

用對方法比努力重要-探討 T112 步槍加速形成單兵穩定戰鬥力之研究

作者/郭晉愷少校



陸軍官校正 99 年班，步訓部正規班 356 期、美國步兵軍官高級班 17-2 期，曾任排長、副連長、連長、中隊長、教官。著有軍事內部專業書籍《狙擊彈道學》一書。現任職於陸軍步兵訓練指揮部狙擊組主任教官。

提要

- 一、國軍近年來高效能武器裝備大量換裝，我們應認清一個事實，武器裝備要經過完整訓練流程與訓練成效驗收，並經由戰備演訓驗證作戰計畫與火力支援計畫之後，另在後勤維修完整支援體系下，才能轉化為「穩定戰鬥力」。本文即是秉此概念針對國造 T112 新型步槍「彈道理論」落實應用到全系統之成效分享，盼各部隊能在即將獲撥 T112 步槍全系統之際，提早建立正確學習方法，進而在軟、硬實力兼具的基礎下，將 T112 步槍的戰鬥效能充分發揮。
- 二、學習基礎彈道可獲得三項效能分別為：「發展步槍搭配各式瞄準鏡所需彈道圖」、「延長步槍兵之接戰距離」以及「加速新型步槍形成單兵穩定戰鬥力」文內將這三個項目，逐一分享 T112 步槍全系統彈道實務應用具體作為，盼能加深官兵對研究彈道的興趣與動能。
- 三、作者經長年累積兵器射擊與彈道研究相關經驗，客觀評論 T112 步槍在精準度、可靠度、射擊後座與平衡、人因工程與人槍操作介面等方面，均能達到西方國家 5.56 公厘先進步槍水準，是國內軍工產業自行設計生產製造之高性能步槍，國軍官兵應充分了解 T112 步槍全系統優勢，落實「科學化」訓練，方能將武器系統的效能發揮至最大化，有效提升單兵戰鬥力。

關鍵詞：T112 步槍、彈道、射擊、歸零

壹、前言

武器是戰鬥工具，不是戰力，武器要經過嚴格的訓練才能逐漸轉化為戰力，越複雜、精密的武器要形成穩定戰力的時間就相對會增加，應該把握「用對訓練方法，比努力反覆操作訓練更加重要」之原則，在面臨 T91 步槍即將汰舊換新之際，實施 T112 新型步槍研究工作，期間為確保軍工單位按照作戰需求研發之新型步槍及瞄準鏡全系統，在性能、構型及操作介面上能符合戰鬥需求，經常代表需求單位與軍工單位交換意見以提升武器效能，因為這樣的因緣際會，有機會將狙擊彈道領域的學理及經驗，運用到新型步槍生產製造相關過程中，進行「技術標準運用」，並實際協助完成：「新槍搭配各種瞄準具的最佳歸零彈道規劃」、「設計一張能提供全系統瞄準具使用的多功能歸零靶紙」、以及「幫助 TS112 近戰瞄準鏡重新設計一款多功能刻劃板」等工作項目。

因此，在即將撥發 T112 步槍全系統之際，特地撰寫本文，希望透過 T112 步槍全系統中與彈道應用有關的作為及考量因素，能協助國軍官兵提早建立正確彈道觀念，確保 T112 步槍從獲得到儘早形成「步槍兵穩定戰鬥力」，所以要從深入了解 T112 步槍彈道應用相關認知的過程中，體會到學習基礎彈道可能獲得的各種益處，從而加深對步槍射擊時彈道的基本知識，讓全體官兵將知識與訓練方法完美結合，再透過教育所引發的遷移效果，縮短轉化為步槍兵穩定戰力所需要時間，積極達成強化地面作戰時小部隊戰力之目標。

貳、T112 步槍概述

T112 步槍，（如圖一）在性能上從精準度、可靠度、射擊後座與平衡感、人因工程舒適性與人槍介面操作便利性、再到模組化與擴充性…各方面，均能媲美西方國家 5.56 公厘先進步槍要求標準。精度可達到戰鬥需要之標準數據（小於 3.5MOA），搭配光學瞄準鏡，600 公尺平均命中率，在風況穩定條件下，甚至能與使用狙擊彈的 7.62 公厘半自動精準步槍相當，後座力明顯降低、槍口跳動較小，近距離二連發點放密集具戰鬥效率。改良傳統 T65K2/T91 步槍形式射擊選擇鈕，射手彈指之間即能快速切換各種射擊模式，有利於射擊控制與發揚火力。

