

應用可拓理論於政府機關環境整理

之割草車性能規格評選

Mowing Car Performance Specifications Selection of the Government Organization's Environmental Reorganization by Extensional Theory

賴姿掄*

國防大學管理學院

資源管理研究所

e-mail :

geannco@seed.net.tw

吳定安

陸軍工兵學校

e-mail :

wda3415@yahoo.com.tw

張士行

國防大學管理學院

資源管理研究所

e-mail :

prof.chang@msa.hinet.net

摘要

在產業競爭及國家財政窘困下，政府機關節省人力、財力支出是必然政策，因此藉由機械化、資訊化代替人力作業，是政府機關各項作業爾後趨勢。割草車規格、性能之良窳，將直接影響環境綠地整理作業效率，因此，藉由可拓理論對割草車評選應考量之因素做評量比較，期以獲得符合使用者需求且功效更佳之產品。

關鍵字：最有利標、可拓理論、關聯函數、田口品質、多準則決策

Abstract

Competition in the industry and the state's financial straits, the government organs save human, financial expenditure is inevitable policy, through mechanization and information technology to replace human operations, is the government agency then operating trends. Mowing vehicle specifications, performance of influences, it will directly affect the environment green finishing operating efficiency, therefore, by extension theory mowing cars on the selection should consider factors that assessment, the period to be effective and meet the needs of more users good

products.

Keyword: most advantageous tender extension theory, correlation function, Taguchi quality, multi criteria decision making

1. 緒論

政府機關近年因國家財政窘迫及業務資訊化等因素，人力逐年檢討精減。然行政文書工作於資訊化作業下，人力精減是符合成本效益的政策，但於需付出勞力的工作項目，諸如環境整理、垃圾清運工作，若人力遭精減將造成工作無法如期、如質的達成，更造成在職員工工作時數的增加，同時恐有怨言。以往環境整理工作上，均需大量人力付出，然在人力精減、降低成本的潮流迫使下，這些工作就需以機械代為行之，以減輕人力、財力及時間的付出。

如果政府仍以最低價決標方式採購發包，造成廠商僅以價格做為競爭目標，而不以提昇機具效能，加強機具管理、降低維修成本來增強競爭力，未來如何與國際產業相互競爭，實為極需未雨綢繆之問題。

而採用最有利標決標方式評選廠商是政府採購法工程採購規定的方式之一，因此，就環境整理之草坪修剪工作，用以替代所需人力之割草車作為研究，依據草坪面積大小、地形狀況等因素，檢討符合實際需求之割草車規格及性能，以期達到少人力、低成本、工時短的工作需求。

本研究將把複雜的田口式品質工程方法中的靜態分析部分，以望大(The-Larger-the-Better)、望小(The-Smaller-the-Better)及望目(Nominal-the-Best)三種品質特性與可拓關聯函數作一結合，藉由可拓理論對割草車評選應考量之因素做評量比較，以期獲得最符合使用者需求，且功效更佳之產品，預期本研究所建立之可拓理論決策模式作為後續各組織學者研究相關問題參考。

2. 文獻探討

過去學者對招商的評選提出各種的方法，大部分都缺乏客觀與精確的數據處理，所以在結果上大都會有些許偏頗。因此本研究應用了專家訪談、層級分析法與可拓理論等理論來進行割草車規格性能評選。

2.1 最有利標(Most Advantageous Tender)

若以價格做為決標的唯一條件，其最低價得標者，最大的風險有二：一是廠商算錯標單，在這種情形下，得標就是虧本的開始。二是廠商以非常態的低價搶標，此時會出現不合乎標準的物品品質或施工程序。(王淑芬，2006)

而最有利標之精神，就是要機關能依招標文件所規定之評審標準，就廠商投標之技術、品質、功能、商業條款或價格等項目，作綜合評選，以擇定最佳決標對象。由於是綜合評選之結果，所以得標者可以是一個分數高、產品品質好、功能強而價格雖高但屬合理之廠商。一方面讓機關在既定之預算規模下，買到最好之標的，把預算用得最有價值；另一方面亦鼓勵廠商從事非價格之競爭，避免惡性低價搶標。(許瓊華，2007)

