



軍事後勤

運用大數據技術探討空軍航空器品質管理之研究

空軍少校 鄭世偉、空軍中校 朱明德

提 要

- 一、空軍航空器應持續蒐整修維護工作、物料耗用紀錄等資料作為資料庫，除考量裝備機具(航空器飛行時數)現況外、亦應涵蓋環境因素、機械因素及人因因素等範疇，以客觀的得出影響航空器航行品質的相關因子，並運用資料分析得出關鍵因子，俾研提精進航空器品質管理之策略。
- 二、大數據在空軍航空器維修的應用上仍處於初始階段，要有效推廣大數據技術並運用於航空器的品質管理上，須優先改變基層人員的思維理哲及工作模式，使其不再只是專注眼前所見之單一故障現象，而是學會運用大數據技術蒐集之相關資訊，獲得更佳之改善的方法。
- 三、現今，大數據技術已廣泛運用於各企業的品质管理工作，如美國奇異公司(GE: General Electric Company)就以某設施集中監控全球共計逾1,500座的渦輪，並進一步運用大數據改善產品效能，據GE公司估計，使用軟體達到最佳化及網路最佳化、安排更適切的維修時機，以及增進天然氣/電力系統的轉化效率，至少可以讓這些受監控的渦輪提升百分之一的效能，研究發現，大量來自關鍵部件的監控數據，除可將預測性維修工作具備可行性，亦可對關鍵部件(如軸承或齒輪)的健康狀況進行監控。

關鍵詞：大數據、品質管理、航空器



壹、前言

目前全球正處於資訊爆炸的階段，大數據(Big Data)更是各企業發展的重要指標，再加上物聯網(IoT:The Internet of Things)迅速的擴張，促使全球數據呈現爆炸式成長，而大數據也逐步走向信息化發展的新階段。【註1】

此外，大數據技術的快速發展，在經濟、商業、工業及航空等領域中的「決策」，相較於過去憑經驗及靠感覺的判斷模式，現代的決策越來越傾向仰賴「分析」與「資料庫」，在「航空器品質管理」方面，若能妥慎運用大數據處理機隊操作及維護的資料，將看似毫無相干、雜亂無章法的龐大資料轉變成有用的資訊，相信航空器的管理階層也能運用這些資訊，在機隊維修品質上添加一道防線，不僅可以使航空器的品質工作得到提升，若能夠進一步透過大數據技術預測航空器失效的潛在風險，並適時提出改善措施，必能有效提升航空器的可靠度，在飛航安全方面也能發揮超出預期的成效。

貳、大數據之應用

一、大數據介紹

(一)發展背景：

「Big Data」的概念最早由IBM(International Business Machines Corporation)提出，同時它並非新的概念，事實上，早在1960年代歐洲粒子物理研究中心(CERN)的科學家就遭遇了大數據的問題，處理每秒達PB(Peta Bytes=1,024 TB)的資料量，直至《經濟學人》2010年所刊登一篇名為“The data deluge”(資料洪流)時，才受到世界的注目，而2012年，《紐約時報》的專欄文章“The Age of Big Data”更是宣告「大數據」的時代已經正式來臨。【註2】

大數據又被稱為巨量資料，其概念其實就是過去廣泛運用於企業內部的資料、商業智慧及統計應用之大成，但大數據不僅只是資料處理的工具，更是企業應具備的現代化思維，因為資料量急速成長、儲存設備成本的降低、軟體技術的進化及雲端環境的成熟，使得企業得以藉由大數據技術統計分析過去資料庫，進一步洞悉歷史與預測未來，甚至開創前所未有的商業模式。

註1 陳游旻、李飛、舒繼武，〈大數據環境下的存儲系統構建：挑戰、方法和趨勢〉，《大數據》，第4期，2019年，頁27-40。

註2 Jewel，〈巨量資料的時代-2015年大數據的四大發展重點〉，《INSIDE》，2015年5月15日，<<https://www.inside.com.tw/article/4620-big-data-2015-top-trends>> (檢索日期：西元2019年10月30日)。



【註3】

(二)大數據的特性：有人以資料數量 (Volume)、累積速度 (Velocity)、多樣性 (Variety) 來定義大數據，但又有人另外加了真實性 (Veracity) 及價值 (Value)，【註4】IBM曾談及大數據的5 V特性：

