

出國報告(出國類別:受訓)

「美國陸軍發動機維修班」 返國報告

服務機關:陸軍航空第六〇一旅飛機保修廠

姓名:李宜潔

派赴國家:美國

出國時間:107年3月21日至107年8月3日

報告日期:107年9月11日

摘要

美國陸軍運輸後勤學校(U.S Army Aviation Logistics School)，為美國培養直升機修護人員重要軍事教育之一，本次受訓地點位於維吉尼亞州尤斯蒂斯基地(Fort Eustis)。此次受訓班隊為直升機發動機修護班(Aircraft Powerplant Repairer)。

班上學員包括美軍現階中士、上兵、一兵以及二兵，另有土耳其與約旦國際學生，以及職合計人數 18 人。

此班隊為 15B10，為美軍發動機維修基礎班隊。課程時間共計 19 週(107 年 3 月 28 日至 107 年 8 月 2 日)。課程主體為發動機原理及技令操作講解、各式機工具識別使用、飛機表格填寫及電腦系統(ULLS)運用、滑油及燃油原理、棚廠及飛安安全提示、飛機機件保險實務操作、地面支援裝備(AGPU)諸元介紹、主戰直升機之輔助動力單元(APU)修護、主戰直升機之發動機(T700 系列及 T55)修護、飛機線上故障排除。各課程於線上實作前皆會先期實施學科原理講解及重點提示。實作課程中皆會實施分組，不僅可培養組員間的協調合作，並可增進經驗交流溝通。

本次受訓在同學們的協助及教官們的指導下使職順利完成學業並獲得證書(如附件一)及卓越獎狀(如附件一)。本次赴美訓練讓我獲益良多，不僅英語方面能力提升許多，並對美國文化有更進一步了解，同時也藉由其他國際學生交流下，了解到土耳其及約旦文化。

美國後勤能量及戰場任務執行面有許多我國值得學習。以下會針對四大面向來分享所學：

- 一、原理瞭解
- 二、各式機工具識別使用
- 三、保修專業技能養成
- 四、營內外聯誼暨社交活動

目次

一、目的.....	4
二、課程範圍及過程.....	4
三、心得與建議.....	8

壹、 目的

此次班隊受訓目的是使學員完訓後，具有發動機具二、三級維修能力，能迅速投入戰場及分發至各單位。

貳、 課程範圍及過程

下列略述:課程重點區分為四大部分，茲說明如下：

一、發動機原理及技令操作

此課程安排於訓期第一週，目的在於讓學員先期了解發動機動力來源，以利後續課程對發動機操作維修上輕易發現問題來源。課程中介紹全世界第一個發動機雛型，雖與現今使用的發動機動力有些許差異，但其動力產生有相似出處。課程中也介紹牛頓定律，其中與發動機相關的當屬第三運動定律(作用力與反作用力定律)。

訓期中包含發動機原理、滑油及燃油原理、飛機表格說明、T700 系列發動機、T55 發動機、T-62T 輔助動力單元、地面支援裝備(AGPU)等多本技令，其操作上也有些許差異，說明如下：

1. 發動機原理(FM1-506)。
2. 滑油及燃油原理(TB1-9150-200-23)。
3. 飛機表格說明(DA PAM 738-751)。
4. T700 系列發動機(TM1-2840-248-23&P)。
5. T55 發動機(TM1-2840-265-23&P)。
6. T-62T 輔助動力單元(TM1-2835-208-23&P)。
7. 地面支援裝備(AGPU)(TM1730-229-13)。

二、各式機工具識別使用(Tools Identifying)

