

精進遙控槍塔覘視校準程序之研析

作者/吳承歡少校



志願役預官 89 年班，陸軍步兵學校正規班 343 期，現任職步兵訓練指揮部兵器教官組教官

提要

- 一、校準之目的乃在期使武器達到「瞄到哪，打到哪」之要求，然在武器的校準方式中，除有利用彈藥實施歸零射擊外，亦有使用覘（膛）視校準器材的校正方式，一般稱之為覘（膛）視校準，而此種方式具有節省彈藥、節省歸零時間及增進部隊射擊效能等好處。
- 二、「覘視校準」是透過槍（砲）身軸線、瞄準線與彈道三者關係所形成之「射表」，藉由交會法或平行法，使武器在不射擊任何的彈藥狀況下，就能完成初步的校準動作，同時使武器瞄準具在出廠後，其方向及俯仰修正機構仍能留有足夠之修正空間，可供射手在各種不同條件下實施修正。
- 三、良好的射擊成效除需具有精良的武器系統外，更需仰賴精確的校正程序及工具，然 CM33 輪型戰鬥車在經部隊實際接（換）裝驗證後，發現在現行覘視校準操作程序中，有環境場地受限、人員操作危安及校準精準度不足、車用電池蓄電量等問題存在亟需改進。
- 四、精準射擊為武器最重要之一環，因此如何在實施槍塔歸零射擊前，有效縮短覘視校準時間、強化人員安全性及提升校正準確度，是本研究的重點。

關鍵詞：覘視校準、歸零射擊、覘視鏡

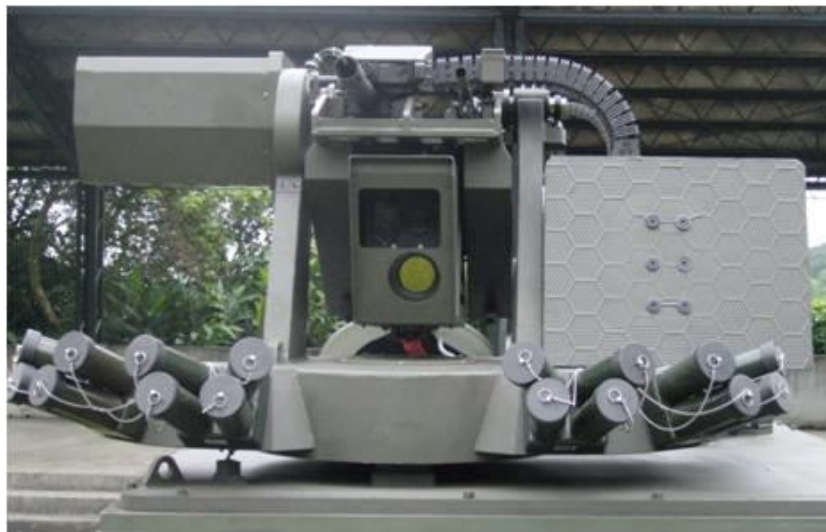
壹、前言

所謂「規視校準」即是在車裝武器歸零射擊前，達到「瞄到哪，打到哪」之校準動作；本軍「T91 40 公厘榴彈機槍遙控槍塔」在規視校準上，則是藉 TS-96 式多功能砲管規視鏡來實施，主要在使 T91 40 公厘榴彈機槍、T74V1 7.62 公厘機槍與觀瞄系統三者之軸線，能在特定距離（500~600 公尺）上交會，以提升武器命中精度。然在接（換）裝驗證後，因準則校準程序中有注意事項及要領未加說明，另有規視鏡與武器系統未能完全密合等，此情形易造成人員在操作精準度受到影響，故藉強化現行準校程序作法並研究改進方式，有效提升「40 公厘榴彈機槍遙控槍塔」射擊命中率，將可作為其他型式槍塔研製之參考。

貳、槍塔組成

遙控槍塔(圖一)主要包含「武器系統」、「觀瞄系統」與「射控系統」三大部份，其各系統分述如后：

圖一 遙控槍塔



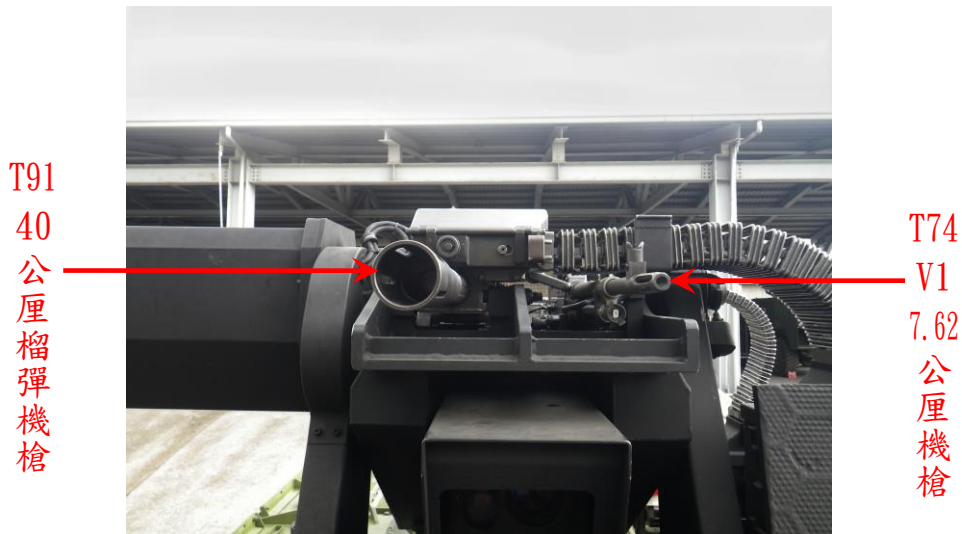
資料來源：作者自行拍攝

一、武器系統：(圖二)