2.2 專家訪談(Expert Interview)

訪談是一種研究性交談，是研究者通過口頭談話的方式從被研究者那裡蒐集第一手資料的一種研究方法，訪談與日常談話很不一樣，前者是一種有特定目的和一定規則的研究性交談，而後者是一種目的性比較弱（或者說目的主要是情感交流）、形式比較鬆散的談話方式。

專家訪談即是研究者依研究目的，先行篩選適當的受訪者進行訪談。藉由雙向溝通的過程，從受訪者中獲取資料的方法。使用專家訪談法最大的價值在於可以獲得比由電話調查或郵寄調查更加詳細且更深入的資料，且訪談者有能力去改善資料的品質。亦可對受訪者做事前的篩選，以確定由適當的人來回答（古永嘉，2003）。

2.3 可拓理論(Extension Method)

可拓學之創立，始於1983年蔡文提出之第一篇論文《可拓集合和不相容問題》。其理論基礎為物元理論和可拓集合論，其邏輯細胞則是物元，研究對象為現實世界中的矛盾問題。蔡文的物元理論提出了解決矛盾問題的思想框架，通過物元的構造和物元的變換來反應事物「質」和「量」間的相關變換關係。

可拓學的理論稱為可拓理論，其基本方法稱為可拓方法；可拓方法在各領域中的應用方法，稱為可拓工程方法。可拓工程方法則是用形式化的工具，從定性及定量兩角度去研究解決矛盾問題的規律和方法，可拓學的理論支柱是物元理論和可拓集合理論，其邏輯細胞則是物元。事物變化的可能性，稱為物元的可拓性，事物的變化以物元變換來描述，物元理論的核心就是研究物元的可拓性和物元的變換以及物元變換的性質。(蔡文，1997)

在可拓集合中，建立了“關聯函數”這個新的概念：對給定的論域 U 與給定的性質 P ，構造集合的過程主要是人們依照一定的準則對元素 $u \in U$ 與性質 P 之間的關係的識別，進而對元素進行分類的過程，依據不同的準則，對待評方案進行識別、分類。

2.4 物元的基本理論

在可拓理論中，對於事物的定義是在給定一件事物的名稱 N ，它關於特徵 c 的量值為 v ，以有序組作為描述事物的基本元，也就是物元。(如圖 1)

我們將人、事和物三種要素統稱為事物。事物具有各式各樣的特徵，而一事物關於某一特徵會有相對應的量值。事物的名稱、特徵及與特徵相對應的量值是描述事物的三項基本要素。

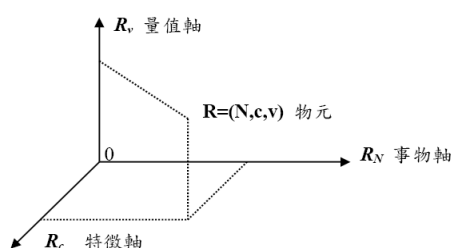


圖 1：物元空間概念圖

(資料來源：蔡文,1983)

2.5 層級分析法 (Analytic Hierarchy Process, AHP)

AHP 法係 Saaty 於 1971 年所提出，主要是利用階層結構的概念，由相關決策人員進行評估，將複雜的多目標問題藉由建構階層關係，分為目標、準則與方案，求得各已知方案的權重值，再以兩兩比較的方式來判斷出各方案之相對優劣，而得到一最佳方案 (Saaty, 1989)。此法的優點在於操作簡單，且評估結果經一致性檢定，較有理論基礎並具客觀性。

吳青松、石素娟(2007)指出若決策人數超過三人以上時，則分別建立各專家之成對比較矩陣，並求出其最大特徵值 $\lambda_{\max}$ 與一致性指標 C.I 值 ($C.I = (\lambda_{\max} - n)/(n - 1)$)。C.I 是為接近一致性之指標的一致性指數，經參考成對比較矩陣的階層數參數 R.I，其一致性比率應滿足 $C.R. = C.I. / R.I. \leq 0.1$ 的條件。C.R. 值越小，表示成對比較的一致性越高。C.R. < 0.1 為佳，C.R. > 0.2 則須重新評比，以避免不良的決策品質。接著以所有的專家之成對比較矩陣結果之幾何平均數來求得特徵向量(權重)。

