

陸軍建置無人機野戰保修能量最適方案之研究

王珮如¹ 呂宗翰²

¹國防大學陸軍指揮參謀學院

²國防大學管理學院

摘要

在「多域拒止、韌性防衛」戰略指導下，無人機已成為戰場感知與不對稱作戰之關鍵裝備。然而，其野戰保修能量建置涉及人力、技術、裝備與供應鏈等多重構面，如何評選最適維修模式，成為影響戰力持續性之核心課題。

本研究運用層級分析法（以下簡稱 AHP）探討人力運用、修護技術、機具設備及零件籌補等四個分析層級，針對最適方案及關鍵因素實施權重分析與一致性分析。

研究結果顯示商維模式為現階段最適方案。主準則以修護技術（權重值：52.6%）與人力運用（權重值：28.9%）為關鍵因素，其中「教育訓練」、「人員素質」及「專業證照」為最關鍵之次準則，顯示無人機野戰保修之核心不在硬體規模擴充，而在技術體系與專業能力養成。

關鍵詞：無人機、野戰保修、層級分析法（AHP）、商維模式

一、前言

在當前安全環境快速變遷與威脅型態多元化的情勢下，國軍依據 114 年國防報告書所揭示之「防衛固守、重層嚇阻」軍事戰略指導，逐步建構以「多域拒止、韌性防衛」為核心之作戰整備方向[1]。隨著科技發展與作戰型態演變，無人航空載具（Unmanned Aerial Vehicle, UAV）因具備低風險、高機動與即時情蒐能力，已廣泛運用於戰場監控、情報蒐集、通訊備援及火力導引等任務，逐漸成為現代地面作戰的重要裝備之一。對於地形複雜且防衛

作戰需求明確的臺灣而言，小型戰術無人機更具不對稱作戰價值，能有效提升部隊戰場感知能力與指揮反應速度[2]。

然而，無人機系統具有高度電子化與模組化特性，在高強度作戰與頻繁演訓環境下，裝備耗損與故障率相對提高，若缺乏完善之保修與補給機制，將直接影響裝備妥善率與部隊持續作戰能力。現行國軍無人機維修能量多集中於研製單位，基層部隊在野戰環境下之維修機具、技術能量與零附件籌補仍存在一定限制，使裝備故障後往往需後送處理，不僅影響訓練效

益，也增加後勤支援負擔。近年俄烏戰爭亦顯示無人機已成為戰場大量消耗之作戰裝備，其前線維修與後勤支援能力對作戰持續性具有關鍵影響。

現有研究多著重於無人機作戰運用與戰術層面，對於野戰保修能量建置模式之量化評估研究仍相對有限，尤其缺乏針對無人機維修模式進行系統化分析研究。本研究運用層級分析法（Analytic Hierarchy Process, AHP）以陸軍聯兵旅保修連為研究對象，探討影響無人機野戰保修能量建置之關鍵因素，並分析各維修方案之優先順序，以期提出適切之建議，作為未來國軍無人機補保體系規劃與資源配置之參考。

二、現行無人機維修作業探討

我國陸軍委由國家中山科學研究院（以下簡稱中科院）產製戰術型無人機及維保所需零附件，規劃單位保養（O 級）由接裝單位負責，野戰保修（I 級）及基地翻修（D 級）由陸軍自建或委中科院執行，保固期間介於 114 年 1 至 10 月，爰後續未編列相關後勤裝備維持經費實施維修。

維修規劃一般在概念設計階段就要先考量，武器裝備在部署兩年內要完成野戰段或基地段維修能量建立，針對無人機裝備逾保固期後，如何訂定維修策略與層級？維修策略區分為軍維、商維及軍商併維，不論採取那一種方式，只要是在最適

成本內能降低成本及滿足支援作戰需求，便是可以考慮的方案。然而，全商維可能在戰時修能無法滿足，軍商併維也必須考量哪些項目要留在野戰段，才能在戰時適時前支修復[3]。

裝備妥善率在野戰保修作業中，是要確保使用單位在戰時能夠即時獲得維修支援，滿足作戰需求。軍維是由國軍編制單位（聯保廠、保修連）和軍職人員自行執行所有維修工作，對機敏性高的裝備可嚴格保密。商維是將維修工作委託給民間廠商執行（釋商政策），善用民間科技、專業人才和開放性採購管道，修護期程通常有契約規範與罰則督促。軍商併維則是軍方與民間廠商共同執行維修工作，彌補軍方人力、技術、工時不足的限制，結合雙方優勢，故本研究針對無人機「軍維」、「商維」、「軍商併維」等方案，作為探討最適方案之基礎。

三、建置野戰保修能量之關聯因素

保修為建立與維持部隊戰力之重要勤務，依「國軍裝備保養修護作業規定」定義，野戰保修是由聯兵旅保修連及地區聯保廠負責，通常包括鑑定檢查、總成、次總成修理及更換，維護武器系統使之達到妥善堪用，戰時發揮有效之戰力。

