

# 國立交通大學

管理學院碩士在職專班經營管理組

碩士論文

專案融資計畫案財務可行性及風險評估模式之建構-以台灣高鐵計畫為例

The Modelling of Financial Feasibility and Risk

Evaluation of Project with Project Financing-Case

Study with Taiwan High Speed Rail Project

研究生：陳博亮

指導教授：毛治國 教授

中華民國九十五年八月

## 摘要

近期國內重大的民間參與國家建設案，如台灣高鐵案、高雄捷運案，因資金無法到位、工程逾期完成等種種問題，使得計畫面臨失敗的可能性。對國內 BOT 案最大融資者之國內聯貸銀行而言，聯貸銀行將受到因操作不當致使機構承受鉅額損失。BOT 案是屬於專案融資 (Project Finance)，專案融資案計畫複雜度高、計畫期長，不同於一般傳統借貸，銀行所承受風險之可能性及複雜度均變高，因此完整的風險分析及管理是專案融資案重要研究課題。

所以如何建立一套財務評估模型、評估指標量化機制及找出各關鍵財務影響因子，加以控制與修正，使的 BOT 專案計畫更形穩健，讓政府、投資者與銀行團之間形成三贏。所以降低 BOT 專案風險，使專案更具可行性，勢必為重要之研究課題。本研究利用工程經濟學公式建立一套專案財務分析模型，並藉由 Excel、SAS、@Risk、Lingo 等軟體，進行實證分析研究以模擬高鐵計畫財務特性，建立七大財務可行性指標之迴歸方程式，並從政府、投資者與銀行團等不同角度，利用線性規劃求解求得最佳出資比，以供銀行團與投資者於借貸前，能做最佳之融資決策。並可做為後續風險分析之標準組(Base Case)數據。

利用標準組數據，針對專家訪談而得之風險因子，進行敏感度分析 (Sensitivity Analysis)，求出第一階段之關鍵財務影響因子並加以排序。再進行第二階段之情境模擬 (Scenario Analysis) 與加入機率條件進行蒙地卡羅模擬 (Monte Carlo Simulation)。

以文獻之高鐵 BOT 專案財務為例，經工程經濟模式及線性規劃模式分析，考慮投資者及銀行團之角色，各以 IRR 值及 DSCR 為線性方程式之目標函數，求得  $\gamma_{op}=20\%$ (股東最佳出資比)及  $\gamma_{max}=23.22\%$ (股東最大出資比)，供雙方決定貸款比率時之依據。

本模式分析出高鐵 BOT 案關鍵財務影響因子，對七大財務可行性指標影響，排列出關鍵財務影響因子影響順序及影響程度，結果可以做為 BOT 專案執行時風險管理之重點，期能降低 BOT 案風險，使 BOT 計畫更具可行性。

關鍵字:專案融資、BOT、財務分析、敏感度分析、情境分析、蒙地卡羅模擬

## Abstract

The BOT mechanism does not go well in Taiwan. The Taiwan High Speed rail project as well as Kaohsiung subway project encountered many problems, such as cost overrun, time delay, funding misplace etc.. These problems may result in the failure of the BOT project. As the major financing participants, banks face the highly potentials of the huge financial loss. BOT poses the project financing mechanism. Project finance is different to conventional loan due to the long terms and complexity of the project. Hence, a complete financial analysis is crucial to the BOT projects.

This thesis is aimed to build financial analysis model and risk analysis model. These models can calculate the project financial feasibility, project financial characteristics and the best capital structure of the project. As well as the critical factors of the BOT project can be identified. The models is based on the theory of engineering economics with the softwares, such as Excel, SAS, @Risk, Lingo etc.. The Taiwan high speed rail project is used to serve as the case study of the application of model analysis. The risk analysis includes the sensitivity analysis, scenario analysis, and Monte Carlo simulation.

The results show that the optimum capital structure is 20% of the private funding from the investors. Maximum private funding ratio is 23.22%. These models identify the critical factors of the project which can provide as a reference for the management authority. With careful tackle of the critical factors could smooth out the problems of the project. And, therefore enhance the feasibility of the project.

Keywords: project finance, BOT, risk analysis, sensitivity study, scenario analysis, Monte Carlo simulation.

## 誌謝

我的指導老師毛老師治學嚴謹，使我自己對論文研究品質，自我要求標準相對提高。雖然研究進度因此較慢，但個人學到很多，使我對專案融資之財務分析有更深入體會。每次進度報告，毛老師會針對我的問題提出看法。老師對問題看法具有宏觀性及可操作性，使我對問題本質可以見樹見林，又能解決研究上的困境，故讓我在研究期間獲益甚深。非常感謝毛老師指導，以及口試教授的指導，讓我可以順利完成本篇論文。



# 大綱

摘要 .....	1
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>2</b>
誌謝.....	3
<b>1 簡介.....</b>	<b>11</b>
1.1 研究動機.....	11
1.2 研究目的.....	12
1.3 研究範圍與限制.....	12
1.4 研究架構.....	13
1.5 研究流程.....	14
1.6 研究方法.....	15
<b>2 文獻回顧 .....</b>	<b>16</b>
<b>3 專案財務現金流量分析模式之建構 .....</b>	<b>32</b>
3.1 現金流量分析模式說明.....	32
3.2 計畫總投資金額:建設期之現金流量 .....	33
3.3 計畫總營收金額:營運期之現金流量 .....	36
3.4 專案計畫之獲利指標 .....	39
<b>4 專案計畫風險定義與風險評估模式 .....</b>	<b>44</b>
4.1 風險管理基本概念.....	44
4.2 專案融資風險因子的分析.....	47
4.3 專案融資風險分析之模式建構 .....	53
<b>5 模式之實證-高鐵案例分析.....</b>	<b>58</b>
5.1 基本分析參數介紹.....	58
5.2 基本假設參數說明.....	60
5.3 財務模式的建構.....	65
5.4 財務模擬分析結果與討論.....	71
<b>6 結論與建議 .....</b>	<b>97</b>
6.1 結論 .....	97
6.2 建議 .....	98
參考文獻 .....	99

## 圖目錄

圖 1-1 研究架構圖.....	13
圖 1-2 財務分析流程圖.....	14
圖 2-1 B.O.T運作之關係架構圖.....	20
圖 2-2 電力容量費率計算流程.....	27
圖 4-1 投資風險類型.....	46
圖 4-2 建設開發投資財務風險因子.....	50
圖 4-3 建設開發案之詳細風險因子.....	51
圖 5-1 建設成本架構圖.....	65
圖 5-2 股東出資比分年現金流量圖.....	71
圖 5-3 股東出資比累積現金流量圖.....	71
圖 5-4 分年與計畫DSCR關係.....	72
圖 5-5 分年與計畫TIE關係.....	72
圖 5-6 分年與計畫ROA關係.....	72
圖 5-7 分年與計畫ROE關係.....	72
圖 5-8 股東出資比與DSCR關係.....	73
圖 5-9 股東出資比與TIE關係圖.....	73
圖 5-10 股東出資比與ROA關係圖.....	73
圖 5-11 股東出資比與ROE關係.....	73
圖 5-12 政府出資比(G)與計畫NPV關係.....	74
圖 5-13 政府出資比(G)與IRR關係.....	74
圖 5-14 政府出資比(G)與計畫SLR關係.....	74
圖 5-15 政府出資比(G)與計畫DSCR關.....	74
圖 5-16 政府出資比(G)與計畫TIE關係.....	75
圖 5-17 政府出資比(G)與計畫ROA關係.....	75
圖 5-18 政府出資比(G)與計畫ROE關係.....	75
圖 5-19 政府出資比(G)與計畫NPV回歸式與圖形.....	76
圖 5-20 政府出資比(G)與計畫IRR回歸式與圖形.....	76
圖 5-21 政府出資比(G)與計畫SLR回歸式與圖形.....	76
圖 5-22 政府出資比(G)與計畫DSCR回歸式與圖形.....	77
圖 5-23 政府出資比(G)與計畫TIE回歸式與圖形.....	77
圖 5-24 股東出資比(R)與計畫WACC關係.....	79
圖 5-25 股東出資比(R)與計畫NPV關.....	79
圖 5-26 股東出資比(R)與計畫IRR關係.....	80
圖 5-27 股東出資比(R)與計畫SLR.....	80
圖 5-28 股東出資比(R)與計畫DSCR關係.....	80
圖 5-29 股東出資比(R)與計畫TIE關係.....	80

圖 5-30 股東出資比(R)與計畫ROA關係.....	80
圖 5-31 股東出資比(R)與計畫ROE關係.....	80
圖 5-32 股東出資比(R)與計畫NPV回歸式與圖形.....	81
圖 5-33 股東出資比(R)與計畫IRR回歸式與圖形.....	82
圖 5-34 股東出資比(R)與計畫SLR回歸式與圖形.....	82
圖 5-35 股東出資比(R)與計畫DSCR回歸式與圖形.....	82
圖 5-36 股東出資比(R)與計畫TIE回歸式與圖形.....	83
圖 5-37 股東出資比(R)與計畫ROA回歸式與圖形.....	83
圖 5-38 股東出資比(R)與計畫ROE回歸式與圖形.....	83
圖 5-39 不同風險因子變動±10%對NPV之影響.....	85
圖 5-40 不同風險因子變動±10%對IRR之影響.....	86
圖 5-41 不同風險因子變動±10%對DSCR之影響.....	86
圖 5-42 不同風險因子變動±10%對TIE之影響.....	87
圖 5-43 不同風險因子變動±10%對SLR之影響.....	87
圖 5-44 不同風險因子變動±10%對ROA 之影響.....	88
圖 5-45 不同風險因子變動±10%對ROE之影響.....	88
圖 5-46 政府出資比±10%對獲利指標之影響.....	89
圖 5-47 股東出資比±10%對獲利指標之影響.....	90
圖 5-48 資本投資±10%對獲利指標之影響.....	90
圖 5-49 通貨膨脹±10%對獲利指標之影響.....	90
圖 5-50 利息費用±10%對獲利指標之影響.....	90
圖 5-51 營運成本±10%對獲利指標之影響.....	90
圖 5-52 重置成本±10%對獲利指標之影響.....	90
圖 5-53 營運期±10%對獲利指標之影響.....	91
圖 5-54 關鍵因子對獲利指標NPV影響.....	91
圖 5-55 關鍵因子對獲利指標IRR影響.....	91
圖 5-56 關鍵因子對獲利指標DSCR影響.....	91
圖 5-57 關鍵因子對獲利指標TIE影響.....	91
圖 5-58 關鍵因子對獲利指標SLR影響.....	92
圖 5-59 關鍵因子對獲利指標ROA影響.....	92
圖 5-60 關鍵因子對獲利指標ROE影響.....	92
圖 5-61 不同政府出資比對獲利指標影響.....	92
圖 5-62 不同股東出資比對獲利指標影響.....	93
圖 5-63 資本投資合計對獲利指標影響.....	93
圖 5-64 通貨膨脹對獲利指標影響.....	93
圖 5-65 利息費用對獲利指標影響.....	93
圖 5-66 營運成本對獲利指標影響.....	93
圖 5-67 重置成本對獲利指標影響.....	93

圖 5-68 營運期對獲利指標影響.....	94
圖 5-69 償還期對獲利指標影響.....	94
圖 5-70 分年現金流量圖 .....	94
圖 5-71 累計年現金流量圖 .....	94
圖 5-72 NPV的蒙地卡羅模擬結果 .....	95
圖 5-73 IRR的蒙地卡羅模擬結果 .....	95
圖 5-74 DSCR的蒙地卡羅模擬結果.....	95
圖 5-75 SLR的蒙地卡羅模擬結果.....	95
圖 5-76 ROA的蒙地卡羅模擬結果.....	96
圖 5-77 ROE的蒙地卡羅模擬結果 .....	96
圖 5-78 ROE的蒙地卡羅模擬結果 .....	96



## 表目錄

表 2-1 民間參與國家建設之模式.....	17
表 2-2 各國政府配合措施(BOT).....	21
表 2-3 各專案特性之比較.....	21
表 2-4 基礎建設與工業計畫特性之比較.....	23
表 2-5 一般商業融資與專案融資之比較.....	24
表 3-1 計畫效益評估-可量化效益.....	42
表 4-1 分析計畫風險技術整合表.....	53
表 5-1 基本假設與參數設定.....	58
表 5-2 變數分析-成本估算.....	59
表 5-3 變數分析-營運期之收益與成本估算.....	59
表 5-4 評估年期規劃表.....	60
表 5-5 加權平均資金成本計算表.....	61
表 5-6 高鐵計畫之各項參數設定彙整表.....	62
表 5-7 效益評估指標說明表.....	63
表 5-8 高速鐵路計畫分年預估總成本(當期價格).....	66
表 5-9 高速鐵路計畫分年預估現金流量(當期價格)-投資期.....	67
表 5-10 高速鐵路計畫分年預估現金流量(當期價格)-營運期(一).....	68
表 5-11 高速鐵路計畫分年預估現金流量(當期價格)-營運期(二).....	69
表 5-12 高速鐵路計畫分年預估現金流量(當期價格)-營運期(三).....	70
表 5-13 最佳化的政府出資.....	78
表 5-14 最佳化的股東出資比.....	84

## 縮寫說明 Acronyms and Notation

PI	為獲利指標(Profitability Index)。
TPC	為計畫總投資金額(Total project cost)。
TPR	為計畫總營收金額(Total project revenue)。
BC	為以當前市場價格估算之基本方案之施工費用(Construction cost of base case of the project estimated at market prices)。
EDC	為施工期間物價膨脹(The cost escalation during construction)。
IDC	為施工期間利息成本(The interest during construction)。
PBIT	為營運期稅前息前之毛利(The profit before interest and tax during operation)。
TAX	為營運期稅金。
DEP	為營運期折舊。
ADI	為營運期貸款之本金分期付款(The annual debt installment during operation.)。
CAPM	為資本資產訂價法(Capital asset pricing model,)。
WACC	為加權平均成本法(Weighted average cost of capital,)。
$E(R_i)$	為第 $i$ 種證券的期望報酬率。
$R_f$	為無風險利率。
$\beta_i$	為第 $i$ 種證券的貝他係數。
$K_d$	為投資計畫之預估加權融資利率。
$W_e$	為自有資金比率。
$K_e$	為自有資金成本(即股權資金成本率)。
$W_d$	為融資比率。
$K_d$	為平均融資利率。
$C_p$	為施工期。
$x_j$	為施工期間第 $j$ 年資金支出。
EDC	為興建期總物價波動之金額。
$\theta_K$	為第 $K$ 年物價膨脹率，取 $\theta_0=0$ 。
IDC	為興建期總利息支出。
$\gamma_j$	為施工期間第 $j$ 年時，該年股東權益與該年投資總金額之比率。
$G_p$	為債務寬限期(the grace period of debt)。
$R$	為貸款利率(the interest rate of the loan)。
$\alpha_j$	為考慮建設期間分年之現金流量。
$\gamma_j$	是股東每年依比率。
$E_j$	為第 $j$ 年投入資金(equity drawing in the $j$ th year of construction)。
$D_j$	為貸款部分依比率投入則第 $j$ 年投入資金(Debt drawing in the $j$ th year of construction)。
TD	為融資者興建期計畫總融資金額 (Total debt)。
$\beta_m$	為營運期第 $m$ 年可使用淨現金(The net annual cash available in $m$ th year during operation.)。



PBIT <sub>m</sub>	為營運期第 m 年稅前息前之毛利(The profit before interest and tax at the <i>m</i> th year during operation)。
TAX <sub>m</sub>	為營運期第 m 年稅金。
DEP <sub>m</sub>	為營運期第 m 年折舊。
ADI <sub>m</sub>	為營運期第 m 年貸款之本金分期付款(The annual debt installment for <i>m</i> th year during operation.)。
O <sub>p</sub>	為營運特許權之年限。
TR <sub>m</sub>	為第 m 年營業總收入(Annual revenue at <i>m</i> th year in operation)。
OM <sub>m</sub>	為第 m 年營運維修成本(Annual operation and maintenance cost at <i>m</i> th year in operation)。
DEP <sub>m</sub>	為第 m 年投資折舊。
R <sub>m</sub>	為第 m 年營業收入。
P <sub>m</sub>	為第 m 年票價。
Q <sub>m</sub>	為第 m 年旅客運量。
OI <sub>m</sub>	為專案每年營業外收入(Other Income)。
OM <sub>m</sub>	為營運期第 m 年營運維修成本。
DEP <sub>m</sub>	為第 m 年折舊。
A	為資產金額(Assets)。
S	為資產殘值(Salvage)。
N	為資產的使用年限。
Dr	為固定折舊率。
D <sub>m</sub>	為每年貸款寬限期之年金。
(A/P,r,N)	為資本回復因子(Capital recovery factor)。
A/P	表示以現值計算年金。
R	為貸款利率。
INT <sub>m</sub>	為還本期間第 m 年所支付利息部分金額。
DCF	為現金流量折現法(Discounted Cash Flow)。
NPV	為淨現值法(Net Present Value)。
PP	為回收期間法(Payback)。
DPP	為折現後回收期間法(Discounted Payback Period)。
IRR	為內部報酬法(Internal Rate of Return)。
MIRR	為修正後的內部報酬法(Modified Internal Rate of Return)。
PI	為收益率指數(Profitability Index)。
SLR	為民間投資自償率。
DSCR	為債務償還率(Debt Service Coverage Ratio)。
ROA	為總資產報酬率(Return on total assets)。
ROE	為權益報酬率(Return on equity)。



# 1 簡介

## 1.1 研究動機

近年來政府因過度注重社會福利政策，使得經常門支出大幅增加，造成政府財政困難，甚至形成政府財務上重大的負擔。另因國內近幾年經濟成長率偏低，政府收入不如預期，進而排擠到資本門之支出額度。由於政府已實質上無法充份支援所有的公共建設資本支出之財務需求，故對政府而言引進民間資金，是不可避免之趨勢，並可促使政府有限財政資源能作更有效分配。因此國內於 1990 年代初期，為能導引民間充沛的資金及優異的管理能力，來推動完成國家發展所需之基礎建設。乃由政府積極主導推動民間參與公共工程建設；如台灣高鐵案、機場捷運案、高雄捷運、獨立電廠案(IPP)等多項國家重大基礎建設。其中最典型的民間參與模式是 BOT 方式，如台灣高速鐵路計畫、高雄捷運計畫等。但截至目前為止，這類交通類的基礎建設 BOT 計畫的推動均不甚成功，以至交通部於 2005 年終對外宣布希望爾後 BOT 案暫緩推動。

高鐵案從民間參與開始，就發生資金無法如期到位、通車時間延後等問題，且有因車輛系統由原先歐美系統變更成日本系統，造成國際糾紛，經仲裁判決須賠償近 21 億新台幣給歐洲系統供應商。這些事件凸顯高鐵計畫於執行階段發生許多未預期事件。預期計畫推動不順利，使得投資者及融資者對高鐵計畫，失去以如期如式完成計畫之信心，進而卻步不敢繼續加碼投資，恐高鐵計畫成為一個財務無底洞。2005 年爆發高捷案，依照目前發展，高捷計畫已發現成本超支且完工將延遲等。所以高鐵案、高捷案等這類 BOT 案於執行階段未如預期順利，顯示這類專案計畫之風險管理機制失靈。若這類專案計畫之風險管理機制繼續惡化，最後必須由政府強制收回，此舉將造成政府與全民強大的財務負擔。

國際上為因應國際型金融機構規模大型化及經營多角化所造成過高經營風險問題，國際清算銀行正推動 BASEL II 新標準，以期能協助國際型銀行管理其經營風險。新標準之三大支柱主要是要求銀行必須將風險量化，以降低違約風險。其中第一支柱方面建議進行全面性量化影響評估、擬訂監理機關裁量項目、實地瞭解銀行準備狀況、銀行須建立本身資料庫、建立全國信用資料庫與風險指標及研擬我國適用規範內容；第二支柱方面建議要求銀行加強風險與資本適足之自我評估、訂定監理審查標準與處理措施、要求銀行建立額外資本緩衝及研擬及早干預措施；第三支柱方面則建議採兩層次揭露方式，並應定期評估銀行揭露情形。

目前國內銀行界因缺乏專業風險評估能力，以致無法如期達到 BASEL II 新標準。

因此如何盡速建構較具體風險分析模式，以量化風險，實是國內業界所需探討重要課題，所以本研究將探討專案融資風險評估機制之建立。另專案計劃開始執行後，如何建構一機制以評估執行績效仍是風險管理上的盲點。為能建立執行不良專案計畫之及早干預措施的機制，必須建立一套預警措施，故本研究期能建構專案計畫執行階段之績效評估模式。

另外影響銀行團及投資者決定專案計畫是否可行另一重要因素為投資者對於專案出資比例，就投資者而言在專案計畫可行範圍內出資比例愈低對其負擔愈小，但對於銀行團而言投資者出資比例愈低債務償還率（DSCR）亦會隨之下降，融資違約機率風險勢必隨之上升，如何造成雙贏取得平衡，投資者最佳出資比為重要之研究議題。

## 1.2 研究目的

本研究主要想探討專案融資類計畫之風險分析及重大風險管理問題探討，主要探討之課題如下

1. 投資計畫和融資計畫是不獨立決定，彼此是相關的。本研究希望建構模式以評估 BOT 計畫案最適資本結構，以及股東出資比之合理範圍，及股東出資比對投資報酬之衝擊。
2. 建構模式以評估 BOT 計畫案合理的特許權期間。(Concession Period)
3. 建構模式以評估 BOT 計畫案於執行階段之執行績效，以提供預警資訊給專案計畫管理者，以確定計畫執行有無重大偏差。
4. 提供模式以分析 BOT 計畫執行偏差之原因，用以研判計畫執行偏差之主因為結構性肇因或是經濟性肇因。
5. 提供量化資訊給外部投資者與計畫決策者，了解突發重大風險因子對計畫執行現狀之衝擊，並說明現況對計劃可行性是否維持。並提出可能改善方向之建議。
6. 提供量化警訊以避免財務骨牌效應發生，期能儘早調整計畫之走向(Trend)。

## 1.3 研究範圍與限制

本研究主要針對國內經濟環境，分析專案融資類的投資風險，以財務模式之建構，量化風險之影響，以最後期能量化違約機率風險。本研究從已知條件下之高鐵開發案例為範圍，以經營者的角度檢討現行開發個案，建立風險評估模式，進行風險分析。

資料限制：

- 一、本專題變數需為可以量化的財務資料，其他影響財務危機之無法量化的因素，如人為舞弊、淘空資產等，本研究不考量其影響力。
- 二、本研究不考慮經濟成長及衰退所造成的影響。

## 1.4 研究架構

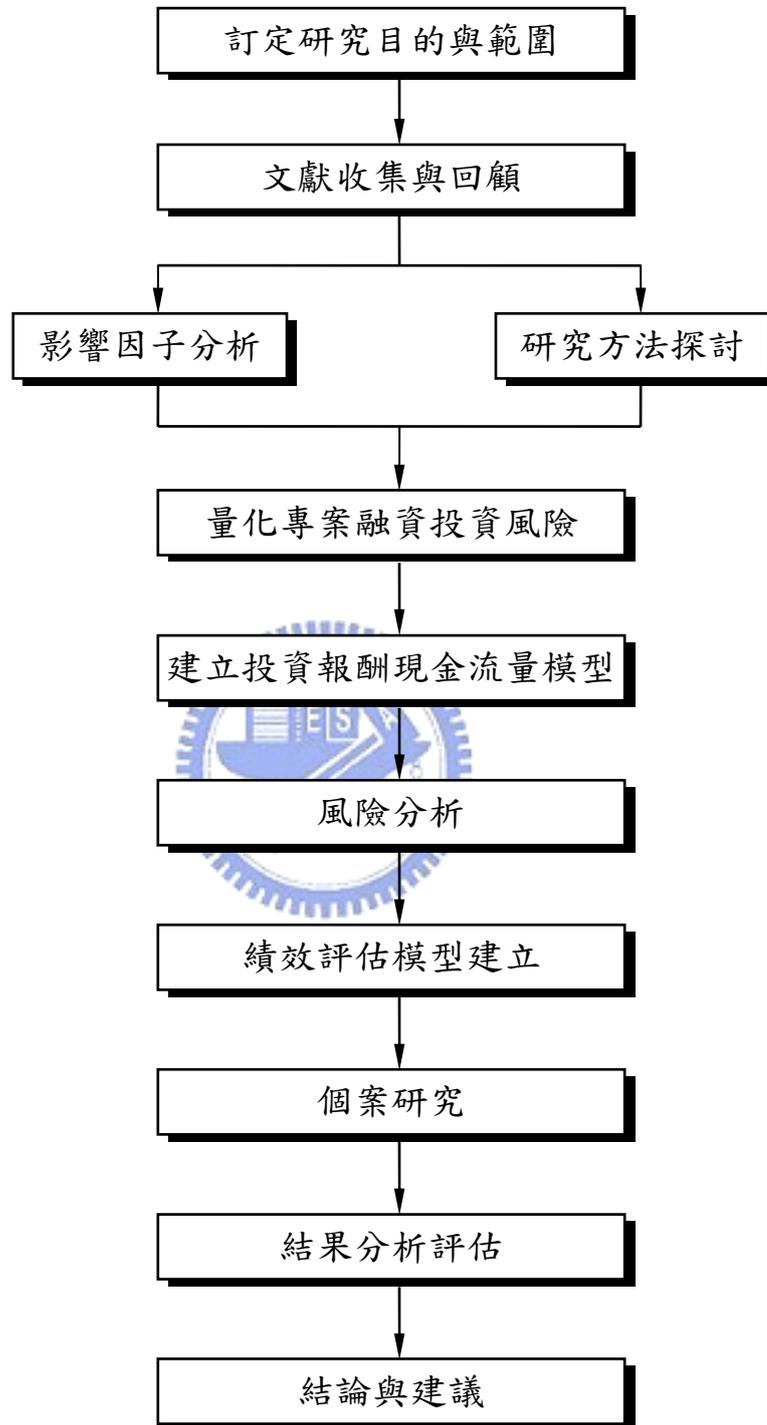


圖 1-1 研究架構圖

## 1.5 研究流程

本研究建構財務分析模式流程如下

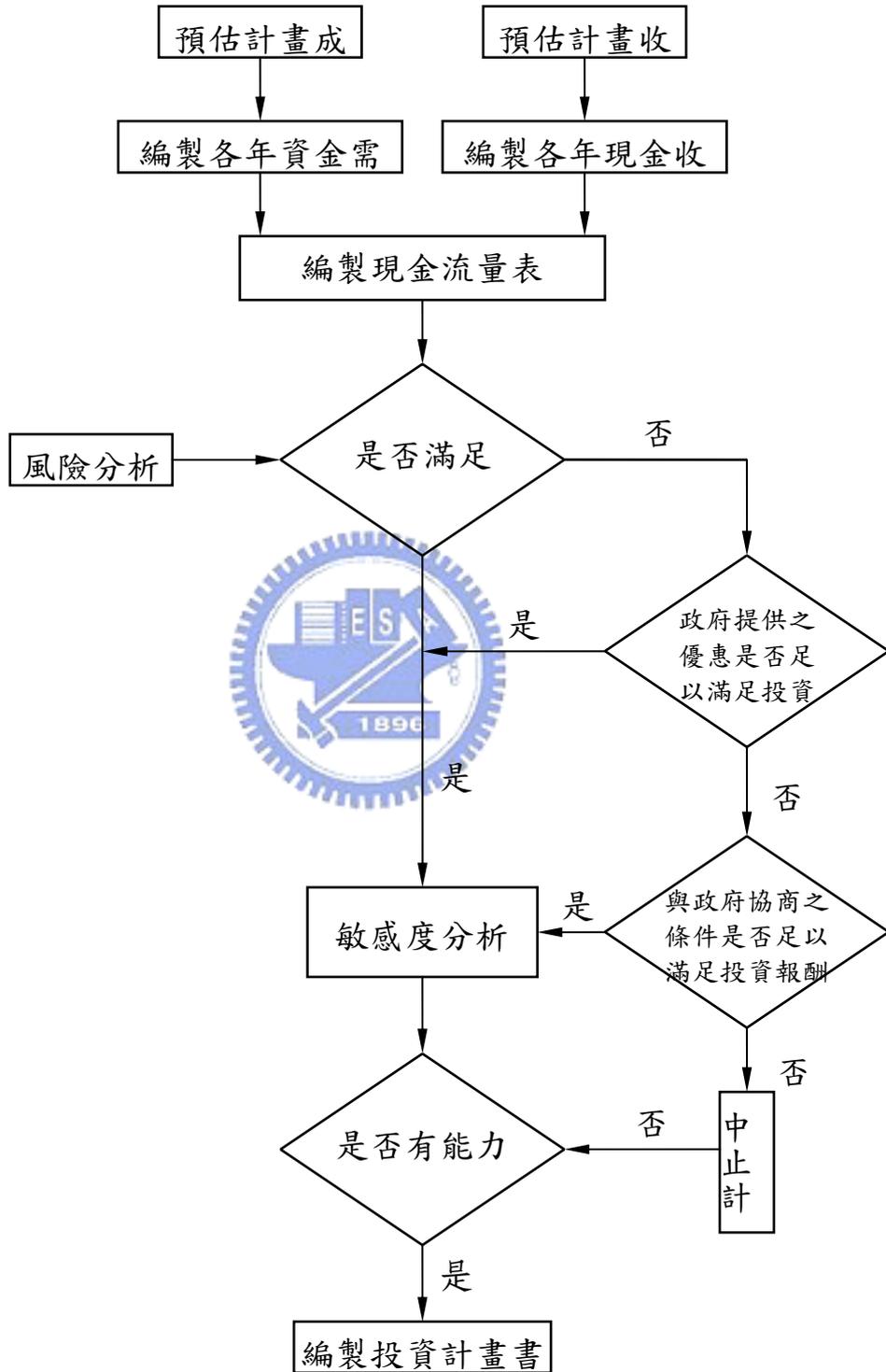


圖 1-2 財務分析流程圖

## 1.6 研究方法

本研究依工程經濟分析，推導並建立一套模擬財務之數學模式，另採用國內之高速鐵路計畫資料為案例，進行實證分析研究。以銀行角度配合投資者股東權益觀點，利用財務分析模式、回歸分析、線性規劃模式探討高鐵 BOT 專案財務特性及投資者最佳出資比例之範圍。

再以最佳出資比財務計畫做為標準組(Base Case)，利用標準組數據，針對專家訪談而得之風險因子，進行敏感度分析 (Sensitivity Analysis)，求出第一階段之關鍵財務影響因子並加以排序。再進行第二階段之情境模擬 (Scenario Analysis) 與加入機率條件進行蒙地卡羅模擬 (Monte Carlo Simulation)。



## 2 文獻回顧

### ● 民間參與投資基礎建設之緣起

近年來政府因過度注重社會福利政策，使得經常門支出大幅增加，造成政府財政困難，甚至形成政府財務上重大的負擔。另因國內近幾年經濟成長率偏低，政府收入不如預期，進而排擠到資本門之支出額度。由於政府已實質上無法充份支援所有的公共建設資本支出之財務需求，故對政府而言引進民間資金，是不可避免之趨勢，並可促使政府有限財政資源能作更有效分配。

另外政府考量民間業者有較高的經營效率，故可借助於民間的生產經驗和管理制度，可有效提昇國家基礎建設計畫執行效率，並提昇國家整體資源的使用效率。因此公共基礎建設的推動方式，由傳統的公部門負責提供的方式，逐漸延伸至私部門的全力參與和管理，所以公私合夥(public-private partnership, PPP Model)的模式逐漸形成。如以 BOT 模式推動公共建設的政策為國內發展趨勢，其他各類的民間參與模式，也成了世界各國競相嘗試的新途徑。[1,2,12,13,21,22]

一些學者研究[1,2,21,22]同時指出理想的 BOT 模式，是由民間機構自行籌募建設和營運的所需資金，相對地可使政府的財政負擔大為減輕，透過法制面的措施將風險和責任分擔的機制，可以提昇興建與營運階段的效率。所以有學者[2]認為以民間參與基礎建設之模式，優於政府編列預算執行公共建設的方式。也有研究[1]認為並藉由營運期間的自償性收入來支付成本，可使業者賺取合理的利潤。因此好的 BOT 案對民間機構而言，具有穩定且合理利潤的投資誘因。同時對政府而言，可在不增加財政負擔的前提下，提供品質良好的公共服務。特許權期滿後，政府仍可取回建設的所有權，避免重大公共建設長期為私人財團所壟斷，故優於股權移轉式的民營化。因此，在財政困窘的限制下，理想中的 BOT 模式既可兼顧公益與私益的平衡，又可解決公共建設不足的需求，是創造雙贏局面的最佳選擇[2]。

所以自民國八〇年代以後，在政府財政拮据的情況下，引進民間財力推動公

共建設的作法，對政府而言，具有極大的吸引力，政府乃積極推動民間參與國家建設。事實上民間部門參與國家的公共建設，在國際上並非創新之舉。傳統上，各國政府常以外包方式處理公共建設的工程規劃和興建，BOT 模式所不同的是由專案計畫的認定、規劃設計、動土興建、以至於營運轉移的整個生命週期，政府和民間企業都可經由契約的安排，設計不同程度的合作夥伴關係，所以私部門的涉入程度較深。畢竟隨著國家經濟的發展起飛，許多民間企業逐漸累積了豐厚的經濟實力及公共工程的經驗，足以在基礎建設的領域上扮演更為積極活躍的角色 [1]。常見的民間參與模式如下表

