

善用人為因素分析與歸類系統(HFACS)探討 後勤維保精進－以直升機清洗為例

筆者/方玉龍 鍾玉萍 黃進華

提要

- 一、飛機修護乃至於後勤整備要素之中，係不可或缺的一環，國軍有效運用人力、設施、裝備等方式，在一定的時間內完成維護保養、肇因分析、各項檢查作業等工作，致使修維護作業，得以有秩序的推展下去。
- 二、飛航整體安全攸關人民生命、財產及高價設備的挹注，然而飛機上之各項航儀電(器)設備屬高度精密設備，造價非常高昂，一旦有所疏忽、便宜行事，便有可能造成嚴重後果衍生，往往需付出高價維修費用並等待修復妥善時間，甚而影響飛機整體妥善率。
- 三、藉由人為因素分析與歸類系統(Human Factors Analysis and Classification System, HFACS)中之「不安全行為之前置條件」項下「自然的環境」及「技術的環境」的子項，來分別探討直升機清洗後勤維保精進作為，以有效的落實維保清洗防範作為，除依技術規範執行飛機清洗作業及銹蝕防制工作程序外，更提出相關建議維保人員策進作為，以杜絕潛在危安因素發生，俾有效維持飛航整體安全。

關鍵詞：飛機修護、銹蝕防制、HFACS 系統

壹、前言

《周易·既濟》之「防患於未然」並非一句口號，簡單而言，即是「預防勝於治療」的觀念。¹預防甚為重要，但卻不能漠視不管、忽略它，更重要的是應當落實執行。如同明代的學者 方孝孺於「指喻」一書中所闡述的：「天下之事，常發於至微，而終為大患；始以為不足治，而終至於不可為。當其易也，惜旦夕之力，忽之而不顧；及其既成也，積歲月，疲思慮，而僅克之，如此指者多矣。蓋眾人之所可知者，眾人之所能治也，其勢雖危，而未足深畏；惟萌於不必憂之地，而寓於不可見之初，眾人笑而忽之者，此則君子之所深畏也」。²因此，身為一位專業管理者而言，都不可以忽略，需要身體力行，在執行、督導及管理層面都要落實嚴謹把關並加以查核，以建立良善且優質的後勤維保修護工作紀律及交互稽核督察機制，方能使飛航安全更有效落實在每個環節之中。

¹ 〈防患於未然〉，漢語網，<http://www.chinesewords.org/idiom/show-16538.html>，檢索日期：108 年 11 月 3 日。

² 〈指喻〉，國文學科中心-高中國文學習網，<https://learning.fg.tp.edu.tw/classical-01.php?id=174>，檢索日期：108 年 11 月 3 日。

因此，維繫飛航安全是單位中最重要目標也是唯一的標準所在，不容許任何失誤，經不起任何的疏失發生，要求工作者嚴整工作紀律，切勿投機取巧，一分耕耘，一分收穫，目的即為將安全文化深植於每一位工作階層人員的心中，同時訂定明確的飛航安全政策，讓安全落實到每位工作者的日常工作中，達到最高安全標準。猶如宋朝的蘇洵所云：「事有必至，理有固然，惟天下之靜者，為能見微而知者。」³在制度嚴謹的組織中，能洞悉可預期危機者，並掌握風險管理，訂定防制對策，就能預防災害的發生，也唯有秉持「預防勝於治療」的原則，把事前的「預防」工作做好，達成零疏失，才能降低飛航事故發生的機率，並將災難所帶來的生命財產損失減到最低。

國軍飛機修護維保作為乃至於後勤整備的要素之中，係不可或缺的一環，而對於影響直升機銹蝕的環境因素有很多，在自然環境中主要是指大氣、海水、土壤等環境，它們對金屬材料都會產生一定的銹蝕作用及侵蝕。因此，國軍為有效運用維保的人力、設施、裝備等方式，於一定的期限內完成維護保養，對於肇因分析、各項檢查作業等工作，以嚴謹的標準執行，使修維護作業，得以有秩序的推展下去。

本研究為運用人為因素分析與歸類系統(Human Factors Analysis and Classification System,HFACS)中之「不安全行為之前置條件」項下「自然的環境」及「技術的環境」的子項，來探討直升機清洗之後勤維保精進作為，以策訂相關作為，同時提出相關具體建議，俾有效維持飛航整體安全。以下分就直升機屬性、HFACS、飛機清洗重要性及導入維修資源管理(Maintenance Resource Management,MRM)予以闡述。