其他人因工程與人槍操作介面優化：如考量左、右手射手操作需求的雙邊設計（包含拉柄、彈匣卡榫、射擊選擇鈕與槍機卡榫...等）、額外設置於機匣右側，槍機固定鈕可簡化驗槍程序與加快雙進彈故障排除、扳機部曲面弧度在射擊時能更加順暢、能增快裝彈速度，特別加大的彈匣井（Magazine Well）斜口設計、能減少上下機匣的間隙，提高精度的安槍穩定器...等，使參與驗收的射手、專家，都對軍工單位研發團隊匠心獨運的設計給予高度肯定。

更重要的是，T112 步槍同時解決國軍射擊訓練光學瞄準鏡的增加配賦問題，全系統包含近戰瞄準鏡（四倍鏡）、反射式瞄準鏡（內紅點）與三合一雷指器，不僅能提升國軍官兵基礎戰力，同時也提供儘早規劃各種彈道應用作為的前置作業。



圖一 T112 步槍全系統將可大幅提升步槍兵戰鬥力

資料來源：作者自行拍攝（2024 年 6 月 12 日）

參、論述彈道三項效能轉化為戰鬥力之作為

經多年彈道研究心得，整理出學習基礎彈道可能獲得的三項效能，分別為：「發展步槍搭配各式瞄準鏡所需彈道圖」、「延長步槍兵之接戰距離」以及「加速新型步槍形成單兵穩定戰鬥力」，以下就 T112 步槍全系統在研發、驗收過程中，與彈道學理應用有關的實務經驗，配合學習基礎彈道的三項效能實施說明：

一、發展步槍搭配各式瞄準鏡所需彈道圖

由於 T112 步槍全系統包含近戰瞄準鏡（四倍鏡）、反射式瞄準鏡（內紅點）與三合一雷指器，三種瞄準裝置的觀瞄能力、倍率與視界大小以及作戰中的使用條件都不相同，能發揮各種瞄準裝置最佳表現，所需的彈道理論圖也不一樣。在此前提下，遂主動協助產製單位完成各種瞄準裝置所需的彈道設定與規劃，最終將機械瞄準具（準規）及近戰瞄準鏡（四倍鏡）的歸零後彈道的第二交會設定在 300 公尺、反射式瞄準鏡（內紅點）設定在 175 公尺、雷指器則設定在 150 公尺。至於為何會有如此的彈道設定規劃，茲將考慮因素說明如下：

（一）機械瞄準具（準覘）

選擇將機械瞄準具的第二交會點設定在300公尺，有別於以往準則要求T65K2或T91步槍將第二交會點設定在250或230公尺，主要是因為戰鬥表尺本來就是以戰鬥需求為主要考量進行設定，當然也可以因應戰鬥需求改變而彈性調整。¹參考美軍自M16步槍到M4步槍以來，都是將戰鬥表尺設定為25/300公尺（25/300 Battle-Sight Zero），也就是說透過25公尺歸零，可以讓彈道的第二交會點落在300公尺，且就5.56公厘步槍彈道特性，最大彈道高通常都不會超過10英吋（約25公分），因此，射手在300公尺內基本上完全不用思考彈道問題，大部分的情況下，步槍兵直接瞄準目標軀幹扣下扳機就能命中目標，戰鬥效率大幅度提高。

反觀T65K2或T91步槍準則內的彈道圖，其實也都具備這樣的特性，只是問題在於部隊經過長久訓練後，在錯誤觀念的累積下或因為對彈道的不信任產生訓練迷思，幾乎所有射手都會在75、175、300公尺三線射擊時，被要求必須改變瞄準點來提高命中率，漸漸的也導致越來越多人遺忘，甚至完全不曾了解過準則內「戰鬥表尺」的用途。

另補充T65K2步槍跟T91步槍的覘孔設計概念其實有些不同，T65K2的前覘孔主要是用來歸零，將第二交會點設計在250公尺的戰鬥表尺，後覘孔則可以把第二交會點從250公尺整到300公尺，此時彈道效果近似美軍25/300公尺戰鬥表尺的設定，且覘孔座下方可以旋轉的射程調整螺，才可以在300公尺的基準上，射手調整表尺最遠距離可到800公尺的功能。²