2.6 田口品質 (Taguchi Quality)

在舊有的觀念中，生產者將超出規格界限外的產品品質之壞，視為相同，認為皆會造成損失；而將合於規格界限內的產品品質視為一樣好，認為其品質損失均為零。為提高顧客的滿意度，生產者則盡力使產品品質介於規格界限內，而未考慮合於規格界限內產品品質之差異性。

但就合格品而言，其品質程度應有差異。品質特性越接近目標值，其性能越好；越偏離目標值，其性能越差。因此，產品不合規格固然會造成損失，但符合規格的產品亦可能造成損失，故就品管角度而言，如能使用妥善的計量方法描述當產品特性偏離目標值時顧客所造成的損失，則將能提昇品管效能(蘇朝墩, 2002)。

田口品質是以品質損失為中心基本觀念。衡量產品品質的方法，而一般品質特性可分成三種：

一是望目特性，意味品質特性之測量值愈接近目標值愈好，例如重量、尺寸屬此。

二是望小特性，意味品質特性之測量值愈小愈好，例如污染、損耗屬此。此類品質特性為非負值，理想值為零。

三是望大特性，意味品質測量值愈大愈好，例如硬度、強度屬此。此類品質特性為非負值，理想值為無限大 (鄭春生, 1995)。

就望目特性而言，目標值可以為偏離產品上下界限之中心值，稱為不對稱形的望目品質特性，亦可以是產品上下界限的中心值，稱為對稱形望目品質特性。

2.7 多準則決策 (Multiple Criteria Decision Making; MCDM)

管理的決策領域中，決策者所處理的問題經常是包含多重評估準則的，而這些準則卻往往都是互相衝突的，例如選購一部車子，我們通常就會考慮多個因素，像是價格、舒適度、安全性、省油程度、折舊率、外觀等評估屬性，而這些評估準則

往往是相互衝突的，如價格與安全性。而以往許多決策者所採用的評估方法，通常只以最小成本或最大效益之單一指標為衡量標準，但在多元複雜的社會環境中，決策者面對的問題日趨複雜，同時也常面臨在諸多的衝突目標中做權衡取捨，若僅以單一準則為選擇或評估方案的依據，不但考慮有欠周詳且亦不符實際問題的需要。

多準則決策方法，起源於Koopmans所提出有效向量的觀念（Zeleny, 1982），發展至今已有許多研究及決策者將其應用於設計、選擇或評估方面的問題。在替代方案為已知的情形下，以多個準則為評估的依據，由決策者表達其偏好結構（preferences structure），然後求其非劣解（non-inferior solutions），或排定替代方案優劣順序（ordering）。

多準則決策是可以幫助決策者在數目有限的可行方案中，根據每一方案的各個屬性的特徵，從可行的方案之中，將各個方案做一優劣排序，評估和選擇一符合決策者理想的方案（Yoon 及 Hwang, 1985）。

3. 割草機性能評選模式與實例

政府機關如何選擇最適之割草機之評比方式在單位特性不同的狀況上，通常不盡相同。而且也由於屬性的需求不同有各自的考量因素。因此本文僅藉某政府機關採購割草機之招標評選過程為例，對此評選方法的可行性作說明。

3.1 以物元表示對割草機效能之評估：

由於選擇最適割草機之評選因素，會因機關環境及需求而異。一般採購作業，於商情資料通常透過訪商獲得，其管道大概可區分為：產品簡介、產品展覽、網路搜尋及電話尋商而獲得。因此，本研究假設買方實際需求為整理平坦之公園草坪，面積於100平方公尺以上，底標15萬元之條件下，先以網路蒐集商源，再邀集各相關製造（供應）商提供符合需求之產品型式，最後由訪談專家對象包括採購相關人員及實際使用者共十人一同決定評選因素衡量標準及範圍，以預算金額公開之最有利標招標方式獲取所需產品。

