

淺談砲塔傳統與數位油電路面板訓練器施訓成效

筆者/陳文龍

提要

- 一、本軍現役主力戰車之火砲俯仰及砲塔迴旋、訊號傳遞、作用原理，是透過伺服系統方式作動，以「油、電推動氣(液)壓裝置轉為機械能」戰車乘員使用人力或動(電)力，操縱握把即可控制，透過氮氣壓力檢查儲油桶油平面充足，用測試板對擊發電路與各開關功能測試，屬一般性檢查。
- 二、二級砲塔保養士(以下簡稱,砲保士)，則需熟稔戰車內部結構(內部裝置配線及油管位置，通稱為油電路圖)才能了解，氣(液)壓、電力伺服機構與機械作動及自動迴路控制等原理，同時兼備二級保養、檢測、電路檢查、油品補充、氮氣充填等，屬進階定期或野戰保養工作技能。
- 三、因砲塔二級保養涉及電機、自動控制、數位傳輸與機械及流體力學(每一項均為大專相關學系)等專業課程，召訓學員無法同時兼具多樣基本學能，且受訓時常發生學習障礙情事，導致意願下降。
- 四、傳統砲塔保養課程針對油、電路系統相關部份，均以紙本圖說線路或自製簡易燈光線路板作為教材實施課目訓練，學者僅能用想像並經推導方式讓自己熟悉系統構成，故障排除與保養檢查要領，故訓練效果欠佳。
- 五、本部已委由廠商製作「油電路面板訓練模擬器」，建構數位網絡學習，提供多元知識與互動方式，強化砲塔二級保養成效，未來導入虛擬實境，透過頭戴式顯示器與感應手套訓練，以達仿真實作之效益。

關鍵詞：砲塔二級保養、互動式教學、油電路面板訓練模擬器。

壹、前言

本部各組教官爰以校訓「精益求精，實事求是」精神，戮力於訓練方式、器材及表達技術研改與精進，因應數位化時代來臨，以互動式學習環境與訓練器材，必須科學方法練兵突破以往窠臼，且現代化戰車砲塔以擺脫過去笨重、俯仰迴旋緩慢，純機械類比式及傳統光學觀瞄簡易射控，射擊速度及精準度需靠操作手天賦或後天勤訓苦練，方能取得戰車乘員基本合格入門資格，但砲塔內部裝置運算細膩，如彈道計算機(類大腦智能)，可接收雷射測距機與環境影響訊號之變化將其轉換為數位訊號，經由電子介面儀轉(交)換為類比機械能自動控制，主動協助修正天然與人為因素所產生誤差，進而提升第一發射擊命中率與接戰速度。

然而二級砲保士訓練更是單位戰車砲塔維護第一線守護者，保養落實可提高妥善率，精熟檢查與測試技巧可為射擊成效與安全奠基，現代化戰車若前述「數位與自動化」射(砲)控系統損壞，其戰力迅速低降便與傳統戰車無異，人力轉動砲塔受防空迴裝置影響，轉動力矩大、速度慢且費力，尚未轉到接戰位置，副車

長(射手)在狹窄又悶熱砲塔內早已汗流夾背，戰時易變活動靶成敵人優先攻擊目標，以往空軍常言道：「空戰出英雄，地勤一半功」，但在裝甲部隊亦修正稱為：「戰車建奇功，保養奠其基」，這充分說明裝備保持高妥善率效能精良，來自每一位保養士純熟技巧與細心呵護，與戰車乘員備戰是相輔相成互為一體。

目前砲塔二級保養課程，因訓前無法得知是單位派訓或個人志趣參訓，所需具備哪些專長及相關學系與學理，訓期短遴選人員不易之下，教官無法召訓前對學員鑑定科學基礎能力，且戰車其內部油、電路系統複雜，僅能以紙本圖說或簡易自製線路燈板方式施訓，必然花費更多時間講授基本學(原)理，來奠定後續實作之基礎，故每期訓員能力成效不一，主要成因為不能理解各部機件功能與內部作動，各階段課程訓練若未能充分理解與吸收，是會直接影響後續訓練，導致學習障礙與意願下降情事，且實車操作空間容量人數有限，導致實作時數下降，且召訓人數多，導致教學效果不彰。

因此在年度教學投資建案中裝訓部兵器組檢討訓量、教學編組及車型區分等因素，提出「數位砲塔油電路面板訓練模擬器」建置需求，筆者依據二級砲保士訓練課目，排定相關訓練節次與所需數位教材，委商設計訓練模擬與 3D 實體建模，於民國 107 年(以下,以民國紀年)完成商品交接驗收及教育訓練，獲得「戰車砲塔油電路面板訓練模擬器」4 套，(如圖 1)，¹俾利提升訓部訓練品質，完訓後砲保士具備二級砲塔檢測、保養、維護與緊急故障排除能力，以確保各級戰車部隊高妥善率為目標。

圖 1-廠商交貨與師資種能訓練紀實



資料來源：筆者自行拍攝，(拍攝日期：107 年 09 月 20 日)。

¹林騰威，《裝訓部砲塔數位油電路面板訓練模擬器訓練手冊》，(新北市，數位地球科技有限公司，107 年 9 月 20 日)，交機驗收紀實。

貳、戰車砲塔作動原理簡介

本軍目前現役戰車砲塔操縱原設計，以機械能與氣(液)壓，配合「電力伺服」方式控制，可人力或動力(透過數位傳輸與類比驅動)結合砲塔射(砲)瞄準裝置及機械結構，進行戰車砲俯仰及砲塔迴旋與槍砲射擊操控，(如圖 2)^{2、3}，操縱方式區分如下。

一、人力操作模式：

(一)戰車砲俯仰運作方式：

乘員藉以左手握住「人力高低操縱握把」，以人力向前(俯角)或向後(仰角)轉動，當「人力高低蓄積器」受握把轉動持續充壓達(75-100PSI)時，將「液壓油儲油桶」內之液壓油，抽出並推動「高低機」內部油封活塞(線型運動液壓缸)，產生主砲高低俯仰。

(二)砲塔迴旋運作方式：

乘員以右手手掌(虎口壓住握把卡筭)垂直握住「人力方向操縱握把」，操作以順、逆時針方向，轉動時可注意方向指示器指標顯示火炮位置，將轉動力量經由連桿傳，至反(防)空迴裝置(斜型齒輪)再傳至「方向機」內部齒輪箱(正齒輪系)，轉變為機械能產生輸出，並配合砲塔內圓周齒輪環 360 度運動，使其向左、右轉動，(因方向轉動較費力，因此設置於多數慣用手右側)。