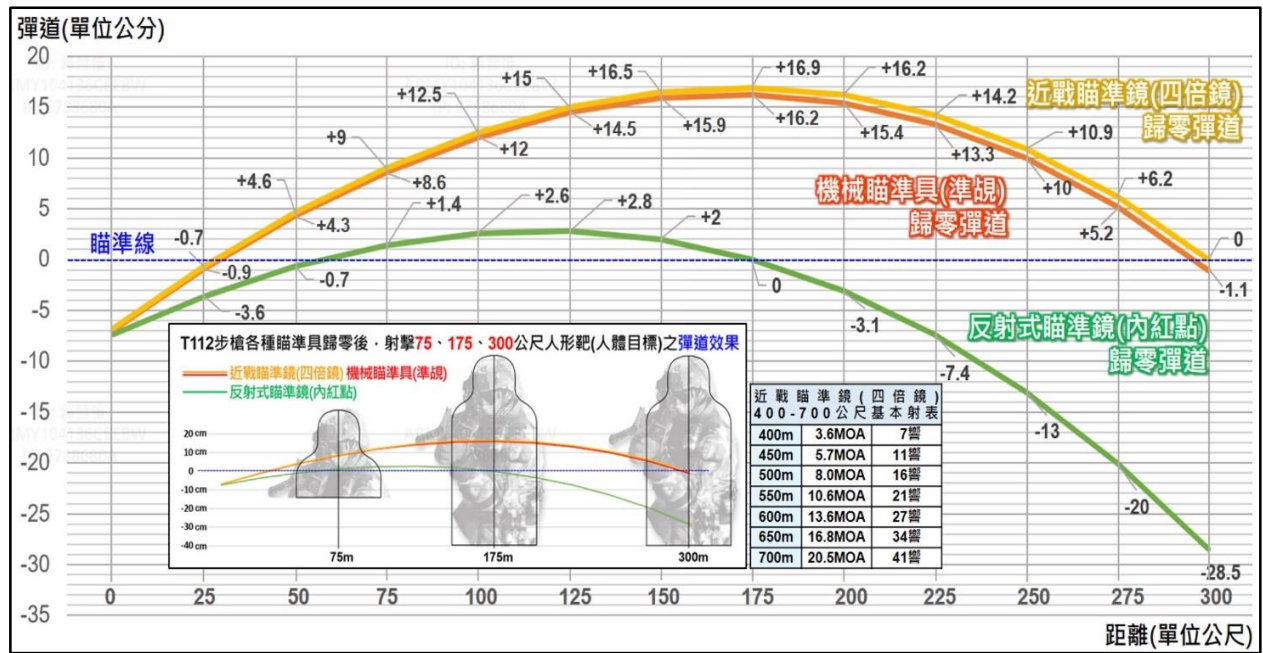
T91步槍的前覘孔同樣是用來歸零戰鬥表尺，只是戰鬥表尺是將第二交會點設定在230公尺，後覘孔的用法則完全不同，使用後覘孔並不會增大槍管仰角（第二交會點依然在230公尺），只是覘孔的直徑從2公厘變成5公厘，可加大射手視野，提供近戰瞄準使用。

¹ 參考國防部陸軍司令部民國 96 年印頒之《輕兵器射擊教範手槍、步槍》第 3-71 頁，其對戰鬥表尺功用解釋為：「戰場上目標瞬息即逝，為捕捉戰機，凡對步槍有效射程以內之目標，裝定戰鬥表尺；依目標距離、配合適當瞄準點選定，實施精確射擊，即能命中目標，以適應實戰之要求。」另參考民國 78 年步兵學校印製之《步機槍問答 120 解》主編教官范光亮曾以 T65K2 步槍說明戰鬥表尺：「T65K2 步槍以前覘孔歸零，主在降低 250 公尺以內各距離之彈道高，其射擊諸元仍可對 300 公尺內之目標準確射擊，故步槍戰鬥表尺為 300 公尺。」

² 對此功能，現今大部分射手多不了解其原理，故作者特別補充說明，查證聯勤總部兵工生產署第 205 廠於民國 79 年印頒之《步槍 5.56 公厘 T65K2 操作手冊》1-2 頁所述：「本槍照門為旋鈕響聲式可作高低方向之調整，自 300 公尺距離後，每 50 公尺為一個刻度，可調至 800 公尺，提高遠距離射擊之精度」；民國 91 年步兵（裝步）專長訓練輔助教材《65K2 步槍訓練畫冊》中亦明確指出：「後覘孔為供射擊 300-800 公尺之目標使用」；以及民國 96 年陸軍司令部印頒之《輕兵器射擊教範（一），手槍、步槍》更曾指導：「歸零後，若射擊 300 公尺，將覘孔向前倒，採用後覘孔，400 公尺以上，順時針轉動射程調整螺至所需射程。」

如果排除上述部隊在彈道應用上的錯誤作法，僅單就準則彈道數據討論，不難發現T91步槍的彈道，對射擊300公尺單人跪姿迷彩靶或真實人體目標這樣的場景來說，其實浪費掉不少瞄準線上方的空間，因此，經評估過後，最後決定參考美軍歷代步槍的歸零彈道設定，將T112步槍的第二交會點調整到300公尺，以「Kestrel 5700測風儀」內建「Elite Ballistics彈道計算功能」演算，如欲將準規的第二交會點設定在300公尺（則25公尺歸零時必須將平均彈著點調整到瞄準點下方0.91公分處），此時彈道在175公尺處將產生最大彈道高16.2公分。

