

民間參與電子收費最適策略評估模式之研究

An Evaluative Model of Optimal Public Private Partnership Strategy for Electronic Toll Collection System

張學孔 S. K. Jason Chang¹

賴淑芳 Shu-Fang Lai²

摘要

為有效運用民間資源及經營效率以減輕政府財力負擔，並達促進產業升級、加速經濟發展及提高生活品質等目的，民間參與已成為政府持續推動重大公共建設之重要課題。有鑑於民間參與公共建設之時機與方式眾多，故如何建構一套較客觀、合理之評估模式，以分析不同計畫特性之民間參與最適策略，進而創造政府部門、使用者、投資業者以及社會大眾多贏之局面，實為值得深入研究之課題。本研究以高速公路電子收費系統為例，建構出「三層級程序性評估模式」，據以評估電子收費系統民間參與之最適策略，並進一步繪示評選模式之樹狀結構圖，以供其他公共建設民間參與策略評選之參考。

關鍵詞：電子收費、民間參與、評估模式

Abstract

How to effectively use private sectors' resources and efficiency to reduce public financial burdens for infrastructure development has become an important issue. In consideration of a variety of formats and timings that private sectors can be involved

¹ 國立台灣大學土木工程學系暨研究所教授（通訊地址：台北市羅斯福路四段一號，台灣大學土木館；電話：02-23625920 分機 304；E-mail: skchang@ntu.edu.tw）。

² 國立台灣大學土木工程學研究所博士候選人（E-mail: sallylai@ms9.hinet.net）。

in infrastructure development as well as different characteristics of projects, how to identify the optimal strategy for public and private partnership (PPP) to create a win-win situation for the public sector, the private sector, investors, and the whole society is a crucial issue. This study aims to establish a strategy assessment model for selection of PPP approach for infrastructure development. A tri-level hierarchical model, including alternative identification, screening process based on government effectiveness, user benefits, and investor's willingness of involvement are considered in an Analytic Hierarchy Process (AHP) framework. Numerical results from an electronic toll collection (ETC) system verify the applicability of model for alternative analysis in the project. Also, the model can be applied for other infrastructure and provides public sectors a tool for evaluating alternatives of PPP models.

Key word: *Electric Toll Collect System, Public and Private Partnership, Evaluative Model*

壹、前言

近年來由於政府經常性支出及社會福利支出的大量增加，以致財政日漸短拙，因而支應公共建設之經費亦相對縮減，惟公共建設不僅攸關全民之福祉，對產業升級、加速經濟發展及提高生活品質亦皆有深遠之影響，故如何有效運用民間資源及經營效率，以減輕政府財力負擔，已成為政府持續推動重大公共建設之重要課題。有鑑於民間參與之時機與方式眾多，且各計畫之特性不同，故如何決定民間參與之最適策略，以創造政府部門、使用者、投資業者以及社會大眾多贏之局面，實為值得深入研究之課題。

基於上述考量，本研究係以高速公路電子收費系統為例，期望能構建一套較為客觀之最適民間參與策略程序性評估模式，除藉以瞭解各界對於電子收費系統民間參與策略之考量因素及其重要程度外，並希望此模式能進一步推廣於其他公共建設，以作為政府部門評估相關建設計畫開放民間參與最適時機與方案之評估工具。

就現有民間參與公共建設實務面之推動工作而言，政府相關主管機關頒布之作業實施要點或規定顯示，目前辦理民間參與時須先經可行性評估與先期規劃[1]。惟不論是可行性評估或先期規劃之內容，通常係在一既定之民間參與策略下，進行其可行性評估以及特許範圍、特許期限、用地取得方式等相關分析，對

民間參與方式之評選著墨較少，雖有少部分研究曾就民間參與可行性加以評估，例如在交通部觀光局東部海岸國家風景區管理處委託之「都蘭鼻國有土地獎勵民間投資觀光遊憩設施規劃」[2]案中，即採用影響因子權重評估方式，就各影響因子以「成偶對比法」給定權重，並進而計算其得分，但基本上係僅就「民間參與是否可行」予以評估，而非就各種可能採用之民間參與策略加以評估分析，以作最適方案之評選基礎。

廖慶隆、陳天賜[3]係以民間參與之可能性綜合研判方式，進行民間參與交通建設之可能方式篩選分析。該研究依計畫週期與實質工作內容，將交通建設區分為「規劃設計」、「財源籌措」、「細設建造」、「營運重置」等四項工作程序，分別依其是否交由民間參與組合成16個方案，再依各項工作分別交由民間參與之可能性加以研判分析，篩選出八個可能方案，如表一所示。而就此八種可能組合，再依其是否發生移轉與移轉之型式，進一步界定出民間參與交通建設之八種可能方式，如表二所示。此一研究成果不僅顯現民間參與公共建設形式之多樣性，並可用以確認公共工程建設之民間參與類型，以作為後續評估分析之基礎。

