

行政院國家科學委員會專題研究計畫 成果報告

目標規劃在 BOT 專案融資輔助決策之應用

計畫類別：個別型計畫

計畫編號：NSC92-2211-E-009-065-

執行期間：92年08月01日至93年07月31日

執行單位：國立交通大學土木工程學系

計畫主持人：黃玉霖

報告類型：精簡報告

處理方式：本計畫可公開查詢

中 華 民 國 93 年 11 月 1 日

目標規劃在 BOT 專案融資輔助決策之應用

計畫類別： 個別型計畫 整合型計畫

計畫編號：NSC 92 - 2211 - E - 009 - 065 -

執行期間：92 年 8 月 1 日至 93 年 7 月 31 日

計畫主持人：黃玉霖 副教授

共同主持人：

計畫參與人員：

成果報告類型(依經費核定清單規定繳交)： 精簡報告 完整報告

本成果報告包括以下應繳交之附件：

赴國外出差或研習心得報告一份

赴大陸地區出差或研習心得報告一份

出席國際學術會議心得報告及發表之論文各一份

國際合作研究計畫國外研究報告書一份

處理方式：除產學合作研究計畫、提升產業技術及人才培育研究計畫、
列管計畫及下列情形者外，得立即公開查詢

涉及專利或其他智慧財產權， 一年 二年後可公開查詢

執行單位：國立交通大學土木工程學系

中 華 民 國 93 年 7 月 31 日

一、摘要

BOT 模式多應用於大型公共建設之開發，在執行過程中需募集大量的資金，若能藉由電腦的輔助，針對 BOT 整體財務評估方式建構一套完整且易於操作的分析系統，將有助於政府、民間機構及銀行團進行 BOT 專案財務之評估工作。

在財務評估系統的建構工作方面，目標規劃技術是一項可行且有效的方法，透過程式語言的撰寫與連結等方式，將目標規劃技術運用於系統的設計工作上，可開發出一套可供運用的財務評估決策輔助工具。但系統開發不能單僅就學理上的推測來進行假設，而需考量實務界的實際作法。因此，如何將實務界普遍採用之相關評估方式，透過一個有效且簡便的方法來進行歸納與整理，再予以匯入既有的系統之中，以達截長補短之效，將是目標規劃在 BOT 財務評估的一個重要課題。

本研究嘗試透過知識擷取 (Knowledge Acquisition) 技術，針對目前如銀行團和財務投資顧問公司執行計劃性融資評估時所使用的評估工具進行整理與歸納，於現行 BOT 法令規範的架構之下，建構銀行執行計劃性融資的流程與評估方法，提供一完整且易於操作的分析模式，並透過電腦程式的撰寫、串連方式，將 BOT 計劃財務分析的各项工具，如現金流量表 (Cash Flow Statement)、資產負債表 (Balance Sheet) 及損益表 (Income Statement) 等，進行串連與統整，設計出一套完整的 BOT 計劃財務分析系統，同時提升系統界面，以利融資者執行 BOT 計畫專案融資的評估工作。

關鍵詞： BOT 計畫、財務規劃、財務評估、知識擷取、目標規劃

Abstract

Goal programming is a practical technique for the financial evaluation of major

Build-Operate-Transfer (BOT) infrastructure projects. In particular, in a limited- or non-recourse project financing arrangement, lenders need to rely on sound, detailed financial projection and evaluation in making lending decisions, e.g., loan amount, interest rate, loan term, grace period, etc. Goal programming, when incorporated into a proper financial evaluation system, can assist the lending decision-making and greatly enhance its efficiency. In a previous research, we demonstrated the applicability of goal programming in BOT financial evaluation. This study is a follow-up effort to develop a practical, state-of-the-art financial evaluation system for lenders involved in BOT projects. Knowledge acquisition technique will be used to elicit and organize lending domain knowledge. The domain knowledge will then be translated into a goal-programming module attached to a project financial evaluation system to assist BOT lending decision-making.

