

國軍輪型車輛供應商評選機制—— AHP 與 DEA 模式之應用

陸軍上校 田家綺

提 要

國軍系統分析流程中，以「決策指標選擇」最困難，普遍作法乃依照「兵力整建目標」，採用線性加權平均模式及群體協商方式排列各備選方案優先順序。所運用專家群體決策方法獲得量化評選結果，並不考量各決策指標間的關聯性。本研究設計結合群體協商機制與決策指標重要性的AHP/DEA-AR模式，藉由「作戰效能評估」與「成本效益評估」兩階段評估方式，以提供明確的備選方案優先順序建議。第一階段評估方式可於「系分委員會」時實施。依據作戰需求(作戰需求文件)，運用「目標管理」及「程序思維」方式，共同討論「預期達成的主要目標」、「可達到主要目標的次要目標」、「可達成次要目標的準則」及「競爭方案」，透過AHP將討論結果予以量化。第二階段則依照第一階段所獲得的準則及敏感性分析的權重上下界限等關聯性數值，運用DEA-AR模式進行方案評估，來獲得符合群體決策結果的目的客觀的備選方案優先順序，使評估結果更具強韌性。研究發現在「作戰效能」評估下，13家潛在商源中，有10家符合軍方需求，並可了解各潛在廠商所提供輪型車輛的相對優勢與弱勢，作為爾後戰術運用的參考。其次，從家符合「作戰效能」的潛在廠商中，考量「成本效益」問題。若不參考群體決策結果，B及H廠商所提供輪型車輛具有成本效益；但考量群體決策結果時，僅B廠商具有成本效益，另外也提供採購人員可能議價空間的明確資訊。此模式不僅適合國軍軍事投資系統分析運用，亦能提供採購人員議價作業時運用。

關鍵詞：AHP、DEA-AR、作戰效能、成本效益

壹、前 言

「善用國防預算，每筆投資建設對未來備戰產生實質效益。」為國軍進行裝（設）備投資的主臬。國軍軍事投資與民間投資目標不同，重視「以成本為導向的作戰效益」，故採用「系統分析」作業，在人力、財力與物力縝密配合原則下，使「成本效益」與「作戰效益」間獲得最佳組合。「系統分析」之目的為「對軍事投資個案，其所各種

可行方案對優先順序進行篩選，使每一增加之投資成本，在未來允諾時間內，可能獲得最佳作戰效果」，顯見此作業扮演拓荒者角色，分析成效愈佳，對國軍備戰成效愈顯著。

國軍系統分析流程中，以「決策指標選擇」最困難。為獲得客觀且普遍認同的「決策指標」，多數作業人員建議依照「兵力整建目標」，採用線性加權平均模式，及群體協商方式排列各方案優先順序，作為決策者

參考依據。雖採專家群體決策方法，以提供量化評選結果，但各決策指標間及指標與方案間的關聯性，無法提供明確資訊；而透過修商方式獲得的結果是否客觀？若從「作戰效益」與「成本效益」角度考量，可否明確指出可行方案評選結果？本研究目的在「探討如何考量作戰要求與成本效益，評選系統供應商」。研究目的如下：

- 一、針對決策指標間及指標與方案間重要性不同，提供明確關聯強度資訊。
- 二、改進藉群體協商獲得評選結果的方式，提供客觀評選資訊。
- 三、考量國軍作戰需要及成本效益，對可行方案進行客觀評選結果。
- 四、更進一步，依照成本效益評選結果，提供採購人員參考。

近年國防部積極推動「國防資源釋商」作法，其中最重要且金額最大的國內採購案為「戰術輪車籌補」案，不但國內汽車製造商視為大餅，國外廠商也積極介入，故採購前的系統分析工作——「適合製造與後續維持的汽車製造商」評選作業相對重要，故本研究選定此具代表性及時代意義「戰術輪車系統分析作業」中「評選軍事輪型車輛製造商」作為研究方向。

因個人主／客觀判斷易影響方案間優先順序且目標、要求標準與備選方案間存在某個程度關聯性，而關連性強弱卻無法以明確量化數據表示，僅依照參與作業人員的主觀判斷，易使評估結果失真。

為符合實際研究需要，本研究問題如下：

- 一、適合國軍採「群體決策」方式及「滿足多目標」特性，提供客觀評選結果的「方法」為何？

二、依據前述目的，系統分析人員均認同的「決策指標」及「廠商評選」結果為何？

三、各「決策指標」間的關聯度為何？對選商結果有何影響？

四、從「作戰效益」角度考量，適合的選商結果為何？

五、從「成本效益」角度考量，對符合「作戰效益」廠商，其優先度為何？不具「成本效益」的廠商，採購作業人員的「議價空間」有多大？

本研究以製造國軍「戰術輪車」汽車商為研究對象，未避免洩漏國家重大投資建設機密，所有廠商均以英文代號表示；統計資料顯示結果，詳細數據不列入。

本論文架構如下：第二節為文獻探討、其次為研究方法、第四節實證分析、最後為結論與建議。

貳、文獻探討

國軍從事軍備設施（備）投資行為須依照「國軍軍事投資計畫建案作業」，循「作戰需求」→「系統分析」→「投資綱要計畫」等三階段作業進行。其中「系統分析」之目的為「對多項備選方案進行優劣評估」，以提供「最佳方案」供決策者進行決策時參考。評估過程中所採用方法與業界從事企業投資行為相似，除重視「成本效益」外，亦注重「作戰效用」。過去文獻中，對投資標的物評選方法大致可分成三種：一、財務法；二、分析法；三、策略法三種^{註一}。近年，多數學者將DEA理論運用在「投資分析」上。本節首先簡介「國軍系統分析」觀念，並列舉在從事軍事投資作業常見問題及對適於國軍運用「分析法」進行探討。

註一 Suresh, N. C., "A Generalized Multi-machine Replacement Model for Flexible Automation Investments," IEE Transaction, Vol.24, 1992, pp.131-133.