位於槍塔正上方，由 1 挺 T91 40 公厘榴彈機槍、1 挺 T74V1 7.62 公厘機槍與 16 管 66 公厘煙幕彈發射器所組成，主要武器為 40 公厘榴彈機槍與 7.62 公厘機槍，而煙幕彈發射器則是輔助武器(僅用於干擾及阻礙敵之觀測)，因兩種機槍由同一射控系統操控，且射表均不同，故同一時間內僅能選擇其一實施射擊，而武器系統亦須先完

成校準再實施歸零射擊，始可節約彈藥與提升歸零射擊效果。

圖二 武器系統



資料來源：作者自行拍攝

二、觀瞄系統：(圖三)

位於武器系統正下方並與之同軸，全系統是由熱源成像儀、CCD 可見光攝影機及雷射測距儀所組成，射擊中主要是藉熱源成像儀及 CCD 可見光攝影機進行目標搜索、觀測、辨識及瞄準，再利用雷射測距儀完成目標的距離判定，同時透過射控系統內建射表，自動調整武器系統仰角與風偏修正，⁴³此時，射手僅需打開保險射擊即可命中目標。

圖三 觀瞄系統



資料來源：作者自行拍攝

⁴³ 張開耀，〈彈道係數的修正〉，<http://blog.renren.com/share/156340635/11808157992>，頁 01。(檢索時間 104 年 2 月 14 日)

三、射控系統：(圖四)

位於武器及觀瞄系統下方之車內，由射控盒、射控電腦（內建彈道計算機）及射控手柄所組成，射控盒是各系統的電源開關，射控電腦則是一台觸碰螢幕式的平板電腦，負責顯示所有射擊資訊與影像畫面之調整，同時內建彈道計算機，可將雷射測距儀測得之數據，轉換成修正資訊，並自動完成武器系統之射向調整，而射控手柄則是控制槍塔的方向調整與武器系統擊發。

圖四 射控系統



資料來源：作者自行拍攝

參、時機與方式

校準之目的乃在依據武器之彈道或彈著，⁴⁴藉以修正槍（砲）身軸線與瞄準線之偏差，使瞄準線與彈著點相符，期以達到較精準的射擊效果，簡而言之就是確保武器「瞄到哪，打到哪」。

一、校準時機：

校準通常會依據環境、場地、狀況與武器特性不同，而採用不同的實施方式，一般區分不需射擊的「規視校準」與要射擊的「歸零射擊」兩種，因多人操作武器須考量殺傷威力、射擊距離與彈藥價格等相關因素，故大多以「規視校準」為主，且部份武器還會再配合「標定槍」或「觀測槍」來輔助，⁴⁵使校準功能更為精準；而單兵配賦之步槍無此限制，是直接利用實彈來實施「歸零射擊」，以完成個人武器之校準工作，但不論是採取何種校準方式，其目的均是

⁴⁴ [彈道]為槍（砲）彈自靜止位置被火藥瓦斯氣體推擠出槍（砲）口，而飛行於空中，至碰觸目標所行經之路線，但一般普遍僅係指自槍（砲）口至目標之一段而言。

⁴⁵ 《國軍地面部隊輕兵器射擊訓練—一〇六無座力砲》，頁 25。

在使彈藥能精準命中目標。

(一) 覘視校準：

通常是武器出廠前或更換瞄準具、槍機與槍管等重要機件；另外在實施實彈射擊前、歸零時發生瞄準具修正量過大等狀況均需實施。

(二) 歸零射擊：

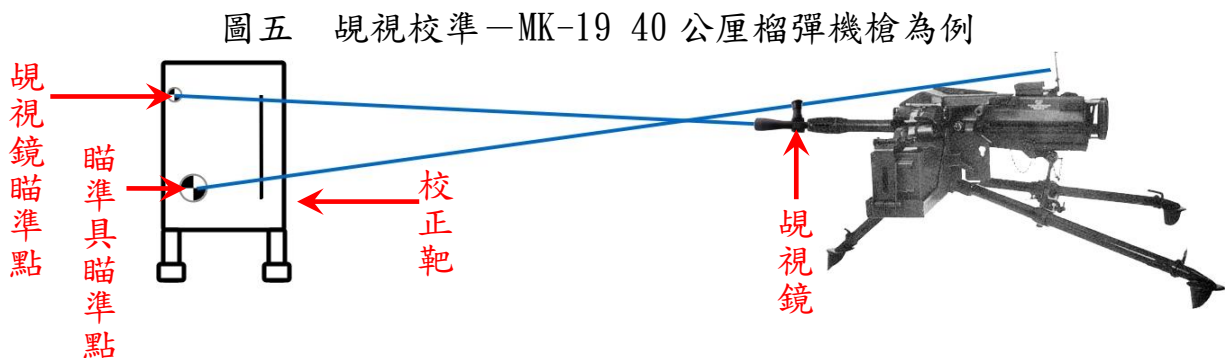
武器於出廠後，實施第一次實彈射擊前、武器長時間未實施射擊、更換瞄準具、槍機及槍管等重要機件、武器無法精準命中目標、天候環境極大變化等均需實施歸零射擊。

二、校準之方式：

為使武器能達到「瞄到打到」之要求，部隊通常採用「歸零射擊」，但此方式對於補給與保修而言，所耗費之時間、人力與成本等相對提高，對於靶場之要求亦較嚴格（尤其是多人操作武器或高價彈藥武器）；然為使武器出廠時，瞄準具仍能保有一定之精準度，一般會先利用覘視鏡、膛視校準儀或槍膛歸零器等器材，來實施瞄準具與武器軸線間的校準工作，稱之謂「覘視校準」（或膛視校準），其效果是可以縮減校準時間及彈藥消耗。

(一) 覘視校準：(圖五)