(三)人力擊發運作方式：(紅色 T 字形轉把)

當砲塔無電力或實彈射擊不發火狀態下，乘員以左手握住「人力擊發手柄」，以順時針方快速扭轉(利用磁電機原理)，讓內部小型發電機產生 18~32 伏特直流電，此裝置僅能擊發戰車主砲。

二、動力操作模式：

(一)戰車砲高低運作方式：

乘員開啟砲塔動力電源開關時，「液壓馬達(10 匹)」及「主蓄積器」增壓至 750PSI，以雙手握住「動力操縱 H 型握把」以前壓及後拉方式操作該裝置，此時「磁力線圈」控制油路開關開通，推動液壓油儲存筒內液壓油，使「高低機」內部油封活塞前後縮放，形成戰車主砲高、低(俯仰角)。

(二)砲塔方向運作方式：

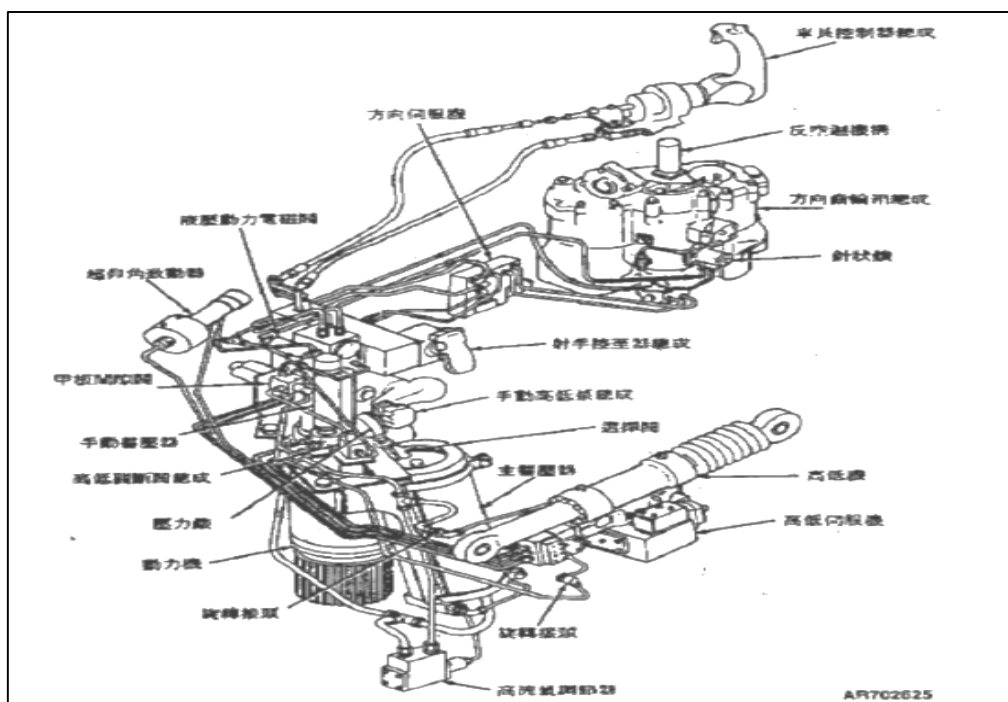
乘員以雙手握住「動力操縱 H 型握把」以左、右方向旋轉，此時將「液壓油儲油桶」內部之液壓油左、右轉向加壓，並高速黏性流動推動方向機內

² 裝訓部，《陸軍 M60A3TTS 戰車操作手冊第二版》，(桃園市，國防部陸軍司令部印頒，103 年 07 月 31 日)，頁 89。

³ 裝訓部，《陸軍 CM11/12 戰車操作手冊第二版》，(桃園市，國防部陸軍司令部印頒，103 年 07 月 31 日)，頁 97。

(三)動力擊發運作方式：

圖 2-戰車砲塔操縱結構



資料來源：同註 4-電子版，(下載日期：107 年 09 月 20 日)。

三、啟動穩定系統砲塔操作模式：

(一)本系統需於動力模式下操作，穩定啟動前乘員(裝填手或車長)手指，必須在「截斷開關」上待命預壓關斷，因陀螺儀轉速需達 2,400rpm 才能傳遞正確訊號，初期會發生砲塔不正常急遽轉動或主砲快速俯仰狀況，故需靠此裝置切斷其系統電源確保人、裝安全。當戰車系統穩定啟動後，砲塔會慢速自轉(從方向指示器指標轉動可發現)或觀看瞄準具內十字線分劃會略為移動時，必須以 CCP 面板之搖頭開關或控制面板上飄移調整螺，完成十字線飄移調校直至平衡不動為止，調校乘員轉動火砲時可不用壓下掌型開關，即可操縱主砲俯仰與砲塔旋轉且操作控制力量變輕盈。

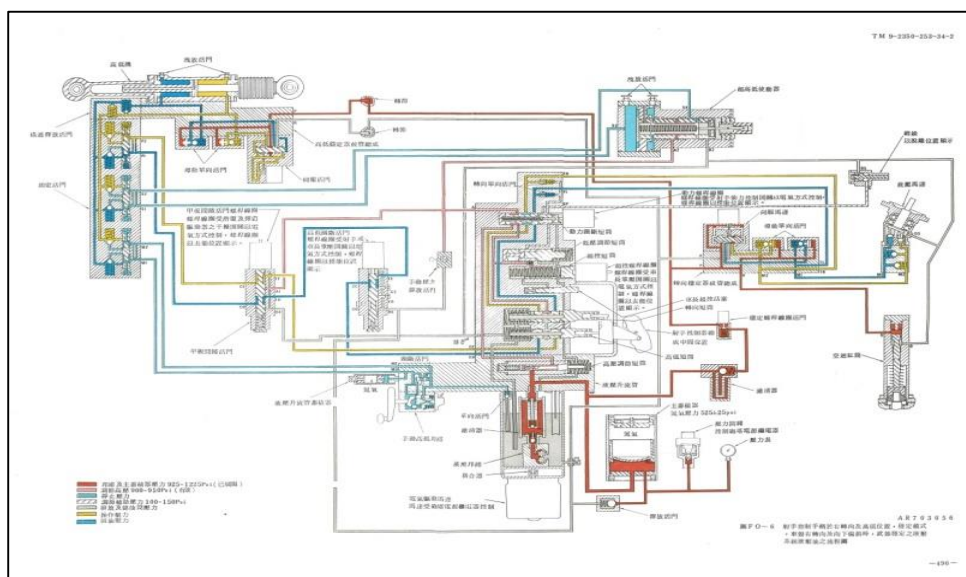
(二)因戰車射擊作動與訊息傳遞原理均透過，控制面板(M60A3 車型簡稱「GCU

