



航材零附件籌補策略之研究 ——以陸航某攻擊直升機為例

DOI: 10.3966/230674382021081103004

張家穩、陳鴻鈞

提要

- 一、妥善率是直升機機隊能否發揮戰力之重要指標，為了維持機隊妥善，針對年度維保用料均提前於年度前24個月即開始檢討籌補，當需求確認後，後續程序就是選擇籌補管道執行採購(送修)作業，因此如何有效選擇籌補管道及分配數量，則是作業人員所關注的議題。
- 二、選擇籌補管道以往依靠作業人員經驗，為使選擇方式系統化，本研究藉層級分析法(AHP)，完成籌補管道決策準則權重分析，並獲得各籌補管道權重排序，續運用線性規劃法，在考量各籌補管道價格、產能、待修品數量等限制條件下，求得較佳分配模式，提供作業人員參考使用。
- 三、研究結果區分AHP決策模式與訂單分配模式分析比較，在AHP模式中顯示航材零附件籌補決策，以「戰訓支援」與「軍品品質」兩項準則較為重要，並建議軍機商維為較佳之籌補管道，惟為符合現實狀況，在各項限制條件下，藉由訂單分配模式，求得合理可行之籌補管道與數量分配結果，提供作業人員參考運用。

關鍵詞：獲得策略、訂單分配、層級分析法、線性規劃法

壹、前言

陸航部隊近年來由於新式直升機接裝及舊式直升機汰除，面臨組織編裝調整，以及在地空整體作戰思維下，各項演訓任務均派遣直升機參與，在多重任務情況下，仍需確保妥善率達到部頒要求，以維持機隊戰力。為達成部頒妥善率要求，仰賴計畫性修護排程有效達成，並即時排除飛行訓練時所產生臨機故障狀況；當飛機進廠後要準時出廠需考慮排程、人力、技術及零附件等因素，人力及排程仰賴有效之修護管理，而隨著使用年限增加，機隊整體修護技術漸趨成熟，只要有故障狀況相對應的零附件，均可完成修復，因此零附件能否獲得將是影響直升機出廠之關鍵因素，若無法籌獲修護所需之零附件，將導致直升機無法恢復妥善，影響整體戰力。

為有效獲得直升機維保所需之零附件，陸軍係以計畫性備料為主，於用料年度前24個月，即啟動備料機制，由各基地廠檢討料件需求，並於需求確認核定後，即開始辦理相關採購作業，確保所需用料可於年度前籌獲，供年度計畫修製使用，惟在執行年度計修備料時，往往因無法預期之修護工

作而無法正確計算計畫備料數量；¹ 另外隨著機型老舊及構型變更所產生消失性商源(Diminishing Manufacturing Sources,DMS)問題，造成備料籌補速度無法滿足年度修製計畫，使得業管單位需額外採非計畫手段辦理籌料。不論是計畫性或是非計畫性，當零附件需求確認後，之後的程序就是選擇籌補管道執行採購(送修)作業，因此衍生出如何選擇籌補管道之議題，如蔡淑芬(2012)研究海軍零附件裝備採購最佳模式，探討零附件採購評選構面及軍購、國內採購及國外採購等3種籌補管道評選方法。²

由於航材零附件係由原廠或其供應商生產，需透過專業認證及較高技術水準始可生產，其價格及供貨期程均受制於原廠決定，然而市場上除了新品外，仍有堪用品、翻修品及庫儲剩餘物資可供選擇，惟使用者並非直接洽詢原製造商採購零附件，仍須透過中間管道(本研究視為供應商)如美政府之軍購、送美回修或是國內軍機商維合約商等始能獲得所需零附件，舉例而言，直升機其中一項「直流發電機」零附件可選擇軍購採買新品、也可選擇循送美回修或軍機商維管道將待修品修復以獲得堪用品，因此航材零附件籌補仍可透過多元管道方式獲得。選擇不同管道籌

1 李明昌、陳品璋、呂紹嘉，〈探討特別檢查困難性質之研究-以某空軍為例〉《管理資訊計算》(臺中)，第4卷第2期，亞博出版社，西元2015年6月，頁253。

2 蔡淑芬，〈海軍艦艇零附件採購最佳模式之研究〉(高雄：義守大學管理學院管理碩士在職專班論文，西元2012年)，頁53。

料，所需的成本及時間也不同，如何評選符合使用者需求之管道且有效分配訂單，為本研究之重點。

貳、文獻探討

一、陸軍航材零附件籌補

航材零附件需求是由年度修製計畫所產生，據以推估整個機隊年度用料需求項件，藉以透過各種管道實施籌補，確保各項保修作業修護用料均能提前獲得，因此修製計畫將關係到計畫性備料籌補作業，也關係到整體機隊妥善率維持。

(一) 修製計畫用料需求

修製計畫區分野戰修護計畫及基地修製計畫，前者由各航空旅(飛訓部)飛保廠檢討，著重於預判目標年度直升機定更、定檢及故障項目之次數，以計算年度備料需求量，後者由航勤廠檢討，著重於蒐整、統計目標年度直升機計畫修製品項(包含總成及次總成)，並結合基地廠能量負荷，達成修製品項配額分配；修製計畫需於年度開始前25個月(11月30日前)完成檢討，並於年度開始前23個月(1月31日前)完成核定；當修製計畫核定後，即計算目標年度航材用料需求，辦理年度備料作業，並於年度前18個月(6月30日前)完成

核定。³ 依據年度修製計畫，可以推估整個機隊年度用料需求項件，因此修製計畫準確度將關係到計畫備料之正確性，而計畫備料是否如期籌獲，也影響年度修製計畫是否可依計畫執行。

(二) 非計畫用料需求

除計畫性維修用料需求，當直升機執行任務期間(飛行前、中、後檢查)出現故障，或是進行定期檢查時發現潛藏零組件損壞需要維修更換，或是接獲技術通報需執行特別檢查等均會產生非計畫性維修需求，一般而言，非計畫性維修所需用料仰賴建立周轉件存量來提供，周轉件數量係於年度備料作業時，依平均年耗量(通常為3年)，透過卜瓦松公式⁴ 計算求得，惟平均年耗量非預測未來零件損壞之精準常數，因此備料數量無法非常準確，當故障產生而周轉件不足時即產生非計畫用料需求。