「覘視校準」是藉由槍（砲）身軸線、瞄準線與彈道三者關係所形成之「射表」，⁴⁶利用遠方交會法、校正靶校正法或膛視校準儀（為平行法），⁴⁷使武器在不需射擊任何彈藥，就能完成初步性的校準，使三者間取得最小偏差量，以利後續實彈歸零射擊，同時期使瞄準具在出廠後，其方位及俯仰修正機構仍能留有足夠之修正空間，可供射手在配合各種狀況、天候、地形下實施修正。



⁴⁶ 《國軍軍語辭典-第六章》，頁 6-36。

⁴⁷ 《特種兵器參考補充資料》，頁 16。

資料來源：作者自行拍攝及繪製

(二) 歸零射擊：

「歸零射擊」是藉由彈道與瞄準線間之關係，在特定距離下利用彈藥實施射擊，以獲知瞄準線與彈著點間之偏差，並藉由結果來修正瞄準具，使兩者間能相互吻合，以達校準之目的，然因每個射手及武器間均有差異性存在，如射擊習慣、射手體型及武器狀況等，故歸零射擊應盡量讓武器及射手固定，方能達到最好之效果，然除上述原因外，尚包含外在環境及彈藥素質等因素，均會影響歸零後之結果。

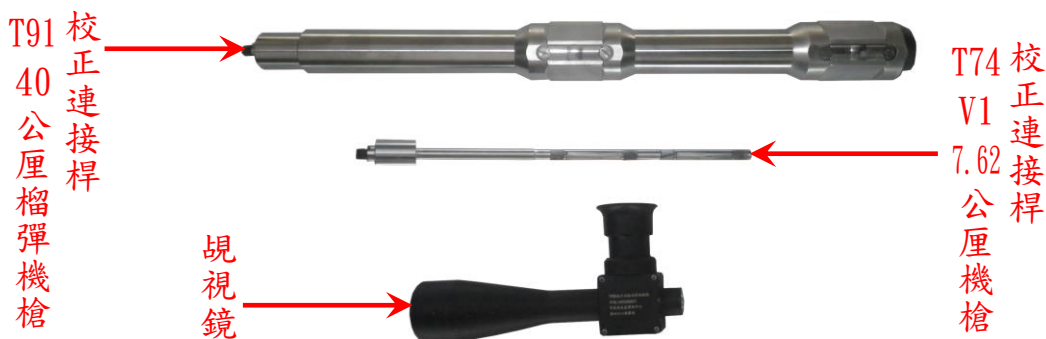
肆、校準程序

T91 40 公厘榴彈機槍遙控槍塔實施規視校準，主在使武器系統的槍身軸線（T91 40 公厘榴彈機槍與 T74 V1 機槍）與觀瞄系統瞄準十字中心線相重合（遠方交會法），以取得兩者間最小之偏差，使 40 遙控槍塔在實施雷射測距後，能以此基準線做為內建射表調整之依據，藉此使瞄準線與彈道相吻合。

一、規視鏡簡介：

規視鏡是一種光學校正儀器，用以調校武器系統及觀瞄系統，使兩者能同時對準同一或各自瞄準點，以縮短歸零射擊時間，提升部隊射擊效能，目前 T91 40 公厘榴彈機槍遙控槍塔所使用的規視鏡為 TS-96 式多功能砲管規視鏡（圖六），⁴⁸為軍備局 402 廠參照美造規視鏡所自製。