表 2-1 民間參與國家建設之模式

	民間參與模式	模式說明
1	BOT(Build-Operate-Transfer)	(促參八條一項)：興建-營運-移轉 民間部門設計、融資、興建、營運、移轉政府。
2	BTOT (Operate and Transfer)	(促參八條二項)：興建-移轉營運-移轉政府 規畫設計，民間部門興建，政府支付建造成本，興建者並獲得特許營運權、移轉政府。
3	BOOT (Build-Own-Transfer-Operate)	與 BOT 最大不同在於公共建設的所有權在興建完畢後即歸政府所有，未償還的工程款則由日後的營運收入來支付。
4	BT(Build and Transfer)	興建-所有-營運-移轉，民間部門(設計)、融資、興建、所有、營運、移轉政府。
5	OT(Operate and Transfer)	(促參八條五項)最普遍的「公辦民營」方式，小至福利社；大到焚化爐均可採用這種模式。
6	BTO(Build-Transfer-Operate)	與 BOT 最大不同在於公共建設的所有權在興建完畢後即歸政府所有，未償還的工程款則由日後的營運收入來支付。
7	ROT(Refurnish-Operate-Transfer)	(促參八條四項)翻修或增建舊有公共建設時所採用的 BOT 模式。
8	BOO(Build-Own-Operate)	(促參八條六項)如台灣的民營電廠(IPP, Independent Power Projects)，當政府想興建公共建設卻面臨民眾抗爭或找不到適當土地時所採行的方案之一，民間得標後自行興建、營運，不必

		將資產轉移給政府。但如日後再以合約價賣回給政府，則屬OOT(Build-Own-Operate-Transfer)。
9	BTL(Build-Transfer-Lease) 與 BLT(Build-Lease - Transfer)	民間興建完畢轉移給政府之後(前)以租回(回租)方式進行營運。

- 以 BOT 方式促進公共工程建設之理念

BOT 是英文"BUILD-OPERATE-TRANSFER"的簡稱，即"建設-經營-移轉"。BOT 是政府與民間財團的特許權公司簽訂特許權協議，由專案公司籌資和建設公共基礎建設項目。特許權公司在特許期內擁有、營運和維護該項設施，並通過提供產品或收取服務費用，回收投資、償還貸款並獲取合理利潤。特許期滿後，專案無償移交給政府[1,2]。

- BOT—對傳統引資方式的創新

BOT 方式一般採用國際競標的方式來選擇特許權公司，公共工程建設的經營管理權歸特許權公司，由特許權公司和政府直接簽約。本質上 BOT 是將國家的基礎設施建設和經營管理民營化。用 BOT 方式興建大型基礎設施建設，對政府、投資者和社會都有以下的優點[1,2]。(一)、對政府而言，BOT 方式可以紓解政府財政負擔，將原本應為政府出資基礎建設經費，移轉用到更為迫切的施政項目。並且可以將興建大型基礎設施的大部分風險轉嫁到投資者，可使政府處於“有利可圖，無險可擔”的優越地位。(二)、對投資者而言，可以在市場不景氣時通過 BOT 方式激發政府、銀行和財團的投資興趣，創造投資機會，從而擴大經營項目來源。特別是作為 BOT 項目的發起者，投資者的著眼點並不僅局限於項目的施工階段，而是包括了前期興建期和後期營運階段。(三)、好的 BOT 案為銀行、金融機構或私人財團提供了良好的投資機會。BOT 項目一般都是投資額巨大、投資回收期較長的基礎設施項目，其投資強度不是個別銀行、金融機構或私人財團所能夠承受或願意承受的。採用 BOT 方式可以把相對分散的大量資金集中起來，投資建設分散資金所不能實現的項目，取得較好的投資效益；採用 BOT 方式可以使很多經濟發展急需的、也是遲早必須興建的建設早日完成，以發揮應有的作

用。

- BOT—政府的角色是監督而非投資者

BOT 項目的整個決策、簽約、監督履約都是由政府直接負責，政府必須對投資項目的可行性和經濟效益等進行充分的論證，且正確認識 BOT 之理念，才能有效推動 BOT 方式來興建公共工程建設[2]。BOT 運作之關係架構如圖 2.1 所示。基礎建設的性質，在先天上決定了其投資報酬率的程度。對於投資者而言，投資 BOT 表示自身承擔從資金、建設到經營收益的一切風險。為使公共工程建設之投資風險，落在投資者可接受的程度上，政府在各方面的有力支持，是 BOT 項目成功的非常關鍵性因素[21]。一般 BOT 案所需要政府保證主要是營收方面，通常為以下兩方面(一)、首先是政府要保證對基礎設施的需求。特許權公司通常會要求簽訂一定數量的產品或服務購買協議，來確保日後的市場需求。(二)、其次是確定合理的服務價格。通常是政府部門要求保留確定服務收費水準的權力，而特許權公司則要求政府作出保證：當出現通貨膨脹而造成項目成本增加時，其增加部分必須通過提高服務收費水準來補償[33]。

Tam [21]研究提出 BOT 模式在亞洲地區是一種無法避免之發展趨勢，故 BOT 已成為亞洲各政府促進國家經濟發展之重要手段。雖然在亞洲有很多案例發現，投資者可以獲取極為可觀之獲利，如香港過港隧道案。但是同樣的也有很多案例，讓投資者血本無歸，如泰國第二高速公路案。Tam 也摘出 BOT 成功關鍵因素，分別為有經驗、公正、簡單的管理體與架構，無貪污、誠實之政權，完整合約規定，有完整架構的 BOT 法令，一個大且可靠投資團(Consortium)，有經驗的施工承商，及最重要的不能有政治干預。國際上各國政府常採用的配合措施如表 2.2。一些國際上 BOT 專案特性如表 2.3。

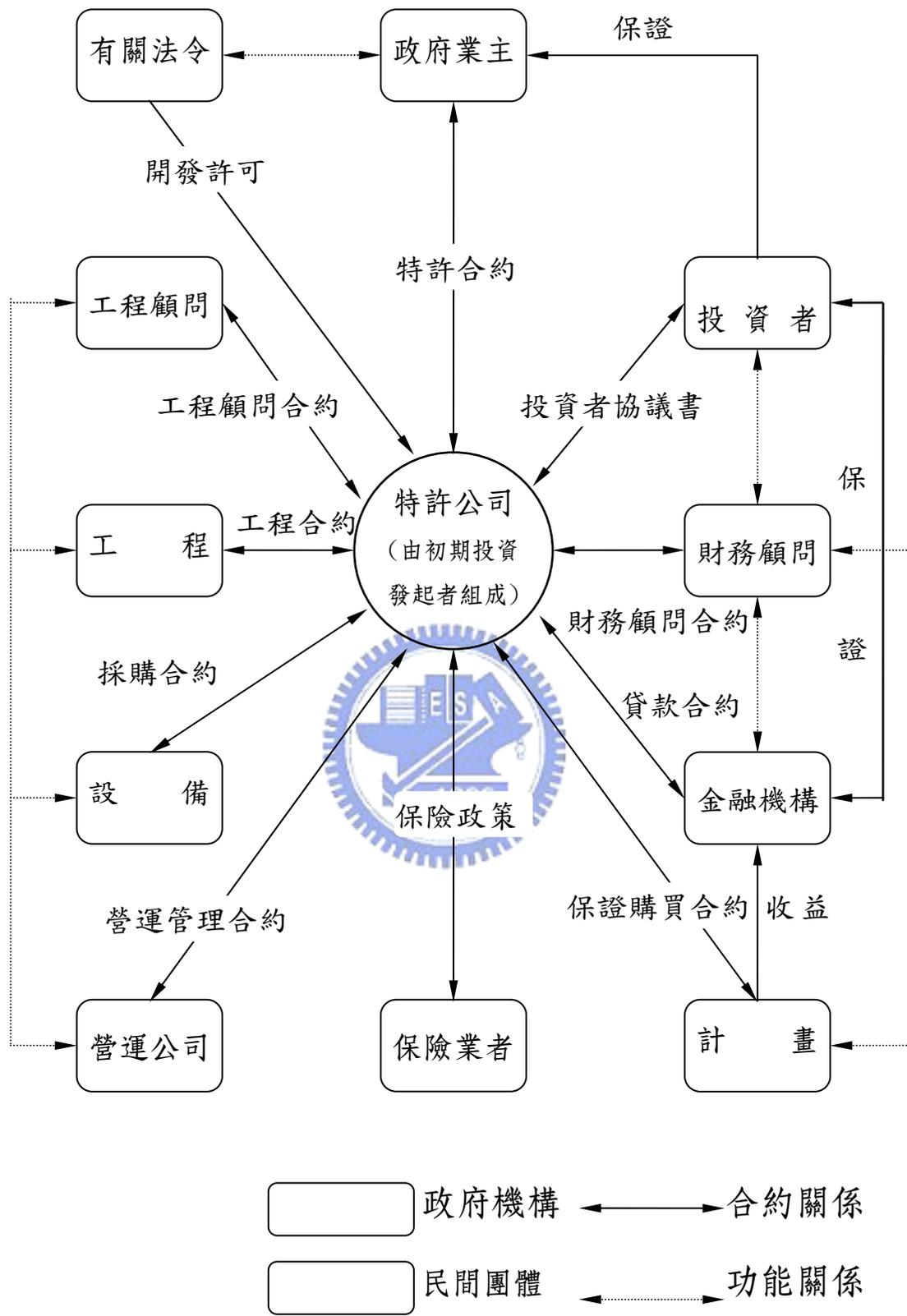


圖 2-1 B.O.T.運作之關係架構圖

表 2-2 各國政府配合措施(BOT)

政府配合措施 \ 專案	英法海峽隧道	沙角火力電廠	南北高速公路	曼谷第二高速公路	多佛大橋	雪梨過港隧道	香港西區海底隧道
支助性貨款	×	○	○	×	×	○	×
最低營運收入	×	○	○	×	×	○	○
經營現有之設施	×	×	○	○	○	○	×
營運自主性	○	×	×	×	×	×	×
匯兌保證	×	○	○	×	×	×	×
利率保證	×	×	○	×	×	×	×
沒有第二種設施競爭之保證	○	×	×	×	×	×	×

表 2-3 各專案特性之比較

專案名稱	英法海峽隧道	中國大陸沙角電廠	馬來西亞高速公路	泰國第二高速公路	英國多佛大橋	澳洲雪梨過港隧道	香港西區海底隧道
建造成本	103 億美元	5.3 億美元	18 億美元	8.8 億美元	3.1 億美元	5.5 億美元	10 億美元
特許期間	55 年 (1987-2042)	10 年 (1987-1997)	30 年 (1988-2018)	30 年 (1988-2018)	20 年 (1988-2008)	30 年 (1992-2022)	30 年 (1993-2023)
政府配合措施	1.支助性貨款 2.營運自主性 3.沒有第二種設施競爭之保證	1.最低營收 2.匯兌保證	1.支助性貨款 2.最低營收 3.經營現有設施 4.匯兌保證 5.利率保證	1.經營現有設施	1.經營現有設施	1.支助性貨款 2.最低營收 3.經營現有設施	1.最低營收
完工風險控制	固定價格與目標成本合約	固定價格與統包合約	統包合約	統包合約	統包合約	統包合約	固定價格統包合約
費率制定	自由調整	不超過從香港進口電力價格	依物價指數調整	15 年內調漲不能超過 \$0.8	依零售物價指數調整	調漲 \$0.5	依物價指數調整
稅前報酬率	15%	N.A.	12% ~ 17%	15%	N.A.	6%(通貨膨脹率平減後)	12% ~ 18.5%
特許經營公司	本國承包商和銀行合資所組合	外國投資者	本國和外國承包商合資所組成	本國和外國承包商合資所組成	本國承包商和銀行合資所組成	本國和外國承包商合資所組成	本國和外國承包商合資所組成
融資來源	可從國內和國外取得資金	可從國外取得資金	只能從國內取得資金	可從國內和國外取得資金	只能從國內取得資金	只能從國內取得資金	可從國內和國外取得資金

McCowa 與 Mohamed [23]也提出在發展中國家常用授與特許權方式，來推動該國發展所需基礎建設。但於這類計畫常具備高風險投資，包括政治與經濟不穩定、社會、科技、及非財務因子均會很顯著的影響這長期的投資案。McCowa 與 Mohamed [23] 針對 BOT 案，檢討各種決策支援系統(DSS)，說明一個有效率的 DSS，需滿足以下十種需求：

- 1、 適用不同產業及不同評估方法。
- 2、 考量多重計劃階段及次階段。
- 3、 反應計畫現金流量特性。
- 4、 能考量與時間有關的變數。
- 5、 能反應不同績效指標。(eg. BC ratio, IRR, NPV)
- 6、 能考慮不確定性。
- 7、 可比較不同替選方案及情境分析。
- 8、 可執行計畫之細部分析或整體分析。
- 9、 可辨識計畫風險因子。
- 10、 可考慮風險因子的交互影響。

McCowa 與 Mohamed [23]同時指出，常用 DSS 風險分析方法為工程經濟分析模式、選擇權模式、MCDMS 法(Multi-criterion decision making)、類神經網路法、CIA 法(Cross impact analysis)、AHP 法(Analytical Hierarchy process)、ICRAM-1 法(A variation of the AHP)、ANP 法(Analytical Network Process)。

Bakatjan et al [25]等針對土耳其水力發電廠之 BOT 案建構財務分析模式，其模式包含建造成本所產生之現金流出，及營運期營收所產生之現金流入。並利用線性規劃計算該專案之最佳資本結構，計算結果顯示該案股東最佳出資比為 31.69%。但該文中所考慮的僅為內部報酬率 (IRR)、及平均債務償還率(DSCR)，所以該研究所考慮之限制條件較不完整。

Shen, Li and Li[36]提出當考慮將來移轉階段，若設施尚能繼續轉移給政府營運時，則必須考慮轉移後計劃仍能具備財務可行。由 BOT 案移轉前期民間營運及移轉後期政府營運，兩階段都必須滿足財務可行性，就可以決定合理的特許權期間。該研究分析計畫壽命為 30 年香港一跨海收費大橋計劃，其中最佳特許權時

間分析為 20 年，最後 10 年計畫壽命應歸屬於後移轉期(Post transfer)。

- 專案融資

林榮達、林安成[9]指出企業針對公共建設或大型開發投資案件時，為達到分散風險或增加資金籌措之額度，亟需不同於傳統融資方式以獲取專案所需之資金。基礎建設與工業計畫特性之比較如表 2.4。因此專案融資 (project financing) 的模式與專案融資市場亦更加蓬勃發展。唯這種融資技術對投資人、銀行、供應商、購買人、及其他參與公共建設之相關投資者 (stakeholders) 而言，使其由傳統信用評等產生之資產融資方式逐漸轉變為以現金流量及獲利能力為基礎之融資方式以做為授信與否之評估依據。專案融資於財務報酬分配與風險融資結構上，相較於傳統直接融資將更具效率。該文研究重點為探討金融機構提供融資時，如何依專案融資之負債與權益條件及專案現金流量特性，建立評估負債償還與融資報酬來源及放款額度多寡衡量準則。

表 2-4 基礎建設與工業計畫特性之比較

特性	基礎建設	工業計畫
特許期間	30~50 年	10~15 年
興建期間	4~8 年	1~3 年
資產壽命	較長可達 50 年	較短可達 15 年
營運維修成本	與總成本比較低	與總成本比較高
展延利息	較長	較短

參考資料來源:[4]

研究[9]指出實務上各種融資擔保結構中，專案融資結構最為重要及複雜，其原因有二：其一為專案融資並非針對傳統基礎所無法承做之貸款進行融資(如表 2.5)，其中亦提供抵押權、質權等傳統以資產為基礎，當債務人不能履行償還義務時，處分資產以獲取求償目的之擔保方法；其二為金融機構在考量將來一旦債務人不能履行償還義務時，亦能順利接管該融資專案之目的時，往往於融資合約中附加各種負面承諾及有關借貸清償順位之約定，此等承諾或保證皆可能對借貸或提供擔保能力加以限制，且有延誤緊急借貸時機之虞。因此，如何設計不同償還順位之權益 (包含權益資本 (equity)、高級負債 (senior debt)、及附屬負債

(subordinate debt) 以解決不同債信關係，以利專案融資貸放動作之順遂，為值得探討之議題[3,4]。BOT 專案融資的典型特徵就是在減少政府財政負擔的情況下，專案公司的債權人對發起人無追索權或只有有限追索權 [3,4]。

表 2-5 一般商業融資與專案融資之比較

特性	商業融資	專案融資
範圍	標的物估值	計畫自償率及風險程度
融資期	短期(一年) 中期(一至五年) 長期(五年以上)	十年以上
費率	依市場供需調節(較低)	較高於商業融資，依風險程度另議(較高)
擔保品	動產、不動產、營收等實物設定質押或抵押	以計畫本身營收為融資之償還來源
評估內容	信用調查為主，技術評估為輔	全面評估計畫之信用調查、產品與市場、技術評估、財務分析、風險評估、敏感度分析

參考資料來源:[3]

總結專案融資之特性、成功要件、失敗原因如下所述[3,4]

- 專案融資特性
  - 投資計畫資金之募集，資金的提供者主要以計畫產生之現金流量作為本息支付或投資報酬之來源
  - 對發起人或借款人無完全追索權，因此又稱有限追索權融資
  - 複雜的融資及風險保障安排
  - 技術與經濟的評估非常重要
  - 潛在風險大但報酬亦高
  - 融資人充分瞭解計畫並接受計畫的風險或計畫風險已被適當分擔
  - 由一個與發起人分離的獨立個體所有
  - 計畫個體的營業活動範圍有嚴格限制
  - 計畫個體需擁有獨立營運的各項權利
  - 融資人擁有計畫所有的資產與權利的第一順位求償權力
  
- 專案融資之成功要件
  - 計畫須能完工營運
  - 營運須能符合經濟性，並能產生足夠現金流量

- 計畫失敗之原因
  - 延遲完工
  - 成本超支
  - 技術失敗
  - 工程承包商倒閉
  - 政府不當干預
  - 原物料等計畫投入短缺或價格高漲
  - 計畫技術落伍
  - 喪失市場競爭力
  - 政府沒收
  - 在天然資源開發計畫中對存量有過度樂觀之預估
  - 在地國政府支付不能
  
- 財務模式建構

由前述 BOT 模式的說明，可知 BOT 與傳統公共工程發包模式大有不同。其不同處可由 BOT 案從專案融資的角度來看，財務考量和風險分擔兩項特徵，更能凸顯 BOT 與傳統外包模式的基本差異。[12-14]

BOT 案之成敗維繫於計畫之獲利能力與計畫之風險管理。Kakimoto et al [33] 其研究指出 BOT 財務模式可以區分為三大部分，分別為成本函數(cost function)、營收函數(revenue function)、決策準則(decision criteria)。因此建立一套財務分析模式及風險分析模式是 BOT 案很重要的工作。以台灣高鐵計畫興建期成本分析為例，該計畫是目前國內規模最大的 BOT 案，高速鐵路建設計畫工程經費高達 4419 億 [9,10,11]。由於工程規模龐大因此必須動用許多人力、物力與時間才能建立一套財務計畫 [11]。陳博亮等[8]應用公共工程委員會所編製「公共建設工程經費估算編列手冊」的工程分類方法，配合標準化之觀念，建立一套高鐵計畫財務分析模式，並依國內外市場環境現況進行實例分析。陳博亮模式[8]主要針對國內重大交通建設之工程特性，考量不同結構物型態之配置、施工進度、付款時程，以分析高鐵計劃建造成本之現金流量。財務模式中同時考量計畫之財務上風險，其中包括匯率、利率與通貨膨脹之影響[5-13]。World Bank[24]針對大型基礎建設專案類計畫(Mega- infrastructure projects)建議工程經濟分析模式，並說明應如何考慮各項參數。

國外方面對專案之現金流入及現金流出也是研究的重點，Bakatjan et al [24]針對土耳其水力電廠說明財務分析模式建構，該研究除提出財務分析模式架構外，並說明各參數如何考量，及現金流入及現金流出計算。最後分析出土耳其水力發電廠之 $IRR=14.94\%$ ， $DSCR=1.5$ 。電力費率計算架構如圖 2.2 所示。Kim et al [25]則利用過去韓國的 530 筆建造成本的歷史資料，進行複回歸分析(Regression Analysis)、類神經網路(Neural networks)、個案推論法(case based reasoning)，進行建設成本估算。其模式考慮的變數為樓地板面積、樓層數、工期、基礎形式、屋頂形式、地下室使用狀況。Zhang [26]指出專案財務模式之建構事實上是很複雜且極具挑戰性。主要是因為投資規模大、投資期間長、有限追索權(Nonrecourse financing)、參與角色眾多、複雜合約安排。所以如何建構一套較精準財務模式是很重要的課題，該研究亦提出財務模式之理論架構，並說明通常在執行 BOT 之財務計劃時，從財務觀點來看時，計畫本身需具備下列要點：

- (一)、可靠之成本估計。
- (二)、合理的未來營收預測。
- (三)、投資金額必須在民間資金提供範圍以內。
- (四)、計劃須提供可被接受之投資報酬。
- (五)、計畫本身須具備償債能力。



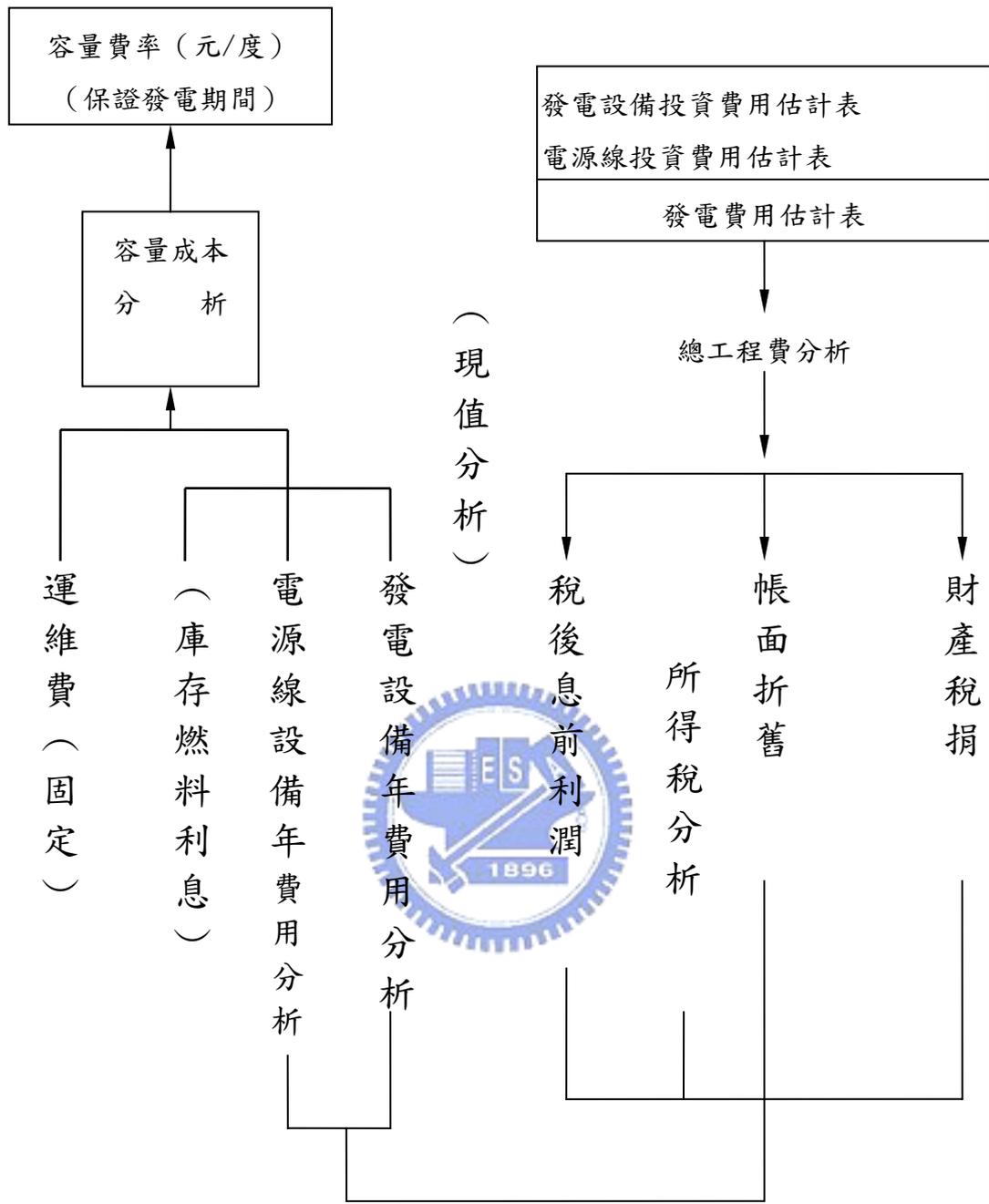


圖 2-2 電力容量費率計算流程

● 資金成本與出資比

民間企業參與公共建設的財務考量，不同於國庫自行編列預算、工程外包的做法。民間企業通常不會完全以自有資金進行投資，而且由於大型 BOT 個案投資金額龐大，因此業者除了部分自有資金之外，通常尚須涉及「專案融資」(project

finance)，由國內外金融機構聯合貸款以供應所需之資金[3,4]。「專案融資」有別於傳統抵押融資的貸款機制，它是以專案預期收益做為償債資金來源的一種融資方式，因此如果金融機構對於 BOT 計畫的回收信心不足，自然缺乏提供貸款的意願，BOT 計畫就可能因資金募集不足而胎死腹中。這種「專案融資」方式特別適用於資金需求大、風險高、由傳統融資管道無法取得足夠資金的專案。大型基礎建設因為容易面臨這些問題，因而成為專案融資的最佳適用對象。銀行界通常樂於提供短期貸款，但對長期借貸興趣冷淡，在政府長時間的宣導和推動之後，金融市場才對大型的 BOT 計畫顯出興趣和信心，所以銀行界會希望合約中能加上政府保證與強制收買等條款[14]。

對於非百分之百自償 BOT 計畫，政府必須提供足夠誘因(Incentive)，來促使民間參與國家基礎建設之成功[11]。民間投資者與國庫的另一個不同的財務考量點在於民間企業沒有可以承擔「無限」風險的國庫作為後盾，他們也無法像政府可利用整體經濟的外部效益或是整體國庫的稅收，來進行那些直接財務收益無法還本付息的投資[2]。所以民間業者不像政府可考量公共建設所能產生的外部經濟效益，與公共建設所帶來的自償性的財務效益；當專案計畫之自償性的財務效益不能平衡時，只要外部經濟效益顯著時，由政府的角度來分析，該計畫仍是值得投資的好計畫。但是，民間業者通常很單純由財務效益的平衡考量出發。因此，為了鼓勵民間內化公共建設的外部效益，政府必須提供業者各種獎勵和優惠，以加速公共建設的發展。

- 獲利指標

獲利指標(Profitability Index)是利用各種替代指標(Proxy)用來反應專案計畫之財務可行性[21-37]，有些獲利指標是落後指標，有些是提前指標，因此適當指標的選定是一項很重要的工作。整理過去文獻中在 BOT 專案在其評估過程中，財務評估指標最為常用的是淨現值 (NPV)、內部報酬率 (IRR)、平均債務償還率 (ADSCR)、平均利息保障倍數 (ATIE)、平均資產報酬率 (AROA) 與股東權益報酬率 (AROE) 等六大指標為代表，並據以判定專案計畫是否可行。就

投資者股東權益的角度而言，主要是著重於專案之淨現值（NPV）、內部投資報酬率（IRR）、平均資產報酬率（AROA）與股東權益報酬率（AROE）等項指標；就貸款者（銀行團）的角度而言，計劃之財務可行性指標則為平均債務償還率（ADSCR）、平均利息保障倍數（ATIE）等項指標；就政府角度而言，其評估指標則為專案之淨現值（NPV）、內部投資報酬率（IRR）等項。

## ● 風險分析

近期國內重大的民間參與國家建設案，如台灣高鐵案、高雄捷運案，因資金無法到位、工程逾期完成等種種問題，使的計畫面臨失敗的可能性。對國內BOT案最大融資者之國內聯貸銀行而言，聯貸銀行將受到因操作不當致使機構承受鉅額損失。BOT案是屬於專案融資（Project Finance），專案融資案計畫複雜度高、計畫期長，不同於一般傳統借貸，銀行所承受風險之可能性及複雜度均變高，因此完整的風險分析及管理是專案融資案重要研究課題[12-15]。

風險管理包括三種步驟分別為風險確認(Risk Identification)、風險分析(Risk Analysis)與風險處理(Risk Response)三步驟[31]。Kakimoto et al [33]與McCowan and Mohamed [23]指出在風險分析上要考量兩大類風險，分別為投資者可以控制的計畫風險(project risk)，以及投資者無法掌控的市場風險(market risk)。其中的市場風險例如利率、通貨膨脹率、政治與經濟風險、社會風險、技術風險等。這些風險對BOT案而言是一定會有的、是固定的(inherent)。

Woodward [30]指出除了財務考量的特色之外，BOT模式的另一特色在於公私部門共同分擔風險的原則，BOT模式本質上就是一種「風險分擔的合夥關係」(risk-sharing partnership)。在規劃和執行BOT計畫時，政府和投資者無法避免的必須面對各種不同的可能風險，包含道德風險(moral hazard risks)、商業風險(commercial risks)、經濟風險(economic risks)、以及政治風險(political risks)等。至於那些風險應由政府分擔、那些由民間投資者分擔，需視公共建設個案的特性而定。一般而言政府必須與投資者緊密合作，才能發揮最大的風險分擔的效果。而從效率的角度來分析，承擔某一特定風險的部門必須是最能控制、降低該

風險的部門。所以能以最小的成本承擔某一特定風險的一方，最適合擔負該一風險。

McCowa 與 Mohamed [37]指出財務可行性分析模式中，最後可行性決策應考慮風險評估。考量風險分析時必需加入機率風險，一般財務參數與非財務參數之機率分析分配與頻率不易估計。他們提出將所有參數分為財務因子及非財務因子，先針對各因子有四種機率分佈進行模擬。四種機率分佈分別為點分佈、均勻分佈、三角形分佈、梯形分佈。財務方面因子最後用 Vertex method 來整合，非財務方面因子用 weighted factor method 來整合。然後再用平均法整合財務因子及非財務因子機率分佈，而得到計畫的總風險機率分佈曲線。

Zhang [26]考慮整個計畫包括時程、費用、營收等的風險，並考慮各種風險因子之對應機率分佈，其可能採用之機率分佈有均勻分佈、常態分佈、三角形分佈、指數分佈、Beta 分佈等來模擬各種風險。最後整合出總計畫之機率分佈，並計算累積機率分佈曲線 (CDF)，進而求算計畫破產機率 (Project bankrupt probability)。Winston [27]利用選擇權模式 (Option)，估算可能的財務風險。

但如何將各因子之風險整合至財務獲利指標之風險，通常是無法直接計算而得。故必須採用數值模擬方法來計算專案財務風險[26-34]，一般常用的模擬法為敏感度分析、情境分析、蒙地卡羅模擬等。文獻中最常用的分析軟體是@Risk，這軟體是一種有力風險分析商用套裝軟體[28]。

Javid and Seneviratne [34]提出下式以 NPV 為例之違約機率為

$$P(\text{NPV} \leq V) = \int_0^V \phi_{\text{NPV}}(\text{NPV}) d\text{NPV} = p_f \quad (V \in \text{NPV})$$

故若能計算各獲利指標之期望值及變異數，就可以求得相對應之違約機率。另外包絡線分析法 (Data Envelop Analysis, DEA) 也是一種趨勢，可用來評估執行的績效[19-20]。

- 國際新趨勢-新版巴塞爾資本協定

規範銀行團資本與借貸條件之巴塞爾資本協定自 1988 年公佈後，由於近年來國際金融環境有了大幅改變，巴塞爾委員會遂於 1999 年 6 月及 2001 年

1 月間，先後公佈「新資本適足架構」(A New Capital Adequacy Framework) [16-18, 23]與「新版巴賽爾資本協定」(The New Basel Capital Accord) 修正草案諮詢文，供各國金融監理主管機關與銀行業者提出意見和建言，並預定於 2006 年起實施[16]。對於類似 BOT 專案融資之案件，如果能將預期風險量化及控制，降低違約機率而獲較佳之評等，依據 Basel II 條文之規定風險權數亦會隨之下降，其所需計提金額將可減少，銀行則能有更多的自由資金運作；站在投資者角度而言，將預期風險量化及控制，除對專案更能掌控以外，對於融資額度及利率，有更多與銀行團談判之空間，並可達雙贏之局面。[7,8]

國際清算銀行 (Bank for International Settlements, 簡稱 BIS) 巴賽爾銀行監理委員會 (Basel Committee on Banking Supervision) 公佈「新巴賽爾資本協定」Basel II 於第 221 及 222 條定義專案融資，專案融資是屬於 220 條所規範的特殊融資型態之一種，風險權數則規定於第 275-279 條，其權數之大小大致上決定於違約機率、違約損失率及違約暴險額，其值越高風險權數越重。



### 3 專案財務現金流量分析模式之建構

#### 3.1 現金流量分析模式說明

專案計畫之財務現金流量分析模式建構，是一切專案計畫財務可行性分析之基礎，財務模式之建構必須考慮項目完整性及參數可靠度及精確性(Robustness of parameters)，才能提供正確財務資訊以供決策者使用。本財務模式為基本模式(Base Case Model)，專案計畫之財務可行性可以用財務指標表示，一般是以獲利指標為主，常用的獲利指標有淨現值(NPV)、內部投資報酬率(IRR)……等。(詳見 3.4 節:獲利指標之探討)，一般獲利指標是建設費用、營收、及時間的函數，以函數 f 表示如下

$$PI = f(TPC, TPR, t) \quad (1)$$

式中 PI 為獲利指標(Profitability Index)，TPC 為計畫總投資金額(Total project cost)，TPR 為計畫總營收金額(Total project revenue)。由於專案計畫屬性通常為長期計畫，必須考慮時間效應，所以必須考量現金流量概念(Cash flow)，故引進時間參數 t (Time)。

計畫總投資金額(TPC)為考慮建造成本、通貨膨脹、利息之函數，以函數 g 表示如下

$$TPC = g(BC, EPC, IDC, t) \quad (2)$$

式中 TPC 為計畫總投資金額，BC 為以當前市場價格估算之基本方案之施工費用(Construction cost of base case of the project estimated at market prices)。EDC 為施工期間物價膨脹(The cost escalation during construction)。IDC 為施工期間利息成本(The interest during construction)。t 為時間。