一、國軍系統分析簡介

系統分析主要目的為儘可能蒐集、獲取與系統有關的一切資訊，做為對與系統相關之議題的決策參考。作正確決策須具備：(一)預期決策之資訊(料)律訂；(二)建立一套系統化作業制度，以獲得前述相關資訊(料)；(三)對所得資訊(料)實施合理的評估與分析(柯輝耀，民國90年)^{註二}。系統分析所重視是過程，而非結果，亦即，資訊的獲得為主要目的，而非系統模式建立。

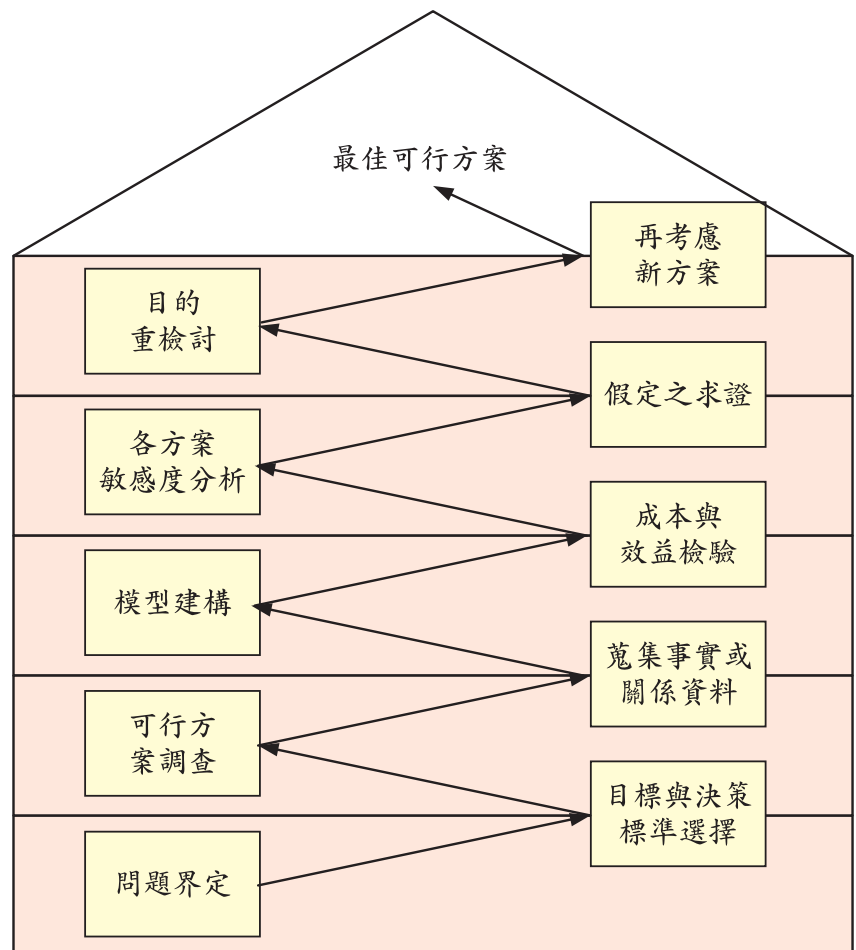
國軍系統分析流程可區分「問題界定」、「目標與決策指標選擇」、「可行方案調查」、「事實及關係資料蒐集」、「評估模式建立」、「成本與效益檢驗」、「各方案敏感度分析」、「假定求證」、「目的重檢討」與「再考慮新方案」及「獲得可行方案」等步驟(如圖一)。

整個系統分析過程中，常見(1)「系統分析」過程未獲得強有力的科學方法支持；(2)選擇評估指標會因作業人員觀點差異，造成評選結果不同；(3)無量化數據提供最佳可行方案及(4)未能從「作戰效能」與「成本效益」兩面向評選最佳可行方案等問題^{註三}。本研究希望能導入科學方法、評估指標一致化、量化最佳行動方案及從「作戰效能」與「成本效益」兩面向進行方案評選，提供作業人員較佳的系統分析作業模式。

軍備設施(備)投資評選過程複雜且耗費成本與時間，此種過程大多反應在多數投資問題之上。而投資可能面臨問題如下(Suresh, 1992)^{註四}：

- (一)高成本與全系統的風險性。
- (二)過於強調設備具有短期報酬回饋之短視作法。
- (三)以量化縮短產品前置時間及改善的難度及系統所提供之多種型的成本與利益。
- (四)陷於清楚呈現策略投資要點而非數量化的兩難。
- (五)延伸規劃垂直程度之需求和需求、價