圖六 TS-96 多功能砲管規視鏡



資料來源：作者自行拍攝

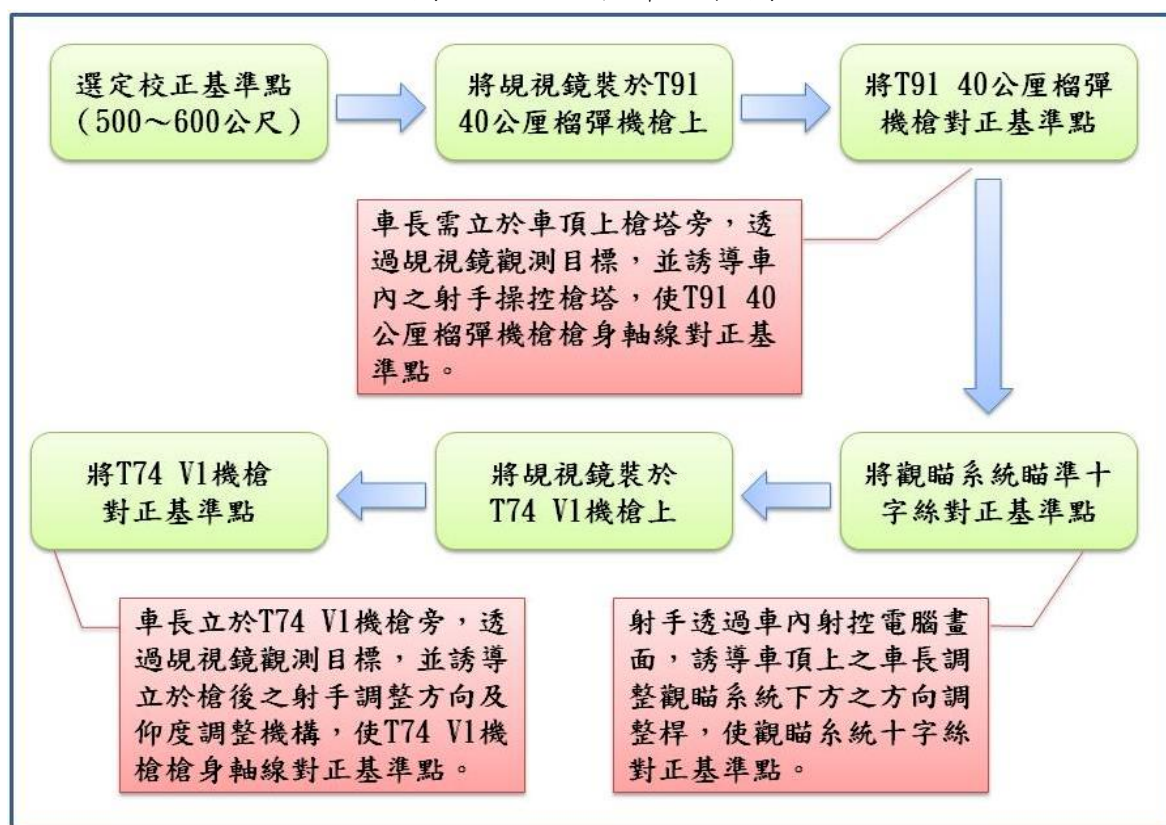
⁴⁸ 《TS-96 式多功能砲管規視鏡-單位操作及保養手冊》，頁 1。

重要諸元分別為倍率：10 倍、視角：4.75 度、觀測距離：2000 公尺、十字刻劃線：1 密位/格、操作溫度：10-50℃等。

二、覘視校準程序：⁴⁹（圖七）

遙控槍塔實施覘視校準時，是先選擇遠方校正基準點（通常選擇 500~600 公尺之明顯目標物），再以 T91 40 公厘榴彈機槍之槍身軸線為校正基準線（該槍架為固定式無法調整，故以此為校準基線），並藉由覘視鏡使其對正基準點（此調整動作是射手操控槍塔，使 T91 40 公厘榴彈機槍槍身軸線對正選定之校準點），最後再將觀瞄系統瞄準十字中心及 T74V1 7.62 公厘機槍之槍身軸線修正至該點上，使三者均能對正同一基準點，以完成覘視校準程序。

圖七 覘視校準流程圖



資料來源：作者自行繪製

伍、現況檢討

覘視校準為歸零射擊前之重要項目，該程序雖無法完全取代歸零射擊，但若能夠準確地完成是項動作，除能有效縮短歸零時間，減少歸零所需耗費之彈藥外，亦可避免因射擊時偏差過大，而形成跳彈等危安情事發生，對歸零射擊時有莫大之助益。然本軍現行 T91 40 公厘榴

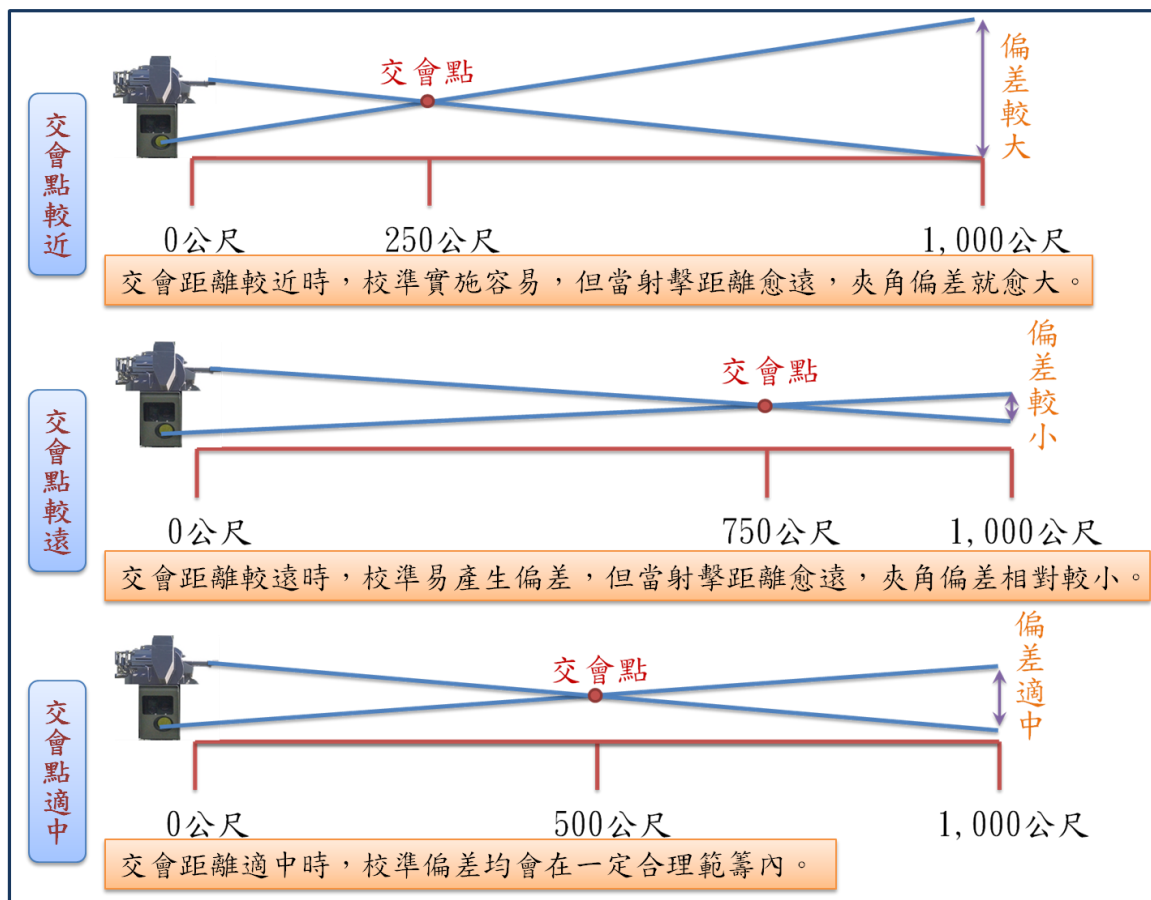
⁴⁹ 《陸軍八輪甲車—遙控槍塔操作手冊（第一版），100.11》，頁 6-45。