基本上這樣的彈道，對射擊300公尺內的單人跪姿迷彩靶或真實人體目標來說，稱的上是低伸，射手可以比照美軍彈道應用方法，不必拘泥彈道高度問題，瞄準目標中間即可射擊。（如圖二）因此，只要未來官兵能在觀念上做個改變，信任歸零後彈道的飛行軌跡以及理解「戰鬥表尺」最初的設計精神與用途，這樣的彈道調整，絕對不會減損單兵未來的作戰效益。此外，調整後T112步槍準規的彈道圖，在300公尺內基本上跟近戰瞄準鏡（四倍鏡）幾乎完全一樣，也可減輕射手對記憶、熟悉彈道的部分負擔。



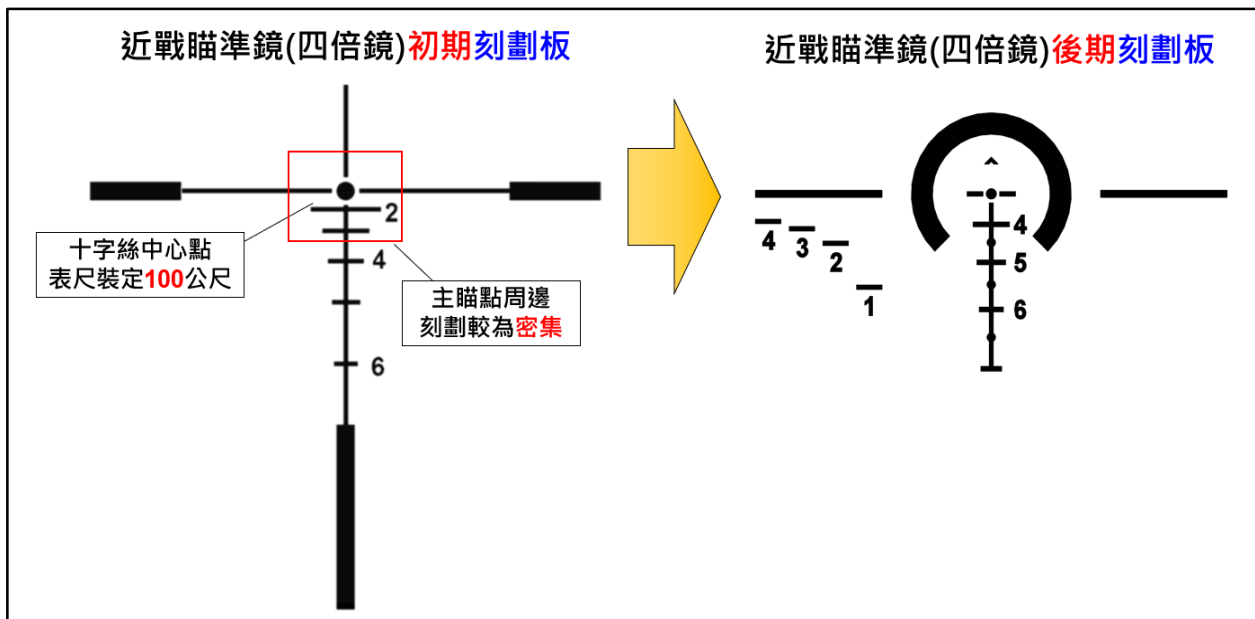
圖二 T112 步槍各種瞄準裝置歸零彈道圖及射擊效果示意圖

資料來源：作者自行調製（2025 年 3 月 16 日）

（二）近戰瞄準鏡（四倍鏡）

選擇將四倍鏡的第二交會點設定在300公尺，主要是考慮到四倍鏡的目標觀瞄距離可以達到500-600公尺，依戰鬥需要提出的觀點，必須在十字絲主瞄點下方以每百公尺等距方式設計彈道墜落補償刻劃（BDC Reticle，後文均簡稱為「射程刻劃」）並提供到600公尺，因此，如果把第二交會點設定的太近，比如原先軍工單位將第二交會點設定在100公尺，由於200、300公尺的彈道墜落幅度本身就不大，換算成角度做

