

行政院國家科學委員會專題研究計畫 成果報告

民營化電子收費系統下國道高速公路通行費訂定機制之研究

計畫類別：個別型計畫

計畫編號：NSC93-2211-E-032-011-

執行期間：93年08月01日至94年07月31日

執行單位：淡江大學運輸管理學系

計畫主持人：陳敦基

報告類型：精簡報告

處理方式：本計畫可公開查詢

中 華 民 國 94 年 12 月 25 日

## 一、中英文摘要

由於智慧型運輸系統(Intelligent Transportation System, ITS)迅速發展及其相關技術之成熟，政府當前已採取 BOT 方式推動民間參與高速公路電子收費系統(Electronic Toll Collection, ETC)之建置及營運。而當高速公路已全面採 ETC 哩程收費後，基於促進高速公路國道資源有效利用之目標，當積極實施高速公路通行費率之「尖離峰差別定價」。

有鑑於此，本計畫將以高速公路通行費採取「尖離峰差別定價」之費率制度為研究主軸，探討以政府立場在民間參與高速公路 ETC 建置與營運後，針對高速公路欲達到之財務自償性目標，所應訂定之通行費率水準。故在本研究計畫中亦將分別建立高速公路之需求模式、總變動成本函數，以及收益函數並進行相關需求、成本及收益之未來預測；進而在考量因 ETC 民營化所衍生之委辦服務費支出對變動成本的影響以及當高速公路通行費實施尖離峰差別定價後，將使高速公路流量發生時間上或空間上之需求轉移，結合以上模式及考量因素本研究基於「財務損益平衡」觀點可建立尖離峰差別下之財務均衡模式。另外，將探討在社會福利最大之目標設定下之合理費率水準，與高速公路欲達到之財務自償性目標，所應訂定之通行費率水準之差異。

經實證分析結果顯示，社會福利最大目標下之最適費率在折現率為 8%，營運年期為 15 年為 0.34086 元/公里，相較於現況實施的費率(約 1 元/公里)為低；而財務均衡下之最適費率

在折現率為 8%，還本年限為 15 年為 2.02551 元/公里，相較於現況實施的費率(約 1 元/公里)為高。

社會福利最大目標下之最適費率為 0.34086 元/公里小於財務均衡下之最適費率為 2.02551 元/公里；在財務均衡模式中其考量加入差別訂價下之最適費率為 2.31525 元/公里大於維持基準費率下之最適費率為 2.025 元/公里。

在折現率、營運年期及還本年限改變時其分析結果顯示，當折現率提高時社會福利最大目標下之最適費率會降低；當營運年期逐漸增加時社會福利最大目標下之最適費率會有逐漸降低的趨勢。

而當折現率提高時財務均衡下之最適費率則會提高。當還本年限為 15 年時財務均衡下之最適費率為 2.02551 元/公里會大於還本年限為 20 年時財務均衡下之最適費率為 2.00698 元/公里；當還本年限為 25 年時財務均衡下之最適費率為 2.02490 元/公里會大於還本年限為 20 年時財務均衡下之最適費率為 2.00698 元/公里；當還本年限為 30 年時財務均衡下之最適費率為 2.05241 元/公里會大於還本年限為 25 年時財務均衡下之最適費率為 2.02490 元/公里。

關鍵詞: 高速公路電子收費、尖離峰差別定價、財務損益平衡、社會福利最大

As the rapid development of the Intelligent Transportation System(ITS) and the maturity of the relative technical, the government has adopted the way of BOT to proceed the public participating to the construction and operation of Electronic Toll Collection, ETC. But after

adopting ETC to charge for the freeway toll completely, we should implement the “Discrimination of Pricing on Peak and Off-peak Periods” effectively when we promote the goal of taking good use of the highway.

In the view of this, this study will take the “Discrimination of Pricing on Peak and Off-peak Periods” as the research core for the freeway toll to discuss the position of the government who cooperate with the public for the freeway ETC construction and operation when focusing to achieve the self-liquidating goal of financial for the setting lever of freeway toll.