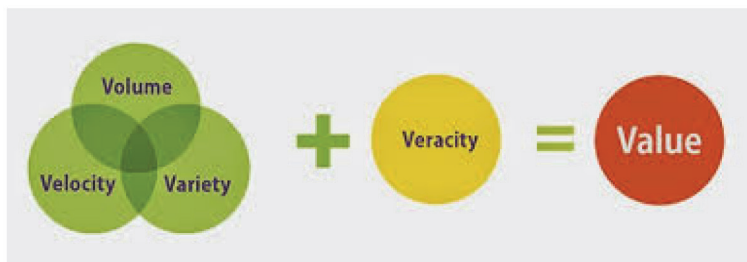


圖1 大數據的5V特性【註3】

1. 資料數量 (Volume)：在過去，數據的產出是經由人工手動紀錄而來，而現在數據則可透過機器、網路、人際間的社群互動而來，無論是收發簡訊、運用網路搜尋、滑鼠的點擊、手機發話接收、線上交易等，因此很容易形成龐大的數據資料。
2. 累積速度 (Velocity)：隨著越來越多的機器、搜尋結果、社群網站及網路使用等，每秒鐘資料的量都在成長而且不斷輸出更多的內容，企業面對每天都在迅速增加的龐大資料，最大的挑戰就是怎麼運用這些資料，此外，許多具有「即時」性的資料則必須立即提供分析結果才能發揮價值，於是也有人將Velocity定義為「時效性」。
3. 多樣性 (Variety)：過去，我們專注於結構化數據，這些數據都整齊地呈現於表格或關係數據庫，例如財務數據，實際上，目前全球80%的數據都是非結構化的，因此，無法輕鬆地放入表格或關係數據庫中(例如照片，視頻序列或社交媒體更新)，現在借助大數據技術，已經可以利用各種類型的數據，包括消息，社交媒體對話，照片，傳感器數據，視頻或語音記錄，將它們與傳統的結構化數據結合在一起。
4. 真實性 (Veracity)：對於許多形式的大數據，質量和準確性很難控制，例如帶有標籤、縮寫、錯別字和口語的Twitter帖子，大數據和分析技術已經使我們能夠處理這些類型的數據。
5. 價值 (Value)：數據價值密度相對較低，隨著互聯網以及物聯網的廣泛應用，信息感知無處不在，如何結合業務邏輯並通過強大的機器算法來挖掘數據價值，是大數據時代最需要解決的問題。【註5】

註3 李欣宜，〈一次搞懂大數據〉，《數位時代月刊》，2015年3月30日，第251期，頁1-69。

註4 Thomas H. Davenport著，江裕真譯，《大數據@工作力：如何運用巨量資料，打造個人與企業競爭優勢》(BIG DATA AT WORK: Dispelling the Myths, Uncovering the Opportunities) (臺北：遠見天下文化，2014)，頁19。



二、民用航空器大數據之運用

(一) 國際航空運輸協會(IATA)的大數據管理：統計全球每天約有10萬趟航班的起降，可見飛航安全對現代生活也具有相當的重要性，而IATA就是一個典型的飛航安全認證機構，其成立宗旨就是讓飛機成為最安全的交通運輸工具，該協會首要任務即透過系統的層分方式，安全地鏈結民眾和企業，並藉由與航空公司和企業夥伴的持續合作，來提高品質管控標準和建立最佳的實踐方法。

1. 全球航空數據管理(GADM: Global Aviation Data Management)：國際航空運輸協會通過全球航空數據管理計畫達到安全數據管理和分析之目的，藉整合來自各種管道所蒐集的航空器運行、管理及維修相關資訊，其中也包括IATA獨特的計畫，如飛行管理、基礎設施和國際航空運輸協會審計等，且將所有資訊都融入一個共同的、相互關聯的數據資料庫，並提供全面跨數據資料庫的整合分析來預測航空器品質趨勢與可能風險，並主動提出改善或緩解方法，以提高飛航安全，其運用大數據的新型態整合分析方式，已遠超越了傳統對單一事故的分析方法。

2. 國際航空運輸協會作業安全查核認證(IOSA)：

(1) 國際航空運輸協會(IATA)主導的「國際航空運輸協會作業安全查核認證(IOSA)」，其認證範圍包含航空公司航務、組織管理、機務等8大領域作業，是目前全世界公認極具嚴格、專業和最具指標性的國際航空安全認證。