Keywords: BOT Project, Financial Planning, Financial Evaluation, Knowledge Acquisition, Goal Programming

二、緣由與目的

公共建設具有提升生活品質、促進社會發展、厚植產業實力的功用。因此，為帶動國家整體的經濟發展，政府莫不極力發展國內之公共建設。但近年來，因各項社會福利與其他經常性支出的增加，使得公共建設所能分配到的經費比例大為壓縮。為使國內公共建設的進度不因經費缺乏而落後，政府計畫將多項交通建設（如高速鐵路、機場捷運、高雄捷運、北宜高速公路頭城-蘇澳段等）以 BOT 方式來進行興築，除可減輕政府於公共建設投資與維護方面的財務負擔之外，另一方面，透過民間參與公共建設的方式，引入民間設計與管理的經驗，使公共建

設的運作更具效率，同時將原先所需之設計、興建、管理與營運的人力調度轉移由民間機構負擔，以減輕政府的人力負擔，進而達到組織精簡與資源運用之目標。由於公共建設資本需求大的特性所致，倘若該投資案失敗，將會對民間投資者產生莫大的影響，甚至有拖垮母企業之虞，因此，如何針對該項 BOT 專案計劃做出完善的財務分析，極為重要。

BOT 計畫財務可行性評估的精確與否，將會成為決定整體計畫的成敗關鍵，因此，若能提供實務界一套有系統且便利的財務評估方法，將有助於銀行團進行計畫型融資決策評估工作。針對此一需求，黃玉霖、李健銘(2000)乃提出運用目標規劃技術來建構 BOT 專案融資財務評估系統，並透過程式語言的撰寫與連結等方式進行系統的開發工作，以驗證目標規劃應用在 BOT 財務評估的可行性。然而，由於當時系統開發的過程中，對於財務評估的決策過程，單僅就學理上的推測來進行假設，並未實地考量實務界的實際作法。就現行銀行執行計畫融資審核

程序而言，其過程相當繁雜(如圖一所示)，因此，如何將實務界普遍採用之相關知識，透過一個有效且簡便的方法來進行歸納與整理，並利用目標規劃技術開發決策輔助模式(module)，再與既有的財務評估系統整合，是一個重要的實務課題。

本研究將透過知識擷取(Knowledge Acquisition)技術，針對目前實務界(如銀行團、財務投資顧問公司)執行計畫性融資評估時所使用的評估工具進行整理與歸納，於現行 BOT 法令規範的架構之下，建構銀行執行計畫性融資的流程與評估方法，提供一完整且易於操作的分析模式，並透過電腦程式的撰寫、串連方式，將 BOT 計畫財務分析的各項工具，如現金流量表(Cash Flow Statement)、資產負債表(Balance Sheet)及損益表(Income Statement)等，進行串連與統整，設計出一套完整的 BOT 計畫財務分析系統，同時提升系統界面之親和力，以利融資者執行 BOT 計畫專案融資的評估與決策，希藉此對於實務界在進行相關工作時有所助益。