彈機槍遙控槍塔雖亦有相關覘視校準程序，但在實際部隊接（換）裝後，仍是有些許窒礙問題產生，對於校正程序、成效、場地、環境與危安等，均有相對之影響，以下就相關校準問題研析分述如后：

一、場地距離有限，無法達到校準要求：

覘視校準為歸零射擊前之先期準備工作，目前在 T91 40 公厘榴彈機槍遙控槍塔上所採用之校正方式為「遠方交會法」，此種校準方式為求武器精準度，一般會選擇適當的距離做為覘視校準之交會點，但交會距離的遠近，卻對結果有著不同的影響（圖八），而 T91 40 公厘榴彈機槍遙控槍塔則是定於 500-600 公尺（40 公厘榴彈機槍有效射程為 1,500 公尺），然因許多部隊受限於營區位置及大小，不易尋得適當之校準點，因此，往往無法有效地實施覘視校準之工作（校準距離過近），且若遇到天候狀況不佳時，更是無法實施，嚴重影響歸零射擊之時間及安全性（偏差過大時，亦會增加跳彈之機率，其中尤以 T74 V1 機槍更甚）。

圖八 交會點距離遠近之影響



資料來源：作者自行繪製

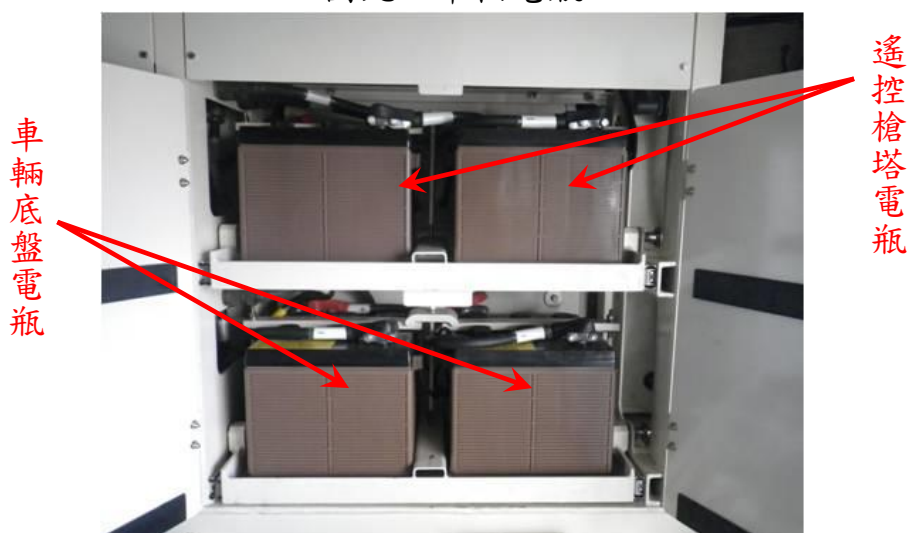
二、國造覘視鏡精度不足，影響校準成果：

規視鏡在使用時，須與校正結合桿相結合，再由武器槍口前端放入槍管內，藉以取得槍管中心軸線（槍身軸線），然現行使用之國造 TS-96 式多功能砲管規視鏡，在與 T91 40 公厘榴彈機槍及 T74V1 7.62 公厘機槍槍管結合時，因校正結合桿與槍管內壁定位不足，⁵⁰易形成偏移現象，使操作人員無法有效實施規視校準，其中尤以武器完成調校後，需將規視鏡轉向 180° 以驗證結合正確性時，常出現偏差過大之情形（規定為十字中心不可偏差超過 0.1 密位），造成歸零射擊偏差過大。

三、槍塔電瓶狀況不穩定，常無法於熄火狀態下實施校準：

在遙控槍塔操作手冊中明定，⁵¹實施規視校準時，車輛需停於平坦路面上，將引擎熄火並啟動煞車裝置，避免因車輛引擎震動，而影響校正精準度，雖 CM33 輪型戰鬥車目前電力系統是將車系底盤與槍塔獨立分開（圖九），槍塔電力系統可以在熄火狀態下供電（但電瓶回充時仍須發動車輛），經過實際接裝經驗中發現，槍塔在車輛熄火狀態下使用，部份車輛常在短時間內就出現電瓶供電不足之情形，所以就必須要在發動車輛引擎狀態下操作，如此將影響校正精準度，同時引擎聲也會干擾校準人員之訊息傳遞，增加錯誤率與時間增長，此等狀況除與準則所律定之校準要求不符外，亦無法達到作戰需求（槍塔於作戰時，除可以火力支援友軍作戰外，於經常戰備時期，亦可以藉觀瞄系統實施警戒、觀測、偵察及搜索等任務）。

圖九 車輛電瓶



資料來源：作者自行拍攝

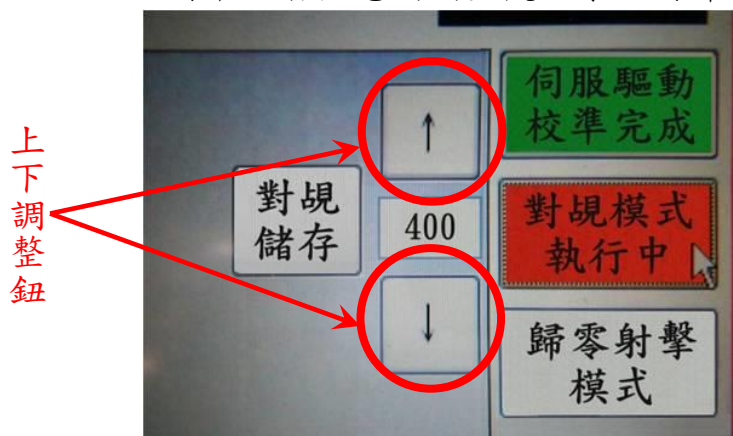
⁵⁰ 邱俊璋，〈遙控槍塔武器射擊校正輔助工具-規視鏡之研析〉《步兵季刊》，第 248 期，民國 102 年 5 月，頁 9

