NPV值卻呈現下降情形，在此以「--」表示，並將其實質選擇權之價值以0.00來計算。

表 4.45 運量遞減情境資料模擬擴張選擇權二段式收取結果

運量	$FX_O$ (百萬元)	$\rho_O$	$X_O$ (百萬元)	$FX_E$ (百萬元)	$\rho_E$	$X_E$ (百萬元)	$Y_E$	$NPV_O$ (百萬元)	$NPV_E$ (百萬元)	$ROV_E$ (百萬元)
第 1 組	0.72	0.0591	6.36	0.20	0.1904	18.35	第 8 年	30.35	21.26	--
第 2 組	0.53	0.0488	5.01	0.30	0.1614	15.11	第 12 年	26.03	18.26	--
第 3 組	0.29	0.0468	4.50	0.06	0.0822	7.45	第 6 年	24.76	14.33	--
第 4 組	0.35	0.0383	3.60	0.65	0.3557	30.85	第 9 年	19.28	9.99	--
第 5 組	0.79	0.0816	8.52	0.16	0.1098	10.58	第 12 年	30.08	22.66	--
第 6 組	0.79	0.1238	11.36	0.40	0.1529	14.42	第 10 年	27.38	18.80	--
第 7 組	0.79	0.0106	1.00	0.26	0.1845	17.64	第 7 年	28.66	18.92	--
第 8 組	1.01	0.0058	1.57	1.01	0.0058	1.57	--	29.96	29.96	0.00
第 9 組	1.01	0.0506	4.67	0.35	0.0754	7.32	第 8 年	27.50	18.30	--
第 10 組	1.01	0.0018	0.17	24.78	0.2670	50.79	第 12 年	32.11	25.08	--
第 11 組	1.01	0.2117	18.60	12.41	0.2850	37.45	第 10 年	21.25	12.99	--
第 12 組	0.65	0.1076	10.54	0.10	0.2270	20.96	第 11 年	27.04	19.24	--
第 13 組	30.14	0.0960	39.32	1.03	0.0960	10.21	第 14 年	30.33	22.92	--
第 14 組	1.17	0.0192	3.00	21.48	0.0856	29.62	第 8 年	30.47	21.63	--
第 15 組	0.10	0.0794	7.67	0.54	0.0794	8.11	第 12 年	30.77	23.26	--
第 16 組	0.10	0.0148	1.14	0.15	0.1764	13.76	第 5 年	10.08	1.06	--
第 17 組	0.08	0.2596	23.87	0.55	0.2596	24.34	第 12 年	25.51	17.79	--
第 18 組	0.08	0.0674	6.07	0.52	0.1544	14.44	第 10 年	25.76	17.28	--
第 19 組	0.08	0.0225	1.85	0.63	0.1178	10.32	第 10 年	16.76	8.21	--
第 20 組	0.08	0.0705	6.56	0.10	0.1989	18.63	第 9 年	27.88	19.45	--
第 21 組	0.08	0.2645	23.37	0.24	0.2645	23.60	第 12 年	21.55	13.67	--
第 22 組	0.84	0.0010	0.93	0.39	0.0166	1.87	第 6 年	22.41	12.37	--
第 23 組	0.84	0.0308	2.60	0.09	0.1945	16.52	第 7 年	19.47	9.43	--
第 24 組	1.10	0.2444	25.26	1.10	0.2444	25.26	--	33.10	33.10	0.00
第 25 組	1.10	0.0901	8.43	0.48	0.0901	8.91	第 13 年	27.83	20.62	--
第 26 組	1.10	0.0116	1.03	11.80	0.0475	16.04	第 5 年	23.03	11.89	--
第 27 組	1.10	0.1308	12.26	0.14	0.1308	12.40	第 12 年	29.03	21.57	--
第 28 組	1.10	0.0738	6.36	0.09	0.1061	9.23	第 5 年	20.82	9.52	--
第 29 組	0.58	0.0406	4.45	0.27	0.1769	17.11	第 12 年	29.67	22.16	--
第 30 組	0.58	0.1043	9.52	0.24	0.1043	9.75	第 12 年	24.41	16.49	--
平均	1.64	0.0802	8.65	2.68	0.1547	16.75	--	25.78	17.19	0.00

備註： $\rho_O$ ：依原總收入收取原權利金之比例； $\rho_E$ ：依擴張總收入收取擴張權利金之比例  
 $FX_O$ ：原方案期初收取之固定權利金； $FX_E$ ：擴張規模期初收取之固定權利金

表 4.46 運量遞減情境資料模擬縮減選擇權二段式收取結果

運量	$FX_O$ (百萬元)	$\rho_O$	$X_O$ (百萬元)	$FX_R$ (百萬元)	$\rho_R$	$X_R$ (百萬元)	$Y_R$	$NPV_O$ (百萬元)	$NPV_R$ (百萬元)	$ROV_R$ (百萬元)
第 1 組	0.72	0.0591	6.36	0.72	0.0591	6.36	--	30.35	30.35	0.00
第 2 組	0.53	0.0488	5.01	0.62	0.0991	9.72	第 12 年	26.03	24.00	--
第 3 組	0.29	0.0468	4.50	0.38	0.0942	8.79	第 8 年	24.76	24.16	--
第 4 組	0.35	0.0383	3.60	0.35	0.0383	3.60	--	19.28	19.28	0.00
第 5 組	0.79	0.0816	8.52	0.88	0.1272	12.93	第 8 年	30.08	29.60	--
第 6 組	0.79	0.1238	11.36	1.24	0.1238	12.60	第 14 年	27.38	27.02	--
第 7 組	0.79	0.0106	1.00	0.17	0.0400	3.93	第 10 年	28.66	27.45	--
第 8 組	1.01	0.0058	1.57	1.10	0.0584	6.49	第 5 年	29.96	27.51	--
第 9 組	1.01	0.0506	4.67	1.01	0.0506	4.67	--	27.50	27.50	0.00
第 10 組	1.01	0.0018	0.17	0.66	0.0513	5.64	第 11 年	32.11	32.64	0.53
第 11 組	1.01	0.2117	18.60	1.01	0.2117	18.60	--	21.25	21.25	0.00
第 12 組	0.65	0.1076	10.54	0.74	0.1519	14.71	第 11 年	27.04	26.82	--
第 13 組	30.14	0.0960	39.32	30.14	0.0960	39.32	--	30.33	30.33	0.00
第 14 組	1.17	0.0192	3.00	1.13	0.0711	7.78	第 8 年	30.47	29.67	--
第 15 組	0.10	0.0794	7.67	0.19	0.1281	12.31	第 8 年	30.77	30.05	--
第 16 組	0.10	0.0148	1.14	0.19	0.0197	1.48	第 5 年	10.08	10.50	0.42
第 17 組	0.08	0.2596	23.87	0.17	0.2967	27.06	第 7 年	25.51	25.65	0.14
第 18 組	0.08	0.0674	6.07	0.17	0.1141	10.29	第 10 年	25.76	26.65	0.89
第 19 組	0.08	0.0225	1.85	0.17	0.0715	5.88	第 10 年	16.76	17.02	0.26
第 20 組	0.08	0.0705	6.56	0.08	0.0705	6.56	--	27.88	27.88	0.00
第 21 組	0.08	0.2645	23.37	0.17	0.3034	26.62	第 6 年	21.55	22.13	0.58
第 22 組	0.84	0.0010	0.93	0.93	0.0538	5.67	第 7 年	22.41	22.62	0.21
第 23 組	0.84	0.0308	2.60	0.93	0.0620	5.24	第 8 年	19.47	20.13	0.66
第 24 組	1.10	0.2444	25.26	1.13	0.2843	28.83	第 8 年	33.10	31.23	--
第 25 組	1.10	0.0901	8.43	1.13	0.1382	12.94	第 9 年	27.83	26.47	--
第 26 組	1.10	0.0116	1.03	1.13	0.0639	5.61	第 7 年	23.03	22.72	--
第 27 組	1.10	0.1308	12.26	1.10	0.1308	12.26	--	29.03	29.03	0.00
第 28 組	1.10	0.0738	6.36	1.13	0.0873	7.46	第 8 年	20.82	20.62	--
第 29 組	0.58	0.0406	4.45	0.67	0.0914	9.37	第 12 年	29.67	29.59	--
第 30 組	0.58	0.1043	9.52	0.67	0.1495	12.93	第 6 年	24.41	22.22	--
平均	1.64	0.0802	8.65	1.67	0.1113	11.52	--	25.78	25.40	0.12
備註： $\rho_O$ ：依原總收入收取原權利金之比例； $\rho_R$ ：依縮減總收入收取縮減權利金之比例 $FX_O$ ：原方案期初收取之固定權利金； $FX_R$ ：縮減規模期初收取之固定權利金										



表 4.47 運量遞減情境資料模擬遞延選擇權二段式收取結果

運量	$FX_o$ (百萬元)	$\rho_o$	$X_o$ (百萬元)	$FX_{D1}$ (百萬元)	$\rho_{D1}$	$X_{D1}$ (百萬元)	$DN$	$NPV_o$ (百萬元)	$NPV_{D1}$ (百萬元)	$ROV_{D1}$ (百萬元)
第 1 組	0.72	0.0591	6.36	0.72	0.0591	6.36	No	30.35	30.35	0.00
第 2 組	0.53	0.0488	5.01	0.00	0.1362	10.70	Yes	26.03	19.39	0.00
第 3 組	0.29	0.0468	4.50	1.36	0.0824	7.57	Yes	24.76	17.68	0.00
第 4 組	0.35	0.0383	3.60	0.06	0.1071	8.39	Yes	19.28	20.61	1.33
第 5 組	0.79	0.0816	8.52	0.06	0.1032	8.56	Yes	30.08	25.14	0.00
第 6 組	0.79	0.1238	11.36	0.09	0.1467	11.57	Yes	27.38	21.27	0.00
第 7 組	0.79	0.0106	1.00	0.79	0.0106	1.00	No	28.66	28.66	0.00
第 8 組	1.01	0.0058	1.57	1.59	0.1616	14.79	Yes	29.96	23.63	0.00
第 9 組	1.01	0.0506	4.67	0.04	0.0598	4.82	Yes	27.50	21.68	0.00
第 10 組	1.01	0.0018	0.17	0.04	0.0678	5.81	Yes	32.11	28.85	0.00
第 11 組	1.01	0.2117	18.60	1.01	0.2117	18.60	No	21.25	21.25	0.00
第 12 組	0.65	0.1076	10.54	0.65	0.1076	10.54	No	27.04	27.04	0.00
第 13 組	30.14	0.0960	39.32	30.14	0.0960	39.32	No	30.33	30.33	0.00
第 14 組	1.17	0.0192	3.00	1.17	0.0192	3.00	No	30.47	30.47	0.00
第 15 組	0.10	0.0794	7.67	0.10	0.0794	7.67	No	30.77	30.77	0.00
第 16 組	0.10	0.0148	1.14	0.10	0.0148	1.14	No	10.08	10.08	0.00
第 17 組	0.08	0.2596	23.87	0.08	0.2596	23.87	No	25.51	25.51	0.00
第 18 組	0.08	0.0674	6.07	0.08	0.0674	6.07	No	25.76	25.76	0.00
第 19 組	0.08	0.0225	1.85	0.57	0.0670	5.29	Yes	16.76	12.09	0.00
第 20 組	0.08	0.0705	6.56	0.99	0.0804	7.47	Yes	27.88	23.74	0.00
第 21 組	0.08	0.2645	23.37	0.08	0.2645	23.37	No	21.55	21.55	0.00
第 22 組	0.84	0.0010	0.93	0.99	0.0565	4.41	Yes	22.41	19.28	0.00
第 23 組	0.84	0.0308	2.60	0.84	0.0308	2.60	No	19.47	19.47	0.00
第 24 組	1.10	0.2444	25.26	1.10	0.2444	25.26	No	33.10	33.10	0.00
第 25 組	1.10	0.0901	8.43	1.10	0.0901	8.43	No	27.83	27.83	0.00
第 26 組	1.10	0.0116	1.03	0.33	0.0451	3.73	Yes	23.03	15.56	0.00
第 27 組	1.10	0.1308	12.26	1.10	0.1308	12.26	No	29.03	29.03	0.00
第 28 組	1.10	0.0738	6.36	1.10	0.0738	6.36	No	20.82	20.82	0.00
第 29 組	0.58	0.0406	4.45	0.06	0.2105	17.38	Yes	29.67	24.66	0.00
第 30 組	0.58	0.1043	9.52	0.06	0.1404	11.35	Yes	24.41	22.36	0.00
平均	1.64	0.0802	8.65	1.55	0.1075	10.59	--	25.78	23.60	0.04
備註： $\rho_o$ ：依原總收入收取原權利金之比例； $\rho_{D1}$ ：依遞延總收入收取遞延權利金之比例 $FX_o$ ：原方案期初收取之固定權利金； $FX_{D1}$ ：遞延 1 年期初收取之固定權利金										

