

灌區水利設施綜合效益評估模式之應用

An Application of Composite Utility Evaluation Model for Irrigation Project

行政院農業委員會
農田水利處工程科
科長

蔡明華
Ming-Hua Tsai

國立台灣大學
生物環境系統工程系
教授兼水工所研究員

張斐章
Fi-John Chang

國立台灣大學
生物環境系統工程系
研究助理

高力山
Li-Shan Kao

國立台灣大學
生物環境系統工程系
研究助理

張景忠
Ching-Chung Chang

摘要

台灣傳統以農立國，農業發展以生產為目的，而灌區之水利設施早期偏重多為設計安全、材料堅固、經濟實惠的工程設施，缺乏生活與生態功能之考量，為促進台灣生態平衡與生活改善，農業工程需滿足『三生』的目標，從生產、生活及生態面作為評估指標，在生產面上，藉由益本分析對經濟效益進行評估；生活面與生態面上，以條件評估法對於工程之環境效益進行評估。

本研究以彰化農田水利會福馬圳取水設施改善工程為一評估實例，採用假設性市場評估法，此方法是透過問卷設計，建立一類似市場交易的假設性市場，誘引出民眾對環境財品質的改善所願意支付的金額，然後利用這些資料透過計量模型分析，估算出居住民眾對農田水利設施生活改善功能所願意支付金額，間接推估農田水利設施之生活效益作為此模式生活面之指標；在經濟效益方面以考量工程之益本比作為評估指標，結合這些指標作為農田水利設施綜合效益指標，以此綜合性指標作為政府從事預算分配時之參考，此模式之建立並可促進政府預算合理分配及提供農田水利工程執行先後順序之建議。

關鍵詞：水利設施，三生功能，條件評估法，願意支付的金額。

ABSTRACT

Taiwan society has gradually reformed from a traditional agricultural society to a high tech industry. Traditionally, the main goal of agriculture was to produce more food. That goal has gradually shifted into maintaining the ecological environment. The irrigation and water conservation project not only irrigates crops, but also promotes the Taiwan ecological equilibrium and improves the quality of life. Agricultural engineering

must take into consideration the “Three Lives” criteria : agricultural production, quality of life improvement, and ecological equilibrium. The production aspect is estimated by using Cost-Benefit analysis, which evaluates the economic efficiency, while the ecological and quality of life aspects are appraised using the Valuation Condition Method (VCM).

The Fu-Ma hydraulic canal of changhua irrigation association is used as a case study for evaluation the “Three Lives” criteria. A field habitant investigation is performed to gather pusedo-market price information of the investing project. The results of field investigation, which inspires habitants to express their willingness to pay (WTP) for the quality of environment, are obtained the cost-effect ratio is used for evaluating the economic effectiveness of the investing project. A composite utility index model are constructed and used for project evaluation. Our results demonstrate that the model can be used to promote the effectiveness of the government relocation of its investment, and the national resource can then be allocated more effectively and our eco-environment is prevented from further deterioration.

Keywords: Hydraulic canal, Three lives, Valuation condition method (VCM), Willingness to Pay (WTP).

一、前言

台灣在邁向二十一世紀的同時，生產型態從早期的農業生活，到工商業的蓬勃發展，進而轉向高科技產業。農業對經濟發展的重要性，已漸不如前，但對社會及環境的影響卻占非常重要的角色，過去一味的採用經濟效益作為工程是否執行決定性指標，而常忽略環境破壞所需承擔的風險，應隨時代的轉變而有所調整，才不致於跟不上時代的腳步。因此，本研究採納環境經濟的觀念，在灌區工程執行前，考量農業工程需滿足『三生』的目標，從生產、生活面與生態面作為評估指標，在生產面上，藉由益本分析對經濟效益進行評估；生活面與生態面上，以條件評估法對於工程之環境效益進行評估，但礙於目前政府財政十分拮据及灌溉設施經費有限，如何對現有經費做最合理有效之應用，實乃當務之急，本研究採用非市場價值之條件評估法，將可對以往農田水利設施最難評估之環境改善效益量化，並討論環境效益在受訪民眾心目中之重要性並可以預測不同社會經濟特性之受訪者願意支付於環境改善之金額，作為農田水利設施環境經濟效益之指標，最後給予決策者建議，作為日後工程評估之