(三) 零附件籌補管道

1. 當年度計畫備料需求或非計畫用料需求核定後，下一個步驟即是選擇獲得管道辦理籌補作業，依「陸軍○○作業手冊」第13章，⁵ 零附件獲得管道區分軍購、內(外)購、委製及大賣場採購等管道：

A. 軍購

軍購(或稱軍事售予採購)依政府採

3 陸軍○○保修手冊(國防部陸軍司令部)，民國105年6月，頁5-10、5-11。

4 卜瓦松公式： $X = \frac{7Y+12}{10}$ ，X為周轉數，Y為近3年平均年耗量。

5 陸軍○○作業手冊(國防部陸軍司令部)，民國105年11月，頁13-1、13-2。

購法第105條第1項第4款⁶及美安全援助手冊(SAMM)之規定，依條約或協定向美國政府辦理之採購，透過與美軍簽訂發價書(Letters of Offer and Acceptance, LOA)作為正式契約或協議依據。

B. 內(外)購

依政府採購法第18條，以公開招標、選擇性招標及限制性招標等方式向國內合格廠家採購，如屬於外購品項，則透過駐美軍事代表團向國外廠商辦理招標採購作業；本項管道因受限於直升機零附件生產製造需較高技術水準，須由原廠認證合格，且招標作業程序較為繁瑣冗長，因此較少使用。

C. 委製

依政府採購法第105條第二項第3款、特別採購招標決標處理辦法第6條之1第五項及國軍軍品生產作業等規定，循5年生產計畫委中科院或軍備局生製中心產製軍品。

D. 大賣場採購

依國軍向大賣場辦理小額採購作業規定，常耗低價且與民間具有廣泛共通特性之軍品，結合民間大賣場辦理

採購；本項籌補管道主要供應一般保養時所消耗之五金零件及清潔用品，並無法採購總成及次總成件。

2. 零附件獲得管道除上述4種管道，若屬可修件軍品且有庫儲待修件，可運用基地修製、送美回修及軍機商維等方式恢復裝備妥善。

A. 基地修製

由陸軍航空基地廠針對直升機三高品項，⁷建置基地級修能，依機隊年度用料需求，將能量範疇內之待修軍品納入基地修製計畫，修成後即可供應單位使用。

B. 軍機商維

軍機商維區分「機隊」、「整機」及「系統」等3種策略，將超出陸軍修護能量品項，透過外包方式，由軍機商維合約商執行修護；若超出合約商修護能量，則由合約商轉送直升機製造商(原廠)或其認證合格之廠商維修。

C. 送美回修

透過與美簽屬開放式軍購案，委由美軍洽合約商執行修復，主要送修項目係屬武器系統、機敏裝備及美軍未提供修護能量等品項。

6 政府採購法第105條第1項第4款：「循條約或協定向外國政府、國際組織或其授權機構辦理之採購，其招標或決標另有特別規定者，得不適用本法之招標、決標之規定」。

7 三高品項係指高單價、高故障及高裝置數之零附件。

綜合上述將各種籌補管道特性整理分析如表一，雖然籌補管道可歸納為7種，惟軍購、送美回修及軍機商維等3種管道可供售品項較多，且獲得之零件均取得相關認證，可確保使用之安全性，另此3種管道具有開放式契約⁸性質，可依實際需求下訂採購(送修)，而不用另外依採購流程個別辦理招標，可節省作業時間及流程，因此本研究將以軍購、送美回修及軍機商維等3種管道來比較航材籌補之效益。

二、供應商評選

供應商是指那些向買方提供產品或服務並相應收取貨幣作為報酬的實體，是可以為企業生產提供原材料、設備、工具及其他資源的企業，就直升機修護而言，籌補管道係提供航材零附件之來源，因此可視為航材零附件之供應商。供應商管理首要工作在於慎選合作夥伴，評選合適的供應商對於公司長期經營的成敗與否有相當的影響力，⁹為此國外學者Houshyar(1992，引用自鄭鈞元，2007)提供一套供應商評選程序，供研究者參考，總共5個步驟：¹⁰

表一 航材零附件籌補管道特性比較表

區分	供售類型	軍品素質	作業流程	契約模式
軍購	未受限，由美方協助尋原廠或合格供應商供售	新品	需與美方簽屬發價書，並於發價書額度內採購所需項目	開放式契約
內(外)購	受限於原廠認證門檻，可供售品項較少	新品	所需項目採個案招標，採購流程較繁瑣耗時	個別式契約
委製	受限於原廠認證門檻，可供售品項較少	新品	所需項目採個案招標，採購流程較繁瑣耗時	個別式契約
大賣場	僅提供五金零件耗材及清潔用品	新品	需簽訂大賣場合約，並於合約內依需求採購	開放式契約
基地修製	受限於美方釋出能量，品項較少	堪品	修製計畫奉核定後即可執行維修作業	-
軍機商維	未受限，由合約商協助尋原廠或合格供應商供售	堪品	需簽訂軍機商維合約，並於合約內依需求個別簽訂單交修	開放式契約
送美回修	未受限，由美方協助尋原廠或合格供應商供售	堪品	需與美方簽署發價書，並於發價書額度內送修所需項目	開放式契約

資料來源：本研究整理

8 開放式契約係指在履約期間內，數量不確定，並以一定金額為上限之採購，視實際需要隨時通知廠商履約之契約，以契約中所列履約標的項目及單價，依完成履約實際供應之項目及數量給付契約價金。

9 魏乃捷、吳仰、姚舜淵、張又中，〈應用 FMEA 與灰色理論建構供應商評選模式〉《機械技師學刊》(臺中)，第3卷第4期，臺灣省機械技師公會，西元2010年12月，頁11。

10 Azim Houshyar, and David Lyth, "A systematic supplier selection procedure," Computers & Industrial Engineering(Elsevier), Vol. 23, No.1-4(1992), p. 173-176.°