計畫總營收金額(TPR)為考慮毛利、稅、折舊、貸款之函數。以函數 h 表示如下

$$TPR = h(PBIT, TAX, DEP, ADI, t) \quad (2A)$$

式中 PBIT 為營運期稅前息前之毛利(The profit before interest and tax during operation)。TAX 為營運期稅金。DEP 為營運期折舊。ADI 為營運期貸款之本金分期付款(The annual debt installment during operation.)。

- 風險調整折現率

投資計畫案的折現率表示專案的報酬率，折現率代表該投資計畫所補償公司股東的投資，及維持或提高公司股票價格而必須賺得的報酬率。折現率並可用以計算專案的現金流量。現金流量中每筆資金的時間價值是以利率表示，專案評估基準年前之現金流量，須以利率計算複利因子，轉換成基準年之現金流量。專案評估基準年後之現金流量，須以利率計算折現因子，轉換成基準年之現金流量。一般投資者會依投資計畫的風險調整其折現率。折現率的設定必須考慮資本結構風險性、股東報酬率及貸款利率。考量風險性越高，資金平均成本越高，投資案之淨現值會越低。投資案之折現率可以用資本資產訂價法(Capital asset pricing model, CAPM)及加權平均成本法(Weighted average cost of capital, WACC)決定之。

$$E(R_i) = R_f + \beta_i \times [E(R_m) - R_f] \quad (3)$$

式中 $E(R_i)$ 為第*i*種證券的期望報酬率， $R_f$ 為無風險利率， $[E(R_m) - R_f]$ 為市場風險溢酬，表示對投資人負擔風險的補償。 $\beta_i$ 為第*i*種證券的貝他係數。 $\beta_i \times [E(R_m) - R_f]$ 為第*i*種證券的風險溢酬。

投資計畫之預估加權融資利率為 $K_d$  (參考 1987-1997 政府七年公債利率的十年平均值 7.2869% 加碼後為 8%) 假設 BOT 計畫之自有資金比率為  $W_e$ , 自有資金成本(即股權資金成本率)為  $K_e$ , 營利事業所得稅率為  $tax$  (依現行所得稅法規定營利事業所得稅假設為 25%), 該計畫之加權平均資金成本率(WACC)估算如下:

$$WACC = W_d K_d \times (1 - tax) + W_e K_e \quad (4)$$

式中  $W_d$ : 融資比率,  $K_d$ : 平均融資利率,  $W_e$ : 自有資金比率,  $K_e$ : 自有資金成本率,  $tax$ : 營利事業所得稅率。

如何確實估計  $K_d$  及  $K_e$  是衡量加權平均成本之重要關鍵。

### 3.2 計畫總投資金額: 建設期之現金流量

建設階段之現金流量為現金流出(Cash Outflow)。建設階段所用的現金，主要是用以支應興建期所需之建設費用。資金來源為股東投資及融資貸款。興建期之資金除需預估需求總額、每期金額外，並需預估資金到位時間。

專案所需之總建設經費設為 TPC (Total project cost)，其計算方程式如下:

$$TPC = BC + EDC + IDC \quad (5)$$

式中 TPC: 計畫總投資金額, BC: 以當前市場價格估算之基本方案之施工費用 (Construction cost of base case of the project estimated at market prices)。EDC: 施工期間物價膨脹(The cost escalation during construction)。IDC: 施工期間利息成本(The interest during construction)。

各項費用項目之計算說明如下

1. 建造成本的估算精準度, 會影響計劃財務可行性。動則千億的 BOT 案, 估算建造成本是一項耗時耗工的作業, 陳博亮等[6]曾針對高鐵案說明建造成本計算方法。主要必須考量建設估價、建設進度及依約之付款時間。設分年所需資金若為  $x$ , 於施工期間第  $j$  年所需資金為  $x_j$ 。

$$BC = \sum_{j=1}^{C_p} x_j \quad \text{for } j=1,2,\dots,C_p \quad (6)$$

$C_p$  為施工期,  $x_j$  為施工期間第  $j$  年資金支出。

2. 為考量興建期匯率變動對興建成本之影響, 將興建期所需之材料、設備、勞資等成本區分為進口成本部分(Import Cost)與當地成本部分(Local Cost)。

$$BC = \sum_{j=1}^{C_p} x_j = \sum_{j=1}^{C_p} (IC_j + LC_j) \quad \text{for } j=1,2,\dots,C_p \quad (7)$$

3. 因巨額投資的專案, 通常施工期可能長達 4~5 年, 所以應考慮施工期間的物價波動之影響。興建期總物價波動之金額為 EDC

$$EDC = \sum_{j=1}^{C_p} \left[ x_j \prod_{k=0}^j (1 + \theta_k) - x_j \right] \quad \text{for } j=1,2,\dots,C_p \quad (8)$$

式中  $\theta_k$  為第  $K$  年物價膨脹率, 取  $\theta_0=0$ 。

4. 由於專案融資資金龐大, 故亦需考量利息支出。利息之金額牽涉到該年融資貸款金額多寡及資金到位時間。有關融資貸款資金總額與到位時間, 需借由投資者與融資者之間的談判而定。興建期總利息支出為 IDC

$$IDC = \sum_{j=1}^{C_p} \left\{ (1 - \gamma_j) \times \left[ x_j (1 + r)^{G_p - j + 1} \prod_{k=0}^j (1 + \theta_k) - x_j \prod_{k=0}^j (1 + \theta_k) \right] \right\} \quad \text{for } j=1,2,\dots,C_p \quad (9)$$

式中  $\gamma_j$  為施工期間第  $j$  年時，該年股東權益與該年投資總金額之比率， $G_p$  為債務寬限期(the grace period of debt)， $r$  為貸款利率(the interest rate of the loan)。

5. 施工期間每年之現金流出

為考慮建設期間分年之現金流量  $\alpha_j$  為施工期間施工費用、物價膨脹、利息成本。

$$\alpha_j = \gamma_j \left[ x_j \prod_{k=0}^j (1 + \theta_k) \right] + (1 - \gamma_j) \left[ x_j (1 + r)^{G_p \cdot j + 1} \prod_{k=0}^j (1 + \theta_k) \right] \text{ for } j=1, 2, \dots, C_p \quad (10)$$

計畫總投資金額為

$$TPC = \sum_{j=1}^{C_p} \alpha_j \quad \text{for } j=1, 2, \dots, C_p \quad (11)$$

6. 考量不同財務安排，若是股東每年依比率  $\gamma_j$ ，投入則第  $j$  年投入資金  $E_j$  (equity drawing in the  $j$ th year of construction) 為

$$E_j = \gamma_j \times \alpha_j \quad j=1, 2, \dots, C_p \quad (12)$$

股東計畫總投資金額為 TE (Total equity)

$$TE = \sum_{j=1}^{C_p} \gamma_j \times \alpha_j \quad (13)$$

7. 貸款部分依比率投入則第  $j$  年投入資金  $D_j$  (Debt drawing in the  $j$ th year of construction) 為

$$D_j = (1 - \gamma_j) \times \alpha_j \quad j=1, 2, \dots, C_p \quad (14)$$

融資者興建期計畫總融資金額為 TD (Total debt)

$$TD = \sum_{j=1}^{C_p} (1 - \gamma_j) \times \alpha_j \quad (15)$$

### 3.3 計畫總營收金額:營運期之現金流量

營運期之現金流量應為現金流入(Cash Inflow)。

$$\beta_m = \text{PBIT}_m - \text{TAX}_m + \text{DEP}_m - \text{ADI}_m \quad \text{for } m=1,2,\dots,O_p \quad (16)$$

式中  $\beta_m$  為營運期第  $m$  年可使用淨現金(The net annual cash available in  $m$ th year during operation.)。PBIT<sub>m</sub> 為營運期第  $m$  年稅前息前之毛利(The profit before interest and tax at the  $m$ th year during operation)。 $\text{TAX}_m$  為營運期第  $m$  年稅金。 $\text{DEP}_m$  為營運期第  $m$  年折舊。 $\text{ADI}_m$  為營運期第  $m$  年貸款之本金分期付款(The annual debt installment for  $m$ th year during operation)。 $O_p$  為營運特許權之年限。

各項現金流入項目分別說明如下

#### 1. 營運期第 $m$ 年稅前息前之毛利

$$\text{PBIT}_m = \text{TR}_m - \text{OM}_m - \text{DEP}_m \quad \text{for } m=1,2,\dots,O_p \quad (17)$$

$\text{TR}_m$  為第  $m$  年營業總收入(Annual revenue at  $m$ th year in operation)。 $\text{OM}_m$  為第  $m$  年營運維修成本(Annual operation and maintenance cost at  $m$ th year in operation)。 $\text{DEP}_m$  為第  $m$  年投資折舊。

#### 2. 營運期第 $m$ 年營業收入

$R_m$  為第  $m$  年營業收入，以高鐵為例

$$R_m = P_m \times Q_m \quad \text{for } m=1,2,\dots,O_p \quad (18)$$

$P_m$  為第  $m$  年票價， $Q_m$  為第  $m$  年旅客運量。每年票價可分為基本票價(Base Price)，加上票價之調漲(Price Escalators)。票價的調漲可以物價指數 CPI 調整，或依票價調漲機制決定。

若考慮專案每年營業外淨收入  $OI_m$ (Other Income)，第  $m$  年營業總收入  $\text{TR}_m$

$$\text{TR}_m = P_m \times Q_m + OI_m \quad \text{for } m=1,2,\dots,O_p \quad (19)$$

#### 3. 營運期第 $m$ 年營運維修成本

OM<sub>m</sub> 為營運期第 m 年營運維修成本，必須預先估算。其中包括營運維修所需材料與零件成本(materials and spare parts cost)，營運維護人員費用(Personnel salaries)，間接成本(Indirect cost)，保險費用(Insurance cost)。

#### 4. 營運期第 m 年折舊

折舊的計算方法

##### (1) 直線折舊法(Straight line depreciation method)

$$DEP_m = \frac{A - S}{N} \quad \text{for } m=1,2,\dots,N \quad (20)$$

第 m 年折舊為 DEP<sub>m</sub>，A 為資產金額(Assets)。S 為資產殘值(Salvage)，N 為資產的使用年限。

##### (2) 遞減折舊法(Declining balance depreciation method, DB)

$$DEP_m = A \times (1 - dr)^{m-1} \times dr \quad \text{for } m=1,2,\dots,N \quad (21)$$

第 m 年折舊為 DEP<sub>m</sub>，A 為資產金額(Assets)。S 為資產殘值(Salvage)，N 為資產的使用年限。dr 為固定折舊率。

若

$$dr = 1 - \sqrt[N]{\frac{S}{A}} \quad (22)$$

則為一般遞減折舊法(General declining balance depreciation method)

若

$$dr = \frac{200\%}{N} \quad (23)$$

則為雙重遞減餘額折舊法(Double declining balance depreciation method)

##### (3) 年數合計法(Sum-of-years-digits depreciation method, SYD)

$$DEP_m = \frac{N - m + 1}{SYD} \times (A - S) \quad \text{for } m=1,2,\dots,N \quad (24)$$

第  $m$  年折舊為  $DEP_m$ ， $A$  為資產金額(Assets)。  $S$  為資產殘值 (Salvage)，  $N$  為資產的使用年限。

$N-m+1$  為剩餘的折舊年數。  $SYD$  為年數的合計數

$$SYD = \sum_{m=1}^N m = \frac{N(N+1)}{2} \quad \text{for } m=1,2,\dots,N \quad (25)$$

#### (4) 沉入資金折舊法(Sinking fund depreciation method)

$$DEP_m = (A - S) \times (A/F, i, N) \times (1+i)^{m-1} \quad \text{for } m=1,2,\dots,N \quad (26)$$

第  $m$  年折舊為  $DEP_m$ ，  $A$  為資產金額(Assets)。  $S$  為資產殘值 (Salvage)，  $N$  為資產的使用年限。  $i$  為資產使用年限內之利率。

折舊為非現金支出之費用(Noncash expense)，折舊採直線折舊法。

$$DEP_m = \frac{TPC}{O_p} \quad \text{for } m=1,2,\dots,O_p \quad (27)$$

#### 5. 營運期第 $m$ 年稅金

稅金可分為營業稅 (Sales tax) 5% 及營利事業所得稅 (Income tax/Corporate tax) 25%。

$$TAX_m = R_m \times 5\% + (PBIT_m - INT_m) \times 25\% \quad \text{for } m=1,2,\dots,O_p \quad (28)$$

#### 6. 營運期第 $m$ 年利息與還本(Financial Payments: Debt service, Principal and Interest)

利息與本金分兩階段還款，第一階段為寬限期(Grace Period)，設為  $G_N$  年，於寬限期只要支付利息。第二階段為還本期(Debt repayment Period)，設為  $R_N$  年，於還本期要支付本金與利息。

每年貸款寬限期之年金  $D_m$

$$D_m = (1 - \gamma) \times TPC \times r \quad \text{for } m=1,2,\dots,G_N \quad (29)$$

每年貸款本利還款之年金(Annual equal installments of debt)  $D_m$

$$D_m = (1 - \gamma) \times \text{TPC} \times (A/P, r, R_N) = (1 - \gamma) \times \text{TPC} \times \frac{r(1+r)^{R_N}}{(1+r)^{R_N} - 1} \quad m=1, 2, \dots, R_N \quad (30)$$

式中(A/P,r,N)為資本回復因子(Capital recovery factor)。A/P 表示以現值計算年金，r 為貸款利率。

於還本期間第 m 年所歸還知本金金額為 DP<sub>m</sub>

$$DP_m = D_m \times (P/F, r, R_N - m + 1) = D_m \times (1+r)^{-(R_N - m + 1)} \quad m=1, 2, \dots, R_N \quad (31)$$

(P/F,r,R<sub>N</sub>-m+1) 為一次支付現值因子 (Single payment present worth factor)。

還本期間第 m 年所支付利息部分金額為 INT<sub>m</sub>

$$\text{INT}_m = (1 - \gamma) \times \text{TPC} \times \frac{r(1+r)^{R_N}}{(1+r)^{R_N} - 1} \times [1 - (1+r)^{-R_N - m + 1}] \quad m=1, 2, \dots, R_N \quad (32)$$

7. 營運期計畫總營收金額  
計畫總營收金額為

$$\text{TPR} = \sum_{j=1}^{O_p} \beta_j \quad \text{for } j=1, 2, \dots, O_p \quad (33)$$

### 3.4 專案計畫之獲利指標

#### ● 財務指標(Index for Financial Viability)

傳統財務管理的投資決策領域中,對於投資計畫評估的討論多注重在採現金流量折現法(Discounted Cash Flow, DCF)的評價方式,一般有淨現值法(Net Present Value, NPV)、回收期間法(Payback)、折現後回收期間法(Discounted Payback Period, DPP)、內部報酬法(Internal Rate of Return, IRR)、修正後的內部報酬法(Modified Internal Rate of Return, MIRR)、收益率指數(Profitability Index, PI)等以決定計畫是否可行。

舉淨現值法為例,當 NPV>0 表示投資計畫可行,反之 NPV<0 即表示計畫不可行。投資專案首先估計其所產生的現金流量,再考量風險分析,並估算資金成本,最後以所有淨現金流量折現值加總,以衡量投資績效並決定投資決策。如何評估計

畫之財務效益，以傳統財務學理之觀點，計有下列幾種模式：(如表 3-1)

- 1、 民間投資自償率(SLR)
- 2、 淨現值法 (Net Present Value, NPV)
- 3、 內部報酬率法 (Internal Rate of Return, IRR)
- 4、 獲利率指數法 (PI)
- 5、 回收年限法 (Payback Period, PB)
- 6、 分年償債比率 (Annual Repayment Ratio)
- 7、 利息保障倍數(或稱負債涵蓋比率) (Debt Coveragr Ratio, DCR)

以專案而言，三方參與者所關心之獲利指數不同

#### 1. 融資者觀點下之財務淨收益及財務可行性之評估指標

貸款者的觀點在於計劃之財務可行性指標為債務償還率(Debt Service Coverage Ratio, DSCR)。該指標為當年可用現金除以當年應付利息比。

$$DSCR_m = \frac{PBIT_m + DEP_m - TAX_m}{D_m} \quad \text{for } m=1,2,\dots,O_p \quad (19)$$

式中  $PBIT_i$  = 第  $i$  年的稅前息前淨利(Profit before Interest and Tax)， $DEP_i$  = 第  $i$  年的摺舊(Depreciation)， $TAX_i$  = 第  $i$  年的賦稅(Tax)， $D_i$  = 第  $i$  年的本利合(Annual Debt Installment for  $i$ th year)。

#### 2. 資本主觀點下之財務淨收益及財務可行性之評估指標

自有資金報酬率

股東(Equity Holder)的觀點

從股東權益的觀點，主要是著重於專案之淨現值(Net present value, NPV)及內部投資報酬率(Internal rate of return, IRR)。

$$NPV_E = \sum_{j=1}^{C_p} \frac{E_j}{(1+d)^{j-1}} + \sum_{k=1}^{O_p} \frac{\beta_k}{(1+d)^{k+C_p}} \quad \text{for } j=1,\dots,C_p \text{ and } K=1,\dots,O_p \quad (18)$$

$D$  為折現率(discount rate)或(hurdle rate)或機會成本(opportunity cost of

capital)，選擇適當折現率是計畫財務可行性分析中很重要的工作。WACC

$$f(\text{IRR}_E) = \sum_{j=1}^{C_p} \frac{E_j}{(1+i)^{j-1}} + \sum_{k=1}^{O_p} \frac{\beta_k}{(1+i)^{k+C_p}} = 0 \quad \text{for } j=1, \dots, C_p \text{ and } K=1, \dots, O_p \quad (18)$$

總資產報酬率與權益報酬率為利潤力的比率。

總資產報酬率(Return on total assets, ROA)為稅後淨利除以資產總額後的比率。

$$\text{ROA}_i = \frac{\text{PBIT}_i - D_i - \text{TAX}_i}{\text{TPC}} \quad \text{for } i=1, 2, \dots, m$$

式中  $\text{PBIT}_i$  = Profit before Interest and Tax,  $\text{TAX}_i$  = Tax,  $D_i$  = Annual Debt

Installment for ith year。TPC=Total project cost。

權益報酬率(Return on equity, ROE)為稅後淨利除以普通股權益後的比率，ROE表示普通股股東所能得到報酬率。

$$\text{ROE}_i = \frac{\text{PBIT}_i - D_i - \text{TAX}_i}{e \times \text{TPC}} \quad \text{for } i=1, 2, \dots, m$$

式中  $\text{PBIT}_i$  = Profit before Interest and Tax,  $\text{TAX}_i$  = Tax,  $D_i$  = Annual Debt

Installment for ith year。TPC=Total project cost。

總資產(總投資)報酬率  
計畫的觀點

從股東權益的觀點，主要是著重於專案之淨現值(Net present value, NPV)及內部投資報酬率(Internal rate of return, IRR)。

$$\text{NPV}_p = \sum_{j=1}^{C_p} \frac{\alpha_j}{(1+d)^{j-1}} + \sum_{k=1}^{O_p} \frac{\beta_k}{(1+d)^{k+C_p}} \quad \text{for } j=1, \dots, C_p \text{ and } K=1, \dots, O_p \quad (20)$$

$$f(\text{IRR}_p) = \sum_{j=1}^{C_p} \frac{\alpha_j}{(1+i)^{j-1}} + \sum_{k=1}^{O_p} \frac{\beta_k}{(1+i)^{k+C_p}} = 0 \quad \text{for } j=1, \dots, C_p \text{ and } K=1, \dots, O_p \quad (20)$$

表 3-1 計畫效益評估-可量化效益

項目	說明
<p>一、自償率 = <math>\frac{A}{B}</math></p>	<p>A：為營運評估期現金淨流入現值=計畫營運收入+附屬事業收入+資產設備處分收入-不含折舊與利息之營運成本與費用-不含折舊與利息之附屬事業成本與費用-資產設備增置與更新支出。</p> <p>B：工程建設經費流出現值</p>
<p>二、淨現值(NPV)</p>	<p>(一) 把投資計劃中的所有現金流量以計畫的資金成本折現後，加總若是總值為正則接受此計畫。</p> <p>1. 意義：未來現金的現在價值，減去未來價值所投入的成本，最後所得的值。</p> <p>2. 判定若 NPV&gt;0 表示值得投資;NPV&lt;0 表示不值得投資。</p> <p>(二) 所謂的淨現值法就是運用現值的概念，將每一其所產生的現金流量一一折現回來，將各期淨效益的現值加總，即求得淨現值，作為我們衡量政策效益的標準。</p>
<p>三、內部報酬率</p>	<p>(一) 意義指某計畫未來現金收入的現值，等於所需投入的成本時，所計算出的折現率(投資報酬率)。用以檢視此計畫的報酬率有多高、是否值得投資。</p> <p>(二) 內部報酬率是用來表達計畫方法的效率，此利率是指使投資淨現值為零的折現率。</p>
<p>四、獲利率指數(PI)</p>	<p>(一) 獲利率指數為未來現金流入現值除以評估期間投資支出之比例關係，其概念為投入一單位成本所能獲得的現金流入。</p> <p>(二) 獲利率指數=(未來各年現金流量現值總和)/(投資現金流量之現值)</p> <p>(三) 獲利率指數愈高，表示計畫獲利能力愈高，其評估準則如次：  <math>PI \geq 1 \rightarrow</math> 應值得投資  <math>PI &lt; 1 \rightarrow</math> 應拒絕投資</p>

計畫效益評估-可量化效益(續)

項目	說明
五、回收年限(PBP)	<p>(一) 回收年限，即指所投入的資金能全部收回的期間。</p> <p>(二) 所謂回收期數(PBP)乃是指一項計劃其最初之資金投入需花多少時間方可將成本回收回來，開始賺錢，其單位通常為年或月。而其通常均用於淘汰率較高的行業，如：服飾業，但其缺點卻很多，像其未考慮時間價值、未來的現金流量及其不具備累加性等，但仍說它是一種損益平衡的觀念，因為它可以很快的告訴老闆，這計劃何時可以回本，開始賺錢。</p>
六、分年償債比率	<p>(一) 係衡量計畫案於營運期年產生之現金流量能否償付當期到期之債務本息之指標。</p> <p>(二) 公式  <math display="block">\text{分年償債比率} = \frac{\text{當年度稅前息前折舊及攤提前盈餘}}{\text{整年度負債之本金攤還} + \text{利息}}</math> </p> <p>(三) 一般而言，分年償債比率至少須大於 1，如此方能確保各年度生之現金流量可償還到期之本息；分年償債比率愈高，專案還款能力愈強。</p>
七、利息保障倍數	<p>(一) 利息保障倍數是計算企業利息費用及所得稅扣除前之淨利為利息費用的多少倍，是衡量計畫由營業活動所產生的收益，用以支付利息費用的能力。為衡量計畫之長債能力即準時支付利息的能力。</p> <p>(二) 公式  <math display="block">\text{利息保障倍數} = \frac{\text{稅前及息前盈餘}}{\text{利息費用} + \text{資金化利息} + \text{營業租賃設算利息}}</math> <math display="block">= \frac{\text{稅前淨利} + \text{利息費用}}{\text{利息費用}}</math> </p> <p>(三) 利息保障倍數越高，按時付息的可能性越大，表示債權人受保障程度越高，亦即債務人支付利息的能力越高，倍數越低，表示公司支付平常的利息費用能力愈差，償債能力大為降低，若小於 1 時，表示計畫所賺得利潤並不足以支付利息，一般而言，利息保障倍數至少大於 2 以上為佳。</p>

## 4 專案計畫風險定義與風險評估模式

### 4.1 風險管理基本概念

#### 4.1.1 風險的定義

專案計畫「風險」(Project Risk)是指「專案計畫面對未來確定或不確定之因素，可能造成原先計畫在執行時，在經濟上、財務上或其他方面，有形或無形之損失」。通常風險和報酬成正比，若想得高報酬之利潤就必須承當愈大之風險。於實際操做上，專案計畫財務方面之風險損失較易明確估算。

#### 4.1.2 風險應有之管理策略

通常決策者會因對專案計畫有不同的風險認知(Perception)、風險傾向與偏好(Propensity)進行風險決策行為。風險決策行為，主要可分為兩種不同的觀點：一為從決策觀點；另一為從管理觀點。決策觀點的重點在於如何經由風險分析，選擇一個效用風險比較佳、符合決策者偏好的方案；而管理觀點則著重於當面臨一個風險已知的方案時，應採取何種風險處置(Risk Handling)以降低風險；決策觀點的核心問題為風險之分析，而管理觀點則為風險之處置。

風險分析主要是在收集各種來源的可靠資料後進行風險辨識，並根據此風險發生機率與影響途徑對可能造成的損失進行估計。四大主要的風險管理基本策略如下：

#### 一、風險規避(Risk Avoidance)

亦即對於風險較大的案件，乾脆採取放棄的態度，減少風險所帶來之威脅與衝擊，簡言之即指完全降低損失發生機率至零。但同時也失去了在市場上競爭與獲利的機會，是屬於比較消極的控制方法。為避免過度消極，必須事先檢視導致風險現實的條件及因素，以預測風險產生的可能程度。

#### 二、風險移轉(Risk Transfer)

「風險移轉」係指投資者透過保險或保證的方式移轉風險給保險公司或其他金融機構，以降抵可能產生的損失。移轉者將風險轉嫁給承保個體，使其具有從事

特定活動之法律責任，並承擔該行動所導致損失之義務的一種契約行為。

### 三、風險調整 (Risk Adaptation)

意謂投資者可運用或採取多項措施以減少風險實現所造成之經濟損失，例如可以運用風險移轉的手段來降低風險所造成之損失。

### 四、風險分散 (Risk Diversification)

風險分散是投資的最高指導原則，也就是將投資風險分散到其他各處，以降低只投資給單一案件所產生之風險衝擊，風險分散方式除了可擴大至其他案件或對象，也可以用合作融資或聯合貸款的方式，將風險分散給其他債權人，進而減輕可能的損失。

#### 4.1.3 風險分類與分析

從風險管理的角度而言，風險可以分為兩大類型，一類為**系統風險**，另一類為**非系統風險**。(如圖4-1)當投資人即使有無限的資產可供其選擇投資組合，但必然有部分的風險會一直存在，而這些殘存的風險將會是所投資必須共同面對的風險部分，通常這些無法透過多角化分散掉的風險通稱為系統風險 (Systematic Risk) 或市場風險 (Market Risk)，而另外那些可透過多角化而分散的風險，稱之為非系統風險 (Unsystematic Risk) 或非市場風險 (Nonmarket Risk)。通常非系統風險與個別本身的特性有關，例如：財務結構、商品開發...等，而此類事件通常唯讀立發生或隨機出現，可利用多角化將其分散。而系統風險主要是來自於一些基本經濟或政治因素的影響，例如：通貨膨脹現象、國內政局不穩定、貨幣或財政政策...等，這些因素幾使透過多角化也很難將其分險。

風險類型之探討主要是讓投資者瞭解風險產生的來源，透過不同風險的認識，進一步可以分析風險的不同層次以及風險的大小，最後能夠面對或減少風險的損失，使投資決策者能更合理的考慮風險與報酬的相對關係。

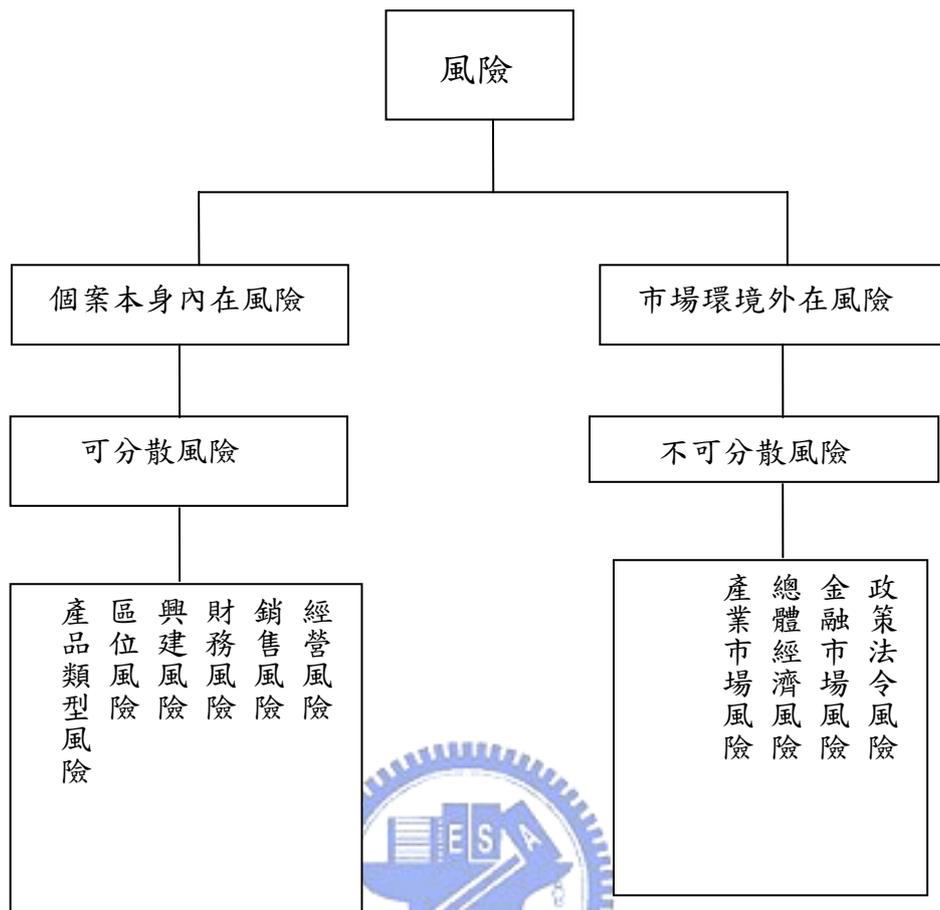


圖 4-1 投資風險類型

#### 4.1.4 風險管理之重要性

當專案投資的經濟效益不如預期，投資者勢必在財務經濟角度的考量下將縮短其生命週期。專案最主要目的在追求利潤（收益金額和報酬率），而風險管理的目的「在損失前作預防工作，於損失後有復原能力」，必須從事風險管理才能創造出有效的經營環境。風險管理的目的是透過執行前對個案之風險分析，掌握風險因子，提出因應對策，以達到損失預防與損失控制之目標並尋求最低成本與合理風險之均衡點。

以根據投資者之風險偏好作決策分析。現行之開發計劃與相關研究對風險管理之擬定，尚多屬於定性之分析，經由各項作業流程中尋找其相關性之風險評估因子，建立初步之開發風險管理策略，對於針對開發上財務之定量性分析相關研究甚少，需進一步因應財務變數利用風險技術對個案進行定量分析，以觀察各變數對風險因子之影響程度，並確定變數間之相關性。

並從中瞭解其報酬率之基礎運算方式：

$$\text{要求報酬率} = \text{零風險利率} + \text{風險貼水}$$

其中以風險貼水最為重要，所代表的意義為因風險所需求之額外報酬，故其最終的結果也相對影響到財務之可行性。

## 4.2 專案融資風險因子的分析

專案投資如果以階段來區分 BOT 專案融資的風險，可區分為開發、施工及營運等三個階段，各階段雖然有其不同的風險，彼此之間仍有其重疊性，茲分述如下：

### 1. 開發階段的風險

#### (1) 技術可行性風險

對於開發公司首要考量為核心技術的可行性，過時或不成熟的技術與設備會影響產出及效能，直接影響到計劃的收益與還款能力。通常開發公司會委聘專業工程顧問公司進行必要的技術評估。

#### (2) 信用風險

信用風險是指計劃參與者的個體信用風險，以銀行的角度來看，專案融資既為無追索權或有限追索權的融資工具，借款人及其組成份子的信用情形益形重要，除了一般的徵信分析之外，通常會讓重要的計劃參與者（如工程承包商、設備供應商、原料供應者）入股成為股東，來強化其經營責任降低風險。

#### (3) 法規風險

地主國法令的變動對計劃的可行性有根本的影響，例如環保法規之於焚化爐、強制執行法之於擔保物權或外匯管制之於資本移動。一般除透過專業法律顧問瞭解外，可就特定事項取得地主國政府之承諾或保證。

#### (4) 國家風險

在跨國投資中，國家風險是分析風險時的首要考慮因素，對於涉及外國基礎建設的 BOT 專案融資而言，其重要性更是不言而喻。然而國家風險屬於系統風險，無法經由人為管理予以規避風險。

## (5) 外匯風險

專案融資中只要涉及一種以上的貨幣就有外匯風險存在，最常見的情形是購置進口設備的外幣貸款要用本國貨幣的營業收入來償還。外匯風險包括外幣的流通性及匯率的風險。

## 2. 施工階段的風險

施工階段主要是考慮完工風險與成本超支風險。完工風險包括施工中斷的未完工風險與完工延遲風險，施工中斷的風險有可能是前述開發階段風險的延續或是不可抗拒外力所導致。如是因業主(特許公司)或工程承包商所造成，則可透過要求入股、維持相當的自有資本比率、提供完工保證、訂定損害賠償條款等方式來降低其施工中斷的風險。至於天災等不可抗拒力所造成的計劃終止只能訴諸保險。因此，特許公司所購買的保險須儘可能涵蓋意外損失及天災等不可抗拒事件的發生。

## 3. 營運階段的風險

### (1) 性能績效風險

規避完工後的設備性能風險最有效的方法是統包合約 ( Turnkey Contract )，並委託獨立的工程顧問公司審核 ( IV&V, Independent Verification and Validation )，在一般的大型工程管理中都有 I.C.E. ( Independent Checking Engineers ) 與 I.S.E. ( Independent Site Engineers ) 的設計，分別對工程設計及現場施工二部份作獨立查核。在台灣高鐵的案例中，由於銀行團必需有自己的驗收單位以作為撥款及鑑價的依據，故另行聘請獨立的工程顧問公司作 IV&V，從而對設計、施工作查核 ( Verification )；對產品作認證 ( Validation )。