貳、直升機屬性概述

直升機的飛行原理，係依靠發動機產生動力來驅動旋翼產生升力和縱、橫向拉力及操縱力矩，以達到能垂直起降的航空器。而自從直升機產製問世以來，直升機的發展可以說是非常迅速及運用普及化，從 20 世紀 50 年代的朝鮮戰爭、60 年代的越南戰爭，一直到 21 世紀的伊拉克戰爭之中，直升機都無役不與，從未缺席過，⁴顯見直升機在戰爭中所扮演的角色日益重要，且更有不可取代性，而直升機在戰爭期間中所擔負的任務也從過去只能片面實施搜索與救援、物資運輸等作用，逐步演進到可實施偵察和對地攻擊等多功能需求及用途性質。⁵

在 60 年代的越南戰爭之中，美國陸軍在戰爭期間之中發現配屬直升機的效用及其適合在叢林環境使用空中突擊戰術，大大地改變了越南戰爭的面貌，並

³ 〈辨姦論〉，讀古詩詞網，https://fanti.dugushici.com/ancient_proses/71709，檢索日期：108 年 11 月 3 日。

⁴ 栗琳主編，《直升機發展歷程》（北京：航空工業出版社，西元 2007 年 9 月），頁 iii。

⁵ 同註 4。

導引戰爭的勝負。由於美國陸軍在越南戰爭後期所獲得寶貴的經驗，提高了美軍指揮官對部隊的機動性、靈活性及戰術戰法的搭配應用，並且能及時有效地提供地面作戰部隊強大的火力支援，達到有組織、有規模地作為一獨立的力量投入戰爭之中，克敵致勝。因此，越南戰爭又被稱為「直升機戰爭」。

參、人為因素分析與歸類系統（HFACS）概述

人為因素分析與歸類系統（Human Factors Analysis and Classification System, HFACS）係由美國航空心理學家 Dr. Wiegmann 和 Dr. Shappell 根據 James Reason（1990）的「顯性與隱性的人為失誤」理論模型，該理論模型發展出包含組織管理層級到個別的操作者的飛安事件之人為因素歸類系統，⁶而美軍運用該系統針對陸、海、空軍實施飛航安全之問題探究，而從獲得結果發現，⁷飛航安全事件之失事原因與所建議之改善措施，均可對影響飛航安全問題做有效的處置。因此，美軍於 2007 年正式以 HFACS 做為飛航安全事件失事調查之主要工具。⁸

HFACS 理論模型區分為 4 個層級共 18 個子項目，而且在架構中每一個較高的層級均會直接影響下一個層級。4 個層級概述區分如下（如圖 1）：⁹

一、第一個層級為「不安全的行為」：¹⁰

大多數飛航安全事件發生的焦點，意即所謂的「顯性失效」，因為操作者（飛行員）的操作行為與個人的判斷，將直接影響到飛航安全事件的發生，「顯性失效」計有「技術的錯誤」、「知覺的錯誤」、「決策錯誤」及「違犯規定」等 4 個子項目。

二、第二個層級「不安全行為之前置條件」：¹¹

這個層級主要為說明事故發生一連串潛在導因與明顯的錯誤，包含了「顯性失效」與「隱性失效」，同時也詳細說明操作者（飛行員）不安全的操作之背景因素，包含「不佳的心智狀態」、「不佳的生理狀態」、「生理/心智的拓展」、「組員資源管理」、「個人的準備狀況」、「自然的環境」及「技術的環境」等 7 個子項目；而在「自然的環境」這個子項指的是大氣、海水、土壤等環境，而「技術的環境」則是後天實施材料防蝕及噴塗，以杜絕水氣、鹽份、硫化物等隔離

⁶ Wiegmann, D. A., & Shappell, S. A. (2003). A Human Error Approach to Aviation Accident Analysis: The Human Factors Analysis and Classification System. Aldershot, England: Ashgate.

⁷ 〈應用人為因素分析與歸類系統發展空軍飛安失事預防策略〉，（行政院國家科學委員會專題研究計畫），102 年 4 月 2 日，頁 i。

⁸ 許悅玲、邱彥文，〈應用「人為因素分析和歸類系統—維修延伸(HFACS-ME)」探討停機線航機維修人為疏失之研究〉《航空安全及管理季刊》（新北市），2 卷 3 期，飛航安全調查委員會，2015 年 7 月 1 日，頁 254。