侯玉霜（2020）戰時保修連編組完整保修收集站及保修前支組直接配屬支援單位，執行戰損評估、戰場救濟及游修作業，為強化戰場搶修能量，首重建立「搶

修技術及訓練」、「人力編組」、「搶修機具」及「備份料件」[4]。葉智瑤（2017）指出保修作業是維持裝備戰力的基礎核心，在人力、料件及時間有限的條件下，如何使組織有效運用國防資源成為經營成敗的關鍵，其影響成效的主要因素包括「零件庫存充足」、「修護士的技術熟練度」與「保證工時內完修」[5]。當部隊裝備損壞時，由保修連執行修理及（次）總成直接交換作業，藉由各種適切保修支援手段恢復裝備妥善，為野戰保修單位之首要任務。王貴鈴（2017）認為現行影響工兵部隊建立野戰保修能量的因素包括「人員專業訓練及技術不足」、「料件籌補不易」、「無相關保修編制」及「過於依賴委商制度」[6]。吳啟賓、張佳菁（2024）分析影響保修作業的因素有「工廠編制大小」、「裝備維修方式」及「料件耗用成本」[7]。朱凱麟（2022）要徹底發揮作戰武器系統效能，維持高妥善率與可用度，端賴後勤人員之技術專業與適切支援模式[8]。游玉堂（2025）定義為研發單位依據作戰需要，確保武器裝備能在作戰環境中使用，武器裝備部屬後，應協助軍種建立後勤支援能量，包含維修與支援架構、技術資料、維修人力、訓練、機具、設備、設施，使武器易於維修與支援[9]。

對於武器裝備系統日益更新，裝備檢修仍須依靠人力、人員維持妥善，因此檢

視保修連的編制、人力編組及維修人力能否支撐無人機維修品質，歸納主準則「人力運用」。其二，保修連技術人員應具有專業技能和前支實務經驗，能在野戰環境中快速判斷裝備問題，提出有效解決方式，確保維修效率，歸納主準則「修護技術」。其三，無人機屬高度精密裝備，所需的檢測儀器與機具設備之配置，是否能在野戰環境中提升檢測精準度及縮短工時，歸納主準則「機具設備」。其四，在修護過程中，零件的供補能否適切支援裝備修護任務，缺料將導致妥善率降低及維修時間拉長，甚至影響作戰進程，故歸納主準則「零件籌補」。最後，本研究以「人力運用」、「修護技術」、「機具設備」及「零件籌補」等4項主準則做為評估構面，詳如表一所示。

表一：主準則指標文獻

學者	文獻名稱	相關因子
侯玉霜 (2020 年)	防衛作戰後勤支援之研究-以戰場搶修為例	1. 人力運用 2. 修護技術 3. 機具設備 4. 零件籌補
葉智瑤 (2017 年)	保修作業關鍵成功因素之研究-以六軍團所屬保修連為例	
王貴鈴 (2017 年)	現行工兵連保修制度檢討與策進之研究	
吳啟賓、張佳菁 (2024 年)	國軍後勤保修成效之研究-以履帶裝備為例	
朱凱麟 (2022 年)	後勤支援能量培訓-專業士兵訓練及作戰後勤現代化態勢	
游玉堂 (2025 年)	後勤科普-需求、研發與後勤	

資料來源：本研究整理

1. 人力運用

部隊就像是企業的縮影，人力管理運用是組織運作中重要的一項關鍵因素，人力管理的好壞，直接影響建軍備戰任務之有效遂行。人力運用是指組織根據策略目標與實際需求，透過人力規劃、任用、配置與發展等管理活動，將人力資源進行有效分配與利用，以達成組織績效最大化與人力效益最適化的目的。核心概念是「適才適所」與「有效配置」，發揮人員的專業與潛能，提升組織競爭力與運作效率[10]。國軍保修體制明確規範各級保修單位的編制人力與專業分工，直接決定可投入的人力總量與專業領域。在既定編制下，人力運用（工時分配、修護人員編組、戰備、公差勤務、重大操演、基地訓練、裝備檢查）的合理性會顯著影響保修能量。

彭天宏、陳光佑（2018）認為人員是指對應賦予任務工作項目所應編配之人力，而現有人力是否可以適切支應，應考慮相對編制裝備[11]。呂宏仁（2017）以直升機修護編組為例，維修團隊成員的個人素質會與結構，將影響維修品質與修護時效性，平均素質越高，維修時效性越高[12]。陳睿鴻、藍碧玲（2024）指出後勤維修部隊在修護工作中，人員素質是最優先考量之要素，人格特質較佳者，除本身抗壓性較高之外，普遍身心狀況均屬適應

良好之群體[13]。李孟學、張佳菁（2023）指出，軍方因人力、工時不足而採軍商併維，會直接制約維修模式選擇，影響修復時效與支援彈性[14]。葉智瑤（2017）指出野戰保修講求時效，保修連的價值在以維修為主與保證工時內完工，人員需藉由時間及經驗累積技術，須避免非計畫性以外的工作，排擠正常維修時間，故應強調修護時效性及維修工時。另後勤須具備主動服務的精神，瞭解單位的需求及窒礙，才能真正知道問題所在，進而精準改善問題[15]。

綜上所述，人力運用其核心不在於單純增加人數，而是人力是否能與任務需求相互匹配，據此歸納出「人員編制」、「人員素質」及「維修時效」等3項次準則，方能呈現人力配置與運用對維修效能的影響，詳如表二所示。

表二：人力運用次準則指標文獻

學者	文獻名稱	相關因子
陳光佑、彭天宏（2018）	裝備保修資源整合之初探-以 UH-60 直升機為例	1. 人員編制 2. 人員素質 3. 維修時效
呂宏仁（2017）	維修團隊素質影響維修品質與時效性之研究	
陳睿鴻、藍碧玲（2024）	應用 AHP 探討工作績效關鍵成功因素之研究-以陸軍後勤部隊為例	
李孟學、張佳菁（2023）	國軍通用裝備委商保修績效之研究	
葉智瑤（2017）	保修作業關鍵成功因素之研究-以六軍團所屬保修連為例	

資料來源：本研究整理

2. 修護技術

修護又稱為維修，可區分矯正性維修與預防性維修，為維持任何武器裝備妥善所必須執行的工作，其目的在確保裝備妥善率並維持作戰能力。技術為一切將資源有效的運用、轉換成有形及無形的知識或技巧。鄭溫鳴（2000）將國軍武器裝備修護技術定義為一切能將武器裝備有效的預防其故障或失效，或提升其可靠度或性能的知識或技巧[16]。

