

# 後勤工程改善—— 以A型機電力系統為例

作者/方玉龍、郭晴龍

審者/張旭明、鄭善仁、賀增原

## 提要

- 一、本研究係因A型機電力系統失效次數、高峰值故障頻仍等緣由，對於後勤戰力影響甚鉅，為建立先期預警並謀求處置方式，以提升電力系統穩定，乃運用後勤工程改善，採用類神經網路分群模式方法，目的為監控裝備服役運行期間的動態及預為因應，延長其韌性。發現上述方式，除可提升後勤工程，維持電力系統穩定，更能儘早更換臨界值之發電機組件及不當電力作動耗用等現況排除，妥適處理，持續戰備整備。
- 二、依整體後勤支援理念，在國防自主研發軍備政策的指導下，以滿足武器系統任務需求為導向的前提，於可靠度持恆、低成本資源挹注、提高效率與效能，並發揚武器系統功能，建立整體後勤支援能量甚足重要，確保系統在生命週期內，符合迅速、有效運用及維修原則下，使國軍戰力能夠有效的發揮，達到預期作戰任務目標。
- 三、整體後勤支援管理等任務的遂行，需有完善且充足的後勤能量支援，在國內相關單位參與武器系統裝備的研究與發展擘劃及努力下，使得整體後勤支援能量能有效遂行作戰任務，並持續奠基戰力，肆應戰場環境變化的挑戰，以維持武器系統裝備之運作無虞。

**關鍵詞：**國防自主、整體後勤、建軍備戰

圖片來源：設計圖庫



## 壹、前言

國軍後勤係建立整體戰力的關鍵要素，於強化整體後勤支援能量建立，以遂行作戰任務成功機率達成，對於武器系統之設計、製造乃至於維保作業等，均應力求精確，以發揚武器系統應有效能所在，乃為當務之急。孫子兵法〈軍爭篇〉提及：「凡用兵之法，馳車千駟，革車千乘，帶甲十萬，則內外之費，賓客之用，膠漆之材，車甲之奉，日費千金，然後十萬之師舉矣。」<sup>1</sup> 戰爭期間之軍需物資，其後勤支用難以數計，而此等龐大的花費，必須有完善且健全而穩固的後勤系統，<sup>2</sup> 以提供良好的後勤支援，使其能夠持恆支援前線作戰的能力，並確保戰力常保完整且有秩序，如此十萬之師，每日所耗費之用，不致於匱乏而中斷作戰任務的遂行。

因此，後勤支援能量的整備得當與否，始能發揮先進武器戰力及部隊威嚇能力，以持恆作戰任務的推動與勝負功算達成之關鍵所在。國軍後勤能量的維持與整備，為建立整體戰力的關鍵要素，在強化整體後勤支援(Integrated Logistics Support, ILS)能量建立，方能

遂行作戰任務成功機率的達成，並提升後勤支援作戰效益。

A型機為循軍事投資建案向美方籌購飛機，其裝備之電力系統已使用多年且對於A型機電力系統運行的綜效分析等資訊不盡完整，在缺少後勤工程的管制及維護下，為達到平時穩定運作，戰時支援聯合作戰的軍事作戰行動，存有困難之處，故運用整體後勤支援能量的建立，對其後勤工程的管控，藉由監控系統的現況及預應方案，以適切的評估，並完善後勤品項的成本考量及支援方案維持，以確保武器系統在最低廉的壽期成本精算下，維持武器系統裝備之運作，將置重點於後勤工程的改善，其目的為監控裝備服役運行期間的動態並掌握故障趨勢，予以儘早排除，並延長其韌性。研究結果發現，前述作法除可提升後勤工程，並維持電力系統穩定，更能儘早更換臨界值之發電機組件及不當電力作動耗用等現況排除，即早妥適處理；另在導入民間專業人員專業知識的協處下，對於後勤工程的改善宜儘早規劃與預應，提供維護單位易於評析的方法，並研謀具體措施，提供權責單位參用、策進，有效的維持武器裝備妥善及最佳的後勤補給

1. 陳伯适，《孫子兵法研究》（臺北市：文史哲出版社，西元2006年3月），頁268。

2. 同註1。

方案，促使戰力提升。

## 貳、文獻探討

古往的戰爭，憑恃的乃為人力的多寡，及糧秣的前線補給支援等兵法思維，一旦交戰的一方居於弱勢或補給線截斷，則勝敗知矣；而現代的戰爭，已是國防體系與國防體系間的對抗，涉及到國家經濟、軍事科技、國際結盟等變數，<sup>3</sup> 須整體考量周詳、綿密配合，以建立整體國防戰力。舉美國為例，美國為世界武力的霸主，各項軍事裝備研製、生產及部署等規劃，均投入相當人力、科技研發及預算付諸實行，如政府科研機構或高等院校等，在裝備或系統的日趨複雜情況下，須滿足系統壽命週期費用制約條件，並求得最大的系統效能，有賴於後勤工程的改善，並藉由整體後勤支援能量的建立，更顯完善。

### 一、整體後勤支援論述

美國自20世紀60年代最先採用軍

事裝備發展的規劃、計畫與預算系統方法，對軍事裝備進行有計畫的管理作為。<sup>4</sup> 然而，隨著軍事技術發展與管理作為的重要，全壽期管理的理論受到關注，<sup>5</sup> 自後於80年代中期，成為軍事裝備管理的重要方法，使現代戰爭的形態與作戰樣式產生重大變革，<sup>6</sup> 對於軍事裝備的作用及發展、維保等管理環節而言，均有助於應用並提供軍事裝備後續籌獲的理念參酌，交相探討，降低武器系統服役期間的後勤維持成本，遂行任務支援的達成公算。因此，依美軍推動的經驗總結而言，不斷的進行有效軍事裝備的管理，同時為確保武器系統在戰時發揮效益，制定系統在全程發展中之分項基本需求，包含了系統全功能須滿足任務目標、獲得與維護成本應滿足經濟目標，<sup>7</sup> 遂行任務。