Therefore, this research also respectively cultivate the demand model of freeway, Total variable cost function and the benefit function and the forecast the future of relative demand, cost and benefit; and then the considerate the influence on variable cost in the committed service charge in the privatization of ETC and the demand transfer in the time and space of highway after the regime of Discrimination of Pricing on Peak and Off-peak Periods, combined the above molds and considerate factor, this research basis the point of the “financial breakeven” can cultivate the financial balance mold during the Discrimination of the Peak and Off-peak Periods. Besides, it will discuss the different freeway toll setting between the reasonable proportion balance for the target social welfare and the achieving financial self-liquidating goal of the highway.

The empirical study shows that under the objective of maximization of social welfare, the optimal toll structure (discounted rate 8%, operate period 15 years) is 0.34086 dollar/kilometer, which will be lower fare when compared with the existing toll structure (about

1 dollar/kilometer), but at the financial equilibrium the optimal toll structure (discounted rate 8%, payback 15 years) is a higher fare at 2.025 dollar/kilometer when we compare it with the present fare (about 1 dollar/kilometer).

Under the objective of maximization of social welfare the optimal toll structure (0.30486 dollar/kilometer) is lower than under the financial equilibrium the optimal toll structure (2.02551 dollar/kilometer); considering to add the optimal toll structure (2.315dollar/kilometer) of the discrimination of pricing in the mold of financial equilibrium pattern is more than optimal toll structure maintaining the based toll structure (2.02551 dollar/kilometer).

The analysis result of the change between the discounted rate, operate period, and payback period appears that the raising rate will decrease the optimal toll structure under objective of maximization of social welfare: while the payback period becomes to raise, under objective of maximization of social welfare will come to the trend of decreasing gradually. But the discounted rate raise at the financial equilibrium the optimal toll structure will raise up.

The financial equilibrium the optimal toll structure (2.02551 dollar/kilometer, payback 15 years) is higher than the financial equilibrium the optimal toll structure (2.006dollar/kilometer, payback 20 years). The financial equilibrium the optimal toll structure (2.0249 dollar/kilometer, payback 25 years) is higher than the financial equilibrium optimal toll structure(2.006 dollar/kilometer, payback 20 years). The financial equilibrium optimal toll structure (2.052 dollar/kilometer, payback 30 years) is higher than the financial equilibrium optimal toll structure

(2.0249 dollar/kilometer, payback 25 years).

Key words : Electronic Toll Collection (ETC) of freeway, Discrimination of pricing on peak and off-peak, Financial breakeven, maximization of social welfare

## 二、緣由與目的

由於智慧型運輸系統(Intelligent Transportation System, ITS)迅速發展及其相關技術之成熟，政府當前已採取 BOT 方式推動民間參與高速公路電子收費系統(Electronic Toll Collection, ETC)之建置及營運。而當高速公路已全面採 ETC 哩程收費後，基於促進高速公路國道資源有效利用之目標，當積極實施高速公路通行費率之「尖離峰差別定價」，以使道路定價 (Road Pricing) 之精神與理念得以在此被付諸實現，也因採哩程收費後用路人「走多少，付多少」的收費型式，使國道基金欲達損益平衡之年期早日達成。

有鑑於此，本計畫將以高速公路通行費採取「尖離峰差別定價」之費率制度為研究主軸，探討民間參與高速公路 ETC 建置與營運後，針對高速公路欲達到之財務自償性目標，所應訂定之通行費率水準。故本計畫將以財務自償為追求目標，並考量民間參與下所衍生之相關財務課題（即委辦費率），以及採取尖離峰差別通行費率後，其可能發生原高速公路流量在時間上之轉移（如由尖轉移至離峰），或空間上之轉移（如由高速公路轉移至替代道路）等情形，而造成高速公路流量之變動，進而影響其通行費之總收益。由此可知，本計畫係由「財務損益」為主體之研究觀點，試圖探討政府部門應如何訂定高速公路尖離峰