「轉螺式類比控制、CM11 車型簡稱「CCP」按鍵式數位及搖頭開關控制)及彈道計算機本體處理可手動或自動方法操作(操控模式上扳至 AUTO 位置，下扳於 Battle Range 無法自動作動)，握住掌形開關自動接收橫風感測儀、測距機、角速率儀及傾角儀、陀螺儀 (M60A3 車型二顆、CM11 車型三顆)資料綜合解算後傳送修正數位(電子)訊號，至電子介面儀再經解算後以數位轉換類比(機械能)訊號，同步傳輸形成自動控制。

(三)戰車主砲微量(密位)修正俯仰，由輸出裝置→超仰角制動器→耦合連桿至驅動軸承(彈道驅動器)及高低伺服機形成轉動控制，砲塔旋轉(啟動穩定系統並無自動追瞄及鎖定目標功能，僅能使主砲受底盤影響減至最低)需由方向伺服機，主要由傾角儀與角速率儀提供砲塔與車身之變化修正量，而產生電子訊號給電磁閥相關控制元件，以相對應方式(反向流量與流向)將液壓流量和壓力轉換機械能 (閥門 3 位 5 孔)輸出，並透過油管流向控制砲塔平穩指向射擊目標方向，使主砲保持概略相同位置。

(四)環境所產生因素對瞄準(白晝與 TTS 熱像鏡)內十字線移動與前置量有極大的影響，此時乘員記得將十字線持續對準目標，若發生目標表面移動速率改變或轉向幅度及環境因素(如戰車陷入低窪或突發性強烈陣風)偏差量過大，則必須實施電訊歸零(按掌型→壓雷射→放雷射→放掌型)，讓彈道計算機重新再次解算彈道後，再將十字線對正目標，所以在啟動穩定模式實施戰車行進間射擊時，會看到戰車主砲會概略穩定指向目標區域，主要是使射手易於瞄準並縮短接戰射擊反應時間，但戰駕士則需注意盡量保持車輛等速、平穩運動(但戰車速度不可低於角速率儀作動對應對最低速度)，以避免穩定補償時間過長導致錯失先機。

圖 3-戰車砲塔內部油路結構



資料來源：同註 5-電子版，(下載日期：107 年 09 月 20 日)。



四、小結：

上述三種模式都能驅使砲塔與戰車主砲作動，當乘員不管運用何種方式操作(人力、動力或穩定模式)，其機械能與氣壓與液油壓最終之能量均將傳導至方向機與高低機裝置內部，使其能使砲塔方向左、右方向旋轉與主砲高、低俯仰之運動，(如圖 3)。^{4、5}

參、現行二級保養訓練方式

- (一)裝甲部隊為科技兵種，砲塔保養訓練，須植基於「電機數位、自動控制、物理與流體力學及機械知識」等，召訓學員僅少數已於戰車部隊服務者外，餘受訓前都未曾接觸過戰車，所以施訓一般性砲塔保養課程前必須從零開始，主要課目為「砲塔認識」各操縱裝置機構介紹與實作，進一步了解「射控裝置」之砲塔內部聯動性、各項電子裝置組成等之後，先讓學者對戰車組成與主要功(性)能有初步概念，接續完成車(副車)長職務專長訓練，待乘員完成合格訓練，才能進入下個階段。
- (二)二級砲保士保養訓練課程，以定期保養項目與故障排除為主軸，屬進階保養檢測課程，係指砲塔油、電管線配置，區分「電路數位、資訊傳導、油路、氣壓管路及核生化系統與通信無線電機」等種類繁多，加上砲塔是 360 度迴旋必須砲塔欄下方裝設繼電器滑環裝置，才能保持各管線及電路線，避免砲塔轉動將纜(導)線拉扯或絞斷(採用內走線方式固定)，因此訓員進入砲塔室也難窺其全貌。
- (三)砲保士訓練檢查項目與測試步驟繁雜，例如戰車乘員反應主砲無法射擊問題，實施執行檢修作業情形，包括電路測試板燈泡，不亮是否融絲燒毀或背面擊發觸板不通電，確定「裝填手位置」保險開關是否開，檢視「射手位置(副車長)」，武器選擇開關是否開至主砲(Main Gun)，再用人力手柄擊發測試，不過電則須至「駕駛室位置」，查電瓶現況電量為綠、黃色之間(紅色為電力不足)，再檢查擊發各線路連接是否緊定或穩固後重新再測試，若仍無法通電擊發(含高低手柄擊發鈕、H 型握把、超越握把、繼電滑環位置相關情況)，則須實施野戰檢修程序，因此在訓練砲保士對砲塔保養勤務外，還須學習估工、估時、估料、拆卸與安裝等相關技術。
- (四)戰車內部空間封閉又狹小，各裝置組成型體大小不一，油管及電纜線結構交錯複雜，且內部資訊數位化、訊號傳送、轉換傳遞、回饋運作是無法用肉眼觀察，故在學習油、電路流向時，教官依紙本方式口述引導(由簡入繁

⁴ 陸勤部，〈TM9-2350-48H-20-2 M48H，105 公厘火炮，全履帶戰車砲塔單位保養手冊〉，(桃園縣，陸軍後勤司令部保修署譯印，83 年 6 月 15 日)，頁 134。

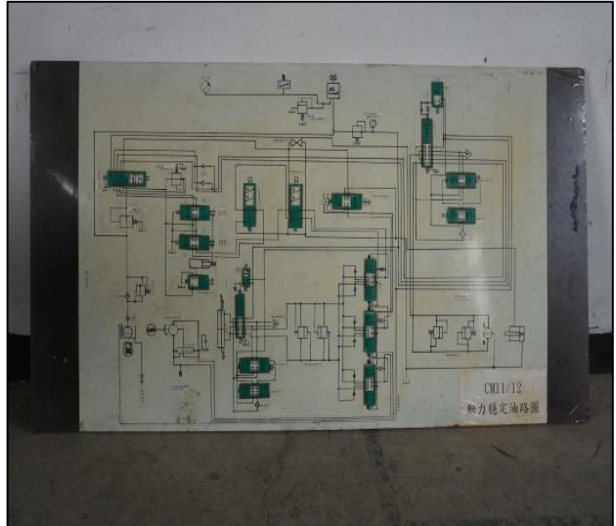
⁵ 陸勤部，〈TM9-2350-253-20-2-2 M60A3(含戰車熱像瞄準具)105 公厘火炮，全履帶戰車砲塔單位保養手冊(下冊)〉，(桃園縣，陸軍後勤司令部保修署譯印，87 年 2 月再版)，頁 157。