表4.48 運量遞減情境資料模擬多重選擇權I二段式收取結果

運量	$FX_o$ (百萬元)	$\rho_o$	$X_o$ (百萬元)	$FX_{ED1}$ (百萬元)	$\rho_{ED1}$	$X_{ED1}$ (百萬元)	$Y_E$	DN	$NPV_o$ (百萬元)	$NPV_{ED1}$ (百萬元)	$ROV_{ED1}$ (百萬元)
第 1 組	0.72	0.0591	6.36	13.95	0.1422	24.62	第 6 年	Yes	30.35	13.95	--
第 2 組	0.53	0.0488	5.01	0.55	0.1863	15.15	第 12 年	Yes	26.03	11.51	--
第 3 組	0.29	0.0468	4.50	1.36	0.0824	7.57	--	Yes	24.76	17.68	--
第 4 組	0.35	0.0383	3.60	0.65	0.3557	30.85	第 9 年	No	19.28	9.99	--
第 5 組	0.79	0.0816	8.52	0.16	0.1098	10.58	第 12 年	No	30.08	22.66	--
第 6 組	0.79	0.1238	11.36	0.40	0.1529	14.42	第 10 年	No	27.38	18.80	--
第 7 組	0.79	0.0106	1.00	12.87	0.2157	29.34	第 6 年	Yes	28.66	12.87	--
第 8 組	1.01	0.0058	1.57	1.59	0.1616	14.79	--	Yes	29.96	23.63	--
第 9 組	1.01	0.0506	4.67	0.35	0.0942	7.86	第 7 年	Yes	27.50	11.95	--
第 10 組	1.01	0.0018	0.17	24.78	0.2670	50.79	第 12 年	No	32.11	25.08	--
第 11 組	1.01	0.2117	18.60	12.41	0.2850	37.45	第 10 年	No	21.25	12.99	--
第 12 組	0.65	0.1076	10.54	0.23	0.2948	23.37	第 10 年	Yes	27.04	12.44	--
第 13 組	30.14	0.0960	39.32	30.14	0.0960	39.32	--	No	30.33	30.33	0.00
第 14 組	1.17	0.0192	3.00	21.48	0.0856	29.62	第 8 年	No	30.47	21.63	--
第 15 組	0.10	0.0794	7.67	0.54	0.0794	8.11	第 12 年	No	30.77	23.26	--
第 16 組	0.10	0.0148	1.14	0.15	0.1764	13.76	第 5 年	No	10.08	1.06	--
第 17 組	0.08	0.2596	23.87	0.55	0.2596	24.34	第 12 年	No	25.51	17.79	--
第 18 組	0.08	0.0674	6.07	12.69	0.0833	18.32	第 8 年	Yes	25.76	12.69	--
第 19 組	0.08	0.0225	1.85	0.63	0.1178	10.32	第 10 年	No	16.76	8.21	--
第 20 組	0.08	0.0705	6.56	0.10	0.1989	18.63	第 9 年	No	27.88	19.45	--
第 21 組	0.08	0.2645	23.37	0.24	0.2645	23.60	第 12 年	No	21.55	13.67	--
第 22 組	0.84	0.0010	0.93	1.11	0.0565	5.44	第 13 年	Yes	22.41	11.97	--
第 23 組	0.84	0.0308	2.60	0.09	0.1945	16.52	第 7 年	No	19.47	9.43	--
第 24 組	1.10	0.2444	25.26	1.10	0.2444	25.26	--	No	33.10	33.10	0.00
第 25 組	1.10	0.0901	8.43	0.48	0.0901	8.91	第 13 年	No	27.83	20.62	--
第 26 組	1.10	0.0116	1.03	11.8	0.0475	16.04	第 5 年	No	23.03	11.89	--
第 27 組	1.10	0.1308	12.26	0.14	0.1308	12.40	第 12 年	No	29.03	21.57	--
第 28 組	1.10	0.0738	6.36	0.09	0.1061	9.23	第 5 年	No	20.82	9.52	--
第 29 組	0.58	0.0406	4.45	0.56	0.2105	17.84	第 12 年	Yes	29.67	17.02	--
第 30 組	0.58	0.1043	9.52	0.89	0.1404	12.18	第 12 年	Yes	24.41	14.27	--
平均	1.64	0.0802	8.65	5.07	0.1643	19.22	--	--	25.78	16.37	0.00

備註： $\rho_o$ ：依原總收入收取原權利金之比例； $\rho_{ED1}$ ：依擴張+遞延總收入收取權利金之比例  
 $FX_o$ ：原方案期初收取之固定權利金； $FX_{ED1}$ ：擴張+遞延 1 年期初收取之固定權利金

表4.49 運量遞減情境資料模擬多重選擇權II二段式收取結果

運量	$FX_O$ (百萬元)	$\rho_O$	$X_O$ (百萬元)	$FX_{RD1}$ (百萬元)	$\rho_{RD1}$	$X_{RD1}$ (百萬元)	$Y_R$	DN	$NPV_O$ (百萬元)	$NPV_{RD1}$ (百萬元)	$ROV_{RD1}$ (百萬元)
第 1 組	0.72	0.0591	6.36	0.72	0.0591	6.36	--	No	30.35	30.35	0.00
第 2 組	0.53	0.0488	5.01	0.16	0.1820	14.44	第 12 年	Yes	26.03	20.13	--
第 3 組	0.29	0.0468	4.50	1.13	0.1310	10.98	第 7 年	Yes	24.76	18.91	--
第 4 組	0.35	0.0383	3.60	0.06	0.1071	8.39	--	Yes	19.28	20.61	1.33
第 5 組	0.79	0.0816	8.52	0.88	0.1272	12.93	第 8 年	No	30.08	29.60	--
第 6 組	0.79	0.1238	11.36	1.24	0.1238	12.60	第 14 年	No	27.38	27.02	--
第 7 組	0.79	0.0106	1.00	0.17	0.04	3.93	第 10 年	No	28.66	27.45	--
第 8 組	1.01	0.0058	1.57	1.13	0.2059	17.76	第 7 年	Yes	29.96	24.24	--
第 9 組	1.01	0.0506	4.67	0.04	0.0598	4.82	--	Yes	27.50	21.68	--
第 10 組	1.01	0.0018	0.17	0.04	0.0678	5.81	--	Yes	32.11	28.85	--
第 11 組	1.01	0.2117	18.60	1.01	0.2117	18.60	--	No	21.25	21.25	0.00
第 12 組	0.65	0.1076	10.54	0.74	0.1519	14.71	第 11 年	No	27.04	26.82	--
第 13 組	30.14	0.0960	39.32	30.14	0.0960	39.32	--	No	30.33	30.33	0.00
第 14 組	1.17	0.0192	3.00	1.13	0.0711	7.78	第 8 年	No	30.47	29.67	--
第 15 組	0.10	0.0794	7.67	0.19	0.1281	12.31	第 8 年	No	30.77	30.05	--
第 16 組	0.10	0.0148	1.14	0.39	0.0291	2.02	第 5 年	Yes	10.08	12.28	2.20
第 17 組	0.08	0.2596	23.87	0.17	0.2967	27.06	第 7 年	No	25.51	25.65	0.14
第 18 組	0.08	0.0674	6.07	0.17	0.1141	10.29	第 10 年	No	25.76	26.65	0.89
第 19 組	0.08	0.0225	1.85	0.66	0.1150	8.79	第 6 年	Yes	16.76	14.41	--
第 20 組	0.08	0.0705	6.56	1.08	0.0804	7.55	第 12 年	Yes	27.88	24.55	--
第 21 組	0.08	0.2645	23.37	0.17	0.3034	26.62	第 6 年	No	21.55	22.13	0.58
第 22 組	0.84	0.0010	0.93	0.93	0.0538	5.67	第 7 年	No	22.41	22.62	0.21
第 23 組	0.84	0.0308	2.60	0.93	0.0620	5.24	第 8 年	No	19.47	20.13	0.66
第 24 組	1.10	0.2444	25.26	1.13	0.2843	28.83	第 8 年	No	33.10	31.23	--
第 25 組	1.10	0.0901	8.43	1.13	0.1382	12.94	第 9 年	No	27.83	26.47	--
第 26 組	1.10	0.0116	1.03	1.13	0.0639	5.61	第 7 年	No	23.03	22.72	--
第 27 組	1.10	0.1308	12.26	0.42	0.1706	14.00	第 8 年	Yes	29.03	26.29	--
第 28 組	1.10	0.0738	6.36	1.13	0.0873	7.46	第 8 年	No	20.82	20.62	--
第 29 組	0.58	0.0406	4.45	0.06	0.2105	17.38	--	No	29.67	24.66	--
第 30 組	0.58	0.1043	9.52	0.15	0.1859	14.15	第 5 年	Yes	24.41	19.73	--
平均	1.64	0.0802	8.65	1.61	0.1319	12.81	--	--	25.78	24.24	0.20

備註： $\rho_O$ ：依原總收入收取原權利金之比例； $\rho_{RD1}$ ：依縮減+遞延總收入收取權利金之比例  
 $FX_O$ ：原方案期初收取之固定權利金； $FX_{RD1}$ ：縮減+遞延 1 年期初收取之固定權利金

#### 4.綜合評析

在30筆模擬運量遞減情境下，針對三種權利金收取方式，加入五種實質選擇權進行計畫NPV及權利金額度探討。整合各情境下求得之30筆平均結果如表4.50所示，可說明如下：

- a. 在運量遞減情境下開放多重選擇權II最能顯著反應計畫潛藏之價值，以分年最適收取法可求得2828萬元之權利金額度最高；二段式收取之1281萬元居次，而一段式收取由於只考量一個變數 $\rho$ ，因此規劃求解結果所得之目標值也較低，僅有1016萬元。
- b. 此模擬情境下之BOT投資計畫，在滿足投資者股東報酬及融資者償債水準下，以30筆模擬樣本取得之最佳權利金結果，其平均值即為此BOT計畫所可能收取之最佳權利金額度，其中分年最適法可收取2840萬元；二段式收取有2022萬元；而一段式則為1590萬元。
- c. 將實質選擇權應用於評估計畫值的過程中，是提供評估計畫價值一個管理的彈性，這樣的彈性能提供計畫評選出最適的使用方案。就如同上述分析的結果一樣，在運量遞減投資環境下之BOT計畫，若政府以分年最適金額法收取權利金，選擇包含縮減選擇權之多重選擇權II評估結果最佳；若以一段或二段收取法評估，則選擇多重選擇權I評估之權利金額度較佳。
- d. 觀察一段及二段式收取之結果發現，雖然其所求得之權利金額度最大是在開放多重選擇權I之情境下，但在30組模擬資料中卻無任何I組情境下之計畫NPV優於原方案，顯示管理彈性並沒為整體計畫帶來任何的機會價值，這樣的結果主要是基於本研究所構建之模式所導致。因此，在遞減投資環境下，不論選擇何種收取方式，均以多重選擇權II所能賦予計畫之機會價值為最高。