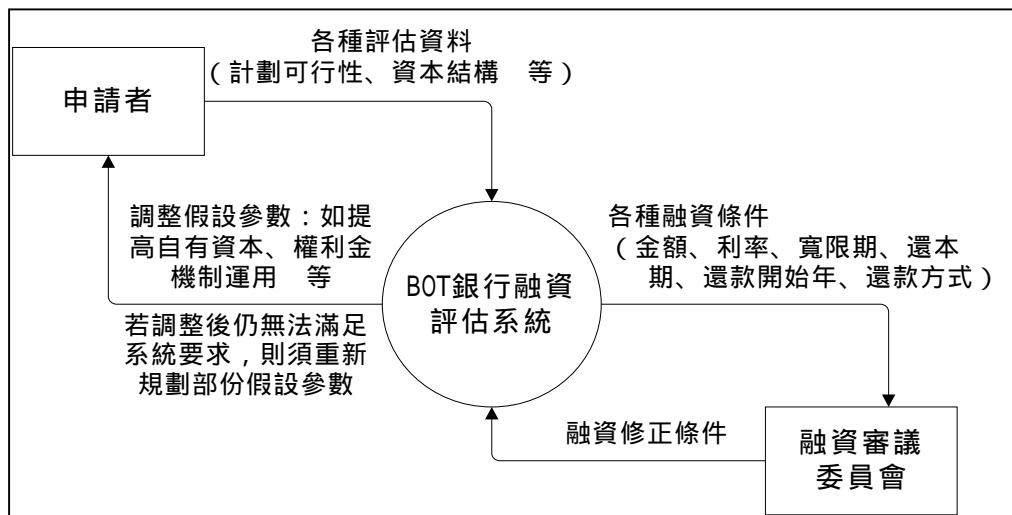


圖 1 銀行執行計畫融資審核之資料流程

三、結果與討論

(一) 研究設計

本研究係為研究大型專案融資之融資決策模式，及建立銀行專案融資條件輔助模型，故需先針對銀行融資業務、銀行傳統授信、銀行專案融資及銀行決策輔助模型等方

面進行分析，以瞭解銀行之相關作業流程與決策因素，作為建立深度訪談結構式問卷之基礎資訊。因此，本研究利用深度訪談及層級分析問卷(AHP)之方式，獲取建構銀行專案融資相關資料，並以單一母體平均數檢定法(t 檢定)將問卷結果加以分析，最後

以電腦輔助方式求解數學規劃問題,找出銀行專案融資條件設定之建議方案。在綜合上

述之研究方法後,本研究設計之流程如圖 2 所示。

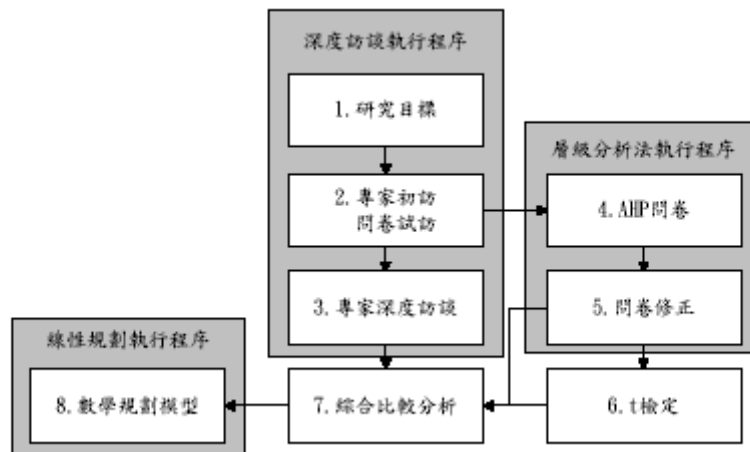


圖 2 研究設計流程圖

(二) AHP 問卷調查與討論

在研擬訪談問卷方面,本研究透過實際專家訪談,找出銀行專案融資決策考量之項目,以歸納法將專案融資決策考量因素歸納並列出 AHP 目標層級,再藉由所列層級擬訂 AHP 訪問問卷,找出各銀行評估大型專案融資之策略,及各評估項目間重要性之差別,最後將問卷及訪談之結果加以比較分析。在經過專業人士初步訪談後,本研究將銀行所考量之融資考量項目依營業目標分為利潤成本目標、風險控制目標、債權安全性目標及銀行發展性目標等四項,且於各營業目標下再各自分成三至五項評估參考細項,各項目之間的關連性如圖 3 所示,前述之融資考量項目分組,將為銀行專案融資問卷設計之依據。在根據營業目標與評估參考細項分組,並進行 AHP 問卷之建立與訪談後,可獲得各銀行於專案融資決策考量項目之重要性排序。其次,對不同分類之銀行進行差異性檢定,找出不同銀行別間評估著重要項之不同點,及造成不同認知之原因,最後並進行比較與討論。