參考。

二、理論說明

(一) 條件評估法[3-5]

(1) 條件評估法簡介

所謂條件評估法即是假設性市場價值評估法，在現實環境裡，由於環境或「準公共財」(Quasi-public Goods)通常沒有一個正式的交易市場，因此我們無法得知其市場價值。環境經濟學家用以計算非市場環境財的經濟價值的方法大略可分為直接詢問與間接詢問推估兩大類。前者即所謂的假設性市場評估法(Contingent Valuation Method, 簡稱 CVM)；後者則以旅行成本法(Travel Cost Method, 簡稱 TCM)為代表。其中 TCM 常被使用在遊憩效益評估上；CVM 則可以評估環境財的『非使用價值』，和其他方法比起，算是運用限制較少的。

所謂 CVM，指的是透過問卷設計，建立一類似市場交易的假設性市場，誘引出民眾對環境財品質的改善或惡化所願意支付的金額(willingness to pay, WTP)或願意接受補償的金額(willingness to accept, WTA)，然後利用這些資料透過計量模型分析，估算出消費者福利水準之變

表 1 條件評估法詢價方式之優缺點分析表

詢價方式	優點	缺點
開放式	直接、方便。	沒有提供受訪者資訊、策略性偏誤。
雙界二分選擇法	對受訪者而言回答較容易。	精確度受模型中函數設定等影響、策略性偏誤。
競價法	提供較多參考資訊、更接近真實市場情況。	起價點偏誤、不能採用通訊訪問、策略性偏誤。

化量的方法。

(2) 條件評估法之詢價方法

條件評估法的詢價方式大致上可分為開放式回答(open-ended)、逐步競價法(sequential bids method 或 iterative bidding method)、支付卡方式(paymentcard method)、假設性排序法(contingent-ranking technique)以及單界、雙界二分選擇法(single-bounded and double-bounded dichotomous choice)五種方法。

本研究從中選擇較具代表性方法，包括開放性詢價法、雙界二分選擇法、競價法，進一步比較三個方法的優劣，如表 1。

(3) 條件評估法的準確性與可信度

過去文獻對 CVM 的理論準確性(Theoretical Validity)、一致準確性(Convergent Validity)和可信度(Reliability)的質疑不少，批評焦點主要在於它可能發生的許多偏誤上，這些偏誤包括假設性偏誤、策略性偏誤、起價點偏誤、資訊偏誤、支付工具偏誤及調查員偏誤等。

假設性偏誤(hypothetical bias)和策略性偏誤(strategic bias)是兩個造成 CVM 準確性不足主要的潛因，不過，Heverlein and Bishop[13]並未發現假設性市場所估出之 WTP 與實際市場 WTP 有顯著的統計上差異，過去文獻亦不認為策略性偏誤造成 CVM 應用上主要的缺陷。

(二) 資料分析模型[4,8,10]

在採用條件評估法前，需對於詢價方式做探討，並對所蒐集問卷建立分析模型，藉由分析模型估算受訪者心目中對於環境改善或維持願付

表 2 條件評估法的各種偏誤

偏誤名稱	原因
假設性偏誤	CVM 假設有一個虛擬的市場存在，受訪者在此虛擬市場下，回答的結果未必與真實市場中的反應相同。
策略性偏誤	受訪者為了使結果對自己有利可圖而刻意隱瞞自己真實偏好。
起價點偏誤	問卷中一開始起價金額的高低，可能會影響最後的 WTP 或 WTA。
資訊偏誤	在訪問過程中，由於問卷上所提估的資訊不足而使受訪者難以做正確的答覆。
支付工具偏誤	受訪者的 WTP 或 WTA 可能會到不同支付代價方式例如納稅或繳交使用費的影響，而與其真正願意付出的代價不同。
訪員偏誤	調查員的訪問技巧、態度和對調查內容與方式的認知程度對受訪者的回答也會造成影響。