- (一) 供應商評選準則的選取。 (五) 供應商績效表現之計算與排序。
 (二) 供應商評選準則架構的建立。 要選擇合適的供應商，應先確定評選準
 (三) 供應商評選準則權重的確定。 則及架構，本研究對象「軍用直升機」屬於國
 (四) 供應商評選資料之處理。 防及航空科技產業，過去國內學者針對相關

表二 供應商評選指標文獻統計表

作者年份	研究產業	評量指標	分析方法
吳昭謀 ¹¹ 2006	航空科技業	生產能力、品保能力、服務水準、成本競爭能力、公司政策、公司管理制度及公司聲譽	分析層級程序法
鄭鈞元 ¹² 2008	航空科技業	品質、交期、授權認證、執照、程序的遵循及可靠性	模糊理論 灰色理論
賀增源等 ¹³ 2011	國防工業	戰備任務、成本效益、作業能力及經營管理	品質機能展開
陳奇軒 ¹⁴ 2012	國防工業	戰訓支援、成本效益、技術支援及品質控制	習慣領域 分析層級程序法
蔡淑芬 ¹⁵ 2012	國防工業	支援作戰需求(包含交貨時間及運輸時效)、滿足預算效益、符合供貨品質、執行履約能力及風險管理	分析層級程序法 資料包絡分析法
吳逸寧 ¹⁶ 2013	航空科技業	供應商概況、交期、品質、技術能力、配合度、價格及國際認證	區間數結合分析層級程序法
王宗誠等 ¹⁷ 2014	國防工業	戰備任務、成本效益及作業能力	粗糙集結合分析層級程序法

資料來源：本研究整理

- 11 吳昭謀，〈建構我國未來航太產業外包供應鏈體系選廠指標之研究-以漢翔航空工業公司發動機廠為例〉(臺南：成功大學工學院工程管理碩士在職專班論文，西元2006年)，頁1。
- 12 鄭鈞元，〈航空公司飛機維修委外策略對飛機維修廠商評選關鍵因素之影響〉(臺北：世新大學企業管理學系論文，西元2008年)，頁74-75。
- 13 賀增原、鄧世剛、高少剛，〈藉由效益後勤理論探討空軍軍機商維關鍵因素模式〉《國防管理學報》(臺北)，第32卷第1期，國防大學管理學院，西元2011年5月，頁110。
- 14 陳奇軒，〈結合習慣領域與層級分析法探討海軍飛機外包保修廠商評選之研究〉(高雄：義守大學工業管理學系碩士在職專班論文，西元2012年)，頁55。
- 15 同註2，頁21、24。
- 16 吳逸寧，〈區間層級分析法之研究-採購航太業引擎扣件供應商重要因素分析〉(高雄：義守大學工業管理學系碩士論文，西元2013年)，頁28。
- 17 王宗誠、盧文民、高秉鎰、林鳳儀、吳勝富，〈國防武器裝備商維之效益後勤合約遴選〉《國防管理學報》(臺北)，第35卷第1期，國防大學管理學院，西元2014年5月，頁24。

產業供應商評選之研究準則整理如表二。經分析可發現品質水準攸關飛行安全及公司營運，因此航空科技業供應商評選共同評量指標為「品質」，而對於使用者來說，良好之零件品質即代表安裝後短時間內不會再產生故障，若是在短時間內發生故障，則廠商必須提供保固作為，因此「故障頻率」及「保固作業」為達成品質要求之因素；而在國防工業部分，可發現戰訓支援程度將影響國軍單位是否能達成戰、演訓任務，因此「戰訓支援」列為國防工業供應商評選共同評量指標，對於使用單位而言，當所需零附件無庫存需籌補時，廠商供應的支援時效就關係到裝備何時可恢復妥善，如果屬通報類之共同性問題，則技術支援就會影響裝備任務遂行，因此「支援時效」與「技術能力」為影響戰訓支援因素之一；另為有效管控獲得風險，避免籌補進度延誤影響裝備妥善，不論是管理者或是作業人員，對於「風險管控」均相當重視，要求零附件須準時交運，並且能掌控相關進度，因此「風險管控」可做為供應商評選指標之一，而風險管控是為了使航材交運能準時交貨，並且能夠掌握交運進度，因此「準時交貨」及「進度掌握」為有效風險管控之指標之一。

三、訂單分配

買方選定供應商之後，若此供應商能夠完全滿足買方需求，理論上買方只需選擇單一供應商投單即可，但是面對龐大供應需求及分散斷鏈風險，往往需要依靠多家供應商產能才能滿足買方需求；哈佛大學波特教授研究(1998)採取多家供應商能促進供應商間的競爭更能保證產品價格與品質的優勢，藉由分散採購可以改進公司的議價地位，且可避免過度依賴某一供應商的技術支援，並可透過資助開發契約及小額採購契約，來鼓勵替代貨源入行。¹⁸多供應商採購常用於製造業，主要原因有三項：¹⁹

- (一) 為確保貨源可靠降低供應風險，需與多家供應商建立長期合作關係。
- (二) 當供應商的供應能力有限時，不得不採取向多家供應商採購策略。
- (三) 向多家供應商採購能夠降低平均庫存量、減少安全庫存和缺貨數量，從而有效降低企業成本。

企業訂單採取集中策略具有發揮較大規模經濟效益、降低採購價格及與供應商建立信任關係之優點，缺點為過於依賴單一供應商，將使供應中斷的影響提高；反之企業訂單採取分散策略，可使供應中斷風險降低，損失減少，並且使供應商改善成本及品質，缺點為訂單分散將使採購成本增加，較無法與供

18 麥可·波特，《競爭策略》(臺北：天下文化，西元1998年1月)，頁158-159。

19 王桂從、姜兆亮、李兆前，〈協同供應下的庫存控制及供應商選擇〉《現代製造工程》(北京)，第11期，西元2007，頁26。

應商建立夥伴關係。²⁰ 因此當買方採取多供應商採購策略時，就必須對訂單做出有效之分配，以達到企業所設定之目標需求及限制，且決策者可藉由廠商績效評估與風險分散的方法進而權衡績效、風險與成本三者目標間的關係，以達到訂單之最適配置。²¹