依據知名軍事網站「全球火力」(Global Firepower, GFP)所公布的全球火力排名之中，其中美國武力居第一、中國排名第三、日本為第五、英國為第八，臺

3. 朱延智，《國防危機管理》（臺北市：五南圖書出版社，西元2009年7月），頁11。

4. 郭文暉、于洪敏著，《軍事裝備創新管理》（北京：國防工業出版社，西元2010年10月），頁141。

5. 同註4。

6. 同註4。

7. 曾水田、徐駿聲、祝懷吉，〈整體後勤支援作業運用於捷運號誌系統規劃之研究〉，《中興工程》第65期，西元1999年10月，頁50。



灣則位居於廿一，<sup>8</sup> 該排名係參酌國家基本的軍隊人數、實質的盟友和敵人及後備軍的動員能力等指標，所得到的數值排名；<sup>9</sup> 經蒐整前揭排名國家在推動軍事武器系統「整體後勤支援」的實質作為上，具備有一定程度的涉足，以美軍推動武器裝備服役期間而言，係於1950年依系統工程概念與整合產品支援、維修工程分析諸概念發展下，<sup>10</sup> 研擬整體後勤支援規劃指導綱要的奠基下，<sup>11</sup> 正式成形。又國軍《軍語辭典》中對於整體後勤支援的定義：「為一項有效資源管理程序，用以確認、分析、規劃，並提供武器系統所需之支援項目，以確保武器系統能從研發、設計、生產，到部署服役運用中之維修支援，直到系統淘汰為止，在最低廉之壽命週期成本下的有效

運作。」<sup>12</sup> 另在《國軍武器系統與裝備整體後勤支援教則》中，則對於其定義略以：為使武器系統自需求建案、研發驗證、生產部署、作戰支援、乃至系統汰除等階段，均有整合性支援與資源管理機制，以有效支援戰、訓任務；<sup>13</sup> 彙整整體後勤支援的定義如下（如表一）。

## 二、全壽命生命週期成本

中國學者王玉泉於《裝備費用-效能分析》書中提及：軍事武器裝備的發展和研製均要考慮如何能使消耗的資源儘可能少而取得的效能儘可能高，<sup>14</sup> 即研究少花錢，而又能收獲大的方案，乃為當務之急，以有限的資源來進行合理的分配與運用，並獲覆最佳的軍事利益，更為主要抉擇；因此，對於軍事武器裝備於過往的傳統觀念乃著重於裝備訂購時一次性

8. 劉維榛，〈全球戰力排名「臺灣21、烏克蘭22」網曝3優勢：陸攻打臺難10倍〉，ETtoday新聞雲 <https://www.ettoday.net/news/20220225/2196253.htm>，檢索日期：民國111年4月11日。
9. 〈全球軍事火力排行：0分竟是最完美!〉，三立新聞網，<https://tw.news.yahoo.com/%E5%85%A8%E7%90%83%E8%BB%8D%E4%BA%8B%E7%81%AB%E5%8A%9B%E6%8E%92%E8%A1%8C-0%E5%88%86%E7%AB%9F%E6%98%AF%E6%9C%80%E5%AE%8C%E7%BE%8E-112013204.html>，檢索日期：民國111年4月11日。
10. 李惠湘、游志仁、任慶宗，《國軍裝備全壽命後勤管理機制之展望》（臺北市：國防大學管理學院，西元2010年11月），頁14。
11. 同註10。
12. 國軍軍語辭典（國防部），民國93年3月15日，頁8-1。
13. 《國軍武器系統與裝備整體後勤支援教則》（國防部），民國104年12月29日，頁1-1-4。
14. 王玉泉，《裝備費用-效能分析》（北京：國防工業出版社，西元2010年12月），頁1。

表一 整體後勤支援定義彙整

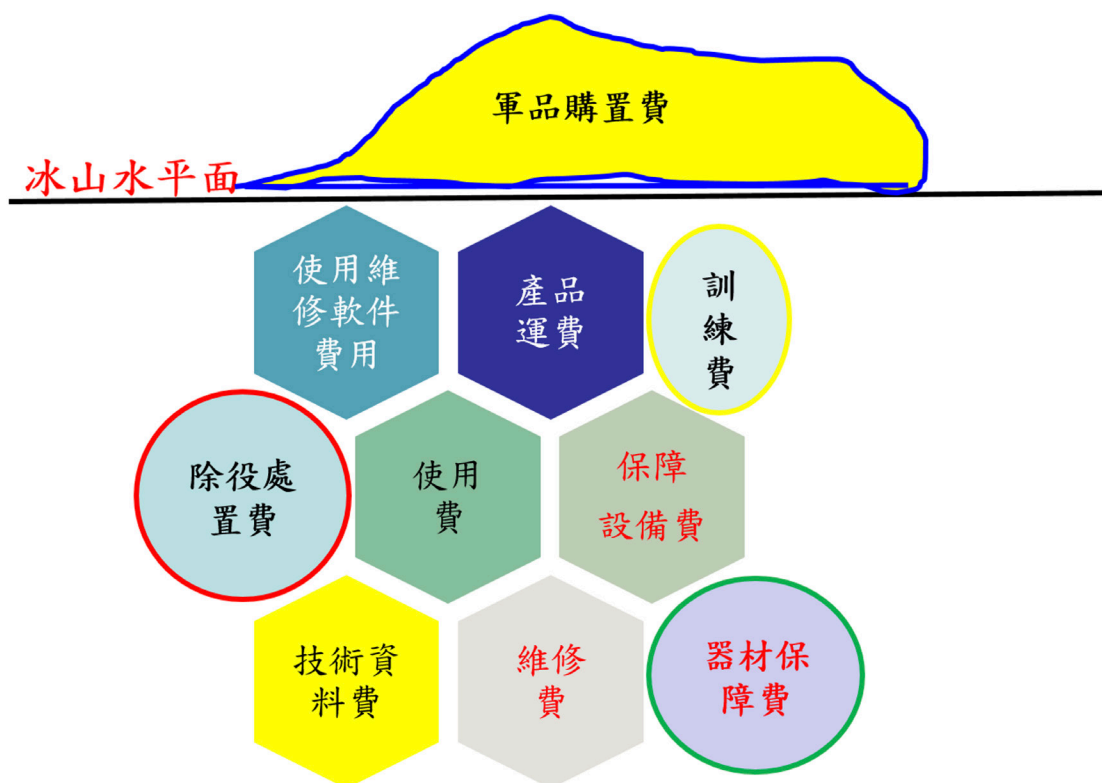
| 項次 | 國別 | 整體後勤支援定義                                                                                                                                                                                               |
|----|----|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1  | 美國 | 於1950年依系統工程概念與整合產品支援、維修工程分析諸概念發展下，研擬整體後勤支援規劃指導綱要的奠基下，正式成形。 <sup>15</sup>                                                                                                                               |
| 2  | 中國 | 軍事裝備管理為對軍事裝備全系統、全壽命和全要素的管理。其中，全系統管理對構建功能完備、規模適度、結構優化、質量優良、整體效能最佳的軍事裝備所進行規劃、設計和組織管理；而全要素管理則為對軍事裝備管理系統的人員、裝備、經費和信息等管理。 <sup>16</sup>                                                                     |
| 3  | 日本 | 根據未來作戰和保障需求，統一規劃武器裝備和後勤裝備的發展，銜接為一體化系統，並不斷提高裝備研發效益和體系效能，降低風險，增加後勤裝備的體系保障效能。 <sup>17</sup>                                                                                                               |
| 4  | 英國 | 採取綜合後勤保障的模式管理，在裝備需求生成與方案論證階段，詳實考慮裝備保障問題，使其在裝備全壽命過程之中，達到保障無虞、獲取資源並確保壽命費用最低。 <sup>18</sup>                                                                                                               |
| 5  | 臺灣 | 1. 為一項有效資源管理程序，用以確認、分析、規劃，並提供武器系統所需之支援項目，以確保武器系統能從研發、設計、生產，到部署服役運用中之維修支援，直到系統淘汰為止，在最低廉之壽命週期成本下的有效運作。 <sup>19</sup><br>2. 為使武器系統自需求建案、研發驗證、生產部署、作戰支援、乃至系統汰除等階段，均有整合性支援與資源管理機制，以有效支援戰、訓任務。 <sup>20</sup> |