### (2) 管理風險

管理風險的產生是在投資計劃開始商業運轉後，由於營運公司缺乏經驗或管理不當，致使產出效能或品質不足以償還債務的風險。以下是較常發生的情形：

- \* 營運合約期限較授信期限為短。
- \* 因為採用新技術，無法找到有經驗的公司來管理營運，必需付出學習曲線的成本。
- \* 無相關經驗的特許公司為提高投資報酬率，堅涉入商業營運。由此觀之，有效降低管理風險的方法是，將營運交由經驗豐富且紀錄優良的專業公司來管理，並簽訂長期的營運管理合約。

### (3) 營運成本超支風險

對銀行而言，最差的營運合約是「成本外加」型（Cost Plus）合約，這樣的合約完全沒有誘因而促使營運公司控制營運與維護成本，對於營運成本佔總成本相當比重的計劃而言，這樣的合約將整個 BOT 專案融資暴露在成本超支與通貨膨脹的風險當中。另一方面，最理想的營運合約是在成本與營收間設計連動的機制，將營運維護成本增加的風險完全轉嫁給得標的營運公司，但要簽這樣的合約並不容易。因此，比較可行的方案是訂定上限的營運維護合約，以固定的預算或通膨指數來限定營運維護成本的增幅，如此既可約束營運公司主動控制成本，又能提供銀行團具體的風險數據以作為財務規劃之用。

### (4) 供應風險

供應風險包括原物料供給來源、供給價格以及供應品質的風險，當然最理想的狀況是，投資計劃本身即擁有原物料的所有權且此來源毗臨該計劃座落地點。此外，除了來源和品質可透過長期供應合約來確保外，供應價格的變動會直接影響到投資計劃的收益與預估現金流量，一般人會直覺地以固定價格供應合約來解決價格變動的風險，但這並非明智的作法，因為當合約價與市場價格脫節到無可忍受的程度時，供應商將寧可選擇違約而不願繼續蒙受損失。所以，事先設計連動的購料合約與產品銷售合約；以相同的產品售價漲幅來抵消原物料的漲幅才是解決之道，特別是 BOT 的專案計劃，由於其產品攸關民生基本需求，一般來說其調整售價方案必需經過政府或議會的同意，故銀行團務必事先確認此類具備連動機制的合約是否存在，以確保計劃之可行性與債權的確保。

### (5) 市場風險

為確保還款財源而採用的合約是依約付款契約（Take-or-Pay Contract）或產出契約（Throughput Contract），除了約定買方未來以固定價格購買固定數量的產品或服務外，值得一提的是；不論專案是否確實執行，或

是發生不可抗拒的天災人禍，買方均需依約執行其無條件付款的義務。合約中通常會有監管人（Trustee）的設計，由其保管契約內容中所約定的現金流入，並由監管人按時直接交付債權人（信託人）以為還本付息。但如專案公司真的無法依約供貨，買方則有優先權概括承受該專案計劃。

#### (6) 資本支出風險

若專案計劃在各方深思熟慮之後，仍然因法令變更或其他不可抗力事件的發生導致額外的資本支出，且無法事先以保險來規避時，最理想的方式應該是預先設立一個資本支出專戶，將營運期間多餘的現金依約定比率存入專戶（Reserve Account）內，暫不發放現金股利，以備不時之需。另一個可行的方案是，事先在授信契約中約定處理此一風險的原則，包括銀行團與業主的分攤比率等等。

民間參與公共工程基礎建設為長期投資專案，對作長期資本預算的評估時，對於不確定的情況，通常會運用風險的衡量方法。首先必須先確定風險因子，風險因子之分類詳細程度，可視分析需要而定。以建設開發計畫為例，大分類之財務風險因子如圖 4.2，細部分析之財務風險因子如圖 4.3。一般基礎建設之風險因子展開如圖 4.4。

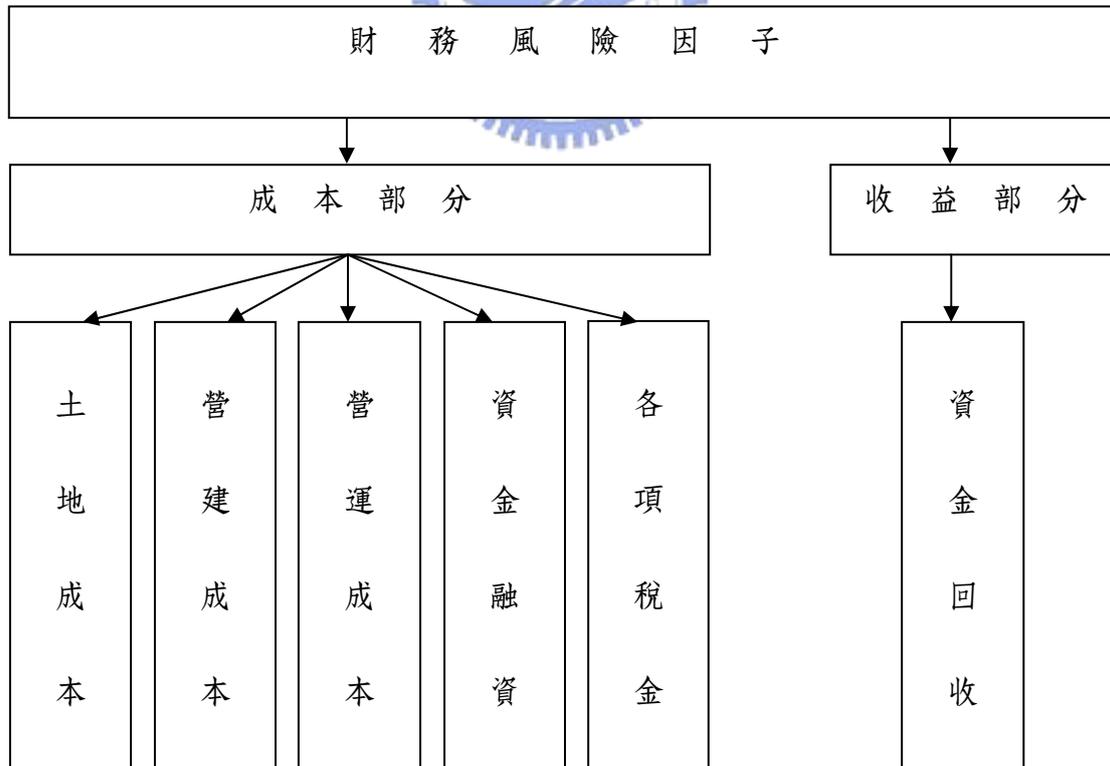


圖 4-2 建設開發投資財務風險因子

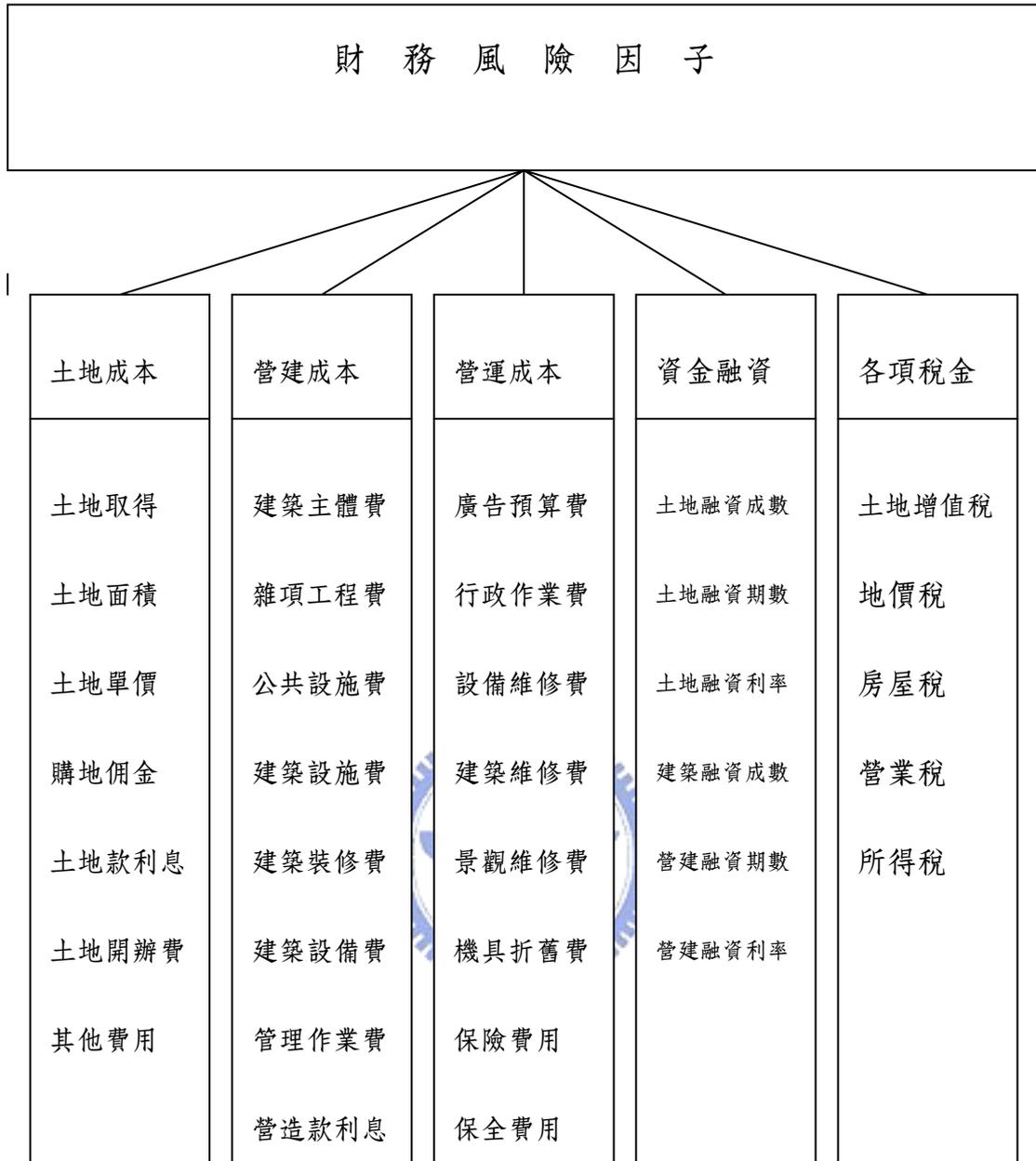
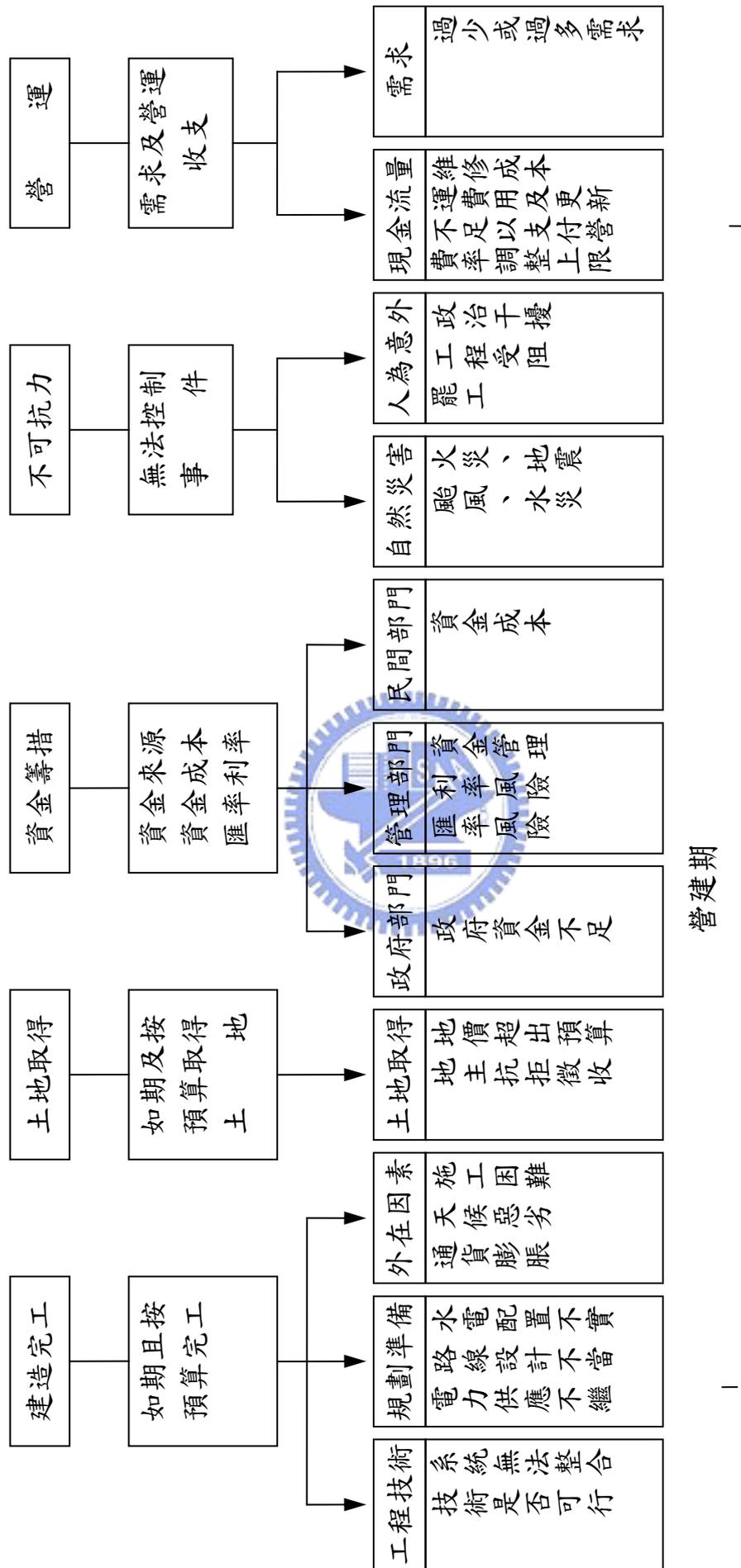


圖 4-3 建設開發案之詳細風險因子



圖表 4-4 基礎建設可能之風險因素

### 4.3 專案融資風險分析之模式建構

#### 4.3.1 風險分析模式之探討

常用量化之風險分析方法有敏感度分析、情境分析、蒙地卡羅模擬分析等方法分析如表 4-1。另外，對於風險來源可透過一般問卷調查分析、財務報表分析、流程分析與實地觀察法來確認。

表 4-1 分析計畫風險技術整合表

分析 方法	內 容	備 註
敏感性分析	找出影響計畫財務之重要因素，並讓投資人留意影響計畫成敗之關鍵因素，可用電腦軟體迅速估算。	運用簡單的量化分析技術，但對於變數調整標準易流於主觀意識判斷而難有定數。
情境分析	考慮決策指標對關鍵變數之影響外，另分析各變數可能之數值範圍，在財務分析中常以「悲觀情境」進行分析，在根據可能之機率作為權數，求得上述二種情境與基本假設之加權平均。	為顧及評估結果的正確性，在運用上較適用對各因素估計值較易掌握的情況。
蒙地卡羅模擬分析	為基礎之數學統計方式，將不確定性因素設定為一個預測模型中之主要變數，估算其對預測結果之影響程度。	特別適用於大型且複雜的投資計畫分析。

#### (1)、敏感度分析(Sensitivity Analysis)

敏感度分析是指當其他條件固定不變下，改變單一投入變數的變動，以瞭解該投入變數的變動對專案計畫獲利指標(如 NPV)的變動程度。由敏感度分析可以得到影響專案計畫獲利指標的變動程度最大的因子。這些關鍵性的變因，將是分析的重點。敏感度分析有時又稱為若則分析(What-if Analysis)。

敏感度分析是單變數的風險分析，以瞭解主要變數對計劃獲利指標之影響幅度，以辨識主要的關鍵影響因子。可找出影響計畫財務之重要因素，並讓投資人留意影響計畫成敗之主要關鍵因素，可用電腦軟體迅速估算 (EXCEL、LOTUS)，並可分析二個變數同時變動對預測指標之影響。

#### (2)、情境分析(Scenario Analysis)

情境分析是分析人員先預估出一般情況下專案計畫之獲利指標。再以

高於預期水準的情況調整變數，如營收增加、成本降低等多變量之變動，計算出最樂觀情況下專案計畫的獲利指標。同樣方法亦可以預估最悲觀情況下專案計畫的獲利指標。最後依不同情境所計算獲利指標，計算獲利指標之差距，差距愈大表示風險愈高。

情境分析可以顯示專案投資之最好與最壞狀況，但未考慮樂觀的機率與悲觀機率。

情境分析是多變數的敏感度分析，以瞭解多項之主要變數對計劃獲利指標之影響幅度，以評估在多項主要的關鍵影響因子變動下，計算最樂觀情境及最悲觀的情境。考慮決策指標對關鍵變數之影響，另分析各變數可能之數值範圍，此即為之。在財務分析中常以「悲觀情境」進行分析，在根據可能之機率作為權數，求得上述二種情境與基本假設之加權平均。

### (3)、蒙地卡羅模擬分析(Monte-Carlo Simulation)

蒙地卡羅模擬是將變數發生的機率考慮進去，以瞭解多主要變數影響對計劃獲利指標之期望值的幅度

為基礎之數學統計方式，將不確定性因素設定為一個預測模型中之主要變數，估算其對預測結果之影響程度。在進行風險分析時，需先利用機率分配為關鍵變數建立接近事實之假設情境，並藉用電腦進行重複模擬。

期望之淨現值

$$\overline{\text{NPV}} = \sum_{i=1}^n [\text{NPV}_i \times P_i(\text{NPV}_i)]$$

淨現值之變異數

$$\sigma_p^2 = \sum_{i=1}^n [(\text{NPV}_i - \overline{\text{NPV}})^2 \times P_i(\text{NPV}_i)]$$

#### 4.3.2 4.4.2 風險分析模式

本研究建構一違約風險模型 (Default Risk Model, DRM) 簡稱 DRM 模擬，作為 BOT 案專案融資風險範圍值研究方法，茲將 DRM 模擬步驟說明如下。

- (一)、DRM 模擬第一步驟為利用基礎財務分析模型，建構計算 BOT 專案現金流量。並分別求其六大評估指標及股東權益出資比之關係，據以求其回歸方程，並從專案、投資者與銀行團等不同角度，利用線性規劃求解求得最佳出資比，據以做為本研究標準組(Base Case)。
- (二)、DRM 模擬第二步驟為將標準組利用層級分析法或專家訪談法尋找出影響專案評估因子。並利用敏感度分析專案各評估因子，求出關鍵財務評估因子。

所謂敏感度分析乃是將各評估因子加以一定範圍變動後，由該因子界定變動範圍內的不同值來產生預測的現金流量，再觀察現金流量對評估因子變動的敏感性，即計算因子變動所對投資計畫獲利能力的影響。各評估因子利用此方法，則可決定各評估因子對現金流量或獲利能力的相對影響性，並據以求出關鍵財務評估因子，其分析步驟分述如下。

1. 確定獲利評估指標（如 NPV、IRR、ADSCR、ATIE、AROA、AROE）。
2. 選取評估因子（BC、P、r、 $\gamma$ 、 $\theta_k$ 、OM、 $U_{av}$ 、 $O_p$ 、 $R_N$ 、 $C_p$ 、 $T_d$  等）。
3. 設定因素的變動範圍和變動幅度（如 -50% ~ +50%，50% 變動）。
4. 計算某個評估因子變動時對六大評估指標的影響。計算敏感度係數並對敏感評估因子進行排序。  
 敏感度係數的計算公式為： $A = \Delta PI_i / \Delta F$ ；式中，A 為各評估指標  $PI_i$  對於評估因子 F 的敏感度係數； $\Delta PI_i$  為評估因子 F 發生  $\Delta F$  變化率時，各評估指標  $PI_i$  的相應變化率（%）； $\Delta F$  為評估因子 F 的變化率（%）。
5. 繪製敏感性分析圖，作出排序分析，求出關鍵財務評估因子。

(三)、DRM 模擬第三步驟為利用專家訪談法或歷史數據統計分析決定各關鍵因子最樂觀、最悲觀、最可能值及其標準差。利用情境分析模擬，計算六大評估指標期望值與標準差。

所謂情境分析乃屬多變量風險分析之一環，旨在研判未來不確定性財務評估因子對投資計畫獲利能力的影響，即確認計畫所隱藏的風險，並以數據計算方式來衡量風險的影響。情境分析模擬通常使用於資訊較不完全之情況下，利用統計分析理論求出六大評估指標最大、最小值及標準差之範圍。茲將情境分析模擬步驟說明如下。

1. 利用專家訪談法或歷史數據統計分析決定各評估因子最樂觀、最悲觀、最可能值及其標準差。
2. 計算各評估因子期望值，其計算如下方程式所示：

$$E(CF_i) = \frac{CFOP_i \times P(CFOP_i) + CFPO_i \times P(CFPO_i) + CFPE_i \times P(CFPE_i)}{P(CFOP_i) + P(CFPO_i) + P(CFPE_i)}$$

式中  $E(CF_i)$  為各評估因子期望值； $CFOP_i$  為各評估因子最樂觀值； $CFPE_i$  為各評估因子最悲觀值； $CFPO_i$  為各評估因子最可能值。 $P(CFOP_i)$  為各評估因子最樂觀值發生之機率； $P(CFPE_i)$  為各評估因子最悲觀值發生之機率； $P(CFPO_i)$  為各評估因子最可能值發生之機率。

3. 利用專案財務模型公式計算六大評估指標最樂觀、最悲觀、可能值及期望值。

4. 計算六大評估指標標準差與期望值，其計算如下方程式所示：

$$\begin{aligned}\text{Var}(PI_i) &= [ (PIOP_i - PIPE_i) / 6] \\ \sigma(PI_i) &= \sqrt{ [ (PIOP_i - PIPE_i) / 6]}\end{aligned}$$

式中  $\text{Var}(PI_i)$  為六大評估指標變異數； $\sigma(PI_i)$  為六大評估指標標準差； $PIOP_i$  為六大評估指標最樂觀值； $PIPE_i$  為六大評估指標最悲觀值。

$$E(I_i) = \frac{IOP_i \times P(IOP_i) + IPO_i \times P(IPO_i) + IPE_i \times P(IPE_i)}{P(IOP_i) + P(IPO_i) + P(IPE_i)}$$

式中  $E(PI_i)$  為各評估指標期望值； $PIOP_i$  為各評估指標最樂觀值； $PIPE_i$  為各評估指標最悲觀值； $PIPO_i$  為各評估指標最可能值。 $P(PIOP_i)$  為各評估指標最樂觀值發生之機率； $P(PIPE_i)$  為各評估指標最悲觀值發生之機率； $P(PIPO_i)$  為各評估指標最可能值發生之機率。

(四)、DRM 模擬第七步驟為利用蒙地卡羅模擬法，計算六大評估指標期望值與標準差。

所謂蒙地卡羅模擬亦屬多變量風險分析之一環，乃是利用亂數取樣模擬來解決數學問題的一種數值之方法。蒙地卡羅方法的基本原理是將所有關鍵因子範圍值發生的機率，定義出一連續機率密度函數。將此連續機率密度函數累加成累積機率函數，調整其值最大值為 1。正確反應出所有事件出現的總機率為 1 的機率特性，並為亂數取樣與關鍵評估因子模擬建立起連結。也就是說我們將電腦所產生均勻分佈於 [0,1] 之間的亂數，透過所欲模擬的過程所具有機率分佈函數，模擬出關鍵評估因子最可能結果。

一般模擬常用連續型之機率分布函數計有均一分佈 (Uniform Distribution)、三角形分佈 (Triangular Distribution)、指數分佈 (Exponential Distribution)、常態分佈 (Normal Distribution) 與  $\beta$  分佈 (Beta Distribution) 等種。另有關蒙地卡羅模擬法之實施步驟，茲整理說明如下。

1. 透過專家訪談法或歷史數據統計分析決定各評估因子最樂觀、最悲觀、最可能值及其標準差。
2. 確定各評估因子為獨立及其機率函數分布型態。本研究採用常態分布，其機率密度函數 (PDF) 及累計分布函數 (CDF) 如下所示：  
常態分佈機率密度函數 (PDF)

$$f(x) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} \exp\left[-\frac{(x-\mu)^2}{2\sigma^2}\right] \quad -\infty < x < \infty$$

常態分佈累計分布函數 (CDF)

$$F(x) = \int_{-\infty}^x \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} \exp\left[-\frac{(x-\mu)^2}{2\sigma^2}\right] dx \quad -\infty < Z < \infty$$

3. 利用@Risk for Excel 軟體求出亂數，根據各評估因子之累計機率分布圖計算各評估因子之值。
  4. 依據選定機率分布函數及於 95%信心水準下計算其所需樣本數（即為模擬次數）。
  5. 根據根據亂數選取之評估因子值計算六大評估指標值。
  6. 整理模擬所得六大評估指標期望值、標準差。
- (五)、DRM 模擬第五步驟為分析六大指標違約機率及繪製違約機率累計分布圖。



## 5 模式之實證-高鐵案例分析

### 5.1 基本分析參數介紹

專案融資計劃財務分析所用的參數可概分為三大類：基本假設與參數、成本期參數、營運期參數。一般財務計畫須包含以下基本參數之設定

- (一) 基本假設與參數設定：每一項基本假設及評估要素必須估計出其參數值，且必須說明做其假設的來由與依據如評估年期規劃、通貨膨脹率與物價指數、稅率及免稅期間、其他（工資上漲率、地價上漲率、營運年成長率、收入成長率）、折現率、折舊規劃(資產價值及殘值、折舊、資產耐用年限)等。
- (二) 變數分析
  1. 成本估算：所列之成本項目編列規劃作業費、興建成本包括設計階段作業要費用、用地取得及拆遷補償費、工程建造費及建設期間利息成本。
  2. 營運期之營收及成本估算：營收指的是財務上的營運效益，包括主要營運收入、聯合開發收入與附屬事業收入，營運外的額外收入；成本估算指的是營運期之成本，包括經營權利金，營運成本及維修成本。
- (三) 現金流量分析：編製資金來源運用表、現金流量表，分年現金流量表。
- (四) 計畫效益評估：
  1. 可量化效益：包括自償性分析(自償率)、投資效益分析(淨現值、內部報酬率、獲利率指數、回收年限)及融資計畫可行性分析(分年償債比率、利息保障倍數)。(詳附表一所附估算說明資料)
  2. 非量化效益：包括經濟效益、社會效益及其他效益。

詳細財務計畫須包含以下基本參數之設定如表 5-1，5-2，5-3 所示。

表 5-1 基本假設與參數設定

基本假設與參數	說明
一、評估年期規劃	
評估年期	評估整個計畫案的時程，包含興建期及營運期。
興建評估年期	興建開始與結束年度。
營運評估年期	營運開始與結束的年度。
現值基期	計算淨現值的基準年度。
二、通貨膨脹率與物價指	每年通貨膨脹率與物價指數。

數	
三、稅率及免稅期間	適用之營利事業所得稅及免稅期間。
四、其他	
工資上漲率	估算每年工資上漲率
地價上漲率	估算每年地價上漲率
營運年成長率	估算每年營運年成長率
收入成長率	估算每年收入成長率
五、折現率	計算各評估準則時的適用折現率，包括折現率的計算方式、各資金成本來源及其佔總資本投入比例。另須分別考量稅前及稅後折現率。
六、折舊規劃	
折舊方式	折舊攤提的方式以直線法攤提之。
資產價值	資產帳面價值。
資產耐用年限	各資產的法定耐用年限可參考行政院頒佈之「估定資產耐用年數表暨附屬法規」中的相關規範。
殘值	資產汰換時之出售價格。

表 5-2 變數分析-成本估算

項目	說明
一、規畫作業費	包含一切規費籌備期間的相關費用，如調查費用、評估費用及規畫作業費用等。
二、興建成本	
設計階段作業費用	包含工程設計與規畫費、顧問費及其他相關費用。
用地取得及拆遷補償費	包含土地及建物之取得費用、開發權利金、資產之拆遷、補償費用及其他相關費用。
工程建造費	包含施工期間之一切相關費用，如物料成本、技術成本、行政及工程管理費用、專業人事費用等。
建設期間利息成本	建設期間應支付之貸款利息。

表 5-3 變數分析-營運期之收益與成本估算

項目	說明
一、營運及維修成本	
經營權利金	政府授與民間參與經營權力所收取的費用。
營運成本	為維持正常營運的一切相關費用，包括水電費、通信費、管理成本等。
維修成本	為維持資產正常運作，或更有效率地被使用，所必須支出機器設備、設施等的維修費用，或汰換及重置成本等。
二、營運期收入	

主要營運收入	計畫興建完成、開始營運之後的收入，例如票價收入，依票價及營運量的估計之。
聯合開發收入與附屬事業收入	如聯合開發百貨公司、超市、遊樂設施等收入，或廣告費、停車場收費、場地出租費等收入。
營運外的額外收入	如投資收入、利息收入、殘值(機器設備汰換時所剩餘的市場價值，扣除資本利得稅的部份;或是結束營運時，資產的市場稅後淨價值)。

## 5.2 基本假設參數說明

由於影響財務的因素頗多，舉凡經濟因素、景氣循環、成本因素、風險、預期收入及通貨膨脹率等均會直接影響財務評估的正確性，而以上諸多因素往往充滿不確定性，使財務評估本身即具有較大的變異性，而且評估財務時必須先對變數進行假設才能順利的計算出結果，因此如何合理的設定各項參數就成為財務評估的重點。茲將本計畫財務試算所設定的各項參數說明如下：

### 1、評估年期

本計畫評估期間為 30 年。此評估期間又可劃分為兩個階段：

- (1)興建年期：興建年期為 4 年。
- (2)營運年期：營運年期自第 5 年開始至第 30 年，計 26 年。

表 5-4 評估年期規劃表

評估年期	開始年度	結束年度
興建評估年期	83 年	87 年
營運評估年期	88 年	114 年
現值基期	83 年	

### 2、幣值基期

本計畫各年期之各項收支預估，均考慮通貨膨脹因素，而以當年之幣值為基準。

### 3、通貨膨脹率

根據行政院主計處公布的過去十年全年消費者物價指數平均年增率約為 1.60%；而經建會「新世紀國家建設計畫」擬定之長期目標，平均消費者物價上漲率則訂為 2% 以下(不含能源、蔬果之核心物價)。本計畫

之一般物價上漲率以每年 3.5% 計算。

#### 4、資本結構及自有權益資金成本

##### (1) 資本結構

依據「促進民間參與公共建設優惠貸款要點」第七條規定，貸款額度不得超過該計畫所需資金的 70%，因此本計畫案規劃自有權益資金為 30%。

##### (2) 自有權益資金成本

合理權益資金成本的估計方法通常有資本資產訂價法(Capital Asset Pricing Model ; CAPM)及債券殖利率加風險溢酬法兩種；在使用 CAPM 法估計報酬率時，因客觀的系統風險值(貝他值)不易求得。本計畫案權益資金的必要報酬率(MARR)13.5%。

#### 5、融資條件

(1) 融資利率：本計畫以專案融資年利率 9% 估算利息支出。

(2) 融資期限：融資期限為 21 年，寬限期為 9 年；寬限期間只依貸款金額支付利息，但不償還本金；自營運開始第一年起，本金依 12 年平均攤還。

#### 6、計畫折現率

採加權平均資金成本(Weighted Average Cost of Capital ; WACC)之計算模式訂定本計畫之折現率，用以計算特許期間各年度的折現值與各項財務指標，進而衡量計畫之可行性與投資之效益。計算公式為  $WACC = W_d \times K_d \times (1-T) + W_c \times K_c$ ；其中

$W_d$ ：融資權數(Debit Weight)，即融資資金佔總資金之比例

$W_c$ ：權益資金權數(Capital Weight)，即自有權益資金佔總資金之比例

$K_d$ ：融資利率

$K_c$ ：權益資金要求報酬率

T：所得稅率

本計畫之 WACC 計算如下：

表 5-5 加權平均資金成本計算表

資金來源	稅後資金成本	佔資金總額比例	稅後加權資金成本
權益資金	29.25%	30%	8.775%
融資資金	$9\% \times (1-25\%)$	70%	4.725 %
合計	--	100%	13.5%

## 7、營業稅率

依營業稅法第十條之規定，營業稅率除另有規定外，最低不得少於百分之五；又營業稅法第十五條規定，營業人當期銷項稅額，扣減進項稅額後之餘額，為當期應納或溢付營業稅額。

## 8、營利事業所得稅率

本計畫假設各年度營利事業所得適用稅率為 25%；另依促參法第三十六條之規定，民間機構自所參與重大公共建設開始營運後有課稅所得之年度起，最長以五年為限，免納營利事業所得稅。

## 9、折舊規劃

本計畫之營業資產採用直線法提列折舊費用，並依據行政院修正頒布之固定資產耐用年數表估計耐用年限。由於本案係採 BOT 方式進行，依規定於特許期間屆滿時，需將全部營業資產無償移轉與校方，故本計畫營業資產估計之折舊年限若超過特許營業年限時，則以特許營業年限為折舊年限。本計畫假設營業資產於耐用年數到期或特許營業年限屆滿時無任何殘餘價值。

綜合上述說明，本計畫財務分析所設定的各項參數設定說明如下表：

表 5-6 高鐵計畫之各項參數設定彙整表

基本參數	細目	採用依據	
一、評估年期	興建評估年期	4	依高鐵計畫之規劃。
	營運評估年期	26	
二、通貨膨脹率	3.5%	參考行政院主計處民國80年至民國93年所做之統計加以平均，平均為2%左右，本計畫即以3.5%為通貨膨脹率。	
三、稅率	25%	本案因屬重大公共建設，故開始營運之日起五年免營利事業所得稅。	
四、資金規劃	自有資金比例 30%	依不同計畫規模，參考過去經驗擬訂。	