成200、300公尺射程刻劃，會有排列過於密集的問題，使主瞄點周邊過於複雜，影響射手的一般瞄準感受與使用射程刻劃時的識別，進而影響到射擊與接戰的效率。（如圖三）



圖三 TS112 近戰瞄準鏡刻劃板設計差異示意圖

資料來源：作者自行調製（2025 年 3 月 16 日）

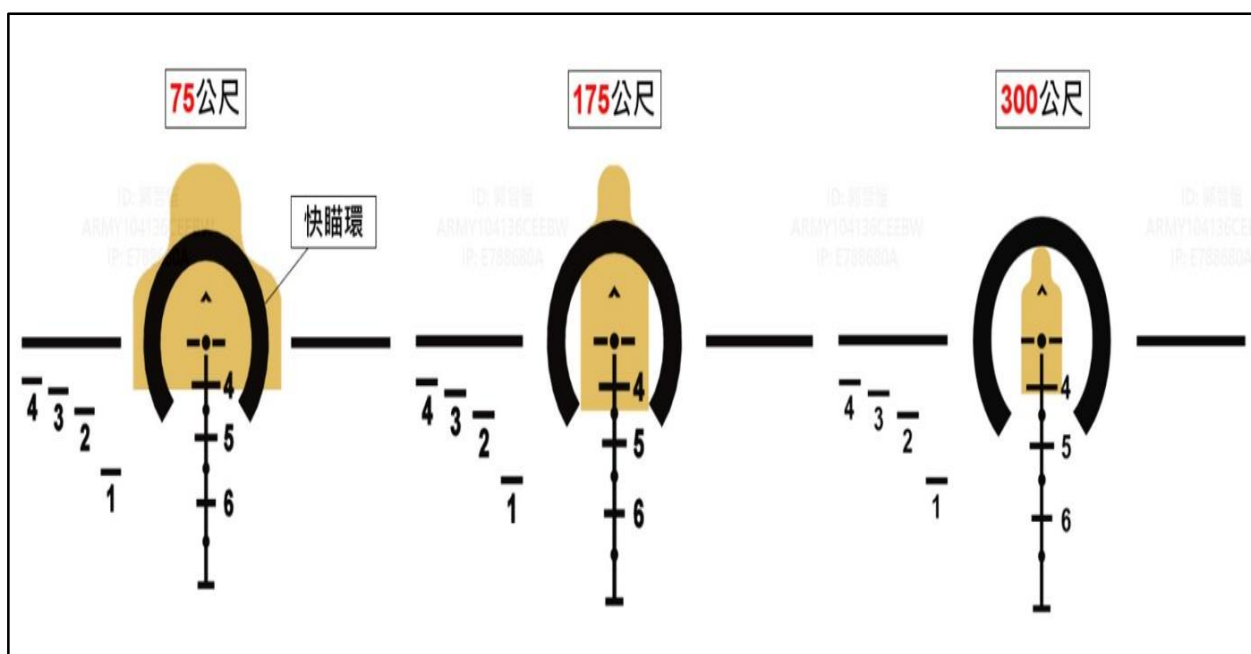
因此，向軍工單位提議將十字絲中心點裝定之表尺從原100公尺調整成300公尺（也就是將第二交會點從100公尺調整成300公尺），主瞄點下方因此，少了200及300公尺兩條射程刻劃，而是直接從400公尺開始，故間隔距離較大，除了可以減輕射手以主瞄點對300公尺內目標接戰時，視覺上的負擔外，另受益於T112步槍平均槍口初速較高，將第二交會點設定在300公尺（25公尺歸零時必須將平均彈著點調整到瞄準點下方0.7公分處），彈道在175公尺產生的最大彈道高僅約16.9公分，幾乎與機械瞄準具的彈道效果完全相同，（參考圖二）對射擊單人跪姿迷彩靶或真實人體目標來說整體幅度不算太大，不至於造成射擊上的問題。此外，當初為爭取軍工單位支持，重新修改刻劃板設計，曾列舉以下幾個彈道應用上的好處作為支撐，特別整理提供讀者參考：

1. **可獲得更大的直射距離**³：以瞄準單人跪姿迷彩靶正中間為例，原 100 公尺方式最大直射距離可至 330 公尺；調整成 300 公尺方式後，最大直射距離增加至 415 公尺（直射距離提升約 26%）。
2. **300 公尺內彈道總變化量較小**：原 100 公尺方式，300 公尺內彈道變化介於+0 公分至-37 公分；300 公尺方法，300 公尺內彈道變化介於-6.7 公分至+17 公分，變化幅度減少約 36%，提高單兵接戰效率。

³ 直射距離（PBR, Point Blank Range）：係指某一射程範圍內，彈道的高低變化量，不超出預期接戰目標高度之半或目標上能形成致命殺傷區域之半，因此在該距離內射擊時，理論上瞄準目標中間即能獲得基本命中效果。

3. 殺傷與制止效果較佳：如射手對 300 公尺內目標都採瞄準人體腹部策略射擊，原 100 公尺方式，300 公尺內彈道在瞄準線下方 37 公分範圍內，彈著命中位置將落在骨盆與大腿之間，可使目標癱瘓但無法確保喪命；調整成 300 公尺方式後，300 公尺內彈道都在瞄準線上方 17 公分範圍內，彈著命中位置將改落在胸腔上，可使目標癱瘓且通常也能確保喪命，故採 300 公尺方式，原則上可獲得較佳的殺傷與制止效果。