圖一 國軍系統分析作業流程



資料來源：本研究整理。

註二 柯輝耀，預防性失效分析—FMECA&FTA之應用，臺北：中華民國品質學會，民國90年。

註三 國防部整合評估室，九十五年系統分析講習資料，臺北。

註四 同註一。

格及其餘預測所需參數，與長期的現金流量。

(六)過時的製程科技比過高。

(七)源自零件簇導向、軟體驅動生產等不同操作本質。

(八)無效率的製造策略。

不同分析模型因研究問題不同而發展，下節對相關模型進行扼要討論。

二、投資標的確認之模型

過去文獻對系統評選的方法區分成「財務指標」及「多目標決策」兩種模式。分別探討如下：

(一)財務指標法

現階段企業經營狀況之衡量財務分析因目的不同，所注重要素會不同。企業管理績效所重視，不外乎獲利能力與獲利品質。而產業經營績效大多利用會計報表之會計報酬，如資本報酬率、資產報酬率、財務槓桿等進行評估。財務比例分析是在特定日期或期間，將繁複且金額巨大的數據加一簡化，根據相關項目比率，進而分析，探討其隱含之意義即可能之原因。使分析者能迅速對公司或不同期間之財務資料予以比較，以了解公司的財務狀況及經營成果之優劣。但面對數百個財務資料中所求得的比率，如何挑選其最具代表性的財務比率來做分析，才能獲得所需相關資訊？目前並無一套選擇財務比率的理論分析基礎，且實證研究中亦無一致

的結果。當某單位部份指標有高或低時，並無法提供該單位的綜合成果；而生產函數有多投入與多產出變數時，便無法運用；處理單一產出變項與多投入變項的問題，須事先將投入與產出的權數均假定為1。這些均為此法的缺點。

(二)多目標決策法

Sun(2002^{註五})應用「目標決策法在應用在產品評選」。Kolli et al.(1992^{註六})將1990年代的經濟確認模式(Economic Justification Model)區分為：(1)單目標決定因子模型——包括淨現值、內部報酬率、收益/成本比率、償還週期、數學規劃及最小年收益需求等；(2)單目標無決定因子模型——敏感度分析、決策樹、樂觀/悲觀分析與蒙地卡羅模擬等；(3)多目標決定因子模型——包括得分模型(Scoring Model)、分析層級程序(Analytic Hierarchy Process, AHP)、決策支援系統、動態規劃、目標規劃、0-1多目標數學規劃與生產力模型等及(4)多目標無決定因子模型——包括專家系統、模糊語意法(Fuzzy Linguistic Methods)、競局理論模型、多屬性效用模型與隨機規劃等。

部分學者提出線性/目標規劃替換模式(Lotfi and Suresh 1994^{註七})，多準則決策模式(Kim et al., 1997^{註八})，風險與模擬分析(Kuula, 1993^{註九})，AHP(Albayrakoglu, 1996^{註十})，混合模式——如AHP與目標規劃(Myint

註五 Sun, Shinn, "Assessing Computer Numerical Control Machines Using Data Envelopment Analysis," Internal Journal Production Research, Vol. 40, 2002, pp.2011-2039.

註六 同註五。

註七 Lotfi, V. and Suresh, N.C., "Flexible Automation Investments: a Problem Formulation and Solution Procedure," European Journal of Operational Research, Vol.41, 1994, pp.345-363.

註八 Kim, G. et al., "Identifying Investment Opportunities for Advanced Manufacturing Systems with Comparative-integrated Performance Measurement," International Journal of Production Economics, Vol. 50, 1997, pp.23-33.

註九 Kuula, M., "A Risk Management Model for FMS Selection Decisions: a Multi-criteria Approach," Computer in Industry, Vol.23, 1993, pp.99-108.

註十 Albayrakoglu, M., "Justification of New Manufacturing Technology: a Strategic Approach Using the Analytical Hierarchy Process," Production and Inventory Management Journal, Vol.37, 1996, pp.71-77.

and Tabucanon, 1994^{註三})等。

近年Braglia and Petroni(1999^{註三})、Talluri et al.(2000^{註三})及Talluri and Yoon(2000^{註四})雖將DEA運用在產品評選上，但未考量下列問題(Sun, 2002)：

1. 當多種DEA模型評估系統效率已證實可行時，過去認為適用的評選法便不再使用。

2. 部分DEA模式採用固定規模報酬(constant return to scale)的假設與實務現況不符；或假設變動規模報酬(variable return to scale)，忽略系統各變數間對的重要性不同的現象。

3. 未探討規模報酬遞增、規模報酬遞減或固定規模報酬之問題。

本研究貢獻為：

1. 使用軍方提供的戰術輪車真實資料進行系統效益評選。

2. 提出新的AHP/DEA混合模式，依照軍方對戰術輪車在「作戰效能」及「成本效益」面上的不同需求，建議最適行動方案，提供決策者參考。

3. 針對各變數對系統的重要性不同，調整重要性權重因子，以變動規模報酬確定區域模式(assurance region model, AR model)進行效益評估。

4. 使採購人員先期掌握不具「成本效益」製造商所生產車型的最適價格，作為招標時底價訂定或議價參考。

參、研究設計

一、研究架構

本研究區分成「作戰效能評估」與「成本效益評估」兩階段實施。從現有國內汽車製造商與車型商情資料庫中，依據軍方基本需求及國防政策進行第一階段的「作戰需求評估」，符合第一階段評估要件的汽車製造商，則進入第二階段「成本效益評估」。不符合「作戰需求評估」的汽車製造商，則排除其外，以減少後續第二階段評估的評估作業成本與時間。(如圖二)