⁹ 國防部空軍司令部，《空軍飛行及地面安全教範》（臺北市：空軍司令部，2018 年 6 月），頁 2-152。

¹⁰ 同註 7，頁 9。

¹¹ 同註 8，頁 258。

方式。

三、第三個層級「不安全的督導」：¹²

這個層級主要係針對導致飛航安全事件的「隱性失誤」，「隱性失誤」主要聚焦在較高階的督導者，以發掘出「不安全操作的前置狀況」的潛在原因所在，其中包括「不充分的督導」、「飛行準備欠周詳」、「未能修正已知問題」及「違規的督導」等4個子項目。

四、第四個層級「組織的影響」：¹³

此層級是最容易被忽略的高階組織管理階層，也是最難發掘出潛在的「隱性失效」，因為「隱性失效」能直接影響督導與操作者執行狀況的潛在錯誤與決策所在，而「隱性失效」幾乎都與組織的管理、人事獎勵制度、人員之考訓與篩選有關，包含「組織的資源管理」、「組織的氣候/文化」及「組織的運作」等3個子項目。

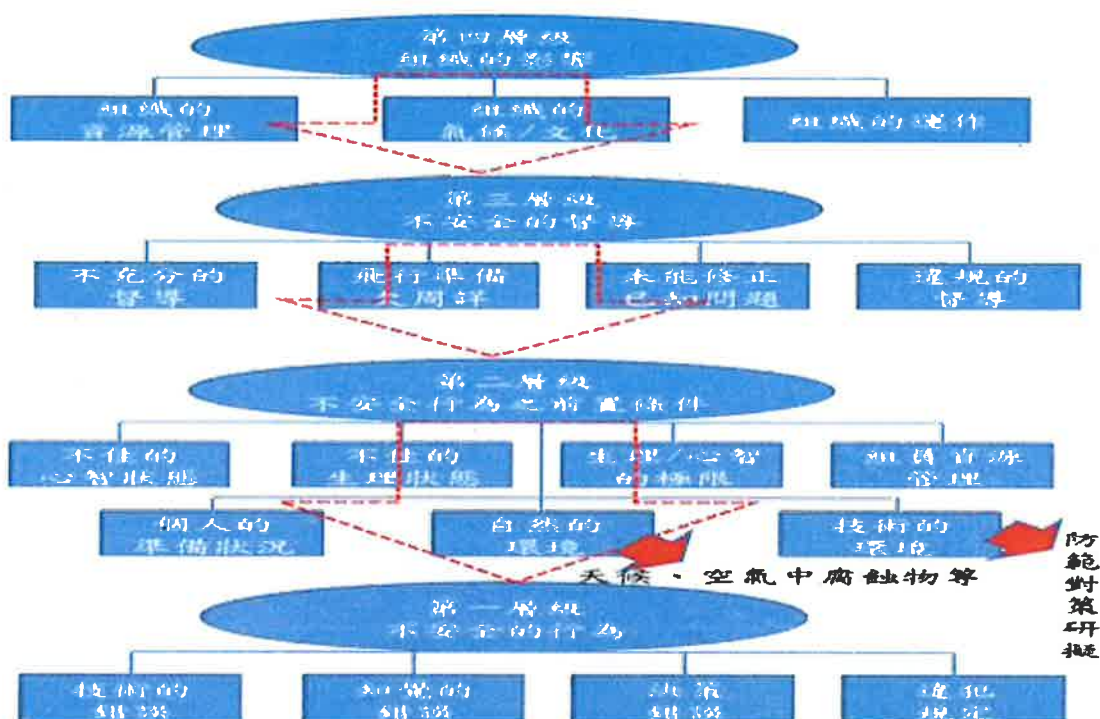
國軍整體飛航安全工作經緯萬端，事事要求嚴謹，其影響者繁，在在藉由督導、管理幹部秉持著「有指導、有計畫、有目標、有檢驗、有督考」的作為下，按部就班、持之以恆的戮力執行，始能導正過往的飛航安全罅隙，使各項飛航安全工作得以遂行，達到事半功倍，提升整體飛航安全責質與維繫戰力的目的。

然而，直升機在經過一段時間的作戰整備後，部份零件經由自然的環境影響，會產生銹蝕與疲勞等現象，使得部份零件損壞，導致飛航安全的意外事件。為持恆維持飛機零件，確保飛行器之飛航安全，須定期檢查和維護飛機結構，發現問題，並隨時改正，保持最適航的狀況；所謂魔鬼藏在細節中，藉由 HFACS 中的第二層級「不安全行為之前置條件」之「自然的環境」及「技術的環境」的成因與檢討策進，能找出不足之處，尤其在不容易發現的隱性問題上，對於「自然的環境」中可能發生的銹蝕因素成因及「技術的環境」防範研擬具體對策，並導入維修資源管理，期發掘更多的危安因子，來探討直升機清洗後勤維保精進作為，以有效的落實維保清洗防範作為，除技術規範執行飛機清洗作業及銹蝕防制外，同時亦提出相關處置建議，以杜絕潛在危安因素發生，俾有效維持飛航整體安全。