差別通行費率之標準，以因應民營化 ETC 之高速公路營運體制，並能兼顧促進高速公路資源有效利用之目標。

綜合以上背景及思考方向，本研究擬出以下幾個目標：

1. 本研究將先透過相關文獻中之個體選擇機率模式進行需求轉移分析，進一步基於政府立場在自償目標下考量 ETC 民營化後對高速公路局收支之衝擊，從財經理論上構建一套合理通行費差別費率之訂定模式。
2. 訂定一合理費率，其先能在設定的年期償還目前負債；再進一步能滿足自償部分之建設成本與維護費用。
3. 本研究將針對通行費率調整的幅度(差別訂價)在高速公路局達損益平衡情形下求出其財務均衡下之最適費率。
4. 將探討在社會福利最大之目標設定下之合理費率水準，與高速公路欲達到之財務自償性目標，所應訂定之通行費率水準之差異。

## 三、模式構建

在建立財務均衡模式前需先構建出需求函數、成本函數以及收益函數，之後以財經理論的觀點，在不同的自償率設定下，求解高速公路財務收支平衡下最適通行費率。

此財務模式包含四個部份，分別為：(1) 需求模式(2)成本模式(3)收益模式(4)社會福利模式。以下就每個函數構建結果進行討論：

### (一) 需求模式之建立

#### 1. 需求函數建立

本研究之需求函數形式如下所示：

$$Q = e^{\alpha} P^{\beta} M^{\gamma} e^{d \cdot k}$$

其中， $Q$ ：小客車當量延車公里(當量延車公里/年)； $M$ ：平均國民所得(元/年)； $P$ ：小客車當量通行費率(元/公里)； $k$ ：相對基年容量比例值； $d$ 、 $\alpha$ 、 $\beta$ 、 $\gamma$ ：待校估參數

其所需資料包含小客車當量延車公里、小客車當量通行費率、平均國民所得及相對基年容量比例值等，本研究將上式取  $\ln$  後可得變數取  $\ln$  之模式如下所示：