「成本效益評估」考量因素以「國家政策」及「整體後勤成本」兩要因為主，期使獲選的汽車製造商未來能同時滿足「作戰需求」及「成本效益」之基本要求。乃因戰術輪車未來服役時間約10年，所籌購之車輛為汰換現有老舊車輛，後續維持成本必須在採購案規劃初期便納入考量，使後續服役時間的車輛妥善率符合國軍作戰要求。

二、研究對象

依據國防政策指導，律定符合現在或2年內具有製造戰術輪型車輛能力、可同步建立基地級維修能力的國內外汽車製造商及所生產車輛規格國內通用規格之汽車製造商為其底線。採購計畫作業人員透過網際網路及國防部商情資料庫，蒐集獲得13家汽車製造商作為評估對象。

從汽車市場及網際網路蒐集可蒐集的戰術輪車規格資料，並與單位戰術專家與汽車維修基地廠修護專家研討，共同選定對評估變數，依據軍方系統規範需要，各變數的操作型定義如表一。

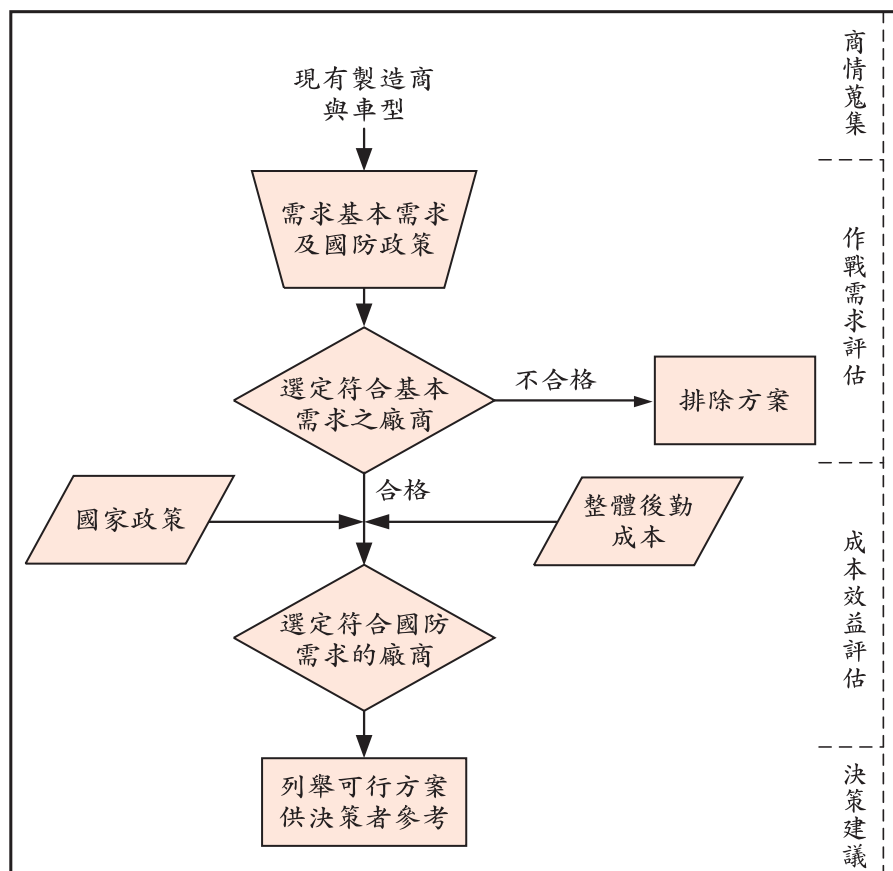
^{註三} Myint, S. and Tabucanon, M.T., "A Multi-criteria Approach to Machine Selection for Flexible Manufacturing Systems," International Journal of Production Economics, Vol.33, 1994, pp.121-131.

^{註三} Braglia, M., and Petroni, A., "Evaluating the Efficiency of U.S. Air Force Real-Property Maintenance Activities," Journal of Operational Research Society, Vol.38, 1999, pp.127-135.

^{註三} Talluri et al., "Application of Data Envelopment Analysis for Cell Performance Evaluation and Process," International Journal of Production Research, Vol.35, 1997, pp.2137-2170.

^{註四} Talluri, S. and Yoon, K.P., "A Cone-ratio DEA Approach for AMT Justification," Internal Journal of Production Economics, Vol.66, 2000, pp.119-129.

圖二 研究架構圖



三、評選準則

(一)第一階段評選準則

本研究第一階段考量「基本性能(C₁~C₆)」與「國防政策(C₇~C₈)」(本研究視為作戰效能),蒐集所有可生產製造符合基本性能的製造商,逐一篩選。篩選機制採用AHP進行。專家群分管理、製造及使用等不同部門各挑選1員組成,對13家汽車製造商進行「評選作業」,並以高於「標準規格」的作戰效益值為獲選底限,若作戰效能值高於「標準規格」的作戰效益值時,始進入第二階段評選,以評選符合「作戰效益」的合格汽車