機工具可細分為兩大項目：

1. 工具箱內之手工具

此課程安排於訓期第二週，目的在於使學員能於實作課程中更流暢使用工具，避免使用錯誤工具導致人員或裝備損壞。教官會針對往後實作課程時會用到之手工具逐一介紹，舉凡日常會使用到的扳手至更為複雜的量教工具，包含游標卡尺、深度規、千分墊、微分表、歐姆錶、講解介紹。令職印象深刻為游標卡尺及深度規的判讀步驟，教官教導判讀方法為四步驟，若其一步驟判讀錯誤，也能立即發現錯誤來源，與我國教導上直接判讀最後數據有些許差異。而平常在我國不太接觸手工工具的英文名稱，初始還有些許不適應，但過些時間及語言慢慢適應後即能迅速的掌握這些工具的特性及使用。

2. 特種工具

此課程安排於各發動機實作課程中，實作課程中各組操作進度會有落差，當較早進行到需要使用特種工具的組別先完成時，教官會集合全班學員，同一講解各特種工具使用方式及注意事項，說明如下：

- (1)發動機轉子葉片之加熱器：此工具使用於 T55 發動機熱端，安裝第三及第四級轉子葉片時，藉由加熱器將轉子葉片加熱，利用熱漲冷縮原理，避免安裝時轉子葉片及定子葉片阻滯。
- (2)發動機冷端葉片拆裝特工：此工具使用於 T55 發動機冷端，外型雖單純只像個鑿子及鐵鎚，但有其特別設計，因為冷端各級葉片間距非常小，而葉片又只使用彈簧及鎖片固定，若未使用此工具是無法輕易拆裝發動機壓縮段葉片。
- (3)飛機故障碼匯出機：此工具使用於 T55 發動機安裝於 CH-47 直升機上時故障排除，直接將匯出機電器接頭接於機艙內，藉由匯出機的資料下載，即能迅速發現直升機上線路問題來源。
- (4)S39 線路測試器：此工具使用於 T700 發動機安裝於 UH-60 直升機上時故障排除，將此工具接於發動機電子控制盒上，藉由測試器上旋鈕，旋鈕包含 12 個位置，再使用歐姆錶測量各位置歐姆值範圍，若超過範圍值，即能迅速發現發動機問題來源(例如油控器或燃油增壓泵等)。

三、保修專業技能養成(Maintenance Skill Training)

保修課程分為四大部分：

1. 飛機機件保險實作

此課程安排於訓期第三週，目的在於使學員於實作課程中更流暢安置正確保險，避免安置反保保險導致無作用。飛機機件保險是不管定翼機或是旋翼機保修上所不可或缺也極為重要的一項基本功，儘管課程中只於工作站上利用保險板，練習如何使用千分之二十英吋、千分之三十二英吋的保險絲打保險，但所使用工具為斜口鉗、尖嘴鉗及平口鉗，與平時常使用的保險鉗有些許差異，又增加其困難性。但教官也時刻提醒學員，於實機上打保險時會因為周遭有其他主件阻擋而影響保險的完整性及安全性，所以務必在每個保險下足苦功，以確保保險之穩固性。

2. 輔助動力單元保修實作課程

此課程安排於訓期第四、五週，目的在於使學員了解 T-62 輔助動力單元對於飛機之重要性及如何有效排除缺失恢復主件之使用。課程前幾天先期實施學科講解，包含輔助動力單元對於飛機之影響，及其容易產生之缺失探討及改正方式。接續實作課程中，分組下每具輔助動力單元由兩位學員實施操作，若僅有一員獨自操作，易產

生危安因子，過多學員於一組也易發生無法確實每人實際操作。而課程中教官下達燃油電螺管瓣(Fuel Solenoid Valve)拆除及安裝任務，此任務也為此訓期第一次線上實作課程，雖拆除及安裝步驟並不困難，但必須將拆除附件仔細條列式填寫於表格中，螺桿、墊片及螺帽皆屬於不同零件，其填寫於表格上須於不同步驟上，教官非常要求此動作，雖然此看似小動作，但飛機線上維修每天執行人員不一定相同，必須藉由表格來確保此任務執行到哪一步驟，避免遺漏造成飛安危險，此動作因我國平日也嚴格要求，故執行上對職較無問題。