表 4.50 運量遞減情境下各種收取方式之權利金及 NPV 平均額度(百萬元)

權利金及 NPV			權利金收取方式		
			分年最適金額	一段式收取	二段式收取
未考量管理彈性		$X_O$	23.14	6.48	8.65
		$NPV_O$	25.78	25.78	25.78
考量管理彈性	擴張選擇權	$X_E$	23.38	14.29	16.75
		$NPV_E$	24.29	18.60	17.19
	縮減選擇權	$X_R$	24.74	9.29	11.52
		$NPV_R$	25.95	25.32	25.40
	遞延 1 年選擇權	$X_{D1}$	23.95	7.90	10.59
		$NPV_{D1}$	24.97	23.91	23.60
	多重選擇權 I (擴張+遞延 1 年)	$X_{ED1}$	24.15	15.08	19.22
		$NPV_{ED1}$	23.12	17.08	16.37
	多重選擇權 II (縮減+遞延 1 年)	$X_{RD1}$	28.28	10.16	12.81
		$NPV_{RD1}$	25.29	24.39	24.24

表4.51 運量遞減情境各收取方式最佳權利金額度及實質選擇權

運量	分年最適		一段式收取		二段式收取	
	權利金 (百萬元)	實質選擇 權之類型	權利金 (百萬元)	實質選擇 權之類型	權利金 (百萬元)	實質選擇 權之類型
第 1 組	39.76	$X_O$	18.15	$X_E$	24.62	$X_{ED1}$
第 2 組	33.85	$X_O$	14.81	$X_E$	15.15	$X_{ED1}$
第 3 組	32.74	$X_R$	9.94	$X_{RD1}$	10.98	$X_{RD1}$
第 4 組	27.23	$X_{RD1}$	30.20	$X_E$	30.85	$X_E$
第 5 組	39.10	$X_O$	12.48	$X_{RD1}$	12.93	$X_R$
第 6 組	2.96	$X_R$	14.02	$X_E$	14.42	$X_E$
第 7 組	37.52	$X_O$	17.43	$X_{ED1}$	29.34	$X_{ED1}$
第 8 組	38.94	$X_O$	16.71	$X_{RD1}$	17.76	$X_{RD1}$
第 9 組	35.06	$X_R$	7.54	$X_{ED1}$	7.86	$X_{ED1}$
第10組	42.71	$X_R$	26.01	$X_E$	50.79	$X_E$
第11組	27.83	$X_R$	25.04	$X_E$	37.45	$X_E$
第12組	35.42	$X_R$	23.16	$X_{ED1}$	23.37	$X_{ED1}$
第13組	30.58	$X_{RD1}$	10.88	$X_{ED1}$	39.32	$X_O$
第14組	39.59	$X_O$	9.27	$X_{ED1}$	29.62	$X_E$
第15組	39.98	$X_O$	9.80	$X_R$	12.31	$X_R$
第16組	14.52	$X_R$	13.61	$X_E$	13.76	$X_E$
第17組	24.67	$X_{RD1}$	23.79	$X_E$	27.06	$X_R$
第18組	35.74	$X_R$	13.92	$X_E$	18.32	$X_{ED1}$
第19組	1.49	$X_R$	9.68	$X_E$	10.32	$X_E$
第20組	3.17	$X_R$	18.52	$X_E$	18.63	$X_E$
第21組	0.49	$X_{RD1}$	26.62	$X_R$	26.62	$X_R$
第22組	31.43	$X_R$	4.74	$X_R$	5.67	$X_R$
第23組	27.56	$X_R$	16.44	$X_E$	16.52	$X_E$
第24組	43.06	$X_O$	27.70	$X_R$	28.83	$X_R$
第25組	28.58	$X_{RD1}$	12.94	$X_R$	12.94	$X_R$
第26組	31.20	$X_R$	10.78	$X_E$	16.04	$X_E$
第27組	38.24	$X_R$	12.26	$X_E$	14.00	$X_{RD1}$
第28組	28.57	$X_R$	9.14	$X_O$	9.23	$X_E$
第29組	39.14	$X_R$	17.32	$X_{ED1}$	17.84	$X_{ED1}$
第30組	0.77	$X_R$	14.15	$X_{RD1}$	14.15	$X_{RD1}$
平均	28.40	--	15.90	--	20.22	--

### 4.3 敏感度分析

在4.2節簡例分析過程中所模擬的運量資料，均僅探討運量在常態分配  $N(25,5)$  下之變化情形，因此，本節即針對「運量標準差」進行敏感度分析，過程依據簡例中所模擬之各種情境依序進行敏感度分析，分別討論運量標準差為1萬、3萬、7萬及10萬單位時，相較於原模擬情境5萬單位之投資情境，其影響權利金收取額度之變化情形。

#### 4.3.1 運量遞增型

由圖 4.19 可以清楚的比較出，在運量遞增趨勢之情境下，兩個高峰分別出現在開放擴張選擇權及多重選擇權 I 之狀態下，綜觀整體運量標準差變動情形，當標準差越小時，影響權利金收取額度越佳，顯示投資環境越穩定的趨向遞增之趨勢，越能夠提高政府所能收取權利金額度。比較 5 種運量標準差所繪之折線圖中可以看出，不論在開放何種實質選擇權下，曲線間均呈現變化幅度一致且均勻的情形，權利金額度不論在何種運量標準差狀態下，對於開放各種選擇權均不會出現顯著大幅改變，說明運量標準差參數對於運量遞增且以分年最適法收取權利金之情境下，主要影響權利金最終收取額度，對於開放不同實質選擇權之結果則影響不大。敏感度分析結果之權利金變化數值及百分比如表 4.52 所示。

表 4.52 運量遞增情境之運量標準差敏感度分析結果--分年最適金額收取

隨機模擬運量之標準差	各種實質選擇權下之權利金額度（百萬元）					
	$X_O$	$X_E$	$X_R$	$X_{D1}$	$X_{ED1}$	$X_{RD1}$
0.10 (100.00%)	64.00 (-7.40%)	68.12 (-8.13%)	64.00 (-7.41%)	64.51 (-6.76%)	68.71 (-7.49%)	64.51 (-6.76%)
0.07 (40.00%)	67.26 (-2.69%)	71.99 (-2.92%)	67.26 (-2.69%)	67.57 (-2.34%)	72.35 (-2.59%)	67.57 (-2.34%)
<b>0.05</b>	<b>69.12</b>	<b>74.15</b>	<b>69.12</b>	<b>69.19</b>	<b>74.27</b>	<b>69.19</b>
0.03 (-40.00%)	70.59 (2.13%)	75.77 (2.18%)	70.59 (2.13%)	70.59 (2.02%)	75.77 (2.20%)	70.59 (2.02%)
0.01 (-80.00%)	71.51 (3.46%)	76.72 (3.47%)	71.51 (3.46%)	71.51 (3.35%)	76.72 (3.30%)	71.51 (3.35%)

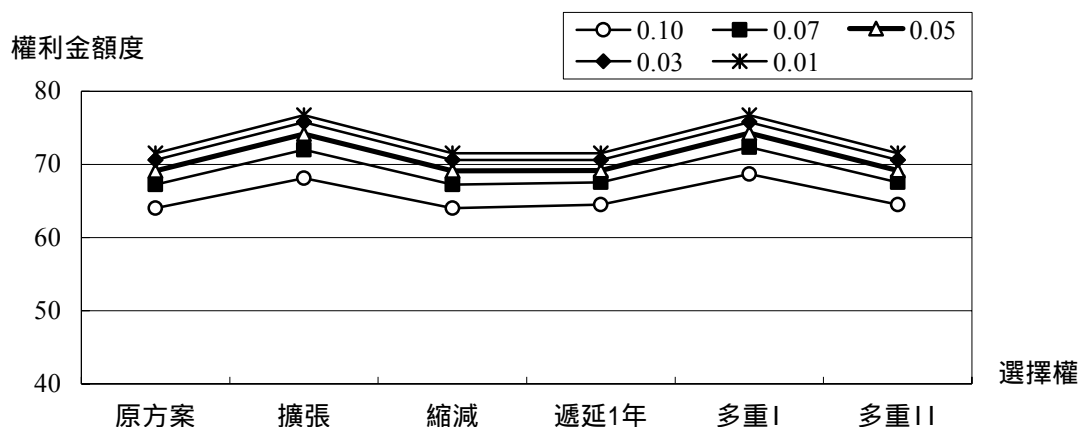


圖 4.19 運量遞增情境之運量標準差敏感度分析趨勢--分年最適金額收取

在運量遞增情境下之一段式權利金收取法中，敏感度分析結果仍是呈現運量標準差越大，權利金額度越小之情形，如圖 4.20 所示，但相較於分年最適金額法之均勻變化情形則差異性較大。敏感度分析結果之權利金變化數值及百分比如表 4.53 所示，觀察表 4.52 及表 4.53 即可清楚比較出，一段式收取之變動幅度明顯大於分年最適之結果，在運量標準差 10 萬單位時之變動幅度高達 20%；且開放各種選擇權影響權利金額度之變化也較為不均勻，以 7 萬單位之運量標準差來比較，在分年最適法中之各選擇權間之差異均不到 1%，相較於一段式中  $X_E$  與  $X_{RD1}$  最大差異達 8.60%，顯示參數變動對一段式收取影響較大。

表 4.53 運量遞增情境之運量標準差敏感度分析結果--一段式收取

隨機模擬運量之標準差	各種實質選擇權下之權利金額度（百萬元）					
	$X_O$	$X_E$	$X_R$	$X_{D1}$	$X_{ED1}$	$X_{RD1}$
0.10 (100.00%)	40.82 (-20.05%)	45.31 (-17.85%)	41.21 (-19.29%)	42.68 (-17.45%)	46.33 (-17.09%)	43.00 (-16.83%)
0.07 (40.00%)	46.93 (-8.09%)	50.57 (-8.31%)	47.17 (-7.64%)	48.60 (-6.00%)	52.30 (-6.41%)	51.85 (0.29%)
<b>0.05</b>	<b>51.06</b>	<b>55.16</b>	<b>51.06</b>	<b>51.70</b>	<b>55.88</b>	<b>51.70</b>
0.03 (-40.00%)	53.17 (4.13%)	57.33 (3.93%)	53.17 (4.13%)	53.21 (2.92%)	57.33 (2.59%)	53.21 (2.92%)
0.01 (-80.00%)	53.79 (5.34%)	57.54 (4.31%)	53.79 (5.34%)	53.79 (4.04%)	57.54 (2.97%)	53.79 (4.04%)