表一 各變數的操作型定義

變數屬性	變數名稱 (代碼)	定 義
定量資料	車輛長度(C ₁)	該型戰術輪車從車前保險桿至車後保險桿長度;單位:公釐。
定量資料	車輛寬度(C ₂)	該型戰術輪車從左車身至右車身寬度;單位:公釐。
定量資料	車輛高度(C ₃)	該型戰術輪車從地面至車頂高度;單位:公釐。
定量資料	越野負載能力(C ₄)	該型戰術輪車於非平坦地面行駛最高速率25km/hr的最大載重能力;單位:公斤。
定量資料	平路負載能力(C ₅)	該型戰術輪車於C級路面以上地面行駛最高速率60km/hr的最大載重能力;單位:公斤。
定性資料	三期環保引擎(C ₆)	符合行政院環保署所規定廢氣排放標準的柴油引擎。
定性資料	外商製造生產(C ₇)	公司非設立於臺灣,且國內無設有類軍方基地級汽車維修廠技術能量之汽車製造商,得標後,所採的生產方式。
定性資料	由外商技術轉移 本國廠商製造(C ₈)	公司於設立臺灣,國內現無設有類軍方基地級汽車維修廠技術能量之汽車製造商,得標後,所採生產方式。
定性資料	本國廠商製造生產(C ₉)	公司設立臺灣,國內已具類軍方基地級汽車維修廠技術能量之汽車製造商,得標後所採的生產方式。
定量資料	整體後勤成本(X ₁)	車輛本身使用十年所需耗費的總物資成本。
定量資料	越野負載能力(Y ₁)	車輛在時速<25公里,最大載重量。
定量資料	涉水深度(Y ₂)	輪胎與地面接觸面至廢氣排氣孔之設計高度,涉水時不造成熄火故障現象。
定量資料	陡坡能力(Y ₃)	車輛斜度30%及60%,最高行駛速度平均值。
定量資料	巡航能力(Y ₄)	油箱加滿油單程所能行駛最遠距離計算10次之平均值。

製造商，何者最具成本效益。本研究計算採用Expert Choice 11軟體。另為使各個專家對個案評選結果不售其他人影響，而產生不客觀的結果，本為使AHP雖屬群體決策一種，但為使不同的專家會單獨實施問卷，

第一階段定量資料有車輛長度(C₁)、車輛寬度(C₂)、車輛高度(C₃)、越野路面負載能力(C₄)、平面道路負載能力(C₅)等項。

表二 作戰效能定量資料之敘述統計分析

	C1	C2	C3	C4	C5
最大值	8100	2500	3590	7100	13000
最小值	6712	2368	2800	2250	4500
平均值	7636.55	2465.82	3130.91	3230.27	6576.64
標準差	564.16	50.31	310.87	1616.40	3501.60

表三 作戰效能定量資料之相關係數分析

	C1	C2	C3	C4	C5
C1	1.00				
C2	0.77	1.00			
C3	0.28	0.29	1.00		
C4	0.24	0.19	0.44	1.00	
C5	0.32	0.24	0.41	0.99	1.00

從表二可見，平面道路負載能力(C₅)標準差最大，代表雖同樣滿足採購規格底限，不同車型會會有不同載重能力的表現。

從作戰效益定量資料的相關係數表發現(如表三)，各變項間均具正相關。如表示車輛尺寸越大，負載能力亦大。越野路面負載能力與平面道路負載能力有高度正相關。

因第三期環保引擎(C₆)、外商製造生產(C₇)、由外商技術轉移本國廠商製造(C₈)及本國廠商製造生產(C₉)等變項無法量化顯示，確為重要評選要項，故依照各汽車商所提供車型資料整理如表四。以D汽車製造商為例，該廠商於國內設立、生產車型未使用第三期環保引擎、若要生產會採技術轉移方式製造。餘如表四。

(二)第二階段評選準則

第二階段以符合「成本效益」為考量重點。由具「作戰效益」廠商中，運用DEA模型，由專家共同決定「負載能力(Y₁)」、「障礙超越能力

表四 作戰效能定性資料分析

廠 商	第三期環保引擎(C ₆)	國外廠商以合作生產方式製造(C ₇)	國內廠商以技術轉移方式製造(C ₈)	國內廠商以自行開發方式生產(C ₉)
A汽車商	V		V	
B汽車商	V		V	
C汽車商	V		V	
D汽車商	V		V	
E汽車商	V		V	
F汽車商	V		V	
G汽車商	V		V	
H汽車商	V		V	
I汽車商	V		V	
J汽車商	V		V	
K汽車商	V		V	
L汽車商	V		V	
M汽車商	V		V	

(Y_2)」、「陡坡能力(Y_3)」及「巡航能力(Y_4)」等四項為「戰術性能」選項，為產出項；而「整體後勤成本(X_1)」為投入項；運用投入導向之CCR及AR模式計算效率值。因僅「成本」一項變數，亦可視為成本效益。本研究採用DEA Solver 3.0 Pro軟體。所評估之變項均為定量資料計整體後勤成本(X_1)、負載能力(Y_1)、障礙超越能力(Y_2)、側坡爬升能力(Y_3)及巡航能力(Y_4)等五項，後四項本研究稱為戰術性能。從表五可見，整體後勤成本(X_1)的標準差最大，代表雖同達採購規格下限，但不同國家的車型，後續之維持成本差異頗大，值得注意。而在戰術性能表現則差異不大。（如表五）

表五 成本效益變項敘述統計

	X_1	Y_1	Y_2	Y_3	Y_4
最大值	13125625	4000	132	55	580
最小值	6250000	2250	70	20	483
平均值	10575744	2867	79	32	522
標準差	1825184	449	23	8	33