基本參數	細目	採用依據
	自有資金成本率	採用國內20年期公債殖利率加上風險溢酬。
	貸款比例 70%	
	貸款利率 9%	採用聯貸利率。
	寬限期 9	此階段僅須繳利息。
	還款期 12	此階段中，採每年固定償還定額之本利。。
五、折現率	13.5%	以加權平均資金成本 (WACC) 為折現率
六、折舊規劃	折舊方式	採取直線折舊方式。
	資產價值	資產之帳面價值
	資產耐用年限	依據行政院頒佈之「固定資產耐用年數表」規定。
	殘值	評估年限屆滿時產之市面價值。

本計畫之投資效益將採用十項指標進行評估分析，茲將此十項指標之定義及評估基準整理如下表：

表 5-7 效益評估指標說明表

評估項目	定義	評估標準
自償率 (SLR)	營運期間之淨現金流入現值總合除以興建期間之淨現金流出現值總合	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ <math>SLR \geq 1</math>，計畫具自償性</li> <li>■ <math>0 &lt; SLR &lt; 1</math>，計畫不具完全自償能力</li> </ul>
淨現值 (NPV)	各年度之現金淨流入以折現率求算之現值，為本計畫之現值收益。	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ <math>NPV \geq 0</math>，為可行計畫</li> <li>■ <math>NPN &lt; 0</math>，為不可行計畫</li> </ul>
內部報酬率 (IRR)	淨現值為0時之折現率，為評估整體計畫報酬率之指標。	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ <math>IRR =</math> 計畫資金成本，表示淨現值大於0，計畫可行。</li> <li>■ <math>IRR &lt;</math> 計畫的資金成本，表示淨現值小於0，計畫不可行。</li> </ul>
獲利率指數 (PI)	未來現金流入現值除以原始投資所得之比例，即為投入一單位成本所可獲得知現金流入。	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ <math>PI &gt; 1</math>，為可行計畫。</li> <li>■ <math>PI &lt; 1</math>，計畫不可行。</li> </ul>
回收年限 (PB)	淨現金流量開始為正所需之年數	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ <math>PB &lt;</math> 可容忍回收年限，計畫可行。</li> <li>■ <math>PB &gt;</math> 可容忍回收年限，計畫不可行。</li> </ul>
折現回收年限 (DPB)	淨現金流量開始為正所需之年數	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ <math>DPB &lt;</math> 可容忍回收年限，計畫可行。</li> <li>■ <math>DPB &gt;</math> 可容忍回收年限，計畫不可行。</li> </ul>
總資產報酬率 (ROA)	稅後淨利除以資產總額之比率	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ <math>ROA &gt;</math> 產業平均，計畫可行。</li> <li>■ <math>ROA &lt;</math> 產業平均，計畫不可</li> </ul>

評估項目	定義	評估標準
		行。
權益報酬率 (ROE)	稅後淨利除以普通股權益，代表普通股股東所能獲得的報酬率	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ ROE&gt;產業平均，計畫可行。</li> <li>■ ROE&lt;產業平均，計畫不可行。</li> </ul>
分年償債比例 (DSCR)	當年之稅前息前折舊及攤提前盈餘除以整年度負債之攤還本金與利息	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ DSCR&gt;1，計畫還款能力佳，計畫可行。</li> <li>■ DSCR&lt;1，計畫還款能力差，計畫不可行。</li> </ul>
分年利息保障 倍數 (TIE)	稅前息前淨利除以本期利息支出	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ TIE&gt;2，計畫償債能力佳，計畫可行。</li> <li>■ TIE&lt;2，計畫償債能力差，計畫不可行。</li> </ul>

其中:專案計畫自償率分析:自償率(SLR)。

專案計畫投資效益分析:淨現值(NPV)，內部報酬率(IRR) 獲利率指數(PI)，回收年限(PB)，折現回收年限(DPB)。

專案計畫獲利能力分析:總資產報酬率(ROA)，權益報酬率(ROE)。

專案計畫融資可行性:分年償債比例(DSCR)，分年利息保障倍數(TIE)。



### 5.3 財務模式的建構

高鐵財務分析中建設成本之架構如圖5-1所示。

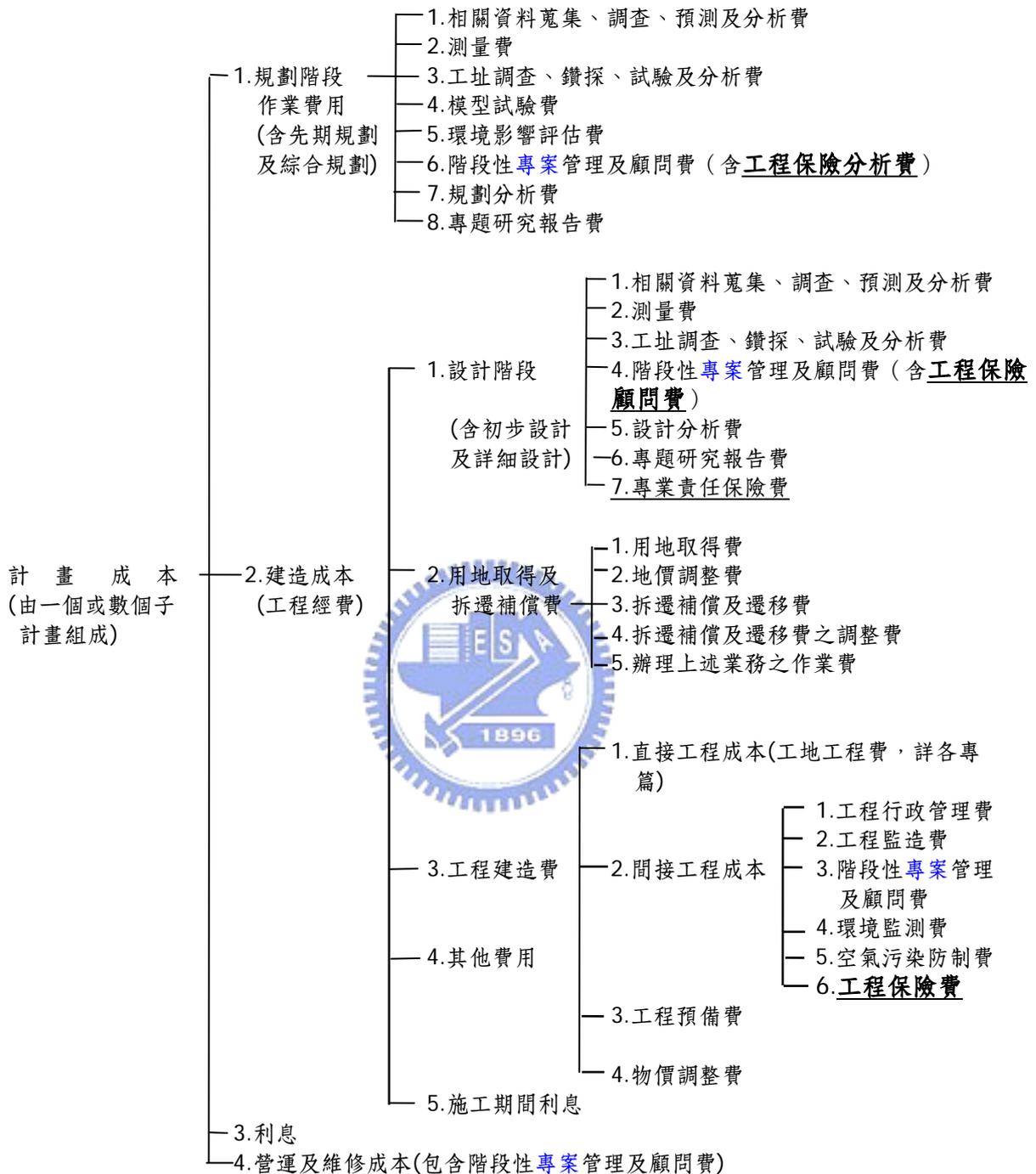


圖 5-1 建設成本架構圖

依照相關資料，整理高鐵案之現金流量如表5-8~5-12。其中表5-8為建設成本估算。表5-9為建設期之現金流出。表5-10~5-12為營運期之現金流入。本研究之實證分析，就以表5-8~5-12作為分析數據組。

表 5-8 高速鐵路計畫分年預估總成本(當期價格)

項目	第一年	第二年	第三年	第四年	第五年	第六年	第七年	第八年	第九年	第十年	合計
土建工程					2,969	6,696	8,478	9,568	5,949	1,109	34,769
結構工程			2,967	2,295	10,353	27,368	55,632	39,870	29,001	13,945	181,431
軌道工程					50	31	6,242	7,249	4,091	4,373	22,036
車站工程					48	198	562	929	939	784	3,460
基地工程					367	99	1,102	2,010	2,406	2,331	8,315
機電工程					552	190	2,577	4,346	4,014	2,576	14,255
號誌工程					352	95	1,057	1,927	2,306	2,234	7,971
<b>直接成本</b>			<b>2,967</b>	<b>2,295</b>	<b>14,691</b>	<b>34,677</b>	<b>75,650</b>	<b>65,899</b>	<b>48,706</b>	<b>27,352</b>	<b>272,237</b>
交通維護			233	241	249	258	268				1,249
動員費			9,309								9,309
車輛										37,028	37,028
工程預備金			95	391	7,345	13,156	14,338	9,683	8,944	1,960	55,912
顧問及監工	9,125	533	8,361	7,044	3,642	4,285	5,020	5,020	6,290	2,447	51,767
路權			28,004	30,414	2,657				4,420		65,495
合計	9,125	533	48,969	40,385	28,584	52,376	95,276	80,602	68,360	68,787	492,997

資料來源：劉芬美，1999，「投資專案評估」，華泰文化事業公司。

表 5-9 高速鐵路計畫分年預估現金流量(當期價格) - 投資期

	第一年	第二年	第三年	第四年	第五年	第六年	第七年	第八年	第九年	第十年	合計
現金流入											
政府出資(總 69.74%)	9,125	552	52,457	44,776	32,801	62,206	81,678				283,595
股本投資(總 30.26%之 23.22%)							8,229	23,812	20,902	21,769	74,712
銀行貸款(總 30.26%之 76.78%)							27,211	78,737	69,115	71,981	247,043
<b>現金流入合計</b>	<b>9,125</b>	<b>552</b>	<b>52,457</b>	<b>44,776</b>	<b>32,801</b>	<b>62,206</b>	<b>117,119</b>	<b>102,548</b>	<b>90,017</b>	<b>93,750</b>	<b>605,350</b>
現金流出											
資本投資											
土建工程					2,969	6,696	8,478	9,568	5,949	1,109	34,769
結構工程			2,967	2,295	10,353	27,368	55,632	39,870	29,001	13,945	181,431
軌道工程					50	31	6,242	7,249	4,091	4,373	22,036
車站工程					48	198	562	929	939	784	3,460
基地工程					367	99	1,102	2,010	2,406	2,331	8,315
機電工程					552	190	2,577	4,346	4,014	2,576	14,255
號誌及車輛控制					352	95	1,057	1,927	2,306	2,234	7,971
交通維護			233	241	249	258	268				1,249
動員費			9,309								9,309
車輛									8,944	37,028	45,972
準備金			95	391	7,345	13,156	14,338	9,683	6,290	1,960	53,258
工程設計及管理	9,125	533	8,361	7,044	3,642	4,285	5,020	5,020	4,420	2,447	49,897
路權			28,004	30,414	2,657						61,075
資本投資合計	9,125	533	48,969	40,385	28,584	52,376	95,276	80,602	68,360	68,787	492,997
通貨膨脹		19	3,488	4,391	4,217	9,830	21,843	21,946	21,657	24,963	112,353
興建期現金流出合計	9,125	552	52,457	44,776	32,801	62,206	117,119	102,548	90,017	93,750	605,350
貸款本金及利息											
本金攤還											
利息費用						0	1,497	5,827	9,628	13,587	27,175
<b>現金流出支出</b>	<b>9,125</b>	<b>552</b>	<b>52,457</b>	<b>44,776</b>	<b>32,801</b>	<b>62,206</b>	<b>118,615</b>	<b>108,375</b>	<b>99,646</b>	<b>107,337</b>	<b>632,524</b>
<b>現金淨流量</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>-9,726</b>	<b>-29,639</b>	<b>-30,530</b>	<b>-35,356</b>	<b>-105,251</b>

資料來源：劉芬美，1999，「投資專案評估」，華泰文化事業公司。

表 5-10 高速鐵路計畫分年預估現金流量(當期價格) - 營運期(一)

現金流入	第一年	第二年	第三年	第四年	第五年	第六年	第七年	第八年	第九年	第十年
收入	52,265	54,691	57,223	59,982	62,740	65,499	68,420	71,340	74,261	77,181
股本投資										
銀行貸款										
<b>現金流入合計</b>	<b>52,265</b>	<b>54,691</b>	<b>57,223</b>	<b>59,982</b>	<b>62,740</b>	<b>65,499</b>	<b>68,420</b>	<b>71,340</b>	<b>74,261</b>	<b>77,181</b>
現金流出										
營運成本										
能源	2,598	2,912	3,227	3,541.20	3,855.60	4,170	4,365	4,560	4,754	4,949
維修設施及設備	1,476	3,110	3,463	3,098.33	2,733.67	2,369	2,498.40	2,628	2,757	2,887
非技術性勞工	806	904	1,084	1,283	1,437	1,294	1,354.60	1,415	1,476	1,536
技術性勞工	4,032	4,324	4,990	5,888	6,766	5,490	5,988.60	6,487	6,986	7,484
重置成本										
車輛										
枕木										
軌道，機電，電信										
號誌及車輛控制										
營運維修成本合計	8,912	11,250	12,763	13,810	14,793	13,323	14,206	15,090	15,973	16,857
折舊	20,178	20,178	20,178	20,178	20,178	20,178	20,178	20,178	20,178	20,178
PBIT(稅前息前毛利)	23,175	23,263	24,281	25,993	27,769	31,998	34,035	36,072	38,109	40,146
貸款本金及利息	31,161	31,161	31,161	31,161	31,161	31,161	31,161	31,161	31,161	31,161
本金攤還	13,958	14,726	15,536	16,390	17,291	18,243	19,246	20,304	21,421	22,599
利息費用	17,203	16,435	15,625	14,771	13,869	12,918	11,915	10,856	9,740	8,562
所得稅	0	0	0	0	0	0	8,951	9,871	10,805	11,755
稅後淨利	5,972	6,828	8,656	11,222	13,900	19,079	13,169	15,345	17,564	19,830
<b>現金淨流量</b>	<b>12,192</b>	<b>12,281</b>	<b>13,299</b>	<b>15,010</b>	<b>16,787</b>	<b>21,015</b>	<b>14,101</b>	<b>15,219</b>	<b>16,321</b>	<b>17,409</b>

資料來源：劉芬美，2000，「投資專案評估」，華泰文化事業公司。

表 5-11 高速鐵路計畫分年預估現金流量(當期價格) - 營運期(二)

現金流入	第十一年	第十二年	第十三年	第十四年	第十五年	第十六年	第十七年	第十八年	第十九年	第二十年
收入	80,102	83,932	87,762	91,593	95,423	99,253	103,083	106,913	110,744	114,574
股本投資										
銀行貸款										
<b>現金流入合計</b>	<b>80,102</b>	<b>83,932</b>	<b>87,762</b>	<b>91,593</b>	<b>95,423</b>	<b>99,253</b>	<b>103,083</b>	<b>106,913</b>	<b>110,744</b>	<b>114,574</b>
現金流出										
營運成本										
能源	5,144	5,390.00	5,636.00	5,882.00	6,128.00	6,374.00	6,620.00	6,866.00	7,112.00	7,358.00
維修設施及設備	3,016	3,160.20	3,304.40	3,448.60	3,592.80	3,737.00	3,881.20	4,025.40	4,169.60	4,313.80
非技術性勞工	1,597	1,673.30	1,749.60	1,825.90	1,902.20	1,978.50	2,054.80	2,131.10	2,207.40	2,283.70
技術性勞工	7,983	8,364.70	8,746.40	9,128.10	9,509.80	9,891.50	10,273.20	10,654.90	11,036.60	11,418.30
重置成本										
車輛										
枕木										
軌道，機電，電信										
號誌及車輛控制										
營運維修成本合計	17,740	18,588	19,436	20,285	21,133	21,981	22,829	23,677	24,526	25,374
折舊	20,178	20,178	20,178	20,178	20,178	20,178	20,178	20,178	20,178	20,178
PBIT(稅前息前毛利)	42,184	45,166	48,148	51,130	54,112	57,094	60,076	63,058	66,040	69,022
貸款本金及利息	31,161	31,161	31,161	31,161	31,161					
本金攤還	23,842	25,154	26,537	27,997	29,536					
利息費用	7,319	6,007	4,624	3,164	1,625					
所得稅	12,721	13,986	15,269	16,571	17,893	19,236	20,173	21,110	22,047	22,984
稅後淨利	22,144	25,172	28,255	31,394	34,594	37,858	39,903	41,948	43,993	46,038
<b>現金淨流量</b>	<b>18,480</b>	<b>20,197</b>	<b>21,896</b>	<b>23,576</b>	<b>25,236</b>	<b>58,036</b>	<b>60,081</b>	<b>62,126</b>	<b>64,171</b>	<b>66,216</b>

資料來源：劉芬美，2000，「投資專案評估」，華泰文化事業公司。

表 5-12 高速鐵路計畫分年預估現金流量(當期價格) - 營運期(三)

現金流入	第二十一年	第二十二年	第二十二年	第二十四年	第二十五年	第二十六年	第二十七年	第二十八年	第二十九年	第三十年
收入	118,404	123,766	129,127	134,489	139,850	145,212	150,573	155,935	161,296	166,658
股本投資										
銀行貸款										
<b>現金流入合計</b>	<b>118,404</b>	<b>123,766</b>	<b>129,127</b>	<b>134,489</b>	<b>139,850</b>	<b>145,212</b>	<b>150,573</b>	<b>155,935</b>	<b>161,296</b>	<b>166,658</b>
現金流出										
營運成本										
能源	7,604	7,948.44	8,292.89	8,637.33	8,981.78	9,326.22	9,670.67	10,015.11	10,359.56	10,704
維修設施及設備	4,458.00	4,659.78	4,861.56	5,063.33	5,265.11	5,466.89	5,668.67	5,870.44	6,072.22	6,274
非技術性勞工	2,360.00	2,466.89	2,573.78	2,680.67	2,787.56	2,894.44	3,001.33	3,108.22	3,215.11	3,322
技術性勞工	11,800.00	12,334.33	12,868.67	13,403.00	13,937.33	14,471.67	15,006.00	15,540.33	16,074.67	16,609
重置成本										
車輛										
枕木										
軌道，機電，電信						12,587	12,587	12,587		
號誌及車輛控制										
營運維修成本合計	26,222	27,409	28,597	29,784	30,972	44,746	45,934	47,121	35,722	36,909
折舊	20,178	20,178	20,178	20,178	20,178	20,178	20,178	20,178	20,178	20,178
PBIT(稅前息前毛利)	72,004	76,178	80,352	84,526	88,700	80,287	84,461	88,635	105,397	109,571
貸款本金及利息										
本金攤還										
利息費用										
所得稅	23,921	25,233	26,544	27,856	29,168	27,332	28,644	29,956	34,414	35,726
稅後淨利	48,083	50,945	53,808	56,670	59,533	52,955	55,817	58,680	70,983	73,845
<b>現金淨流量</b>	<b>68,261</b>	<b>71,123</b>	<b>73,986</b>	<b>76,848</b>	<b>79,711</b>	<b>73,133</b>	<b>75,996</b>	<b>78,858</b>	<b>91,161</b>	<b>94,023</b>

資料來源：劉芬美，2000，「投資專案評估」，華泰文化事業公司。

## 5.4 財務模擬分析結果與討論

### 5.4.1 財務特性分析

分析結果將分為分年淨現金流量 (NCA) 與政府出資比(g)、股東權益出資比 ( $\gamma$ ) 間之關係、累計淨現金流量與政府出資比(g)、股東權益出資比 ( $\gamma$ ) 間之關係、NPV、IRR、DSCR 等與政府出資比(g)、股東權益出資比 ( $\gamma$ ) 間之關係及回歸方程，及以 ADSCR、IRR 值各為目標函數利用 LP 方程解最大與政府出資比(g)、股東權益出資比 ( $\gamma$ ) 等部分討論，並說明如下：

#### 1. 分年淨現金流量 (NCA) 與股東權益出資比 ( $\gamma$ ) 間之關係

於不同之股東權益出資比下之分年之淨現金流量圖，如圖 5-2 所示。由圖形 5-2 所顯示之結果，可得以下幾點結論並分述如下說明：

- (1). 高鐵 BOT 專案分年淨現金流量 (NAC) 財務特性為：在施工興建期間 (1~10) 其淨現金流量 (NAC) 由 0 逐漸下降，償還期間其淨現金流量於第 11 年最高逐漸下降，下降形式不受股東權益出資比 ( $\gamma$ ) 之影響。
- (2). 施工興建期，在各種不同出資比之情況下，第 8~9 年所有現金支出最大，為工程的高峰期。

#### 2. 累計淨現金流量 (ANAC) 與股東權益出資比 ( $\gamma$ ) 間之關係

於不同之股東權益出資比下之分年之淨現金流量圖，如圖 5-3 所示。由圖形 5-3 所顯示之結果，可得以下幾點結論並分述如下說明：

- (1). 高鐵 BOT 專案累計淨現金流量 (ANAC) 財務特性為：在施工興建期間其累計淨現金流量 (ANAC) 由 0 逐漸下降至第 8~9 年支出最大，自償還期開始至營運期結束現金流量逐漸由負往正方向上升，在未折現前及各種不同出資比之情狀下，還本年限約 17.8~25.6 年之間。
- (2). 第 25 年以後，各不同股東權益出資比 ( $\gamma$ ) 情況下，其斜率一致。其原因為 14 年以後至營運期結束，其分年收入為常數。

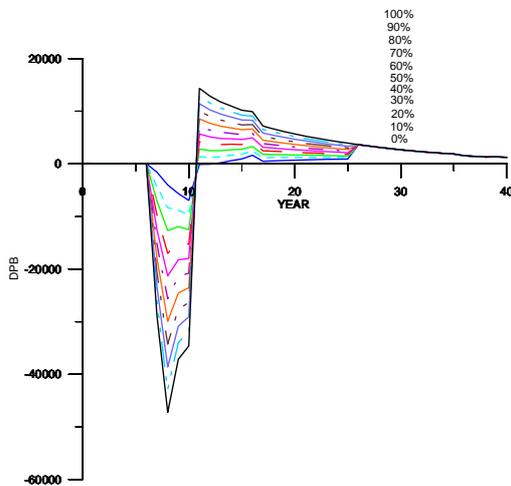


圖 5-2 股東出資比分年現金流量圖

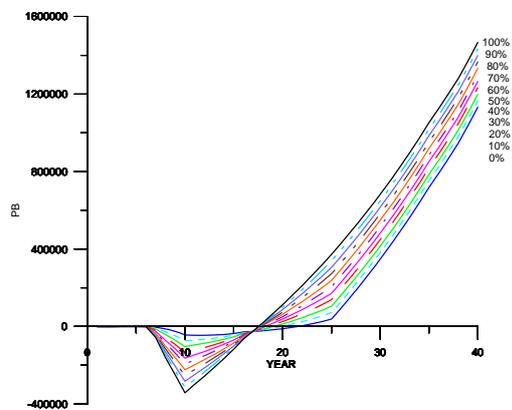


圖 5-3 股東出資比累積現金流量圖

### 3. DSCR、TIE、ROA、ROE 與股東權益出資比 ( $\gamma$ ) 間之關係

(1). 由圖 5-4 及 5-5 高鐵 BOT 專案 DSCR 及 TIE 財務特性為逐年向上趨勢，故就融資者而言，高鐵案之償債能力會逐年增加。

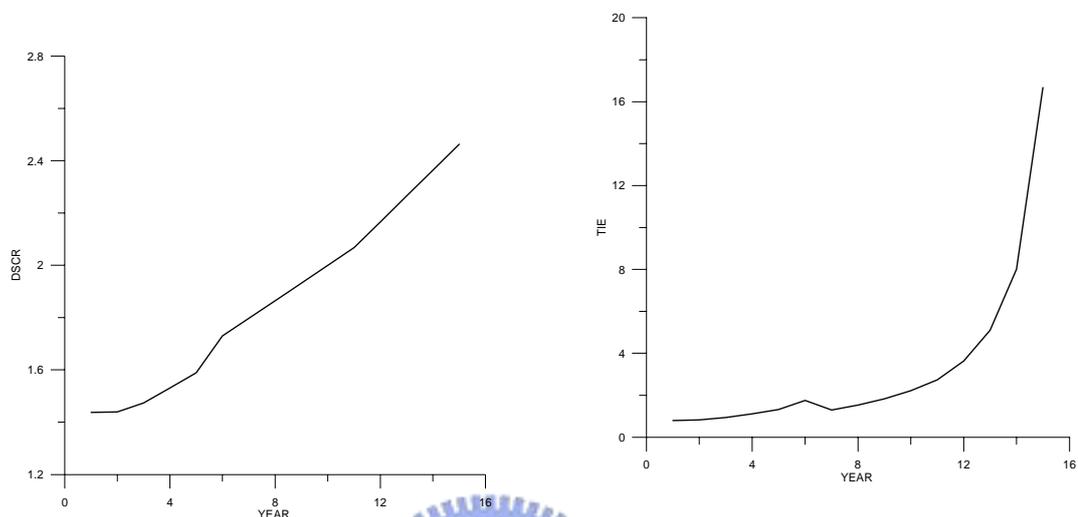


圖 5-4 分年與計畫 DSCR 關係

圖 5-5 分年與計畫 TIE 關係

(2). 由圖 5-6 及 5-7 高鐵 BOT 專案 ROA 及 ROE 財務特性為逐年向上趨勢，故就股東而言，高鐵案之獲利能力會逐年增加。

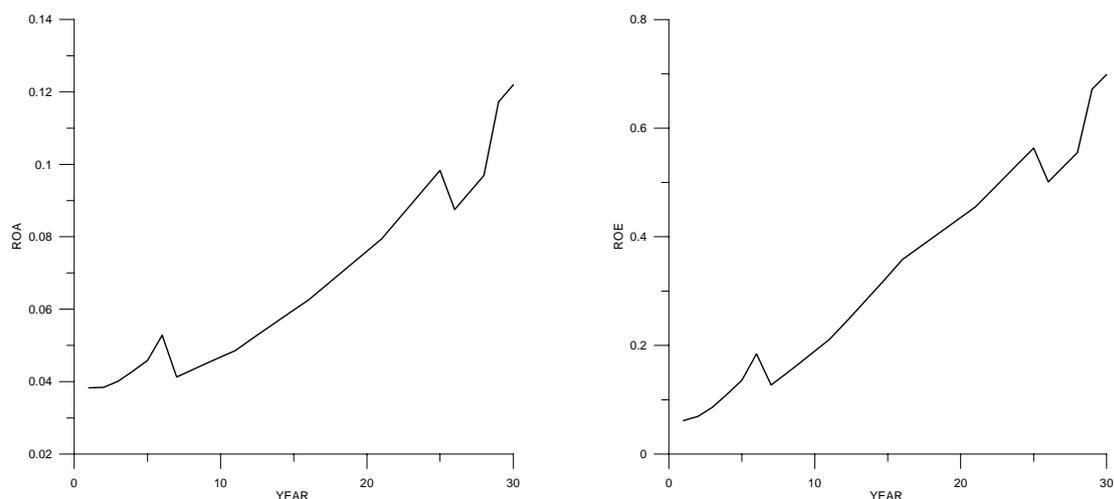


圖 5-6 分年與計畫 ROA 關係

圖 5-7 分年與計畫 ROE 關係

(3). 由圖 5-8 及 5-9 高鐵 BOT 專案 DSCR 及 TIE 財務特性為逐年向上趨勢，不受股東出資比之影響，故就融資者而言，高鐵案之償債能力會逐年增加是相當穩健。

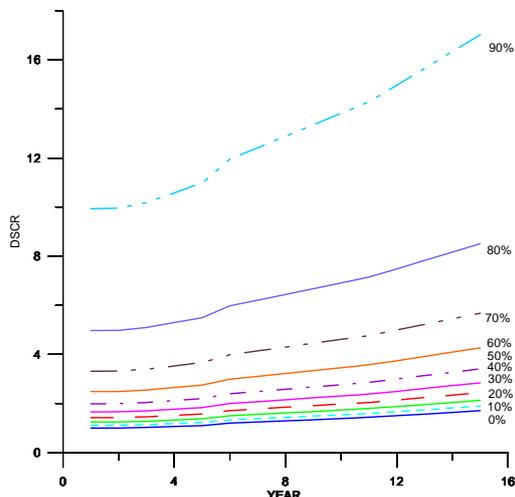


圖 5-8 股東出資比與 DSCR 關係

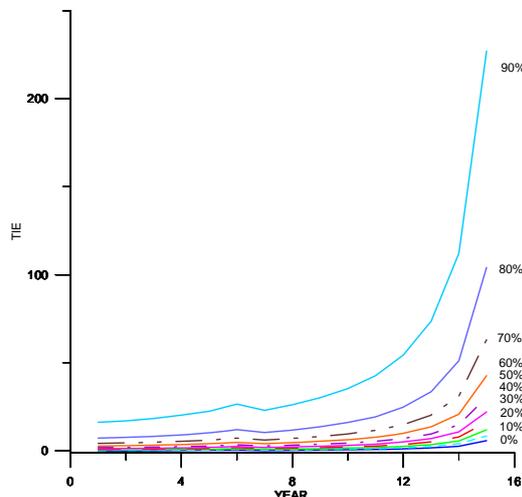


圖 5-9 股東出資比與 TIE 關係圖

(4). 由圖 5-10 及 5-11 高鐵 BOT 專案 ROAR 及 ROE 財務特性為逐年向上趨勢，不受股東出資比之影響，故就股東而言，高鐵案之獲利能力會逐年增加是相當穩健。

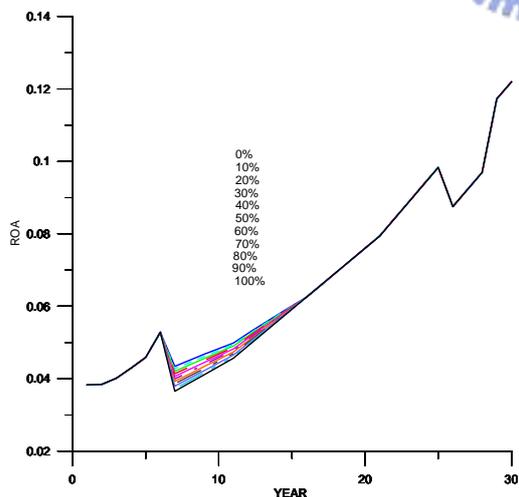


圖 5-10 股東出資比與 ROA 關係圖

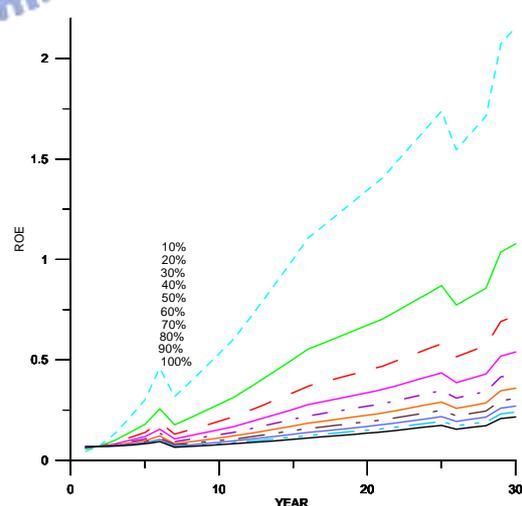


圖 5-11 股東出資比與 ROE 關係

#### 4. NPV、IRR、DSCR 等獲利指標與政府權益出資比 (g) 間之關係

茲將興建期至營運期結束，NPV、IRR、SLR、DSCR、TIE、ROE、ROA 等與股東權益出資比  $\gamma = 0 \sim 100\%$  間之關係繪製如圖 5-12~5-18 所示。由圖所顯示之結果，可得以下幾點結論並分述如下說明：

- (1). 由圖 5-12 發現當政府出資比 ( $g$ ) 越大，專案之淨現值 (NPV) 值越大；即二者之間呈正相關。
- (2). 由圖 5-13 所顯示之結果為政府出資比 ( $g$ ) 越大，專案之內部報酬率 (IRR) 值越大；即二者之間呈正相關。IRR 與 SLR 斜率相近。
- (3). 由圖 5-14~5-18 所顯示之結果為政府出資比 ( $g$ ) 越大，專案之 SLR、DSCR、TIE、ROE 值越大；其所代表之意義為對銀行團而言政府出資比 ( $g$ ) 越多，專案債務償還能力越高，銀行團所負擔風險越小。