(2) IOSA是一個國際公認的認證機制，除結合六大安全戰略，其涵蓋範疇包含提供第三方的服務商監督數據與確認國際民航組織安全管理體系(SeMS: Security Management System)的一致性，SeMS一直是國際航空運輸協會作業安全查核認證(IOSA)要求的核心要素，SeMS將組織的安全策略作為其業務流程的一個組成部分，它是企業管理責任的一部分，與有效的威脅評估機制和風險管理計畫是同步開發的，可以幫助組織開發主動、高效和具成本效益的安全措施；另SeMS通過發展安全文化以及整合全系統的安全模式，提供一種讓組織更安全的方法，鼓勵所有利益相關的公司和監管機構之間的密切合作，以建構更安全的作業流程，並採

註5 Bernard Marr, "Why only one of the 5 Vs of big data really matters," IBM Big Data & Analytics Hub, 2015/3/19, <<https://www.ibmdatahub.com/blog/why-only-one-5-vs-big-data-really-matters>> (檢索日期：西元2019年10月29日)。



納集成管理解決方案(IMX: Integrated Management Solutions)，以提供一個高效及具成本效益的方法，使航空器擁有更佳的管理品質及安全數據與信息的蒐集和處理，在安全威脅逐漸上升和法律安全的限制下，讓航空器與企業流程更安全、有效、主動及廣泛。【註6】

(二) 普惠加拿大公司(P&WC: Pratt & Whitney Canada)的大數據應用：

1. 飛行數據採集、存儲與傳輸(FAST: Flight Data Acquisition Storage and Transmission System)系統：

健康監測已逐漸成為商用、公務、軍用、固定和旋翼發動機運營商的最重要的關鍵工作之一，以預測發動機當前和未來的維護需求，普惠加拿大公司於2012年推動的FAST系統，該系統可以捕獲和分析發動機和飛機性能參數，當裝有P&WC發動機的飛機降落時，FAST系統會利用蜂窩傳輸技術，【註7】在發動機停機後的幾分鐘內會將發動機和飛機的性能數據傳輸給P&WC，透過最了解和設計發動機的工程人員來進行數百種不同的發動機和飛機參數分析，生成一個全面的數據智能分析報告，為運營商提供可以提高發動機可預測性的維護信息，以實現按需求進行預測性維護、延長機翼時間及保證維護成本之目標。

FAST系統可發送經加密與安全處理的全機引擎和飛機即時情報，透過的飛行數據紀錄器(FDR: Flight Data Recorder)數據(包括警報和趨勢數據)以無線方式傳輸，除能夠優化維護計畫外，亦可提供發動機處理方案更明智的決策，以減少運營成本和工作量，另通過主動維護、更快速的主動服務回饋率和先進的預測能力，提高了維護的可預測性，使飛機的可用性得以最大化，進而優化維護計畫及降低運營成本。【註8】

2. 無線感測器：

感測器的發展使得飛機預測性維護成為現實，且越來越多的感測器使用，使其成本相對也越來越降低，而通過增加軟體，計算能力和連接功能，感測器也變得越來越智能化，隨著感測器數量的增加或更頻繁的使用它們，運營商和製造商也能更詳細地監測和掌握飛機和發動機的狀態。

註6 “IATA Operational Safety Audit (IOSA), ” IATA, <<https://www.iata.org/en/programs/safety/audit/iosa/>> (檢索日期：西元2019年11月8日)。

註7 蜂窩傳遞技術：是一種以移動通信硬體為架構，把行動通信服務區分為一個個六邊形的小子區，每個小子區設置成一個基站，形成酷似「蜂窩」的結構，可使有限的頻率資源在一定的範圍內被重複使用，且容量不族足時，亦可縮小蜂窩的範圍，劃分出更多的蜂窩，進一步提高頻率利用效率的技術。

註8 “Pratt & Whitney Canada, ” <<https://www.pwc.ca/en/products-and-services/services/digital-engine-services/fast-solution>> (檢索日期：西元2019年11月13日)。



P&WC診斷和健康管理項目經理 Bjorn Stickling表示：「發動機控制系統中仍然存在大量尚未開發的信息，因為我們作為製造商有能力利用分析技術，這將有助於改進主動，預防和狀態維護。」

P&WC正在研發螺旋槳平衡趨勢系統，該系統能連續監測螺旋槳的振動，使運營商可以更頻繁的自動收到報告，

而不必經常進行地面測試，由於該系統能夠提前警示運營商，消除螺旋槳不平衡對發動機配件的影響，這相當於提高了可靠性，降低了維護成本。

【註9】



圖2 P&WC無線感測器【註9】

3. FAST系統應用成效：

通過在G500飛機上搭載FAST系統，P&WC可以直接接收300多個發動機和飛機參數，且具備自動數據處理和無線傳輸功能，並通過FAST系統來直接運行這些數據，提供數字化的分析和服務功能，FAST系統可以提供給500個客戶發動機乃至飛機的健康趨勢和使用壽命警告，並提醒客戶進行主動和預防性維護，提高飛機和發動機的可用性。