$$\ln Q = \alpha + \beta \ln P + \gamma \ln M + d \cdot k$$

## 2. 尖離峰流量之訂定

因本研究在探討高速公路採行尖離峰差別訂價，故須對於尖峰時段及離峰時段的流量分別做說明，由以下示意圖及數學式說明：

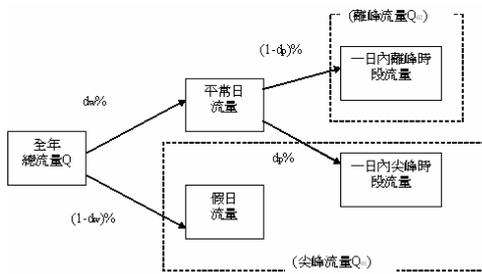


圖 1 尖離峰流量示意圖

故本研究將尖峰、離峰流量分別以下列數學式表示：

$$Q_{o1} = Q \times d_p \times d_w + Q(1 - d_w)$$

$$Q_{o2} = Q(1 - d_p) \times d_w$$

其中， $Q$ ：全年總流量； $Q_{o1}$ ：尖峰時段流量； $Q_{o2}$ ：離峰時段流量

$d_w$ ：平常日佔全年天數比例； $d_p$ ：尖峰時段佔一天比例

因本研究以平均日交通量來看，故可分為平常日之平均日交通量佔全年天數之平均日交通量的比例以及一天之尖峰時段流量佔一整天(24 小時)流量的比例。

## 3. 個體轉移模式

考量在計程收費後因差別訂價的實施而產生的流量轉移，以下為轉移機率函數，由以下示意圖說明：

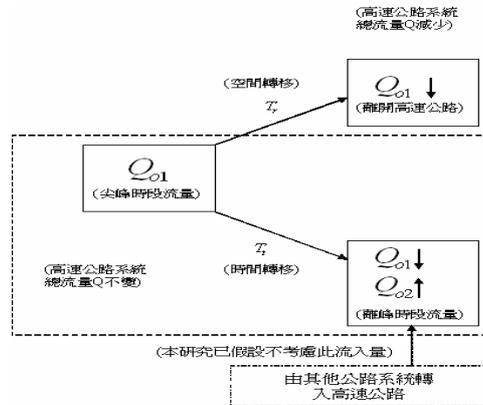


圖 2 尖離峰流量轉移示意圖

### (1) 空間的轉移

$$T_r = 1 - \frac{E_r}{C_0 \times P_0 \times \mu}$$

$T_r$ ：選擇(空間轉移)方案的機率； $P_0$ ：方案之效用函數中之屬性變數(費率)值； $u$ ：屬性變數(費率)之參數值； $C_0$ ：差別費率係數； $E_r$ ：選擇(空間轉移)方案與屬性變數間之彈性值

### (2) 時間的轉移

$$T_p = 1 - \frac{E_p}{C_0 \times P_0 \times \mu}$$

$T_p$ ：選擇(時間轉移)方案的機率； $E_p$ ：選擇(時間轉移)方案與屬性變數間之彈性值

### (3) 透過轉移機率的發生所產生高速公路之新流量

需求函數中之總需求量經個體模式所得之流量轉移比率予以增減而得”實施尖離峰差別訂價”後高速公路的新流量，可由以下數學式表示：

$$Q = Q_{o1}(1 - T_r - T_t) + (Q_{o2} + Q_{o1}T_t)$$

### (二) 變動成本模式之建立

### 1. 原流量下的變動成本函數

本研究考量在民國 95 年至民國 99 年底高速公路收費方式為計次收費，即無法實施差別訂價，故高速公路上的流量無因差別訂價而產生的轉移流量。其變動成本函數型式為下式：

$$TVC = e^{A_0} W_1^{A_1} W_2^{A_2} e^{\frac{1}{2} A_{11} \ln W_1 \ln W_1} e^{\frac{1}{2} A_{12} \ln W_1 \ln W_2} e^{\frac{1}{2} A_{21} \ln W_2 \ln W_1} e^{\frac{1}{2} A_{22} \ln W_2 \ln W_2} Q^{B_1} e^{\frac{1}{2} B_{11} \ln Q \ln Q} e^{A_1 B_1 \ln W_1 \ln Q} e^{A_2 B_1 \ln W_2 \ln Q}$$

其中， $TVC$ ：高速公路總變動成本； $W_i$ ：投入要素價格(1 表勞務要素，2 表物料要素)； $Q$ ：產出項(即小客車當量延車公里)； $A_i$ 、 $B_j$ ：待校估參數  $i, j = 1, 2$

### 2. 因差別訂價而產生流量轉移下的變動成本函數

$$TVC = e^{A_0 + 0.5 \cdot B_{11} \cdot \text{Log}[x]^2 + 0.5 \cdot A_{11} \cdot \text{Log}[w_1]^2 + A_{12} \cdot \text{Log}[w_1] \cdot \text{Log}[w_2] + 0.5 \cdot A_{22} \cdot \text{Log}[w_2]^2} \cdot (y)^{B_1 + B_2 \cdot A_1 \cdot \text{Log}[w_1] + B_2 \cdot A_2 \cdot \text{Log}[w_2]} \cdot W_1^{A_1} \cdot W_2^{A_2}$$

$$\text{令 } \left[ \frac{e^{a+h \cdot k \cdot M^r \cdot P^{-1+b} (E_r (1+d_w (-1+d_p)) - C_0 \cdot P \cdot S \cdot d_w (-1+d_p))}}{C_0 \cdot S} \right] = x$$

$$\frac{e^{a+h \cdot k \cdot M^r \cdot P^{-1+b} (E_r (1+d_w (-1+d_p)) - C_0 \cdot P \cdot S \cdot d_w (-1+d_p))}}{C_0 \cdot S} = y$$