由易入難)配合技術手冊圖示教學，(如圖 4、5)，^{6、7}學員僅能透過圖說或掛版，一步一步的用色筆於圖示線路上標記，分別用不同顏色區分實施推導，僅透過上述方式讓自己用想像熟悉系統構成，故多數均不易理解其內部運作原理，進而造成學習障礙狀況。(如圖 6、7)

圖 4-砲塔油電路紙本掛板



圖 5-砲塔油電路機件活動掛板



資料來源：筆者自行拍攝，(拍攝日期：112 年 03 月 24 日)。

圖 6-訓員與教官指導訓練



圖 7-本部自製線路燈活動掛板



資料來源：筆者自行拍攝，(拍攝日期：112 年 03 月 24 日)。

肆、砲塔數位油電路面板訓練模擬器

一、設計基本理念：

模擬器採以計算機軟硬體替代傳統紙本與自製油(奠)路板，使用手機(平板電腦)操作方式，用運用軟體(APP)模式或桌面視窗點選縮放，以模擬實體裝備或裝置，採圖示方式設計課程主題，使隱藏於砲塔內管(線)路於螢幕顯示，與訓員平日使用之 3C 產品相同操作介面，吸引學者注意及便於操作使用，

⁶ 同註 4，頁 188。

⁷ 同註 5，頁 204。



訓員以人數多寡分配訓練小組，以觸控方式點選所需訓練課程，按部就班逐步達到，「雙方互動分析」→「認知反應產生」→「接受指令運作」→「呈現事實結果」，使學者手到，眼到，心到，並透過同儕主動求知、相互討論思考，團體溝通研究，教官適時依學員訓練進度，予以指導或下達狀況，由小組藉模擬器尋找答案，再由各組推派代表向教官作反向訓練回報，以活化訓練方法，激勵學習興趣與求知慾望，拓展邏輯及活化思維，以達自我與集體互動學習及訓練效果。

二、軟、硬體架構：

(一)軟體系統設計：⁸

模擬器軟體程式設計與操作系統模組，區分面板畫面、系統操作採選單式啟動訓練系統畫面，(如圖 8)、觸控式操作、互動導引學習、多維仿真及圖示分解性等便於訓員操作使用，軟體設計有可重複性、偵錯與導引學習功能，並保留升級更新及增加新式戰車訓練軟體空間，功能分述如後。

1. 面板畫面操作：

操作面板螢幕配置以主畫面、兩個輔助畫面及對話框所構成，當點選訓練課目時，主畫面顯示相關油、電路及電纜裝置及多維圖資，(如圖 9)，並可依學習訓練需要，將輔助畫面及對話框以全螢幕顯示，另可自行選定點固定或局部放大與縮小倍率，(如圖 10)。

2. 輔助畫面操作：

區分面板操作區與圖形展示區兩幅畫面，分別位於主畫面下方左、右兩側位置，(如圖 11)。

(1) 面板操作區：

當進入新的線路起點位置時，輔助畫面面板會顯示操作裝置或開關多維仿真圖片，點取外框會螢幕變色恆亮，並模擬開關操作、運轉啟動及輔助音效(如提示語音或機件作動聲響)等功能。

(2) 圖形展示區：

同上鏈結新進度，同步顯示多維仿真圖片(或實物影像)及名稱，點取時外框螢幕會變色恆亮，便於訓員加深學習印象，多維仿真圖資可局部放大、縮小及旋轉，讓訓員以不同視角觀看裝置全貌。

3. 對話框操作：

採跑馬燈設計文字顯現，且敘述該油、電路位置當新的起點線路到達終點時，配合語音說明與點選操作方式協助相關課程教學，說明經路與裝置名稱，並設有故障狀況、文字選擇與料號查詢、返回上一動作、課程選定等功能可供選擇，並採方框選項圖形顯示，(如圖 12、13)。