價值(willingness to pay, WTP)，CVM 問卷的詢價方法如上節所述可分為五種詢價方式，本研究從中選擇較具代表性方法：開放式與雙界二分選擇法，作為本研究之詢價方式，在開放式方法上，在完成資料收集後，本研究設定效用函數為所得的線性函數，並分別以 Logit 與 Probit 的機率模型進行估計，並根據 Logistic 與 Probit 的估計結果，推估彰化福馬圳改善工程影響一般民衆之生活改善之經濟效益以及對農民生活改善之效益；再以雙界二分選擇法推估彰化福馬圳改善工程生活面之效益，此方法具有較簡單省事，並可避免起價點偏誤，而且證實結果的可信度不低於開放式問卷，但此方法仍無法避免策略性偏誤，且其所得結果之精確性，受到二分選擇模型中積分函數與積分上限不同之影響，本研究以開放性詢價法與雙界二分選擇法同時進行農田水利工程生活效益評估，可比較此兩種詢價方式所得詢價結果差異，此兩方式同時進行，可減少詢價方式不同所造成誤差，以下就此模型理論做細部探討。

(三) PROBIT 模型理論與估計方法[7,14]

在完成問卷調查必須有適當模式預測受訪者願意支付金額的機率密度函數，假設由一般民

眾評價農田水利工程之生活效益與貨幣所得可以得到效用，因此對於一般民中的效用函數可以用 $U(j, I, S)$ 表示，其中 $j=1$ 表示藉由農田水利設施之改善工程維護一般民衆與農民之生活品質； $j=0$ 表示農田水利設施不進行改善工程一般民衆與農民之生活品質降低； I 代表一般民衆與農民之貨幣所得； S 代表消費者的社會經濟特性或環境態度向量。而使用 Hanemann (1991) 的 Probit 模型之特色在於假設此效用函數可分成確定部分 (deterministic part) 與隨機誤差部分 (stochastic part) 以下式(1)表示，其中 $V(j, I, S)$ 為確定部分；而隨機誤差部分 ε_j 此為研究人員無法觀察到的部分。

$$U(j, I, S) = V(j, I, S) + \varepsilon_j \quad j = 0, 1 \quad \dots\dots\dots(1)$$

假定 ε_0 和 ε_1 為彼此獨立且分配相同的隨機變數 (independently and identically distribution random variables)，其平均數 0，變異數為 σ^2 ，由此模型設定，對研究人員而言，此消費者的決策為隨機的變數，其機率分配可以表示為：

$$\begin{aligned} P_1 &= P_r \{ \text{受訪者願意付 } T \text{ 元} \} \\ &= P_r \{ V(1, I - T, S) + \varepsilon_0 \geq V(0, I, S) + \varepsilon_1 \} \quad \dots\dots\dots(2) \\ &= P_r \{ \eta \leq \Delta V \} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} P_0 &= P_r \{ \text{受訪者不願意付 } T \text{ 元} \} \\ &= P_r \{ \eta \geq \Delta V \} \quad \dots\dots\dots(3) \\ &= 1 - P_1 \end{aligned}$$

其中， T 表示受訪者願意支付之金額； $\eta \equiv \varepsilon_1 - \varepsilon_0$ ； $\Delta V \equiv V(1, I - T, S) - V(0, I, S)$ 。假設隨機變數 η 的累積分配函數為 $F_\eta(\cdot)$ ，因此，受訪者願意支付 T 元的機率為 $P_1 = F_\eta(\Delta V)$ 。若 η 的分配型態被假定為標準常態分佈時，其對應的機率模型則為 Probit 模型，也就是：

$$P_1 = F_\eta(\Delta V) = \int_{-\infty}^{\Delta V/\sigma} \frac{1}{\sqrt{2}} \exp\left(-\frac{\eta^2}{2}\right) d\eta \quad \dots\dots\dots(4)$$

由上式(4)可看出 η 的累積分配函數決定於兩種選擇方案下的效用差距 ΔV ，因此效用函數的型態會影響估計的機率模型。以下為所得線性

的效用函數，如式(5)令

$$\begin{aligned} V(1, I, S) &= \alpha_1 + \beta_1(I - T) + \delta_1 S; \beta \geq 0 \\ V(0, I, S) &= \alpha_0 + \beta_0 I + \delta_0 S \quad \dots\dots\dots(5) \end{aligned}$$