資料來源：本研究整理

投資的費用，由於使用時間與保障維修的費用，隨裝備技術複雜程度而急劇升高，意識到主要裝備的採購費用僅為浮於水面上的冰山一角，而沒於冰山下的保

障費用，如維修費及保障設備費等（如圖一），才是可觀的費用支出，<sup>21</sup> 致使排擠至原先的規劃與計畫作為，這對於重要軍事武器系統的建設，增添了風險現況，

15. 同註10。  
16. 同註4，頁1。  
17. 王紅、李姪菲、周艷會，〈2030年前日本軍事後勤裝備與技術發展規劃和趨勢〉，軍事文摘，<https://0xzx.com/zh-tw/202009050348801395.html>，檢索日期：民國111年4月11日。  
18. 程享明、王磊等，《英國武器裝備採辦管理》（北京：國防工業出版社，西元2011年7月），頁136。  
19. 同註12。  
20. 同註13。  
21. 同註14，頁9。



圖一 壽命週期費用的冰山效應

資料來源：參考註14

並在最大限度的降低作戰需求的滿足，對於後續所挹注的相關維持的預算，更佔據了多數，反而降低在軍事投資上的執行，成為不堪負荷的國防重擔，故應精打細算，計算每一分錢於刀口用途上的支出，以發揮最大效益。

裝備的管理涉略如裝備研製、定型、使用與維護等生命週期管理活動，<sup>22</sup>在現

代武器裝備趨向複雜的系統，通常涵括了主戰裝備和保障系統等2個部分組成，<sup>23</sup>在隨著武器裝備系統日新月益且複雜度的增加之下，裝備採購費用將大幅上升，隨之而起的裝備研製、使用與保障經費亦急劇增長。<sup>24</sup>因此，對於如何有效管控武器裝備的全壽期週期成本管制，以經濟上合理分析的最佳方案，提供損益差異，

22. 卜先錦，《裝備管理決策分析概論》（北京：國防工業出版社，西元2011年5月），頁1。

23. 錢曉虎，〈王軍代表：要重視武器裝備的全壽命成本〉，每日頭條，西元2017年3月8日，<https://kknews.cc/military/nm3mvp3.html>，檢索日期：民國111年4月13日。

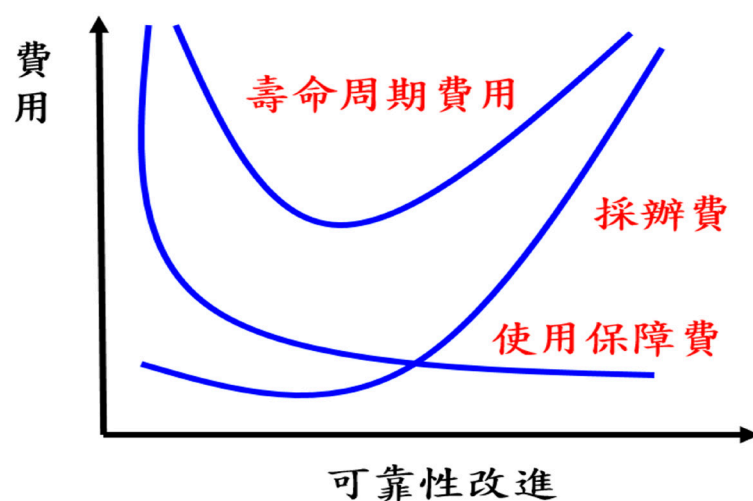
24. 同註23。

更為當務之急，降低成本支出。

因此，在全壽期所支出的費用上分析而言，軍事武器裝備在前期的籌獲上，全壽期費用及使用保障費均相當高，然隨著軍事武器裝備服役後，監(管)控其作戰性能權衡分析，漸次性改善其原先設計上的瑕疵等調整，在可靠性的研改後，其支援作戰任務或公算達成，使得故障率逐漸降低，保障費用支出減少，而原壽命週期費用及使用保障費，可轉變為軍品購置費(如圖二)，這是樂於見到的，並可找到成本支出的最佳平衡點，納入後續該裝備的設計、改進與使用保障的維持，俾利於最佳費用效能的達成，提供決策人員審酌參用。

### 三、後勤工程改善

系統的可靠度、維護度及支援度的重要性，對於裝備維護上而言，其攸關著後續裝備使用的時數及維修策略規劃，俾利操作及作戰效益的達成，在憑藉可靠度評估利於選擇系統失效的時間較少，使更多任務可達成，並使維修人員花費於工時時數降低，以達到效能佳且成本降低支出，而發揮最大效益。本研究中所探究可靠度一詞的定義為：「產品在預定時段(年限)或任務時間內及環境壓力下發揮其足夠績效的條件機率」，<sup>25</sup>也可稱為：「時間維度的品質」，亦即隨時間而改變其可靠度，<sup>26</sup>故本研究中所探討的產品，可泛指組件、裝置、設備或零



圖二 壽命週期費用與使用保障費權衡

資料來源：參考註14

25. 戴久永，《可靠度導論》（臺北市：三民書局，西元1990年2月），頁4。

26. 楊善國，《可靠度工程概論》第四版（新北市：全華圖書，西元2012年7月），頁4-3。



件等，<sup>27</sup>藉由可靠度的預測，以達到管控使用壽命，避免疏於管制，而使得當可靠度降低後，支出更多的維修人力及裝備的複雜修復，延長其恢復妥善的時間。因此，如何提升可靠度，以降低維護修理費用，並藉由可靠度水準，獲得最小壽期成本，以精益求精，確保產品的競爭力，<sup>28</sup>於可靠度持恆維持下，提高裝備的效率與效能，並發揮功能；另由於可靠度的維持，對於產品在自然及作業環境的狀況下，由具有技術能力的人員，完成維護，恢復其作用的功能，<sup>29</sup>其維護度的達成，更為發揚國軍戰力，達成後勤工程改善之目標。