⁸ 同註 1。

圖 8-面板畫面操作配置圖



圖 9-戰車砲塔電纜配置圖

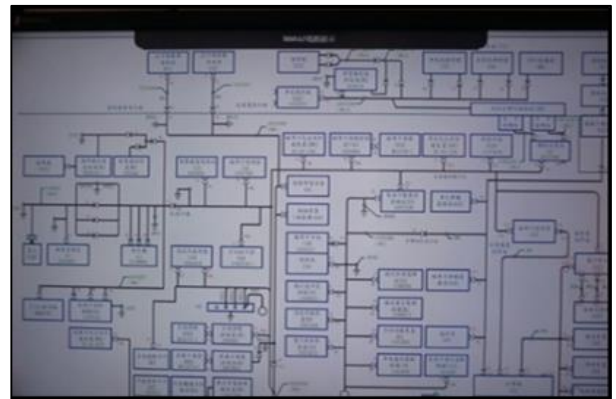


圖 10-局部放大與縮小圖資倍率

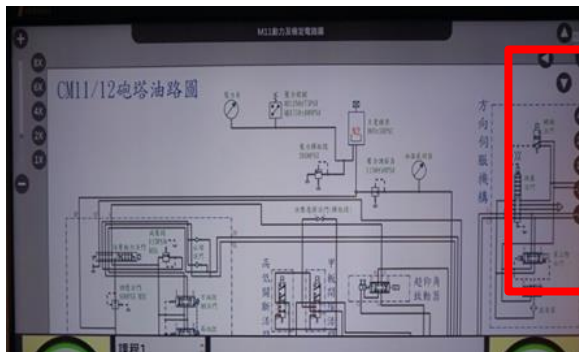


圖 11-左、右側 2 個輔助畫面

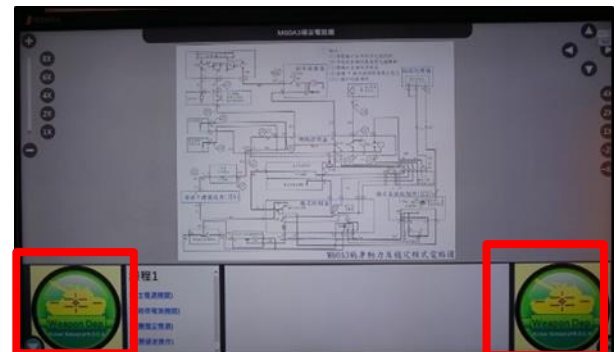


圖 12-對話框文字說明區

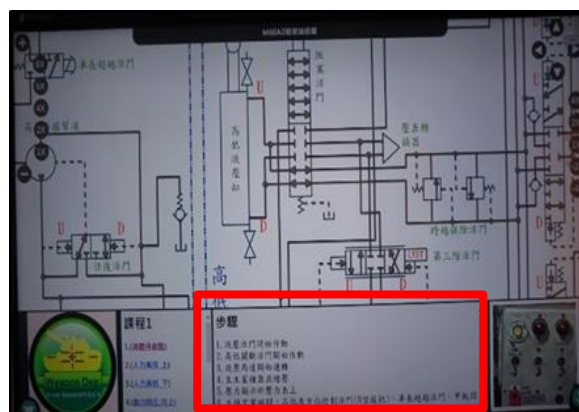


圖 13-故障狀況與料號查詢



資料來源：筆者自行拍攝，(拍攝日期：112 年 03 月 24 日)。

(二)硬體系統設計：

有模擬器「觸控螢幕、主機規格及架設方式」等三大架構設計所組成，規格簡介分述如下：

1.觸控螢幕：

鋼化玻璃顯示畫面，外觀尺寸、解析度、信號輸入、反應速度、螢幕功能控制、觸控精確度等項目，採用目前坊間市售最高技術規格製作。

2.主機規格：

作業系統，處理器、晶片組、記憶體、擴充槽、資料儲存、區域網路、音效及配件等項目，遵國軍移動式媒體管制作業規定，採取存取埠封閉，專機專用與網路實體隔離等後續作業，依資訊設備使用年限及資訊科技進步，採保固期及壽期內維修，屆壽限則採取全系統汰舊換新，避免形成維保消失性商源。

3. 架設方式：(如圖 14、15)

採用壁掛及移動式腳架方式雙重方式架設，可固定架設於專業教室，亦可配合戰車砲塔保養實作訓練，以腳架架設，區分實作與模擬組同步訓練。

圖 14-訓練器面板腳架架設

圖 15-訓練器面板教學實況



資料來源：筆者自行拍攝，(拍攝日期 112 年 03 月 24 日)。

(三)數位訓練課程：

依據砲保士砲塔保養課程(因兩型主力戰車砲塔內部裝備設置差異性大，故採車型區分設計)，(如圖 16)，配合戰車二級技術書刊砲塔定期保養項量、主觀裝備檢查暨妥善率鑑定-砲塔之部與常見故障排除要領，委商將其電子數位化，其操作模式系統功能如後。

1. CM11 戰車：

油路教學面板、動力及穩定系統、主砲及同軸機槍擊發、煙幕彈發射等 4 個主要訓練課目，再依節次細分至次目錄。

2. M60A3 戰車：

油路教學面板、車長小砲塔電力、動力及穩定系統、主砲及同軸機槍擊發、煙幕彈發射等 5 個訓練課目，餘同 CM-11 戰車。

圖 16-區分車型設計課程



資料來源：筆者自行拍攝，(拍攝日期：112 年 03 月 24 日)。

3.訓練操作程序：

訓練課程均已數位化，結合學者慣用 3C 產品螢幕觸控點選，進入所需課目與進度，進入互動式訓練頁面，操作程序及方式，分述如後。

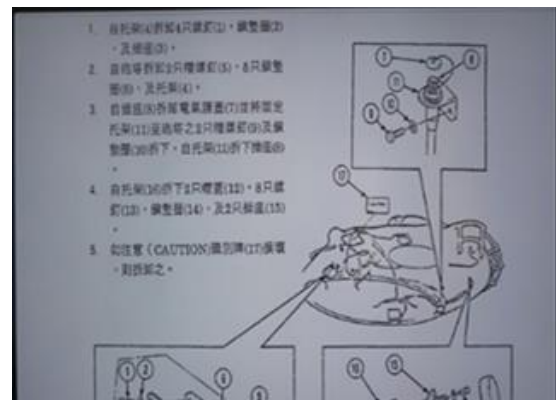
(1)系統開機：

啟動模擬訓練器電腦主機，進入系統畫面全版面，顯示課程名稱、教學及故障排除模式及系統回放(訓後回顧與檢討)等功能選項，教官依課程進度選定所需頁面，若為連續課程教官可就前一日上課終止紀錄，先向訓員說明接續課程重點提示，電子化技術書刊與潤滑令，可藉搜尋查詢所需文、圖說明，先點選技術書刊查詢頁面，(如圖 17)，再點選液壓油路符號介紹，點取技術書刊所需章節，(如圖 18)，目錄外框會變色恆亮，並可以觸控筆或手指書寫文字與手繪圖形與內建引導語音等功能，由教官引導學員進入學習情境，訓員可針對不懂之處，向教官提出問題，因不需要反覆翻動技令，可迅速採取機會教育與活用軍隊教學法，擷節訓練時間，增益訓練效果。