⁵¹ 《陸軍八輪甲車-遙控槍塔操作手冊（第一版）》，100.11》，頁 6-44。

四、方向調整桿空間狹隘，操作不易：

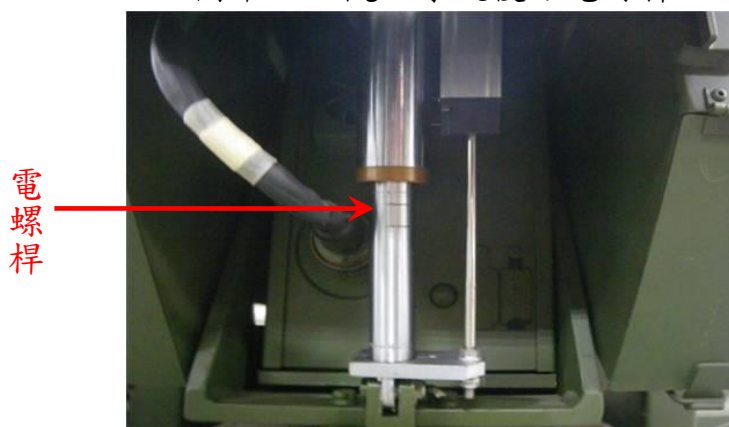
觀瞄系統在實施規視校準時，俯仰角度調整是於射控電腦上修正（圖十），採用電子方式調整觀瞄系統後方之電螺桿（圖十一），使其產生俯仰修正動作；另方向調整機構是採機械螺桿方式設計，調整時需以 13 公厘梅開扳手實施操作，其位置是在觀瞄系統的正下方，與槍塔間之距離狹窄（槍塔角度為 0° 時，僅約 12 公分），操作人員調整作業時不容易操作工具（圖十二）。在操作時，除人員需俯撐於槍塔前方，調整時動作無法持久，亦因頭部或身體擋到觀瞄系統的視界，影響車內射手之觀測（因調整方向時，車內之射手需以口令誘導車上之操作人員修正方向），使校準時間增長。