¹² 〈以深化之人為因素分析與歸類系統發展人為失誤根本原因分析技術〉，（行政院國家科學委員會專題研究計畫），2013年10月30日，頁10。

¹³ 同註12。

圖 1 人為因素分析與歸類系統



資料來源：作者研究繪製(參考自李文進等，人為因素分析與歸類系統應用在飛安失事調查之研究)¹⁴

肆、飛機清洗的重要性

飛機每日在飛行任務結束後和停置於棚廠實施維保作業期間，多多少少會遭受到來自於大氣、地面、燃料廢氣等各方面的污染源，¹⁵在飛機機身蒙皮表面上會沉積附著類似灰塵和氧化物為主的複合污染物，而這些沉積附著污染物不僅影響著飛機的外在美觀，更會使飛機機身蒙皮表面的光潔度大大降低，使摩擦阻力增大，進而增加飛行中的油耗量，同時還有可能增加靜電累積，對於整體飛行安全而言，相當不利，更有甚者，這些污染物可能會導致飛機的局部腐蝕誘發發生原因，並影響飛機部分結構的使用壽命。¹⁶因此，相形之下，定期對於飛機的清潔工作就顯得相當重要。

在飛機上所使用的材料，大致可分為金屬材料、非金屬材料與複合材料，上述任何一種材料都是質量輕、強度夠，或是加工性或耐熱性佳等特性，¹⁷而金

¹⁴ 李文進、Harris, D.、李宗憲，〈人為因素分析與歸類系統應用在飛安失事調查之研究〉《空軍學術期刊》(臺北)，592期，95年6月，頁3-28。

¹⁵ 〈飛機外表清洗的目的〉，Q博士，2018年5月12日，<https://www.pixpo.net/household/0JnOWRXk.html>，檢索日期：108年11月3日。

¹⁶ 〈飛機如何清洗〉，<https://aerolife123.blogspot.com/2017/06/ecoshine.html>，2017年6月13日，檢索日期：108年11月3日。

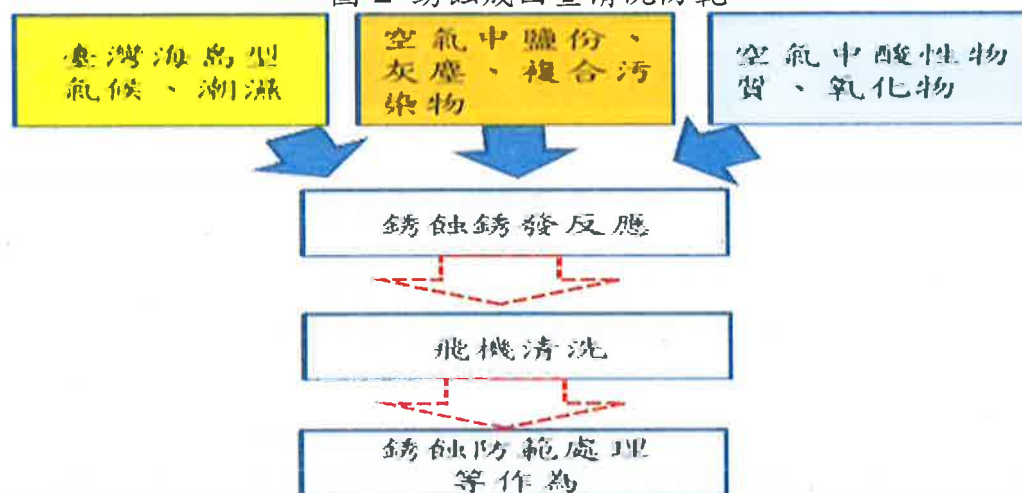
¹⁷ 〈飛機材料〉，遨翔寰宇神采飛揚，[https://liu08222000.pixnet.net/blog/post/227163599#:~:text=%E5%85%B6%E4%B8%AD%E5%85%B7%E4%BB%A3%E8%A1%A8%E6%80%A7%E7%9A%84,\(Cr\)0.3%25%EF%BC%89%E3%80%82](https://liu08222000.pixnet.net/blog/post/227163599#:~:text=%E5%85%B6%E4%B8%AD%E5%85%B7%E4%BB%A3%E8%A1%A8%E6%80%A7%E7%9A%84,(Cr)0.3%25%EF%BC%89%E3%80%82) 檢索日期：108年11月3日。