從表五發現， X_1 與 Y_1 、 Y_3 、 Y_4 及 Y_2 與 Y_3 、 Y_4 變項間具負相關，維持成本越高，並不表示戰術性能越佳；障礙超越能力越好，相對負載能力與巡航能力會受到影響。（如表六）

表六 成本效益變項之相關係數分析

	X_1	Y_1	Y_2	Y_3	Y_4
X_1	1.00				
Y_1	-0.02	1.00			
Y_2	0.26	0.13	1.00		
Y_3	-0.13	0.94	-0.13	1.00	
Y_4	-0.05	0.41	-0.36	0.50	1.00

最後，針對上述4項戰術性能變項，

依據專家對各變項重要性要求，律定各變項間的上、下界值，作為評選車輛時考量的重點。如越野負載能力重要性至少較巡航里程重要2倍、但最多不超過5倍，相對重要性由專家共同討論，並參照備戰參數獲得。（如表七）

表七 產出變項的相對重要性

重要性下限	產出項A與產出項B比	重要性上限
2	越野負載：巡行里程	5
2	涉水深度：巡行里程	3
1	側坡能力：巡行里程	3

(三)分析模式

本研究提出新AHP/DEA模式，以下兩小節分別介紹所運用的方法。

1.層級分析法(AHP)

Saaty(1980^{註五})發展AHP解決多準則(Multiple Criteria)、非量化(Non-quantitative)的複雜實務問題；此法允許決策者使用文字尺度(Verbal Scale)指定準則的優先度；其主要優點為群體或個人進行不確定決策時，使用具便利性。以專家決策方式，分別決定並計算每一質化評估準則的權重；複雜的系統，透過層級分析流程，變成簡明的要素層級；以比率尺度(Ratio Scale)綜合各專家評估意見；去除個人主觀項目權重分配，對於複雜度與變化性高的定性或定量問題，皆能得到較客觀的結論。為本法所具之優勢。但方案數量多時，便缺乏效率，且無法找出績效前緣為本法缺點。

2.資料包絡分析——確定區域模式(Assurance Region Model, AR model)

原始CCR(Charnes et al.,1978^{註六})模式投入/產出項的權數經由計算獲得，代表「目標DMU可達到最佳效率值的最適組

註五 Saaty, T.L., The Analytic Hierarchy Process, RWS, 1990.

註六 Charnes et al., "Measuring the Efficiency of Decision Making Units," European Journal of Operational Research, Vol.2, 1978, pp.429-444.

合」，但現實環境並無法達到CCR模式的柏拉圖理想，因各投入項（或產出項）間對決策者而言，其相對重要性不同。故Thompson et al.(1986)提出確定區域模式，在CCR限制式中增加投入項（或產出項）比值的上、下限，其數學式如后：(孫遜，2004^{註七})

$$\begin{aligned} \max \quad & h_o = \sum_{r=1}^s u_r y_{ro} \\ \text{subject to} \quad & \sum_{r=1}^s u_r y_{rj} - \sum_{i=1}^m v_i x_{ij} \leq 0 \\ & \sum_{i=1}^m v_i x_{ij} = 1 \end{aligned}$$

$$v_i \alpha_i^L \leq v_i \leq v_i \alpha_i^U$$

$$u_i \beta_i^L \leq u_i \leq u_i \beta_i^U$$

$$u_r, v_i > 0, j = 1, \dots, n, r = 1, \dots, s, i = 1, \dots, m$$

其中 v_i 、 u_i 各代表第一項投入與產出的重要權數； α_i^L 、 α_i^U 各代表第 i 個投入項權重之相對重要性上、下限比值； β_r^L 、 β_r^U 各代表第 r 個產出項權重之相對重要性上、下限比值。

3. AHP/DEA混合法比較

各種AHP/DEA混合法，作法均不相同。Sinuany-Stern et al.(2000^{註八})為改善DEA僅能將決策單位(decision making units, DMUs)區分成有效率/無效率兩類，運用AHP手法，以兩階段作法第一階段一次比較兩個DMUs，忽略其餘DMUs；第二階段運用前階段結果，運用單層(Single Level)AHP進行排序。Yang and Kuo(2003^{註九})則在方案評選上，先以AHP將質化資料轉

換成量化資料，作為DEA投入/產出項運用，再以DEA處理量化資料評估方案，做為方案列舉參考。

從前面各段的文獻探討中，可歸納出文獻中均未探討當投入/產出變項的重要性不同時，有何結果。因DEA模型對數值與變數選擇有高靈敏度(Olesen 1995^{註十})，不同的產出/投入項及數值，其分析結果會有不同。故運用DEA前對這方面問題必須釐清，因對系統分析作業人員，所要獲得為一客觀、合理且共同認可的數個可行方案。亦即，DEA所運用生產模式（投入/產出項）應一致，避免事後結論的不一致現象產生。另決策者面臨模糊、不易量化的目標、多準則篩選時，可運用AHP法獲得各準則及方案權重（或重要性），即計算出各準則的優先度後，再篩選所有方案，以決定可行方案，作為DEA的決策單位；其次，過去系統分析作業，僅能從政策面(Policy Aspect)與功能面(Function Aspect)討論，較忽略成本效益面問題，本研究嘗試提供融合政策、功能與成本效益三面向的決策指標，進行評選作業。

肆、實證分析

一、作戰效能分析

第一階段由7位不同作業部門的評選人員組成專家決策群，以結構式問卷進行專家評估，每位評選結果以「幾何平均」計算，視為「全體決策結果」，作為選擇符合戰術基本性能與生產方式的汽車製造商的評選基

^{註七} 孫遜，資料包絡分析法——理論與應用，臺北：揚智書局，民國92年。

^{註八} Sinuany-Stern, Zilla. et al., "An AHP/DEA Methodology for Ranking Decision Making Units," International Transactions in Operational Research, Vol.7, 2000, pp.109-124.