因此， $\Delta V = (\alpha_1 - \alpha_0) + \beta_1(I - T) - \beta_0 I + (\delta_1 - \delta_0)S$ 。假設受訪者不論選擇贊成或反對支付 T 元皆不會影響其所得的邊際效用，也就是 $\beta_0 = \beta_1 = \beta_2$ ，令 $\alpha \equiv \alpha_1 - \alpha_0$ ； $\delta \equiv \delta_1 - \delta_0$ ，則上式可以改寫成 $\Delta V = \alpha + \beta T + \delta S$ ，因此效用函數差額的機率模型，如式(6)：

$$P_1 = F_\eta(\alpha + \beta T + \delta S) \quad \dots\dots\dots(6)$$

利用上面推導出來的機率函數，估計農田水利設施的環境與生活的品質的改善效益可以運用下列方法為計算平均願付價值，令 $G_E(\cdot)$ 表示其平均願付金額的累積機率分配，其平均值表為 E^+ ， E^+ 的求值公式，如式(7)。

$$\begin{aligned} P_1 &= P_r \{ E > T \} = 1 - G_E(T) \\ E^+ &= \int_0^\infty [1 - G_E(T)] dT \quad \dots\dots\dots(7) \end{aligned}$$

藉由此此模型可計算出受訪者平均願意支付金額，以平均願意支付金額與乘以此地區有支付能力的人口數，即為農田水利改善工程生活與環境改善之總體經濟效益。

(四) 雙界二分選擇法理論與估計方法[12,13]

雙界二分選擇法在問卷中提供兩個選擇供受訪者回答，當受訪者第一個回答『願意』的話，則提高金額繼續問第二個二分選擇；反之，如果回答『不願意』的話則降低金額續問第二個二分選擇，因此雙界二分選擇法可稱為兩回合的逐步競價法。

在這種方法下有四種可能的結果：(a)兩者皆回答『願意』，表示機率為 $\pi^{YY}(B_i, B_i^I, \theta)$ ；(b)兩者皆回答『不願意』，表示機率為 $\pi^{NN}(B_i, B_i^I, \theta)$ ；(c)第一個回答『願意』，第二個回答『不願意』，表示機率為 $\pi^{YN}(B_i, B_i^I, \theta)$ ；(d)第一個回答『不願意』，第二個回答『願意』，表示機率為 $\pi^{NY}(B_i, B_i^I, \theta)$ ，依 Hanemann et. al (1991)指出，受訪者回答的機率可分別表示如下：

$$\begin{aligned}\pi^{YY}(B_i, B_i^H, \theta) &= P_r \{B_i \leq WTP \text{ 且 } B_i^H \leq WTP\} = 1 - G(B_i^H, \theta) \\ \pi^{NN}(B_i, B_i^L, \theta) &= P_r \{B_i > WTP \text{ 且 } B_i^L \geq WTP\} = G(B_i^L, \theta) \\ \pi^{YN}(B_i, B_i^H, \theta) &= P_r \{B_i \leq WTP \leq B_i^H\} = G(B_i^H, \theta) - G(B_i, \theta) \\ \pi^{NY}(B_i, B_i^L, \theta) &= P_r \{B_i \leq WTP \leq B_i^L\} = G(B_i, \theta) - G(B_i^L, \theta) \\ &\dots\dots\dots(8)\end{aligned}$$

其中 WTP 為受訪者心中實際願意支付金額，在受訪者有 N 人之情況下， B_i^L, B_i, B_i^H 為第 i 個受訪者所面臨的金額， B_i 表示受訪者第一次面臨之金額， B_i^L 表示第一次回答『不願意』調降金額後第二次面臨之金額， B_i^H 示第一次回答『願意』調降金額後第二次面臨之金額， $G(B; \theta)$ 為參數 θ 的統計分配函數。假設 G 為一 Logistic 累進密度方程式， $G(B; \theta)$ 可表示如下：

$$G(B; \theta) = \frac{\exp(B - X\beta)}{1 + \exp(B - X\beta)} \dots\dots\dots(9)$$