最後，在比對TS112近戰瞄準鏡內部刻劃板上獨特的快瞄環，與國軍基本射擊訓練75、175、300公尺三線距離上瞄準點與彈著點關係後發現，為了讓彈著點理論上可以命中各距離目標正中間，獲取最大的命中率，快瞄環與目標剛好有著極為巧妙的關係：（參考圖四）在已完成精確歸零的前提下，75公尺，只要將快瞄環上緣切齊單人臥姿迷彩靶肩部、175公尺，只要將快瞄環上緣切齊單人跪姿迷彩靶肩部位置、300公尺，只要將快瞄環頂端下緣切齊單人跪姿迷彩靶頭頂，理論上就可以獲得命中目標正中間的效果，從而提高部隊訓練成效，不妨當作是將第二交會點調整到300公尺額外獲得的好處。



圖四 T112 步槍搭配近戰瞄準鏡 75、175、300 公尺三線射擊瞄準示意圖
資料來源：作者自行調製（2025 年 3 月 16 日）

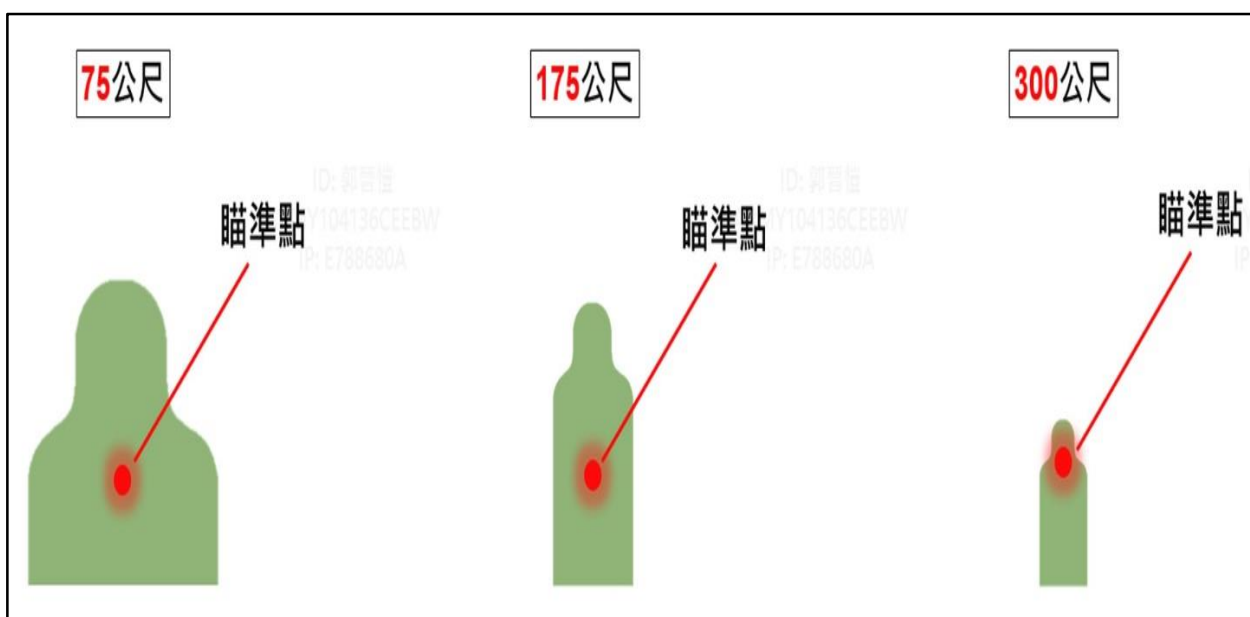
（三）反射式瞄準鏡（內紅點）

反射式瞄準鏡（內紅點）受限於倍率，最大觀瞄距離基本上與機械瞄準具相同約為300公尺，然而因為紅點亮度與光暈大小成正比，日照越強、紅點識別越不易、射手越是調整紅點亮度，則光暈越大，越難對距離稍遠的目標實施瞄準，因此，就實際

效用而言，150-200公尺應為反射式瞄準鏡（內紅點）適用之合理距離。

內紅點是屬於「近距離戰鬥」快速瞄準用的光學裝備，參考歐美軍警使用5.56公厘「AR步槍」⁴ 搭配此類瞄準鏡的歸零設定，大部分都採用50/200歸零原則（所謂50/200是指在50碼完成歸零，將瞄準點與彈著點調整一致後，彈道的第二交會點原則上會落在200碼附近）。這樣的彈道，就5.56公厘步槍彈特性來說，200碼內彈道都相當低伸，即使射手完全不了解實際的彈道數據，也能在大部分接戰的過程中，獲得最快的反應速度與最佳的射擊效果。