3. 發動機保修實作課程

訓期中包含 T700 系列發動機主件拆裝、T55 發動機冷端主件拆裝及 T55 發動機熱端主件拆裝三大站(如附件二)，目的在於使學員了解 T700 系列及 T55 發動機對於飛機之重要性及如何有效排除缺失恢復主件之使用，說明如下：

- (1) T700 系列發動機：此課程安排於訓期第六至九週，課程中教官下達油控器(Hydronechanical Unit)、附件齒輪箱(Accessory Gearbox)、冷端模組(Cold Section Module)、熱端模組(Hot Section Module)、壓縮段外蓋(Compressor Housing)、電子控制單元(EDECU)、超速漏放瓣(Overspeed Drain Valve)、點火激勵器(Ignition Exciter)等附件拆除及安裝與更換任務。其中教官特別強調提醒步驟為拆除點火激勵器前必須先使用絕緣一字起碰觸其接頭已達接地功能，避免產生觸電危安。
- (2) T55 發動機冷端：此課程安排於訓期第十至十三週，課程中教官下達扭力頭(Torquemeter Set)、輸出軸油封(Output Shaft Seal)、滑油冷卻器(Oil Cooler)、燃油濾(Fuel Filter)、內部燃油濾(Inline Fuel Filter)、滑油濾(Oil Filter)、附件齒輪箱(Accessory Gearbox)、主要電器接頭線束(Primary Wiring Harness)、附件電器接頭線束(Accessory Wiring Harness)、回傳電器接頭線束(Reversionary Wiring Harness)壓縮段第一級及第二級葉片(Compressor First and Second Stage Blade)拆除及安裝與更換任務。此階段課程較為重要為輸出軸油封更換後執行安裝步驟時，必須反覆拆裝輸出軸，使用深度規測量輸出軸與發動機進氣段間隙，此步驟若馬虎略過，會造成發動機震動進而導致葉片損傷，嚴重因而造成發動機失效。
- (3) T55 發動機熱端：此課程安排於訓期第十四至十七週，課程中教官下達渦輪段第一級定子葉片(First Stage Nozzle)、第二

級定子葉片(Second Stage Nozzle)、第三級轉子葉片(Third Stage Stator)、第四級轉子葉片(Fourth Stage Stator)、N2 感測器(N2 Sensor)、燃燒段模組(Combustion Module)、三號軸承(No.3 Bearing)拆除及安裝與更換任務。此階段課程較為重要為燃燒段模組與渦輪段模組組合前，必須依據技令指示反覆使用深度規測量兩模組各位置，並加以計算進而獲得調厚墊片範圍。若忽略此步驟直接組合兩模組，亦會造成發動機震動，嚴重進而導致發動機失效。

(4) T700 系列及 T55 發動機拆移：此課程安排於訓期第十八週，目的在於使學員於戰場上，當下獲得一具新申請發動機，將故障發動機上可用附件立即拆移至新品上，縮短缺失改正時效性以利戰場任務之遂行。

4. T700 系列及 T55 發動機實機線上故障排除

此課程安排於訓期第十九週，目的在於使學員利用先前十八週所學，排除缺失將飛機恢復妥善以利任務之執行。課程中教官下達燃油增壓泵滲油、發動機啟動 85%時 N2 轉速未達標、T1 超溫指示等臨機故障，學員必須依據既令故障排除頁面一步驟一步驟回答問題，技令進而指示發現缺失來源，不可擅自決定須拆除更換何種附件。發現缺失來源後，依循步驟利用最快速之時間將臨機性故障排除。