參、研究方法與設計

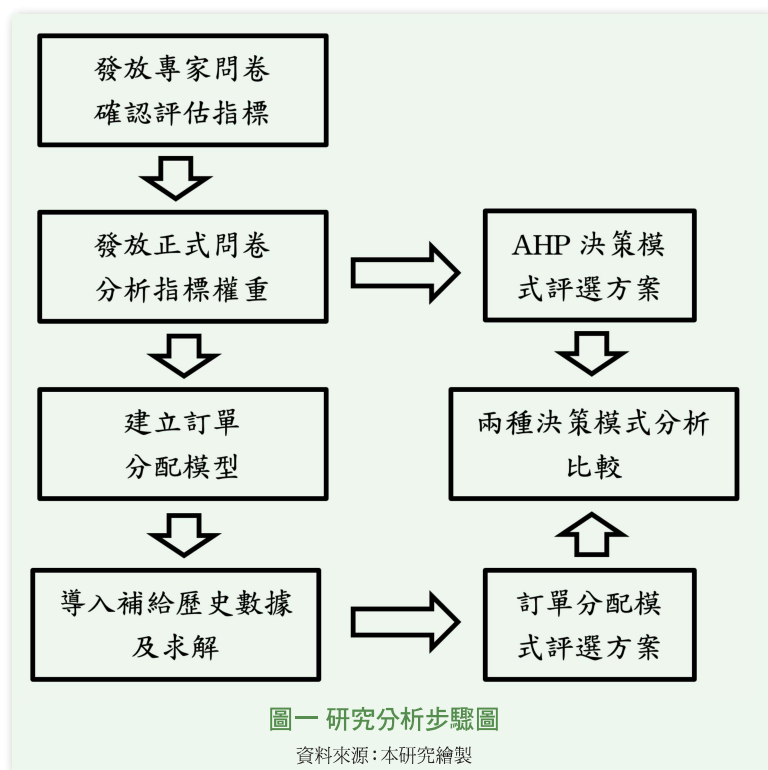
藉由文獻探討得知陸軍航材零附件籌補管道決策首先須針對供應商實施評選，再有效的分配籌補數量，因此本研究提出以層級分析法(Analytic Hierarchy Process,AHP)結合線性規劃法(Linear Programming,LP)，作為航材零附件籌補決策之方式，研究流程如圖一所示。

一、研究設計流程

為了達到針對陸軍航材零附件補給策略研究步驟，區分三個階段如下：

(一) 第一階段：AHP決策模式

1. 針對文獻探討成果，遴選本研究供應商評估指標，完成專家問卷。
2. 針對業管航材零附件採購及委商之主管發放專家問卷，並依獲得意見調整修訂評估指標。
3. 於評估指標確認後，針對航材零附件採購及委商業管人員發放正式問卷，分析各項評估指標之權重及獲得籌補管道評選建議。



20 黃郁傑，〈最適供應商數量選擇與訂單分配〉(臺北：臺灣大學商學研究所碩士論文，西元2014年)，頁49。

21 李家岩，〈建構交貨不確定下廠商評選與訂單配置之最佳化模式〉(新竹：清華大學工業工程與工程管理學系碩士論文，西元2006年)，頁i。

(二) 第二階段：訂單分配決策模式

1. 針對文獻探討成果，確認決策目標與限制，並代入評選方案權重，以建立訂單分配模型。
2. 依陸軍零附件補給系統歷史資料庫數據，代入訂單分配模型求解。

(三) 第三階段：兩種模式分析比較

二、層級分析法(AHP)

(一) 操作流程

層級分析法(AHP)，是由Saaty教授於1971年所發展出來的，可應用於經濟、社會及管理領域的決策問題，包括公共政策評估、區位選擇、供應商評選及系統選擇等議題，是將複雜的問題加以系統化，並利用層級結構分解，再使用數學運算方式統整專家意見，做整體綜合性的評量，以提供決策者較為客觀評選方案之依據，決策流程區分「問題的界定與建立層級結構」、「準則成對比較以建立相對權重」、「方案成對比較以建立個別屬性之方案衡量」、「加總模式與方案總排序」等4個步驟。²²依問題性質與解決方案建立目標層級結構，最高層級代表決策問題的最終目標，而最底層元素則為該決策之備選方案，並藉由問卷調查建立各層級準則之相對權重，操作過程包含「依評估尺度蒐集衡量值」、「建立方案間的成對比較矩陣」、「計算特徵值與特徵向量」及「驗證一致性」，經過

計算後即可求得主準則、次準則及籌補管道方案評選之權重。

(二) 層級結構

本研究依文獻探討歸納出航材零附件籌補管道決策主要因素分別為「軍品品質」、「戰訓支援」及「風險管控」等三項，次要因素分別為「故障頻率」、「保固作業」、「技術支援」、「支援時效」、「準時交貨」及「進度掌握」等六項，評選方案計「軍購」、「送美回修」及「軍機商維」等三項籌補管道，並針對陸軍後勤指揮部保修處業管籌補決策人員計6員發放專家問卷，藉以訂定評選準則架構及定義，層級結構如圖二，指標定義如表三。

(三) 問卷調查

本研究著重於陸軍航材零附件籌補策略，因此本次AHP問卷發放除包含原有專家訪談對象外，尚包含實際執行零附件籌補相關作業人員，陸勤部保修處航保科從事航空裝備交修籌補作業計9員，陸勤部保修處零補科從事零附件籌補管道作業計5員，問卷採各別紙本發放及回收，共發放14份，回收14份，回收率100%。