圖 17-書刊查詢目錄



圖 18-技術書刊內容

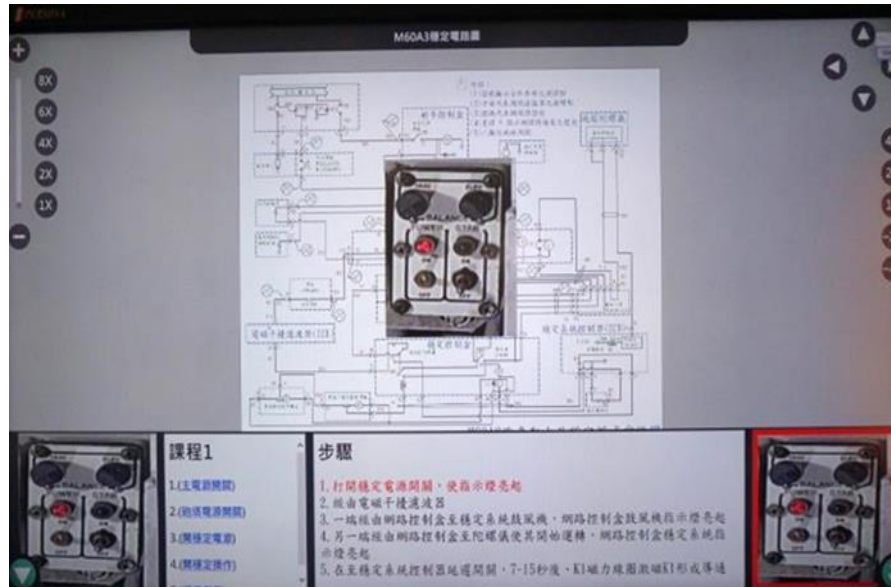


資料來源：筆者自行拍攝，(拍攝日期：112 年 03 月 24 日)。

(3)主畫面操作：

課程所需頁面與頁面轉換之間運作時，點取時外框會變色恆亮，並於對話方框出現目前敘述文字及選擇等功能，油、電路以顏色變換採閃爍流動方式呈現經過路徑，(如圖 19)。

圖 19-主畫面操作頁面

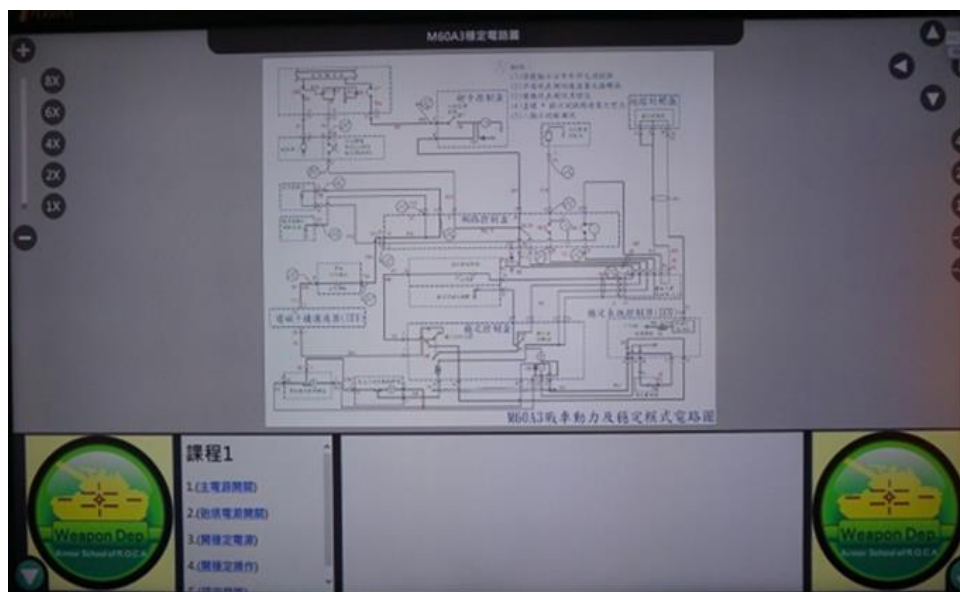


資料來源：筆者自行拍攝，(拍攝日期：112 年 03 月 24 日)。

(4)輔助面板操作：

點取時主畫面會將線路圖所在位置放大圖示，外框會變色恆亮，操作物件時會產生裝置作動與示意音效，並於對話方框出現所需保養、檢查與故障排除之程序、步驟及要領。方向與倍率鍵，可選擇圖資所需範圍及放大倍率，惟輔助畫面顯示為電子化技令文字與平面圖資，若需進一步顯示多維圖資則需進入圖型展示頁面，輔助面板可同時選取完整路徑圖、接續點位置及部分件連結圖等選擇功能，(如圖 20)。

圖 20-輔助畫面操作頁面



資料來源：筆者自行拍攝，(拍攝日期：112 年 03 月 24 日)。

(5)圖形展示操作：

內建多維圖資或實體照片，點取時外框會變色恆亮，圖資或照片產生作動與音效，並於對話方框出現文字及選擇等功能，(如圖 21)。

圖 21-圖形展示操作頁面

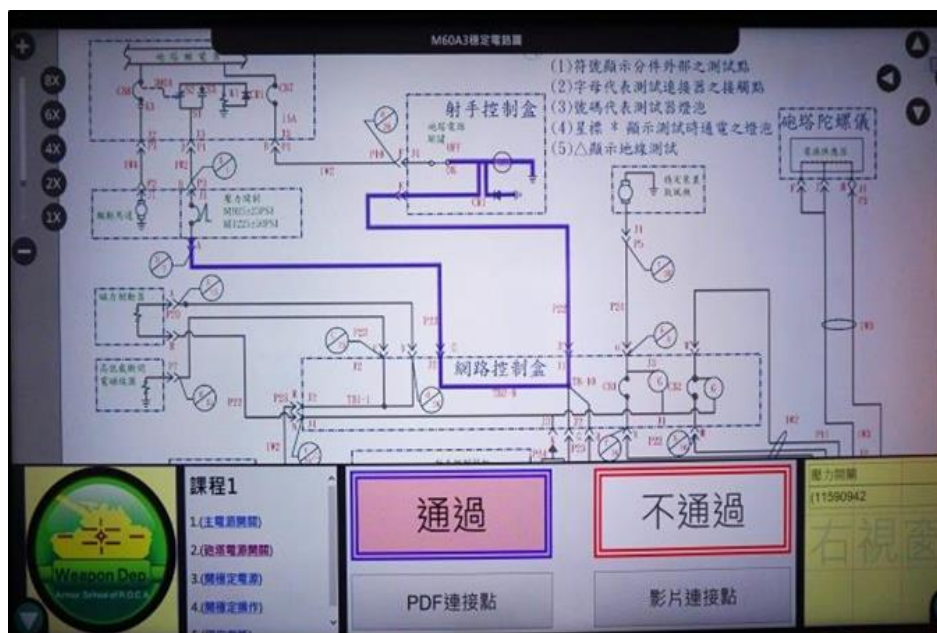


資料來源：筆者自行拍攝，(拍攝日期：112 年 03 月 24 日)。

(6)對話內框操作：

說明裝置作動方式，依主畫面當新的起點線路到達終點時且敘述該位置，說明經過線路與裝置名稱，並內有故障狀況、文字選擇與料號查詢、返回上一動作、課程選定等功能選擇，並採方框選項顯示，(如圖 22)。

圖 22-對話內框操作頁面



資料來源：筆者自行拍攝，(拍攝日期：112 年 03 月 24 日)。

4.系統圖資依戰車車型，以實物掃描成多維模組或書刊相關裝置拍攝，其砲塔內部爆炸圖與主件圖示，裝置成像內容分述如後：

- (1)射手 H 形握把總成，(如圖 23)、車長超越握把與掌形開關內部裝置。
- (2)高低機總成、鎖定閥、制退機，(如圖 24)。
- (3)砲尾機構總成，(圖 25)、主砲保險開關、同軸機槍架，(如圖 26)。
- (4)人力高低握把總成、人力擊發總成、人力方向握把總成。
- (5)人力蓄積器整體總成、壓力表、磁力線圈。
- (6)液壓儲油桶、馬達總成、釋放閥。
- (7)砲門整體總成、發火機、電流導桿，(如圖 27)。
- (8)方向機總成，(如圖 28)、反空迴裝置、針狀鎖，(如圖 29)。
- (9)輸出裝置、彈道驅動器，(如圖 30)、超仰角裝置、十字線投影器。
- (10)兩種主力戰車外觀整體與射擊效果呈現。