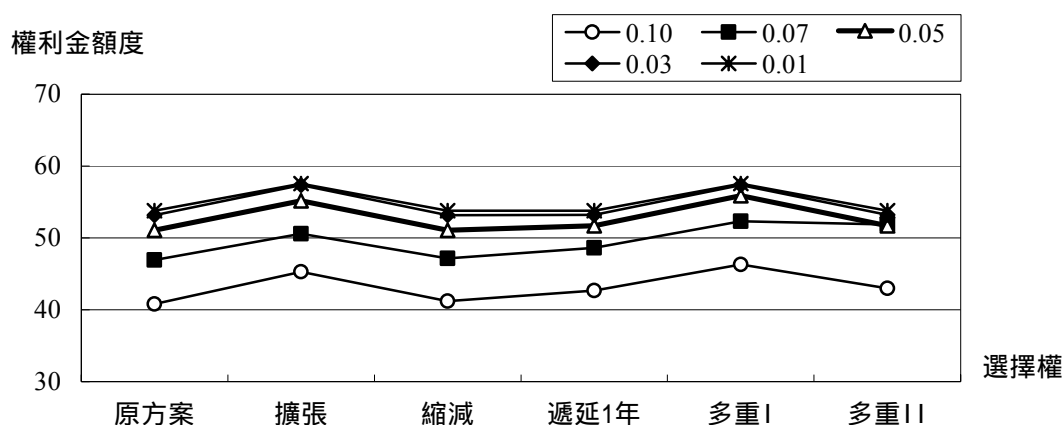


圖 4.20 運量遞增情境之運量標準差敏感度分析趨勢--一段式收取

觀察圖 4.20 與圖 4.21 可以發現，一段式與二段式之敏感度分析結果非常相似，當運量標準差小於 5 萬單位時，參數變動對權利金影響不顯著；反之參數調整大於 5 萬運量標準差時，則差異會漸趨顯著且偏離 5 萬單位時之曲線。二段式敏感度分析結果之權利金變化數值及百分比如表 4.54 所示，雖然二段式整體分析結果與一段式非常相似，求得的權利金額度也差異不太，但唯一一處不相同的地方出現於 7 萬運量標準差下之  $X_{RD1}$ ，進而比較分年最適金額法之結果是與二段式較為相似，這樣的結果可以追溯至第四章中整個簡例模擬分析過程求得之結果，由於一段式收取法在規劃求解過程中僅考量單一變數，因此求得之最佳解值較差且容易受某一限制式侷限影響目標值結果。

表 4.54 運量遞增情境之運量標準差敏感度分析結果--二段式收取

隨機模擬運量之標準差	各種實質選擇權下之權利金額度（百萬元）					
	$X_O$	$X_E$	$X_R$	$X_{D1}$	$X_{ED1}$	$X_{RD1}$
0.10 (100.00%)	42.26 (-19.75%)	46.62 (-17.68%)	42.53 (-19.23%)	44.20 (-17.06%)	47.62 (-16.97%)	44.45 (-16.59%)
0.07 (40.00%)	48.52 (-7.86%)	52.04 (-8.11%)	48.71 (-7.50%)	50.17 (-5.85%)	53.75 (-6.28%)	50.24 (-5.72%)
<b>0.05</b>	<b>52.66</b>	<b>56.63</b>	<b>52.66</b>	<b>53.29</b>	<b>57.35</b>	<b>53.29</b>
0.03 (-40.00%)	54.76 (3.99%)	58.79 (3.81%)	54.76 (3.99%)	54.80 (2.83%)	58.79 (2.51%)	54.80 (2.83%)
0.01 (-80.00%)	55.38 (5.16%)	58.98 (4.14%)	55.38 (5.16%)	55.38 (3.92%)	58.98 (2.84%)	55.38 (3.92%)

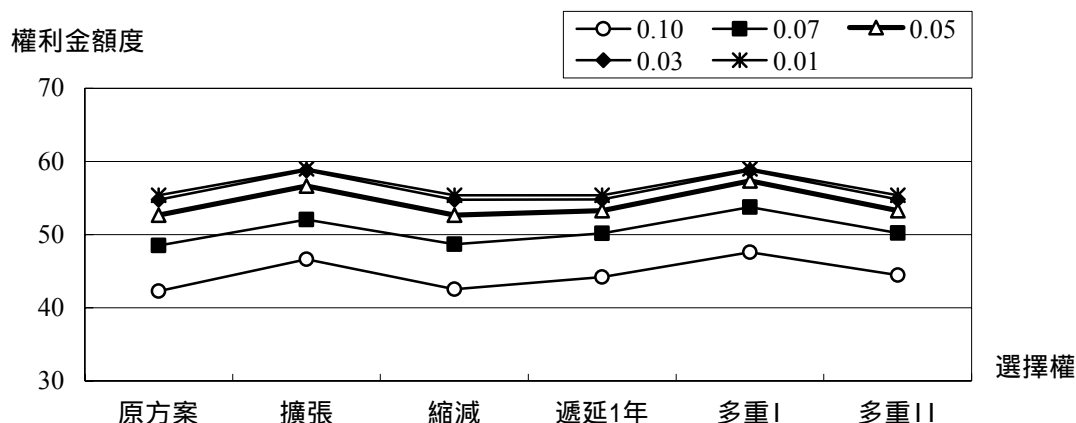


圖 4.21 運量遞增情境之運量標準差敏感度分析趨勢--二段式收取

在運量遞增情境下進行敏感度分析之結果，影響權利金額度變動情形以一段式最為顯著；二段式收取次之；分年最適法之結果最為穩定，對於參數敏感度較低。進而比較三種收取法中開放各式實質選擇權之權利金額度，發現不論參數調整如何變動，分年最適收取之額度均為最佳；二段式次之；而一段式額度則為最低。而三種收取方式在開放選擇權之決策過程中，並無因為參數變動而有所改變，折線圖中的兩點高峰均出現於開放擴張選擇權及多重選擇權 I 之情形下，顯示運量遞增情境下，運量標準差對於開放實質選擇權之方案決策無顯著影響。

### 4.3.2 運量持平型

由圖 4.22 可以清楚的看出，在運量為持平之情境下，曲現變化呈現水平狀態，尤其當運量標準差降低時，顯示整個投資環境越趨近水平狀態，不論開放何種選擇權對於權利金額度均無顯著之正面影響，因此曲現變化幾乎呈現水平之狀態，除了在運量標準差為 7 萬單位之參數調整下，由於受到遞延 1 年選擇權所帶來之管理彈性價值，提升了遞延、多重 I 及多重 II 之選擇權情境下權利金額度，而導致曲現後半部呈現水平上生情形。綜觀整體運量標準差變動情形，當標準差越小時，影響權利金收取額度越佳，顯示投資環境越穩定的趨向遞增之趨勢，越能夠提高政府所能收取權利金額度。敏感度分析結果之權利金變化數值及百分比如表 4.55 所示。

表 4.55 運量持平情境之運量標準差敏感度分析結果--分年最適金額收取

隨機模擬運量之標準差	各種實質選擇權下之權利金額度 (百萬元)					
	$X_O$	$X_E$	$X_R$	$X_{D1}$	$X_{ED1}$	$X_{RD1}$
0.10 (100.00%)	43.10 (-22.83%)	43.18 (-22.69%)	43.10 (-22.83%)	43.45 (-22.30%)	43.53 (-22.16%)	44.42 (-20.57%)
0.07 (40.00%)	49.24 (-11.84%)	49.44 (-11.48%)	49.24 (-11.84%)	51.99 (-7.03%)	51.99 (-7.03%)	52.21 (-6.63%)
<b>0.05</b>	<b>55.85</b>	<b>55.85</b>	<b>55.85</b>	<b>55.92</b>	<b>55.92</b>	<b>55.92</b>
0.03 (-40.00%)	59.14 (5.88%)	59.14 (5.88%)	59.14 (5.88%)	59.14 (5.75%)	59.14 (5.75%)	59.14 (5.75%)
0.01 (-80.00%)	60.80 (8.86%)	60.80 (8.86%)	60.80 (8.86%)	60.80 (8.73%)	60.80 (8.73%)	60.80 (8.73%)

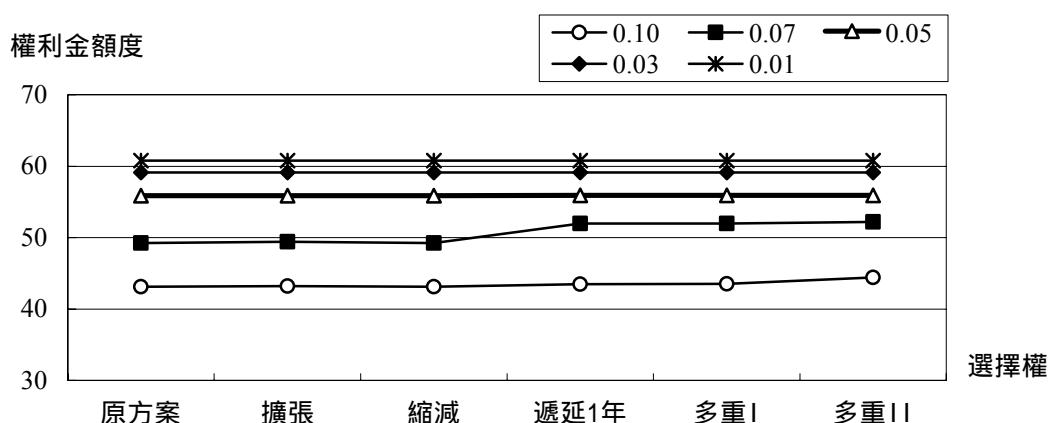


圖 4.22 運量持平情境之運量標準差敏感度分析趨勢--分年最適金額收取

表 4.56 運量持平情境之運量標準差敏感度分析結果--一段式收取

隨機模擬運量之標準差	各種實質選擇權下之權利金額度 (百萬元)					
	$X_O$	$X_E$	$X_R$	$X_{D1}$	$X_{ED1}$	$X_{RD1}$
0.10 (100.00%)	12.36 (-49.85%)	20.27 (-26.54%)	14.81 (-46.16%)	13.82 (-46.41%)	21.51 (-24.82%)	16.01 (-43.79%)
0.07 (40.00%)	16.64 (-32.48%)	22.25 (-19.40%)	19.78 (-28.07%)	17.46 (-32.30%)	23.03 (-19.50%)	18.42 (-35.32%)
<b>0.05</b>	<b>24.65</b>	<b>27.60</b>	<b>27.50</b>	<b>25.79</b>	<b>28.61</b>	<b>28.48</b>
0.03 (-40.00%)	35.75 (45.04%)	36.65 (32.81%)	37.43 (36.11%)	36.04 (39.74%)	36.91 (29.01%)	37.62 (32.09%)
0.01 (-80.00%)	43.63 (77.02%)	43.77 (58.58%)	43.67 (58.79%)	43.63 (69.17%)	43.77 (52.99%)	43.67 (53.34%)

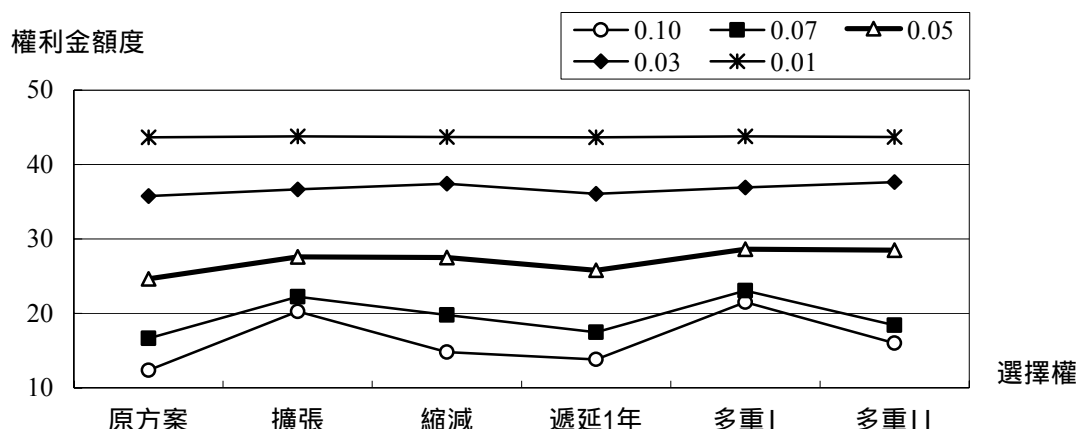


圖 4.23 運量持平情境之運量標準差敏感度分析趨勢--一段式收取

在運量為持平情境下之一段式權利金收取法中，敏感度分析結果仍是呈現運量標準差越大，權利金額度越小之情形，且參數敏感度變化大幅提昇，如圖 4.23 所示，5 種運量標準差間之差異甚大，當標準差縮減 80% 時，最高可提升權利金額度 77.02%，進而觀察曲現變化情形，發現標準差越小越趨水平直線；標準差越大則反之，曲現會出現兩點高峰，與運量遞增情境相類似。敏感度分析結果之權利金變化數值及百分比如表 4.56 所示。