四、營內外聯誼暨社交活動

校外教學由尤斯蒂斯基地內(Fort Eustis)國際學生辦公室(International Military Student Office ,IMSO)依個人意願帶領國際學生至華盛頓特區(Washington D.C.)做為期三天的當地文化之旅(如附件三)，次校外教學分別前往國立航太博物館(National Air and Space Museum)、制憲圖書館(Library of Congress)、新聞博物館(News Museum)、美國國會大廈(United States Capitol)及白宮(The White House)林肯紀念園區(Lincoln Memorial)、湯瑪斯傑佛遜紀念館(Thomas Jefferson Memorial)、馬丁路德金紀念碑(Martin Luther King, Jr. National Memorial)，使職深度了解美國歷史文化及增進些人文交流。

期間也時常與土耳其同學相約出遊(如附件三)，交流我國及他國間社會文化及軍中文化，正所謂出門在外靠朋友，藉此與土耳其同學保持良好的友誼關係，以利日後或許能與他國能進行良好的友邦關係

在維吉尼亞州紐波特紐斯市(Newport News, Virginia)也有許多台灣華僑在此地工作生活許久，且不時會關心我們台灣軍職人員來此受訓的生活狀況，並時常招待大家一起在家享用充滿家鄉味晚餐(如附件三)。在異地能夠遇到這群無私的朋友們，讓我們能在異地一解思鄉情愁。

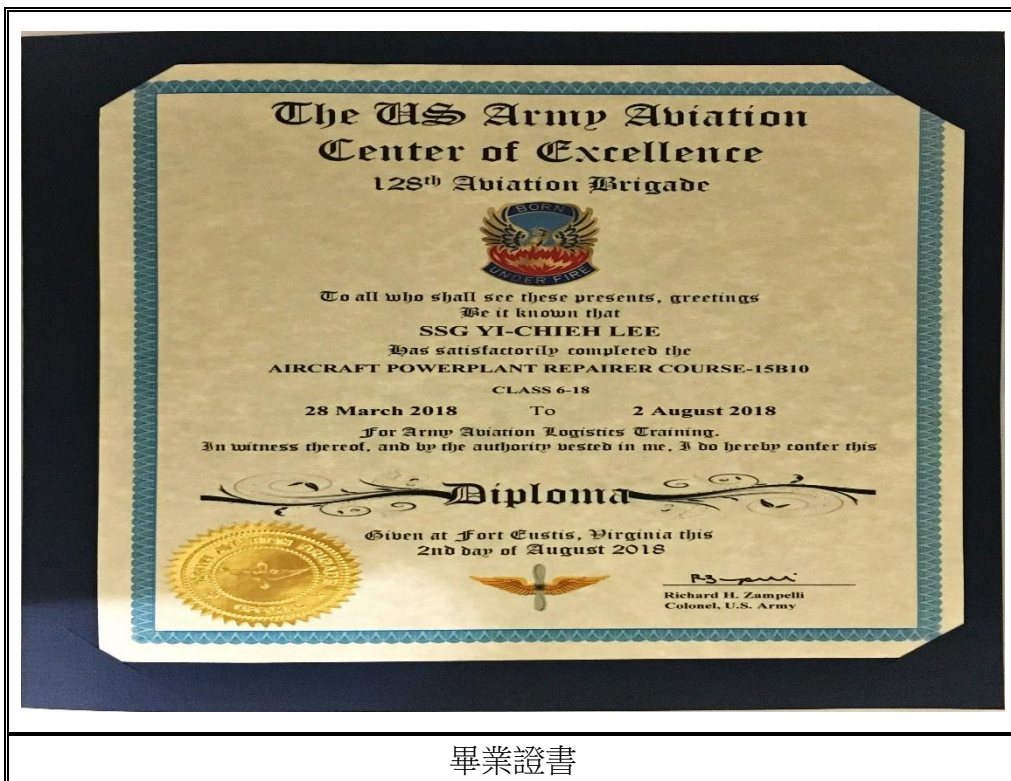
參、心得及建議

美軍各式機工具使用及發動機修護上與我國大為相同，但美軍教育採思考互動方式教學，包含平常學科教學後學員對於教官的課後總結有問必答，及教官於實作課程中，會詢問學員各附件原理及線路走向，讓學員能思考學科所學，將學科及術科靈活貫通，相較我國教育風氣只是單純應付考試及格而有所不同。