FAST系統易於安裝和改造，因此，可以快速裝載到飛機上及記錄數據，除可以滿足客戶對數據存儲的快速需求外，並具有許多輸入和輸出接口，使其可以方便的連接飛機上多個子系統，FAST系統還可以很好的適應飛機上的不同類型的數據流，不需要對這些系統的軟件進行修改，且一旦配置好後，還可以進行遠程配置修改，經運營商的反饋，通過FAST的發動機健康數據和分析報告，飛機的延遲和取消風險降低了20%。【註10】

註9 Vivian，〈無線感測器將大量應用，增加飛機和航空發動機的健康監測能力〉，《Zi字媒體》，2017年4月24日，〈<https://zi.media/@yidianzixun/post/51CczR>〉（檢索日期：西元2019年11月13日）。

註10 Allen，〈普惠加拿大公司航空發動機健康監測系統最新應用情況〉，《每日頭條》，2017年4月11日，〈<https://kknews.cc/zh-hk/tech/5m6zqpk.amp>〉。（檢索日期：西元2019年11月13日）。

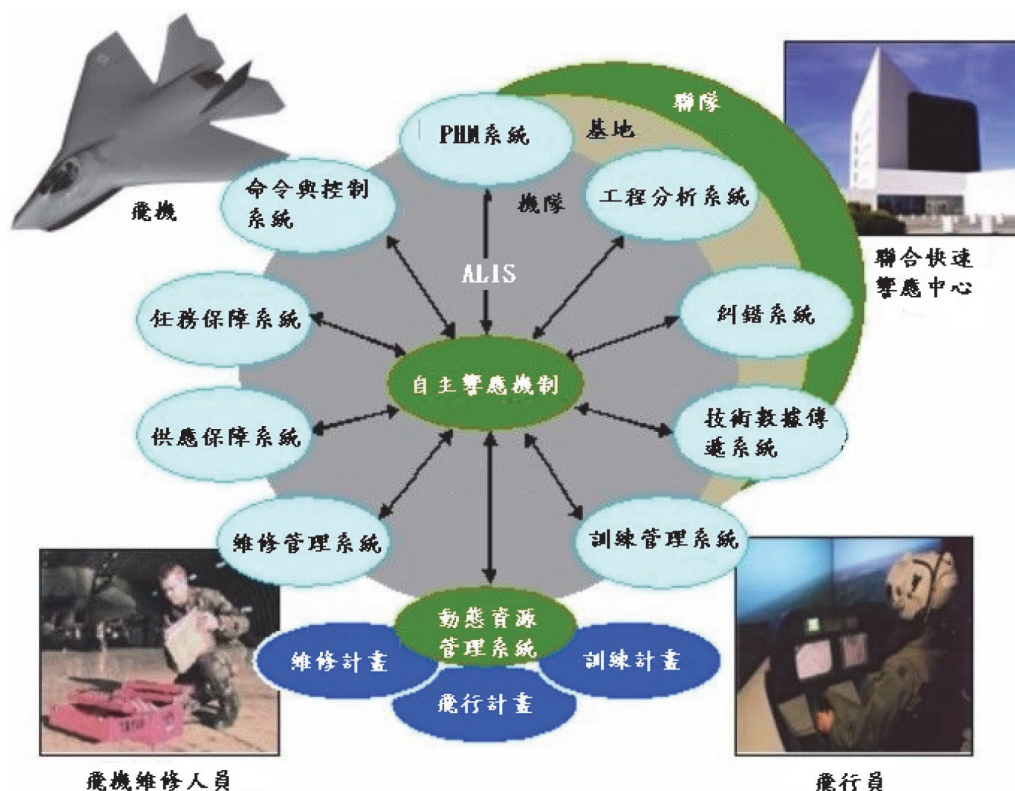


圖3 F-35戰機自主式保障的概念示意【註11】

三、美軍F-35戰機的大數據應用：洛克希德·馬丁公司除設計及生產製造的戰機F-35(Lockheed Martin F-35 Lightning II)外，並開發了一套自動後勤信息系統(ALIS: Autonomic Logistics Information System)，其開發的軟體具備對F-35戰機進行預測性管理、維護、供應鏈、飛行操作及培訓等功能，例如該系統可以追蹤定更件零件更換的時間、維護系統計畫則會主動追蹤飛機的維修需求、供應鏈系統則管理零件庫存等，充分利用大數據、人工智能和機器學習技術，從數據與融合後的數據中獲得更具體的精進策略與建議，隨著功能的不斷開發，雲端數據資料庫將成為相關應用程序和管理系統的數據運用平台，得以減輕分析人員的分析負擔，並實現機器輔助趨勢分析、提示和警告感知、預測模型以及更深入的掌握運用趨勢。【註11】