表 4.57 運量持平情境之運量標準差敏感度分析結果--二段式收取

隨機模擬運量之標準差	各種實質選擇權下之權利金額度（百萬元）					
	$X_O$	$X_E$	$X_R$	$X_{D1}$	$X_{ED1}$	$X_{RD1}$
0.10 (100.00%)	13.17 (-49.62%)	22.41 (-24.16%)	15.81 (-45.05%)	14.78 (-46.02%)	25.80 (-15.80%)	17.04 (-42.86%)
0.07 (40.00%)	18.07 (-30.87%)	24.19 (-18.14%)	21.09 (-26.69%)	19.29 (-29.55%)	24.99 (-18.44%)	22.18 (-25.62%)
<b>0.05</b>	<b>26.14</b>	<b>29.55</b>	<b>28.77</b>	<b>27.38</b>	<b>30.64</b>	<b>29.82</b>
0.03 (-40.00%)	37.17 (42.21%)	37.94 (28.39%)	38.64 (34.31%)	37.45 (36.78%)	38.18 (24.61%)	38.83 (30.21%)
0.01 (-80.00%)	44.99 (72.13%)	45.13 (52.72%)	45.03 (56.52%)	44.99 (64.32%)	45.13 (47.29%)	45.03 (51.01%)

觀察圖 4.23 與圖 4.24 可以發現，一段式與二段式之敏感度分析結果非常相似，當運量標準差小於 5 萬單位時，曲現較趨向水平直線，隨著標準差越大，則開放各種實質選擇權對權利金額度影響也越顯著。二段式敏感度分析結果之權利金變化數值及百分比如表 4.57 所示，整體分析結果與

一段式非常相似，所求得之權利金額度也差異不太。

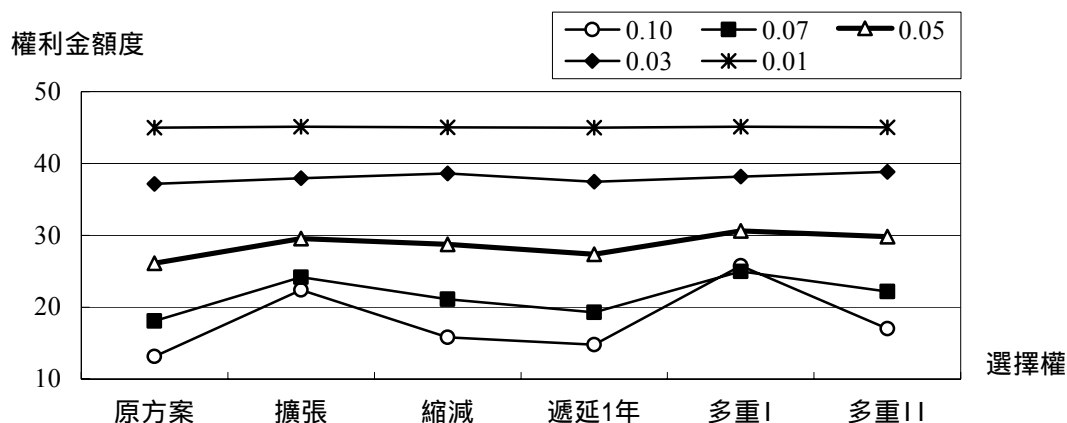


圖 4.24 運量持平情境之運量標準差敏感度分析趨勢--二段式收取

在運量持平情境下進行敏感度分析之結果，影響權利金額度變動情形以一段式最為顯著；二段式收取次之；分年最適法之結果最為穩定，對於參數敏感度較低。進而比較三種收取法中開放各式實質選擇權之權利金額度，發現不論參數調整如何變動，分年最適收取之額度均為最佳；二段式次之；而一段式額度則為最低。三種收取方式在開放選擇權之決策過程中，一段與二段式之結果完全相似，當運量標準差為 3 萬及 1 萬單位時，分別選擇開放多重 II 及擴張選擇權，若運量標準差大於 5 萬單位則選擇開放多重選擇權 I；而分年最適金額收取法在運量標準差大於 5 萬單位及小於 5 萬單位時，則分別為開放多重選擇權 II 及不開放選擇權兩種結果。

### 4.3.3 運量遞減型

由圖 4.25 可以清楚的比較出，在運量遞減趨勢之情境下，兩個高峰分別出現在開放縮減選擇權及多重選擇權 II 之狀態下，仔細比較開放此兩種選擇權之權利金額度差異，發現當運量標準差越小時，多重選擇權 II 中所包含的遞延選擇權所賦予計畫之價值越小，因為在運量遞減情境下，若運量標準差也小，則表示整個投資環境下之運量，明確的呈現下降之走勢，當然需把握期初運量較高時所帶給整體計畫之收入，因此不選擇開放遞延選擇權，綜觀整體運量標準差變動情形，當標準差越小時，影響權利金收取額度越佳。敏感度分析結果之權利金變化數值及百分比如表 4.58 所示。

表 4.58 運量遞減情境之運量標準差敏感度分析結果--分年最適金額收取

隨機模擬運量之標準差	各種實質選擇權下之權利金額度 (百萬元)					
	$X_O$	$X_E$	$X_R$	$X_{D1}$	$X_{ED1}$	$X_{RD1}$
0.10 (100.00%)	13.98 (-39.60%)	14.76 (-36.87%)	15.19 (-38.60%)	15.09 (-36.99%)	15.86 (-34.33%)	19.77 (-30.09%)
0.07 (40.00%)	18.31 (-20.88%)	18.83 (-19.46%)	21.77 (-12.00%)	20.12 (-15.99%)	20.62 (-14.62%)	23.14 (-18.18%)
0.05	23.14	23.38	24.74	23.95	24.15	28.28
0.03 (-40.00%)	25.86 (11.75%)	26.01 (11.25%)	29.87 (20.74%)	29.34 (22.51%)	29.37 (21.61%)	33.89 (19.84%)
0.01 (-80.00%)	32.73 (41.45%)	32.74 (40.03%)	36.06 (45.76%)	33.63 (40.42%)	33.63 (39.25%)	36.06 (27.51%)

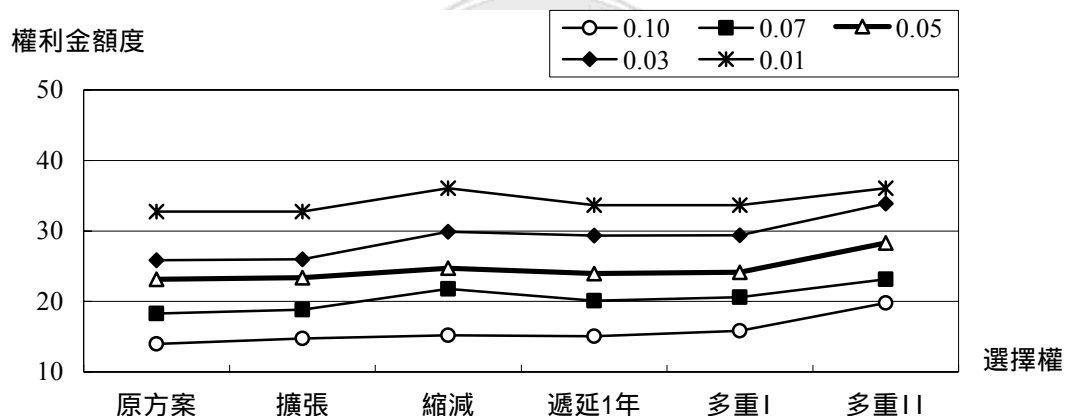


圖 4.25 運量遞減情境之運量標準差敏感度分析趨勢--分年最適金額收取

由圖 4.26 可以清楚的比較出，在運量遞減趨勢之情境下，利用一段式收取法評估權利金額度，兩個高峰分別出現在開放擴張選擇權及多重選擇權 I 之狀態下，這樣的結果與分年最適金額法差異甚大，且與資料設計模擬之情境不相符合，可以追溯至第四章中整個簡例模擬分析過程求得之結果，由於一段式收取法在規劃求解過程中僅考量單一變數，因此求得之最佳解誤差較大，且基於本研究所構建之單一目標模式，僅考量達到權利金額度最大，而無同時兼顧計畫 NPV 也最佳，因此導致這樣開放不適當的選擇權情形發生，這樣的經驗也提供後續相關研究在構建此類模式時，能考量建立多目標之數學規劃模式，將使整體評估過程更為完善。敏感度分析結果之權利金變化數值及百分比如表 4.59 所示，綜觀整體運量標準差變

動情形，此階段之分析結果不如運量遞增及持平情境下，會依標準差漸小而權利金額度循序漸佳之情形，而是不論運量標準差增加或減少多是提高權利金額度之狀況。

表 4.59 運量遞減情境之運量標準差敏感度分析結果--一段式收取

隨機模擬運量之標準差	各種實質選擇權下之權利金額度（百萬元）					
	$X_O$	$X_E$	$X_R$	$X_{D1}$	$X_{ED1}$	$X_{RD1}$
0.10 (100.00%)	11.38 (75.57%)	19.61 (37.22%)	13.29 (43.06%)	12.53 (58.61%)	20.86 (38.33%)	14.30 (40.75%)
0.07 (40.00%)	7.38 (13.97%)	15.38 (7.61%)	9.53 (2.58%)	7.95 (0.63%)	16.23 (7.63%)	9.90 (-2.56%)
0.05	6.48	14.29	9.29	7.90	15.08	10.16
0.03 (-40.00%)	8.38 (29.31%)	18.53 (29.69%)	12.02 (29.39%)	9.01 (14.05%)	18.57 (23.14%)	12.61 (24.11%)
0.01 (-80.00%)	8.86 (36.74%)	25.59 (79.09%)	12.73 (37.05%)	9.68 (22.53%)	25.59 (69.69%)	13.18 (29.72%)

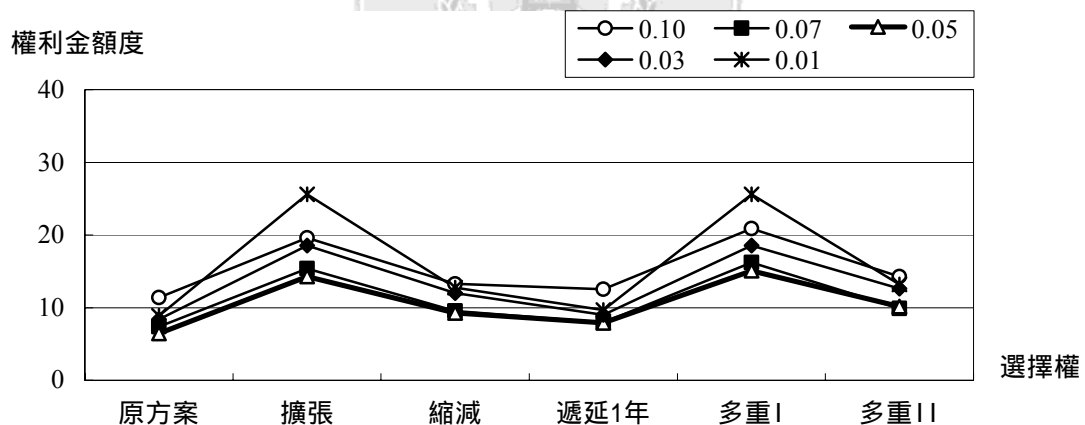


圖 4.26 運量遞減情境之運量標準差敏感度分析趨勢--一段式收取

觀察圖 4.26 與圖 4.27 可以發現，一段式與二段式之敏感度分析結果非常相似，兩個高峰一樣分別出現在開放擴張選擇權及多重選擇權 I 之狀態下，而開放實質選擇權之合理性與理由均已於上段說明中提出。綜觀整體運量標準差變動情形，此階段之分析結果不如運量遞增及持平情境下，會呈現標準差漸小而權利金額度循序漸佳之情形，只有運量標準差為 7 萬單位時之權利金額度是減少的情形，其餘均為增加。當運量標準差為 10 萬單位時，表示整個投資環境之運量變化波動很大，這也表示整個環境是