## 參、研究分析

### 一、研究方法

本研究係採用類神經網路分群模式方法，定義運用A型機電力系統2017-2021之失效總次數、高峰值故障及失效原因分類等資料，同時以2021年現況值

作為預測差異值比較，以進行分類與預測。復依前揭標的，根據預測結果與已知真實的比較所獲復的誤差，進而調整參數，使預測更為精確；<sup>30</sup>另外為確保預測準確，採用分類正確性與均方根誤差，作為評核預測指標，在分類正確率較高且均方根誤差值最小，其可靠性具備信度，進而將資料透過歸納與分析，作為改進依據。

承上，在有限預算籌獲下，為滿足維修效率前提下，使作戰任務成功（用兵）達成，維修效率之成本降低，<sup>31</sup>依整體後勤支援理念，於武器裝備系統生命週期運行服役期間，檢討以最低廉的成本支出，呈現更多的戰鬥力，並以較少的支援成本為目標，達成以效能及成本最佳的效益（如圖三），而在其中後勤工程的後期改善更可持續監（管）控武器裝備系統生命週期的現況且預擬準備措施，適切處置。

### 二、A型機個案說明

A型機之電力系統於服役期間的運

27. 楊昌裔，《可靠度工程》（臺北縣：新文京開發公司，西元2007年2月），頁3。

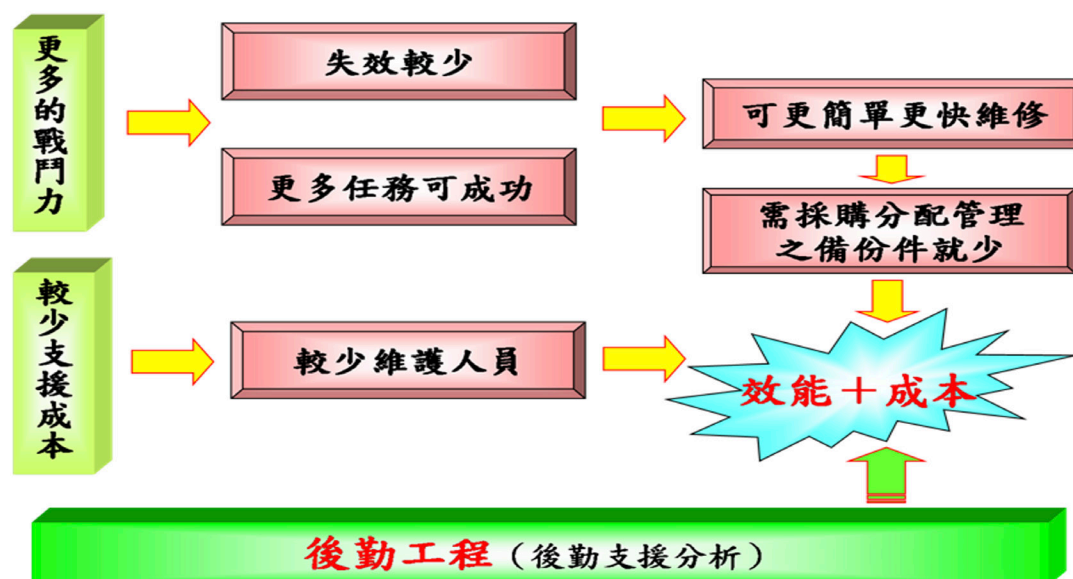
28. 王宗華，《可靠度工程與管理》（臺北市：中華民國品質學會，西元2010年9月），頁18。

29. 同註28，頁30。

30. Tariq Rashid著、林賜譯，《類神經網路實戰：使用Python》（新北市：博碩文化股份有限公司，西元2018年10月），頁8。

31. 〈整體後勤支援作業簡介〉，海軍司令部，[https://navy.mnd.gov.tw/PolicyRoom/Policy\\_Info.aspx?ID=8&CID=30054&PID=21](https://navy.mnd.gov.tw/PolicyRoom/Policy_Info.aspx?ID=8&CID=30054&PID=21)，檢索日期：民國111年4月13日。





圖三 後勤支援目標

資料來源：參考註31

行下，其裝備中的航電器材與供應航機電力之電子組件皆屬高單價器材；而A型機自軍事投資建案籌購以來，除人力資源編制外，在裝備設計間之良莠與後勤整備更是戰爭持續力之重點，該型機在執行多重任務及作戰需求任務下，平時於「經常戰備時期」之建軍構想為「打什麼、有什麼」，但一旦戰爭一觸即發，那麼用兵構想即轉變為「有什麼、打什麼」，以持恆支援戰事，試想如在原有的制式裝備能經過有效的後勤工程改善，使得運行能更有效益，於戰時便可減少不可預期問題發生機率，藉由後勤工程改善，以減少執行任務時因危安因素而剔退，達成任務。經截取國軍後勤資訊系統內相關資訊（如失效年

度、失效次數等），以統計分析方式權衡現況，期間以2017至2021年為主，而獲得失效原因現況統計（如表二），並更換發電機組件○次，每次故障檢測修護總工時計○：○○小時，耗費修護人力約○人，分析影響層面包括：

- （一）增加輸出電路間的電能損耗、電力作動不良及阻滯，及變壓器的磁滯損耗、渦流損耗及阻滯元件。
- （二）影響繼電器保護及自動裝置的誤動作或拒動，導致可靠度降低。
- （三）降低供電設備（發電機）可用容量過電流，可能導致過熱和過載現象且使得該元件壽命縮短。
- （四）降低裝備航電系統的戰力即時支援及任務剔退率攀升。

表二 A型機「電力供電系統」失效原因現況統計

| A型機電力失效現況趨勢分析表(2017-2021) |     |                |              |
|---------------------------|-----|----------------|--------------|
| 年度                        | 失效數 | 失效高峰值月份        | 分析屬性         |
| 2017                      | 6   | 2-4月           | 輸出電路間作動不良及阻滯 |
| 2018                      | 7   | 7-8月、10-12月    | 輸出電路間作動不良及阻滯 |
| 2019                      | 17  | 4月、7-8月、10-11月 | 供電設備可用容量過電流  |
| 2020                      | 19  | 3月、9月          | 輸出電路間作動不良及阻滯 |
| 2021                      | 16  | 5月             | 供電設備可用容量過電流  |