圖 23-H 形握把總成多維模組

圖 24-鎖定閥多維模組



圖 25-砲尾機構總成多維模組

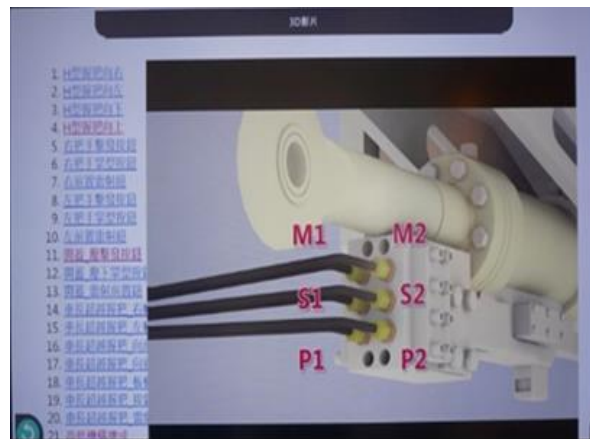


圖 26-同軸機槍架多維模組



圖 27-砲門細部組件多維模組



圖 28-方向機總成多維模組



圖 29-針狀鎖組件多維模組



圖 30-彈道驅動器多維模組



資料來源：筆者自行拍攝，(拍攝日期：112 年 03 月 24 日)。

四、運用互動式教學與自我(主)學習：

(一)互動式教學：

簡單來說就是「教學相長」意涵，系指人與人在討論中特殊產生人際互動性，是導師與學者因不同程度與特質於課程之間發生各種問題研討，而過程中如備課、講評、作業、測驗等行為，所有相關事物一連串的形成相互牽引，使其產生興趣同時學習行為中不斷延展，便能在教學課程中積極進行問題教導、實現共鳴概念、實際邏輯推理，故學者將資訊匯集得知最終答案，發揮科學主體性效應，完成學習任務，亦能形成互動式教學理念，⁹ (如圖 31)。

⁹ 司徒達賢，〈互動式教學有何不同〉，(台北市，今周刊，108 年 01 月 01 日)，<https://www.businesstoday.com.tw/article/category/154685/post/200901010011>，(檢索日期：2023 年 03 月 20 日)。

圖 31-互動式訓練方式

(1)教官備課準備



(2)學員訓練操作



(3)助教實施測驗



(4)教官訓後講評



資料來源：筆者自行拍攝，(拍攝日期：112 年 03 月 24 日)。

(二)自我(主)學習：¹⁰

從於 20 世紀 60 年代 1961 年，美國學者霍爾，對成人學習者區分了三種類型的學習動機，區分為「目標導向型、活動導向型與學習導向型」。學習導向型後來又被界定為自我導向學習理論的基礎，然 1975 年美國成人教育之父諾爾斯(Knowles)，提出自我導向學習定義，為依據自身學習需求定訂規劃，產生目標開始實施，並尋求資源後自我評價結果之過程，多位學術界學者從不同觀點開始有系統研究，得知理論大致相同以「自我激勵、監控及管理、達成目標」等重點階段，意涵是學習者有自動自發的心態，在學習行為中表現出獨立自主特性效果，展開主動學習產生強烈興趣及明確的動機，進行導向在過程不斷激勵自我意識，並始終保持旺盛求知的好奇心，簡單來說就是「自我實踐，莫忘初衷」，是一種自發性、有目的、有計畫、獨立進行，以提高自身需求為學習目標過程的態度，(如圖 32)。

¹⁰ 陳茂祥，〈自我導向學習理論及其在成人教育上的啟示〉，(台中縣，朝陽科技大學學到第 6 期，90 年 6 月)，<https://www.cyut.edu.tw~cmc/w14.htm>，(檢索日期：2023 年 03 月 20 日)。

圖 32-自我學習模式

(1)學員發掘問題討論



(2)學員實機尋求解答



資料來源：筆者自行拍攝，(拍攝日期：112 年 03 月 24 日)。

(三)小結：

筆者認為教官若經驗不足或拘泥形式，均採一言堂方式傳統教學法，教官設定問題、講述答案在黑板加上影片及 PPT 授課，結果學者變成被動學習法、不知思考問題、邏輯停止、勤作筆記、只會跟著作不能理解，進而演變成填鴨式灌輸訓練，因了無創新與未有教學互動(教學相長)，容易產生學習意願下降，若要啟發學者突破自身學習障礙產生、提升邏輯理解能力，須運用互動式教學與自我(主)學習二種方法及配合輔教器材(面板訓練器)，才能提升教學品質及成效，(如圖 33)。

圖 33-輔助訓練教材

(1)內建影片示意圖



(2)教官與學者共同研討



資料來源：筆者自行拍攝，(拍攝日期 112 年 03 月 24 日)

伍、傳統與數位輔助訓練模擬器訓練成效比較

依據課程基準規劃，112 年二級砲塔保養班隊召訓，有儲備砲保士官班、射擊師資班等班隊，人數共計 51 員，依訓員入伍民間專長區分三大類，如文學類(普通科、應用數學、應用語文等)、商業類(保險、餐飲、幼保、管理科等)、工業類(汽修、電機、機械、資訊、建築等)，實施人員職類素質比較，以商業科佔總人數比例居多，分析狀況，(如表 1)。



表 1-班隊素質分析表

畢業科系 \ 班隊	砲塔二級保養班	射擊師資班	合計
文學類	5	3	8
商業科	13	10	23
工業類	5	15	20
小計	23	28	51

資料來源：筆者自行製作表格，(製作日期：112 年 12 月 26 日)。

學員於有戰車砲塔內油、電路系統部份相關課程訓練，使用紙本圖與簡易自製線路燈板及數位模擬器方式施訓，運用成效分析及比較狀況，(如表 2)。

表 2-運用成效比較分析

名稱 \ 項目	紙本或看板式 油電路圖		燈泡式 油電路圖		數位模擬器 油電路圖	
	方式	比較	方式	比較	方式	比較
操作人數	1 人	劣	2 人以上	佳	2 人以上	優
器材 便利性	紙本	概同	掛板	概同	電腦軟體	概同
設施 準備	鉛筆 橡皮擦 多種色筆尺	概同	燈泡 電線 木板	概同	觸控式面板 電腦 移動架	概同
擺放 地點	不限	優	空地	劣	教室	劣
功能性	無	劣	按鈕亮燈	佳	情境模擬影像	優
教學 模式	1 對 1 教學	劣	1 對多教學	佳	自動導覽 多元方式教學	優
自主 學習	無	劣	無	劣	互動式教學	優
查詢 方式	翻閱書本	劣	翻閱書本	劣	電腦快速搜尋	優
鑑測 模式	人工	劣	人工	劣	自動	優