呈現大起大落的情形，且考量此階段所探討的是運量遞減的投資環境，在不平穩的投資環境下若能適時把握運量大幅提升所帶來的收入，則可能平衡遞減情境對整體投資計畫之負面影響。敏感度分析結果之權利金變化數值及百分比如表 4.60 所示。

表 4.60 運量遞減情境之運量標準差敏感度分析結果--二段式收取

隨機模擬運量之標準差	各種實質選擇權下之權利金額度（百萬元）					
	$X_O$	$X_E$	$X_R$	$X_{D1}$	$X_{ED1}$	$X_{RD1}$
0.10 (100.00%)	11.93 (37.91%)	22.34 (33.39%)	13.96 (21.18%)	13.62 (28.61%)	24.07 (25.23%)	15.51 (21.08%)
0.07 (40.00%)	8.42 (-2.64%)	17.84 (6.51%)	10.73 (-6.86%)	9.53 (-10.01%)	18.95 (-1.40%)	11.75 (-8.27%)
0.05	8.65	16.75	11.52	10.59	19.22	12.81
0.03 (-40.00%)	10.24 (18.42%)	22.92 (36.84%)	13.86 (20.31%)	12.01 (13.41%)	23.19 (20.66%)	15.31 (19.52%)
0.01 (-80.00%)	9.44 (9.18%)	38.01 (126.90%)	13.40 (16.32%)	10.32 (-2.55%)	38.69 (101.30%)	13.82 (7.88%)

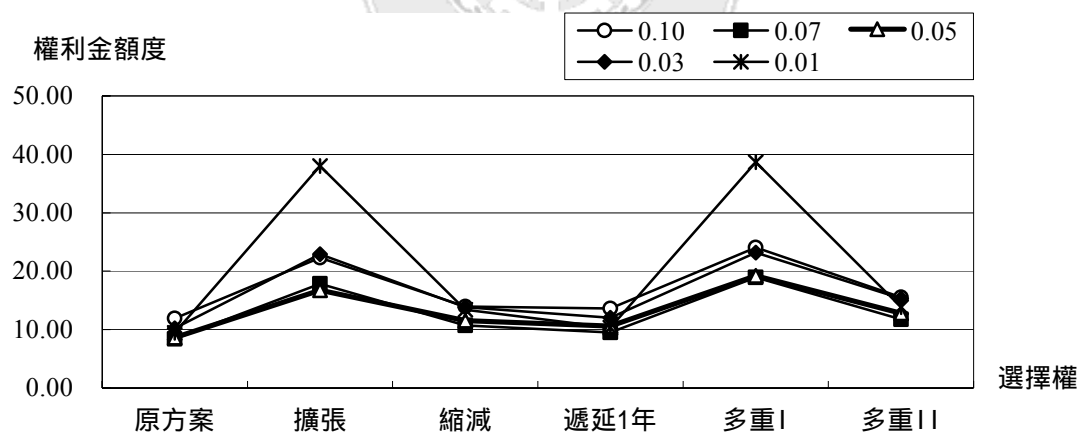


圖 4.27 運量遞減情境之運量標準差敏感度分析趨勢--二段式收取

此階段敏感度分析結果，影響權利金額度以一段式變動最大；分年最適金額法次之；二段式之結果差異最小。再比較開放選擇權影響權利金額度，發現不論參數調整如何變動，分年最適收取之額度均為最佳；二段式次之；而一段式額度則為最低。而決策開放選擇權之過程中，一段與二段式之結果完全相似，選擇開放擴張選擇權及多重選擇權 I；分年最適金額收取法，則以縮減選擇權及多重選擇權 II 最佳。



## 第五章 實例應用

本研究在實例應用部分將採用台北縣中和市公所中正「停二」停車場之實際 BOT 計畫興建工程之資料進行分析，資料內容及應用分析結果將分述如後。

### 5.1 資料設定與說明

中和市截至 92 年 9 月底止，人口已高達 405,654 人，位居台北縣第二大縣轄市。中和市對外交通相當便利，吸引大批外來人口遷入，可聯絡鄰近地區包括永和、板橋、新店及台北市萬華等，而這樣人口快速竄升的結果導致機動車輛快速成長及停車需求大幅增加，面對無法紓解的大量停車需求，民眾僅能利用道路兩旁停放車輛，嚴重影響道路的通暢性。有鑑於此解決停車問題之迫切必要性，並考量在用地取得不易之情形下，乃積極推動現有平面停車場用地改建為立體停車場之政策。

中正「停二」停車場基地範圍內共有 5 筆地號，包括中和市漳和段二八張小段 609-53、611-04、615-04、615-10 及 616-19 地號，土地面積共 1,398 平方公尺，詳細內容如表 5.1 所示。

表 5.1 中正「停二」停車場用地

地段	地號	地目	面積(m <sup>2</sup> )	所有權人	管理機關	公告地價(元/m <sup>2</sup> )
漳和段二八張小段	609-53	田	70	中和市公所	中和市公所	24,000
	611-04	田	561	中和市公所	中和市公所	24,000
	615-04	田	721	中和市公所	中和市公所	24,000
	615-10	水	22	國有財產局	中和市公所	24,000
	616-19	田	24	中和市公所	中和市公所	24,000

由於停車場 BOT 計畫之評估年期長達數十年，期間可能影響分析結果之因素複雜，在分析計畫的財務狀況之前，必須先評估整體經濟因素，對這些要素進行合理的假設，這些假設與參數估計的精準與否，將會影響計畫的可行性，故在提出相關假設條件時應務求合理，以避免評估結果失真。有關中正「停二」停車場之時間點關係圖及財務分析參數整理如圖 5.1 及表 5.2 所示，茲分別就融資、營運支出及營運收入項目之分析參數摘要說明如下。

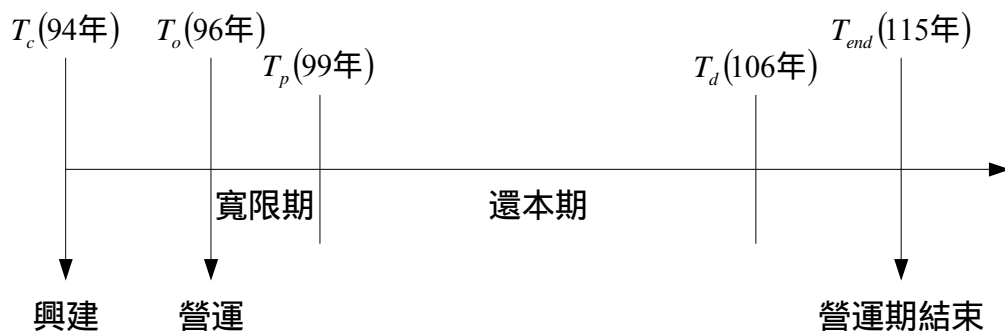


圖 5.1 中正「停二」停車場 BOT 計畫之時間點關係圖

## 1. 融資項目

- 評估年期：參考停車場興建年期與建物壽命年限訂定之，機械式停車塔假設興建期 2 年，營運期 20 年，故特許期計 22 年
- 物價上漲率：2.0%；參考行政院「新世紀國家建設計畫」對於民國 90 至 93 年四年計畫暨民國 100 年展望之內容訂定之
- 營利事業所得稅稅率：25%；若由縣政府主辦，依「民間機構參與重大公共建設免納營利事業所得稅辦法」，可享有五年免徵之優惠；若由市公所主辦則無此項優惠
- 資本結構：自有資金為 30%，負債比例為 70%；參考「促進民間參與公共建設優惠貸款要點」之規定，每一申貸計畫不得超過該計畫所需資金 70%
- 貸款利率：參酌市場行情現況，並考量利率波動及風險因素假設貸款利率為 6.0%。前三年付息不還本，後七年本利攤還
- 股東投資報酬率：參酌資本市場行情現況，假設為 12%
- 折現率：8%
- 加權平均資金成本：7.8%，係根據負債和自有資金占資本比例所決定的平均投資成本加權計算

## 2. 興建成本

由市場可行性分析結果顯示，此 BOT 停車場計畫較適當之興建規模為 128（平日）157（假日）席停車位，本計畫若僅作停車場使用，不引進其他多目標使用項目，則以興建 4 座機械式停車塔（160 席停車位）較為適當，土地使用分配圖如圖 5.2 所示；在工程經費方面，經洽詢相關機械設備廠商經驗，機械式立體停車塔之平均車位造價約為 55 萬元/車位，據此可整理此計畫方案財務分析之興建成本如表 5.2 示，總工程經費約需 8,800 萬元。

表 5.2 財務分析參數一覽表

收入項目	開發規模	4 座機械式立體停車塔			
	停車位數	小汽車停車位 160 席			
	停車費費率	年期	96-98 年	99-108 年	109-115 年
		類型			
		日間計時(元/時)	20	30	40
		夜間計時(元/時)	10	15	20
		全日月租	4,000	6,000	8,000
		優惠全日月租	3,200	4,800	6,400
		半日月租	2,000	3,000	4,000
	月租車位比例	年期	96-98 年	99-108 年	109-115 年
		類型			
		全日月租	40%	10%	10%
		優惠全日月租	40%	30%	30%
	日間使用率	半日月租	0%	40%	40%
		全日月租車輛	20%		
		優惠全日月租車輛	20%		
		半日月租車輛	0%		
	夜間使用率	計時車位	月租型於日夜間不在場時，亦可提供作為計時車位，首年使用率為 40%；每年成長 3%，逢費率調漲年則重新降至 40%。		
		全日月租車輛	90%		
		優惠全日月租車輛	90%		
		半日月租車輛	90%		
	支出項目	計時車位	月租型於日夜間不在場時，亦可提供作為計時車位，首年使用率為 20%；每年成長 2%，逢費率調漲年則重新降至 20%。		
		興建成本	停車場 6,600 萬元，平均每車位造價為 55 萬元。		
		興建年期	民國 94 年完成 50%，民國 95 年完成 50%。		
		營運管理費用	人事費用營運首年為 333 萬元，每年成長 5%。 停車場維修成本為 6,000 元/車位，每年成長 2%。 管銷費用及雜費為營運收入之 5%。		
	支出項目	貸款利率	年息 6%，前 3 年付息不還本，後 7 年本利攤還。		
		土地租金	興建期間約為公告地價 1%，營運期間為公告地價 3%。		
		折舊分攤年限	建築結構 20 年，採直線折舊法攤提，殘值為 0。		
		資產設備增置	電氣及停管設備耐用年期為 10 年，依設備耐用年限進行重置。		
		房屋稅稅率	依據建築結構扣除折舊後之殘值之 3%計，享有前五年減半之優惠。		
		營所稅稅率	25%，享有五年免徵之優惠。		