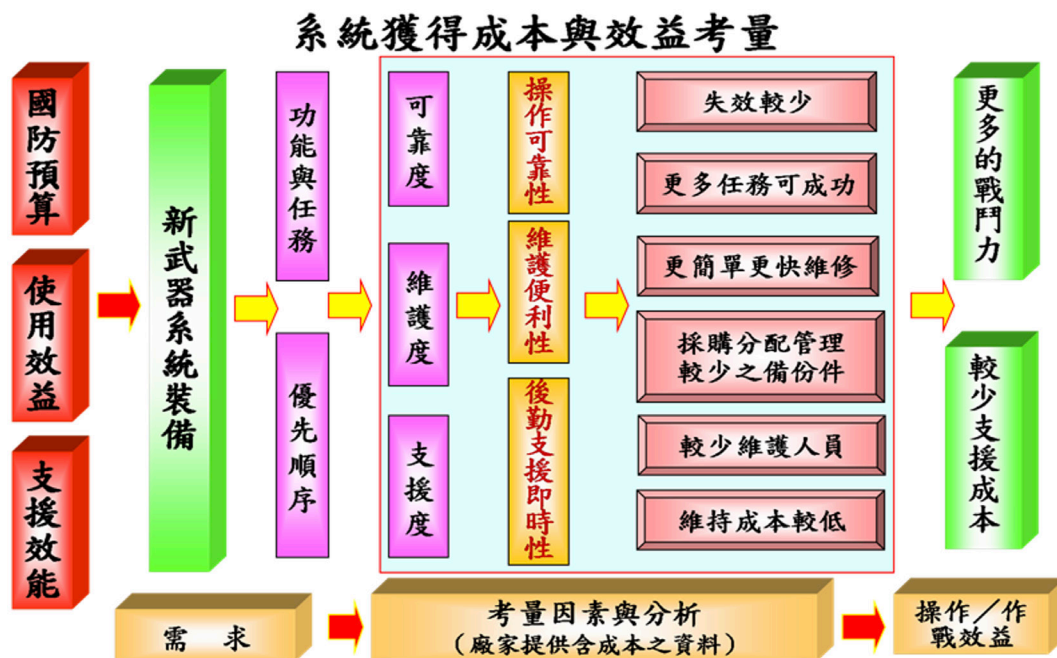
資料來源：本研究整理

因電力供電系統在裝備的交直流電網輸出，承受不同的負載衝擊而產生雜訊和漣波電流，這對於系統造成穩定性一定的影響，損及元件或設備故障。A型機電力系統後勤工程的改善，依其可靠度預估與分析結果，於「後勤支援分析」中紮輸資訊，決定系統的支援度及影響維修頻率，並採購適量的供補料件，摶節浪費；評核A型機電力系統，著重於平均故障間隔(Mean Time Between Failures, MTBF)，使系統設計規劃值達成預期目標，降低系統受故障而造成擾（波）動，並依整體後勤支援目標考量下（如圖四），在有限的後勤成本支出，藉由後勤工程的改善（含可靠度、維護度及支援度），提升戰備高強度作戰與裝置妥善率，維持系統穩定運作。

### 三、A型機個案分析

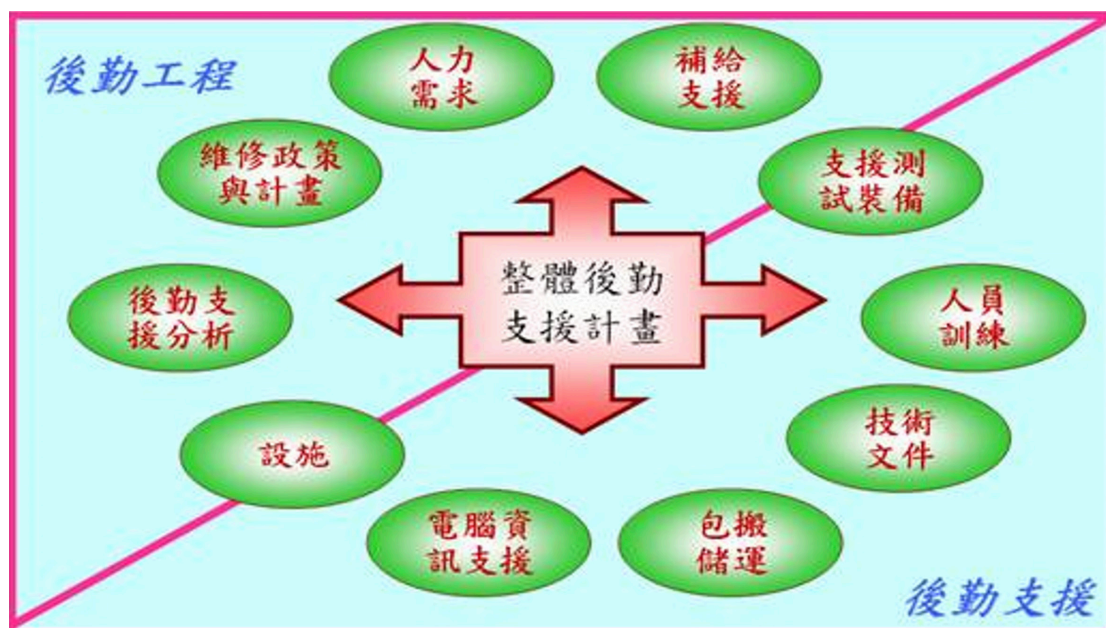
整體後勤支援係國軍推動武器系統

裝備服役全壽期的政策目標，隨武器裝備服役部署時間的拉長，伴隨之而來的裝備可靠度等現況，使得裝備在使用與保障經費將急劇增長，基於監管（控）武器裝備，使保障費用支出減少，故障率降低，以A型機後勤工程改善為探討重點，可藉由改善其現況，提升整體後勤支援效能。因整體後勤支援計畫涉及後勤支援與後勤工程等二項，且轄管範疇包含人力需求、後勤支援分析、維修政策與計畫乃至於補給支援等項目（如圖五），在裝備系統的可靠度、維護度及支援度，於設計及製造時便已導入規範值，隨A型機於運行作業下，依任務使用方式、環境的條件、構型變更或人為因素等現況，故障趨勢呈現不穩定狀態，管理單位運用整體後勤支援機制評核（含人力需求、維修政策與計畫、後勤支援分析）下，以系統可靠度、維護度及支援度的權衡檢



圖四 整體後勤支援目標考量

資料來源：參考註31



圖五 整體後勤支援範疇

資料來源：參考註31

討，並繪製相關圖表（如圖六至八），X軸部分以時間軸（採2017-2020選擇峰值較高的兩個月份值）計算，Y軸為依現況值、改善值及差異值之數值，經分析而發揮滿意的績效，分析說明檢討原因（如表三），使得可靠度滿足服役期間的作為，支援作戰任務。

四、A型機研究分析結果

依前饋神經網路模型驗測獲復，使用Python程式語言協助完成，輸入值為A型機故障組件數值、耗用不當數值及電力系統值阻滯等；輸出值為A型機故障組件降低值、正常耗用值等，期望值為不大於0.4%（每飛行100小時）；參數故障組件數值（依廠家手冊規範為0.7）、耗用不當數值（依廠家手冊規範為0.4），而未知參數為電力系統值阻滯。因此，在學習率為0.06、慣性因子為0.7時，其辨識