三、訂單分配模型建立

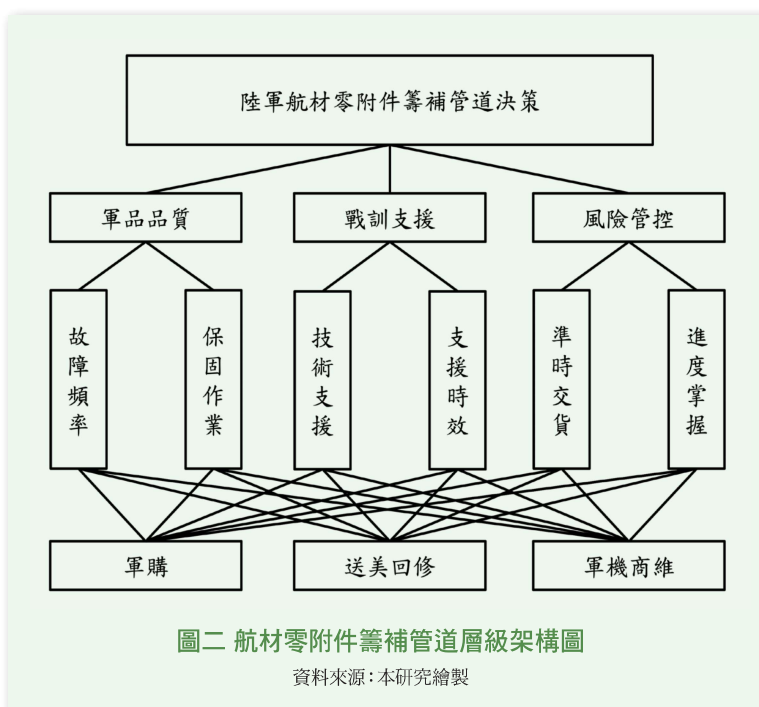
當零附件需求產生且無庫存時，籌補作業通常會考慮有無待修品、各種管道的風險、品質及戰訓支援等指標，作為決策選擇標準，藉由層級分析法(AHP)綜合考量各項指標

22 簡禎富，《決策分析與管理-全面決策品質提升之架構與方法》(臺北：雙葉書廊，2005年9月)，頁224-245。

表三 供應商評選指標定義統計表

主準則		次準則	
項目	說明	項目	說明
軍品品質	針對籌購(修)獲得之軍品可靠度及該管道提供之保固作業時效與服務滿意程度，納入籌補管道選擇評估	故障頻率	籌購(修)獲得之軍品是否具有良好之可靠度，不易損壞
		保固作業	軍品保固作業流程在作業時效及服務滿意度是否能滿足使用單位需求
戰訓支援	針對籌補管道提供之技術支援與航材獲得時效，納入籌補管道選擇評估	技術支援	是否提供較完善之技術支援
		支援時效	是否能以最短時間籌獲所需軍品，滿足部隊需求
風險管控	針對籌購(修)之軍品準時交貨及進度掌握，納入籌補管道選擇評估	準時交貨	籌購(修)之軍品是否準時交運，避免延遲
		進度掌握	供應商是否能有效掌握籌購(修)進度

資料來源：本研究整理



因素，得到評選方案權重，藉以建立訂單分配模型。

(一) 模型建立

參考徐永文(2009)所提之訂單分配模型²³並予以修正適合本研究之數學模型，零附件籌補管道訂單分配模式將以成本最小化作為主要目標，並考量評選方案權重，而限制條件則必須符合供需平衡、送修數量不能超過庫儲待修件等2項，模型說明如下：

23 徐永文，〈供應商的選擇與採購訂單分配-以金融卡交易設備製造商為例〉(新竹：清華大學工業工程與工程管理學系碩士在職專班論文，西元2009年)，頁36。

1. 參數及變數定義說明：

- i 為軍購管道
- j 為送美回修管道
- k 為軍機商維管道
- c 為籌補價格
- x 為籌補數量(變數)
- s 為籌補管道評選權重
- d 為需求數
- y 為待修件數量
- v 為籌補管道產能(修能)

2. 目標式：

零附件籌補通常考量成本最小化目標：

$$\text{MIN } Z_c = x_i c_i + x_j c_j + x_k c_k \cdots (1)$$

但是只考量成本將忽視品質、風險及技術支援等影響籌補成效的因素，而藉由AHP方法則可綜合考量，獲得方案評選權重來表示籌補管道的優劣排序，得到權重最大化目標：

$$\text{MAX } Z_s = s_i x_i + s_j x_j + s_k x_k \cdots (2)$$

上述成本最小及權重最大等2個目標為一多目標模型，為了方便求解，通常可將最大化目標式(2)與負數權值相乘，即可轉變為最小化目標，在與目標式(1)相加，即可得到與原2目標式相同之單目標模型：

$$\text{MIN } Z = x_i c_i + x_j c_j + x_k c_k - s_i x_i - s_j x_j - s_k x_k \cdots (3)$$

3. 限制式：

需求數須等同各管道籌補數量總和

$$x_i + x_j + x_k = X \cdots \cdots (4)$$

軍機商維與送美回修等2種管道須將待修品送修恢復妥善，因此該2種管道籌補數量必須小於或等於庫儲待修品數量。

$$x_j + x_k \leq Y \cdots \cdots (5)$$

各籌補管道需符合產能限制

$$x_i \leq v_i, x_j \leq v_j, x_k \leq v_k \cdots \cdots (6)$$

對於所有的採購數量必須非負，且須為整數。

$$x_i, x_j, x_k > 0, x_i, x_j, x_k = 0, 1, 2 \dots$$

(二) 模型求解

1. 求解方法

因為零附件籌補數量必須為整數，因此本研究之模型為整數線性規劃問題，可運用分支界限法求解，²⁴先使用一般線性規劃之單形法求得最佳解後，將非整數之變數解分割為相鄰的2個整數，並分別列為限制條件加入原問題中，形成2個子問題分別求解，依上述方式反覆執行，即可求得整數最佳解。

2. 求解軟體

為了求解上述模型，本研究運用Microsoft EXCEL內建「規劃求解」增益集，設計試算表如圖三，將各項已知資訊及AHP方案權重填入試算表，即可獲得籌補數量之變數解答，提供作業人員快速分配各管道所需籌補數量。

24 廖慶榮，《作業研究導論》(臺北：華泰文化，2009年1月)，頁189。

	A	B	C	D	E
1	航材零附件籌補策略訂單分配模式求解試算表				
2	區分		軍購(i)	送美回修(j)	軍機商維(k)
3	籌補數量(x)		變數	變數	變數
4	籌補成本(c)		已知	已知	已知
5	方案權重(s)		AHP獲得	AHP獲得	AHP獲得
6	產能(v)		已知	已知	已知
7	待修品數量(Y)	#VALUE!	已知		
8	總需求量(X)	#VALUE!	已知		
9	目標式	#VALUE!	$\text{MIN } Z = x_i c_i + x_j c_j + x_k c_k - s_i x_i - s_j x_j - s_k x_k$		
10	限制式		$x_i + x_j + x_k = X$ $x_j + x_k \leq Y$ $x_i \leq v_i, x_j \leq v_j, x_k \leq v_k$ $x_i, x_j, x_k > 0, x_i, x_j, x_k = 0, 1, 2, \dots$		
11	總成本		#VALUE!		