而美軍後勤運輸學校的資源充足，每位學員除基本配備一個專屬工具箱外，作為教學訓練用發動機超過 50 具，使每位學員皆能充分運用練習，訓練成果佳。職此次接受之訓練為美國陸軍發動機基礎維修班隊，但此課程多為發動機三級維修層面，是我國未獲得美方授權能量所能執行層面。雖我國後勤補保能量無法與美方擁有相等資源，職有以下之建議：

- 一、教學考試靈活化：我國教學考試多為背誦，職建議能學習美軍考試方式，讓學員從技令中找尋問題，進而加以思考，另一方面也能讓學員多加使用技令。
- 二、增加教學用模擬機或發動機：經費許可下，建議能像美軍添購模擬機，例如阿帕契維修班，陸軍飛行訓練指揮部僅有一台模擬機及實體機能讓學員使用，機修班與航電班學員合計多可至三十員，空間幾乎不敷學員使用。並將部分不堪用發動機作稍加整理，與其報廢無法使用，將其作為陸軍飛行訓練指揮部教學用更合適。
- 三、增加學員工具配賦數：雖我國資源有限無法像美軍學員一人配賦一個工具箱，但陸軍飛行訓練指揮部現行狀況為全班學員共用一至兩個工具車，時常必須耗費時間，只為等待工具使用。
- 四、增設三級保修教學：我國航保教學多為二級層面，但部隊實務上，三級維修仍須執行，現實狀況為各部隊檢驗或資深學長教授新進人員為多，職建議陸軍飛行訓練指揮部能增設三級保修教學，舉凡發動機、傳動箱、主旋翼等，能使學員於受訓後能更快與部隊工作實施銜接。
- 五、多選員赴美受檢驗班：職接受為美軍 15B10 班，為美軍發動機基礎班隊，而我軍現有保修人員平均年資有日漸提升，多為半熟手及熟手等級，職建議能多派員接受 15B30 班隊，為美軍發動機檢驗班隊，以提升我軍保修經驗。
- 六、與美方協調擴展保修能量：單就發動機方面，我軍只能執行大部附件更換，例如葉片更換等較細維工作，我軍未獲授權執行。而此項工作並不困難，僅差在我軍能量或特種工具獲得，建議上級能協調以增加我軍保修之價值。