### (三) 收益模式之建立

#### 1. 原流量下的收益函數

$$TR = P \times Q + N$$

$$= P \times (e^{\alpha + dk} \times P^\beta \times M^\gamma) + N$$

其中， $N$  為汽車燃料費收入

#### 2. 因差別訂價而產生流量轉移下的收益函數

$$TR = \frac{e^{a+h \cdot k \cdot M^r \cdot P^\beta} (-E_p (1+d_w (-1+d_p)) - C_0 (Z1+Z2))}{C_0 \cdot u} + N$$

$$\text{令 } (E_r + E_p) (d_w - 1 - d_w \cdot d_p) = Z1$$

$$P \cdot S (C_0 - 1 - C_0 \cdot d_w + C_0 \cdot d_w \cdot d_p) = Z2$$

### (四) 社會福利模式

#### 1. 建立消費者剩餘(CS)之函數

考量消費者之最大願付價格建立之消費者剩餘(CS)之函數

$$CS = \int_{P^*}^Y Q dx = \left( \frac{1}{\beta+1} \right) \alpha x^{\beta+1} M^\gamma e^{dk} \Big|_{P^*}^Y$$

其中， $Y$  為願付價格

### (五) 財務平衡模式之其他變數說明

#### 1. 自償率

係指工程興建年期內之建設總經費，由計畫評估年期內分年淨收入回收之比例。而淨收入係指營運收入扣除營運支出後之金額。其計算方式如下式所示：

$$\text{財務自償率}(FLR) = \frac{TR - TVC}{TFC}$$

其中， $TFC$ ：固定成本

#### 2. 固定成本項說明

高速公路之固定成本主要包含兩大部分，一為其建設總經費，另一部分則為建設經費不足時所需借款部分，由於本研究所分析之成本主要為經濟成本部份，因此屬於負債(公債與借款)之利息支出屬財務成本，本研究不列入固定成本之計算。以下即針對其變數資料進行說明。

##### (1) 建設成本

主要為高速公路規劃興建所需支付之成本，其包含中山高、二高、東湖五股段及北宜高速公路等所投資之建設成本。至 90 年度為止其總建設成本為 474,654.59 百萬元，而至 96 年度之總建設成本經費包含預算數為 657,852.3 百萬元。

##### (2) 借款部分

目前高速公路之借款部分主要為：1. 基金承接成立前之重大建設之公

債部分與 2.基金資金不足舉借部分。此部份本研究僅考量其負債部分，已償還之借款部分不予列入考量。截至民國 93 年 12 月底止之未償餘額尚有 2,700 億元

#### (六)各模式之預測值說明

以下預測值僅列出每五年的數據，在實際計算中則會應用每年的預測值。

##### 1. 需求模式中國民所得預測

在國民所得的預測中將以每五年之平均所得成長率(4%)來預測並將考慮每年因物價膨脹而產生所得成長率有遞減的現象。

表 1 國民所得預測表

年度	國民所得 預測值 (單位：元)
94	424,092
95	439,772
100	529,768
105	621,931
110	706,265
115	778,774
120	835,409
123	861,745

##### 2. 成本模 2 式中勞務價格預測

勞務價格預測中因電子收費系統的加入，而需考慮增加委辦服務費的支出，而相對的也減少人事成本的支出。

表 2 勞務價格預測表

年度	勞務價格 預測值 (單位：元)
94	424,092
95	439,772
100	529,768
105	621,931
110	706,265
115	778,774
120	835,409
123	861,745

94	1,219,690
95	1,267,739
100	1,996,518
105	2,798,643
110	3,616,876
115	4,332,637
120	4,785,354
123	4,960,175