圖三 籌補管道分配試算表

資料來源：本研究整理

肆、研究成果與分析

一、AHP模式分析

正式問卷分別以陸軍後勤指揮部保修處航空保修科、零附件補給科主管及作業人員為對象發放計14份，回收14份，經使用Expert Choice軟體分析，分述如後：

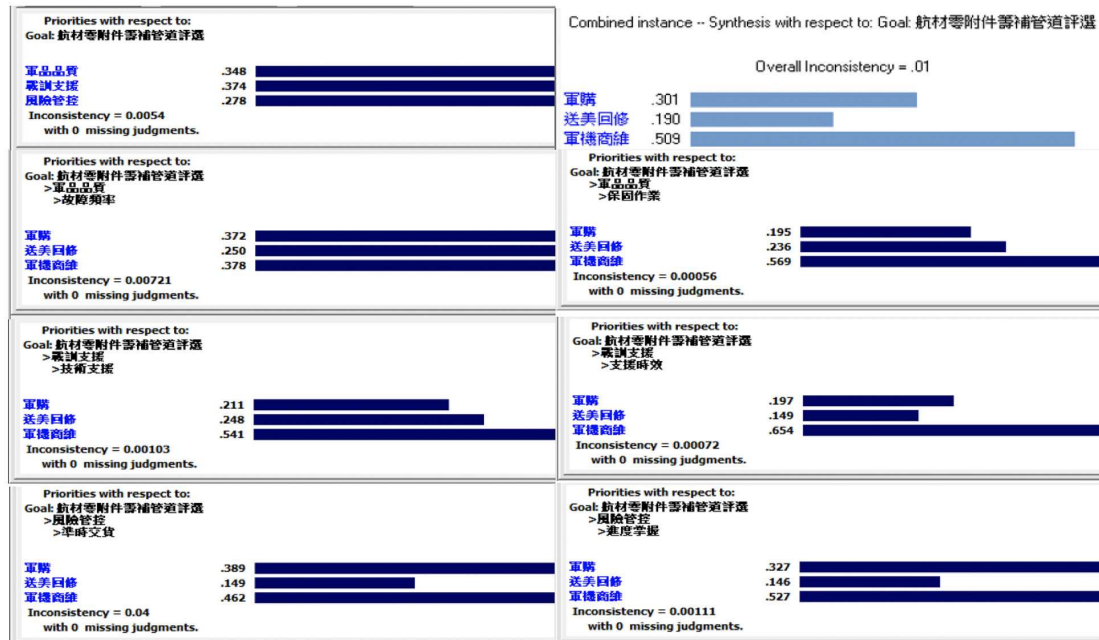
(一) 一致性檢定

為了驗證問卷受試者在執行各選項兩兩比較時是否產生邏輯不一致狀況，Saaty教授提出各層級及整體之一致性比率(C.R.)需小於0.1才能確保問卷填答結果具有可信度，問卷調查資料經Expert Choice軟體分析可獲得一致性指標(C.I.值)，經計算一致性指標與隨機

指標(R.I值)之比值，即可求得C.R.值。本研究主準則、整體評選方案及各層級評選方案之一致性檢定計算結果如圖四，經計算C.R.值均小於0.1，因此本研究問卷調查成果符合一致性要求。

(二) 準則權重說明

本研究問卷調查成果經Expert Choice軟體分析，主準則及次準則權重彙整如表四所示，主準則權重排序分別為「戰訓支援」0.374、「軍品品質」0.348及「風險管控」0.278，主要原因係航材零附件籌補作業攸關裝備是否能恢復妥善，並影響戰演訓任務能否達成，故籌補作業人員對於「戰訓支援」指標最為重視，其次則是籌補之航材要能滿足



圖四 一致性檢定(C.I.值)分析成果

資料來源：本研究整理

「軍品品質」要求；次準則之權重排序以「支援時效」0.303與「故障頻率」0.302等兩項為最優先，顯見作業人員對於籌補決策評估指標除了要求能夠在最短時間內獲得所需航材，另外也要同時兼顧航材可靠度，避免因可靠度不佳頻繁故障，影響後續任務執行。