其中 X 為解釋變數， $\theta = \beta$ ，為 X 之相對應之常數，其對數概似函數為：

$$\begin{aligned}\ln L(\theta) &= \sum_{i=1}^N \{d_i^{YY} \ln \pi^{YY}(B_i, B_i^H, \theta)\} + d_i^{NN} \ln \pi^{NN}(B_i, B_i^L, \theta) + \\ &\quad d_i^{YN} \ln \pi^{YN}(B_i, B_i^H, \theta) + d_i^{NY} \ln \pi^{NY}(B_i, B_i^L, \theta) \\ &\dots\dots\dots(10)\end{aligned}$$

利用最大概似法，如下式：

$$\frac{\partial \ln L(\theta)}{\partial \theta} = 0 \dots\dots\dots(11)$$

可求出 θ 此係數，估計的模型如下：

$$WTP_i = X\theta + \varepsilon \dots\dots\dots(12)$$

此式 WTP 即為受訪者願意支付之金額， X 為消費者的社會特性或者環境態度向量， ε 是隨機性部分，假設 ε 皆為獨立且相同隨機分配變數，其平均值為零。

藉由雙界二分選擇法可得到彰化福馬圳改善工程生活面效益，並可反映農田水利工程除經濟效益外非市場效益，使決策者在決定此項工程是否執行具綜合性考量。

三、彰化農田水利會福馬圳取水設施改善工程之綜合效益

(一) 經濟效益之評估

依據烏溪福馬圳取水設施改善工程規劃報告中[1,2]，經計算工程成本包括固定成本、運轉維護成本等此效益僅考慮工程完工後可節減之工程維護費，福馬圳之益本比僅 0.5，明顯低於一般工程之益本比，但是若考慮烏溪福馬圳建於大肚溪，其上游有中部東西向快速道路橋樑及台一線道路橋樑，經訪查各橋樑每年維修費，因中部東西向快速道路橋樑新建不滿一年缺乏一年橋樑維修經費之紀錄，由台一線橋樑得知每年維修費為 2,100 萬元，假設福馬圳完工後可穩定河床達到保護橋墩免於沖刷下陷，則保守估計每年可減少上游二座橋樑之橋墩維修 1,000 萬元，福馬圳取水改善工程之益本比由原先 0.5 可改為：年計 1,570 萬元 ÷ 年計成本 1,030 萬元 = 1.524，此益本比尚未考慮下游中山高速公路橋樑每年高達 7,400 萬元之維修費與縱貫鐵路橋樑與大度橋樑之維修費。

另外經問卷調查以彰化伸港與和美兩鄉鎮之農民為主要問卷調查之對象，發現以彰化福馬圳之斷水頻率計算每年月 12.73 次，每戶每年農民平均損失約為 6 萬 8927 元，所影響區域包括彰化縣伸港鄉與和美鄉兩鄉鎮，登記農民人數在伸港鄉約 7220 及在和美鄉約 11079 人，合計 18301 人，考慮以登記人數約一半 1 萬人為實際農民人數，應用這些數據估計全年因福馬圳斷水總損失約為 6 億 8927 萬元，若福馬圳取水改善工程得以新建，此斷水損失也可有效控制，由此估計數據福馬圳取水改善工程之益本比將可再提升，此數據同時顯示福馬圳取水改善工程實有其必要並頗具有其經濟效益。

(二) 生活與生態效益之評估

為了解福馬圳改善工程對於彰化地區環境改善的經濟效益，本研究於彰化地區進行問卷調查，調查區域為福馬圳灌溉範圍包括彰化縣的和美鎮、伸港鎮與彰化市區，對於這些區域一般民

表 3 模型變數名稱、定義、平均值與標準偏差

變數名稱	定 義	平均 值	標準偏 差
age	受訪者之年齡	60.14	10.92
edu	受訪者之教育程度	3.60	1.09
mar	受訪者之婚姻狀況	1.45	0.49
fro	受訪者之行業	6.35	1.95
loc	受訪者居住地點	0.91	0.27
yer	受訪者居住年數	22.31	12.81
hou	受訪者之住屋狀況	1.35	0.82
num	受訪者家庭人數	5.94	2.80
tol	受訪者全家總收入(每月萬元)	8.38	8.20
per	受訪者個人收入(每月萬元)	2.36	2.02
eco	受訪者認為此項工程是否有助經濟發展	2.62	0.86
wok	受訪者認為此項工程是否有助增加工作機會	2.49	2.28
sys	受訪者認為此項工程是否有助維護環境與生態	2.28	0.93