經問卷訪談結果顯示,外商銀行於進行專案融資時,會特別對國家風險(country risk)、政治風險(political risk)做評估,相較於本國銀行,國家、政治因素對專

案所造成之影響已被本國銀行概括承受。另外,外商銀行對於風險認知程度亦比本國銀行敏感,傾向參與貸款期較短、專案計畫可行度高、專案風險低之計劃,因此,外商銀行於評估專案時傾向以比較保守態度進行,對於利率及費用上考量之重要性程度反而較低。除以上所述,外商銀行與本國銀行在評估專案時,對於擔保品及公司債信之認知有很大不同,外商公司於債權安全性上,著重於擔保人之信用評估,然本國銀行則著重於一定程度之擔保品提列,故於擔保品部份,國內銀行之重要性認知大於外商銀行;在廠商公司債信部份,外商公司之重要性認知大於國內銀行。

至於一般銀行與工業銀行比較,一般銀行於資金成本及政策、法規上之重視程度皆大於工業銀行,其重要性所佔比重分別為(9.5%vs2.57%)及(2.92%vs1.42%)。工業銀行依工業銀行法之規定,須有七成以上之總融資資金提供中長期融資貸款,而其中,融資資金之需求,常以申請行政院中長期資金作為融資資金來源。故工業銀行及中大型之國內老行庫常會受政策因素,影響客觀財務及專案可行性分析之結果,此皆為工業銀行於資金成本及政策、法規決策項目重要性衡量,與一般銀行有顯著差異之重要原因。

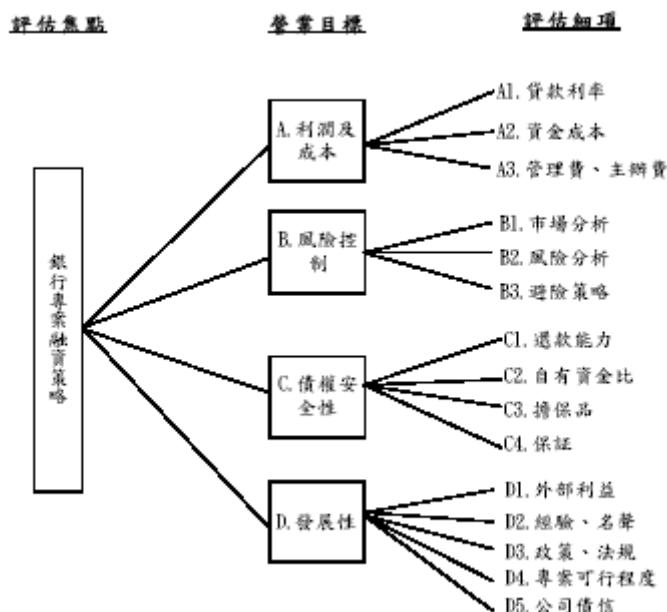


圖 3 層級歸納圖

在官民股銀行比較方面，官股銀行因融資資金來源多為行政院中長期資金，故銀行本身對於風險之控制及評估，不若民股銀行敏感，惟獲得適當程度之擔保品、保證即可。此外，官股銀行之融資業務來源常為政府推動之專案，競爭不如一般專案融資案激烈，故對於銀行之發展性考量之重視程度，較民股銀行為低。

不論外商及本國銀行、一般及工業銀行，亦或官股及民股銀行，著重之專案融資決策項目大致相同，然各個項目間卻有不同程度之重要性認知及專案的評估方式，也因此造成各類別銀行對專案融資，不同之處理態度與評估方式。