屬材料中又以鋁合金佔大部份，廣泛使用在飛機蒙皮或機身結構上。因此，對於一架造價高昂的飛機而言，在高空中或海平面上的長期飛行，遭受到大氣、地面、燃料廢氣的污染源，將累積一定程度的複合污染物，實有必要對飛機各部位予以清潔，故飛機機身各部位清洗乃是預防飛機銹蝕之第一步，具有初步防範的功能性；因臺灣位屬海島型氣候類型，地處亞熱帶高溫氣候區域，氣候十分炎熱潮濕及空氣中所含有的鹽份、酸性物質等污染因子，¹⁸更容易導致飛機金屬材質間及機體結構產生的銹蝕反應。¹⁹而防範飛機銹蝕控制的方法，即為在銹蝕發生前做好完善預防及維護作業，如果發現銹蝕滋生亦應立即處理，避免情況嚴重惡化。因此，不管是軍用飛機亦或者是民航機，每隔一段時間即需執行飛機清洗(如圖 2)，即是這個道理。

飛機在執行清洗作業時，在預防銹蝕部分有兩個重要因素：²⁰

- 一、將飛機上沈浸之電解質清除及表面污染物擦拭。
- 二、對飛機易生銹蝕部分，予以施塗防護塗層膜。

圖 2 銹蝕成因暨清洗防範



資料來源：本研究整理

經常的對飛機清洗／擦拭即可有降減低銹蝕情事發生。²¹此外，就銹蝕預防整體工作而言，須遵循嚴格的工作程序，於執行清洗／擦拭作業時應按照原屬技術文件之規定、原廠維護保養手冊或自行編訂之標準作業手冊，按圖索驥將重要機敏地方，如空速管、靜壓孔等處用膠紙進行覆蓋保護後，由維修人員完成各部位檢查，確認飛機一切正常後對飛機實施斷電，運用高壓水槍將飛機沖洗一遍，然後使用清洗劑和海綿刷進行清潔，再次沖洗後將飛機 360 度檢查，以確認徹底擦除水漬和污漬。當飛機清洗完成後，由品管(機務航線)負責人檢查

¹⁸ 潘永堅、賴修成等著，《飛機廠級維修管理概論》(高雄市：空軍航空技術學院，102 年 9 月)，頁 134。

¹⁹ 呂世民，〈空軍飛機銹蝕處理噴漆作業高品質高效益〉，軍聞社，

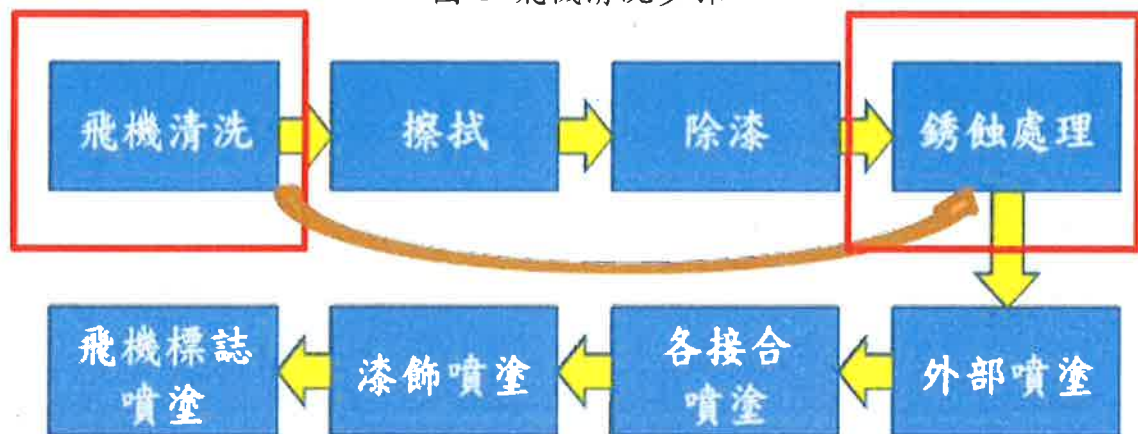
<https://n.yam.com/Article/20120913805620>，2012 年 9 月 13 日，檢索日期：108 年 11 月 3 日。