眾進行環境調查，希望藉由問卷調查瞭解若福馬圳取水改善設施無法興建，彰化地區民衆將會遭遇到一些生活環境變化，如洪水災害增加、地層下陷等問題，針對這些問題居住於此區域之民衆願意一年支付多少金額於此項福馬圳改善工程，以下為調查結果與分析方法比較。為能瞭解一般民衆面對環境惡化時，願意付出之金額以維護環境保持原有狀況，採用條件評估法也就非市場價值評估法評估環境維護之價值，在此應用問卷方式詢問當地居民，採用兩種方式詢問方式，一種為開放式詢問法；另一種則是雙界二分選擇法，在研究一般民衆願意支付之金額，考量可能影響之變數，包括兩大類，第一類為個人社會變數，第二類為個人針對此項工程之態度，從問卷中挑選較可能影響願付金額之變數，如年齡、教育程度、婚姻、行業、居住地點、住屋情形、家庭人數作為第一類個人之社會變數，並考量全家收入與個人收入作為模式重要個人社會變數，另一方面挑選問卷中調查此項工程是否有助於經濟成長、增加工作機會與有助於維護生態環境變數作為第二類之社會變數，其中住屋情形是指目前所居住房屋屬於自行購買或是租屋，下表 3 即為調查變數之平均值與標準偏差，應用此資料以

表 4 線性迴歸模式之係數推估

	係數	標準誤差	t 統計	P 值
截距	2916.47	3047.55	0.95	0.34
年齡	-16.32	29.38	-0.55	0.59
教育程度	46.9281	182.65	0.25	0.79
婚姻	-368.37	583.27	-0.63	0.52
行業	158.95	91.92	1.72	0.08
居住地點	-1889.88*	641.78	-2.94	0.003
居住年	-1.98	17.33	-0.11	0.908
住屋	-101.06	207.25	-0.48	0.626
家庭人數	87.05	61.46	1.41	0.15
全家收入	29.00	23.03	1.25	0.20
個人收入	68.06	104.59	0.65	0.51
有助於經濟	-17.74	221.83	-0.07	0.93
工作機會	-247.74	224.23	-1.10	0.27
環境生態	42.37	205.18	0.20	0.83

三種方式比較一般民衆平均願意支付之金額，以計算此項工程環境效益，作為評估經濟效益之用。

1. 線性迴歸法估計開放式詢問法願意支付金額

將受訪者願意支付之金額作為一輸出變數 (pay)，並將受訪者的社會經濟特性及環境態度變數當作一輸入項，其方程式可表示為式(13)，求得受訪者願意支付之金額與受訪者的社會經濟特性與環境態度之關係與係數如表 4。

$$\begin{aligned} \text{pay} = & \alpha_1 \text{age} + \alpha_2 \text{edu} + \alpha_3 \text{mar} + \alpha_4 \text{fro} + \alpha_5 \text{loc} \\ & + \alpha_6 \text{yer} + \alpha_7 \text{hou} + \alpha_8 \text{num} + \alpha_9 \text{tol} + \alpha_{10} \text{per} \\ & + \alpha_{11} \text{eco} + \alpha_{12} \text{wok} + \alpha_{13} \text{sys} \dots\dots\dots (13) \end{aligned}$$

經線性迴歸分析，發現各項因子均不顯著，僅有居住地點通過百分之五顯著水準為較為明顯影響願付金額之主要因子，由相關係數可看出此直線迴歸分析之相關性並不高，依據模式所計算之平均願意支付之金額(WTP)為 1015.02 元。

2. PROBIT 模式估計願意支付金額

同樣使用線性迴歸之各項因子與一般民衆問卷調查資料分析個人社會變數與願意支付金額之關係，表 5 為應用 PROBIT 模式所計算得到各社會變數於模式中之參數值，由表中得知，以全家收入與個人收入通過百分之五之顯著水準，表示此兩項社會變數影響願意支付金額較為