參、空軍航空器的大數據推展

註11 Sean, <F-35戰鬥機自主式保障信息系統簡介>，《北緯40°》，2017年10月16日，< <http://www.bw40.net/11768.html> > (檢索日期：西元2019年6月23日)。



一、發展後勤雲系統(ALMC: Air Force Logistics Information Management Cloud):

飛機的維護工作其實與一般民用型車輛的保養的概念是一樣的，只是航空器的系統相對複雜，故在維修層級的分工方面就比較細膩，可區分為單位層級(0-Level: Organizational Level)、場站層級(I-Level: Intermediate Level)、工廠層級(D-Level: Depot Level)三個維修體系，執行工作包含飛機的每日維護保養、飛行前/中/後的檢查工作、定期檢查工作、附件檢修及翻修作業等，且依作業模式的差異，又區分為機坪作業、發動機工廠、附件工廠及翻修作業等不同單位，各單位於人員完成相關工作後，均須將工作紀錄以人工方式輸入相對應的作業系統中，再透過工單審查機制及品管單位複檢，確保不會因為工單的錯誤影響到飛機維修品質與飛行安全，故單位往往會編配專職工單審查人員，以落實工單稽核及提升工單準確性，但執行效果往往不如預期。

空軍於1996年因應後勤資訊管理系統之發展，研發了一套後勤資訊管理系統(LIMS: Logistics Information Management System)，以資訊發展整體化、標準化及中文化等三化政策為目標，將資訊區分資料處理、資訊管理、主官資訊、決策支援等四個層級，並將系統設計採用開放式主從架構，以後勤資料分散式處理、集中管理之方式來提升系統運作效能，然LIMS仍受限修補系統未一元化、資訊分散整合不易、介面複雜流程繁瑣及系統資料維護不易等諸多因素限制，導致LIMS在推展上仍遭遇人員使用意願低落且未能符合預期成效情況。

為了讓龐大的數據資料做有系統分類，達到全方面後勤資訊整合之目標，使各項後勤工作得以結合資訊科技提升作業效率，空軍已於2016年規劃運用大數據技術分析及雲端科技，結合軍種修護、補給、訓練、設施及技令管理等後勤任務特性，在既有的LIMS系統基礎上建構新一代空軍後勤資訊管理雲端系統，並藉導入民間資訊科技概念，整合各系統功能與資訊，並開發適用於使用者走動式操作之應用系統，提供個人電腦及行動裝置共通性整合平台，再透過各式軟體的開發及結合大數據技術，力求滿足各種工作紀錄數據化之需求，以改善系統操作便利性，滿足機隊後勤運作需求，俾精進飛機維修品質管理。〔

註12〕

二、發動機的大數據管理：

美國空軍發動機過去在使用時經常發生結構損壞問題，進而影響到發動機

註12 空軍司令部，〈後勤資訊管理雲端(ALMC)系統建置指導綱要〉。



之使用性、耐久性、維持成本及飛安等問題，因而訂定了一套標準-發動機結構整合計畫(ENSIP：ENGINE STRUCTURAL INTEGRITY PROGRAM)，以規範軍用發動機在研發階段及服役階段應執行之管控機制(如下表1)，空軍透過大數據分析概念，並參考United States ,2002/2/15. “MIL-HDBK-1783B, DEPARTMENT OF DEFENSE HANDBOOK：ENGINE STRUCTURAL INTEGRITY PROGRAM(ENSIP)”^{【註13】}結合ENSIP「發動機壽命及品質管理」的機制，針對服役發動機壽命及品質管理工作進行管控，以確保發動機在機隊服役期間得以滿足任務遂行。

空軍運用空軍後勤資訊管理雲端系統(ALMC)、發動機資料管理系統(EDMP：Engine Data Management Program)及標準飛行資料記錄器(SFDR：Standard Flight Data Recorder)等模組，蒐集發動機操作使用暨維修檢驗相關資訊，並執行機隊發動機操作使用與結構現況評估，發動機出廠服役後，有關發動機使用狀況、維修行動等相關資訊均匯入發動機資料管理系統(EDMP)資料庫，包括