(三) 銀行專案融資條件輔助模型

本研究採數學規劃法中線性規劃法，建立銀行專案融資條件輔助模型，以協助銀行在與專案公司於融資條件磋商時，能以最佳獲利之融資條件為基準值，作為談判之初始條件，模型以電腦輔助求解方式，找出限制條件下之建議最佳融資方案，使銀行於專案融資條件評估，能以較有效率且獲利較佳之方式進行。

1. 基本假設條件

本研究模型之建構，將部份條件加以假設以利求解，假設如下：

- 興建期間之利息資本化。
- 折舊方式採直線式折舊。
- 各項財務行為之發生均以年計，並於每年年底發生。
- 銀行之貸款利率不會因時間而變動。
- 債權資金與股權資金的流入時程，與建設成本的發生時程相同。
- 主辦費一次領足。

2. 參數選定

銀行與專案公司於貸款條件磋商時，可藉調整貸款利率、管理費、主辦費，以及對專案公司的股權資金投入，專案之預估財務參數表現加以要求，達到銀行內部之獲利要求，而銀行內部對財務參數之要求，通常為年度及平均償債比（DCR），作為評估專案還款能力與債權保障之依據，故本研究參數選定及限制條件如下：

$f(I)$ ：利率（Interest）

$f(H)$ ：主辦費（Host Fee）

$f(M)$ ：管理費（Management Fee）

$f(E)$ ：自有資金比（Equity Ratio）

$\text{Min}(DCR_i) \geq X$ ：平均償債比要求值

$$\frac{\sum_{t=t_c}^N DCR_t}{N - t_c} \geq Y$$

：年償債比要求值

3. 模型建構

綜合以上所述，將輔助銀行融資條件決策問題，以線性規劃方式求解。所得解將為滿足限制條件下，銀行利潤最大之情況，其數學式如下：

Max z=

$$\sum_{t=1}^{t_g} [P \times f(I) \times (1+r)^{-(t-t_c)}] + \sum_{t=t_c+t_g-1}^N [B_{t-1} \times f(I) \times (1+r)^{-t}] + P \times f(H) + \sum_{t=0}^N [f(M) \times (1+r)^{-t}]$$

其中

$$A = \sum_{t=1}^{t_g} [P \times f(I) \times (1+r)^{-(t-t_c)}] + \sum_{t=t_c+t_g-1}^N [B_{t-1} \times f(I) \times (1+r)^{-t}]$$

A：寬限期及還款期間之融資利息。

$P \times f(H)$ ：整個專案之主辦費收入。

$\sum_{t=0}^N [f(M) \times (1+r)^{-t}]$ ：整個貸款期之管理費收入。

參數之限制式如下：

$$P = L \times [1 - f(E)]$$

$$l_1 \leq f(I) \leq u_1$$

$$l_2 \leq f(I) \leq u_2$$

$$l_3 \leq f(I) \leq u_3$$

$$l_4 \leq f(I) \leq u_4$$

$$\text{Min}(DCR_t) \geq X$$

$$\frac{\sum_{t=t_c}^N DCR_t}{N - t_c} \geq Y$$

其中：

B：還款餘額 (Remaining Balance)

P：貸款金額 (Loan Principal)

L：資金需求

DCR：償債比 (Debt Coverage Ratio)

r：折現率 (Discount Rate)

X：年償債比要求值

Y：平均償債比要求值

u_1, u_2, u_3, u_4 ：銀行參數要求上限

l_1, l_2, l_3, l_4 ：銀行參數要求下限

t：期數

t_c ：興建期 (Construction period)

t_g ：寬限期 (Grace Period)

N：貸款期 (Loan Term)