^{註九} Yang, T. and Kuo, C., "A Hierarchical AHP/DEA Methodology for the Facilities Layout Design Problem," European Journal of Operational Research, Vol.137, 2003, pp.128-136.

^{註十} Olesen, O.B., "Some Unsolved Problems in Data Envelopment Analysis: a Survey," International Journal of Production Economics, Vol.39, 1995, pp.5-36.

準。選商機制考量多目標、多準則，以符合「政府採購法」之公平、公開公正法令要求。同時，本專案為政府重大投資案，「選商」須同兼顧「作戰需求」與「國防政策」因素，即為是「主層指準」(Main Level Criteria)的考量主因。次層指標(Sub-level Criteria)具體描述主標準的評估標準，經評估小組研討，列出「第三期環保引擎」、「車輛長度」、「車輛寬度」、「車輛高度」、「平面負載能力」及「越野負載能力」等五項標準為構成「基本性能」的次指標；「國外廠商以合作生產方式製造」、「國內廠商以技術轉移方式製造」及「國內廠商以自行開發方式生產」等三項標準為「國防政策」的次評量指標，依為建立自主國防及扶植國內廠商技術能力之政策要求，故「國內廠商自行開發方式生產」為主要考量選項，但排除國外廠商或國內技術規模較小廠商，採「合作生產」或「技術轉移」方式履約。

本文個案根據AHP計算一致度(degree of consistency)結果為0.019(CI/RI=0.019<0.10)。故專家一致評估認為「基本性能」標準較容易達成。另要符合「國防政策」需要，相對

故此標準優先性相對較「基本性能」高。其次，決定各次標準優先性；在「基本性能」面向的各次標準中，以「第三期環保引擎」優先性最高，因六個次標準中，僅此項所需技術層次最高。專家一致認為，此次標準優先性為0.409，具將製造商參與招標的條件提高，對環保法令與技術能力均具正面意義；「國防政策」主標準中，以「國內廠商自行開發方式生產」優先性最高，為0.750，亦即滿足「國家政策」要求。（如表八）

最後，依照主、次標準的優先性，決定具「作戰效益」的廠商，做為納入第二階段運用DEA找出具「成本效益」的可行方案。表八「方案(代碼)」欄位，表示現有13製造商A~K；「S標準規格」代表為「最低標準」。此標準乃從「需求面」訂定，為所有製造商必須跨越的最低標準。選用代碼乃為避免影響購案進行，而統一採用A~K代碼表示13家製造商，S(standards)代表軍事投資建案需求單位所期待的「規格標準」。篩選標準為當「A~K製造廠商」的作戰效益無法高出（至少相等）S，則視為「不合格製造商」。評量結果整理如表八。「S」作戰效益

表八 AHP評估結果表

目標：選擇符合軍方基本需求的戰術輪車製造商					
主標準	優先性	次標準	優先性	方案(代碼)	作戰效益
基本性能	0.167	第三期環保引擎	0.409	S標準規格	0.066
		車輛長度	0.043	A汽車商	0.067
		車輛寬度	0.107	B汽車商	0.066
		車輛高度	0.097	C汽車商	0.068
		越野路面負載力	0.171	D汽車商	0.059
		平面道路負載力	0.171	E汽車商	0.066
				F汽車商	0.065
				G汽車商	0.075
				H汽車商	0.069
				I汽車商	0.069
國防政策	0.833	國外廠商合作生產方式製造	0.125	J汽車商	0.065
		國內廠商技術轉移方式製造	0.125	K汽車商	0.069
		國內廠商自行開發方式生產	0.750	L汽車商	0.065
				M汽車商	0.068
				N汽車商	0.065

為0.066，故各方案「作戰效益」值低於0.066，均予以刪除。依照選擇標準，有10家廠商符合要求，5家廠商不符合要求(E、G、K、M及O廠商)。

第二階段為評量「各製造商所提供車型，未來在長達10年的使用上，其整體後勤成本是最合理」，也就是那幾個方案具「成本效益」。因無法確定，S方案是否具成本效益，故一併納入第二階段評估中。若S方案具成本效益，表示此標準的訂定，符合「作戰效益」與「成本效益」；若S方案不具成本效益，表示此標準的訂定，僅能滿足「作戰效益」，而無法達到最適整體後勤成本目的。若是此種結果，顯示標準訂定不能同時滿足作戰效益與成本效益的期待，須重訂標準規格後，再進行評選作業。

二、成本效益分析

第二階段運用DEA進行「成本效益」評估。運用常用之CCR與AR模式，以「負載能力(Y_1)」、「障礙超越能力(Y_2)」、「陡坡爬升能力(Y_3)」及「巡航能力(Y_4)」等四項為產出項；「整體後勤成本(X_1)」(依國軍經驗常數，以廠商報價金額之2.5倍估算)。對10家俱作戰效益的廠商及「標準規格」進行第二階段「成本效益」評選，分別考量「不調整投入或產出項間的相對重要性」及「調整投入或產出項間的相對重要性」兩種情況；並從「固定規模報酬」觀點，計算不具成本效益廠商之「可議價」額度。其中成本數據為廠商報價金額。