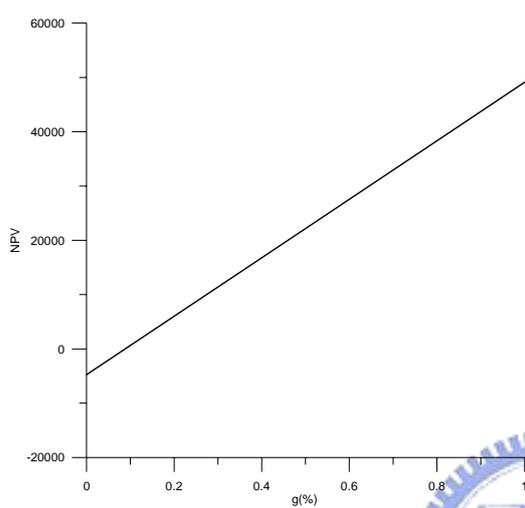


圖 5-12 政府出資比( $g$ )與計畫 NPV 關係

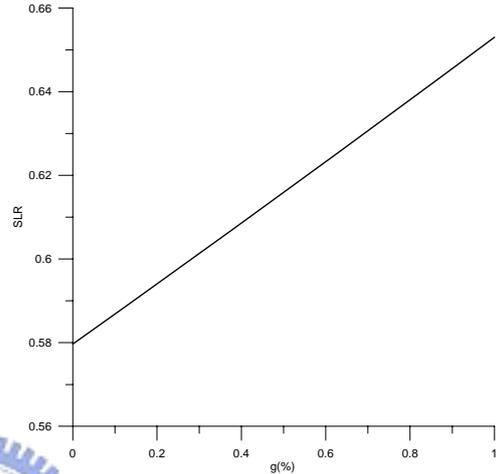


圖 5-14 政府出資比( $g$ )與計畫 SLR 關係

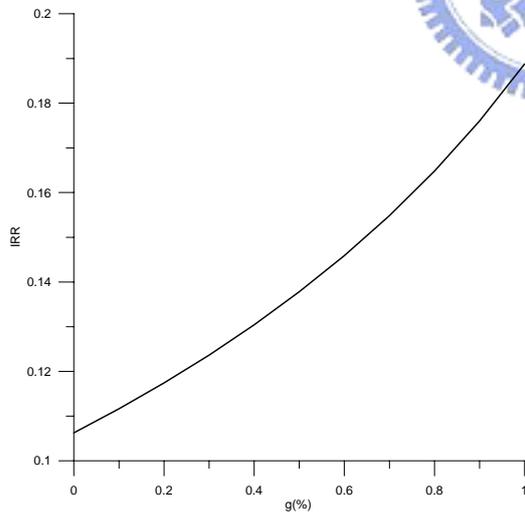


圖 5-13 政府出資比( $g$ )與 IRR 關係

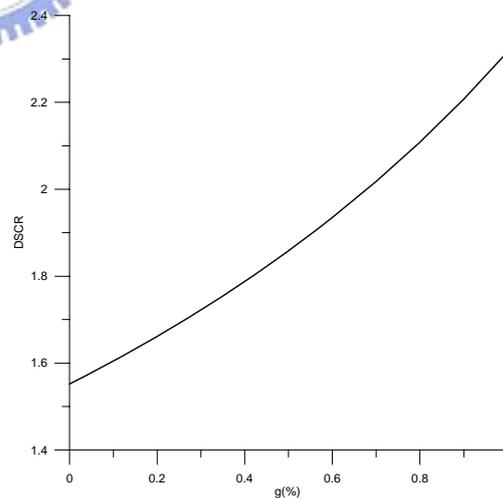


圖 5-15 政府出資比( $g$ )與計畫 DSCR 關係

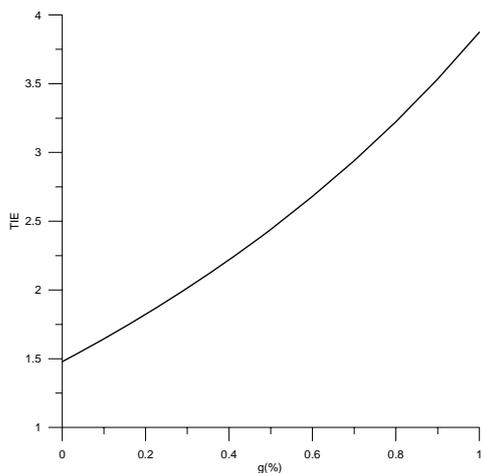


圖 5-16 政府出資比(g)與計畫 TIE 關係

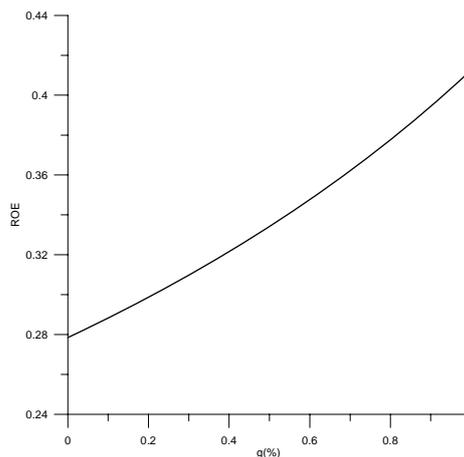


圖 5-18 政府出資比(g)與計畫 ROE 關係

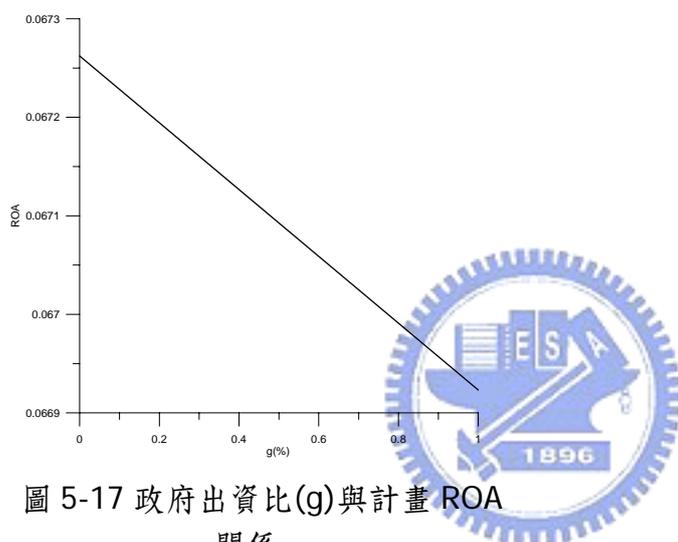


圖 5-17 政府出資比(g)與計畫 ROA 關係

## 5. 以 SLR、IRR 值為目標函數利用 LP 方程解最佳 g

從政府觀點以 SLR 值為目標函數 (SLR 值極大化)，其餘條件為限制式，求取政府最佳出資比  $g_{op}$ 。投資者觀點是以 IRR 值為目標函數 (IRR 值極大化)，其餘條件為限制式，求取政府最佳出資比  $g_{max}$ 。依據圖 5-19~5-23 回歸結果，以線性規劃方程式(LINGO)求解結果如下(如表 5-13~5-16)：

- (1). 各回歸線之  $R^2$  均大於 0.94 以上，故能用直線回歸模擬。
- (2). 只考慮計畫的觀點，即限制是僅包含 IRR 與 NPV 時，政府最佳出資比為 80%。
- (3). 若增加考慮股東的觀點，即限制是包含 IRR、NPV、TIE、ROA、RIE 時，政府最佳出資比為 30.26~31.15%。
- (4). 由上述計算之結果可得之結論為：在一定之指標值下 (SLR、IRR) 並能滿足政府最少出資之條件下，能讓政府與特許公司造成雙贏局面之出資範圍為  $\gamma_{op}=30.26\% \sim \gamma_{max}=31.15\%$  之間。

Fit Results.

Fit 1: Linear  
 Equation  $Y = 53862.46519 * X - 4762.066723$   
 Number of data points used = 11  
 Average  $X = 0.5$   
 Average  $Y = 22169.2$   
 Residual sum of squares =  $1.89424E-021$   
 Regression sum of squares =  $3.19128E+009$   
 Coef of determination, R-squared = 1  
 Residual mean square,  $\sigma\text{-hat-sq'd} = 2.10472E-022$

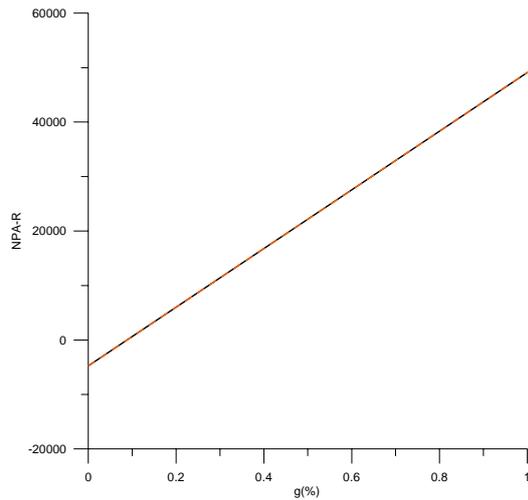


圖 5-19 政府出資比(g)與計畫 NPV 回歸式與圖形

Fit Results  
 Fit 1: Linear  
 Equation  $Y = 0.08195514696 * X + 0.1011481219$   
 Number of data points used = 11  
 Average  $X = 0.5$   
 Average  $Y = 0.142126$   
 Residual sum of squares =  $0.00013773$   
 Regression sum of squares =  $0.00738831$   
 Coef of determination, R-squared =  $0.9817$   
 Residual mean square,  $\sigma\text{-hat-sq'd} = 1.53033E-005$

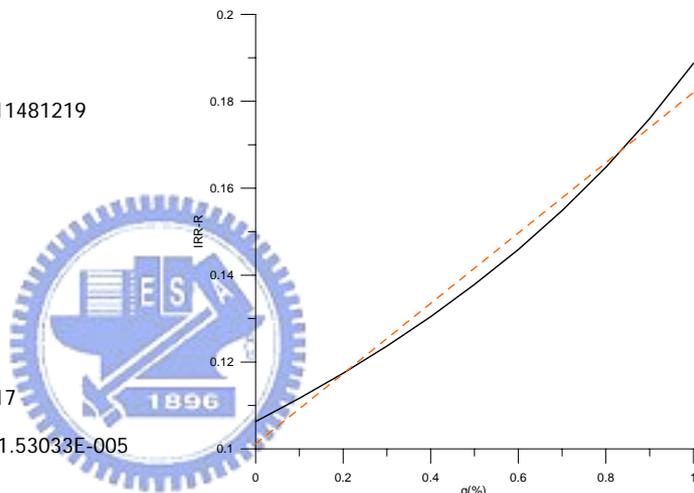


圖 5-20 政府出資比(g)與計畫 IRR 回歸式與圖形

Fit Results,  
 Fit 1: Linear  
 Equation  $Y = 0.07333859408 * X + 0.5794077973$   
 Number of data points used = 11  
 Average  $X = 0.5$   
 Average  $Y = 0.616077$   
 Residual sum of squares =  $2.60396E-007$   
 Regression sum of squares =  $0.0059164$   
 Coef of determination, R-squared =  $0.999956$   
 Residual mean square,  $\sigma\text{-hat-sq'd} = 2.89329E-008$

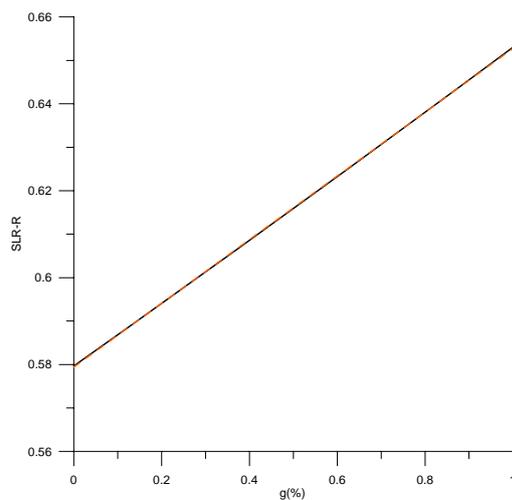


圖 5-21 政府出資比(g)與計畫 SLR 回歸式與圖形

Fit Results,

Fit 1: Linear

$$\text{Equation } Y = 0.7555268505 * X + 1.510610075$$

Number of data points used = 11

Average X = 0.5

Average Y = 1.88837

Residual sum of squares = 0.00791555

Regression sum of squares = 0.627903

Coef of determination, R-squared = 0.987551

Residual mean square, sigma-hat-sq'd = 0.000879505

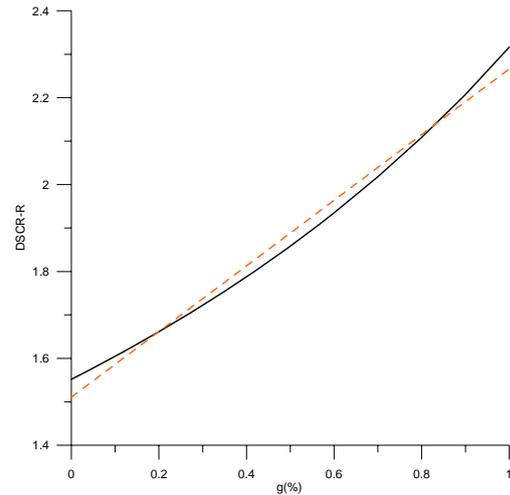


圖 5-22 政府出資比(g)與計畫 DSCR 回歸式與圖形

Fit Results,

Fit 1: Linear

$$\text{Equation } Y = 2.369278425 * X + 1.349259797$$

Number of data points used = 11

Average X = 0.5

Average Y = 2.5339

Residual sum of squares = 0.0778419

Regression sum of squares = 6.17483

Coef of determination, R-squared = 0.987551

Residual mean square, sigma-hat-sq'd = 0.0086491

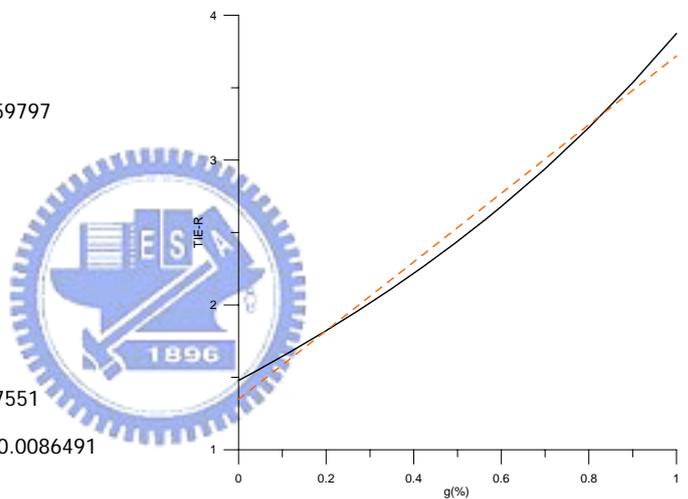


圖 5-23 政府出資比(g)與計畫 TIE 回歸式與圖形

## 最佳化的政府出資比之研究

表 5-13 最佳化的政府出資  
(最原始的限制條件)

目標函數 IRR	目標函數 SLR
限制式 NPV $\geq 0$ SLR $\geq 1.50$ IRR $\geq 0.14$ .	限制式 NPV $\geq 0$ SLR $\geq 1.50$ IRR $\geq 0.14$ .
股東出資比為 $g=80\%$	股東出資比為 $g=80\%$

(原始條件加上ATIE限制條件)

目標函數 IRR	目標函數 SLR
限制式 NPV $\geq 0$ SLR $\geq 1.50$ IRR $\geq 0.14$ . ATIE $\geq 1.50$	限制式 NPV $\geq 0$ SLR $\geq 1.50$ IRR $\geq 0.14$ . ATIE $\geq 1.50$
股東出資比為 $g=80\%$	股東出資比為 $g=80\%$

(原始條件加上ATIE、AROA限制條件)

目標函數 IRR	目標函數 SLR
限制式 NPV $\geq 0$ SLR $\geq 1.50$ IRR $\geq 0.14$ . ATIE $\geq 1.50$ AROA $\geq 0.10$	限制式 NPV $\geq 0$ SLR $\geq 1.50$ IRR $\geq 0.14$ . ATIE $\geq 1.50$ AROA $\geq 0.10$
股東出資比為 $g=30.26\%$	股東出資比為 $g=31.15\%$

(原始條件加上ATIE、AROA、AROE限制條件)

目標函數 IRR	目標函數 SLR
限制式 NPV $\geq 0$ SLR $\geq 1.50$ IRR $\geq 0.14$ . ATIE $\geq 1.50$ AROA $\geq 0.10$ AROE $\geq 0.13$	限制式 NPV $\geq 0$ SLR $\geq 1.50$ IRR $\geq 0.14$ . ATIE $\geq 1.50$ AROA $\geq 0.10$ AROE $\geq 0.13$
股東出資比為 $g=30.26\%$	股東出資比為 $g=31.15\%$

## 6. NPV、IRR、DSCR 等獲利指標與股東權益出資比 ( $\gamma$ ) 間之關係

茲將興建期至營運期結束，WACC、NPV、IRR、SLR、DSCR、TIE、ROE、ROA 等與股東權益出資比  $\gamma=0\sim 100\%$  間之關係繪製如圖 5-24~5-31 所示。由圖所顯示之結果，可得以下幾點結論並分述如下說明：

- (1). 由圖 5-25 發現當股東權益出資比 ( $\gamma$ ) 越大，專案之淨現值 (NPV) 值越小；即二者之間呈線性反比。
- (2). 由圖 5-26 所顯示之結果為股東權益出資比 ( $\gamma$ ) 越大，專案之內部報酬率 (IRR) 值越小；其所代表之意義為對投資者而言股東權益出資比 ( $\gamma$ ) 少，專案獲利指標 IRR 值越高。
- (3). 由圖 5-24、5-27、5-28、5-29 所顯示之結果為股東權益出資比 ( $\gamma$ ) 越大，專案之 WACC、SLR、DSCR、TIE 值越大；其所代表之意義為對銀行團而言股東權益出資比 ( $\gamma$ ) 越多，專案債務償還能力越高，銀行團所負擔風險越小。
- (4). 由圖 5-30~5-31 發現當股東權益出資比 ( $\gamma$ ) 越大，專案之 ROA 與 ROE 值越小；即二者之間呈線性反比。

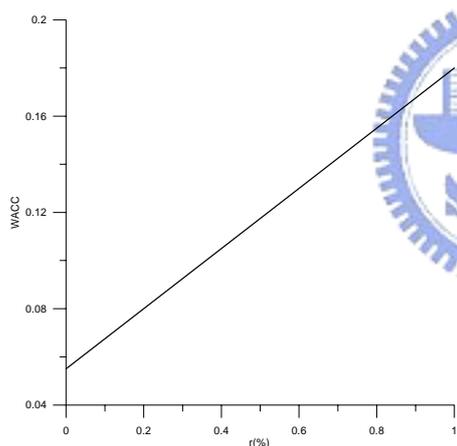


圖 5-24 股東出資比 (r) 與計畫 WACC 關係

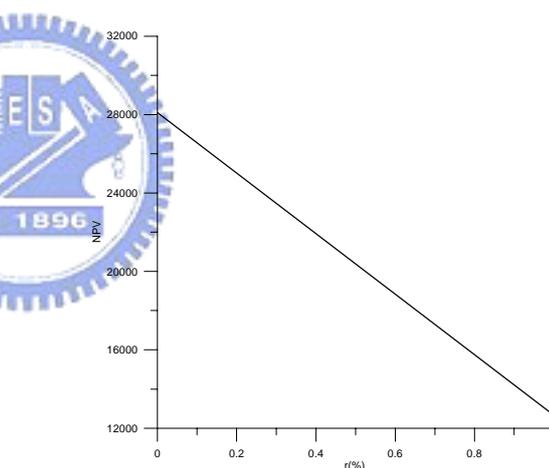


圖 5-25 股東出資比 (r) 與計畫 NPV 關係

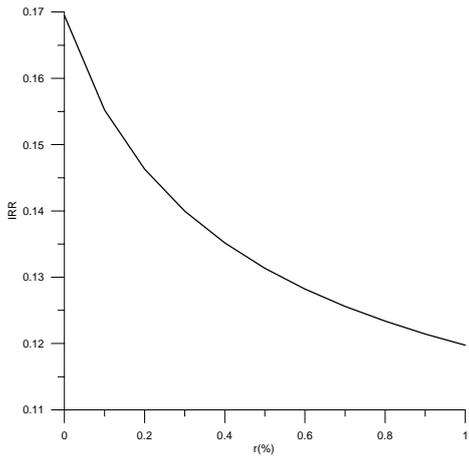


圖 5-26 股東出資比(r)與計畫 IRR 關係

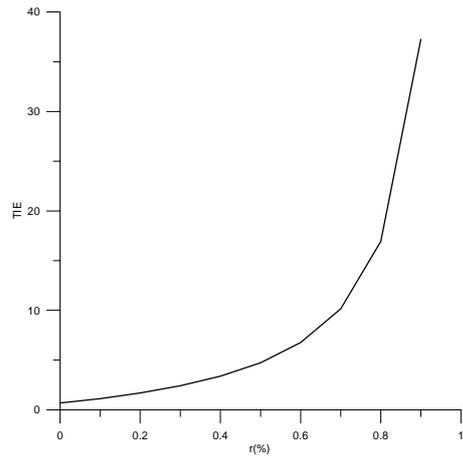


圖 5-29 股東出資比(r)與計畫 TIE 關係

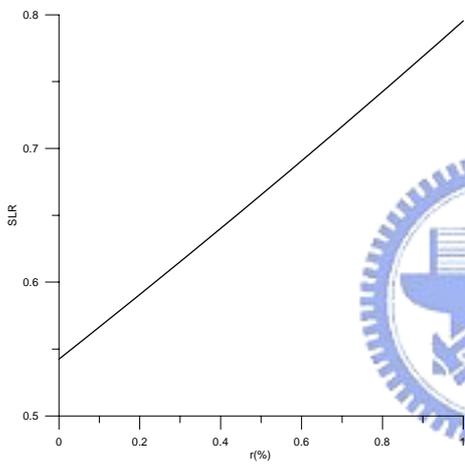


圖 5-27 股東出資比(r)與計畫 SLR

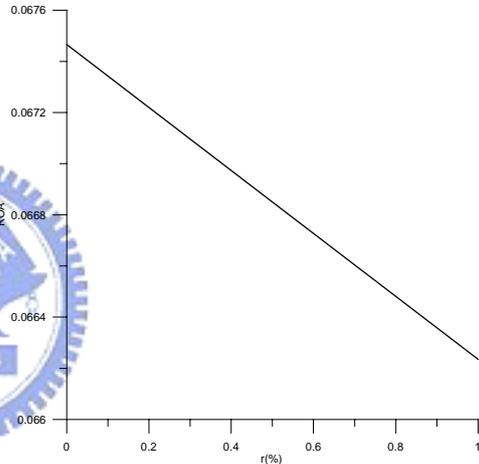


圖 5-30 股東出資比(r)與計畫 ROA 關係

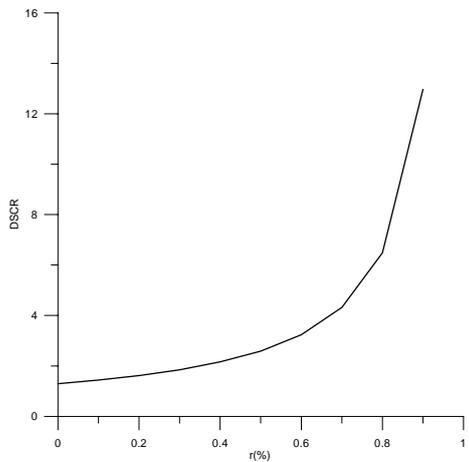


圖 5-28 股東出資比(r)與計畫 DSCR 關係

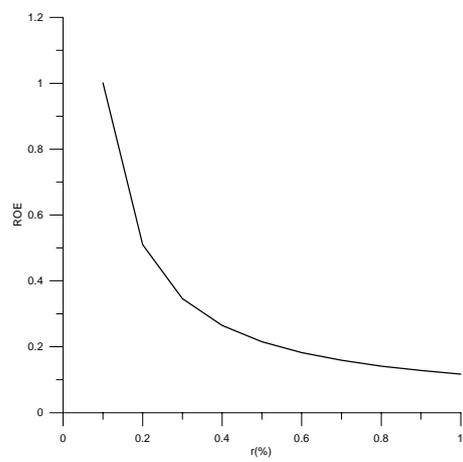


圖 5-31 股東出資比(r)與計畫 ROE 關係

## 7. 以 DSCR、IRR 值為目標函數利用 LP 方程解最佳股東出資比 $\gamma$

從股東權益觀點以 IRR 值為目標函數 (IRR 值極大化)，其餘條件為限制式，求得股東權益最佳出資比  $\gamma_{op}$ 。融資者觀點是以 DSCR 值為目標函數 (DSCR 值極大化)，其餘條件為限制式，求股東權益最佳出資比  $\gamma_{max}$ 。依據圖 5-32~5-38 回歸結果，以線性規劃方程式(LINGO)求解結果如下(如表 5-17~5-20)：

- (1). 各回歸線之  $R^2$  均大於 0.94 以上。
- (2). 只考慮計畫的觀點，即限制是僅包含 IRR 與 NPV 時，股東最佳出資比為 23.22%~80%。
- (3). 若增加考慮股東的觀點，即限制是包含 IRR、NPV、TIE、ROA、RIE 時，股東最佳出資比為 20~23.22%。
- (4). 由上述計算之結果可得之結論為：在一定之指標值下 (IRR、DSCR) 並能滿足股東最少出資之條件下，能讓融資者與特許公司造成雙贏局面之出資範圍為  $\gamma_{op}=20\% \sim \gamma_{max}=23.22\%$  之間。
- (5). 若對銀行團而言專案除需考慮有最大化之 IRR 值外，貸款金額之多寡亦為重要之考慮因素，其專案需過多之借貸對銀行團而言其信用違約機率風險相對提高。如何在一定之獲利指標 (IRR) 下其平均債務償還率 DSCR 亦能達最大化，將其信用違約機率風險降至最低。

Fit Results,

Fit 1: Linear

Equation  $Y = -15441.9505 * X + 28101.91321$

Number of data points used = 11

Average X = 0.5

Average Y = 20380.9

Residual sum of squares = 3.64973E-021

Regression sum of squares = 2.62299E+008

Coef of determination, R-squared = 1

Residual mean square, sigma-hat-sq'd = 4.05525E-022

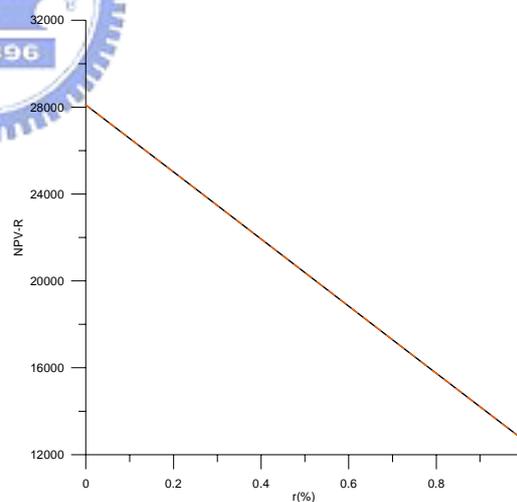


圖 5-32 股東出資比(r)與計畫 NPV 回歸式與圖形

Fit Results,  
 Fit 1: Linear  
 Equation  $Y = -0.03731011035 * X + 0.1515054873$   
 Number of data points used = 7  
 Average X = 0.5  
 Average Y = 0.13285  
 Residual sum of squares = 1.32715E-005  
 Regression sum of squares = 0.000389772  
 Coef of determination, R-squared = 0.967072  
 Residual mean square, sigma-hat-sq'd = 2.65429E-006

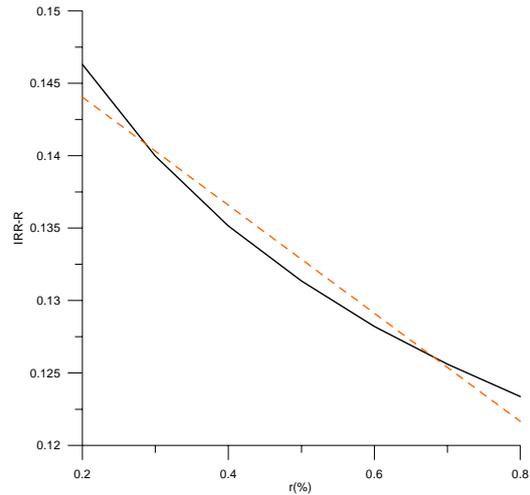


圖 5-33 股東出資比(r)與計畫 IRR 回歸式與圖形

Fit Results, Fit 1: Linear  
 Equation  $Y = 0.2528927954 * X + 0.5402869921$   
 Number of data points used = 11  
 Average X = 0.5  
 Average Y = 0.666733  
 Residual sum of squares = 1.72522E-005  
 Regression sum of squares = 0.0703502  
 Coef of determination, R-squared = 0.999755  
 Residual mean square, sigma-hat-sq'd = 1.91691E-006

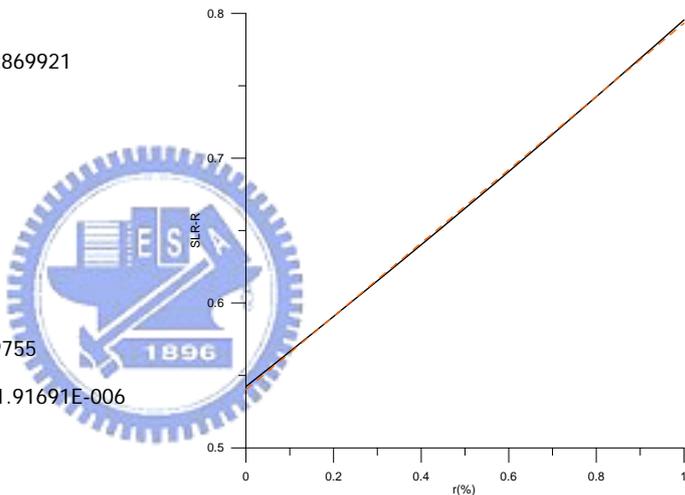


圖 5-34 股東出資比(r)與計畫 SLR 回歸式與圖形

Fit Results,  
 Fit 3: Linear  
 Equation  $Y = 6.016102493 * X - 0.1758553036$   
 Number of data points used = 5  
 Average X = 0.5  
 Average Y = 2.8322  
 Residual sum of squares = 0.230629  
 Regression sum of squares = 3.61935  
 Coef of determination, R-squared = 0.940096  
 Residual mean square, sigma-hat-sq'd = 0.0768765

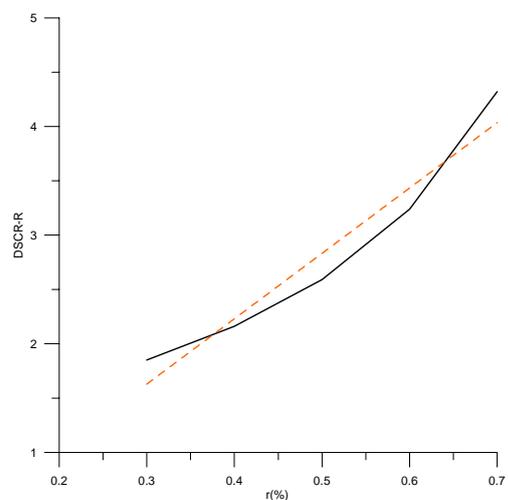


圖 5-35 股東出資比(r)與計畫 DSCR 回歸式與圖形

Fit Results,  
 Fit 1: Linear  
 Equation  $Y = 18.86606919 * X - 3.939375589$   
 Number of data points used = 5  
 Average X = 0.5  
 Average Y = 5.49366  
 Residual sum of squares = 2.26802  
 Regression sum of squares = 35.5929  
 Coef of determination, R-squared = 0.940096  
 Residual mean square, sigma-hat-sq'd = 0.756007

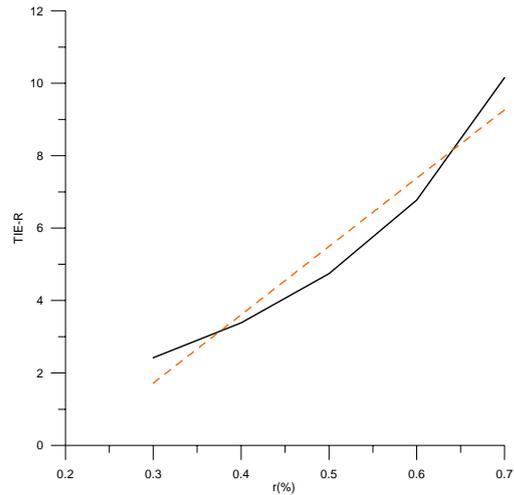


圖 5-36 股東出資比(r)與計畫 TIE 回歸式與圖形

Fit Results, Fit 1: Linear  
 Equation  $Y = -0.001230286496 * X + 0.06746527545$   
 Number of data points used = 11  
 Average X = 0.5  
 Average Y = 0.0668501  
 Residual sum of squares = 4.36522E-033  
 Regression sum of squares = 1.66497E-006  
 Coef of determination, R-squared = 1  
 Residual mean square, sigma-hat-sq'd = 4.85025E-034

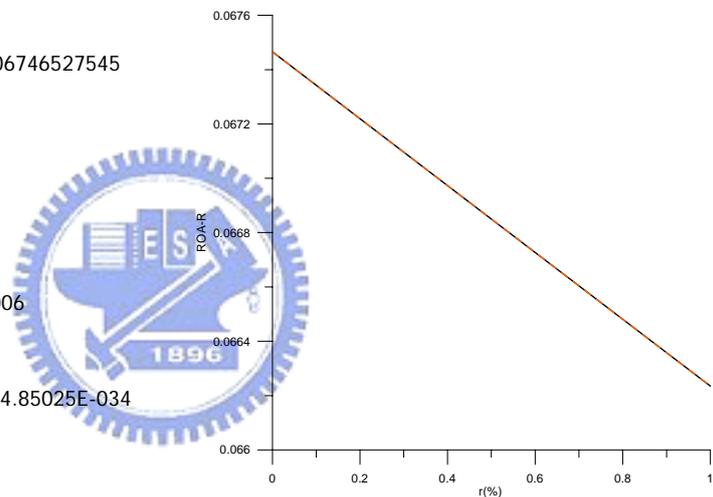


圖 5-37 股東出資比(r)與計畫 ROA 回歸式與圖形

Fit Results, Fit 1: Linear  
 Equation  $Y = -0.4559718406 * X + 0.4615551422$   
 Number of data points used = 5  
 Average X = 0.5  
 Average Y = 0.233569  
 Residual sum of squares = 0.00132483  
 Regression sum of squares = 0.020791  
 Coef of determination, R-squared = 0.940096  
 Residual mean square, sigma-hat-sq'd = 0.00044161