表一 民間參與交通建設可能性研判

民間參與交通建設 可能組合編號	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
規劃設計							✓	✓	✓	✓	✓	✓			✓	✓
財源籌措					✓	✓	✓	✓					✓	✓	✓	✓
細設建造			✓	✓	✓	✓	✓	✓			✓	✓				
營運重置		✓		✓		✓		✓		✓		✓		✓		✓
是否具有可能性	♠	♠	♠	♠	♠	♠	♠	♠								
可行方案								不可行方案								
1. 全由政府執行								9. 僅規劃設計由民間參與								
2. 僅營運重置由民間參與								10. 僅規劃設計及營運重置由民間參與								
3. 僅細設建造由民間參與								11. 僅規劃設計及細設建造由民間參與								
4. 僅細設建造及營運重置由民間參與								12. 僅財源籌措由政府執行								
5. 僅財源籌措及細設建造由民間參與								13. 僅財源籌措由民間參與								
6. 僅規劃設計由政府執行								14. 僅財源籌措及營運重置由民間參與								
7. 僅營運重置由政府執行								15. 僅規劃設計及財源籌措由民間參與								
8. 全由民間參與								16. 僅細設建造由政府執行								

註：✓表示交由民間參與，♠表示其組合具有可能性。資料來源：[3]

表二 民間參與交通建設可能方式

民間參與類型	傳統發包	Ot	BT	BTot	FBLT	FBOT	FBTot	FBOO
規劃設計					✓	✓	✓	✓
財源籌措					✓	✓	✓	✓
細設建造			✓	✓	✓	✓	✓	✓
營運重置		✓		✓		✓	✓	✓
移 建造完成後移轉			⇄	⇄	⇄		⇄	
轉 營運屆滿後移轉		⇄		⇄		⇄	⇄	
傳統發包：完全由政府部門負責。 Ot：營運、移轉營運權。 BT：建造、移轉所有權。 BTot：建造、移轉所有權、營運、移轉營運權。 FBLT：籌措財源、建造、回租、移轉所有權。 FBOT：籌措財源、建造、營運、移轉所有權。 FBTot：籌措財源、建造、移轉所有權、營運、移轉營運權。 FBOO：籌措財源、建造、擁有所有權、營運								

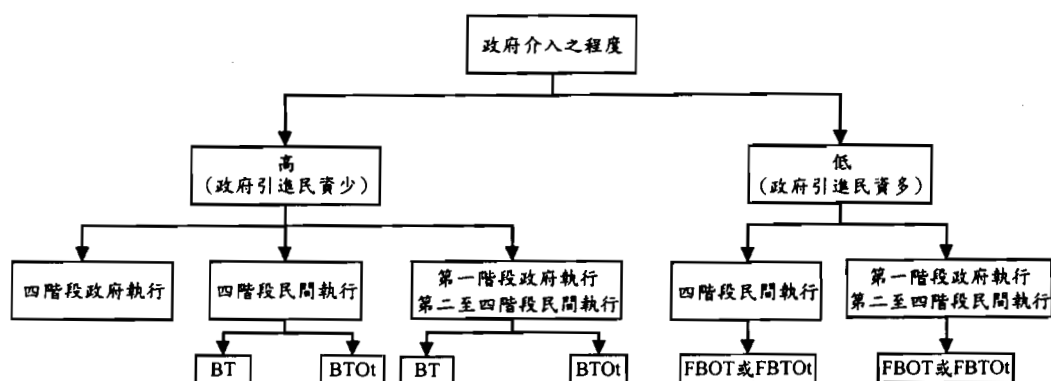
註1：✓表示交由民間參與，⇄表示發生移轉。資料來源：[3]

就公路電子收費系統而言，張學孔、許哲瑋、林全聖、林為廉[4]曾以三層級之情境分析，提供較適合國內發展ETC之方案。該三層級的分析架構中，第一層級包括規劃設計、財源籌措、細設建造、及營運重置等分析項目，第二層級則包括考慮建造完成履勘後或是營運屆滿後是否發生移轉等項目，第三層級再針對國際常見之民間參與公共建設之類型，篩選出國內民間參與高速公路電子收費系統適用之型式。

在此研究中前二層級係引用廖慶隆、陳天賜[3]之研究成果，而於第三層級之分析則以民間參與情境界定出七種可能情境（如圖一所示），再以民間報酬率、政府效益、推動速度、法令政策配合度、經營效率、相關產業扶持以及與ITS架構整合等七項指標，分析依達成程度之高、中或不易達成加以判別，如表三所示。該研究最後建議以「融資」、「興建」、「營運」等階段皆由民間參與最為恰當，其具體模式建議採用兩方案：（1）民間融資（Finance）、興建（Build）、營運（Operate）、移轉（Transfer）「FBOT模式」或（2）民間融資（Finance）、興建（Build）、所有權移轉（Transfer）、營運（Operate）、經營權移轉（Transfer）「FBTot模式」。

就上述相關研究內容而言，張學孔、許哲瑋、林全聖、林為廉[4]所發展之三層級情境分析方法，可說是目前相關研究中較為完整者，惟其評估程序雖已具完整芻型，但在方案之評選上係以研究者之主觀判斷為基礎，較缺乏客觀性之評

估標準，故本研究將在其架構上，除進一步檢討調整其評估程序外，並希望能重新建立較完整之評估標的與準則，以較客觀的評估方式來進行方案之評選，並期望能將所構建的評估模式予以一般化，提出一套可推廣於其他公共建設之最適民間參與策略評估模式。



圖一 民間參與情境示意圖

資料來源：[4]

表三 民間參與電子收費情境分析表

項目 情境	民間 報酬率高	政府效益高	推動速度快	法令政策 高度配合	經營效率高	相關產業 扶持	ITS 架構 整合
情境一	×	△	△	○	×	×	△
情境二	△	○	△	○	×	△	×
情境三	○	△	△	△	○	○	○
情境四	△	○	△	○	×	△	×
情境五	△	△	○	△	△	△	△
情境六	○	△	○	△	○	○	○
情境七	△	△	○	△	△	△	△