理解 完成 使用 時間	新手: 48 小時 熟手: 24 小時	劣	新手: 24 小時 熟手: 12 小時	佳	新手: 1 小時 熟手: 30 分鐘	優
總評 結果	劣		佳		優	

資料來源：筆者自行製作表格，（製作日期：112 年 12 月 26 日）。

（三）小結：

筆者以 112 年度班隊素質為例，觀察學員於課堂上學習砲塔故障排推導，有關油、電問題，並於課後採依表 2 條列（操作人數等 9 項）口述問答方式驗證得知，發現使用傳統（紙本或看板式及燈泡式油電路圖），教官必須花費更多時間講授與精神於黑板解釋及筆記基本學（原）理，學者認為對學習與思考成效不佳。若教官配合數位模擬器內油、電路動畫流動與影片方式互動，學者能在講授不懂部份運用此套裝備強化自主練習，學者表示教學品質及邏輯理解有加成果，能奠定爾後作業之基礎。

陸、結論

教學問題永遠不是單方面解決重點還是學者，當意願激發興趣主動培養邏輯，慾望強烈到某種程度就會顯現自我實踐，當然這個方法是需要自身尋找研究與應用，若現今還在運用傳統方式來教學，對現在學習者是非常枯燥乏味的，無法提取學習及操作興趣，就失去學習成效與教學意義，因為現代人不管在「生活、娛樂、工作」，都已習慣有電子化科技輔助，所以學習不應該是只有單純黑（白）板寫字、放投影片或影帶、看畫板配合講解就能提升教學品質與效果，筆者認為只會侷限思考邏輯，俗話說地好不經一事、不長一智，自己動手樂趣更多，人需要時間不斷自我嘗試，所以學習成長空間不因該受天候好壞、分組時間、裝備多寡而受到限制。

戰車裝備妥善有賴乘員細心操作與砲保人員定時保養與檢測，故在初始階段應該讓學習者滿足相關問題解決方法，獲得知識並配合實機問題查詢實車故障操作，目前此套系統雖屬雛型階段，但可持續擴充教學內容，持續改能升級進入實用化階段，可列小型軍品研發，呈報司令部採購，配發給部隊二級廠使用（2-4 套），讓二級砲塔保養人員能隨時查詢，於駐地、專精及基地訓練實施定期及不定期檢修時，針對戰車砲塔問題不會因書刊不足或破舊導致無法索引，或是遇到各種未知突發狀況無跡可尋產生疑惑及苦惱，進而提升保養及檢測能力與經驗，縮短故障排除作業時間，以維護主力戰車妥善。



參考文獻

一、書籍：(訓練、操作手冊及技令)

- (一)林騰威，《裝訓部砲塔數位油電路面板訓練模擬器訓練手冊》，(新北市，數位地球科技有限公司，107年09月20日)。
- (二)裝訓部，《陸軍 M60A3TTS 戰車操作手冊第二版》，(桃園市，國防部陸軍司令部印頒，103年07月31日)。
- (三)裝訓部，《陸軍 CM11/12 戰車操作手冊第二版》，(桃園市，國防部陸軍司令部印頒，103年07月31日)。
- (四)陸勤部，《TM9-2350-48H-20-2 M48H，105 公厘火炮，全履帶戰車砲塔單位保養手冊》，(桃園縣，陸軍後勤司令部保修署譯印，83年06月15日)。
- (五)陸勤部，《TM9-2350-253-20-2-2 M60A3(含戰車熱像瞄準具)105 公厘火炮，全履帶戰車砲塔單位保養手冊(下冊)》，(桃園縣，陸軍後勤司令部保修署譯印，87年2月再版)。
- (六)陸勤部，《TM9-2350-253-20-2-1 M60A3(含戰車熱像瞄準具)105 公厘火炮，全履帶戰車砲塔單位保養手冊(上冊)》，(桃園縣，陸軍後勤司令部保修署譯印 84年06月15日)。
- (七)陸勤部，《技術手冊 TM9-2350-253-20P-2 M60A3，105 公厘加砲全履帶戰車及熱像瞄準具砲塔單位保修理零件及特種工具表》，(桃園縣，陸軍後勤司令部譯印，89年03月01日)。
- (八)陸勤部，《潤滑令-LO9-2350-253-12 M60A3(M60A3 含 TTS)，105 公厘火炮，全履帶戰車》，(桃園縣，陸軍後勤司令部保修署譯印 84年06月15日)。
- (九)陸勤部，《TM9-2350-48H-20P-2 M48H，105 公厘火炮，全履帶戰車車殼單位保養手冊理零件及特種工具表(第二冊)》，(桃園縣，陸軍後勤司令部譯印，82年11月01日)。
- (十)陸勤部，《潤滑令-LO9-2350-48H-12 M48H，105 公厘火炮，全履帶戰車》，(桃園縣，陸軍後勤司令部譯印，81年01月)。
- (十一)裝訓部，《陸軍裝甲兵訓練指揮部 111 年課程基準規劃》，(新竹縣，陸軍裝甲兵訓練指揮部，111年03月15日)。

二、網際網路

- (一)司徒達賢〈互動式教學有何不同〉，(台北市，今周刊，108年01月01日)，<https://www.businesstoday.com.tw/article/category/154685/post/200901010011>)。
- (二)陳茂祥，〈自我導向學習理論及其在成人教育上的啟示〉，(台中縣，朝陽科技大學學到第6期，90年6月)，<https://www.cyut.edu.tw~cmc/w14.htm>。

筆者簡介



姓名:陳文龍

級職:士官長教官

學歷:領導士官班 85 年班、裝校士高班 91 年班、士官正規班 26 期。

經歷:班長、助教、現任裝甲兵訓練指揮部兵器組士官長教官。

電子信箱:軍網：army099014608@army.mil.tw

民網：ckcbb@yahoo.com.tw