##### 3. 成本模式中物料價格預測

物料價格預測中因高速公路系統大致建置完成，故預測年之維護成本將以平穩的成長率做預測。

表 3 物料價格預測表

年度	物料價格 預測值 (單位：元)
94	3,386,185
95	3,637,101
100	5,068,341
105	6,696,977
110	8,415,253
115	9,999,901
120	11,331,540
123	12,041,627

##### 4. 願付價格預測值

針對民 90~123 年之願付價格資料進行預測，主要以其平均成長率 8% 為其增加比例並假設每年之成長率會因社經狀況或物價上漲等因素而有遞減情形。

表 4 願付價格預測表

年度	願付價格 (單位：元)
94	424,092
95	439,772
100	529,768
105	621,931
110	706,265
115	778,774
120	835,409
123	861,745

94	4.6824
95	5.0210
100	6.9795
105	9.2348
110	11.8284
115	14.3731
120	16.9988
123	17.0000

#### 5. 收益模式中汽車燃料費之預測

因過去統計資料顯示，近年來高速公路通行費收入約佔總收入之 60% 以上，而汽車燃料費收入約佔 30%。故將汽燃費收入與高速公路通行費收入一併納入總收入做財務模式之平衡計算。本研究將以國民所得與汽燃費之歷史資料建立一迴歸模式，模式解釋能力有 92%，故以此預測模式推算出汽燃費未來年的值。

表 5 汽車燃料費預測表

年度	汽燃費收入 (單位：元)
94	8747776779
95	9099756828
100	11119964410
105	13188804025
110	15081903991
115	16709584216
120	17980894271
123	18572087262

### 四、實證分析

#### (一) 模式校估結果與討論

##### 1. 需求函數校估結果

##### (1) 維持原通行費率結構之需求函數

此需求函數中之通行費率變數主要以原有之通行費率比例結構進行加權而得，其校估結果如下表 6 所

示，各變數之係數符號皆符合先驗知識。但於顯著性方面，因現有資料僅有民國 68-93 年之變數資料且歷年費率僅調整兩次並無太大之改變，因此通行費率係數值有較不顯著之情形。

表 6 維持原通行費率結構之參數數值表

參數	係數	t 統計量
截距項( $\alpha$ )	13.8183	13.6012
通行費率(P)	-0.1584	-1.2004
國民所得(M)	0.7437	9.0573
相對基年容量 比例值(k)	0.2840	5.2878

註：其  $r^2 = 0.9776$

##### (2) 考量軸重當量因子之需求函數

此需求函數中之通行費率變數主要參考運研所(民 87)之費率計算公式，計算各車種考量軸重當量因子之費率分配比例為小型車：大型車：聯結車=1：1.191：1.675 進行加權而得，其校估結果如下表 7 所示，各變數之係數符號皆符合先驗知識。

表 7 考量軸重當量因子之參數數值表

參數	係數	t 統計量
截距項( $\alpha$ )	13.6382	14.3658
通行費率(P)	-0.2044	-1.5039
國民所得(M)	0.7613	9.6450
相對基年容量 比例值(k)	0.2721	5.0089

註：其  $r^2 = 0.9784$

將表 7 變數之係數值代入需求函數，可得其需求函數為：

$$Q = e^{-13.6382+0.2721k} P^{-0.2044} M^{0.7613}$$

其校估結果，通行費率之係數值有更顯著之情形，且其  $r^2 = 0.9784$  顯示其解釋能力比維持原通行費率結構下之解釋能力更好。而本研究將以維持原通行費率結構及考量軸重當量因子兩種情形下所構建之需求函

數分別進行均衡費率之求解。

	12	0.22966	0.19093	0.16158	0.13851
--	----	---------	---------	---------	---------