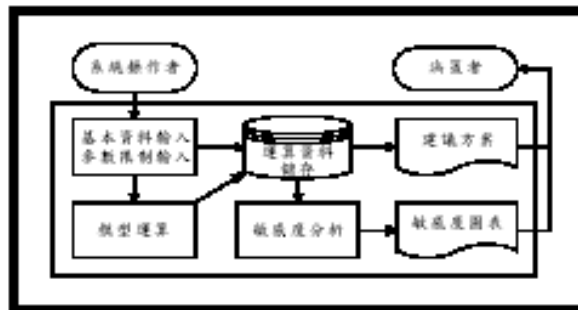


圖4 模型架構圖

四、計畫成果自評

國內有關專案融資之研究相當多，然多欠缺實務運作之背景支持，使得研究成果與實際狀況常相去甚遠。本研究以深度訪談配合層級分析法 (AHP) 問卷，探討銀行專案融資所著重的項目，以及建構融資建議模型。由於銀行專案融資作業流程、評估方式、負責單位，因專案及銀行有所不同，故各銀行內部並無明確可供參照之標準作業程序，多以承辦人員經驗法則為主，本研究整理訪談結果，提供專案融資作業之流程，

可供銀行內部承辦人員參考。

此外，本研究透過層級分析法及敘述性統計的方法，以探討不同類型的銀行間對各項融資評估項目的認知差異，並將各評估項目的重要性加以排序，提供銀行評估專案融資時之參考。並透過數學規劃法，找出銀行專案融資時之建議融資條件，以提供投資者在進行融資協商時，能以獲利最高之融資條件為基準作為協商之初始值，進而獲得更大的獲利空間。

目前國內在BOT專案的發展上，因獲得政

府的大力推動與民間企業的積極參與，逐漸蓬勃發展，但在投資者與融資單位進行融資協商的過程中，常因各方認知上的差異而導致專案資金調度的不順遂，而此，將易對BOT專案之發展造成重大的影響。本研究將目前國內各專案融資辦理銀行之評估項目做一整合，並建構出評估模型，此將有助於投資者在辦理專案投資的評估工作與融資協商，並有效提升各促參專案的可行性，進而達到BOT三營之局面。

五、參考文獻

- [1] 李健銘，目標規劃與蒙地卡羅模擬在BOT/BOO 財務評估之應用，交通大學土木工程學系，碩士論文，2000。
- [2] 易美蓮，中長期授信財務評估業務檢討與改進方向之研究，財政部研究發展專題報告（3），82年。
- [3] 胡仲英，BOT 理論與實務/兼論我國BOT 政策之推動，初版，孫運璿基金會，1999。
- [4] 洪德蒼，高雄捷運BOT 專案融資之風險認知與管理-Delphi 和AHP 法之運用，高雄第一科大金融營運系，碩士論文，2000。
- [5] 陳源宏，民間參與公共建設（BOT 模式）之財務運作與案例探討，國立交通大學管理科學系研究所，碩士論文，1996。
- [6] 黃玉霖、劉憶如、王文宇，BOT 三贏策略，初版，商鼎財經顧問，台北，89年1月。
- [7] Alan Sangster, The Bank of Scotland's COMPASS-The Future of Bank Lending, An International Journal of Expert Systems With Application, Vol.9, No.4,pp.457~468, 1995.
- [8] Baldwin-Morgan,A.A. & Sangster A, Strategy and Impacts of Expert Systems for Bank Lending, An International Journal of Expert System With Application, Vol.11, No.4, pp.455~461, 1996.
- [9] Chasn S.Park, Contemporary Engineering Economics, Third Edition, Prentice Hall, 2001.
- [10] Finnerty, John D, Project Financing / Asset-Based Financial Engineering,1996.
- [11] Jerzy Michnik, Multiobjective Analysis of a Financial Plan in a Bank, Multi-objective programming and goal programming : theories and applications 1996.
- [12] Steven A.Dennis & Donald J. Mullineaux, Syndicated Loans, Journal of Financial Intermediation 9, 404~426,2000.
- [13] S.Guven, A Linear Programming Model for Bank Balance Sheet Management, Omega International Journal of Management Science, Vol.25, No.4, pp.449~459, 1997.