率達96.5%及97.4%為最佳，網路訓練與測試結果綜整（如表四），而均方根誤差（Root Mean Square Error, RMSE）差異值為0.079232，其架構亦為最佳；另運用前饋神經網路分類，區分為高度重要、中度重要及低度重要等3類權衡，權衡目的係為區別驗測情況是否被錯分於不同類別。在實際分群結果而言，在高度重要區別上，僅有乙員錯分類於中度重要，餘均無差異性，此結果係為獲得最高整體分類準確率，以作為各群體在分類預測能力與精確性的最佳效果，彙整比較差異（如表五）。此結果意謂著在網路架構測試現況下，於選定的最佳架構下，對於其在實際與預測兩者的差異值，有較少的誤失，其準確率較高，整體分類正確率達93%。

五、A型機後勤工程改善

國軍整體後勤支援有賴於「後勤

表三 A型機「電力供電系統」分析說明檢討原因

| 項目  | 說明                                                                                                            |
|-----|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 可靠度 | 為系統在一定時間內及既定的運作條件下，可發揮令人滿意的運作績效機率，然則A型機因服役具有一定時間，在多重任務的運作條件下，頻繁的使用，往往疏於週期性的維保及組件定更換，於充裕時間更換時，部分已逾標準值，尚無法標準執行。 |
| 維護度 | 利用電力作動不良及阻滯，與變壓器的磁滯損耗等量測現況，即時更換組件，恢復作戰任務妥善需求的系統能力。                                                            |
| 支援度 | 依後勤資訊系統所建置預警模組，由使用單位稽核現況，臨屆點時配合充裕時間，運用人力更換，並將即時維修資料蒐集，俾利於技術會議中研討運用，降低維持成本。                                    |

資料來源：本研究整理



表四 網路訓練與測試結果

| 網路架構  | 學習率  | 慣性因子 | 訓練樣本     |        | 測試樣本     |        | RMSE差異值  |
|-------|------|------|----------|--------|----------|--------|----------|
|       |      |      | RMSE     | 辨識率(%) | RMSE     | 辨識率(%) |          |
| 5-1-1 | 0.04 | 0.7  | 0.012491 | 95.5   | 0.038571 | 96.3   | 0.02513  |
|       | 0.05 |      | 0.021622 | 96.3   | 0.071962 | 95.2   | 0.05234  |
|       | 0.06 |      | 0.031479 | 94.8   | 0.06927  | 95.8   | 0.036897 |
| 5-2-1 | 0.04 | 0.7  | 0.021781 | 94.1   | 0.081571 | 95.9   | 0.06513  |
|       | 0.05 |      | 0.033271 | 95.2   | 0.052772 | 94.2   | 0.02215  |
|       | 0.06 |      | 0.043201 | 95.3   | 0.092753 | 95.6   | 0.051952 |
| 5-3-1 | 0.04 | 0.7  | 0.021473 | 94.3   | 0.088021 | 93.5   | 0.068547 |
|       | 0.05 |      | 0.024851 | 96.0   | 0.095203 | 96.5   | 0.071352 |
|       | 0.06 |      | 0.011235 | 96.5   | 0.083477 | 97.4   | 0.079232 |

資料來源：本研究整理

表五 類神經網路與線性區別分析之分類結果

| 實際分群<br>預測分群      | 高度重視<br>(類神經網路/區別)   | 中度重視<br>(類神經網路/區別)   | 低度重視<br>(類神經網路/區別) |
|-------------------|----------------------|----------------------|--------------------|
| 一                 | 13 (86.7%) /12 (80%) | 2 (13.3%) /3 (20%)   | 0                  |
| 二                 | 0                    | 11 (100%) /11 (100%) | 0                  |
| 三                 | 0                    | 0                    | 5 (100%) /5 (100%) |
| 整體分類正確率：93%/93.5% |                      |                      |                    |

資料來源：本研究整理

工程」、「後勤支援」、「後勤管理」等作為，而依前述國軍裝備的改善情形，經過截取國軍後勤資訊系統內相關統計資訊，並計算可靠度、維護度及支援度等目標值分析改善（如表六），可監控裝備服役運行期間的動態，以持續戰備整備預

應，建立立即作戰能力；在運用類神經網路分群模式方法下，所獲得的資料值與2020年相較，更能在其臨界值異常前，立即予以改善，改善結果如下。

（一）可靠度係於系統執行任務的過程中，以減少事故發生的現況，並增

表六 A型機「電力供電系統」目標質分析改善

| 項目  | 目標值     | 說明                                                                                                                        |
|-----|---------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 可靠度 | 操作可靠性   | 與2021、2020年相較下，於電力系統提供輸出值穩定且減少異常漣波，降低誤判情事，以減少任務剔退，可靠性達90%，發揮滿意的運作績效。                                                      |
| 維護度 | 維護便利性   | 與2021、2020年相較下，對於異常漣波或雜訊，即時監測，維護人員迅速判別肇因，即時維護，維護便利性達85%，更能在有限人力編制情況下，支援其它任務。                                              |
| 支援度 | 後勤支援即時性 | 與2021、2020年相較下，透過後勤支援分析，實已掌握電力系統損耗現況，先期配合長工期時間，加以維護保養，並依後勤資訊系統建置之電力系統早期預警功能，於臨屆故障前完成更換，可大幅提升戰備高強度及演訓等期間飛機的妥善，後勤支援即時性達87%。 |

資料來源：本研究整理

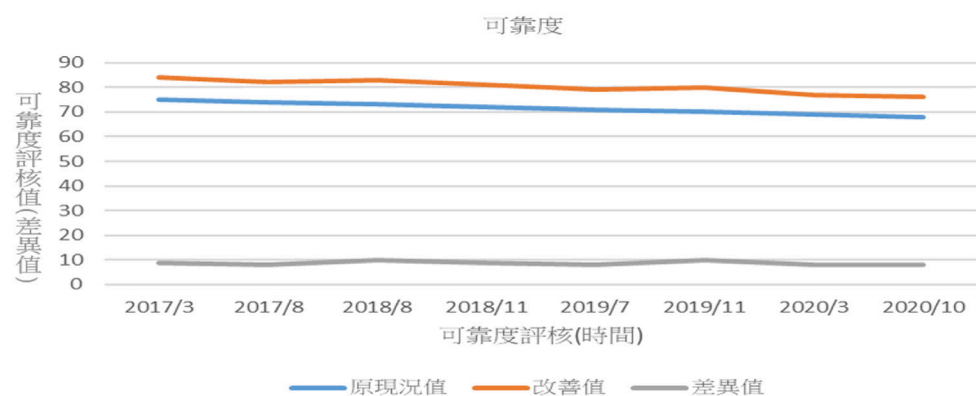
加任務達成的機會，以A型機後勤支援能量改善而言，與2020年相較下，降低任務剔退率，並驗證系統於週期性維護保養、故障系統組成件更換，更能建立戰鬥能力（如圖六）。