註：符號○表示達成度高，△表示達成度中，×表示不易達成

資料來源：[4]

貳、研究方法

在相關研究之既有基礎下，本研究希望能延續以往相關研究成果，構建「三層級程序性評估模式」(Tri-Level Hierarchical Assessment Model)，以作為民間

參與最適策略之評選工具。本研究係以高速公路電子收費系統民間參與模式作為研究對象，再進一步構建一般化模式，以期本模式能推廣應用至其他公共建設。

針對電子收費系統民間參與策略之評選而言，本研究係依序以「民間參與交通建設可能方式」以及「電子收費系統特性」形成前兩項之分析層級，由所有民間參與可能方式中初步篩選出初步可行方案；再以「窮舉法」與「層級分析法」(Analytic Hierarchy Process, AHP)理論為基礎，來進行評估準則界定與方案評選。

茲將本研究所採之三層級程序性評估模式及其相對於民間參與電子收費系統建置之可能形式說明如后。

一、層級一：交通建設屬性初步篩選

根據廖慶隆、陳天賜[3]之研究，若將交通建設建置期程區分為「規劃設計」、「財源籌措」、「營運重置」等四個階段，則再考量「移轉」之可行性時，民間參與交通建設可能方式有包括傳統發包、Ot、BT、BTot、FBLT、FBOT、FBTot、FBOO等八種組合型式，其特性詳如前述之表三所示。

二、層級二：電子收費系統特性因子篩選

由於每一項交通建設其特性不盡相同，因此上述八種民間參與方式可能有些無法符合高速公路電子收費系統建置之基本需求特性，故第二層級係依系統特性來進行初步篩選，有關高速公路電子收費各子系統之特性可參酌相關研究報告[5]；本研究考量因子有「系統整合難易度」、「興建與營運是否需由同一單位負責」、以及「所有權適不適合歸屬民間」等三因素：

(一) 因子一：系統整合難易度

考量電子收費系統建置之相關系統與技術較為複雜，系統整合工作宜由同一單位執行，故不考慮傳統發包方式（或統包、超級統包方式）。

(二) 因子二：興建與營運是否需由同一單位負責

考量設備維護、增置及汰換等問題，電子收費系統之興建與營運應由同一單

位負責，故不考慮 Ot 方式。

(三) 因子三：所有權歸屬適不適合由民間所有

考量高速公路電子收費系統所需要的專業技術較高，與一般大眾有密切之關係，且涉及相關之執法工作，其所有權不適合由民間所有，故不考慮 FBLT 及 FBOO 方式。

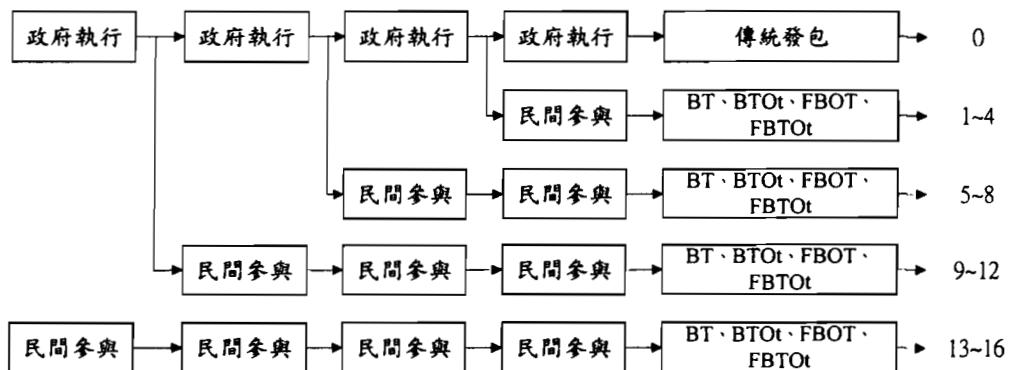
經系統特性之分析評估後，較適用於高速公路電子收費系統之民間參與方式由原先之八種刪至四種，即 BT、BTOt、FBOT、FBTOt。

三、層級三：情境分析與方案評選

(一) 方案產生

方案產生方式係依據系統建置之階段目標，就民間參與之時間點及配合層級二所篩選出之四種民間參與方式，得致可能之候選方案。

以高速公路電子收費系統而言，若考量國外發展經驗及國內高速公路運行特性，其階段性建置時程可分為「部分電子收費」、「全面電子收費」、「部分里程收費」、「全面里程收費」等四個循序建置階段，故此四個建置階段配合層級二所篩選出之四種民間參與方式，可得出十六個候選方案，詳圖二所示。



圖二 民間參與高速公路電子收費系統建置可能情境分析圖

(二) 方案評選

本研究之方案評選方法係依評估準則評分法，在評估標的與準則確認後，除

就各方案別之各評估準則予以評分外，並以「層級分析法」(Analytic Hierarchy Process, AHP)，透過專家學者之問卷調查，獲得各評估準則之權重，最後再由各準則得分與權重值之標準化與加乘後，得到各方案之得分數，再以得分高低評定各方案之優先順序。