表1 發動機結構整合計畫工作要領^{【註13】}

全程發展 (研發階段)				壽命管理 (服役階段)
第一項工作 設計資料	第二項工作 設計分析、材料特性與發展試驗	第三項工作 組件與核心發動機試驗	第四項工作 地面與飛行發動機試驗	第五項工作 發動機壽命及品質管理
發展計畫 ● 發動機結構整合計畫 ● 容損(破壞)與耐久性(疲勞)控制計畫 ● 腐蝕預防與控制 ● 檢驗與診斷計畫 服役使用需求 ● 設計服役壽命與設計使用 ● 結構設計規範	● 設計任務週期 ● 材料特性 ● 設計發展試驗 ● 分析溫度、強度、耐久性及關鍵組件項目 ● 發動機裝機後之檢驗能力 ● 製程與品質控制-非破壞性檢驗驗證	組件試驗 ● 強度 ● 振動 ● 耐久性 ● 容損 ● 包容性 核心發動機試驗 ● 溫度量測 ● 振動應變及顫振邊界量測	地面發動機試驗 ● 溫度量測 ● 地面振動應變與顫振邊界 ● 轉子不平衡振動 ● 強度 ● 結構阻抗測試 ● 間隙 ● 包容性 ● 外物吸入 ● 加速任務試驗 ● 容損 飛行發動機試驗 ● 扇應變量測 ● 發動機機艙溫度量測 ● 裝機後振動 ● 衰退	● 發動機操作使用調查 ● 發動機追蹤及分析 ● 發動機結構維修計畫修訂 ● 耐久性及容損控制作為

註13 United States ,2002/2/15. “MIL-HDBK-1783B, DEPARTMENT OF DEFENSE HANDBOOK：ENGINE STRUCTURAL INTEGRITY PROGRAM (ENSIP)”。



發動機元件檔、運轉數據檔、發動機模組位置與狀況檔、構型基準檔、情況記錄檔、庫存現況檔、發動機週檢之零件模式理及更換情況統計等資料(如下圖三)，【註14】以執行發動機使用紀錄之分析、處理及運用。

為了與發動機設計值相比較，將每月發動機EDMP追蹤參數除以飛行小時後執行統計分析，由這些統計分析結果可瞭解整體發動機之操作使用情況；如果這些比值的平均值比設計值高，則表示若持續維持這種使用狀況，發動機未來尚未達到設計使用飛行時數時，其使用壽命或某些零組件壽命可能已經達到，這也就表示發動機並沒有被有效的充分使用，其主要原因可能是地面維修時間過多或滯空時間較短等因素，故可以透過大數據適時提醒機隊管理部門加以改善。