（二）維護度係於系統執行任務的過程中，對於系統維護的作業能量，俾於任務執行過程中發揮該系統既定的效果，同時完成任務目標，以A型機後勤支援能量改善而言，與2020年相較下，在即時維護作業能量的建立下，研判之故障，以減少人員操作支援與支援裝備耗用，較以往維護作業增加10%裕度（如圖七），更能減少備份件的支出。

（三）支援度係於系統執行任務的過程中，能以最有效且經濟的方式維持系統運作，以A型機後勤支援能量改善而言，與2020年相較下，在建置電力系統早期預警功能，於臨屆故障前完成更換，不僅減少系統的維護人力，且人力工時降少2員，更能避免系統組件的故障研判及拆卸人力支援（如圖八）。

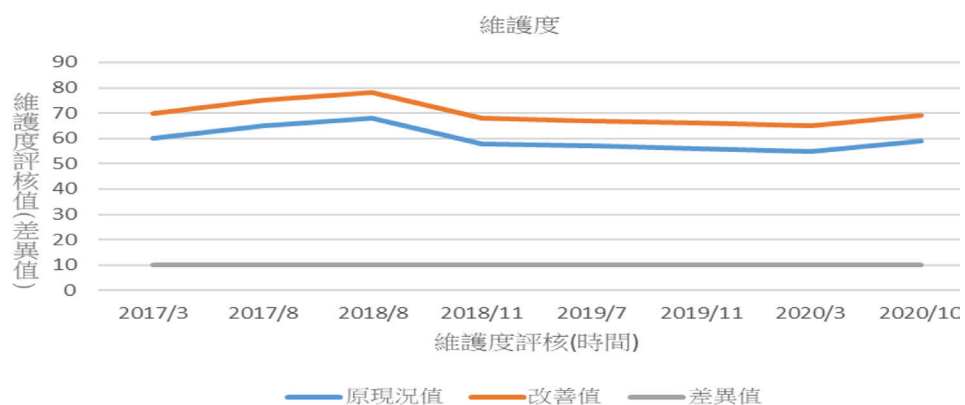
（四）評核後勤支援能量改善，針對故障組件及耗用不當現況，除專責監控分析外，廣儲商源或建立裕度，以適時回饋，遂行支援能量。

綜上，運用前饋神經網路研究方法，所獲得結果為因應裝備服役運行期間的動態，在其臨界值達到前，運用監控



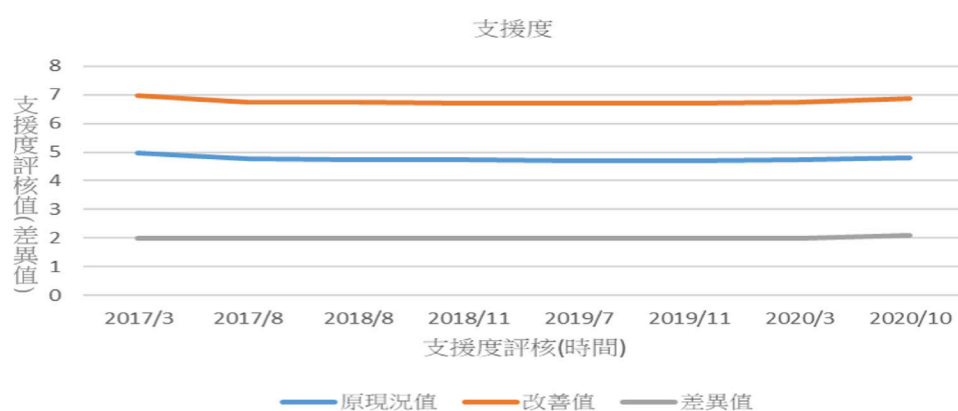
圖六 可靠度差異

資料來源：本研究繪製



圖七 維護度差異

資料來源：本研究繪製



圖八 支援度差異

資料來源：本研究繪製

分析及早期預警方式，即予以更換發電機組件或將電力作動耗用不當的現況，予以正確處置，將可使電力系統穩定外，提升維護度，並可持續戰備整備。

## 肆、策進作為

110年《國防報告書》揭示：為確保各型武器裝備妥善，持續整合「國軍後勤資訊系統」，透過維修能量共同作業平臺，<sup>32</sup>以管控能量籌建，精實掌握後勤成本，有效支援後勤維修任務，持恆武器裝備妥善運作。<sup>33</sup> 國軍以作戰為主要任務，而作戰以勝為先，以戍衛國家安全並奠基戰力基石，對抗外敵侵犯，而為滿足作戰任務所需，藉由後勤支援能量及妥適運用資源（人力、物力、財力），增進部隊戰力，以物力管理發展而言，對於整體後勤支援的需求，即在於武獲專案研發初期，整合研發、測評、生產、後勤等人員，<sup>34</sup> 共同負責專案管理的項目，以確保武器裝備的可靠度、維護度及支援度等評核最佳值，並降低後勤維持成本支出，確維主戰裝備妥善支援任務遂行。

在二十一世紀，中國崛起成為強權霸主，對於國際體系的涉外交流，無疑是重大挑戰，伴隨中共在備戰上挹注高額の國防經費，現已具備兵力進犯戰略態勢之武力投放。反之，我國受限於國防資源財力成長幅度限額，關鍵研發技術獲得不易等因素，藉由政府推動國防武器自主研製之作為，結合跨部會已建立的能量，持續奠定科技研發實力，精算維持成本，而遂行作戰任務。

盱衡A型機執行多重任務屬性及其作戰需求任務為著眼，其航電系統提供運行負載及組件驅動等效能，可靠度逐次衰退，使得壽期成本不若以往，將成為後勤支援的負擔；運用類神經網路分群模式方法分析，闡述後勤工程、後勤支援、後勤管理等現況如后。

一、後勤工程：包含可靠度、維護度、支援度等，而在電力系統運行期間，輸出電力值不穩定且具有異常漣波，肇致雜訊或訊號燈亮情事，使得任務剔退及耗用備份件，藉由後勤工程改善，使得其恢復即時妥善，各內容整理（如表七）。