為提高有效問卷數以及簡化權重計算程序，本研究係採用連鎖比例法進行問卷之設計與結果之計算，茲將其操作方式簡述如下：

1. 問卷設計與調查

問卷設計係以「成偶對比法」(pair wise)，先就評估標的間兩兩比較，由受訪者成對給予1~10間之對比分數；而後再就各評估標的內之各評估準則兩兩比較，亦由受訪者成對給予1~10間之對比分數。此一方法係假設受訪者之給分不會出現前後矛盾的現象，亦即只要回收問卷之所有題目皆有填答，即視為有效問卷。

2. 權重計算方式

評估標的權重計算方式：

在權重的計算上係採用連鎖比例法進行，亦即假設有N個評估標的作評比時，兩兩成對比較之情況下即會有10個數據，即標的A比標的B之值(A/B)、標的B比標的C之值(B/C)以至於標的N比上標的A之值(N/A)，這些數據連乘之結果理論上應等於1，即：

$$\frac{A}{B} \times \frac{B}{C} \times \frac{C}{D} \times \dots \times \frac{M}{N} \times \frac{N}{A} = \frac{A}{A} = \alpha' \approx 1 \quad \dots\dots\dots(1)$$

但因受訪者在回答每一個問題時，皆可能有誤差存在，故由問卷所得之 α' 值可能不等於1，則此時須再透過誤差項之調整，將各題得分全部除上 α' ，即可得致調整後之數值；另並可由下式求得誤差項：

$$(1 + \rho)^\beta = \alpha'$$

$$\rho = \sqrt[\beta]{\alpha'} - 1 \quad \dots\dots\dots(2)$$

其中 β 表評估標的個數。

在誤差項求出後，即可據以求出各標的相對於標的A之得分數，即：

$$B\text{之權重} = \frac{(1+\rho)}{\frac{A}{B}}; \quad C\text{之權重} = \frac{(1+\rho)^2}{(\frac{A}{B} \times \frac{B}{C})}$$

則：

$$\text{任一標的}N\text{之權重} = \frac{(1+\rho)^\beta}{(\frac{A}{B} \times \frac{B}{C} \times \dots \times \frac{M}{N})} \dots \dots \dots (3)$$

其中 β 表示標的 N 之序位。

經由上述方法雖已可得致各標的之權重，惟其權重值總合並非為1，為利於後續計算與檢核，故須再將之標準化，其計算式如下：

$$\text{評估標的標準化權重} = \frac{\text{單一標的權重}}{\text{所有標的未標準化權重總和}} \dots \dots \dots (4)$$

評估準則權重計算方式：

各標的內之各準則權重求取方式大致係比照標的權重計算方式進行，惟再求得其所屬標的內權重後，須再將各準則之權重與其所屬標的之權重相乘，始可得出每一評估準則之相對權重數，亦即：

$$\text{評估準則加權後權重} = \text{所屬標的權重} \times \text{評估準則於標的內權重} \dots \dots \dots (5)$$

參、評估標的與準則建立

為建立評估標的與評估準則，本研究係以窮舉法，將採行民間參與之相關案例所考量之因素一一列舉，再進一步分析各評估準則是否會因不同方案而有所不同，若該評估準則可經由相關配合措施而使各方案間無明顯差異性存在，則將該準則刪除，以期所有納入方案評選之評估準則皆為具有實質影響者。

考量高速公路電子收費系統所可能產生之影響範圍包含政府部門、使用者、民間投資業者以及相關產業，故本研究將評估標的設定為此四部門之效益，亦即「標的一：提昇政府部門效益」、「標的二：提昇使用者效益」、「標的三：提高民間參與意願」、以及「標的四：提昇社會效益」；以下將各標的之可能評估準則逐一討論。

一、標的一：提昇政府部門效益

就政府部門之效益而言，本研究認為可區分為財務負擔、興建風險、營運風險、交通管制策略之配合、與ITS整體架構之整合以及經營效率等六個準則來加以評估，茲將其考量因素與評估方式分述如下：

(一) 政府財務負擔

政府部門之出資金額將對政府部門預算產生排擠效應，就本研究分析之各個方案而言，政府部門所需負擔金額將隨方案不同而有極大的差異，故有必要列入評估準則。

以提昇政府部門效益而言，若能在政府負擔愈少之情況下，同樣達到電子收費系統建置之目的，則對政府部門當屬正面之效益。惟在考量各方案分別涉及興建或營運單位由民間主導，故其於興建與營運階段資金投入之單位亦可能為政府或民間，為能更明確地加以分析，故本研究進一步將此評估準則區分為「建置費用」與「營運費用」，分別就其為政府負擔或民間負擔來評估其效益；換言之，以提昇政府部門效益之立場而言，不論興建或營運階段，若其資金籌措單位為政府部門，則視為低效益；反之，若由民間出資，則視為高效益。

(二) 政府承擔之興建風險

電子收費採用不同的民間參與方案，其於興建階段之風險承擔單位亦將有所不同，以提昇政府效益之立場而言，系統興建之工作若由民間執行，則此階段之風險自然由民間承擔，對政府部門而言，效益因而較高。

(三) 政府承擔之營運風險

電子收費系統之經營存在有其一定的風險，就本研究所考量之不同方案而言，經營主體可能為政府部門或民間部門，故其承擔經營風險之單位亦不盡相同，以提昇政府效益而言，若同樣能達到系統運作之目的，則由民間經營之方案將降低政府部門所須承擔之風險，對政府部門自屬高效益；反之，若由政府部門負責營運，則經營之風險須由政府負擔，就提昇政府部門效益而言則屬低效益。