葉智瑤（2017）指出保修連技術能力關鍵計有修護士的熟練度、受訓管道多元及建立維修標準化[17]。陳姿萍、許鳳娟（2019）認為維修人員或廠商須在律定時間內完成修護，遇突發狀況時，能立即實施故障排除，且技術人員須具備相關專業技術證照，以提升維修深度[18]。彭天宏、陳光佑（2018）認為訓練是技術獲得及傳承的重要來源，建立技術訓練，其重要根源為獲得技術資料，包含技令、藍圖及自建程序等，均為技術人員之作業規範與依歸[19]。蕭百琳（2010）以汽車板金技師為例，認為辦理教育訓練及考取專業證照是建構技師職場專業能力的指標[20]。侯玉霜（2020）指出戰場保修支援人員可能面臨裝備戰損情況與應急措施，建構「系統化訓練標準與模式」之方式，逐步培訓、強化戰場損害評估與搶修能量[21]。

簡言之，修護技術係整合專業知識與

資源以維繫裝備妥善之關鍵。本研究透過文獻綜整，歸納出「教育訓練」、「專業證照」及「維修 SOP」等 3 項次準則，作為衡量修護能量建置與維修效能關聯性之主要依據，詳如表三所示。

表三：修護技術次準則指標文獻

學者	文獻名稱	相關因子
葉智瑤 (2017)	保修作業關鍵成功因素之研究-以六軍團所屬保修連為例	1. 教育訓練 2. 專業證照 3. 維修 SOP
陳姿萍、 許鳳娟 (2019)	國軍輪型車輛委外維修廠商評選標準之研究-以 3.5 噸載重車為例	
陳光佑、 彭天宏 (2018)	裝備保修資源整合之初探-以 UH-60 直升機為例	
蕭百琳 (2010)	我國汽車板金技師專業能力指標建構之研究	
侯玉霜 (2020)	防衛作戰後勤支援之研究-以戰場搶修為例	

資料來源：本研究整理

3. 機具設備

所謂「工欲善其事，必先利其器」，在實施修護作業時，使用適當的工具及設備，不僅可以有效縮短修護時間，也能維護人員安全。利士宏（2017）各項維修機具須時常保持正常運作，方能有效的支援維修[22]。陳泰良、彭玉龍（2012）指出對維修單位而言，如何運用各型複合性測試檯將故障裝備於最短時間內完成檢測、調校及修復，亦即武器裝備維修能量之維持係為首要任務。妥善維護各型主要武器系統複合性測試檯，實為各級修護單位所

必須重視之課目[23]。張哲偉（2016）研究委外裝備修護，單位對廠商較重視維修設備配置，且希望有現代化測試儀器設備且功能完善[24]。陳駿穎（2024）分析俄烏戰爭文獻提出，擁有通用設備、特殊工具組和備用零附件套件的移動車間對野戰維修非常重要[25]。

綜上所述，維修機具設備之可用度與妥善度是維修能量的核心要素。適切的工具、完善的測試設備與其持續正常運作，直接影響故障檢測、排故效率與人員安全。因此，確保機具設備有效運作並使維修流程順暢，是提升整體維修效能與支援能力的關鍵，可提列出「籌建配賦」、「妥善維持」及「切合適用」等3項次準則納入探討，詳如表四所示。

表四：機具設備次準則指標文獻

學者	文獻名稱	相關因子
利士宏 (2017)	軍機場級電子設備維修成效影響因素之探討-運用分析層級程序法	1. 籌建配賦 2. 妥善維持 3. 切合適用
陳泰良、 彭玉龍 (2012)	複合性測試檯委外保修供應商評選之研究	
張哲偉 (2016)	國軍自動化系統委外廠商服務品質與改善模式之研究-以空軍某聯隊為例	
陳駿穎 (2024)	俄烏戰爭中地面部隊維修技術分析	

資料來源：本研究整理

4. 零件籌補

零件需求的產生主要來自於單位定期保養、野戰臨機損壞修護及基地廠計畫性

修製，而保修零附件補給在修護中，往往具有重大且關鍵性的價值，足以影響戰局的發展與戰爭的勝負。單位可依據實際需求（妥善狀況、故障頻率、歷史維修紀錄）及任務需要建立零附件存量機制，期能達到適時支援任務，提高裝備妥善率[26]。

游玉堂（2024）能否執行保修恢復裝備妥善的關鍵不在於修復能力，主因多為補給是否獲料。不論是預防性、檢測性或矯正性維修都必須先期備料才能執行[27]。方苡懿、呂宗翰（2023）研究指出獲料時間縮短及精準備料將影響成本效益，並迅速恢復裝備妥善[28]。賀紘璿（2023）以艦艇修護妥善率為例，其中物料管理最為重要，包含「計畫備料到料率」、「非計畫備料管控」及「可修件周轉量管制」，精實檢討保修備料，及時籌補，可有效提高裝備妥善[29]。張家穩、陳鴻鈞（2021）以航材零件籌補為例，「支援時效」以最短的時間獲得所需軍品，為最優先考量因素，另考量分散獲得風險，可採取多元管道籌補[30]。

綜上所述，零件籌補之成效取決於備料規劃的周延性、零件取得的即時性以及獲料管道的多元性。透過文獻可提列出「備料檢討」、「獲料時效」及「獲料途徑」等3項次準則納入探討，詳如表五所示。