現使用步槍最低的射程需求理應為300公尺，然經評估後，仍決定將T112步槍搭配TS112反射式瞄準鏡的第二交會點設定在175公尺（25公尺歸零時必須將平均彈著點調整到瞄準點下方3.6公分處），彈道效果與上述50/200歸零原則大致相同，且最大彈道高發生在125公尺處僅2.8公分，200公尺的彈道僅低於瞄準線3.1公分，完全能滿足單兵大部分接戰距離上的射擊需求，（參考前圖二）如果需要射擊300公尺目標，因彈道墜落值為28.5公分，只需將紅點對準目標胸口或肩部，（如圖五）即可獲得非常高的命中率（經檢驗實際命中率仍近乎於100%）。



圖五 T112 步槍搭配反射式瞄準鏡 75、175、300 公尺三線射擊瞄準示意圖
資料來源：作者自行調製（2025 年 3 月 16 日）

⁴ AR 步槍：泛指阿瑪萊特公司（Armalite）於 1950 年代所生產的 AR-10 與 AR15 步槍（口徑分別為 7.62 與 5.56 公厘），隨後阿瑪萊特公司將兩槍的生產製造授權給柯特公司（Colt），其中 AR-15 步槍在柯特公司的推銷下，於 1962-1966 年間，首先獲得美國空軍與陸軍小量分批採購，1967-1968 年間，獲美國陸軍與陸戰隊大量採用並取代 M14 步槍，定名為 M16A1 步槍。該槍就外型而言，至少有以下幾個劃時代的特徵，如採用直線式槍托、有獨立明顯之提把、採用鋁製機匣與彈匣、以及大量使用工程塑料（如握把、護手與槍托）...等。隨後該槍型又被美軍發展成 M16A2、M16A3、M16A4、M4 與 M4A1 等型號，2004 年〈美國聯邦突擊武器禁令〉（Federal Assault Weapons Ban）失效後，美國國內自由市場帶動武器研發創新，廣受美軍推崇的 AR 步槍，也受到民用市場的青睞，因此各槍械製造公司大量生產相似槍型，至今數量已多到難以分辨型式，故坊間多以最初阿瑪萊特步槍（AR, Armalite Rifle）縮寫作為該槍型之統稱。

（四）三合一雷指器

三合一雷指器是指具備「可見光（綠雷射）、不可見光（IR）及戰術強光燈」三種功能，T112步槍搭配此雷指器以全系統的概念在低光度或夜間環境中作戰運用時，基本上會有以下幾種組合模式，分別為：「頭戴式夜視鏡+不可見光（IR）」、「戰術強光燈+可見光（綠雷射）」、「四倍鏡開啟刻劃輔助照明+戰術強光燈」、「內紅點+戰術強光燈」，無論何種組合，受限於人體對夜暗環境的感知能力、夜視裝備增強與顯像能力、戰術燈照明亮度以及目標輪廓與背景環境融入度差異...等因素，經實際驗證，觀瞄距離與射擊的最大距離約介於150-200公尺間，因此發展一個能確保200公尺內雷射標定到目標後，可以瞄哪裡打哪裡的彈道，成為在協助全系統彈道應用過程中必須克服的課題。

實際規劃雷指器彈道時，首先遇到雷指器瞄準基線高如何測量的問題，所幸在軍工單位的協助下，直接獲得最正確的數據；其次遇到的問題是，彈道與瞄準線並不在同一個垂直面上，因此，在計算彈道時不是只有思考要讓彈道在何處通過第二交會點而已，還必須思考要讓彈道在什麼距離與瞄準線的垂直面交會，對三維空間稍有概念的讀者，甚至已經想像得到太早交會與太晚交會可能產生的問題，對此用最簡單的方法來解決，刻意設計讓彈道的垂直面與瞄準線的垂直面永遠保持平行關係，如此便可不要去計算也不用額外去顯示，射手不需要了解的資訊，比如100公尺彈道偏高3公分，偏左/偏右2公分、200公尺彈道偏低8公分、偏左/偏右8公分...無論將雷指器裝在右邊或左邊，彈道與瞄準點在各距離上都保持相同的水平偏差量7.5公分⁵。

而這也正是工程藍圖上槍管軸線到雷指器光源投射點的距離，而這樣的偏差量對T112步槍本身的精度來說，在200公尺內要射擊並命中一個平均寬度約50公分的人體目標並不會有太大問題，當然射手也可以選擇把雷指器裝在護手正下方，那麼這個水平偏差量的問題就會小到幾乎無法察覺。最後一個問題是，安裝雷指器後瞄準基線高（Sight Height）很可能為「負值」，大部分的彈道計算機並無法計算出瞄準線在槍管軸線之下的彈道。