(四) 交通管制策略之配合

高速公路因應特定時間之大量交通需求，常會採用不同的交通管制策略，如

單向收費、雙向暫停收費、高承載管制等，若經營單位係政府部門，則在管制策略之配合程度上將較具彈性；反之，若由民間經營，則因管制策略將直接影響到業者之營收，除非透過合約之事先約定，否則管制策略之運用將有一定程度之限制。故就政府部門效益而言，若營運由政府部門負責，則屬高效益；若由民間負責，則屬低效益。

(五) 與 I T S 整體架構之整合

電子收費系統係屬智慧運輸系統 (ITS) 整體架構中之一環，故其推動必須考量與ITS整體架構之整合，避免產生高速公路ITS各子系統間使用技術或功能有所衝突，造成未來資訊互通與系統整合之困難，故其整合之難易似亦應納入評估準則。惟考量其系統整合實可經由相關設備功能及資料項提供予以事先約定，來達成系統之整合，而藉以消彌各方案間之差異性，故本研究不將此準則納入方案之評比；惟由民間參與建置及營運對於先進技術之引進與應用將較具彈性。

(六) 經營效率

引入民間企業之經營效率與活力，可說是政府部門開放民間參與案例之重要目的，亦稱得上是政府經營或民間經營之最大差別所在，故本研究將本準則納入考量。又因經營效率之提昇，其受益者雖是使用者，但對單一使用者而言，經營效率似乎又不是其所能夠直接感受或是其追求的目標，故在此將其歸為政府部門效益，亦即若經營單位為民間，則視為高效益；反之，則視為低效益。

二、標的二：提昇使用者效益

就使用者效益而言，本研究認為較具直接影響者有計畫推動之速度與服務品質，茲將考量因素與評估方式分述如下：

(一) 計畫推動速度

計畫推動速度將因民間參與方式之不同而有所差異，而速度之快或慢雖然對政府部門、參與業者亦有影響，但實不若使用者來得直接，因推動速度愈快，使用者將可更快感受到電子收費系統建置而帶來之直接效益，例如通過收費站之速度提昇、交通延滯減少等，而這些效益似乎又不是非高速公路使用者所能直接感

受的，故本研究將其歸為使用者效益進行分析。

就計畫推動速度而言，由目前國內推動公共建設民間參與之案例經驗，民間參與似乎不盡然會加快計畫推動速度，反而因採民間參與方式，而可能需花費更多的前置作業時間，例如可行性研究、部門間協調、廠商評選、合約協商等，故就本評估準則而言，本研究將之區分為二個階段分別進行評比，亦即由計畫形成至完成規劃設計為一階段，而動工至開始營運為另一階段。

就計畫形成至完成規劃設計階段而言，若規劃設計由政府部門負責，因其不需再花費開放民間參與所需之各項前置作業時間，且若該項建設係政府部門政策目標，其推動速度相對較快，故視為高效益；反之，此階段若由民間負責，則因前置作業時間較長，推動速度反而可能較慢，故視為低效益。另就動工至開始營運階段而言，考量民間具有較高的彈性與應變能力，故若興建及營運皆由民間負責，則視為高效益；反之，若興建及營運皆由政府部門負責或僅由民間興建，則視為低效益。

（二）服務品質

服務品質與使用者最為直接相關，亦為使用者所直接感受者，故在此列為使用者效益。而在效益評定上，則以營運單位作區分，若由民間經營則視為高效益；反之，若由政府經營則視為低效益。

三、標的三：提高民間參與意願

就評估民間參與意願之準則而言，可就「民間投資金額」、「獲利率」以及「民間所承擔風險」等三部分加以評估，茲將其考量因素與評估方式分述如下：

（一）民間投資金額

民間投資金額之多寡將影響民間業者之投資意願，若暫不考量其獲利率及風險，則當需要民間投入之資金較高時，其意願較低，故在此考量電子收費系統建置之資金需求可分為興建與營運兩個階段，其出資單位因方案別將有所不同，故又將之區分為建置費用以及營運費用兩個準則，亦即若該費用係政府部門出資，則視為對提昇民間參與意願為高效益，反之則為低效益。

(二) 民間投資者獲利率

除投資金額外，獲利率對民間投資業者而言亦是極重要之影響因素，在尚未進入可行性研究之前，明確的獲利率不易推估，因此本研究係以民間參與之強度來加以評估。而考量各方案中民間所扮演之角色於興建或營運階段各有不同，因此又將之區分為「建置」及「營運」兩項準則。

就建置階段而言，若政府部門負責規劃設計與籌資，而民間僅負責興建，則民間業者之參與程度極低；而若民間自行籌資並負責系統建置，則相對上參與程度較高，可能得致之獲利率亦相對較高，故在本準則之評估上，若該方案係由民間負責籌資至建置完成，則視為高效益；反之，若由政府部門負責籌資及規劃設計，則視為低效益。

就營運階段而言，則若由民間負責營運，視為高效益；反之，則視為低效益。

(三) 民間承擔之風險

民間業者所須承擔之興建風險亦是影響其參與意願之主要因素，當暫不考慮投資金額與獲利率時，則承擔之風險高，其投資意願自然降低，故將之列為評估準則。而考量各方案中民間所扮角色於興建或營運階段各有不同，因此其所承擔之風險又可區分為「建置」及「營運」兩個階段，故又將之區分為民間所承擔之興建風險與營運風險加以評估。若興建風險或營運風險係由民間承擔，則視為低效益；若由政府承擔，則視為高效益。