表五：零件籌補次準則指標文獻

學者	文獻名稱	相關因子
游玉堂 (2024)	後勤科普－需求、研發與後勤	1. 備料檢討 2. 獲料時效 3. 獲料途徑
方苡韶、 呂宗翰 (2023)	系統動態學運用於陸軍 3.5 噸載重車維保策略之探討	
賀紘璿 (2023)	以 AHP 層級分析法探討海軍艦艇裝備妥善關鍵因素-以 MTU 型柴油機為例	
張家穩、 陳鴻鈞 (2021)	航材零附件籌補策略之研究-以陸航某攻擊直升機為例	

資料來源：本研究整理

四、研究方法與設計

1. 層級分析法之運用

層級分析法 (AHP) 是美國匹茲堡大學教授 Thomas, L.Saaty 於 1971 年提出，用以解決不確定情況下且具有多評估準則的決策方法，其目的是在將複雜的問題以系統化的方式，將不同的層面進行層級分解，並透過科學化的計算進行量化，以提供決策者充分的資訊，減少決策錯誤的風險性[31]。

由於層級分析法矩陣的計算頗為繁雜，利用電腦軟體 Expert Choice 可以幫助我們更加快速完成各項因素分析。Expert Choice 軟體是採用層級分析法 (AHP) 為基礎的決策支援工具，能夠輔助專家問卷之設計及客觀地反應問卷填答者之內心思維，並以淺顯易懂的方式建構決策模型，藉由成對比較矩陣 (Pairwise

Comparison Matrix) 計算求取矩陣之特徵向量 (Eigenvector)，來成對比較各層面與各因素間之重要程度，以獲得所有選擇因素的優先排序，提供決策者或決策機關之選擇參考依據。

受訪者實際填答時，在主觀判斷下仍會有誤差產生，會導致在兩兩相互比較的判斷之下，可能發生前後判斷不一致的情況，因此需執行一致性檢定。藉由一致性比率 (Consistency Ratio, C.R.) 來判斷，計算一致性比率 (C.R.) 之前，需先計算一致性指標 (Consistency Index, C.I.)，一致性指標 (C.I.) 公式為：

$$C.I. = \frac{\lambda - n}{n - 1} \quad (1)$$

上式 λ 為特徵值， n 為該層級準則數目，當 C.I.趨近於 0，則表示一致性程度越高，原則上 $C.I. \leq 0.1$ 是可接受的範圍；若 $C.I. > 0.1$ ，則表示評比結果不一致，需要重新評估。

而一致性比率 (C.R.) 則為 C.I.值與隨機指標 (Random Index, R.I.) 值之商，R.I.值與層級準則數有關，可依據數量查找出對應之 R.I.值，如表六。

一致性比率 (C.R.) 值以小於 0.1 為限，計算方式為：

$$C.R. = \frac{C.I.}{R.I.} \quad (2)$$

表六：隨機指數表

n	1	2	3	4	5
R.I.	0	0	0.58	0.90	1.12
n	6	7	8	9	10
R.I.	1.24	1.32	1.41	1.45	1.49

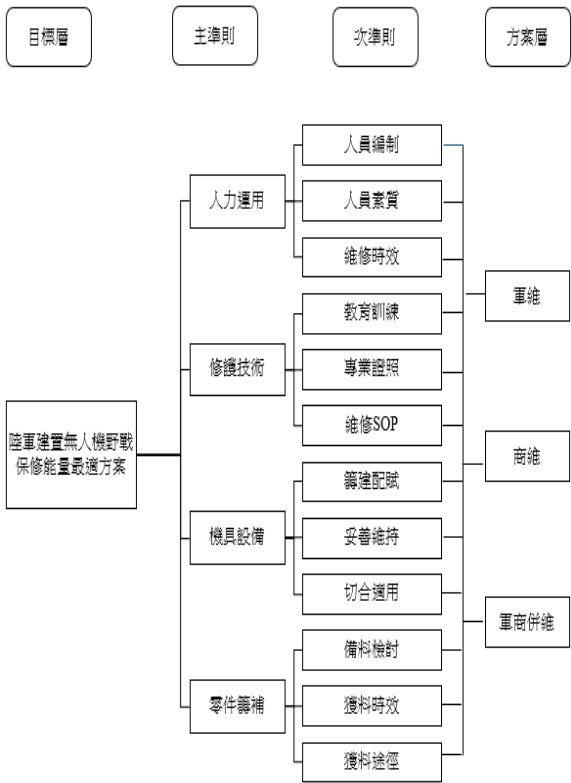
資料來源：Saaty, T. L. The Analytic Hierarchy Process, McGraw-Hill, NewYork, 1980, P.54

於計算各層級準則之權重及執行一致性檢定通過後，可歸納出整體層級準則之權重，依各層準則之權重，續排列優先順序以決定關鍵因素。

由於保修連建立無人機修能關鍵因素包含之範圍具多樣性，且無法直接衡量與設定每項評估準則之重要性權重，故本研究藉層級分析法（AHP）具將複雜問題系統化之特性，擷取專家與決策者的想法，透過一致性檢定，計算出各準則之權重，來決定各準則之優先順序，以探討關鍵因素得到最適方案，並提供政策單位具體可行建議。

2. 建立層級架構

本研究係以文獻探討及專家問卷回饋意見後，歸納出層級架構的組成因素，包含4項主準則、12項次準則及3項選擇方案，詳如圖一所示，並以此作為後續正式問卷發放與權重分析之依據。



圖一：層級架構圖

根據前述建立之層級研究架構，設計「陸軍建置無人機野戰保修能量的關鍵因素」調查問卷，並為各主、次準則賦予操作性定義，以便受訪者理解與填答，詳如表七所示。

表七：陸軍建置無人機野戰保修能量主、次準則彙整表

主準則		次準則	
指標	說明	指標	說明
人力運用	評估保修連之人力編制、人員足以支撐修護品質。	人員編制	評估修護單位人力數量、專業結構，能適切編配人力，支撐維修需求與任務強度。
		人員素質	重視個人特質與工作態度，會透過人力運用機制影響維修效能及品質，並以主動服務精神發覺窒礙改善問題。