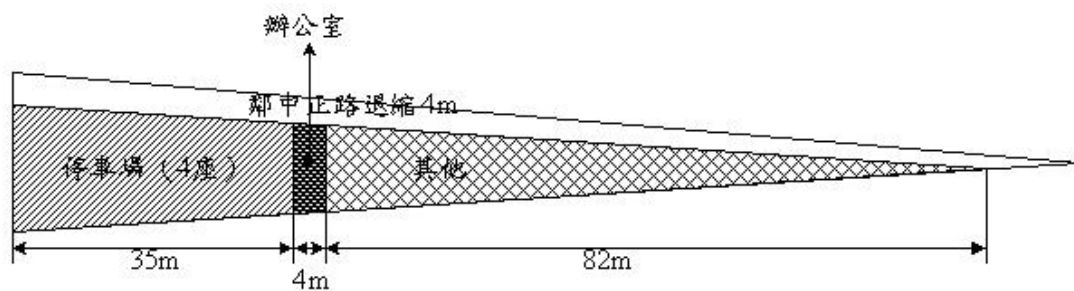


圖 5.2 原方案土地使用分配圖

### 3.營運支出項目

- A. 興建年期：預計二年完工營運；民國 94 年完成 50%，民國 95 年完成 50%。
- B. 營運管理費用：含人事費用、維修費用、管銷費用及雜費等。營運首年人事費用為 333 萬元，年成長率 5%；停車場維修成本首年為 6,000 元/車位，年成長率 2%；管銷費用及雜費預估為營運收入之 5%。
- C. 利息支出與本金攤還：年息 6%，前三年付息不還本，後七年本利攤還。
- D. 土地租金：依「促進民間參與公共建設公有土地出租及設定地上權租金優惠辦法」，若 BOT 計畫由縣政府主辦則興建期為公告地價 1%，營運期為公告地價 3%。
- E. 折舊攤提：依特許營運年期 20 年採直線折舊法攤提，殘值為 0。
- F. 重置成本：電氣及停管設備每 10 年更新，依設備耐用年限進行重置。
- G. 營利事業所得稅：25%；依「民間機構參與重大公共建設免納營利事業所得稅辦法」，由縣政府主辦之 BOT 計畫，可享有五年免徵之優惠。
- H. 房屋稅：3%；若由縣政府主辦，依「台北縣民間機構參與重大公共建設減免地價稅房屋稅及契稅自治條例」，可享有前五年減半之優惠。

### 4.營運收入項目

- A. 計時費率：營運前三年採現行費率 20 元/時，第四年起得調漲為 30 元/時，每十年調漲 10 元/時；夜間停車費率五折優待。
- B. 月租費率與種類：參考「中和市公有停車場收費管理自治條例」，

月租分為全日票、優惠月票、半日票等三種。全日月租以 200 小時/月計算；停車場附近居民全日月租 8 折優惠；半日月租則以全日月租 5 折計。

- C. 月票發售比例：營運首年參考目前平面停車場之發售月票比例，且參考「中和市公有停車場收費管理自治條例」月票發售比例上限訂為車位數之 80%。
- D. 月租車輛使用率：假設日間 20%，夜間 90%，月租車輛不在場時，亦可提供作為計時車位使用。
- E. 計時車位首年平均使用率：營運首年參考目前平面停車場營運之使用率，假設日間 40%，每年成長 3%，夜間 20%，每年成長 2%，費率調漲時回復原首年使用率。
- F. 停車場營運收入計算公式：

$$\text{年營運收入} = \text{月租車位年收入} + \text{計時車位年收入}$$

$$\text{月租車位年收入} = \text{全日月租年收入} + \text{優惠月租年收入} + \text{半日月租年收入}$$

$$\text{計時車位年收入} = \text{計時日間收入} + \text{計時夜間收入}$$

$$\begin{aligned} \text{計時日間收入} = & (\text{月租車位數} \times \text{日間不在場率} + \text{計時車位數}) \times \text{計時車位日間使用率} \\ & \times \text{計時車位日間費率 (元/時)} \times \text{計時車位日間營運時數 (小時/日)} \times \text{營運日數 (日數/年)} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{計時夜間收入} = & (\text{月租車位數} \times \text{夜間不在場率} + \text{計時車位數}) \times \text{計時車位夜間使用率} \\ & \times \text{計時車位夜間費率 (元/時)} \times \text{計時車位夜間營運時數 (小時/日)} \times \text{營運日數 (日數/年)} \end{aligned}$$

由於考量本計畫停車場用地若僅作為停車場使用，而不引進其他附屬事業使用項目，則可能導致財務評估分析為不可行之計畫，故本計畫乃依多目標使用辦法之使用項目及允許條件進行適度放寬，以提昇財務評估可行性。依市場可行性分析結果及考量基地周邊土地使用現況，發現引進之多目標使用項目係以加油站為較佳考量，因此本停車場經評估後更改之計畫包括 3 座停車塔（120 席停車位）及 1 座加油站，更改基地使用如圖 5.3 所示。工程經費依據相關同業過去經驗訂定，機械式立體停車塔造價約為 55 萬元/車位，加油站工程經費則約需 2,000 萬元，預估總工程經費為 8,600 萬元。

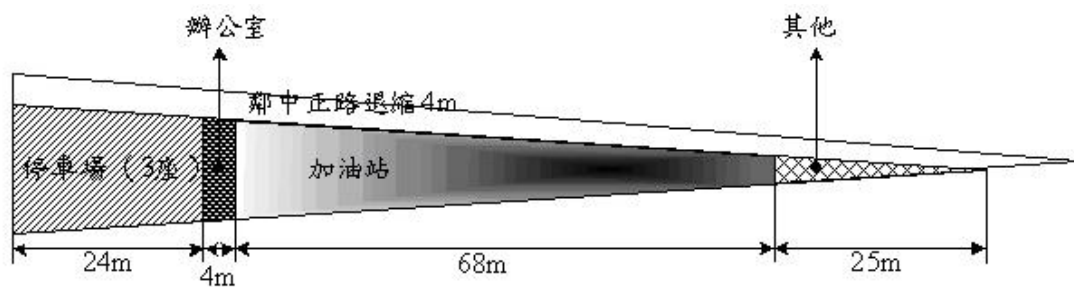


圖 5.3 調整方案土地使用分配圖

新使用方案之營運收入與營運支出調整項目，分述如下：

#### 1. 營運收入調整項目

- A. 加油站每日發油量：參考鄰近地區加油站營運狀況，及中正路車流量與本加油站規模，預估營運首年每日發油量約 20 公秉（1 公秉 = 1000 公升），並假設年增 3%。
- B. 銷貨毛利：依中油加油站營運資料為 2.583 元/公升，並假設物價指數為 2%。

#### 2. 營運支出調整項目

- A. 因加油站所耗費人力較多，預估營運首年人事費用將由 333 萬元增加為 924 萬元，每年成長 5%。
- B. 新增加油站維修成本，預估營運首年為 40 萬元，係造價之 2%，每年成長 2%。
- C. 考量加油站管銷費用及雜費較高，預估為營運收入之 10%。

## 5.2 實例應用結果分析

利用上述台北縣中正「停二」停車場之 BOT 財務資料，考量三種權利金收取方式及五種實質選擇權交錯之情境，配合 Fortran 95 所撰寫之程式進行求解，結果如表 5.3 表 5.5 所示，比較各情境下之權利金收取額度變動情形。

在擴張選擇權部分，模擬於營運期內之每一年，將原本 120 席車位之停車場增加為 130 席，抑入之擴建成本以擴張車位數及單車位造價金額相乘求得，其中 70% 為融資金額，其他營運成本也於程式中依擴張車位數進行調整，有鑑於還款期只到 105 年之限制，因此不考慮 106~115 年擴建之情形。遞延選擇權則於營運期內之各年，模擬減少原 120 席停車位為 100 席，減少支出之營運成本於程式中依縮減車位數量進行調整。模擬遞延選擇權的過程中，僅針對計畫遞延 1 年之情境進行探討，以 5.1 節所敘述財務資料進行分析，不額外加入新增之成本及收入項目，在其他條件均不改變的情況下，模擬 BOT 計畫改變時間點興建及營運對整體計畫價值及權利金之影響。而兩種多重選擇權則是分別結合擴張+遞延 1 年選擇權及縮減+遞延 1 年選擇權之整合考量性的管理彈性價值評估。

表 5.3 中正「停二」停車場情境模擬分析表--分年最適金額收取

實質選擇權		權利金額度及 NPV		
		權利金 (百萬元)	實質選擇權 實行年期	NPV (百萬元)
未考量管理彈性		76.27	--	58.54
考量 管理 彈性	擴張選擇權	76.27	--	58.54
	縮減選擇權	76.27	--	58.54
	遞延 1 年選擇權	76.27	--	58.54
	擴張+遞延 1 年	76.27	--	58.54
	縮減+遞延 1 年	76.27	--	58.54

表 5.4 中正「停二」停車場情境模擬分析表--一段式收取

實質選擇權		權利金額度及 NPV			
		$\rho$	權利金 (百萬元)	實質選擇權 實行年期	NPV (百萬元)
未考量管理彈性		0.0823	30.03	--	58.54
考量 管理 彈性	擴張選擇權	0.0823	30.12	第 8 年	55.38
	縮減選擇權	0.0823	30.03	--	58.54
	遞延 1 年選擇權	0.0823	30.03	--	58.54
	擴張+遞延 1 年	0.0823	30.03	--	58.54
	縮減+遞延 1 年	0.0823	30.03	--	58.54

表 5.5 中正「停二」停車場情境模擬分析表--二段式收取

實質選擇權		權利金額度及 NPV				
		$FX$ (百萬元)	$\rho$	權利金 (百萬元)	實質選擇權 實行年期	NPV (百萬元)
未考量管理彈性		33.18	0.0823	63.21	--	58.54
考量 管理 彈性	擴張選擇權	33.18	0.0823	63.21	--	58.54
	縮減選擇權	33.18	0.0823	63.21	--	58.54
	遞延 1 年選擇權	33.18	0.0823	63.21	--	58.54
	擴張+遞延 1 年	33.18	0.0823	63.21	--	58.54
	縮減+遞延 1 年	33.18	0.0823	63.21	--	58.54

比較三種權利金計收模式下之 NPV 與權利金額度之差異，發現其 NPV 值均在不考量管理彈性下之結果為最佳，顯示此 BOT 計畫現行評估之營運規模已很恰當，加入任何管理彈性進行評估考量均無法提升計畫 NPV，也就是說明管理彈性並沒有產生任何的價值。再比較各種收取法下之權利金收取額度，唯獨一段式收取下之最佳權利金為考量擴張選擇權時求得，在此之一段式收取乃以特許營運期內之各年總收入為依據，配合固定比例  $\rho$  值求得。而分年最適金額收取與二段式收取之結果則均已現行方案為最佳，且其二者權利金收取額度差異也較小，分別為 7627 及 6321 萬元之權利金額度，與一段式收取法僅有 3012 萬元的權利金收取金額差異較多。



## 第六章 結論與建議

### 6.1 結論

1. 過去 BOT 計畫財務評估之相關研究，均以考量政府、民間業者以及融資者三方之立場，將自償率、股東投資報酬率及償債比率放入目標式進行運算。而本研究之權利金計收模式限制 BOT 計畫須在自償率可行範圍下，政府才得以收取權利金或進行投資補貼，因此模式乃以權利金收取額度最大或補貼投資額度最小為目標，配合股東投資報酬率及償債比率之限制求算權利金最適金額。
2. 實質選擇權的理論乃是用於評估投資計畫的 NPV，與本研究所探討之權利金額度並不相同。BOT 計畫權利金的收取額度除了考量計畫 NPV 外，還需加入股東投資報酬率以及償債比率之限制，有鑑於此，本研究不直接將實質選擇權理論模式納入權利金計收模式中進行整合，而採用系統模擬之方式輔助模擬多種實質選擇權情境，這樣模擬的方式能更清楚表達各種模擬情境之最適方案及權利金額度。
3. 彙整簡例分析之結果如下：
  - (1) 探討三種運量情境下之計畫 NPV 顯示，在運量遞增趨勢之投資環境下，擴張選擇權顯著會大幅提昇計畫 NPV；持平投資環境不論搭配何種選擇權均發揮不了太大的效用；而逐年遞減運量趨勢之投資環境，則以縮減選擇權對計畫 NPV 正面影響程度較大。
  - (2) 簡例模擬多項投資環境及實質選擇權情境下之權利金計收額度，在運量遞增趨勢之投資環境下，三種計收模式配合擴張選擇權均能顯著提昇權利金收取額度，其中又以分年最適收取之 7415 萬元權利金額度為最高；而持平投資環境不論搭配何種選擇權求得之權利金額度差異均不大；而逐年遞減運量趨勢之投資環境，則以分年最適收取配合縮減選擇權求得之權利金額度 2452 萬元為最佳。
  - (3) 在運量遞增情境中，三種權利金收取法均在開放多重選擇權 I（擴張+遞延 1 年）時之權利金額度最高，NPV 值依分年最適、一段式、二段式收取法，分別為 5577 萬元、5550 萬元及 5550 萬元。
  - (4) 在運量持平情境中，分年最適收取法在開放遞延選擇權時之權