圖十 射控電腦調整觀瞄系統俯仰



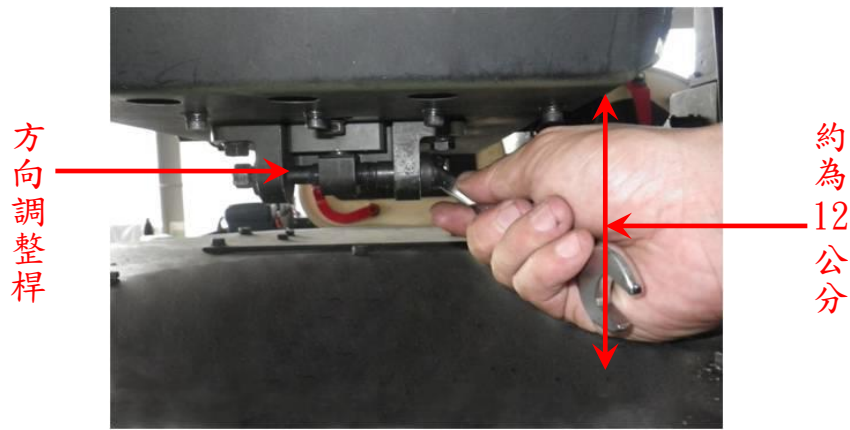
資料來源：作者自行拍攝

圖十一 觀瞄系統後方電螺桿



資料來源：作者自行拍攝

圖十二 觀瞄系統下方調整空間狹小

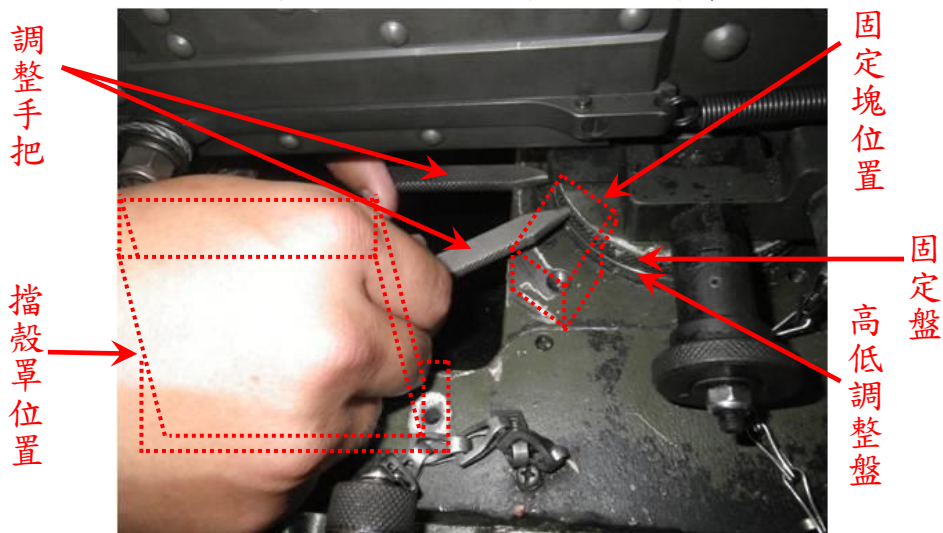


資料來源：作者自行拍攝

五、T74 V1 機槍調整機件結構複雜，操作不便：

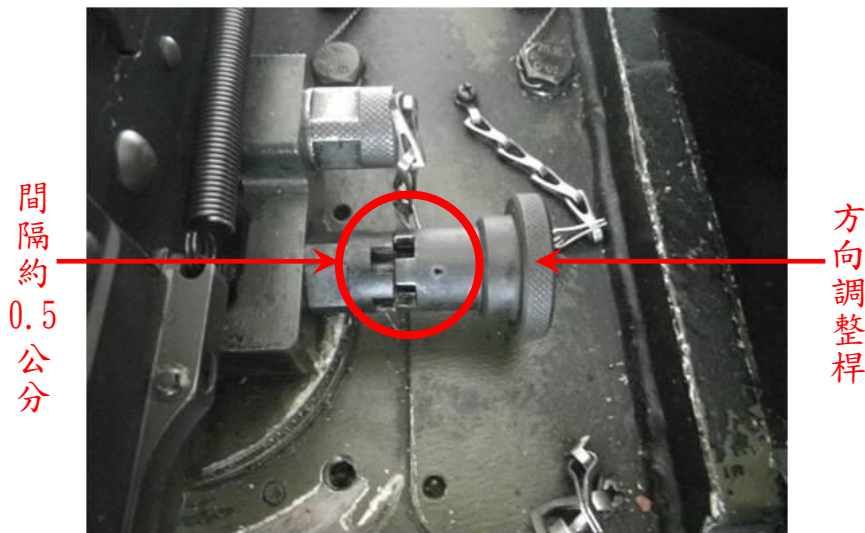
T74 V1 機槍調整機構是以機械結構設計，將高低調整盤設計於槍枝下方，除操作空間狹小外（槍與槍架間隙僅約 10 公分），其調整手把因較為短小（僅約長 5 公分）造成操作不易，且調整時擋殼罩之位置會影響操作，故實施修正動作前需將之拆除（圖十三），另為防範碰觸或震動造成校正偏移，更在高低調整盤上加設固定盤及固定塊強化固定效果（調整時須先把固定塊拆除，再將固定盤旋鬆後始能操作），如此均造成操作不易，也大幅增加校準之時間，而在方向調整桿也因調整間隔過大（約 0.5 公分），影響其校準精度（圖十四）。

圖十三 T74 V1 機槍調整機構



資料來源：作者自行拍攝

圖十四 調整桿間隔過大



資料來源：作者自行拍攝

六、需站立於槍旁觀測，危安顧慮較大：

在實施 T91 40 公厘榴彈機槍對正基準點時，車長需站立於車頂武器系統旁，將眼睛透過覘視鏡觀視目標（圖十五），藉由口令與手勢引導車內射手，使其利用射控手柄操控槍塔，讓 T91 40 公厘榴彈機槍之槍身軸線對正基準點，在操作此動作時，車長之位置正好立於槍塔武器側方，若車內操控之射手對操作要領稍有不慎或裝備發生機件故障時，均可能造成車長由車上摔落之意外發生。

圖十五 車長立於武器旁觀視覘視鏡



資料來源：作者自行繪製

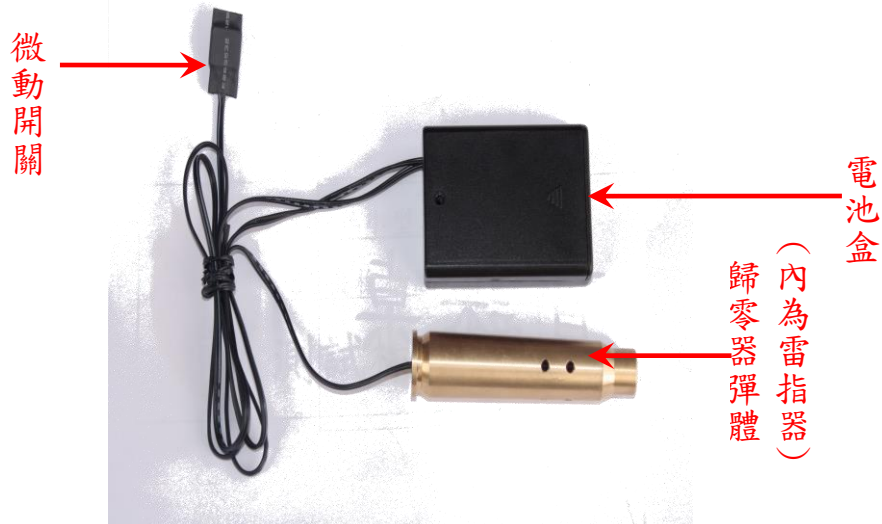
伍、精進作法

CM33 輪型戰鬥車所配賦之武器系統，射擊效能仰賴精確的校準，因此，精進覘視校準程序是一個非常重要的項目，作法分述如后：

一、改善場地限制，研發校準工具：

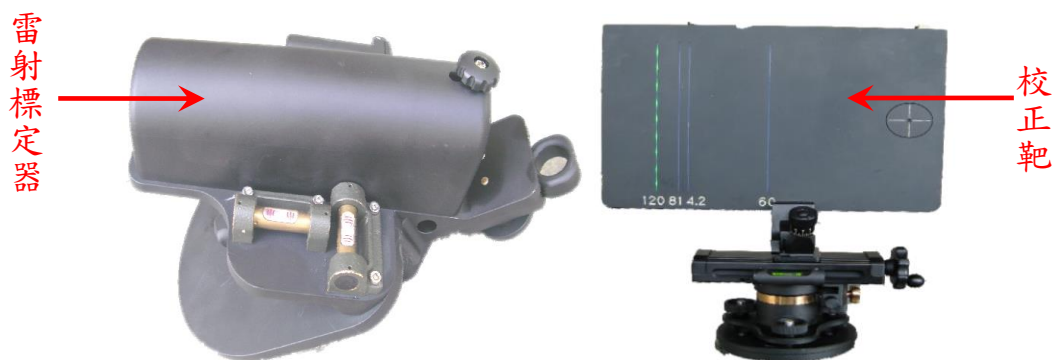
就槍塔設計上，因 T91 40 公厘榴彈機槍、T74V1 7.62 公厘機槍及觀瞄系統三者彼此軸線間之距離僅約在 30 公分左右，因此在實施覘視校準時，若能利用如本部兵器教官組重兵器小組所研發之槍膛歸零器（圖十六），或是迫砲小組的雷射校正儀（圖十七）等器材，採用平行校正靶之方式實施校準，如此則可將校正距離有效縮短，且 30 公分之距離均在武器特性之容許偏差量內，故對其射擊精度影響不大，如此不但不受校正距離限制（一般於 15~30 公尺即可實施），亦可不受天候影響。