		維修時效	衡量人力能否依任務急迫性，集中維修本務，避免非計畫性工作排擠，保證快速完工。
修護技術	技術人員應具備專業技能和實務經驗，能快速判斷裝備問題，提出有效解決方案，確保維修效率。	教育訓練	透過在職技能培訓與進階訓練，確保人員能持續掌握新式裝備的專業知識。
		專業證照	人員具備相關專業證照，提升維修深度與人員績效。
		維修SOP	建立標準作業規範，提升修護士的技術熟練度，確保能在時限內完成故障排除及搶修作業。
機具設備	專用工具、測試臺及電腦診斷軟體之配置，在野戰環境下的可用性，提升檢測精準度並縮短工時。	籌建配賦	機具之採購、建置及配賦符合任務所需之數量與規格，以支援單位維修需求。
		妥善維持	機具設備之妥善率、校驗與保養及維持成本，將直接影響其可用度，進而影響修護效率與品質。
		切合適用	操作的便利性、規格與功能符合新式裝備之檢測需求，其適用性將影響故障判斷、調校精準度與修護時效。
零件籌補	評估料件的需求預測、採購與補給機制，確保維修所需零件充足無虞。	備料檢討	根據歷史維修數據和原廠料件清單，合理估算備份件需求，確保維修過程中有足夠備件供應，降低待料風險。
		獲料時效	確保料件能在時限內到位，包含採購速度與運送效率，建立快速供應機制，減少因料件延誤而無

			法維修的情況發生。
		獲料途徑	檢視料件供應來源的多元性，包括自製、採購和合作供應，降低單一來源風險，確保持續供應料件。

資料來源：本研究整理

3. 問卷設計

為確保各構面能完整周延，問卷施作區分兩階段，第一階段為「初期專家問卷」，主要是確認所有評估主準則及次準則的正確性、可行性及關連性，由專家針對所提出的評估主、次準則提出意見，據以修正評估準則，並確立影響無人機野戰保修能量建立的關鍵因素，以作為正式層級分析架構。

第二階段為正式「層級分析問卷」，依據專家意見修正主、次準則所制定，受測者針對評選指標重要性程度進行兩兩比較，在認為較重要的評估準則上勾選出最適的數值，數值越大表示重要程度越高。AHP 評估尺度主要有五項，意指同等重要、稍重要、重要、極重要與絕對重要，賦予尺度 1、3、5、7、9 等衡量值，還有四項介於五個基本尺度之間的 2、4、6、8 的衡量值，以提供後續評選結果分析運用，如表八所示。

表八：層級分析問項填答尺度表

定義	重要性強度	說明
絕對重要	9	重要性絕對強於另一指標

極重要	7	重要性極強於另一指標
重要	5	重要性強於另一指標
稍重要	3	重要性稍強於另一指標
相等	1	兩指標重要性相等
稍不重要	3	重要性稍弱於另一指標
不重要	5	重要性弱於另一指標
極不重要	7	重要性極弱於另一指標
絕對不重要	9	重要性絕對弱於另一指標
介於兩者之間	2、4、6、8	介於上述說明之間

資料來源：鄧振源、曾國雄（1989），層級分析法的內涵特性與應用，中國統計學報第 27 卷第 6 期，頁 12。

訪談對象為保修連從事實務經驗技術人員及聯兵旅保修作業之參謀與主官，且年資 10 年以上之人員，共計 20 員（詳如表九所示），共同評估無人機野戰保修能量建立最適方案之各項因素，以確保其對裝備維修與後勤運作具備充分專業認知。

表九：受訪者基本資料統計表

階級	少校 4 員、上尉 2 員、士官長 10 員、上士 4 員
服務單位	聯兵旅旅級 3 員、保修連 17 員
軍事學資	軍官正規班 6 員、士官正規班 10 員、士官高級班 4 員
服務年資	20 年以上 2 員、16-20 年 7 員、11-15 年 11 員

資料來源：本研究整理

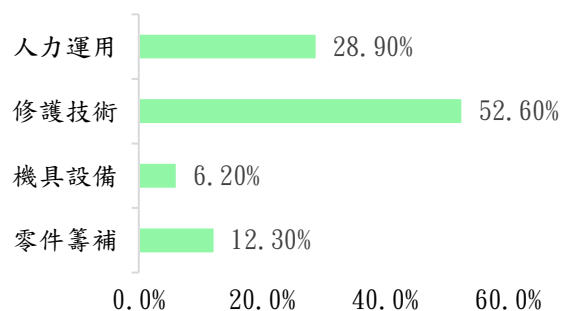
五、分析與結果

本研究發放之問卷共 20 份，經由 Expert Choice 軟體進行權重結果加總分析，以及一致性檢定後，並計算各構面與準則之相對權重值。根據受測者判斷結果，可歸納出陸軍建置無人機野戰保修能量，哪些構面是影響方案選擇最具關鍵性的考量因素。

1. 主準則分析

就「人力運用」、「修護技術」、「機具設備」及「零件籌補」四大構面，經成對比較矩陣計算出來的一致性比率值 $C.R. = 0.011 < 0.1$ ，符合一致性比率之要求，可視為是合理的結果。

主準則權重值排序為「修護技術」52.6%、「人力運用」28.9%、「零件籌補」12.3%及「機具設備」6.2%，研究結果顯示受測者認為建置無人機野戰保修能量以修護技術具有顯著影響方案之選擇，與侯玉霜在 2020 年戰場搶修研究中高度相符，如圖二所示。