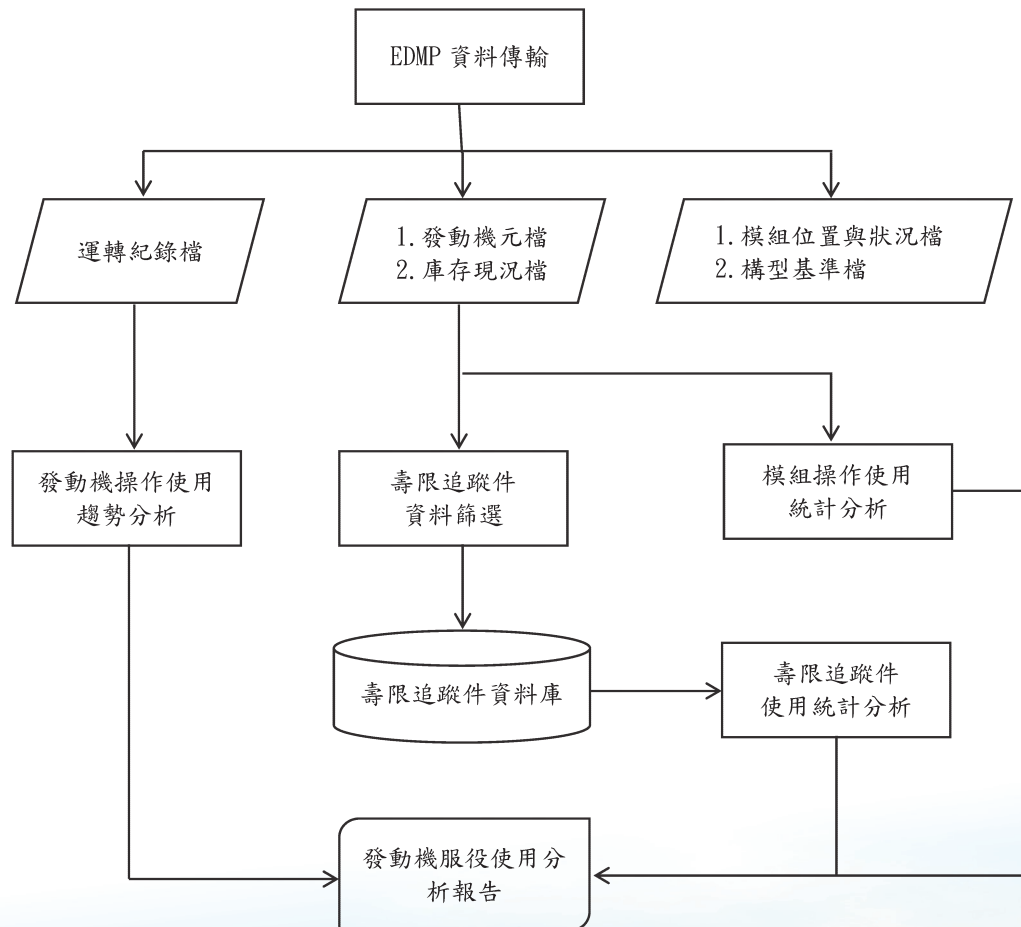


圖4 發動機「EDMP資料分析處理工作流程」【註14】

註14 空軍司令部，〈發動機資料管理計畫〉。



肆、結語與建議

一、結語

資料的統計分析，不管在學術或者商業上都有長久的歷史，大數據的出現雖僅短短不到十年的時間，卻已迅速受到各產業界及政府的重視與關注，其主要原因是以往資料僅能採用紙本的方式存取，而現今各種資料均擁有多管道的存取的方式，儲存的數據更是與日俱增，大數據技術會受到重視，其原因在於它擁有更優於傳統的統計分析優勢，各產業均期望能透過應用大數據技術來幫助企業獲利，而在現實中，大數據確實有許多成功的案例。

空軍航空器如能有效結合大數據技術及品質管控手法，定能讓雲端數據對航空器修護管理工作的整合與品質改善產生實質效益，再輔以結合多裝置的整合平台，並運用平板電腦及行動裝置做到資訊即時化，使飛機定檢工作、組件的失效趨勢及物料的庫儲現況都能精確的掌握，必定能達到簡併工作流程、改善作業效能及提升維保品質的目標。

空軍新一代高級教練機(Advanced Jet Trainer)「勇鷹」高教機為我國自製之飛機，希冀透過本研究結果進一步提供高教機製造商及使用單位在航空器維修品質管理方面之參考，進而降低維修成本及提升可靠度，未來可結合全機隊飛機、發動機及地面支援裝備，同步發展相關軟體及輔以多裝置的整合平台，並運用平板電腦、行動裝置及無線感測器做到資訊即時化，以減少發動機拆檢所耗費之人力及工時，最後藉由ALMC將所有資訊進行整合，再透過發動機設計工程人員運用大數據進行發動機參數分析，生成一個全面的數據智能分析報告，期能有效建立預測性維護、管控組件壽命與可靠度及保證維護成本之目標，以提升飛機妥善情況、精準飛機定檢工作管制及掌握組件的失效趨勢。

二、建議

空軍近年來為有效提升後勤組織效率與效能，持續推動「整體後勤支援、軍備壽期資訊管理、策略性釋商商維」等措施，為維繫航空器正常運及延續壽命週期，如能將大數據技術、人工智慧等科技，納入後勤資訊管理系統執行資料庫維管，將可有效樽節預算，降低維持成本、縮短作業時間、減輕後勤負擔及提升裝備妥善率等效益目標，確保武器系統能在全壽期服役期間充分發揮功能及效益，為提升航空器維保品質，承本研究結論建議分述如下：