32. 中華民國110年國防報告書編纂委員會，《中華民國110年國防報告書》（臺北：國防部，民國110年10月），頁68。

33. 同註32。

34. 關炯堯等，《國防管理概論》（臺北市：國防大學管理學院，西元2011年10月1日），頁26。





二、後勤支援：包含支援與測試裝備、技術資料、人力、人員與訓練、補給支援等，其中技術資料、支援與測試裝備仰賴美方於技術服務協定中提供，而人員藉由與美方技術人員交流、討論，逐漸汲取知識，從而擬訂標準作業程序 (Standard Operation Procedure, SOP)/標準檢查程序 (Standard Inspection Procedure, SIP)等文件，予以運用，各內容整理

(如表八)。

三、後勤管理：包含組織規劃、時程管理、構型管理等，由於A型機服役已久，在其組織及用人等作為上，已有良好制度，培育人員，並將所見資訊，鍵入後勤資訊系統中，提供分析比較，各內容整理(如表九)。

因此，對於A型機電力系統之研究分析，憑靠不斷的蒐集相關資料，並回饋檢討、核校，以作為分析改進之參考，方便武

表七 A型機「電力供電系統」後勤工程改善

| 項次 | 項目  | 說明                                                                           |
|----|-----|------------------------------------------------------------------------------|
| 一  | 可靠度 | 與2021、2020年相較下，其MTBF降低幅度約0.2-0.3。                                            |
| 二  | 維護度 | 運用線路量測歐姆值低於規範值時或建置電力系統輸出值差異性比較，即時判斷，立即更換。                                    |
| 三  | 支援度 | 運用飛行前啟動運行方式，診斷系統現況並伴隨座艙儀表燈號誌，予以判讀；另藉由後勤資訊模組蒐整運行資訊，依廠家手冊及過往經驗，於不穩定或臨界值時，即時更換。 |

資料來源：本研究整理

表八 A型機「電力供電系統」後勤支援改善

| 項次 | 項目       | 說明                            |
|----|----------|-------------------------------|
| 一  | 支援與測試裝備  | 與美方於技術服務協定研討，釋放簡易測試裝備，予以量測。   |
| 二  | 技術資料     | 與美方於技術服務協定中提供相關方法與程序技令。       |
| 三  | 人力、人員與訓練 | 依機隊運行現維修人數，並輔以定期與美方實施人員教學、訓練。 |
| 四  | 補給支援     | 精算年度耗損(超耗)情況，循計修備料籌購，以滿足機隊運行。 |

資料來源：本研究整理

表九 A型機「電力供電系統」後勤管理改善

| 項次 | 項目   | 說明                                                   |
|----|------|------------------------------------------------------|
| 一  | 組織規劃 | 成立專案編組監控A型機電力系統現況，會同民間學研團隊，建立維持系統效能及技術支援。            |
| 二  | 時程管理 | 依後勤資訊系統所統計之資訊，先期研究規劃進度與時程，將前述資訊與民間學研團隊，共同討論，確保可如期完成。 |
| 三  | 構型管理 | 依構型管理會議提報A型機相關運行結果、處理建議及人員稽核現況。                      |

資料來源：本研究整理

器裝備不斷推陳，依後勤支援能量規劃，循國軍後勤資訊系統蒐集完整軍種裝備修護系統各項維修工單及對外採購的紀錄，結合民間學研團隊（○○國立科技大學），共同研析飛機電力輸出品質、波型及頻率等分析，來進行相關的監視和維護與專案審查，予以評核其對組件可靠度之影響，設法予以協處，以落實現況研判及精準器材耗損成本的管控，目的乃為以最低廉的成本支出，能形成更多的戰鬥力，並以較少的支援成本為目標，達成以效能及成本最佳的效益。

A型機在類神經網路分群模式方法下，於維護度在監控臨界值異常前，立即改善，提高戰備妥善，以降低維修成本，擷節軍機零組件及附件耗材經費不當支出，鏈結作為如下。

- 一、使用單位成立專責團隊，針對後勤工程等要項，強化資訊間的稽核、分析並與美方人員，建立橫向的溝通管

道，提高裝備綜合保障效能，提升戰

- 力。
- 二、針對高耗性等品項，除結合品質分析手法找出癥結外，更依國軍能量籌建政策、循國內外商源及後勤支援能量辦理研試（修）製或商修等諸般作法，實現良性充分競爭，以縮短裝備核校或復原期程，藉以有效支援機隊任務，提升妥善裝備可用裕度。
- 三、依電力系統使用效能現況、維護保養維護度及失效原因，估算其臨界值異常，建立分析資料（如輸出電線路間作動不良及阻滯等），並做為後續歸納與策進，使可靠度及妥善率提升。

伍、結論與建議

國軍後勤經緯萬端，且各項推動事務千頭萬緒，然後勤支援為整體戰力的

泉源所在，其在戰爭中所扮演的角色十分繁重且互久，有效的後勤工程改善與否，將攸關到戰爭之勝負及戰事之持久戰。藉由A型機的電力系統之後勤工程改善，使得系統於最小維護成本下，發揮最大效益，不僅可提高系統可靠度，亦可達到維護度，延長使用壽命及降低維護成本。因此，本研究針對後勤工程改善已建立專責單位追蹤管理、統計分析，以發揮系統於全壽期間應有之性能與效益，精實計算保養維修所需用料籌補，提升裝備維修保養之品質，延續武器裝備系統韌性，相關建議作為如后。

- 一、依A型機電力系統失效次數、高峰值故障頻仍等現況，建立監控服役期間運行的動態並掌握故障趨勢，予以排除，提升系統可靠度並利於維護單位後續修復，減少工作人員操作支援及支援裝備耗用。
- 二、針對A型機電力系統屬高耗性等品項，結合民間學研團隊（○○國立科技大學），共同研析飛機電力輸出品質、波型及頻率等分析，予以評核其對組件可靠度之影響，適當協處，並建立雙向互動，厚植能量奠基。
- 三、依A型機服役期間之電力系統後勤工程改善規劃，採用類神經網路分群模式方法，將故障組件數值、耗用

不當數值及電力系統值阻滯等資訊輾轉於後勤資訊系統中，促使作業人員更能快速準確發現異常，儘早更換臨界值之發電機組件及不當電力作動耗用等現況即時處置，提高系統可靠度，穩定電力系統供給，俾利單位任務遂行。

#### 作者簡介

方玉龍上校，國防大學資源與決策研究所碩士畢業。空軍航空技術學院90年班、空軍指參班103年班、國防大學管理學院戰略班109年班，曾任空軍第六混合聯隊分隊長、中隊長，現為國防部後次室上校後參官。

#### 作者簡介

郭晴龍上校，國防大學管理學院後勤管理研究所畢業，國防大學管理學院正規班92年班，國防大學管理學院戰略班105年班，曾任國防大學管理學院國管中心後勤教官、後勤主任教官，現為國防大學管理學院副院長。