假設依據使用單位所作出結論及傳統上採購最適的割草車評選準則，我們選定十個項目作為評比因素，各因素評量指標、量化準則、性能衡量指標及各廠牌割草車規格整理如表1所示。

表1 性能衡量指標及各廠牌割草車規格

評選因素	價格	引擎馬力	排氣量	割草高度 間距	割草高度 調整段數	割草寬度	油箱容量	行進速度	刀片數	後勤支援 能力
評量因次	成交金額 (萬元)	HP	CC	公分	段數	公分	公升	公里/小時	片數	等級
市場標準	11.5-16	16-24	480-800	5-10	4-8	90-140	10-25	7-15	1-4	0-5
衡量指標	望目	望大	望大	望大	望大	望大	望大	望大	望大	望大
A	12.5	18	494	7.7	7	107	13.3	8.4	2	4
B	14.8	21	782	8.06	5	137	22	13	3	2
C	13	18	494	7.56	7	107	15.2	11.2	2	3
D	14.2	20	656	6.3	5	117	11.4	8.8	3	2

資料來源：本研究整理

首先建立系統物元，確定經典域和可拓域，再依據各類因子均值及取值範圍構造出各類別

經典域物元為：

$$R_0 = (N_0, C, V_0) = \begin{bmatrix} N_0 & C_1 & V_{01} \\ & C_2 & V_{02} \\ & \vdots & \vdots \\ & \vdots & \vdots \\ & C_n & V_{0n} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \text{割草車效能評估} & \text{價格 (萬元)} & \langle a_{01}, b_{01} \rangle \\ & \text{引擎馬力} & \langle a_{02}, b_{02} \rangle \\ & \text{排氣量} & \langle a_{03}, b_{03} \rangle \\ & \text{割草高度間距} & \langle a_{04}, b_{04} \rangle \\ & \text{割草高度調整段數} & \langle a_{05}, b_{05} \rangle \\ & \text{割草寬度} & \langle a_{06}, b_{06} \rangle \\ & \text{油箱容量} & \langle a_{07}, b_{07} \rangle \\ & \text{行進速度} & \langle a_{08}, b_{08} \rangle \\ & \text{刀片數} & \langle a_{09}, b_{09} \rangle \\ & \text{其他設備} & \langle a_{010}, b_{010} \rangle \end{bmatrix}$$

R_0 稱為物元， C 為性質特徵， V_0 分別為 N_0 關於 C 取值的範圍稱為經典域。

$$R_p = (N_p, C, V_p) = \begin{bmatrix} N_p & C_1 & V_{p1} \\ & C_2 & V_{p2} \\ & \vdots & \vdots \\ & \vdots & \vdots \\ & C_n & V_{pn} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \text{割草車效能評估} & \text{價格 (萬元)} & \langle a_{p1}, b_{p1} \rangle \\ & \text{引擎馬力} & \langle a_{p2}, b_{p2} \rangle \\ & \text{排氣量} & \langle a_{p3}, b_{p3} \rangle \\ & \text{割草高度間距} & \langle a_{p4}, b_{p4} \rangle \\ & \text{割草高度調整段數} & \langle a_{p5}, b_{p5} \rangle \\ & \text{割草寬度} & \langle a_{p6}, b_{p6} \rangle \\ & \text{油箱容量} & \langle a_{p7}, b_{p7} \rangle \\ & \text{行進速度} & \langle a_{p8}, b_{p8} \rangle \\ & \text{刀片數} & \langle a_{p9}, b_{p9} \rangle \\ & \text{其他設備} & \langle a_{p10}, b_{p10} \rangle \end{bmatrix}$$

R_p 稱為物元， C 為性質特徵， V_p 分別為 N_p 關於 C 取值的範圍稱為可拓域。

且 $V_{0i} \subset V_{pi}$ ($i=1, 2, 3 \cdots 10$)