²⁰ 同註 18，頁 135。

²¹ 同註 18。

清洗情況及常銹發銹蝕的區域，然後在修護文件上簽署確認合格，清洗工作才算完成，飛機清洗配當流程圖(如圖 3)。

圖 3 飛機清洗步驟



資料來源：本研究整理

伍、維修資源管理觀念導入

飛航整體安全是航空事業發展的要因之一，為了改善飛航整體安全並保障旅客生命財產安全，世界各國無不極力發展維修資源管理，並重視推動成效，以預防飛航整體安全事故，因此衍生出如組員資源管理(Crew Resource Management, CRM) 及 維修資源管理 (Maintenance Resource Management, MRM)，²²並將飛航安全觀念導入維護人員的思維中，並強化人與人之間相互溝通協調、組員與團隊間合作無間，培養默契，更重要的是提升專業職能與反覆確認，將管理制度深植、建立組織架構，以落實機隊品質管制，這便是維修資源管理的目的所在。

人每日洗澡是為維持健康、去除身上的污垢，亦能提振整體的精神，使外表顯現神采奕奕、光彩。因此，對於直升機而言，飛機也必須要定期加以清洗，它的目的更為嚴肅與整體飛航安全習習相關。而導入維修資源管理目的，就是經由管理作為，相互協力合作，並運用可用的資源，減少維修工作上可能發生錯誤的機率，²³換言之藉由整體性的制度化管理，嚴格把關飛航安全的問題，凡事遵守制度管理，工作人員要具備專業知識，與團隊合作精神，以建立良好的組織架構，更深植機隊品質檢驗，品質管制的重要性，以提升飛航安全可靠。

²² 〈維修資源管理實務〉，

https://www.cafa.edu.tw/df_ufiles/sub/%E7%B6%AD%E4%BF%AE%E8%B3%87%E6%BA%90%E7%AE%A1%E7%90%86%E5%AF%A6%E5%8B%99.pdf，檢索日期：108 年 11 月 10 日。

²³ 〈維修資源管理〉，

https://www.cafa.edu.tw/df_ufiles/sub/%E7%B6%AD%E4%BF%AE%E8%B3%87%E6%BA%90%E7%AE%A1%E7%90%86.pdf，檢索日期：108 年 11 月 10 日。

因此，維修資源管理，即是藉由過去歷史累計的案例(如大自然銹蝕成因、機械因素、人為因素等)，將常犯的錯誤操作、可能的危安因子和人為疏失加以訓練、宣導，使大家熟悉各種緊急處置的方法及防治，也使地勤作業人員間和飛航組員間都能確實做好彼此溝通協調，並選擇安全而適當的做法；而對於維修資源管理，個人應綿密把握下列原則執行(如圖 4)：

- 一、工作前置作業：地勤相關專業人員和飛航組員間相互給予提示和指導要領，依每月品質管制分析月報資料來就銹蝕區域包紮及重點強化等，提醒人員注意等事項，以醒思作為。
- 二、工作過程中：地勤相關專業人員用心觀看與專心判讀機體每個站位，翔實做好每一步驟的檢查作業，並把握各種工具使用技巧與工作要領，依廠家手冊及廠家技術規範、確實遵守規定執行；另針對飛機機體航材易生銹蝕部分，由國防大學理工學院積極建立新式防蝕技術，建立防蝕能量，採用複合式材料實施噴塗，以隔絕水氣、鹽份、硫化物等污染源。
- 三、工作結束後：執行飛機內部檢查、積水隔框區域檢查與品管人員複式稽核檢驗，檢驗的最主要目的在於確認工作完成的狀態、品質管理及改善目標。在地勤相關專業人員與品質檢驗人員雙方達到共識的情況下，全盤顧慮並核校，小心謹慎的執行，簽署驗收證明文件，來消弭可能肇因。

綜上，深究各種飛航安全問題而發展出許多預防的方法，例如：組員資源管理、維修資源管理、人為因素分析與歸類系統及安全管理系統等均是屬於事前的預防性工作，其嚴謹之目的無它即為重視飛航整體安全，它並不是一句口號，不能空談理論或大唱高調，而是要求把過去種種發生的經驗，好好深思熟慮，並制定出一套標準作業程序的規則，落實標準政策，使人人主動負責，藉以提高飛航安全的品質與效率。

圖 4 維修資源管理導入流程圖



資料來源：本研究整理

陸、結論

國軍相當重視飛航整體安全，然國軍戰力能否有效發揮，端賴良好的管理制度與有效的風險管控作為向下紮根，²⁴嚴謹的執行，而飛航安全並不是一句口號，須戮力執行，藉由清洗作為以去除表面殘存鹽分，確保各項任務能有效遂行，以形塑「我要安全、安全要我」的正確觀念。