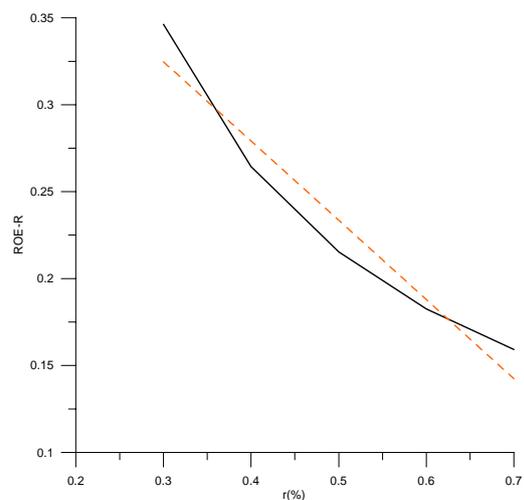


圖 5-38 股東出資比(r)與計畫 ROE 回歸式與圖形

## 最佳化的股東出資比之研究

表 5-14 最佳化的股東出資比  
(最原始的限制條件)

目標函數 IRR	目標函數 ADSCR
限制式 NPV ≥ 0 ADSCR ≥ 1.50 IRR ≥ 0.14.	限制式 NPV ≥ 0 ADSCR ≥ 1.50 IRR ≥ 0.14.
股東出資比為 r=23.22%	股東出資比為 r=80%

(原始條件加上 ATIE 限制條件)

目標函數 IRR	目標函數 ADSCR
限制式 NPV ≥ 0 ADSCR ≥ 1.50 IRR ≥ 0.14. ATIE ≥ 1.50	限制式 NPV ≥ 0 ADSCR ≥ 1.50 IRR ≥ 0.14. ATIE ≥ 1.50
股東出資比為 r=23.22%	股東出資比為 r=80%

(原始條件加上 ATIE、AROA 限制條件)

目標函數 IRR	目標函數 ADSCR
限制式 NPV ≥ 0 ADSCR ≥ 1.50 IRR ≥ 0.14. ATIE ≥ 1.50 AROA ≥ 0.10	限制式 NPV ≥ 0 ADSCR ≥ 1.50 IRR ≥ 0.14. ATIE ≥ 1.50 AROA ≥ 0.10
股東出資比為 r=23.22%	股東出資比為 r=20%

(原始條件加上 ATIE、AROA、AROE 限制條件)

目標函數 IRR	目標函數 ADSCR
限制式 NPV ≥ 0 ADSCR ≥ 1.50 IRR ≥ 0.14. ATIE ≥ 1.50 AROA ≥ 0.10 AROE ≥ 0.13	限制式 NPV ≥ 0 ADSCR ≥ 1.50 IRR ≥ 0.14. ATIE ≥ 1.50 AROA ≥ 0.10 AROE ≥ 0.13
股東出資比為 r=23.22%	股東出資比為 r=20%

### 5.4.2 財務風險分析

風險模擬步驟為將標準組利用層級分析法或專家訪談法尋找出影響專案評估因子。其次利用敏感度分析分析專案評估因子，求出關鍵財務評估因子。本研究先求得高鐵財務評估因子為 BC（基礎建設成本）、 $\theta_K$ （物價膨脹率）、 $r$ （貸款利率）、OM（營運維修成本）、 $C_p$ （興建期）、 $O_p$ （營運期）、 $R_N$ （償還期）、 $\gamma$ （股東權益角度出資比）、政府出資比  $g$ 、 $T_d$ （資金到位遲延）、重置成本等項，分別對每一個獨立的因子以增減±50%、進行敏感度分析，並針對其對應之七大指標的變動率繪製成敏感度分析圖如圖 5-39~45。觀察每一評估風險因子的對七大指標(NPV、IRR、DSCR、TIE、SLR、ROA、ROE)的影響程度。分析之敏感度成果圖所示如圖 5-46~53。各關鍵風險因子對七大指標中的單一指標之風險分析圖，結果如圖 5-54~5-60。各單一關鍵風險因子對七大指標的風險分析圖，結果如圖 5-61~5-69。

由關鍵財務因子與六大指標之關係圖，可以整理得到以下幾點結論並分述如下。

1. 營收及 BC（基礎建設成本）對於七大評估指標影響甚大，而以資本投資影響最大。
2. 評估因子對於七大評估指標中 NPV 值之影響最為顯著。
3. 營收對於六大評估指標影響成正比；BC（基礎建設成本）對於六大評估指標影響成反比。
4. 政府出資比與七大指標均呈正相關。
5. 股東出資比與 IRR、NPV、ROE、ROA 成負相關，與 TIE、DSCR、SLR 呈正相關。

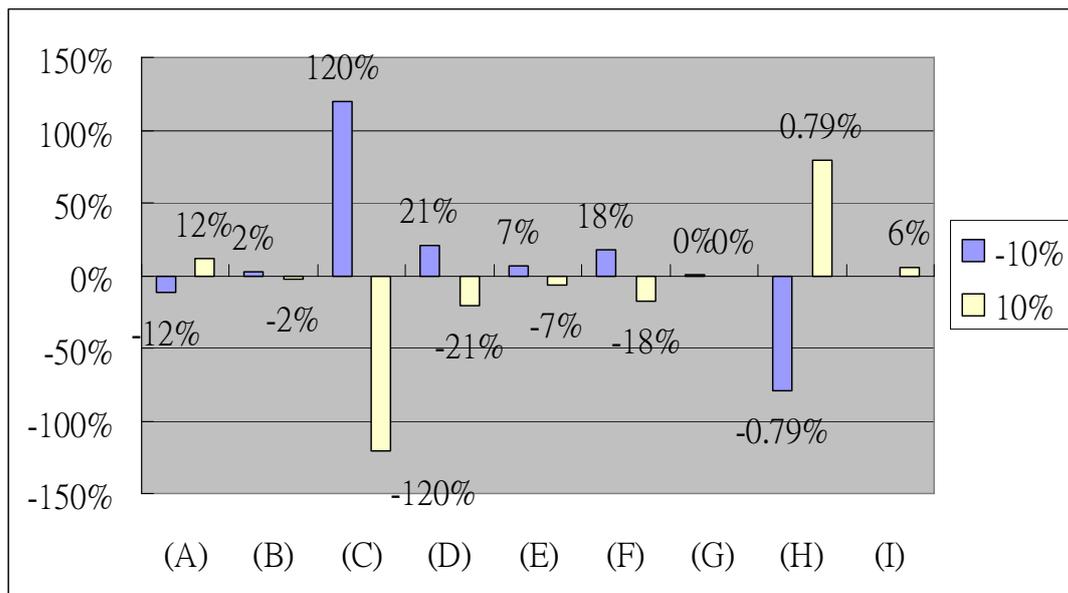


圖 5-39 不同風險因子變動±10%對 NPV 之影響

註: (A) 政府出資比、(B) 股本出資比、(C) 資本投資合計、(D) 通貨膨脹、(E) 利息費用、(F) 營運成本、(G) 重置成本、(H) 營運期。

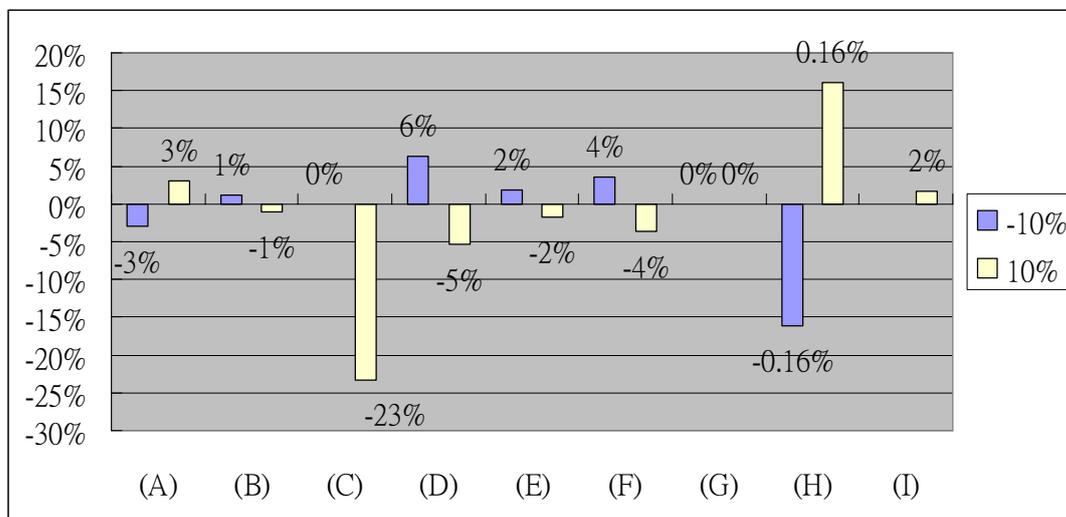


圖 5-40 不同風險因子變動±10%對 IRR 之影響

註: (A) 政府出資比、(B) 股本出資比、(C) 資本投資合計、(D) 通貨膨脹、(E) 利息費用、(F) 營運成本、(G) 重置成本、(H) 營運期。

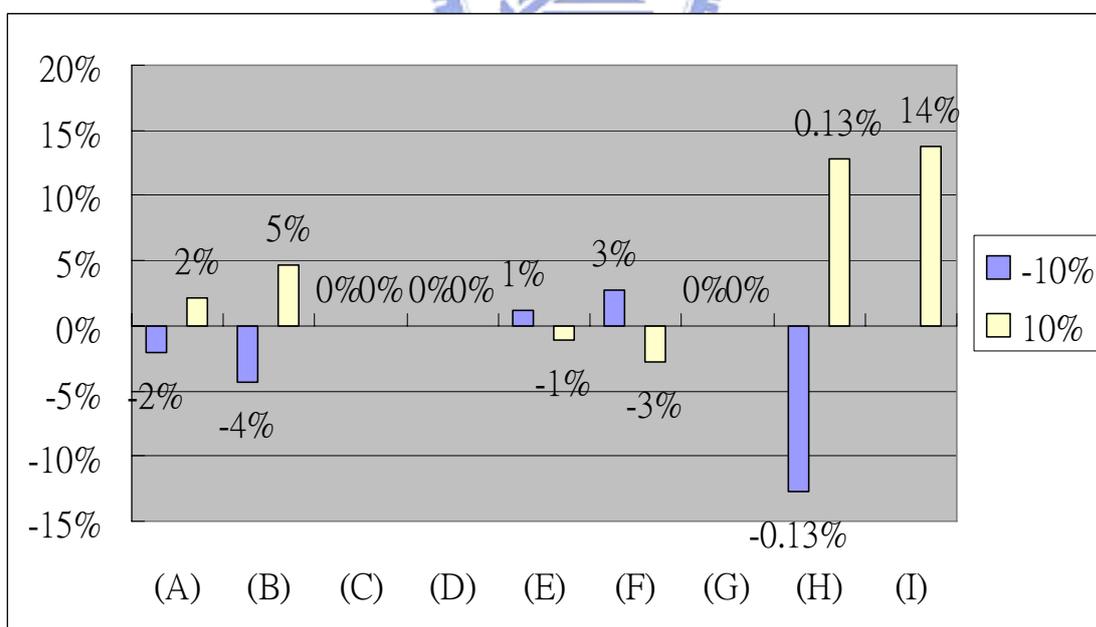


圖 5-41 不同風險因子變動±10%對 DSCR 之影響

註: (A) 政府出資比、(B) 股本出資比、(C) 資本投資合計、(D) 通貨膨脹、(E) 利息費用、(F) 營運成本、(G) 重置成本、(H) 營運期。

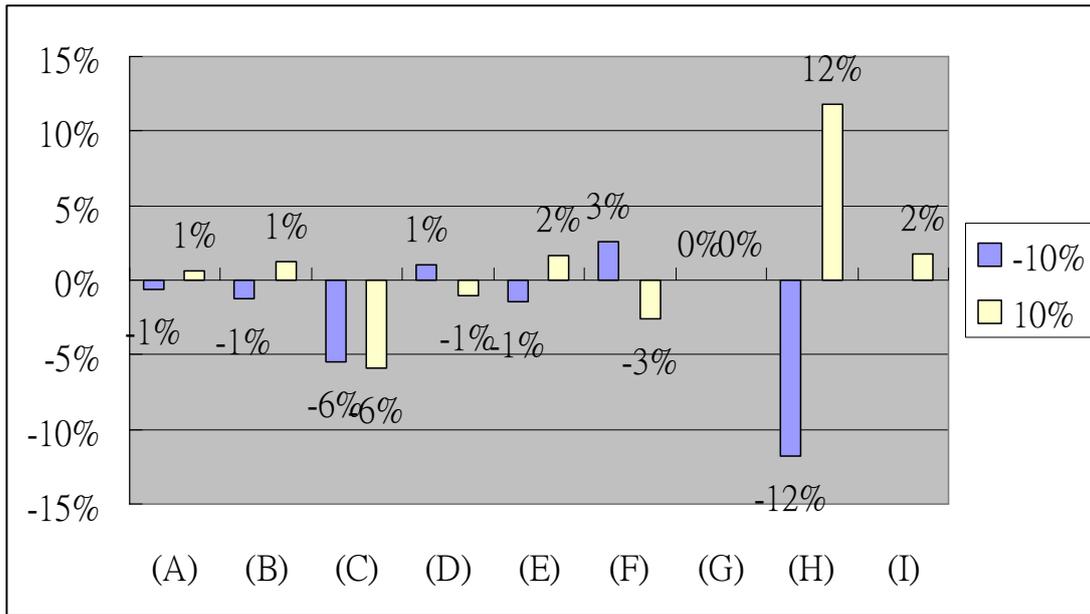


圖 5-42 不同風險因子變動±10%對 TIE 之影響

註: (A) 政府出資比、(B) 股本出資比、(C) 資本投資合計、(D) 通貨膨脹、(E) 利息費用、(F) 營運成本、(G) 重置成本、(H) 營運期。

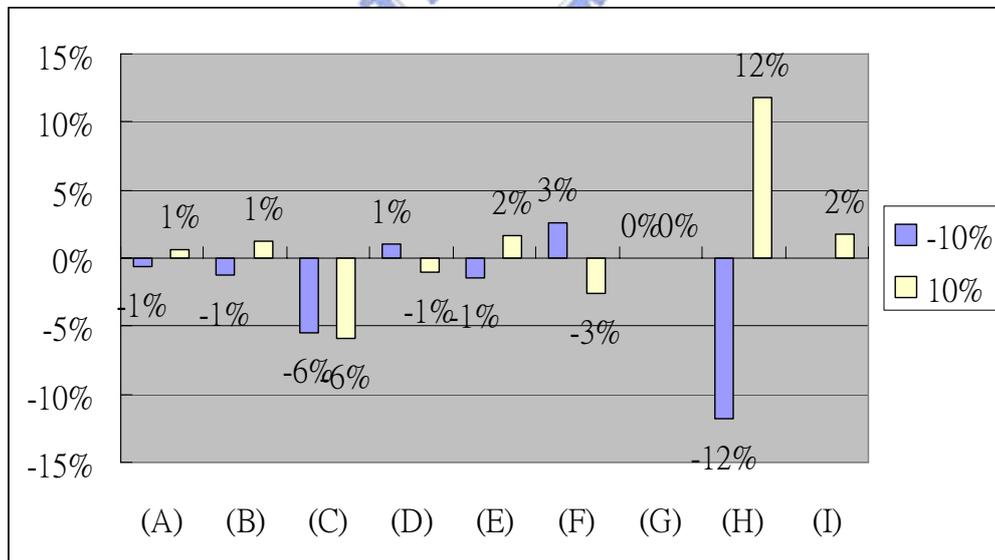


圖 5-43 不同風險因子變動±10%對 SLR 之影響

註: (A) 政府出資比、(B) 股本出資比、(C) 資本投資合計、(D) 通貨膨脹、(E) 利息費用、(F) 營運成本、(G) 重置成本、(H) 營運期。

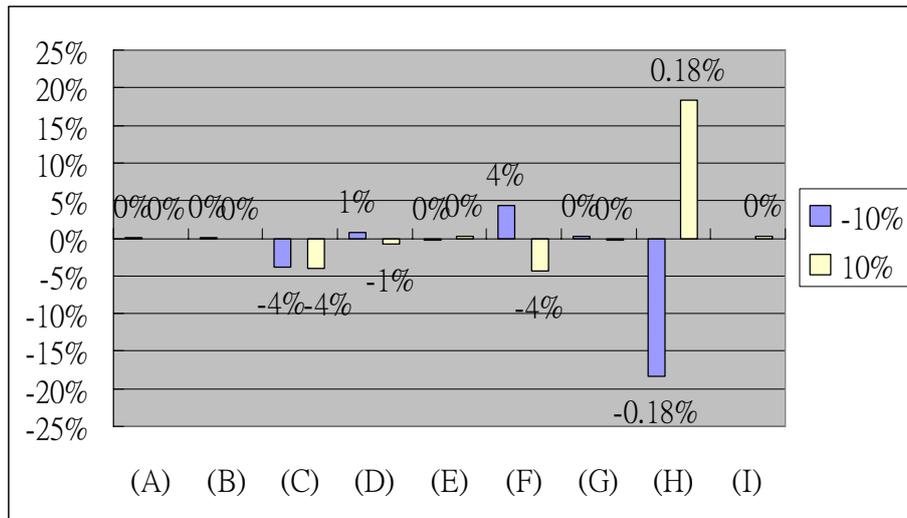


圖 5-44 不同風險因子變動±10%對 ROA 之影響

註: (A) 政府出資比、(B) 股本出資比、(C) 資本投資合計、(D) 通貨膨脹、(E) 利息費用、(F) 營運成本、(G) 重置成本、(H) 營運期。

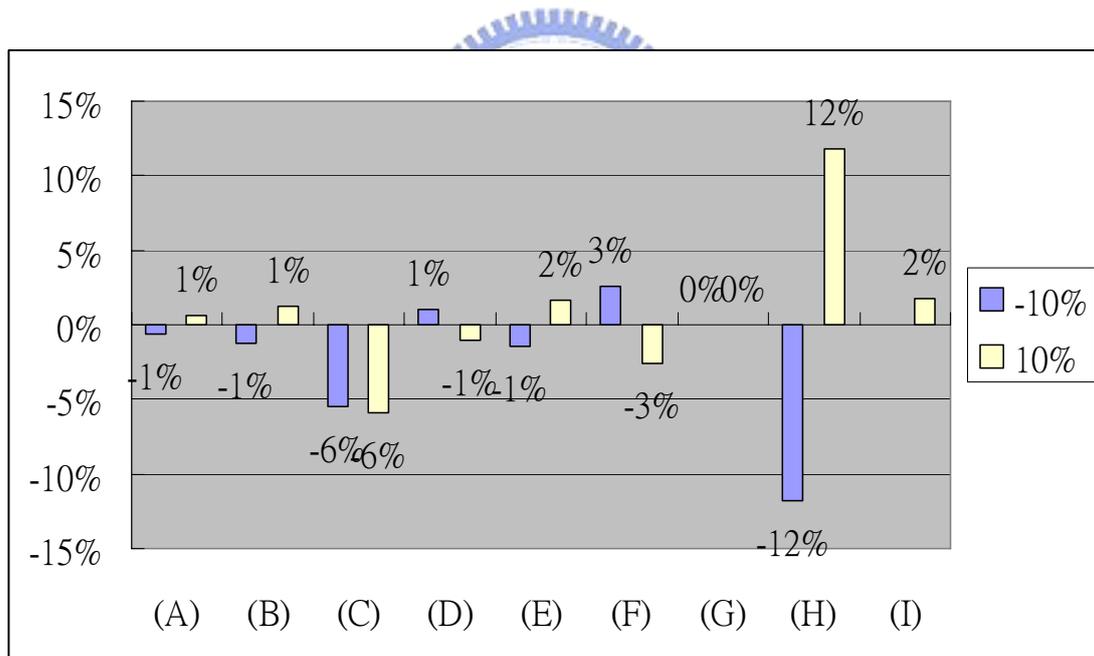


圖 5-45 不同風險因子變動±10%對 ROE 之影響

註: (A) 政府出資比、(B) 股本出資比、(C) 資本投資合計、(D) 通貨膨脹、(E) 利息費用、(F) 營運成本、(G) 重置成本、(H) 營運期。

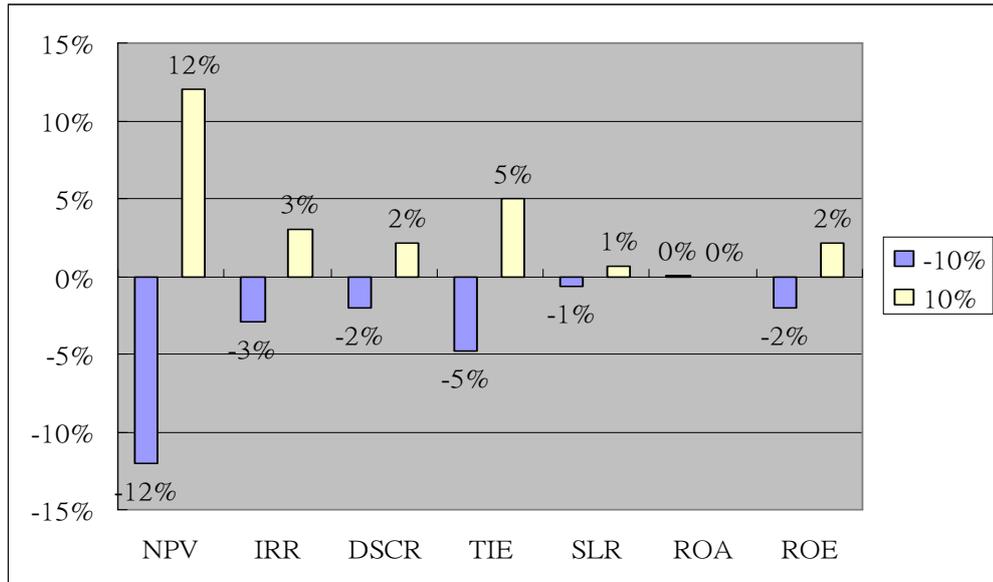


圖 5-46 政府出資比±10%對獲利指標之影響

註：(A) 政府出資比、(B) 股本出資比、(C) 資本投資合計、(D) 通貨膨脹、(E) 利息費用、(F) 營運成本、(G) 重置成本、(H) 營運期。



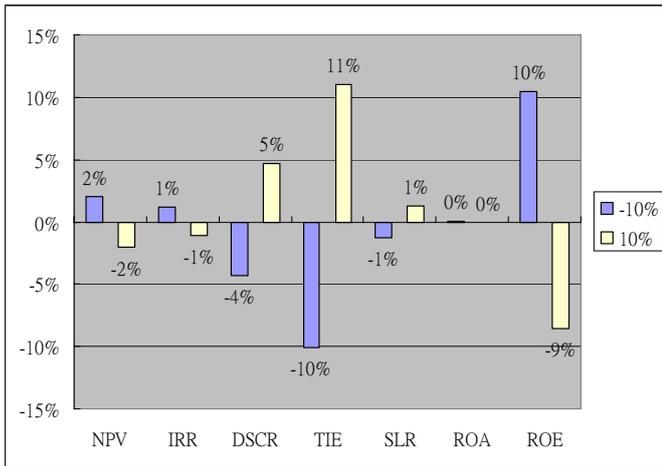


圖 5-47 股東出資比±10%對獲利指標之影響

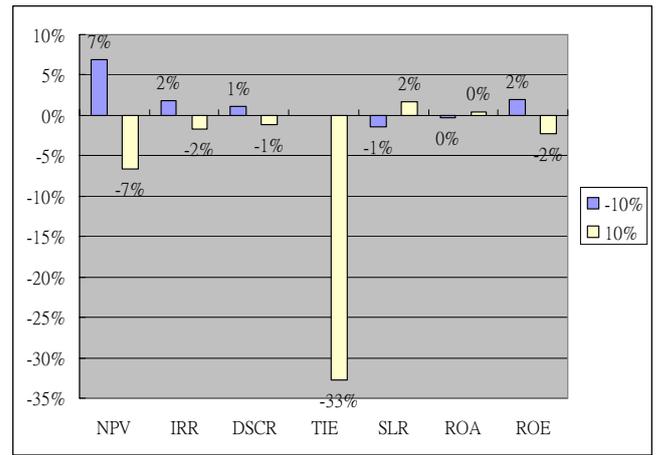


圖 5-50 利息費用±10%對獲利指標之影響

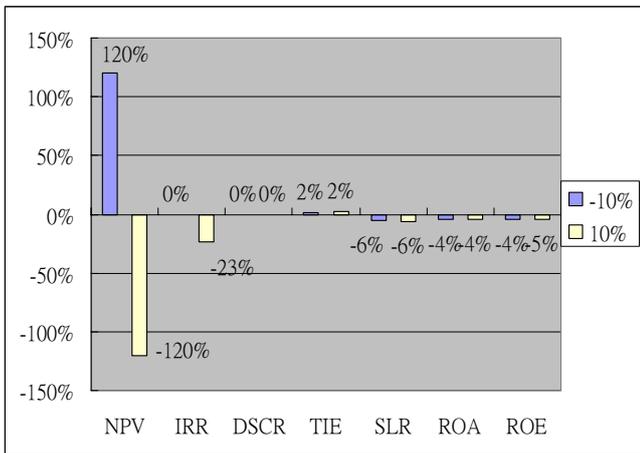


圖 5-48 資本投資±10%對獲利指標之影響

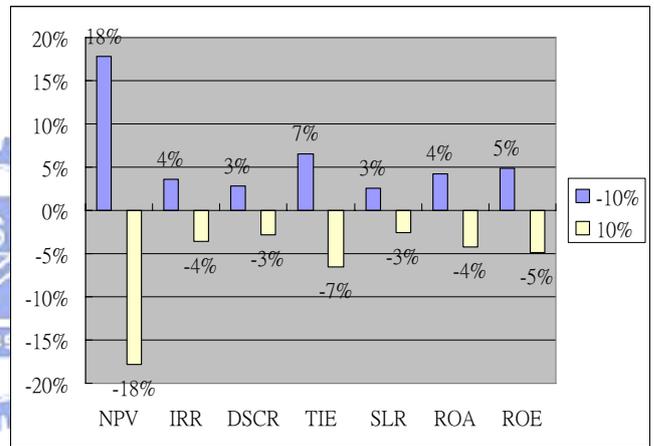


圖 5-51 營運成本±10%對獲利指標之影響

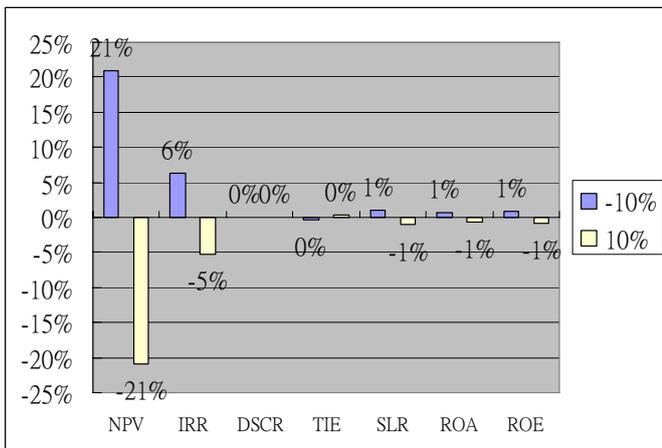


圖 5-49 通貨膨脹±10%對獲利指標之影響

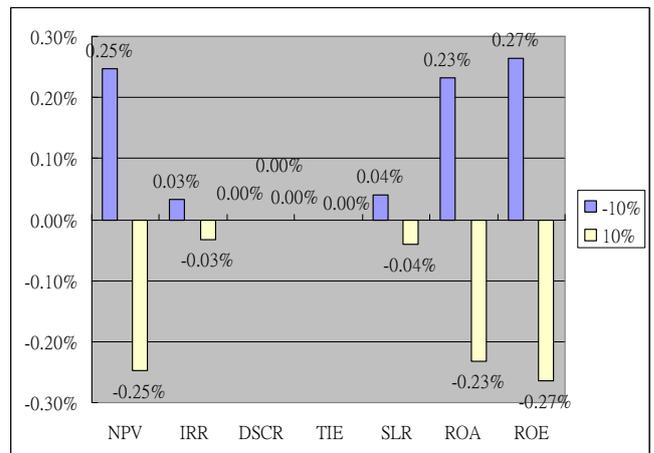


圖 5-52 重置成本±10%對獲利指標之影響

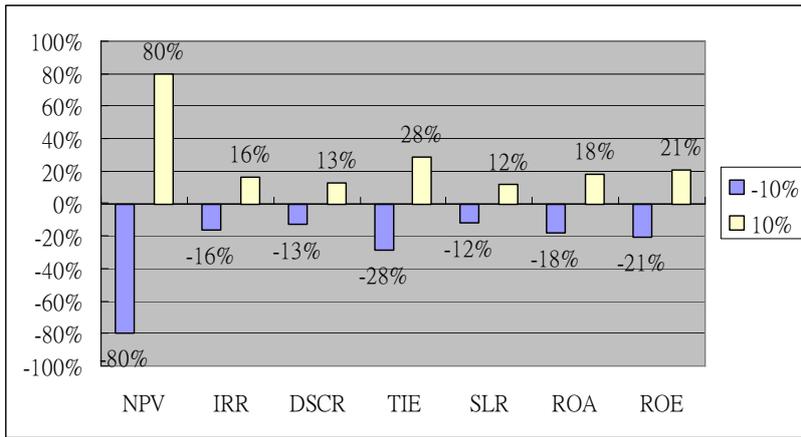


圖 5-53 營運期±10%對獲利指標之影響

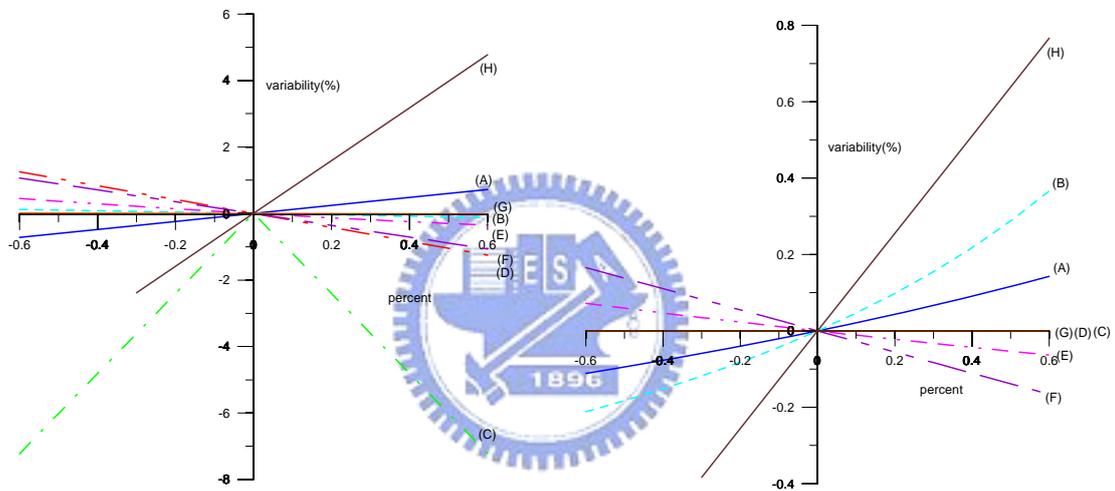


圖 5-54 關鍵因子對獲利指標 NPV 影響

圖 5-56 關鍵因子對獲利指標 DSCR 影響

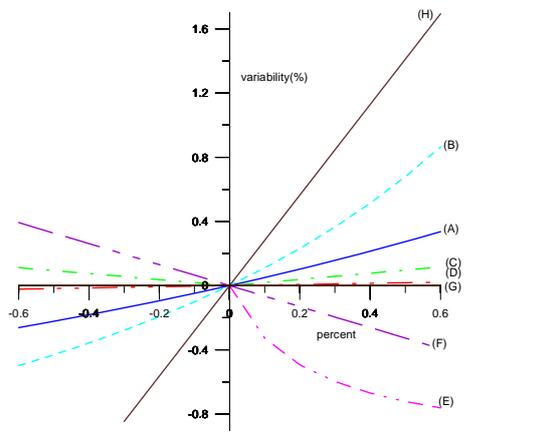
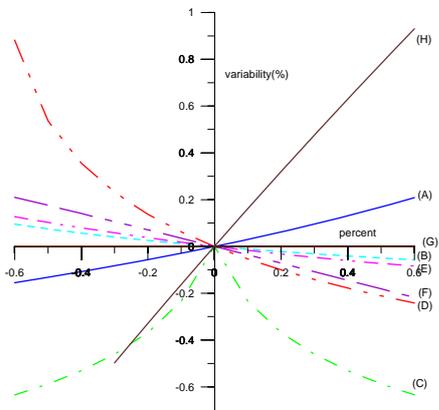