V_{0i} 、 V_{pi} 量值評估結果見表 2。

表 2 可拓理論之經典域及可拓域數據

物元		各特徵之 V_{0i} 、 V_{pi} 量值									
		C_1	C_2	C_3	C_4	C_5	C_6	C_7	C_8	C_9	C_{10}
N_0	a_{0i}	11.5	16	480	5	4	90	10	7	1	0
	b_{0i}	16	24	800	10	8	140	25	15	4	5
N_p	a_{pi}	10.5	19	500	6.5	6	100	13	9	1	1
	b_{pi}	15	24	800	10	8	240	25	15	4	5

3.2 建立關聯函數及關聯度計算

根據可拓學中關於距的意義取關聯函數
為

$$K(V_i) = \begin{cases} \frac{-\rho(V_i, V_{0i})}{|V_{0i}|} & \rho(V_i, V_{pi}) = \rho(V_i, V_{0i}) \\ \frac{\rho(V_i, V_{0i})}{\rho(V_i, V_{pi}) - \rho(V_i, V_{0i})} & \rho(V_i, V_{pi}) \neq \rho(V_i, V_{0i}) \end{cases} \quad (1)$$

其中

$$\rho(v_i, V_{oi}) = \left| v_i - \frac{a_{oi} + b_{oi}}{2} \right| - \frac{b_{oi} - a_{oi}}{2} \quad (2)$$

$$\rho(v_i, V_{pi}) = \left| v_i - \frac{a_{pi} + b_{pi}}{2} \right| - \frac{b_{pi} - a_{pi}}{2} \quad (3)$$

$$|V_{oi}| = |b_i - a_i| \quad (4)$$

把各割草車 N_i 關於各衡量條件 M_i 的關聯函數值簡記為 $K_i(N_j)$ ，則各割草車 $N_1, N_2, N_3 \dots N_m$ 關於 M_i 的合格度為

$$K_i = (K_i(N_1), K_i(N_2), K_i(N_3), \dots, K_i(N_m)) \quad (5)$$

($i=1, 2, \dots, 10$)

結果如表 3 整理：

表 3 各廠牌割草車衡量指標之合格度

評選因素/合格度	A	B	C	D
價格	2.5	0.2	2	0.8
引擎馬力	0.25	0.625	0.25	0.5
排氣量	0.044	0.944	0.044	0.55
割草高度間距	0.54	0.612	0.512	0.26
割草高度調整段數	0.75	0.25	0.75	0.25
割草寬度	0.34	0.94	0.34	0.54
油箱容量	0.22	0.8	0.347	0.093
行進速度	0.175	0.75	0.525	0.22
刀片數	0.333	0.667	0.333	0.667
後勤支援能力	0.8	0.4	0.6	0.4

3.3 以 AHP 取得各因素之權重

評選專家對 10 個評選因素，以兩兩因素間之相對重要性來進行成對比較。建立成對比較矩陣。

成對比較時使用的數值，分別為 $1/9, 1/8, \dots, 1/3, 1/2, 1, 2, 3, \dots, 8, 9$ ，將 10 個因素比較結果的衡量，置於成對比較矩陣的

上三角形部分，主對角線為要素自身比較，均為 1，而下三角形部份的數值，為上三角形部分相對位置數值的倒數。

利用 AHP 法計算這 10 個評選因素的權重值如表 4，一般來說，C.R 小於 0.1，因此可以本研究所得結果是可以被接受。

表 4 各衡量指標之權重值

評選因素	權重值	正規化權重值	四捨五入權重值
價格	0.722	0.105525	0.11
引擎馬力	0.823	0.120286	0.12
排氣量	0.415	0.060655	0.06
割草高度間距	0.706	0.103186	0.1
割草高度調整段數	0.616	0.090032	0.09
割草寬度	0.82	0.119848	0.12
油箱容量	0.666	0.09734	0.1
行進速度	0.724	0.105817	0.11

評選因素	權重值	正規化權重值	四捨五入權重值
刀片數	0.432	0.063139	0.06
後勤支援能力	0.918	0.134171	0.13

3.4 優度計算與排序

衡量條件集 V 的權係數向量為

$$\alpha = (\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3, \alpha_4, \alpha_5, \alpha_6, \alpha_7, \alpha_8, \alpha_9, \alpha_{10})$$