由於直升機具有可垂直起降、可滯留空中、可目視飛行等任務之特性及角色，故具備有突破山川地形上之阻隔，在長時間的滯空飛行過後，對於飛機機體部位維修清洗作業主要在延長其使用的壽命，使航空器在每一次飛航任務結束後，將機體表面上附著之污垢及殘存物質，好好地清洗並去除，使航空器達成持續適航之需求。因此，航機維修清洗的目的即是將航機在飛航過程中所產生的沉積附著的灰塵和氧化物等複合污染物，減到最低，更藉由航機維修清洗團隊之專業人員豐富的知識經驗及工作程序，針對銹蝕區域隱蔽性、常發生銹蝕區域，採行週期性防制檢查來加以清洗，以達到飛航安全與遂行演訓的任務，運用 HFACS 中之「不安全行為之前置條件」項下「自然的環境」及「技術的環境」的子項，提出對直升機清洗之後勤維保精進，有以下幾點建議：

一、強化稽核功能，發掘潛存問題

飛航管理稽核作業應以「預防為先」為首要目標，預防最為重要，地勤相關專業人員秉持「預防勝於治療」、「弭禍於未萌，防患於先制」等觀念，有效落實清洗飛機各部位，除針對易生銹蝕部分建立資料庫外，更藉由地勤專業人員嚴密周詳查察，就可能銹發銹蝕的部位，在銹蝕發生前做好完善清洗預防維護機制，及妥適維護的處理外，亦可視任務情況採「不定期」及「隨時隨地」之作法，適序、適質、適量，將可避免情況加重惡化，發掘潛存問題衍生，尋

²⁴ 〈飛航安全檢討 王信龍促嚴密督管功能〉，青年日報，2018 年 4 月 27 日，

<https://www.ydn.com.tw/News/286934>，檢索日期：108 年 11 月 9 日。

求追根究底，確保飛航安全無虞。

二、探究分析表報，建立資料數據

管理幹部及執行人員應多醒思銹蝕肇因的生成、衍生的後續結果，定期召開「飛航安全檢討會」，從每月品管分析月報將銹蝕情形分析，軌輪訓練中教學相長、相互研討，建立完整資料庫，運用魚骨圖分析、防範，確保國軍戰力不墜。

三、持續維保作為，深植專業手法

停機線人員應落實每日維保的檢查作為，針對曾經發生的銹蝕站位或不易檢查區域，持續工作前、中、後複式檢驗，並定期考核人員技術水準是否合於標準、深究人員技術熟稔狀況，以強化銹檢人員專業及稽核手法，並遵循程序、步驟、要領等標準程序執行檢查，以提升人員專業素質並提高作業安全預量，落實風險管控與標準化作業程序，避免肇生檢查情況廣度不足、專業性未達要求，使銹蝕區域未被發現，錯過最佳處理時機，衍生更嚴重後果。

四、勤務示範宣教，確保維保成效

辦理勤務示範宣教，統一地勤相關專業人員檢查手法，使各地勤相關專業人員能掌握系統艙區情況，並明瞭其易沈澱區域，以嚴禁人員藉由經驗或依靠感覺等方式作業，以免積非成是，形成錯誤判斷，藉由完善教育訓練瞭解銹蝕生成要素，更依防制要領執行修理，確保飛機結構防銹蝕效果達成，並著重於飛機清洗／擦拭環節，遵循嚴格的工作程序，於執行清洗／擦拭作業時應按照原屬技術文件之規定、原廠維護手冊，以確保維保成效達成。

五、建立防蝕技術，杜絕銹蝕生成

近期國防大學理工學院積極引進新式防蝕技術，建立防蝕能量，該能量一旦普及化，將可對我國防武器或裝備於服役期間遭受的環境汙染物(如 SOx、NOx 等離子)予以防範及杜絕、隔離，使國防武器的發展與應用發揮極致及最大效用；另對於可能隱蔽的艙區，採用複合式材料實施噴塗，以隔絕水氣、鹽份、硫化物等，藉以緩和銹蝕成因生成，使銹蝕無法持續進行或降低銹蝕成長速度，待專業人員予以協處，確維飛機機體構件可靠無虞。

參考文獻

中文書籍

1. 栗琳主編，《直升機發展歷程》(北京：航空工業出版社，2007年9月)，頁iii。
2. 國防報告書編纂委員會，《108年國防報告書》(臺北市：國防部，2019年9月)，頁59。
3. 潘永堅、賴修成等著，《飛機廠級維修管理概論》(高雄市：空軍航空技術學院，102年9月)，頁134。

英文書籍

Wiegmann, D. A., & Shappell, S. A. (2003). A Human Error Approach to Aviation Accident Analysis: The Human Factors Analysis and Classification System. Aldershot, England: Ashgate.