四、標的四：提昇社會效益

就社會效益而言，電子收費系統開放民間參與對相關產業之扶持度相對於完全由政府部門主導，其社會效益可能較高，因此本研究將相關產業之扶持列為社會效益之評估準則。而考量各方案中民間參與可能發生於興建或營運階段，因此其所可能產生之影響亦將有所不同，故又將之區分為建置及營運兩個階段。

就建置階段而言，若該階段係由民間負責籌資興建，則視為高效益；反之，若由政府部門負責規劃設計與出資，則視為低效益。就營運階段而言，若由民間

負責營運，則視為高效益；反之，則視為低效益。

經由上述分析，茲將本研究所考量之評估標的與其評估準則項目與評估方式彙整於表四。

表四 各評估準則評分方式說明

標的	準則	計分方式 ^{a,b}
提昇政府部門效益	政府財務負擔—建置費用	由民間負擔則視為高效益，反之則視為低效益。
	政府財務負擔—營運費用	由民間負擔則視為高效益，反之則視為低效益。
	政府承擔之興建風險	由民間承擔則視為高效益，反之則視為低效益。
	政府承擔之營運風險	由民間承擔則視為高效益，反之則視為低效益。
	交通管制策略之配合	由政府經營則視為高效益，反之則視為低效益。
	經營效率	由民間經營則視為高效益，反之則視為低效益。
提昇使用者效益	計畫推動速度—計畫形成至規劃設計完成	由政府規劃設計則視為高效益，反之則視為低效益。
	計畫推動速度—動工至開始營運	由民間興建及營運則視為高效益，反之則視為低效益。
	服務品質	由民間經營則視為高效益，反之則視為低效益。
提高民間參與意願	民間投資金額—建置費用	由政府出資興建則視為高效益，反之則視為低效益。
	民間投資金額—營運費用	由政府出資營運則視為高效益，反之則視為低效益。
	民間投資者獲利率—建置	由民間籌資及興建則視為高效益，反之則視為低效益。
	民間投資者獲利率—營運	由民間經營則視為高效益，反之則視為低效益。
	民間承擔之興建風險	由政府興建則視為高效益，反之則視為低效益。
	民間承擔之營運風險	由政府營運則視為高效益，反之則視為低效益。
提昇社會效益	相關產業扶持—建置階段	由民間籌資及興建則視為高效益，反之則視為低效益。
	相關產業扶持—營運階段	由民間經營則視為高效益，反之則視為低效益。

註 a：每一方案於各準則中皆依四個建置階段分別予以評分，再將四階段得分數加總為該方案於該準則之得分數。

註 b：高效益則給予 10 分，低效益則給予 1 分。

肆、方案評選

一、問卷調查

依前述研究方法及方案評估方法之說明，本研究於問卷擬定後進行專家學者之問卷調查，共計發送問卷十五份，回收十份，各領域受訪者分佈狀況詳見表五。

表五 AHP 問卷發送與回收份數

類別	發送份數	回收份數 ^b
學者專家	7	4
政府部門 ^a	5	3
顧問公司	3	3
合計	15	10

註：a 含交通部、高公局、中華電，b 所有回收問卷皆已完成所有問項之填答。

二、評估準則權重計算與分析

(一) 受訪者評估標的權重差異分析

依前述之權重計算方式，經分析整理計算後，由表六可知，不同領域之受訪者，其對各標的所給予之權重雖有些許的差異，但基本上「提昇使用者效益」及「提昇社會效益」兩者皆為各領域受訪者認為較重要者，唯其中顧問公司受訪人員認為「使用者效益」最應受重視；而政府部門則認為「社會效益」最為重要；至於學者專家，則認為兩者重要性相當。

表六 各領域受訪者評估標的權重值比較

項目 類別	權重值比較			
	學者專家	政府部門	顧問公司	總計
提昇政府部門效益	0.20	0.19	0.23	0.20
提昇使用者效益	0.29	0.28	0.33	0.30
提高民間參與意願	0.22	0.23	0.21	0.22
提昇社會效益	0.29	0.30	0.23	0.28

資料來源：本研究調查結果。

(二) 評估準則權重計算結果

所有回收問卷經整理與計算後，各評估標的與評估準則之權重詳如表七。由調查結果顯示，就電子收費系統民間參與策略之評估標的而言，提昇使用者效益最為重要、其次為提昇社會效益、再次為提高民間參與意願，而提昇政府部門效益則排名最後，惟權重值差異性並不大。

若再就各評估準則而言，則提昇社會效益中之相關產業扶持位居前二名，其

次為提昇使用者效益中之服務品質與計畫推動速度，而提高民間參與意願中之建置階段民間投資金額與建置階段民間投資者獲利率則為受訪者認為較不重要者，至於其他各項準則則重要性大致相當。