- (一)數據資料庫雲端化：建立大量資料蒐集機制，將飛機操作、發動機運轉時數及各項修維護相關資料，導入大數據技術建立相關資料庫，據以提供各分析



模式運用，以有效掌控修補全程作業，提升即時管理資訊及決策支援能力，使其在整個壽期中能獲得最大之安全及經濟效益，確保航空器維修品質與飛航安全。

- (二) 結合智能化設備：運用現代雲端技術，結合模組功能推展憑單電子化，以精簡現行單據歸檔流程，藉 導入多維條碼等技術，整合流程規劃與導入現代科技，由點到面自動化銜接修補作業流程，提升作業時效，使工作及管理階層可在同一資訊平台上執行操作，且無須反覆登入及切換各分項作業系統，讓後勤修補作業一元化，便於工作人員使用資料蒐集及建置數據鏈資料庫，並提供管理者決策資訊，可有效提升後勤工作效率及資訊系統運用成效。
- (三) 建置完善資料庫：空軍航空器維護保養紀錄、委軍商修(購)之維修資訊等資料，應由使用部隊及承修商負責建立，除能提升資料建置之精確性外，亦可要求承修商將保固期間工料耗用狀況一併輸入系統納管，以達航空器品質管理及提高機隊壽期之目的。
- (四) 妥慎規劃新式航空器後勤維保機制：在後勤維保機制之建立方面，應結合機隊飛機、發動機及地面支援裝備，同步發展相關軟體及輔以多裝置的整合平台，並運用平板電腦、行動裝置及無線感測器做到資訊即時化，以減少發動機拆檢所耗費之人力及工時，期能有效建立預測性維護、管控組件壽命與可靠度及保證維護成本之目標，以提升飛機妥善情況、精準飛機定檢工作管制及掌握組件的失效趨勢。

伍、參考文獻

1. 陳游晏、李飛、舒繼武，〈大數據環境下的存儲系統構建：挑戰、方法和趨勢〉，《大數據》，第4期，2019年，頁27-40。
2. Jewel，〈巨量資料的時代-2015年大數據的四大發展重點〉，《INSIDE》，2015年5月15日，〈<https://www.inside.com.tw/article/4620-big-data-2015-top-trends>〉。
3. 李欣宜，〈一次搞懂大數據〉，《數位時代月刊》，2015年3月30日，第251期，頁1-69。
4. Thomas H. Davenport著，江裕真譯，大數據@工作力：如何運用巨量資料，打造個人與企業競爭優勢(BIG DATA AT WORK: Dispelling the Myths, Uncovering the Opportunities)，(臺北：遠見天下文化，2014)。
5. Bernard Marr, "Why only one of the 5 Vs of big data really matters," IBM Big Data & Analytics Hub, 2015/3/19, 〈<https://www.ibmbigdatahub.com/blog/why-only-one-5-vs-big-data-really-matters>〉。
6. "IATA Operational Safety Audit(IOSA)," IATA, 〈<https://www.iata.org/en/programs/safety/audit/iosa/>〉。
7. 信道公，〈你熟悉的但你知道嗎——蜂窩網絡〉，《每日頭條》，2016年10月2日，〈<https://kknews.cc/zh-tw/tech/6ja3oq.html>〉。
8. Pratt & Whitney Canada, "〈<https://www.pwc.ca/en/products-and-services/services/digital-engine-services/fast-solution>〉。
9. Vivian，〈無線感測器將大量應用，增加飛機和航空發動機的健康監測能力〉，《Zi字媒體》，2017年4月24日，〈<https://zi.media/@yidianzixun/post/51CczR>〉。
10. Allen，〈普惠加拿大公司航空發動機健康監測系統最新應用情況〉，《每日頭條》，2017年4月11日，〈<https://>



圖5 首架「勇鷹」新式高教機【註15】

- kknews.cc/zh-hk/tech/5m6zqpk.amp>。
11. Sean, <F-35戰鬥機自主式保障信息系統簡介>,《北緯40°》,2017年10月16日,<<http://www.bw40.net/11768.html>>。
 12. 空軍司令部,<後勤資訊管理雲端(ALMC)系統建置指導綱要>。
 13. United States,2002/2/15. “MIL-HDBK-1783B, DEPARTMENT OF DEFENSE HANDBOOK: ENGINE STRUCTURAL INTEGRITY PROGRAM (ENSIP)”。
 14. 空軍司令部,<發動機資料管理計畫>。
 15. 廖耀東,<勇鷹出廠>新高教機如何平戰轉換這點會是關鍵…>,《自由時報》,2019年9月24日<<https://news.ltn.com.tw/news/politics/breakingnews/2924928>>。

作者簡介

空軍少校 鄭世偉

學歷：航技學院92年班、空參院109年班、逢甲大學碩士。經歷：修護官、飛參官、分隊長。現職：空軍第三聯隊少校飛修官。

空軍中校 朱明德

學歷：空軍官校88年班、空參院104年班、靜宜大學碩士。經歷：分隊長、隊長。現職：國防大學空軍指揮參謀學院中校教官。

註15 廖耀東,<勇鷹出廠>新高教機如何平戰轉換這點會是關鍵…>,《自由時報》,2019年9月24日<<https://news.ltn.com.tw/news/politics/breakingnews/2924928>>(檢索日期:西元2019年11月13日)。