圖二：主準則權重結果圖

2. 次準則分析

(1) 人力運用

就「人員編制」、「人員素質」及「維修時效」等三個次準則，經成對比較矩陣計算出來的一致性比率值 $C.R. = 0.0001 < 0.1$ ，符合一致性比率之要求，可視為是合理的結果。

研究結果以「人員素質」具有最高影響力，其權重值為 54.6%，其次人員編制權重值為 26.8%，最後維修時效權重值為

18.6%。

(2)修護技術

就「教育訓練」、「專業證照」及「維修 SOP」等三個次準則，經成對比較矩陣計算出來的一致性比率值 $C.R. = 0.00055 < 0.1$ ，符合一致性比率之要求，可視為是合理的結果。

結果顯示「教育訓練」其權重值為 52.1%，位居首要地位，其次專業證照權重值為 29%，最後維修 SOP 權重值為 18.9%。

(3)機具設備

就「籌建配賦」、「妥善維持」及「切合適用」等三個次準則，經成對比較矩陣計算出來的一致性比率值 $C.R. = 0.0001 < 0.1$ ，符合一致性比率之要求，可視為是合理的結果。

結果顯示「妥善維持」其權重值為 66.1%，位居首要地位，其次切合適用權重值為 19.1%，最後籌建配賦權重值為 14.8%。

(4)零件籌補

就「備料檢討」、「獲料時效」及「獲料途徑」等三個次準則，經成對比較矩陣計算出來的一致性比率值 $C.R. = 0.013 < 0.1$ ，符合一致性比率之要求，可視為是合理的結果。

結果顯示「獲料時效」其權重值為 58.9%，位居首要地位，其次備料檢討權重值為 29%，最後獲料途徑權重值為

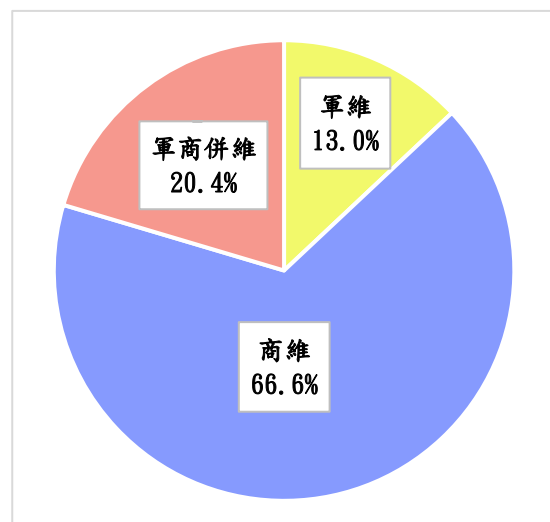
12.3%。

表十：問卷一致性比率檢定表

全體受訪者 AHP 問卷一致性比率檢定表					
層級名稱		C.I.值	n	C.R.值	檢定結果
主準則		0.01	4	0.011	符合
次準則	人力運用	0.00007	3	0.0001	符合
	修護技術	0.00032	3	0.00055	符合
	機具設備	0.00007	3	0.0001	符合
	零件籌補	0.00754	3	0.013	符合

3. 綜合各因素與方案分析

經 Expert Choice 軟體計算各準則整體權重比例及方案權重值結果，各方案權重值由高至低依序為「商維」權重值 66.6%、「軍商併維」權重值 20.4%、「軍維」權重值 13%，故可得知「商維」為最適之方案，如圖三所示。另外以整體權重來看，受訪者認為「教育訓練」、「人員素質」及「專業證照」為前三名的主要構面，相關分析結果如表十一。



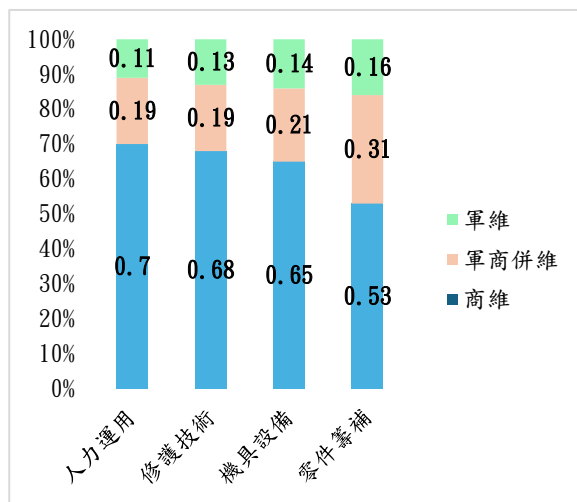
圖三：方案權重結果圖

表十一：主、次準則權值分析表

「陸軍建置無人機野戰保修能量最適方案」 關聯因素相對權值分析表			
主準則	次準則	整體權重	整體排序
人力運用 (28.9%)	人員編制 (26.8%)	7.75%	5
	人員素質 (54.6%)	15.78%	2
	維修時效 (18.6%)	5.38%	7
修護技術 (52.6%)	教育訓練 (52.1%)	27.40%	1
	專業證照 (29.0%)	15.25%	3
	維修 SOP (18.9%)	9.94%	4
機具設備 (6.2%)	籌建配賦 (14.8%)	0.92%	12
	妥善維持 (66.1%)	4.10%	8
	切合適用 (19.1%)	1.18%	11
零件籌補 (12.3%)	備料檢討 (29.0%)	3.57%	9
	獲料時效 (58.9%)	7.24%	6
	獲料途徑 (12.3%)	1.51%	10

資料來源：本研究整理

各方案權重值之績效敏感度分析，如圖四所示，以「最適方案」評量主準則關係，最佳方案為「商維」，而之中以「修護技術」為影響最高。另運用 Expert Choice 軟體將權重值調整差異大與原數值 10%，均不影響本研究之最適維修方案之選擇，亦即就政策指導而言，傾向建立「商維」方案，不考慮其他方案。