計算各廠牌割草機 N_j 合格度 $K(N_j)$ 及優度 $C(N_j)$ ：

$$K(N_j) = [k_{1j} k_{2j} k_{3j} k_{4j} k_{5j} k_{6j} k_{7j} k_{8j} k_{9j} k_{10j}]^{-1} \quad (j=1,2,\dots,4)$$

$$C(N_j) = \alpha K(N_j) \quad (6)$$

對 N_j 的優度進行比較，計算結果如表 5：

表 5 優度及排序

廠牌	優度	排序
A	0.503878	3
B	0.736782	1
C	0.530358	2
D	0.447869	4

其中排名會因各評選因素相對權重不同而改變，也就是各政府機關可以根據單位的需求來遴選所需的環境整理之割草車。

4. 討論與分析

研究排序結果如表五，以 B 廠牌其優度 0.736782 為最佳，其次以優度為 0.530358 的 C 廠牌。

結果顯示優度值愈大的廠牌割草車愈接近機關本身所需要的環境整理之割草車，但優度較不佳的廠牌並不代表其割草車性能不好或是不符合其他機關，只是本研究的目的只針對單一政府機關來評選出適合這個機關本身所需的環境整理之割草車。

故研究結果則以 B 廠牌優度以 0.736782 為最高，表示最適該研究個案的機關本身所需的環境整理之割草車。

5、結論

在實務上，價格列入評比時，工作小組應製作一「投標價格給分標準」，其目的是希望廠商投標價格落在參考基準價稍低的位置得分最高，投標價格偏高或偏低時得分將遞減，然價格的級距或配分多寡的合理性，均需視單位需求不同來做調整。

如果工程物價、人員、設備機具等單價分析皆公開透明化，評選作業中「價格」應可不列入評比，而以「固定價格」給付，廠商也不必花許多的人力及時間在單價分析上著墨。

而評定最有利標之方式，目前較常被運用的是以總評分法、評分單價法和序位法等三種方式，對於此三種方式在實際作業中之公平性，仍有些值得研究及探討之空間，有待後續研究者的努力。

本研究是屬於多準則決策最適化 (Multiple Criteria Decision Making Optimization) 之研究，應用田口方法結合物元概念、關聯函數等可拓工程方法於割草機性能之評選，可讓各單位依其需要，直接由評選因素作衡量，由於單位對割草機的需求特性，分別決定各評選因素之權重，求取綜合評鑑結果來決定割草機的挑選優先順序，所以此方法對於公營單位在遴選割草機供應商上不失為是一種具有公正客觀的新方法。

6、參考文獻

- [1] 王建武、王明得、張家祝，”改良式分析階層程序法權重求解模式之研究”，國立台灣大學台大工程學刊，台灣，No.92，pp.11-27，2004。
- [2] 王淑芬，”古蹟工程施工廠商最有利標評選作業之研究”，中原大學文化資產研究所碩士論文，2006。
- [3] 古永嘉，企業研究方法，台北市，華泰文化，2003。
- [4] 朱豔芳、謝復剛，國防實務研究方法，台北市:前程文化，2005。
- [5] 吳青松、石素娟，以AHP群體決策法選擇企業在特定區位之進入模式，Chiao Da Management Review, Vol.27 No. 1,2007，pp.195-219。
- [6] 張士行，”Optimization of Injection Molding Process in Short Glass Fiber Reinforced Polycarbonate Composites Using Extension Set Method”，全中國2000年可拓工程研討會，廣東工業大學，廣州，2000。
- [7] 許瓊華，”層級程序分析法應用於最有利標供應商評選作業—以環保機具為例”，南華大學管理科學研究所碩士論文，2007。
- [8] 蔡文，物元分析概要，人工智能學報，1983。
- [9] 蔡文，可拓工程方法，科學出版社，北京，1997。
- [10] 鄭春生，品質管理，三民書局，台北，1993。
- [11] 蘇朝墩，品質工程，中華民國品質學會，台北，2002。
- [12] Saaty， T.L.， ”How to Make a Decision: The Analytic Hierarchy Process”， European Journal of Operational Research， Vol. 48， pp.9-26， 1990。