## 2. 變動成本函數校估結果

本研究將成本函數、要素價格一階齊次條件、對稱性條件限制式及勞務與物料成本份額方程式聯立估計，以求得成本函數，其參數之校估結果如表 8 所示。

表 8 變動成本函數之參數數值表

參數項	係數	t 統計量
A <sub>0</sub>	167.095	2.7202
A <sub>1</sub>	3.0537	3.1058
A <sub>2</sub>	-2.0537	-2.0887
B <sub>1</sub>	-13.8944	-2.6441
A <sub>11</sub>	0.2231	9.4287
參數項	係數	t 統計量
A <sub>22</sub>	0.2231	9.4333
B <sub>11</sub>	0.6079	2.7053
A <sub>12</sub>	-0.2231	-9.4302
A <sub>1</sub> B <sub>1</sub>	-0.108	-2.5974
A <sub>2</sub> B <sub>1</sub>	0.108	2.5973

註：其  $r^2 = 0.8846$

將上表 8 之數值代入可得變動成本函數為：

$$TVC = e^{167.095} W_1^{3.0537} W_2^{-2.0537} e^{\frac{1}{2}(0.2231) \ln W_1 \ln W_1} e^{(-0.2231) \ln W_1 \ln W_2} \\ \times e^{\frac{1}{2}(0.2231) \ln W_2 \ln W_2} Q^{-13.8944} e^{\frac{1}{2}(0.6079) \ln Q \ln Q} e^{(-0.108) \ln W_1 \ln Q} e^{(0.108) \ln W_2 \ln Q}$$

### (二) 財務平衡模式求解結果

#### 1. 社會福利最大下之最適費率求解

將考量還本年限及折現率變動求解社會福利最大目標下之最適費率求解，如下表所示：

表 9 社會福利最大下之最適費率表 單位：元

折現率	n	營運年期(年)			
		15	20	25	30
6	6	0.43590	0.39885	0.36612	0.33583
	8	0.34086	0.30027	0.26681	0.23801
	10	0.27618	0.23578	0.20398	0.17796

#### 2 財務均衡下之最適費率求解

將考量還本年限及折現率變動求解完全自償下之基準費率，如下表所示：

- (1) 實施哩程收費，維持基準費率  
(差別費率係數=1)

表 10 財務均衡下之最適費率表(1) 單位：元

折現率 (%)	n	還本年限(年)			
		15	20	25	30
6	6	1.96578	1.95115	1.98250	2.02686
	8	2.02551	2.00698	2.02490	2.05241
	10	2.06378	2.04660	2.05665	2.07312
	12	2.07699	2.06383	2.06976	2.07950

- (2) 實施哩程收費，加入差別費率  
(差別費率係數=1.5)

表 11 財務均衡下之最適費率表(2) 單位：元

折現率 (%)	n	還本年限(年)			
		15	20	25	30
6	6	2.21919	2.23365	2.29967	2.37888
	8	2.31525	2.31760	2.35970	2.40999
	10	2.39337	2.38985	2.41600	2.44681
	12	2.44673	2.44150	2.45760	2.47603

## 五、結論

- 由表 7 之校估結果可得知通行費率(P)之係數值為負值，即表示當通行費率增加時與使用者之需求量成反向變化，由 Cobb-Douglas 函數之特性如下式所示，其係數值亦為其彈性值，顯示其價格彈性小，高速公路對於使用者而言為一必需品，即使通行費率調漲至某一程度其使用量亦不為 0。

$$\frac{\partial \ln Q / \partial \ln P}{\frac{Q}{P}} = \epsilon_P = -0.204$$

2. 由表 7 之校估結果可得知國民所得(M)之係數值為正值，所得與需求量成正向變化，顯示當所得增加國民之負擔能力增加時，其對高速公路使用之需求量亦會增加。

3. 由表 7 之校估結果可得知相對基年容量比例值(k)之係數值為正值，容量與需求量呈正向變化，顯示當高速公路容量增加時其需求量亦會隨之增加，其增加之需求為提高運輸績效後而吸引之新的需求，此即衍生需求。