表 5 PROBIT 模式回歸結果

變數名稱	參數推估	標準誤差	Pr>Chisq
截距	-0.0731	1.2140	0.9520
年齡	0.0017	0.0123	0.882
教育程度	-0.1776	0.1033	0.0857
婚姻	0.1155	0.3035	0.7035
行業	-0.0585	0.0556	0.2927
居住地點	-0.0221	0.3890	0.9545
居住年	0.0006	0.0078	0.9376
住屋	0.0538	0.1215	0.6578
家庭人數	-0.0765	0.0413	0.0641
全家收入	-0.0278*	0.0122	0.0232
個人收入	0.1218*	0.0534	0.0227
有助於經濟發展	0.1898	0.1283	0.1391
增加工作機會	-0.2326	0.1325	0.0793
維護環境生態	0.1232	0.1259	0.2929
log likelihood	-126.8606		

明顯，並且由此模式計算出之平均每年每戶願意支付金額(WTP)為 1692.5 元。

3. 應用存活模式估計雙界二分選擇法之願意支付金額

存活分析一般使用在估計生物體的壽命，例如癌症病人自得病（時間起點）至死亡（失敗時間）期間即可謂存活時間，同樣的時間起點及失敗時間不僅只用於定義生物體的壽命也可隨之有不同的定義，藉由此模式估計不同之統計量，例如電子產品自開始使用起至故障發生、供應種子有足夠水分的條件下至種子發芽，以及病人自接受治療起至再度復發等等，都可以定義為存活時間，本研究應用此模式估計一般民眾願意支付之金額，假設雙界二分選擇法之上界與下界分別為生命體之起點時間與失敗時間，則一般民眾願意支付之金額即為病人平均生存時間。表 6 為模式參數估計結果，由表中參數可知，僅全家收入通過百分之五顯著水準，說明全家收入為影響願意支付價格最重要因子，其他因子如居住地點與家庭人數也是較顯著因子，但是其他因子均不顯著，討論參數推估結果，教育程度、全家收入與個人收入其值愈大，願意支付金額也愈高，與社會一般現象相吻合，經模式估計平均每年每戶願意支付金額(WTP)為 887.21 元。

表 6 存活模式參數推估結果

變數名稱	參數推估	標準誤差	Pr>Chisq
截距	-359.039	2182.4	0.8693
年齡	1.1082	20.8	0.9576
教育程度	86.4079	127.3	0.4974
婚姻	293.6923	402.8	0.4660
行業	-31.2586	63.0	0.6200
居住地點	931.878	516.9	0.0715
居住年	3.92	11.9	0.7424
住屋	76.185	136.4	0.5766
家庭人數	-87.2020	46.0	0.0583
全家收入	35.7053	15.5	0.0215
個人收入	38.5042	73.6	0.6011
有助於經濟發展	20.7595	160.7	0.8972
增加工作機會	-104.602	153.4	0.4955
維護環境生態	-31.4780	141.4	0.8239
scale	1291.0	94.4	
log likelihood	-305.04		
Medium WTP	887.21		

*表示通過 5%顯著水準

完成三種方式推估彰化地區居民願意支付金額，本研究總合三種模式推估每年每戶願意支付金額加以平均得到 1,198 元，此金額即為彰化地區民眾若福馬圳取水改善工程不能興建，會影響居民生活品質之情況下，一年中每戶居民所願意支付於推動福馬圳取水改善工程興建之金額，經調查福馬圳所屬區域總戶數共 89,782 戶，保守估計，假設受環境影響實際戶數僅總戶數之 10%，在此情形下，福馬圳取水改善工程之環境經濟效益為 $1,198 * 89782 * 10\% = 10,755,884$ ，經計算得到福馬圳一年之環境經濟效益為 1,075 萬元，較福馬圳取水改善工程每年建造成本 1,030 萬元為高，可見福馬圳取水改善工程之建造仍有其環境效益。

四、結果討論與建議

1. 農田水利工程不僅有生產效益，更重要的應具有生態與生活的效益，在從事評估工作時應就整體「三生」的觀點進行評估，以客觀採用「三生」作為農田水利工程的評估項目，才不會因過度著重生產而使農村喪失生活環境改善與生態維護的功能。