附件一 畢業證書及卓越獎狀

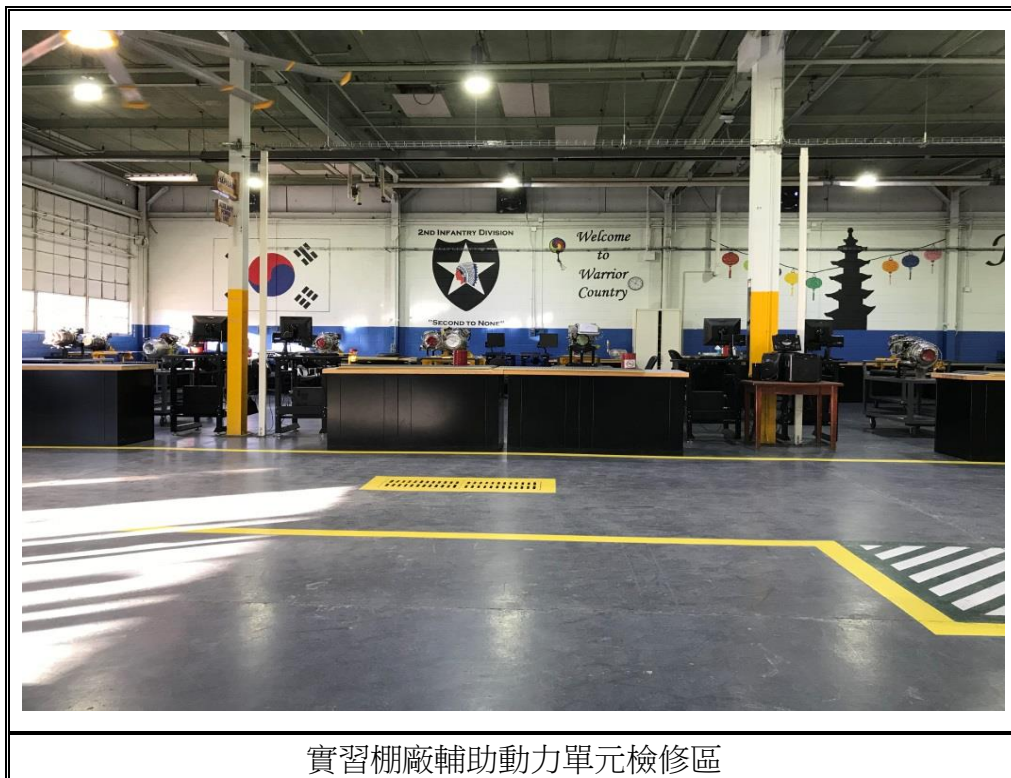


畢業證書

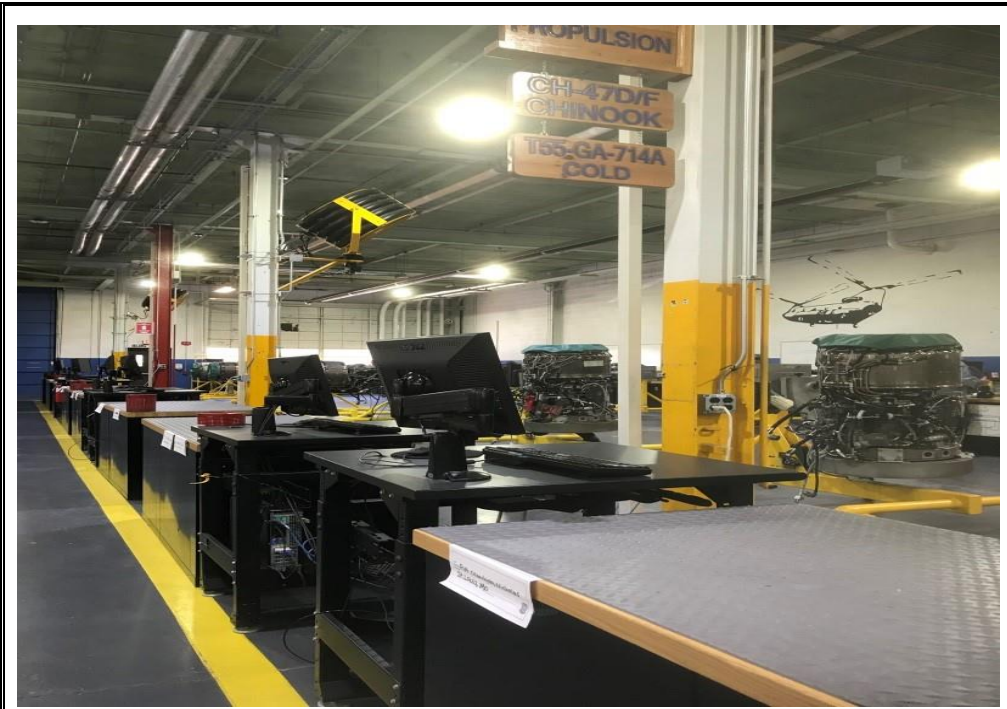


卓越獎狀

附件二 實習棚場



實習棚廠輔助動力單元檢修區



實習棚廠 T55 發動機檢修區

附件三 生活照



美國國會大廈



美國白宮



與土耳其同學共進異國料理



與台灣華僑共進晚餐