圖十六 50 機槍槍膛歸零器



資料來源：步兵訓練指揮部重兵器小組 102 年小型軍品研發成果結案報告，頁 8

圖十七 迫擊砲雷射校正儀



資料來源：鄭維順，〈迫擊砲雷射校正儀操作要領與效益評估〉《步兵季刊》，第 244 期，民國 101 年 12 月，頁 3

二、強化品質管理，提升校正精度：

目前我國所使用之規視鏡，為我國參考美軍規視鏡自行製作，然早期因校正結合桿定位不足，進而影響校正精度，雖本部與軍備局於 101 年曾對規視鏡實施測試，亦於後續也做了精進及研改，但撥發至各單位之規視鏡，仍有部份出現精度不足之狀況，故廠製單位應對其所自製之裝備，強化品質管理並納入專案管理，以提升校正精度，此外，單位在實施歸零射擊時，若發現校準結果偏差過大時，亦應立即停止射擊，並更換另一具規視鏡重新實施校準。

三、強化電力系統，滿足操作時間：

目前軍備局雖已針對電力問題在持續修正，但狀況依然陸續發生，然此電力不濟之狀況，在初期戰術測評中並未發生，故廠製單位應對電力系統（尤以槍塔電源部份）實施總檢查，除需在電瓶電力的續航力提昇強化外，對於整體電路設計亦需同步檢視（目前在車輛啟動及停止前，技術書刊要求射手須將槍塔電源全數關閉，以免造成裝備損壞，然此點不符作戰實需），以期使該裝備能發揮應有之效能。

四、選定較高目標，增加調整空間：

在實施觀瞄系統方向修正時，為能增加觀瞄系統下方之調整空間，故操作人員在選定校準點時，應盡可能尋找較高之目標，如此槍塔仰角會自然上昇，藉此可使觀瞄系統下方調整空間增加，另在調整工具上，亦可將原 13 公厘梅開扳手更換為棘輪套筒扳手、延伸套筒及 13 公厘六角套筒（調整時，因棘輪套筒扳手不需離開螺帽就可持續朝同一方向轉動，故可縮短調整時間），以增加調整之便利性，藉以縮短時間。

五、強化人員訓練，提升操作熟練度：

在 T74V1 7.62 公厘機槍調整機構設計繁鎖之前題下，人員操作的熟練度則成為要點，因此單位對於已完成專長訓之人員，在平時應持續加強人員訓練，使人員能熟稔相關操作程序及動作，同時亦可將具有專長之人員送至本部完成師資訓，使人員加深對裝備之認知，藉以提升操作熟練度及校準成效，另廠製單位亦應在作戰需求

文件容許範圍內，針對設計不理想之部份實施修改，以更符合部隊實務所需。

六、落實訓練要求，降低訓練危安：

在實施 T91 40 公厘榴彈機槍校準程序中，所考驗的是車內射手對於槍操作之熟練度，因此，單位之射手除須依規定完成遙控槍塔之專長訓外，在駐地亦需依課表落實訓練，以持續精進裝備操作技能，而在現行規視校準程序、要領及工具的限制下，各部隊惟有落實人員訓練，才能提昇操作人員對槍塔操作之熟練度，以降低訓練危安，另若能將規視鏡更換為雷射指標器方式實施校準，如此亦可免除人員在車上觀看規視鏡所產生之危安。

陸、結語

武器校準之目的，在期使彈藥能精準命中目標，以發揮武器最大效能，而就目前本軍在實施 T91 40 公厘榴彈機槍遙控槍塔校準上，普遍以校準距離與地形上之限制及規視鏡與武器裝備無法完全契合最為常見，故往往因單位未能尋獲適當之校正場地，或受不良天候環境等因素影響，致使校準精度與速度大受影響，如此再精良的武器裝備，也無法發揮效能，再多的彈藥也無法制止及殲滅敵人，由此可知，規視校準猶如該裝備的重要螺釘，其重要性實是不容小覷，因此在現有武器裝備設計的框架下，唯有改進校正裝備、強化人員訓練、提升品質管理及精進校準程序，方能發揮武器效用，提升射擊能力。

參考資料

- 一、鄭維順，〈迫擊砲雷射校正儀操作要領與效益評估〉《步兵季刊》，第 244 期，民國 101 年 12 月。
- 二、本部重兵器小組 102 年小型軍品研發成果結案報告。
- 三、David Eshel and Ezio Bonsignore 著，黃淑芬譯，裝甲車遙控武器最新發展概況(A Fresh Look at Remotely Operated Weapon Station)，國防譯粹第 35 卷第 4 期，民國 97 年 4 月。
- 四、TS-96 式多功能砲管覘視鏡-單位操作及保養手冊。
- 五、TM9-2310-C-6-10-2-遙控槍塔操作手冊，民國 99 年 9 月出版。
- 六、陸軍八輪甲車-遙控槍塔操作手冊（第一版），100.11。
- 七、覘視鏡校正射擊回報單，民國 101 年 9 月。
- 八、特種兵器參考資料，民國 79 年。
- 九、特種兵器參考補充資料，民國 81 年 11 月。
- 十、國軍地面部隊輕兵器射擊訓練-一〇六無座力砲，民國 75 年 4 月。
- 十一、TM 9-1010-230-23&P MK19-3 式 40 公厘榴彈槍單位保養及直接支援保修手冊，民國 84 年 9 月 30 日。