2. 福馬圳取水改善工程經八十八年水利規劃試驗所進行調查分析，結果顯示福馬圳取水改善工程之益本比僅 0.55 遠不及一般工程之合理益本比，但經加入保護橋墩之功能，福馬圳取水改善工程之益本比可提升至 1.524，因此，就經濟效益而言，福馬圳取水改善工程仍有其效益。
3. 由問卷結果及與彰化福馬圳灌區農民接觸過程，可知彰化地區農民對於彰化福馬圳取水問題遲遲無法改善深受其擾，也期望政府站在提昇農業競爭力之觀點，尤其當地民衆每遇斷水期間，即利用自購抽水機抽取地下水，長期而言勢必造成地下水超抽之問題，就防範於未然，福馬圳取水改善工程之興建確有其急迫性。
4. 在環境效益方面，本研究應用假想市場評估法，評估結論若福馬圳具有維護灌溉區域百分之 10 居民居住地區的環境功能，則福馬圳明顯具有環境效益，並且應用三種模式估計福馬圳灌溉區域之居民之平均願意用於維護環境品質之金額，得到每年每戶願付金額為 1,198 元。
5. 比較三種不同估計方法，發現仍以雙界二分選擇法較為受訪者民衆接受，在做問卷時，若採用開放式詢問法常有受訪者無法回答的情形，這種情形會造成估計偏差情形較為嚴重，而採用 PROBIT 方法估計時，因為受訪者僅會遭遇一個金額，並針對此金額回答願意或不願意，受訪者所遭遇金額對於推估願意支付金額具有非常重要影響性，也就是此金額過高，估計值就容易過高，相反地，估計值容易過低，僅有雙界二分選擇法受訪者較容易回答，並且根據存活模式估計得到結果，較符合一般社會經濟狀況之特性。

謝 誌

本研究承蒙行政院農業委員會的支持及經費補助。研究期間感謝農田水利聯合會相關人員及彰化農田水利會李武雄工程師於計畫執行期間提供詳細計畫資料，在此一併致上謝忱。

參考資料

1. 中國農業工程學會，張斐章，「農田水利設施效益評估及推廣」，行政院農業委員會，2001。
2. 台灣省水利規劃試驗所，「烏溪福馬圳取水改善工程規劃報告」，台灣省彰化農田水利會，1999。
3. 台灣經濟研究院，「水利事業投資財務計畫及成本效益評估規範及範例研究」，經濟部水資源局，1998。
4. 吉田謙太郎、木下順子、合田速素行，「CVM 全國農林地之公益機能評價」，1995。
5. 吳淑麗、林荔華、陳鈞華，「水田對『三生』功能效益估算模式之研究」，財團法人曹公農業水利研究發展基金會，1996。
6. 孫建平、張斐章，「水利工程建設綜合評判架構之研究—以台東地區噴灌設施為例」，水資源經營與管理研討會，2000。
7. 張清溪等四人，「經濟學：理論與實際」，新陸圖書股份有限公司，1993。
8. 陳恭綾，「關渡沼澤區的保護效益評估-假想市場法之應用」，台灣大學經濟研究所，1994。
9. 經濟部水利處水利規劃試驗所，「台東卑南上圳進水口改善工程方案初步規劃」，2001。
10. 劉錦添，「淡水河水質改善的經濟效益評估-封閉是假想市場法之應用」，經濟論文第十八卷第二期，1990。
11. 蔡明華，「旱作灌溉試驗研究成果及其應用」，灌溉排水技術研究成果應用推廣—旱作灌溉技術研討會資料輯，1987。
12. Hanemann, W. M., "Some Issue in Continuous and Discrete Response Contingent Valuation Studies", Northeast Journal of Agricultural and Resource Economics, pp. 5-13, 1985.
13. Hanemann, W. M., J. Loomis, and B. Kanninen., "Statistical Efficiency of Double-Bounded Dichotomous Choice Contingent Valuation", American Journal of Agricultural Economics,

pp. 1255-1263, 1991.

14. William H. Greene, "Econometric analysis",
Englewood Cliffs, N.J. : Prentice Hall, 1997.

收稿日期：民國 92 年 11 月 19 日

修正日期：民國 93 年 3 月 4 日

接受日期：民國 93 年 3 月 8 日