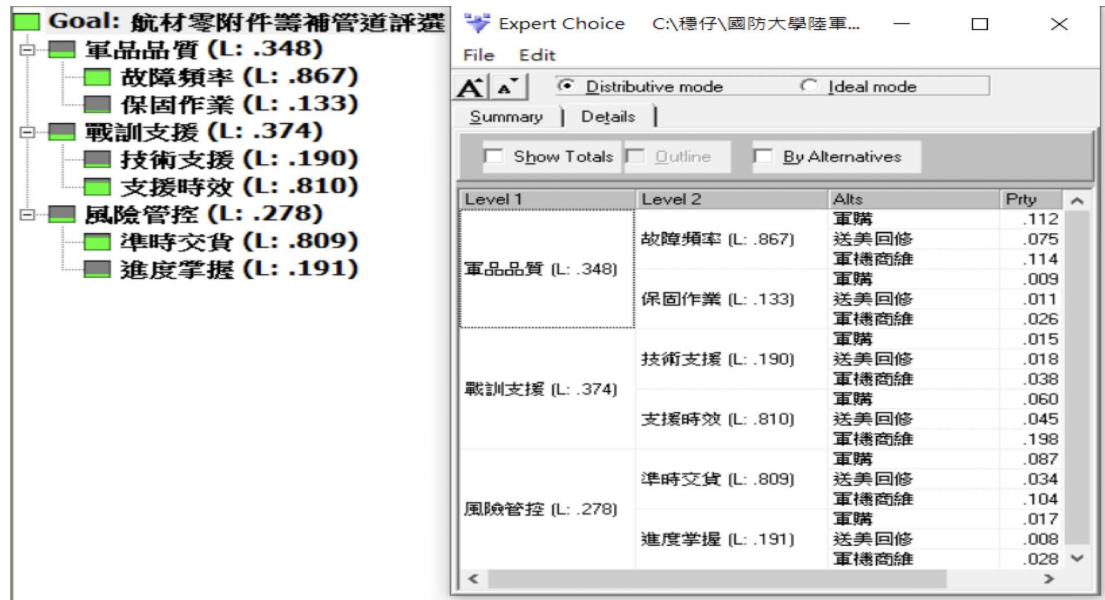
(三) AHP模式方案評選結果

本研究問卷調查經Expert Choice軟體分析，方案評選結果如圖五，軍機商維管道權重0.508排序為第1，係因該管道在「支援時效」及「故障頻率」等兩項有較佳表現，其次則為軍購管道權重0.3，而送美回修管道權重0.191

表四 航材零附件籌補管道決策指標權重統計表

主準則	權重	排序	次準則	權重	排序	權重整體	排序
軍品品質	0.348	2	故障頻率	0.867	1	0.302	2
			保固作業	0.133	2	0.046	6
戰訓支援	0.374	1	技術支援	0.190	2	0.071	4
			支援時效	0.810	1	0.303	1
風險管控	0.278	3	準時交貨	0.809	1	0.225	3
			進度掌握	0.191	2	0.053	5

資料來源：本研究整理



圖五 評選方案權重分析成果

資料來源：本研究整理

排序最後，因此藉由AHP評選模式，將獲得軍機商維籌補管道建議。

二、訂單分配模式分析

經由AHP方案評選模式，可以獲得各籌補管道權重，然後依據籌補軍品需求數量、籌補成本及庫儲待修品數量等資料，即可代入訂單分配模型求得最佳解，以獲得航材零附件籌補決策較佳訂單分配結果；本研究以AH-1W型直升機某關鍵性零組件籌補相關數據資料為例，分析訂單分配模式結果。

AH-1W型直升機某關鍵性零件為提供直升機產生升力的重要組件，若故障將使直升機無法正常飛行，為有效分配各種管道籌補數量，以滿足使用單位維保需求，將需求數量、價格、產能、待修品數量及AHP各籌補管道權重

結果彙整如表五，並代入訂單分配模型：

經過求解結果如圖六，可得到籌補分配結果為軍購管道需採購13個，送美回修管道需送修3個，軍機商維管道需送修12個。

三、兩種模式分析比較

運用AHP模式可針對不同籌補管道之優劣進行評選排序，從中選取最佳管道執行籌補，而運用訂單分配模式則可從各種限制條件下，選擇最佳籌補管道分配結果，兩種模式均可作為決策參考，惟運用在實際案例上所產生之結果仍需比較其差異，以提供決策者較為完善之分析結果。

以某關鍵性零組件籌補相關數據資料為例，AHP模式並不考量限制條件，其獲得結果以軍機商維管道較佳，因此計算結果成本小

表五 籌補資料數值統計表

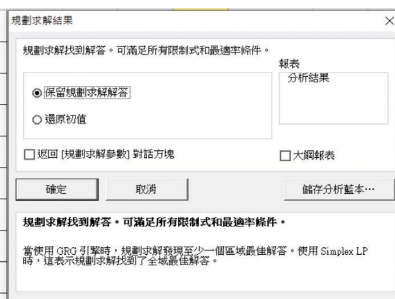
符號	意義	資料數值
x_i	軍購管道籌補數量	未知
x_j	送美回修管道籌補數量	未知
x_k	軍機商維管道籌補數量	未知
s_i	軍購管道AHP方案權重	0.300
s_j	送美回修管道AHP方案權重	0.191
s_k	軍機商維管道AHP方案權重	0.508
c_i	軍購管道籌補成本	294,899美元
c_j	送美回修管道籌補成本	191,684美元
c_k	軍機商維管道籌補成本	191,684美元
X	總需求量	28具
Y	待修品數量	10具
v_i	軍購管道產能	24具
v_j	送美回修管道產能	12具
v_k	軍機商維管道產能	12具

資料來源：本研究整理

於訂單分配模式，惟總需求28具全部循軍機商維管道籌補，若後續發生訂單延誤或無法履約情況，將無法分散風險；另AHP模式無法考量真實環境中產生之限制，以本研究案例而言，僅15具待修品可循軍機商維管道交修，與需求數28具仍有落差，因此應用上較無法滿足現實需求。而訂單分配模式中，已將現實狀況中籌補管道的產能、待修品等各項因素列入考慮，求解結果有效分配各管道訂單，可滿足需求。

兩種模式經比較分析如表六，雖然AHP模式總成本較低，但獲得方案(軍機商維籌補28具)未能考量限制條件，較無法產生合理有效分配之結果，而訂單分配模型為綜合考量決策者對於籌補管道「軍品品質」、「戰訓支援」及「風險

1	航材零附件籌補策略訂單分配模式求解試算表				規劃求解結果 規劃求解找到解算。可滿足所有限制式和最適率條件。 ●[保留規劃求解解算] ○還原初值 分析結果 報表 ☐ 返回 (規劃求解參數) 對話方塊 ☐ 大綱報表 確定 取消 儲存分析藍本... 規劃求解找到解算。可滿足所有限制式和最適率條件。 當使用 GRG 引擎時，規劃求解發現至少一個區域最佳解算。使用 Simplex LP 時，這表示規劃求解找到了全域最佳解算。
2	區分		軍購(<i>i</i>)	送美回修(<i>j</i>) 軍機商維(<i>k</i>)	
3	籌補數量(<i>x</i>)		13	3 12	
4	籌補成本(<i>c</i>)		294,899	191,684 191,684	
5	方案權重(<i>s</i>)		0.300	0.191 0.508	
6	產能(<i>v</i>)		24	12 12	
7	待修品數量(<i>Y</i>)	15	15		
8	總需求量(<i>X</i>)	28	28		
9	目標式	6708936	MIN Z = $x_i c_i + x_j c_j + x_k c_k - s_i x_i - s_j x_j - s_k x_k$		
10	限制式		$x_i + x_j + x_k = X$ $x_j + x_k \leq Y$ $x_i \leq v_i, x_j \leq v_j, x_k \leq v_k$ $x_i, x_j, x_k > 0, x_i, x_j, x_k = 0, 1, 2, \dots$		
11	總成本		6708947		