在CCR模式下，S、B及H決策單位均具有成本效益；除顯示在作業初期所訂定的「車輛規格」為可行方案外，亦看出10家廠商中，有2家(B及H)具成本效益；另依軍方需求，考量「產出變項」的相對重要性(AR模式)，僅剩S及B具有成本效益，亦即，B

廠商可全力配合國防政策要求。(如表九)

依「中華民國政府採購法」(2002^{註二})第六條明訂「機關辦理採購，應以維護公共利益及公平合理為原則，對廠商不得為無正當理由之差別待遇」。故系統分析人員或採購人員均不可預定「期待進行的方案」，若其他廠商有配合之意願，不可限制其招標行為。也就是，系分人員可先期了解「議價空間」，作為備選方案，供決策者參考。以A廠為例，若選擇此廠，軍方每部車維持成本須多耗費3,562,383萬元，可將此視為「對A廠商的議價空間」，作為後續招標作業參考。餘結果如表九。

表九 DEA 評估結果表

DMU	CCR模式	AR模式	X1(AR模式)
S	1.00	1.00	-6758
A	0.64	0.64	-3562383
B	1.00	1.00	0
C	0.68	0.68	-3641733
D	0.56	0.51	-5937380
F	1.00	0.62	-4492251
H	0.48	0.48	-6882383
I	0.60	0.59	-4878804
J	0.70	0.55	-4528117
L	0.67	0.67	-3131758

從上述分析中發現，若軍方僅考量作戰效能，不考慮成本效益的話，13家廠商中，10家廠商符合要求，而另外5家廠商可完全排除。僅考量作戰效益並不符合現實，併同考量成本效益，運用CCR模式，B及H決策單位均具有成本效益；運用AR模式，僅B具有成本效益，亦即選擇B廠商，無論在成本、戰備考量及後續維持下，該廠可全力配合國防政策要求。

伍、結論與建議

註二 行政院，政府採購法，臺北：行政院，民國91年。

一、結論

從本研究結論如后：

(一)AHP/DEA-AR混合模式，適合國軍軍事投資系統分析過程中使用，可採兩個階段執行，並得到客觀且量化的評估結果，研究發現說明如下：

1.第一階段建議可於「系分委員會」時實施。依據作戰需求(作戰需求文件)，運用「目標管理」及「程序思維」方式，共同討論「預期達成的主要目標」、「可達到主要目標的次要目標」、「可達成次要目標的準則」及「競爭方案」，透過AHP將討論結果量化。

2.第二階段可將第一階段所獲得的準則、敏感性分析的權重上下界限等結果，雖AHP可進行方案評選與敏感度分析，但使用DEA-AR模式進行方案評估，主要目的運用DEA客觀評選法的優勢，使評估結果更為合理，強化方案評估結果的強韌性。

3.國軍軍事投資建案中的作戰需求文件所陳述的預期目標，絕大部分屬「多目標規劃」問題，而作戰需求、系統分析與投資綱要等階段文件的審查，均透過「群體決策」模式，共同討論決定評選結果，此過程若能結合AHP/DEA-AR混合模式，所獲得量化評估結果，能獲得科學方法的支持。

(二)依照軍方需求，在模式中考量「決策指標」相對重要性，使分析結果更符合實際需求。

(三)從「作戰效益」角度考量，可於現有13家廠商中，篩選出10家符合軍方需求的廠商，並對符合需求的戰術輪車了解其相對優勢與缺點，作為爾後戰術運用的參考。

(四)在考量「成本效益」因素下，可從10家符合「作戰效益」的廠商，運用CCR模式，了解理想狀態下，B及H廠商所提供戰術輪車，具有成本效益；但進一步考量變數

間的相對重要性時，僅B廠商所提供戰術輪車，具有成本效益。亦即若未來選擇B廠商，無論在成本、戰備考量及後續維持下，該廠可全力配合國防政策要求。

(五)在現實環境下，不具「成本效益」的廠商及所提供車型，採購作業人員可參考表九了解所擁有「議價空間」，這是過去未能先期掌握的資訊。

二、建議

本研究對軍方系分作業及後續研究學者建議如下：

(一)軍方系統分析作業流程中，期待有更強有力的科學方法支持分析結果，本研究提供適合軍方特殊作業環境的AHP/DEA-AR模式，可依照法令規章之規範，提供量化評選結果，可在爾後重大投資個案運用。

(二)未來系統分析人員可依據此研究分析結果，持續追蹤本案的後續發展，比較研究結果與實際結果的差異，調整AHP/DEA-AR投入/產出變項與相對重要性，使此法與實務更能結合。

(三)後續研究可從AHP/DEA-AR投入/產出變項的相對重要度考量，運用模擬方式找出重要度上下界限，而不經「專家研討」獲得，使研究結果更為客觀。

收件：95年10月20日

修正：96年03月13日

接受：96年03月15日

作者簡介

田家綺上校，政戰學校79年班、政戰學校研究班88年班、國防管理學院決策科學管理碩士；現任職於國防大學軍事學院共同教學中心教官。