圖四：主準則敏感度分析基準圖

六、結論與建議

1. 結論

(a) 商維模式是陸軍建置無人機野戰保修能量的最適方案

經過權重分析結果，以「商維」方案較佳（權重值：66.6%），「軍商併維」（權重值：20.4%）次之，「軍維」（權重值：13%）較低。另從敏感度分析結果得知，各主準則權重值調整，均不影響方案排序。因此，可推論受訪的專家群一致認為無人機屬多元技術整合裝備，涉及飛控系統、酬載模組、通資電設備與軟體韌體更新等專業領域，完全由軍方自行建置野戰維修能量，除需投入龐大訓練與設備成本外，亦面臨技術快速更迭之挑戰。故在現階段資源條件與戰備需求考量下，以商維作為建置野戰保修能量的模式，屬於最具效益之方案選擇。

(b) 修護技術為陸軍建置無人機野戰保修能量的關鍵因素

從本研究權重分析結果顯示，受試者認為「修護技術」（權重值：52.6%）為影響無人機野戰保修能量建置之關鍵因素，顯見無人機系統故障判讀與排除須高度仰賴專業技術能力。而次準則整體權重分析中，「教育訓練」（權重值：27.4%）與「專業證照」（權重值：15.25%）分別排序第一、三，顯示專家認為修護技術的提升，唯有透過制度化訓練與能力認證，方能縮短故障排除時間、提升修復成功率與妥善率。爰此，建立制度化訓練體系與專業認證機制，乃確保野戰保修能量穩定與戰力持續之基礎。

(c)陸軍建置無人機野戰保修能量不可輕忽人力運用問題

本研究中的主準則「人力運用」（權重值：28.9%）排序第二，其權重值雖次於「修護技術」（權重值：52.6%），卻大幅超過其他主準則權重，亦可謂為影響無人機野戰保修能量建置的重要因素；另其中次準則的整體權重分析結果，「人員素質」（權重值：15.78%）排序位居第二，就如同無人機屬多元技術整合之裝備，應更重視維修人力的個人特質與工作態度，並以主動服務精神發覺窒礙，進而改善問題，將會使野戰保修人力運用上具備彈性，維修品質相對更有保障。

2. 建議

(a)強化合約管理鏈結機制，確保商維模式支援作戰

鑑於現階段陸軍保修連尚未具備無人機野戰修護能量，裝備損壞仍循訪商報價模式，俟預算獲賦始能交付廠商實施維修，商維機制尚未進入合約管理模式，恐形成修復交貨延宕、成本管控不易或品質標準不一等顧慮。因此，國軍應在無人機建案採購作業階段，必須將整體後勤支援規劃納入評估，確認野戰保修能量採商維模式建置，並足額編列後續作業維持預算，由各軍種後勤部門統籌辦理委商維保合約，並於合約內明確律定駐點技術支援制度、定期技術交流機制、重大故障即時到場支援時限，以及技術資料與維修紀錄共享義務等，使合約商成為保修連技術能量之延伸，確保支援作戰能量不墜。

(b)全盤審視教育訓練需求，整合技術能量適度轉移

在商維模式下，軍方教育訓練目標應是確立保修連技術人員能在野戰環境下具備基本損壞鑑識與修護能力。首先應明確界定技術分級，單位段僅需具備操作前後檢查、例行保養與故障回報能力。野戰段則須具備較高層級之修護能力，包括常見故障判讀、模組化零件更換、航電與通資電基礎判讀、軟體版本與參數設定管理，以及維修後功能測試與品質驗收能力。至於核心板件維修、精密電路修復與系統深度整合等高階技術，則由廠商負責。其次，建議合約應增列「共同現勘及故障鑑定」與「人員培訓」條款，以培養保修連

官兵判斷、識別與驗收能力，逐步累積基礎技術掌握。透過此種分級訓練與適量技術能量轉移，驅使保修連與廠商形成分工明確且資源配置合理之修護體系，提升戰場環境下的修復效率。

(c)建構完備履約督導機制，同步強化技術人員素質

在無人機野戰保修能量採行商維模式之架構下，保修連技術人員雖不直接執行高階維修，但仍須具備良好工作態度與主動服務精神，以確保軍民協作保修體系之順暢運作。在遴選人員上，應將保修部隊職能特性與人格特質納入甄選考量，優先選用責任感強、細心度高及學習積極之官兵投入保修工作，以確保裝備維修品質與支援作業穩定。在實務運作方面，保修人員除執行既定修護與檢查作業外，應結合技術檢查機制，定期至操作單位瞭解裝備使用情形，掌握裝備可能出現之異常徵候，及早發現影響妥善率之潛在問題，並協助反映相關需求，提供後續商維維修或技術改進之參考。此外，藉由各項定期會議，落實裝備故障案例分享與經驗交流機制，透過上述制度與作法，使維修人員發揮裝備狀況回饋與協調聯繫之角色，進而強化軍民協作體系之運作效能，提升整體無人機裝備後勤支援之可靠度。