圖 5-55 關鍵因子對獲利指標 IRR 影響

圖 5-57 關鍵因子對獲利指標 TIE 影響

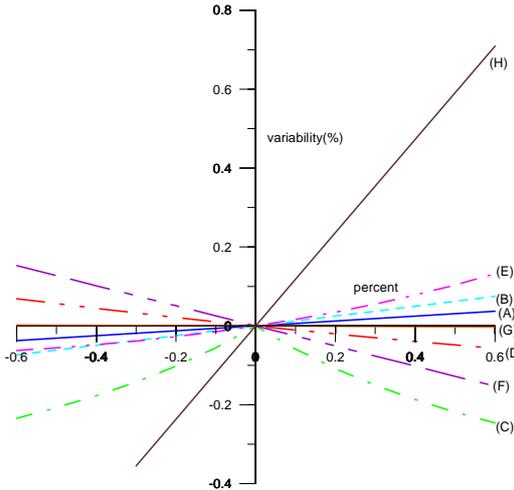


圖 5-58 關鍵因子對獲利指標 SLR 影響

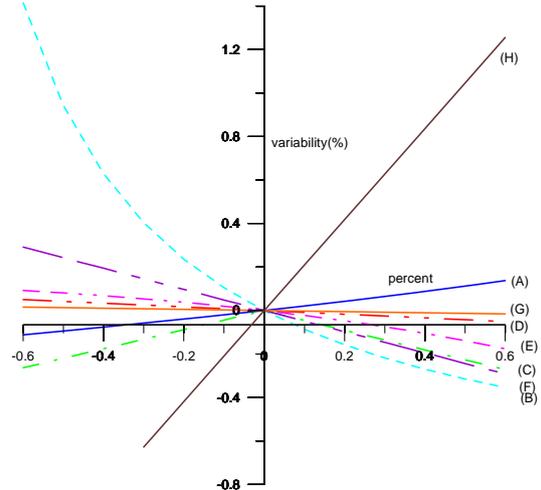


圖 5-60 關鍵因子對獲利指標 ROE 影響

註:表中(A)政府出資比，(B)股本出資比，(C)資本投資合計，(D)通貨膨脹，(E)利息費用，(F)營運成本，(G)重置成本，(H)營運期。

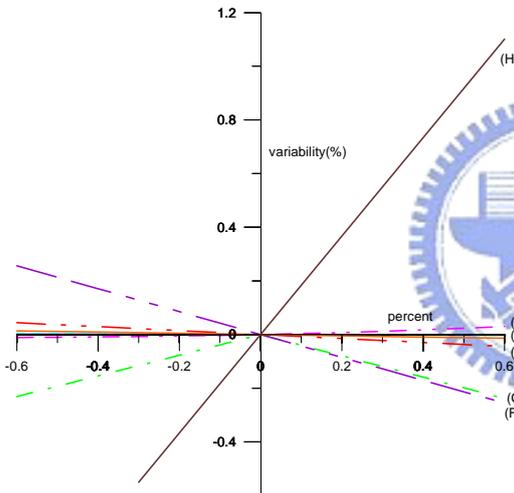


圖 5-59 關鍵因子對獲利指標 ROA 影響

註:表中(A)政府出資比，(B)股本出資比，(C)資本投資合計，(D)通貨膨脹，(E)利息費用，(F)營運成本，(G)重置成本，(H)營運期。

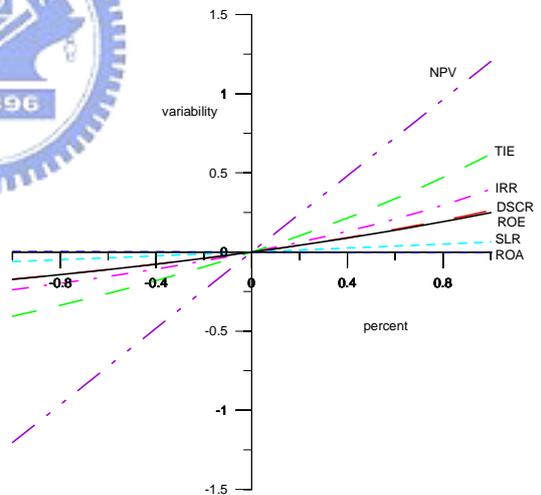


圖 5-61 不同政府出資比對獲利指標影響

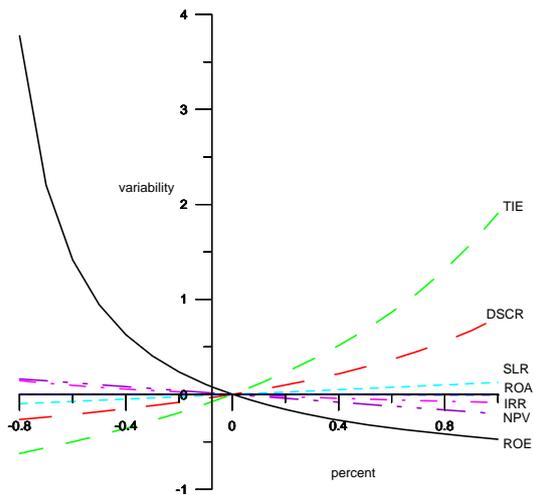


圖 5-62 不同股東出資比對獲利指標影響

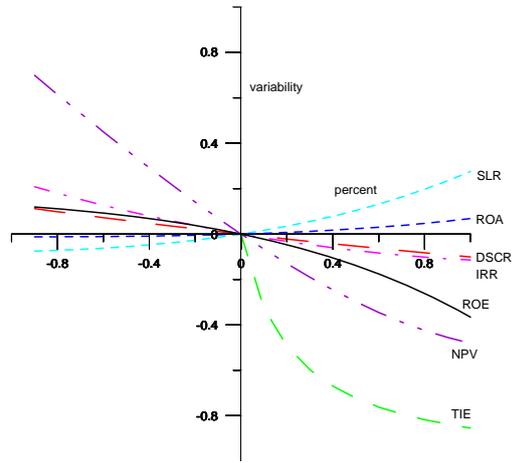


圖 5-65 利息費用對獲利指標影響

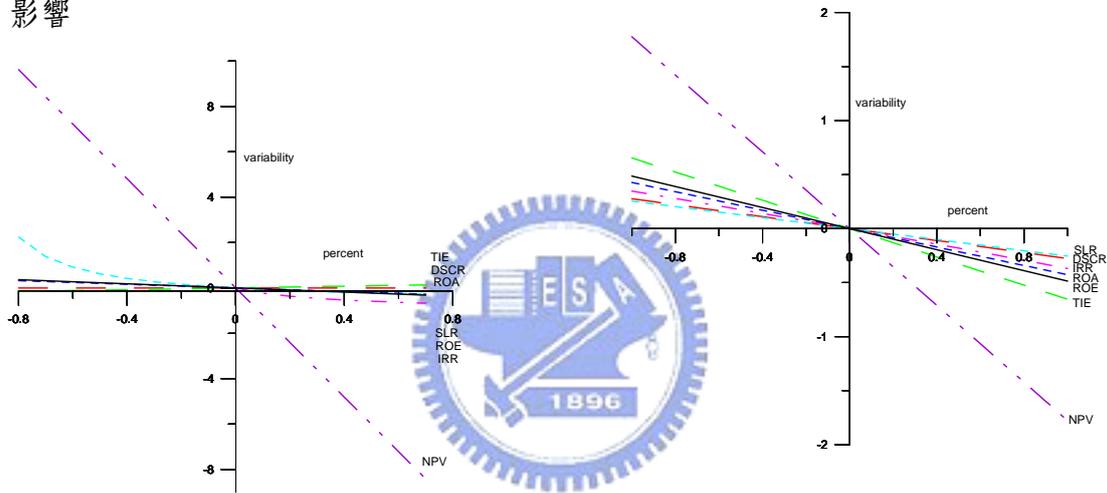


圖 5-63 資本投資合計對獲利指標影響

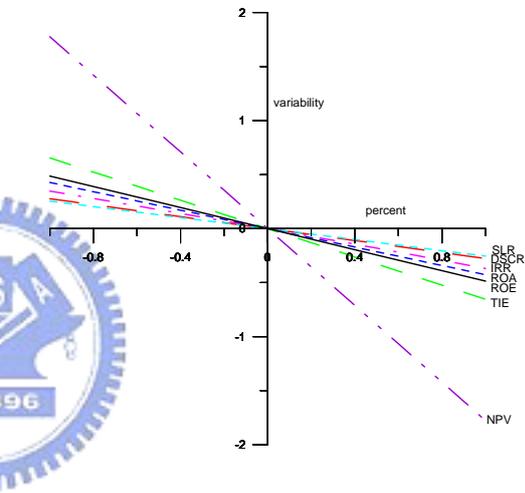


圖 5-66 營運成本對獲利指標影響

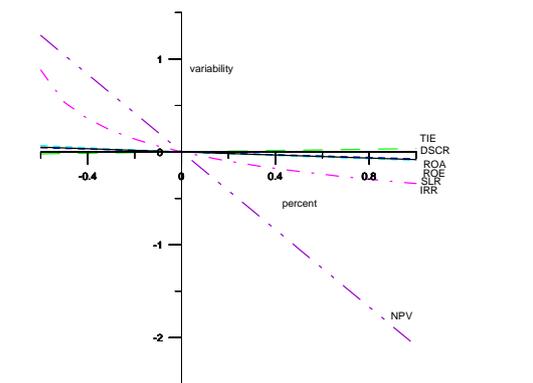


圖 5-64 通貨膨脹對獲利指標影響

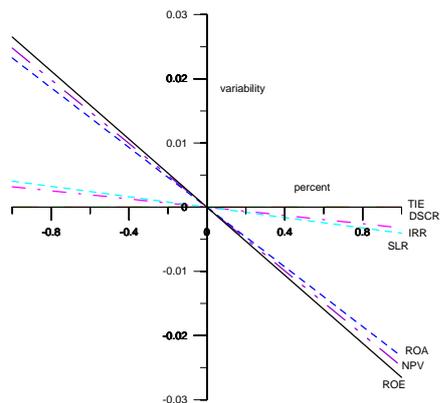


圖 5-67 重置成本對獲利指標影響

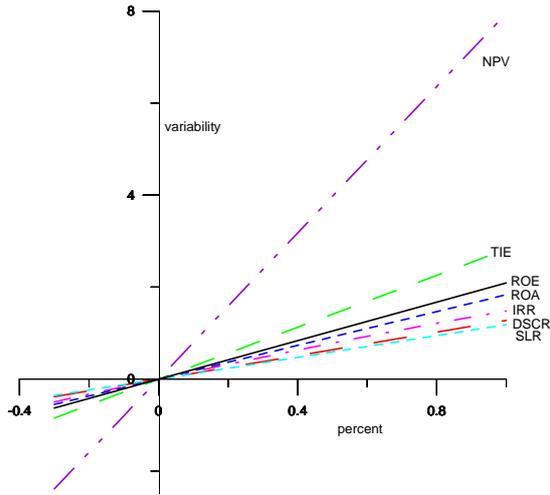


圖 5-68 營運期對獲利指標影響

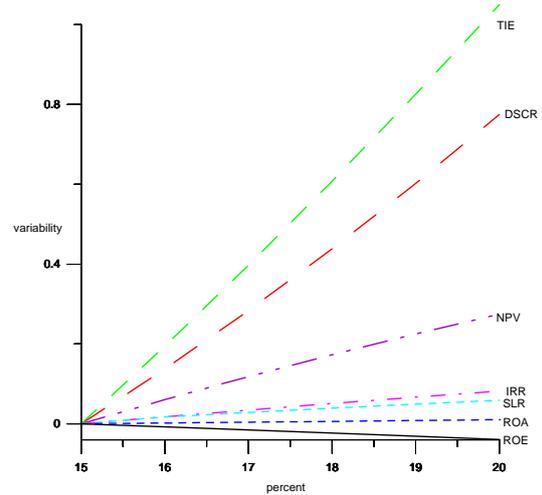


圖 5-69 償還期對獲利指標影響

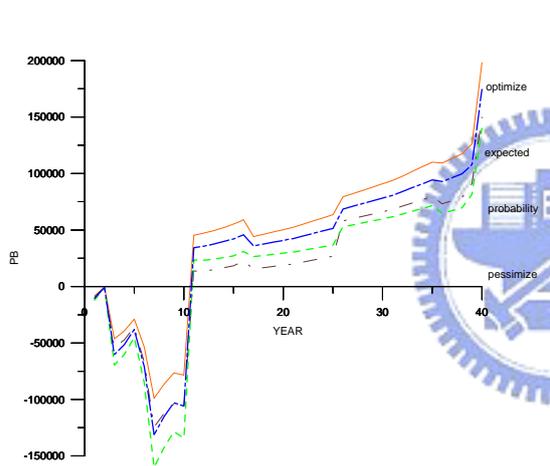


圖 5-70 分年現金流量圖

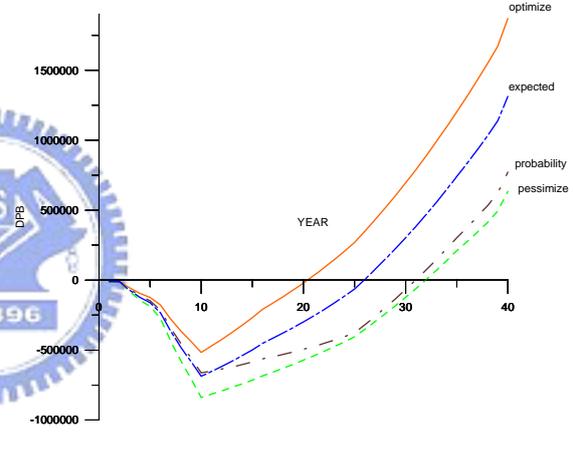


圖 5-71 累計年現金流量圖

圖(A)為分年現金流量圖(B)為累計年現金流量圖。最上方之線為最樂觀情境，最下方的線為最悲觀情境。兩者所夾範圍為本專案之風險區域。

依據專家訪談結果，整理各評估因子最樂觀、最悲觀、最可能值及其標準差。利用評估因子最樂觀、最悲觀、最可能值帶入基礎財務模型計算六大評估指標最樂觀、最悲觀、最可能值，並公式計算六大評估指標標準差及利用公式計算六大評估指標期望值，並整理如上圖所示。

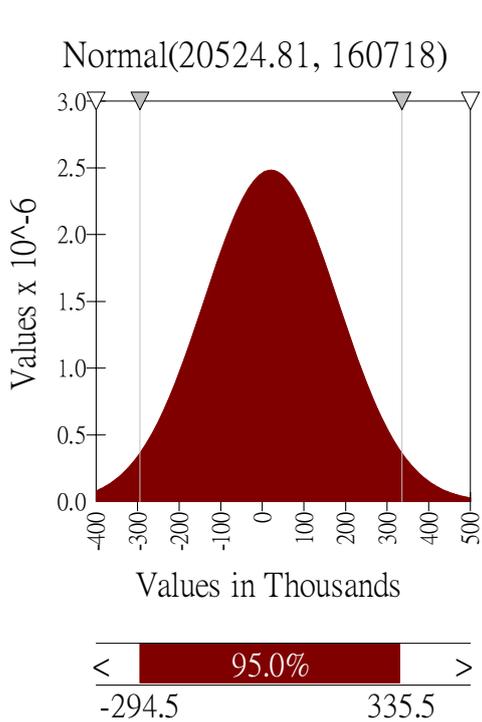


圖 5-72 NPV 的蒙地卡羅模擬結果

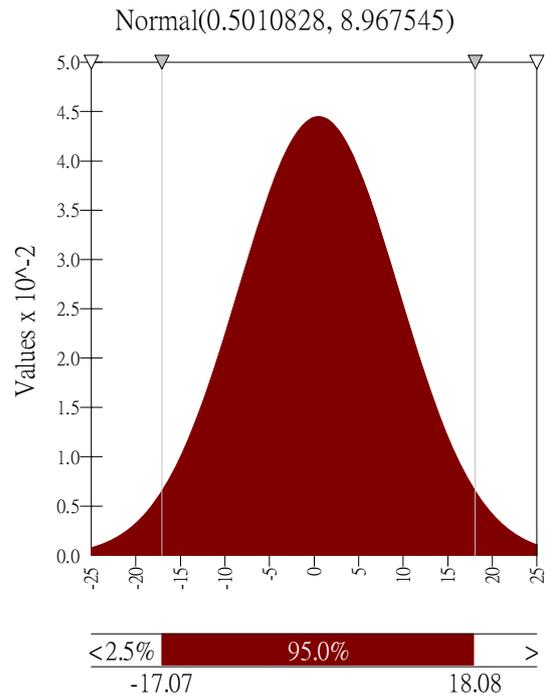


圖 5-73 IRR 的蒙地卡羅模擬結果

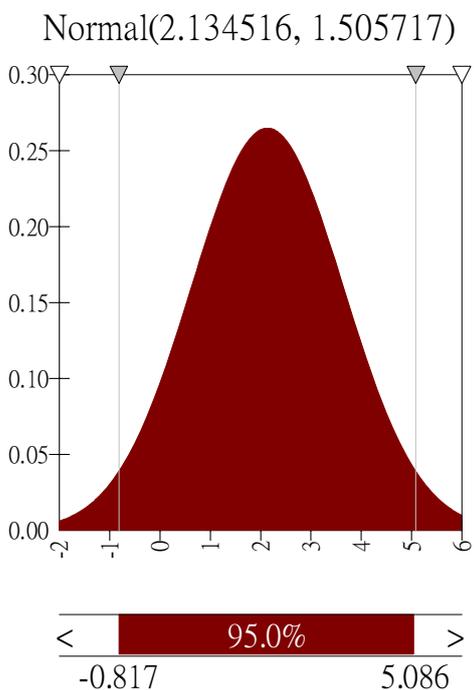


圖 5-74 DSCR 的蒙地卡羅模擬結果

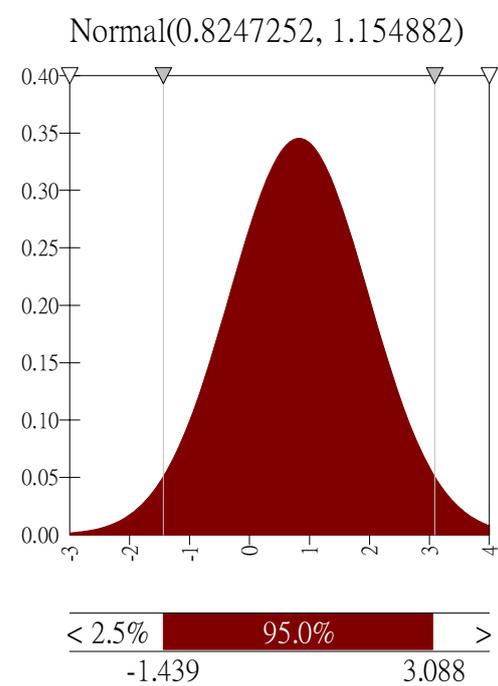


圖 5-75 SLR 的蒙地卡羅模擬結果

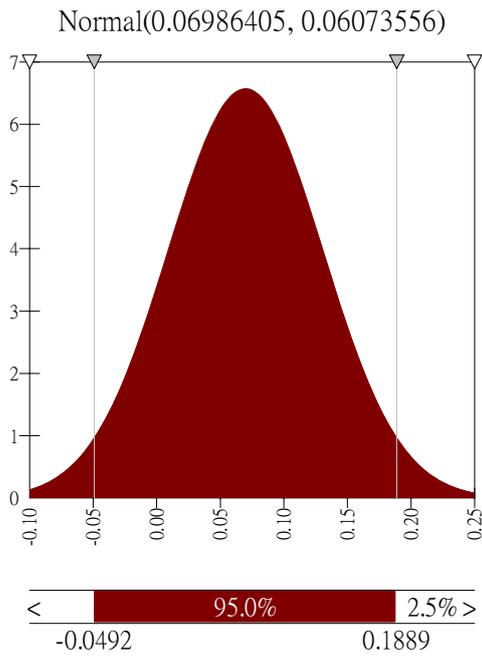


圖 5-76 ROA 的蒙地卡羅模擬結果

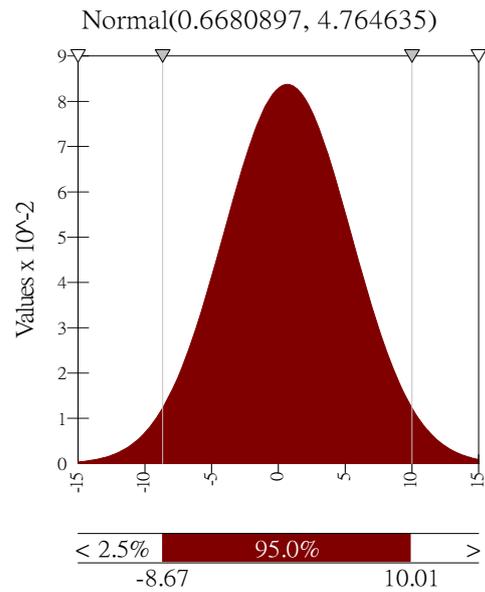


圖 5-77 ROE 的蒙地卡羅模擬結果

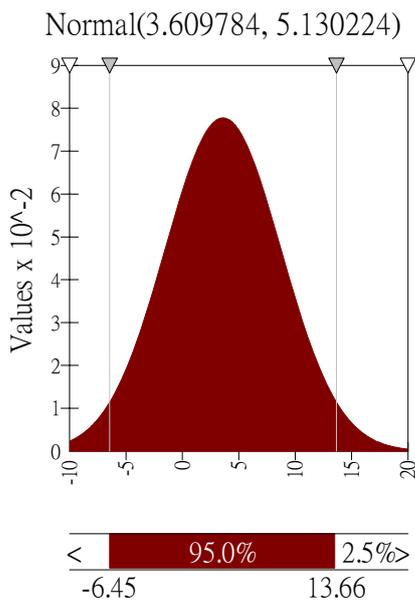


圖 5-78 ROE 的蒙地卡羅模擬結果



DRM 模擬第四步驟為利用蒙地卡羅法進行模擬分析，續以評估因子基本數據且服從常態分配，並利用統計分析方法於 95%信心水準下計算其所需樣本數（即模擬次數），計算結果為 1,563 次取千位整數為 2,000 次，以@risk 軟體進行模擬分析，得到六大評估指標期望值與標準差違約機率累計分布圖，所得圖形如上圖所示。

## 6 結論與建議

### 6.1 結論

本研究可得以下幾點結論：

1. 高鐵 BOT 專案分年淨現金流量 (NAC) 財務特性為：在施工興建期間 (1~10) 其淨現金流量 (NAC) 由 0 逐漸下降，償還期間其淨現金流量於第 11 年最高逐漸下降，下降形式不受股東權益出資比 ( $\gamma$ ) 之影響。
2. 施工興建期，在各種不同出資比之情況下，第 8~9 年所有現金支出最大，為工程的高峰期。
3. 高鐵 BOT 專案累計淨現金流量 (ANAC) 財務特性為：在施工興建期間其累計淨現金流量 (ANAC) 由 0 逐漸下降至第 8~9 年支出最大，自償還期開始至營運期結束現金流量逐漸由負往正方向上升，在未折現前及各種不同出資比之情狀下，還本年限約 17.8~25.6 年之間。
4. 第 25 年以後，各不同股東權益出資比 ( $\gamma$ ) 情況下，其斜率一致。其原因為 14 年以後至營運期結束，其分年收入為常數。
5. 高鐵 BOT 專案 DSCR 及 TIE 財務特性為逐年向上趨勢，故就融資者而言，高鐵案之償債能力會逐年增加。
6. 高鐵 BOT 專案 ROA 及 ROE 財務特性為逐年向上趨勢，故就股東而言，高鐵案之獲利能力會逐年增加。
7. 高鐵 BOT 專案 DSCR 及 TIE 財務特性為逐年向上趨勢，不受股東出資比之影響。就融資者而言，高鐵案之償債能力會逐年增加是相當穩健。
8. 高鐵 BOT 專案 ROAR 及 ROE 財務特性為逐年向上趨勢，不受股東出資比之影響，故就股東而言，高鐵案之獲利能力會逐年增加是相當穩健。
9. 當政府出資比 ( $g$ ) 越大，專案之淨現值 (NPV) 值越大；即二者之間呈正相關。
10. 政府出資比 ( $g$ ) 越大，專案之內部報酬率 (IRR) 值越大；即二者之間呈正相關。
11. 政府出資比 ( $g$ ) 越大，專案之 SLR、DSCR、TIE、ROE 值越大；其所代表之意義為對銀行團而言政府出資比 ( $\gamma$ ) 越多，專案債務償還能力越高，銀行團所負擔風險越小。
12. 若增加考慮股東的觀點，即限制是包含 IRR、NPV、TIE、ROA、RIE 時，政府最佳出資比為 30.26~31.15%。在一定之指標值下 (SLR、IRR) 並能滿足政府最少出資之條件下，能讓政府與特許公司造成雙贏局面之出資範圍為  $\gamma_{op}=30.26\% \sim \gamma_{max}=31.15\%$  之間。
13. 當股東權益出資比 ( $\gamma$ ) 越大，專案之淨現值 (NPV) 值越小；即二者之間呈線性反比。股東權益出資比 ( $\gamma$ ) 越大，專案之內部報酬率 (IRR) 值越小；其所代表之意義為對投資者而言股東權益出資比 ( $\gamma$ ) 少，專案獲利指標 IRR 值越高。
14. 股東權益出資比 ( $\gamma$ ) 越大，專案之 WACC、SLR、DSCR、TIE 值越大；其所代表之意義為對銀行團而言股東權益出資比 ( $\gamma$ ) 越多，專案債

務償還能力越高，銀行團所負擔風險越小。

15. 當股東權益出資比 ( $\gamma$ ) 越大，專案之 ROA 與 ROE 值越小；即二者之間呈線性反比。
16. 只考慮計畫的觀點，即限制是僅包含 IRR 與 NPV 時，股東最佳出資比為 23.22%~80%。若增加考慮股東的觀點，即限制是包含 IRR、NPV、TIE、ROA、RIE 時，股東最佳出資比為 20~23.22%。所以在一定之指標值下 (IRR、DSCR) 並能滿足股東最少出資之條件下，能讓融資者與特許公司造成雙贏局面之出資範圍為  $\gamma_{op}=20\% \sim \gamma_{max}=23.22\%$  之間。
17. 若對銀行團而言專案除需考慮有最大化之 IRR 值外，貸款金額之多寡亦為重要之考慮因素，其專案需過多之借貸對銀行團而言其信用違約機率風險相對提高。如何在一定之獲利指標 (IRR) 下其平均債務償還率 DSCR 亦能達最大化，將其信用違約機率風險降至最低。
18. 當股東權益出資比 ( $\gamma$ ) 越大，專案之淨現值 (NPV) 值越小；即二者之間呈線性反比。股東權益出資比 ( $\gamma$ ) 越大，專案之內部報酬率 (IRR) 值越小；其所代表之意義為對投資者而言股東權益出資比 ( $\gamma$ ) 少，專案獲利指標 IRR 值越高。
19. 股東權益出資比 ( $\gamma$ ) 越大，專案之 WACC、SLR、DSCR、TIE 值越大；其所代表之意義為對銀行團而言股東權益出資比 ( $\gamma$ ) 越多，專案債務償還能力越高，銀行團所負擔風險越小。
20. 股東權益出資比 ( $\gamma$ ) 越大，專案之 ROA 與 ROE 值越小；即二者之間呈線性反比。
21. 營收及 BC (基礎建設成本) 對於七大評估指標影響甚大，而以資本投資影響最大。
22. 評估因子對於七大評估指標中 NPV 值之影響最為顯著。
23. 營收對於六大評估指標影響成正比；BC (基礎建設成本) 對於六大評估指標影響成反比。
24. 政府出資比與七大指標均呈正相關。
25. 股東出資比與 IRR、NPV、ROE、ROA 成負相關，與 TIE、DSCR、SLR 呈正相關。

## 6.2 建議

本研究建構一套 pfem 及 drm 模式，其中 pfem 模式可以用來分析專案融資計畫案之財務可行性，並決定政府最佳出資比與股東最佳出資比。drm 模式可以用來分析專案融資計畫案之財務風險，並計算風險範圍、專案違約機率、及最可能獲利值。這些量化分析成果可以提供 bot 案三方參與者決策參考。

1. 本研究用之參數，建議可以收集歷史資料，以增加參數可靠度。
2. 本研究中有關風險分析的結果，受到參數之機率分不影響很大，建議可以收集關鍵因子之機率分布。

## 參考文獻

### ● 國內參考文獻

1. 沈景鵬，「由營建廠商觀點看大型基礎建設採用 BOT 之趨勢」，1997 基礎建設與 BOT 計劃國際研討會，1997 年 10 月。
2. 劉憶如、王文宇、黃玉霖，「BOT 三贏策略」，2000 年 1 月。
3. 徐守德，「專案融資的資金來源」，台灣銀行「台灣經濟金融月刊」第三十六卷第七期，2000 年 7 月。
4. 李三榮，「市場中之融資工具」，1997 基礎建設與 BOT 計劃國際研討會，1997 年 10 月。
5. 鄧淑芬，1999，「公共建設 BOT 融資模式之設計與評估 — 台灣高鐵案例之評析」，國立交通大學經營管理研究所碩士論文。
6. 劉芬美，1999，「投資專案評估」，華泰文化事業公司。
7. 李克聰，2003，「工程經濟學」，華泰文化事業公司，第二版。
8. 陳博亮、李秩明、曹繼琥，「高速鐵路計畫簡易型財務分析模式之建立與應用分析」，中華民國第一屆營建管理研討會論文集，Vol. III，pp. 185-192，民國 88 年 4 月。
9. 「交通部辦理民間參與交通建設計畫作業手冊」，交通部，1999。
10. 「高速鐵路建設計畫建造成本之估算模式」，高速鐵路工程籌備處，1998。
11. 「高速鐵路財務計劃暨相關財務條款訂定」，期末報告，高速鐵路工程籌備處，1993 年 2 月。
12. 「民間參與公共建設財務評估模式規劃」，民間參與公共建設財務評估模式規劃研究計畫研究報告，諮群企業管理顧問股份有限公司，計畫主持人：王治平，協同主持人：姜堯民，行政院公共工程委員會，2001 年 12 月。
13. 「建立民間參與教育設施融資與風險規劃模式之研究」，建立民間參與教育設施融資與風險規劃模式之研究研究計畫研究報告，普華國際財務顧問股份有限公司，計畫主持人：鄭瑪莉，行政院公共工程委員會，2002 年 12 月。
14. 張建業，「計劃型融資的風險分析架構」，1997 基礎建設與 BOT 計劃國際研討會，1997 年 10 月。
15. 林達榮、林安成，2004，「提前違約風險下專案融資之評價模式」，風險管理學報，第六卷，第一期，pp. 57-83。
16. 「銀行自有資本之計算與自有資本標準之國際通則：修正版架構」，巴塞爾銀行監理委員會 2004 年 6 月發布之定案版，行政院金管會銀行局與中華民國銀行公會新巴塞爾資本協定共同研究小組編譯，財團法人台灣金融研訓院印行，初版，民國九十四年三月。

17. 楊蓁海，2005，” 新版巴塞爾資本協定與銀行信用風險測度模型的發展：兼論對我國銀行體系與央行政策的影響”，中央銀行季刊第二十七卷第一期民國九十四年三月。
18. 潘雅慧，2004，” 新巴塞爾資本協定與我國因應之道”，中央銀行季刊第二十六卷第二期民國九十三年六月。
19. 黃台心，1997，「台灣地區本國銀行成本效率之實證研究 — 隨機邊界模型之應用」，人文及社會科學集刊，第九卷，第一期，pp. 85~123。
20. 高強，黃旭男，Toshiyuki Sueyoshi，2003，「管理績效評估－資料包絡分析法」，華泰文化事業公司。

● 國外參考文獻

21. C. M. Tam, 1999, “Build-operate-transfer model for infrastructure development in Asia: reasons for successes and failures”, *International Journal of Project Management*, Vol. 17, No.6, pp.377-382.
22. McCowan, A.K. and Mohamed, S., 2002, “Evaluation of build-operate-transfer (BOT) project opportunities in developing countries”. *Proc. of the 1<sup>st</sup> Int. Conf. on Creating a Sustainable Construction Industry in Developing Countries*, November, South Africa, 377-386.
23. “Handbook on Economic Analysis of Investment Operations”, Operations Policy Dept., World Bank. 1996.
24. Sandalkhan Bakatjan, Metin Arikan, and Robert L.K. Tiong, 2003, “Optimal capital structure model for BOT power projects in Turkey”, *Journal of Construction Engineering and Management*, Vol. 129, No.1, pp. 89~97.
25. G. H. Kim, S. H. An, K I. Kang, 2004, “Comparison of construction cost estimating models based on regression analysis, neural networks, and case based reasoning”, *Building and Environment*, 39, pp.1235-1242.
26. Xueqing Zhang, 2005, “Financial Viability Analysis and Capital Structure Optimization in Privatized Public Infrastructure Projects”, *Journal of Construction Engineering and Management*, Vol. 131, No.6, pp. 656-668.
27. W. L. Winston, 2001, ” Financial Models Using Simulation and Optimization II - Investment Valuation, Options Pricing, Real Options & Product Pricing Models”, Published by Palisade Corporation, Newfield, NY.
28. K. T. Yeo, R. L. Tiong, 2000, “Positive management of difference for risk reduction in BOT projects”, *International Journal of project Management*. 18, pp. 257-265.

29. W. L. Winston, 2000, "Simulation Modeling Using @Risk", Version 4, Published by Duxbury, Pacific Grove, CA.
30. D. G. Woodward, 1995, "Use of sensitivity analysis in build- own - operate - transfer project evaluation", International Journal of project Management. Vol. 13, No. 4, pp. 239-246.
31. W. Xing, F. F. Wu, 2003, "Economic evaluation of private power production under uncertainties", Electrical Power & Energy Systems, 25, pp.167-172.
32. Kakimoto, R. and Senneviratne P. N., 2000, "Financial risk of port infrastructure development", Journal of Waterway, Port, Costal, and Ocean Engineering, Vol. 126, No. 6, pp. 281-287.
33. Massoud Javid and Senneviratne P. N., 2000, "Investment Risk Analysis in Airport Parking Facility Development", Journal of Construction Engineering and Management, Vol. 126, No. 4. pp. 298-305.
34. Sherif Mohamed and Alison K. McCowan, 2001, "Modeling Project Investment Decisions under Uncertainty Using Possibility Theory", International Journal of Project Management, Vol. 19, pp. 231-241.
35. L. Y. Shen and Wu, Y. Z., 2005, "Risk concession model for built/operate/transfer contract projects", Journal of Construction Engineering and Management, Vol.131, No. 2. pp. 211-220.
36. L. Y. Shen, H. Li, and Q. M. Li, 2002, "Alternative Concession Model for Operate Transfer Contract Projects.", Journal of Construction Engineering and Management, Vol. 128, No. 4. pp. 326-330.
37. "The New Basel Capital Accord", Consultative Document, Basel Committee on Banking Supervision, Bank of International Settlement, 2003..