- 利金額度最高，NPV 值為 4317 萬元；一段式與二段式收取法則在開放多重選擇權 I (擴張+遞延 1 年) 時之權利金額度最高，NPV 分別為 3690 萬元及 3848 萬元。
- (5) 在運量遞減情境中，分年最適收取法在開放多重選擇權 II (縮減+遞延 1 年) 時之權利金額度最高，NPV 值為 2529 萬元；一段式與二段式收取法則在開放多重選擇權 I (擴張+遞延 1 年) 時之權利金額度最高，NPV 分別為 1708 萬元及 1637 萬元。
- (6) 簡例中運量遞減情境下之一段與二段收取法，在開放多重選擇權 I (擴張+遞延 1 年) 之狀態下，權利金額度會最大，分別為 1508 萬元及 1922 萬元，這樣的結果與分年最適金額法所求得之結果差異甚大，且與資料設計模擬之情境不相符合，主要是因為一段與二段式收取法在規劃求解過程中僅分別考量一個及兩個變數，相較於分年最適法之十多個變數所求得之最適解值，準確性及可信度相對較低；且基於本研究所構建之單一目標模式，僅考量達到權利金額度最大，而無同時兼顧計畫 NPV 也最佳，因此導致開放不適當的選擇權情形發生，這樣的經驗也提供後續相關研究在構建此類模式時，能考量建立多目標之數學規劃模式，將使整體評估過程更為完善。
- (7) 不論在何種模擬情境下，分年最適收取法可求得之權利金額度均為最高；二段式收取居次，而一段式收取由於只考量一個變數  $\rho$ ，因此規劃求解結果所得之目標值也較低。以運量遞增之情境下之結果來看，三種收取法在開放多重選擇權 I 均能賦予計畫最多的管理彈性價值，但仍以分年最適之 7427 萬元權利金額度最高；二段式之 5735 萬元居次；一段式之 5588 萬元為最低。
4. 考量運量標準差參數對於權利金額度之敏感度分析發現，在運量遞增及持平情境下，隨著運量標準差由 1 萬、3 萬、5 萬、7 萬及 10 萬單位循序增加時，權利金額度則漸減；但在運量遞減情境下之三種收取方式則參數敏感度分析結果均不同，分年最適金額法依運量標準差遞增而權利金額度遞減，一段式收取中，參數變動 100% 影響權利金額度變動 75.57% 最為顯著，而二段式敏感度分析改變參數-80% 時，影響權利金額度變動幅度 126.90% 為最大。
5. 利用台北縣中和市中正「停二」停車場 BOT 計畫案進行實例應用，結果比較三種權利金收取方式之差異，以分年最適法且配合原方案之情境求得之權利金額度 7627 萬元最佳，二段式收取配合原方案之情境 6321 萬元次之，最後才為一段式收取配合擴張選擇權之 3012 權利

金收取額度，說明此 BOT 計畫現行之營運規模以很恰當，加入任何方式的管理彈性均無法產生顯著的機會價值。

6. 本研究利用實質選擇權去考量 BOT 計畫的管理彈性，這樣的機制提供 BOT 計畫在營運過程中一個選擇能評估管理彈性的機會，而實質選擇權的優點就在於其提供的這個機會並非強迫接受而是能夠選擇的，選擇適當的實質選擇權法進行計畫評估，才不容易低估計畫本身之價值，進而收取最適額度之權利金。

## 6.2 建議

1. 本模式乃以政府角度為出發點，僅考量權利金收取額度最大或補貼投資最少之單一目標進行評估，而無考量 NPV 值是否相對最大，容易導致決策選擇權開放項目不適當，未來可以考慮加入其他更多影響權利金收取額度之目標，以多目標數學模式求解。
2. 在模擬遞延選擇權過程，本研究僅探討 BOT 計畫延遲 1 年之情境，可考慮加入更多年期之遞延選擇權模擬情境，使計畫評估遞延選擇權影響整體機會價值之變化情形更完善。
3. 本研究在探討實質選擇權的過程中是採用模擬的方式，並無直接整合權利金收取及實質選擇權模式加以應用，建議未來能將實質選擇權理論模式納入權利金計收模式整合之應用，進而比較模式理論推導及系統模擬兩種方法結果之差異。
4. 本研究在模擬隨機運量情境中，乃針對遞增、持平及遞減三種運量趨勢下，以標準常態分配取得之隨機運量進行探討，未來可考慮以其他更符合實際交通建設運量變化之分配，來取得隨機變化之運量資料，帶入模式求算權利金額度將更貼近實際計畫情形。
5. 本研究系統模擬過程中之資料比數僅有 30 筆，已滿足統計大數法則下之最下限要求，建議仍可增加樣本資料模擬比數，使其模擬結果更貼近母體之實際情形。
6. 本研究在模擬分析開放各種實質選擇權於 BOT 計畫過程中，選擇權所賦予計畫之潛藏管理彈性價值，均全部歸列於政府所能多得之 NPV，而無考量由政府、投資者及融資者三方共享之情形，建議未來相關研究能納入考量。

## 參考文獻

### 一、中文部分

1. Copeland, T., Koller, T. and Murrin, J. 著，陳隆麒等譯，「事業評價--價值管理的基礎」，民國九十一年。
2. 王駿良，「資源回收廠推動BOT 方案之現金流量分析及風險評估」，中山大學財務管理研究所碩士論文，民國九十年。
3. 行政院公共工程委員會，民間參與公共建設財務評估模式規劃，民國九十一年。
4. 李博信，「專利全權利金之考量與決定之方式」，工業財產權與標準，民國八十三年。
5. 邱雪娥，「BOT專案評價決策支援系統—實質選擇權之應用」，台灣科技大學資訊管理研究所碩士論文，民國九十年。
6. 何麗卿，「BOT投資之實質選擇權--台灣蘇花段高速公路之研究」，東吳大學經濟研究所碩士論文，民國九十二年。
7. 林宗杰，「實質選擇權在資本投資決策之應用—高鐵BOT投資計畫之複合選擇權分析」，台灣大學國際企業研究所碩士論文，民國八十八年。
8. 林金美，「BOT 動態財務分析之研究--以淡江大橋建設為例」，高雄第一科技大學保險營運研究所碩士論文，民國八十九年。
9. 林家永，「用實質選擇權方法評價連鎖加盟契約--以投資者觀點」，中山大學財務管理研究所碩士論文，民國九十一年。
10. 林則孟，「系統模擬理論與應用」，民國九十一年。
11. 吳善楹，「交通建設BOT計畫權利金計收模式之構建」，交通大學交通運輸研究所碩士論文，民國九十一年。
12. 柯娟娟，「不確定營收下BOT專案計畫決策評估之研究--以高雄捷運工程為例」，銘傳大學管理科學研究所碩士論文，民國九十年。
13. 姚乃嘉、李俊憲、劉惠芸，「BOT特許合約研究系列(3)--財務篇」，現代營建，第254期，頁47-58，民國90年。
14. 徐浚宜，「民間參與興建及經營公立大學學生宿舍之可行性研究—以國立成功大學學生宿舍為例」，成功大學建築研究所碩士論文，民國九十年。
15. 涂新南，「實質選擇權在BOT 資本投資決策之應用--以高雄捷運為例」，高雄第一科技大學財務管理研究所碩士論文，民國九十年。
16. 孫秀芝，「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」，中山大學財務管理研究所碩士論文，民國九十一年。

17. 郭國任,「公有非公用土地設定地上權權利價值評估之研究」,逢甲大學土地管理研究所碩士論文,民國八十五年。
18. 郭志強,「實質選擇權在BOT專案計畫之應用研究」,台灣科技大學管理技術研究所碩士論文,民國八十七年。
19. 許光華,「專案融資風險之評估與分析—台灣高鐵BOT計畫個案研究」,台灣大學商學研究所博士論文,民國八十九年。
20. 許家駒,「民間參與重大交通建設風險分擔之研究--營收風險」,交通大學交通運輸研究所碩士論文,民國八十九年。
21. 曹潘素雲,「實質選擇權在土地入股投資決策上之應用」,台灣大學財務金融研究所碩士論文,民國九十一年。
22. 陳宥彬,「以實質選擇權評價模式評估台灣高鐵公司BOT案之等待價值」,政治大學企業管理研究所碩士論文,民國八十八年。
23. 陳兆夫,「獎勵民間投資開發都市路外停車場獎勵誘因之檢討-以台北市為例」,成功大學都市計畫研究所碩士論文,民國九十一年。
24. 黃明聖,「交通建設BOT之財務融資與財務調整」,經社法制論叢,第23期,民國八十八年。
25. 彭國倫,「Fortran 95」,民國九十二年。
26. 馮正民、邱裕鈞,「研究分析方法」,民國九十三年。
27. 詹傑麟,「BOT放棄選擇權之研究--以台灣南北高速鐵路計畫為例」交通大學土木工程研究所碩士論文,民國八十八年。
28. 劉睦雄,「系統模擬」,民國八十一年。
29. 蕭嘉銘,「民間參與運動設施營建、經營之可行性研究 - 以新竹科學工業園區體育休閒區BOT計畫為例」,成功大學建築研究所碩士論文,民國九十一年。

## 二、英文部分

1. Bousquet, A., Cremer, H., Ivaldi, M. and Wolowicz, M. "Risk sharing in licensing," *International Journal of industrial organization*, Vol. 16, pp. 535-554, 1998.
2. Botteron, P., Chesney, M. and Gibson-Asner, R. "Analyzing firms' strategic investment decisions in a real options' framework," *International Financial Markets, Institutions and Money*, Vol. 13, pp. 451- 479, 2003.
3. Insley, M. "A Real Options Approach to the Valuation of a Forestry Investment," *Journal of Environmental Economics and Management*, Vol. 44, pp. 471-492, 2002.
4. Kaufmann, P. J. and Dant, R. P. "The pricing of franchise rights," *Journal of Retailing*, Vol. 77, pp. 537-545, 2001.
5. Press, W. H., Teukolsky, S. A., Vetterling, W. T. and Flannery, B. P. "Numerical Recipes in Fortran 77: The Art of Scientific Computing," 1986.

6. Rowse, J. "On ad valorem taxation of nonrenewable resource production," *Resource and Energy Economics*, Vol. 19, pp. 221-239, 1997.
7. Trigeorgis, L., *Real Options--Managerial Flexibility and Strategy in Resource Allocation*, The MIT Press, 2000.
8. Windsperger, J. "The Fee structure in franchising: a property rights view," *Economics Letters*, Vol. 73, pp. 219-226, 2001.
9. Wang, X. H. "Fee versus royalty licensing in a Cournot duopoly model," *Economics Letters*, Vol. 60, pp. 55-62, 1998.
10. Yeo, K.T. and Qiu, F. "The value of management flexibility--a real option approach to investment evaluation," *International Journal of Project Management*, Vol. 21, pp. 243-250, 2003.