參考文獻：

- [1] 中華民國國防部，《114年國防報告書》，頁54-56，2025。
- [2] 林玉倫，〈共軍偵打一體無人機之研究-以 KVD-002無人機為例〉，《陸軍砲兵季刊第206期》，頁39，2024。
- [3] 游玉堂，〈後勤科普-後勤工程、後勤管理與後勤支援〉，《陸軍後勤季刊113年第4期》，頁22，2024。
- [4] 侯玉霜，〈防衛作戰後勤支援之研究-以戰場搶修為例〉，《陸軍學術雙刊第五十六卷第573期》，頁25，2020。
- [5] 葉智瑤，〈保修作業關鍵成功因素之研究-以六軍團所屬保修連為例〉，《陸軍後勤季刊106年第1期》，頁58-59，2017。
- [6] 王貴鈴，〈現行工兵連保修制度檢討與策進之研究〉，《陸軍工兵半年刊第150期》，頁65-66，2017。
- [7] 吳啟賓、張佳菁，〈國軍後勤保修成效之研究：以履帶裝備為例〉，《國防管理學報第四十六卷第一期》，頁21，2025。
- [8] 朱凱麟，〈後勤支援能量培訓-專業士兵訓練及作戰後勤現代化態勢〉，《陸軍後勤季刊111年第2期》，頁75，2022。
- [9] 游玉堂〈後勤科普-需求、研發與後勤〉，《陸軍後勤季刊114年第2期》，頁8，2025。
- [10] 勞動部勞動力發展署，〈人力資源管理-進階篇，第一章 人力資本與發展〉，頁8。
- [11] 陳光佑、彭天宏，〈裝備保修資源整

- 合之初探-以 UH-60直升機為例》，《陸軍後勤季刊107年第4期》，頁14，2018。
- [12] 呂宏仁，〈維修團隊素質影響維修品質與時效性之研究〉，《南臺科技大學企業管理系碩士班碩士學位論文》，頁89-90，2017。
- [13] 陳睿鴻、藍碧玲，〈應用 AHP 探討工作績效關鍵成功因素之研究-以陸軍後勤部隊為例〉，《陸軍後勤季刊113年第2期》，頁42，2024。
- [14] 李孟學、張佳菁，〈國軍通用裝備委商保修績效之研究〉，《國防管理學報第四十四卷第一期》，頁3，2023。
- [15] 同註5。
- [16] 鄭溫鳴，〈武器裝備修護技術轉移方式與績效關係之研究-以空軍某發動機附件翻修工廠為例〉，《國防管理學院資源管理研究所碩士論文》，頁19，2000。
- [17] 同註5。
- [18] 陳姿萍、許鳳娟，〈國軍輪型車輛委外維修廠商評選標準之研究-以3.5噸載重車為例〉，《陸軍後勤季刊108年第2期》，頁115，2019。
- [19] 同註11。
- [20] 蕭百琳，〈我國汽車板金技師專業能力指標建構之研究〉，《國立臺北科技大學技術及職業教育研究所碩士學位論文》，頁3-4，2010。
- [21] 同註4。
- [22] 利士宏，〈軍機場級電子設備維修成效影響因素之探討-運用分析層級程序法〉，《義守大學工業管理學系碩士論文》，頁65，2017。
- [23] 陳泰良、彭玉龍，〈複合性測試臺委外保修供應商評選之研究〉，《海軍學術雙月刊第四十六卷第三期》，頁112，2012。
- [24] 張哲偉，〈國軍自動化系統委外廠商服務品質與改善模式之研究-以空軍某聯隊為例〉，《義守大學資訊管理學系碩士在職專班碩士論文》，頁71，2016。
- [25] 陳駿穎，〈俄烏戰爭中地面部隊維修技術分析〉，《陸軍後勤季刊113年第2期》，頁94，2024。
- [26] 國防部，〈第五章野戰段補給作業〉，《陸軍零附件補給作業手冊》，頁5-107，2020。
- [27] 同註3。
- [28] 方苡齡、呂宗翰，〈系統動態學運用於陸軍3.5噸載重車維保策略之探討〉，《陸軍後勤季刊112年第3期》，頁21，2023。
- [29] 賀紘璿，〈以 AHP 層級分析法探討海軍艦艇裝備妥善關鍵因素-以 MTU 型柴油機為例〉，《義守大學工業管理學系碩士論文》，頁44，2023。
- [30] 張家穩、陳鴻鈞，〈航材零附件籌補策略之研究-以陸航某攻擊直升機為例〉，《陸軍後勤季刊110年第3期》，頁63，2021。
- [31] 鄧振源，《多準則決策分析-方法與應用》，(臺北市：鼎茂圖書)，頁57-65，2012。

A Study on the Optimal Scheme for Establishing Field Maintenance Capability of Unmanned Aerial Vehicles in the Army

Pei Ru Wang¹, Zong Han Lu²

**¹Army Command and Staff College, National Defense University
Taiwan, R.O.C**

**² Management College, National Defense University
Taiwan, R.O.C**

Abstract

Under the strategic guidance of “Multi-Domain Deterrence and Resilient Defense,” unmanned aerial vehicles (UAVs) have become critical assets for battlefield situational awareness and asymmetric warfare. However, the establishment of field maintenance capabilities for UAVs involves multiple dimensions, including manpower, technical expertise, facilities, and spare parts supply. Identifying the optimal maintenance scheme (or *approach*) is therefore a central challenge for sustaining combat effectiveness.

This study utilizes the Analytic Hierarchy Process (AHP) to evaluate four primary criteria: manpower utilization, maintenance technology, equipment and tools, and logistics support. Weight distribution and consistency analyses are conducted to determine the optimal scheme and key influencing factors. The results indicate that Contractor Logistics Support (CLS) is currently the most suitable model. Among the primary criteria, maintenance technology (52.6%) and manpower utilization (28.9%) are identified as the most significant factors. Specifically, “education and training,” “personnel quality,” and “professional certification” emerge as the most critical sub-criteria. These findings suggest that the core of UAV field maintenance resides in the development of technical systems and professional expertise rather than the mere expansion of hardware resources.

Key words : Unmanned Aerial Vehicle (UAV), Field Maintenance, Analytic Hierarchy Process (AHP), Contractor Logistics Support (CLS)