4. 由表 7，表 8 之校估結果可得構建模式之參數數值，並考量高速公路因差別訂價產生流量轉移後之新的需求函數，由這些參數及函數進一步構建出收益函數及變動成本函數，如下二個式子：

$$TR = \frac{345260 \times e^{0.27k} M^{0.76} (1.97213 + P)}{P^{0.204}} + N$$

$$TVC =$$

$$(7.12058 \times 10^{-6} e^{0.305 \text{Log}[J1]^2 + 0.11 \text{Log}[W1]^2 - 0.22 \text{Log}[W1] \text{Log}[W2] + 0.11 \text{Log}[W2]^2} \times (J2)^{-0.11 \text{Log}[W1] + 0.11 \text{Log}[W2]} \times W1^{1.63383}) / ((J3)^{13.9} \times W2^{0.633829})$$

$$\text{令 } 390148 \cdot e^{0.27k} M^{0.76} (1.4942 + P) = J1$$

$$\left( \frac{e^{0.27k} M^{0.76} (1.4942 + P)}{P^{0.204}} \right) = J2$$

$$(e^{0.27k} M^{0.76} (1.4942 + P)) = J3$$

5. 由表 9，表 10 之均衡費率求解後發現，以兩種條件下的費率相比較，社會福利最大下之最適費率在折現率為 8%、營運年期為 15 年時為 0.34086 元/公里小於財務均衡下之最適費率在折現率為 8%、還本年限為 15 年時為 2.02551 元/公里。另外，在財務均衡模式中其考量加入差別訂價下之最適費率在折現率為 8%、還本年限為 15 年時為 2.31525 元/公里大於維持基準費率下之最適

費率在折現率為 8%、還本年限為 15 年時為 2.02551 元/公里。

6. 社會福利最大下之最適費率在折現率為 8%、營運年期為 15 年時為 0.34086 元/公里，相較於現況實施的費率(約 1 元/公里)為低；而財務均衡下之最適費率在折現率為 8%、還本年限為 15 年時為 2.02551 元/公里，相較於現況實施的費率(約 1 元/公里)為高。

7. 當折現率提高時社會福利最大下之最適費率會降低；當還本年限逐漸增加時社會福利最大下之最適費率會有逐漸降低的趨勢。

8. 當折現率提高時財務均衡下之最適費率會提高；當還本年限為 15 年時財務均衡下之最適費率為 2.02551 元/公里會大於還本年限為 20 年時財務均衡下之最適費率為 2.00698 元/公里；當還本年限為 25 年時財務均衡下之最適費率為 2.02490 元/公里會大於還本年限為 20 年時財務均衡下之最適費率為 2.00698 元/公里；當還本年限為 30 年時財務均衡下之最適費率為 2.05241 元/公里會大於還本年限為 25 年時財務均衡下之最適費率為 2.02490 元/公里。

## 六、參考文獻

1. Goh, M., "Congestion Management and Electronic Road Pricing in Singapore," *Journal of Transport Geography*, Vol. 10, No. 1, pp. 29-38, 2002.
2. Burris, M.W., "Discrete choice models of traveler participation in differential time of day pricing

- programs” Transportation Policy,  
No.9, pp. 241-251, 2002
3. DeCorla-Souza, P., “The  
Long-Term Value of Value Pricing  
in Metropolitan Areas,”  
*Transportation Quarterly*, Vol. 56,  
No. 3, pp. 19-31,2002
  4. Burris, M.W., “Application of  
Variable Tolls on Congestion Toll  
Road,”*Journal of Transportation  
Engineering*, Vol. 129, No. 4, pp.  
354-361,July/August, 2003.
  5. 交通部台灣區國道高速公路局網  
站(<http://www.freeway.gov.tw>)、高  
速公路年報
  6. 林繼國、邱裕鈞、陳佩棻，交通  
部運輸研究所委託，「高速公路  
匝道收費系統通行費率之研擬與  
試算」，民國91年6月。
  7. 蔡政霖，「高速公路實施擁擠定  
價對用路人旅運行為影響之研  
究」，逢甲大學交通工程與管理  
學系碩士班，碩士論文，民國93  
年