表七 評估標的與準則權重表

標的		準則		
項目	權重	項目	標的內權重	加權後權重
提昇政府部門效益	0.20	政府財務負擔—建置費用	0.16	0.0472
		政府財務負擔—營運費用	0.17	0.0505
		政府承擔之興建風險	0.17	0.0498
		政府承擔之營運風險	0.18	0.0533
		交通管制策略之配合	0.17	0.0505
		經營效率	0.16	0.0479
提昇使用者效益	0.30	計畫推動速度—計畫形成至規劃設計完成	0.33	0.0725
		計畫推動速度—動工至開始營運	0.31	0.0679
		服務品質	0.37	0.0807
提高民間參與意願	0.22	民間投資金額—建置費用	0.17	0.0475
		民間投資金額—營運費用	0.12	0.0325
		民間投資者獲利率—建置	0.13	0.0347
		民間投資者獲利率—營運	0.21	0.0581
		民間承擔之興建風險	0.18	0.0581
		民間承擔之營運風險	0.19	0.0522
提昇社會效益	0.28	相關產業扶持—建置階段	0.53	0.1080
		相關產業扶持—營運階段	0.47	0.0958

資料來源：本研究調查結果。

三、方案評選

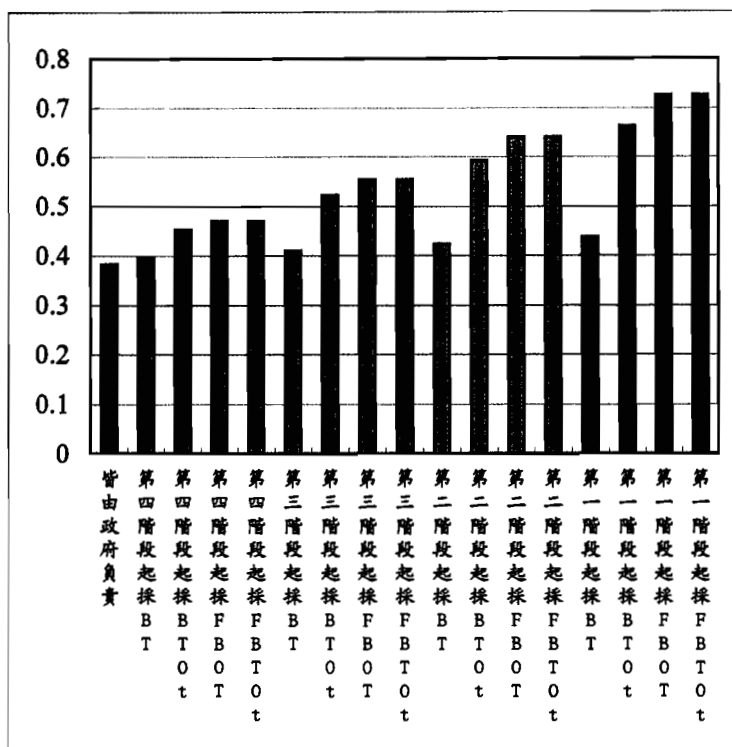
依本研究之評分方式，再配合問卷調查所得之權重，茲將各候選方案之得分與名次排序結果彙整於表八及圖三。由各方案評分結果可知，高速公路電子收費系統之民間參與策略，在本研究所分析之十六個可能方案中，以第一階段起即採FBOT或FBTOt為最佳方案；次為第一階段起採BTOt；次為第二階段起採FBOT或FBTOt；次為第二階段起採BTOt；次為第三階段起採FBOT或FBTOt；次為第三階段起採BTOt；次為第四階段起採FBOT或FBTOt；次為第四階段起採BTOt。而任一階段開始採BT之方案得分較任一階段開始採FBOT、FBTOt

或BTOt為差，至於四階段皆由政府部門負責，則為得分最差之方案。換言之，電子收費系統宜採更徹底的民間參與策略，亦即由規劃設計、籌資、興建、營運皆由民間負責，而即使於系統已完成部分建置階段時，後續階段改採FBOT或FBTOt方式，其效益仍舊大於其他民間參與方案。

表八 電子收費系統民間參與策略綜合評估表

方案別	方案說明	加權得分數	名次
0	皆由政府負責	15.3058	13
1	第四階段起採BT	15.8427	12
2	第四階段起採BTOt	18.1031	8
3	第四階段起採FBOT	18.7332	7
4	第四階段起採FBTOt	18.7332	7
5	第三階段起採BT	16.3796	11
6	第三階段起採BTOt	20.9004	6
7	第三階段起採FBOT	22.1607	5
8	第三階段起採FBTOt	22.1607	5
9	第二階段起採BT	16.9166	10
10	第二階段起採BTOt	23.6977	4
11	第二階段起採FBOT	25.5881	3
12	第二階段起採FBTOt	25.5881	3
13	第一階段起採BT	17.4535	9
14	第一階段起採BTOt	26.4950	2
15	第一階段起採FBOT	29.0156	1
16	第一階段起採FBTOt	29.0156	1