中文期刊論文

1. 許悅玲、邱彥文，〈應用「人為因素分析和歸類系統—維修延伸(HFACS-ME)」探討停機線航機維修人為疏失之研究〉《航空安全及管理季刊》(新北市)，2卷3期，飛航安全調查委員會，2015年7月1日，頁254。
2. 李文進、Harris, D.、李宗憲，〈人為因素分析與歸類系統應用在飛安失事調查之研究〉，空軍學術期刊，592期，民國95年6月，頁3-28。

網路引用

1. 〈防患於未然〉，漢語網，
<http://www.chinesewords.org/idiom/show-16538.html>，檢索日期：108年11月3日。
2. 〈指喻〉，國文學科中心-高中國文學習網，
<https://learning.fg.tp.edu.tw/classical-01.php?id=174>，檢索日期：108年11月3日。
3. 〈辨姦論〉，讀古詩詞網，https://fanti.dugushici.com/ancient_proses/71709，檢索日期：108年11月3日。
4. 〈飛機外表清洗的目的〉，Q博士，2018年5月12日，
<https://www.pixpo.net/household/0JnOWRXk.html>，檢索日期：108年11月3日。
5. 〈飛機如何清洗〉，<https://aerolife123.blogspot.com/2017/06/ecoshine.html>，2017年6月13日，檢索日期：108年11月3日。
6. 〈飛機材料〉，遨翔寰宇神采飛揚，
[https://liu08222000.pixnet.net/blog/post/227163599#:~:text=%E5%85%B6%E4%B8%AD%E5%85%B7%E4%BB%A3%E8%A1%A8%E6%80%A7%E7%9A%84,\(Cr\)0.3%25%EF%BC%89%E3%80%82](https://liu08222000.pixnet.net/blog/post/227163599#:~:text=%E5%85%B6%E4%B8%AD%E5%85%B7%E4%BB%A3%E8%A1%A8%E6%80%A7%E7%9A%84,(Cr)0.3%25%EF%BC%89%E3%80%82) 檢索日期：108年11月

3 日。

7. 呂世民，〈空軍飛機銹蝕處理噴漆作業高品質高效益〉，軍聞社，
<https://n.yam.com/Article/20120913805620>，2012 年 9 月 13 日，檢索日期：
108 年 11 月 3 日。
8. 〈維修資源管理實務〉，
https://www.cafa.edu.tw/df_ufiles/sub/%E7%B6%AD%E4%BF%AE%E8%B3%87%E6%BA%90%E7%AE%A1%E7%90%86%E5%AF%A6%E5%8B%99.pdf，檢索日期：108 年 11 月 10 日。
9. 〈維修資源管理〉，
https://www.cafa.edu.tw/df_ufiles/sub/%E7%B6%AD%E4%BF%AE%E8%B3%87%E6%BA%90%E7%AE%A1%E7%90%86.pdf，檢索日期：108 年 11 月 10 日。
10. 〈飛航安全檢討 王信龍促嚴密督管功能〉，青年日報，2018 年 4 月 27 日，
<https://www.ydn.com.tw/News/286934>，檢索日期：108 年 11 月 9 日。

其他

1. 〈應用人為因素分析與歸類系統發展空軍飛安失事預防策略〉(行政院國家科學委員會專題研究計畫)，102 年 4 月 2 日，頁 i。
2. 國防部空軍司令部，《空軍飛行及地面安全教範》(臺北市：空軍司令部，西元 2018 年 6 月)，頁 2-152。
3. 〈以深化之人為因素分析與歸類系統發展人為失誤根本原因分析技術〉(行政院國家科學委員會專題研究計畫)，2013 年 10 月 30 日，頁 10。

筆者簡介



姓名：方玉龍

級職：國防大學戰爭學院 109 年班中校學員

學歷：空軍航空技術學院 90 年班國防大學資源與決策研究所碩士

經歷：飛修官、採購官、分隊長、後參官

電子信箱：軍網 fang1202@webmail.mil.tw

民網 fang11171202@yahoo.com.tw



姓名：鍾玉萍

級職：國防大學空軍學院上校研究教官

學歷：空軍通校 83 年班、開南大學運輸觀光學院碩士、空軍指參學院 98 年班

經歷：通信官、資訊官、分隊長、教官

電子信箱：[民網 carol5919@gmail.com](mailto:carol5919@gmail.com)



姓名：黃進華

級職：國防大學空軍學院上校教官

學歷：陸軍官校 82 年班、國防大學戰爭學院 104 年班

經歷：營長、作參官、教官