圖六 籌補管道訂單分配模式求解結果

資料來源：本研究整理

管控」之滿意程度，以及各籌補管道實際作業能力限制，所得到符合現實狀況之最佳結果，可合理有效分配籌補管道數量，提供作業人員參考。

伍、結論與建議

一、結論

為確保年度直升機維保用料無虞，陸軍後勤指揮部於年度前24個月前即啟動計畫性備料機制，檢討航材籌補需求，同時間也會一併檢討可修件交修計畫需求，以決定可修件送修數量及管道，為完善決策作業模式，透過文獻探討及專家訪談，運用層級分析法(AHP)獲得評選方案權重，結合航材籌補相關數據資料，建立籌補管道訂單分配數學規劃模型，並建立EXCEL試算表求解，以有效合理分配各籌補管道所需訂購(修)數量，獲得成果如後：

(一) 單一管道籌補決策模式

陸軍航材獲得來源大部分依靠軍購、送美回修及軍機商維等3種管道，運用層級分析

法分析，研究結果顯示決策過程中，主準則以「戰訓支援」為最關鍵考量因素，次準則以「支援時效」為最優先考量，並以軍機商維管道獲得較高權重分數，經分析軍機商維管道屬國內廠商，在契約管理架構下，對於關鍵航材品項籌補作業較能有效掌握，且當使用單位產生航材急缺需求或是發生軍品不滿意反映事項狀況時，均有相對應的條款可管制廠商處理，就作業人員而言較能符合戰訓支援與支援時效需求。另外在個案分析中，由於軍品交修成本較籌購新品低，因此選擇軍機商維管道較能節約成本。

(二) 多元管道籌補決策模式

理論上選擇最佳籌補管道應為合理之決策，然而單一管道籌補仍有訂單延誤或無法履約風險，因此為了分散獲得風險，可採多元管道籌補，另外為了解決不同管道籌補數量分配問題，往往須經業管單位逐項審查協調，歷年審查協調均以相關個案之歷史經驗及符合預算額度為主要評斷依據，本研究運用數學規劃法建構訂單分配模型，可依層級分析法獲得之方案評選權重，並同時考量成

表六 航材籌補決策模式比較分析表

決策模式	籌補數量	總成本	分析比較
AHP模式	軍機商維28具	5,367,152 美金	同時考量品質、戰訓及風險因素，選擇最佳管道，且成本較低，惟單一管道籌補仍有訂單延誤或無法履約風險，且未考量待修品及產能限制，與實際狀況仍有差異。
訂單分配模式	軍購13具 送美回修3具 軍機商維12具	6,708,947 美金	雖未達到理想中最低籌補成本，但是訂單分配模式可依品質、戰訓及風險等準則權重，同時考量待修品及產能限制，獲得符合現實狀況之較佳方案。

資料來源：本研究整理

本、待修品數量及籌補管道產能限制，快速計算籌補管道分配數量，經由個案分析驗證，此方式較能符合實際狀況，使航材零附件籌補作業更能有效執行。

二、建議

本研究依單一管道籌補與多元管道籌補兩種方式，分別提出AHP模式與訂單分配模式，為有效應用於實際作業層面，建議如後：

（一）商維合約訂定獎懲機制

AHP問卷調查分析成果，次準則以「支援時效」及「故障頻率」為優先排序，代表作業人員對於籌補決策評估指標除了要求能夠在最短時間內獲得所需航材，也要同時兼顧航材可靠度，因此對於使用單位緊急需求可藉由提高短交期訂單金額獎勵合約商快速供料，另外針對交運軍品故障率高情況施以罰款，以確保合約商對於品質要求。由於軍購及送美回修管道係與美方簽定發價書後辦理籌補，其合約內容均遵循美方標準，較無改善空間，僅軍機商維管道合約可依政府採購法訂定，因此可藉由合約管理制訂獎懲機制，提升支援時效與降低故障頻率。

（二）航材籌補管道需求數量應統一檢討

年度計畫性備料及可修件交修計畫，其目的均為滿足年度用料需求，由於兩項計畫作業承辦人員不同未能統籌檢討，使得部分需求品項籌補數量未能在採購新品及送修待修品間取得平衡，籌補過多造成浪費，亦或籌補不足未能滿足需求，因此需求檢討應由業管單位考量供需平衡，統一檢討採購及送

修的數量，並在各種限制條件下，計算出各籌補管道最佳籌補數量。

（三）建立籌補管道能力參數蒐集機制

為了精確計算籌補管道最佳之分配數量，應蒐集軍品獲得時程、產能、售價等參數，並建立資料庫，以便檢討需求時能夠精確計算結果，提供籌補決策參考運用。現行零附件補給系統可藉由憑單編號及補給代號計算每筆交運資訊籌補天數，而透過美方撥單及合約商發票可記錄價格資訊，因此藉由資訊系統構改方式逐項記錄價格及籌補期程資訊，方便作業人員計算後續分配數量。另外透過各管道定期會議，如華美後勤技術研討會、合約商履約檢討會等會議蒐集產能資訊，以完善籌補管道決策機制。

作者簡介

張家穩少校，空軍航空技術學院專科92年班，空軍航空技術學院參謀軍官班98年班，國防大學管理學院運籌管理研究所101年班，現任職於國防大學陸軍指揮參謀學院學官。

作者簡介

陳鴻鈞中校，國防大學管理學院87年班，國防大學管理學院正規班89年班，國防大學指參班99年班，現任職國防大學管理學院國管中心後勤管理組指參教官。