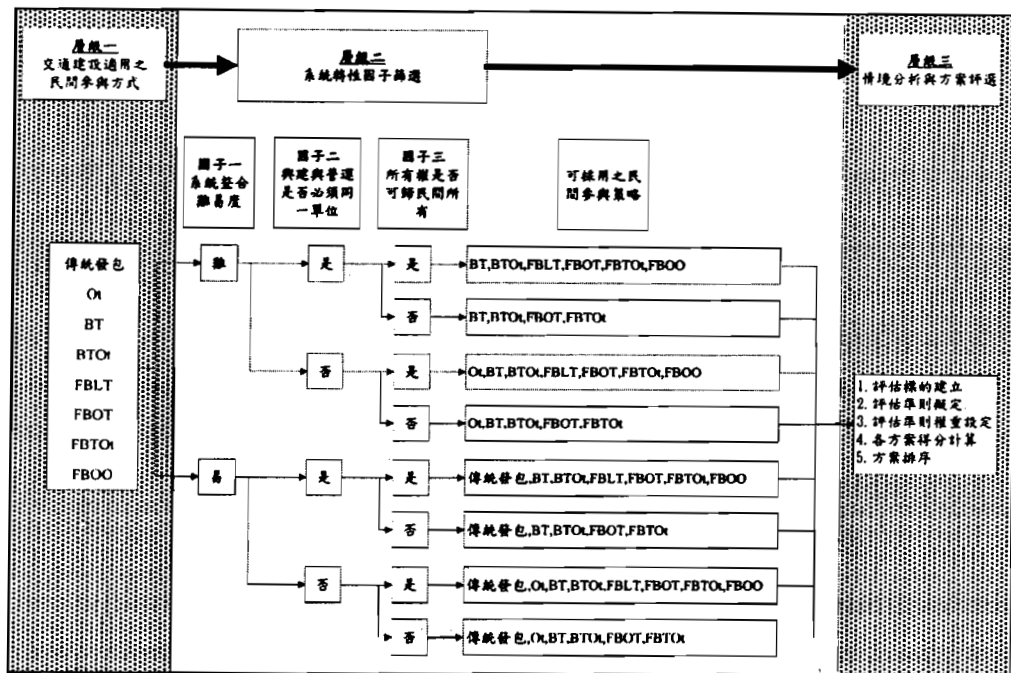
註：各方案得分愈高者愈佳



圖三 電子收費系統民間參與可能方案得分比較

四、一般化模式構建

爲更清楚地呈現本評選模式之評估架構，並使其可推廣應用於其他公共建設之民間參與模式評選，本研究將上述構建之評估模式以樹狀結構圖的方式呈現，如圖四所示；未來在評估其他公共建設民間參與策略時，可先依該建設之各項特性，利用此樹狀圖快速地界定可能的策略，除有助於最適策略之評選外，相關單位於計畫民間參與之初，亦可利用此樹狀圖，先行評估其較適採用之民間參與方式，並可進一步設定評估權重，以了解各方案之可能效益，對計畫之後續推動將有直接的幫助。



圖四 三層級程序性評估模式樹狀結構圖

伍、結論與建議

- 一、本研究所建構之三層級程序性評估模式，其三層級依序為「交通建設屬性初步篩選」、「電子收費系統特性因子篩選」以及「情境分析與方案評選」。第一層級篩選出交通建設可能採用之民間參與方式；第二層級則依系統整合難易度、興建營運單位是否須相同以及所有權歸屬對象等三個因子，再次刪除不符合電子收費系統特性之民間參與方式；第三層級則再界定出評估標的及準則，並據以進行替選方案之評選。此一評估模式經由電子收費案例分析具有實用性，亦能應用於其他公共工程民間參與方式之評估。
- 二、以高速公路電子收費系統為例，透過評估模式之評選，分析結果顯示電子收費系統宜採更徹底的民間參與策略，亦即由規劃設計、籌資、興建、營運皆由民間負責，而即使於系統已完成部分建置階段時，後續階段改採FBOT或FBTOI的方式，其效益仍舊大於其他民間參與方案。

- 三、依問卷調查結果顯示，受訪者認為電子收費系統之民間參與策略評估標的中，提昇使用者效益最為重要、其次為提昇社會效益、再次為提高民間參與意願，而提昇政府部門效益則排名最後，惟各項標的之權重值差異不大。不同領域受訪者給予各標的之權重亦有些微的差異：顧問公司專家認為使用者效益最應重視；而政府部門則認為社會效益最為重要；至於學者專家，則認為兩者重要性相當，惟基本上提昇使用者效益及提昇社會效益皆為各領域受訪者認為較重要者。
- 四、本研究構建之三層級程序性評估模式，只需針對不同系統之特性以及評估標的與準則重新加以研選，即可推廣應用於其他公共建設之民間參與策略評估。而透過本研究所構建之樹狀結構圖，亦有助於未來相關單位於計畫初期，先行評估其較適採用之民間參與方式，並可進一步設定評估權重，以了解各方案之可能效益，對計畫之後續推動將有直接的幫助。
- 五、本研究係以相關研究成果為基礎加以延伸，在民間參與策略中並未明確界定由政府主導並與民間共同出資成立合資公司的經營模式，因而於評估因子之設定上未予以特別考量，建議後續研究可將其納入方案評估分析。

參考文獻

1. 交通部，「交通部暨所屬各機關辦理民間參與交通建設作業實施要點」，八十七年八月十九日交路八十七字第 006475 號函頒。
2. 交通部觀光局東部海岸國家風景區管理處，「都蘭鼻國有土地獎勵民間投資觀光遊憩設施規劃」，民國八十七年六月。
3. 廖慶隆、陳天賜，「民間參與公共建設方式之研析」，中華道路第 38 卷第 1 期，pp.21-32，民國八十八年一月。
4. 張學孔、許哲瑋、林全聖、林為廉，「高速公路電子收費系統經營運發展策略之研究」，2000 年台灣智慧型運輸系統 ITS 國際研討會論文集，民國八十九年四月。
5. 張學孔等人，「高速公路電子收費系統經營與發展策略之研究」，財團法人中華顧問工程司委託台大慶齡工業研究中心辦理，民國八十九年四月。