為此，改用手機應用程式Ballistic AE彈道計算軟體來處理，該軟體在瞄準基線高選項上，罕見地可以輸入「負值」，因此，最終便順利地計算出雷指器所需的彈道參數，並決定將T112步槍搭配三合一雷指器，無論安裝在護手左側、右側或下方，讓彈道的第二交會點都設定在150公尺。（如圖六）只是基於影響夜間環境射擊命中率的因素實在太多，不建議射手去記憶任何太詳細的彈道數據，只需記得：雷指器在透過25公尺歸零靶紙理論校正或歸零射擊完畢後，基本上200公尺內彈道相當低伸，將

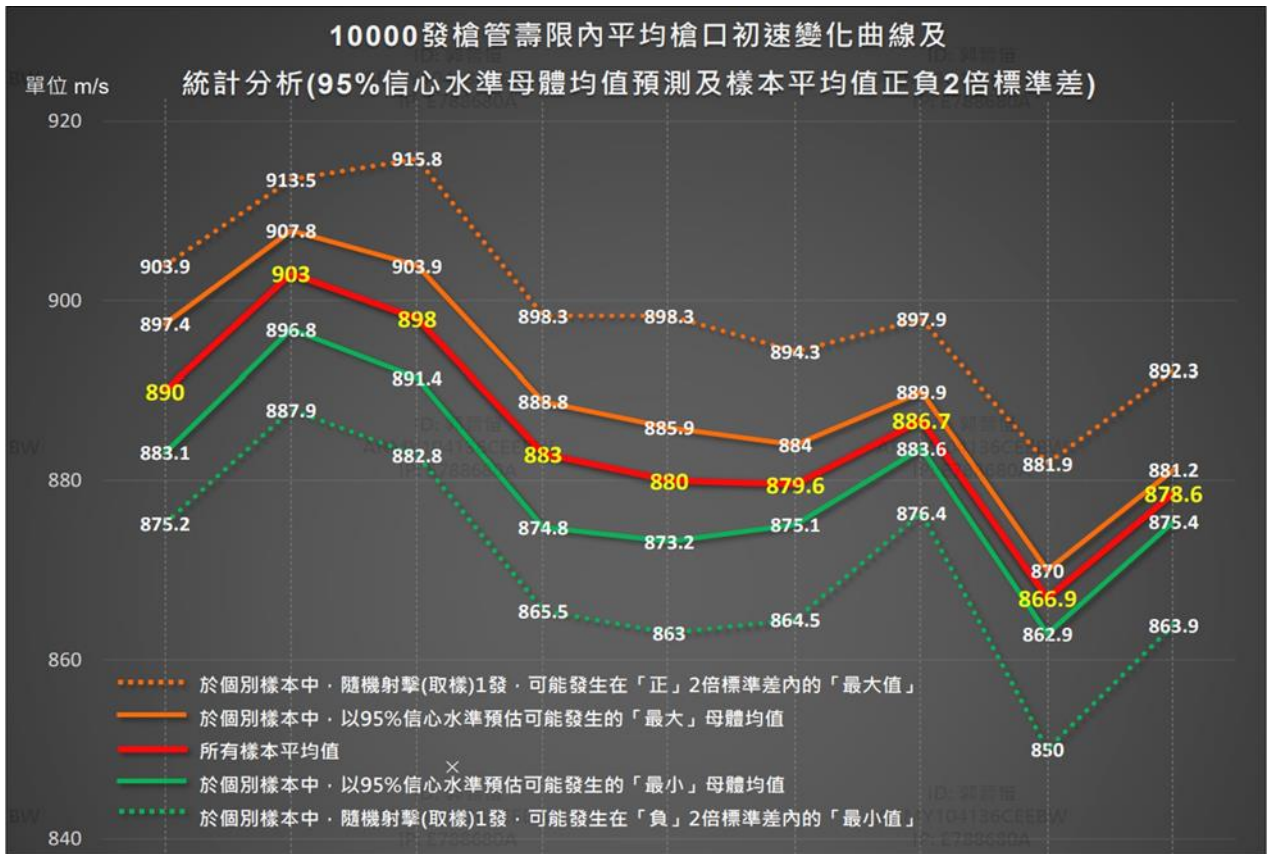
⁵ 補充說明：依據蘇茂賢所著《綠眼射手低光夜視戰鬥射擊》一書第212頁所述，此方法可稱「偏差恆定歸零」或「平行歸零法」，其精神在將「槍管軸線、雷射光線、彈道曲線」三變數中其中兩項「槍管軸線、雷射光線」的誤差保持特定值進行歸零。

雷射器裝在左右兩側時，最大彈道高理論上發生在**75公尺**處且僅高於瞄準線**3-4公分**，幾乎是達到瞄哪裡打哪裡的最佳狀態；裝在下方時，彈道整體變化量較大，但仍在瞄準線上下**10公分**，尚可容許的範圍之內。



圖六 T112 步槍搭配三合一雷射器安裝於不同方向 200 公尺內彈道圖
資料來源：作者自行調製（2025 年 3 月 16 日）

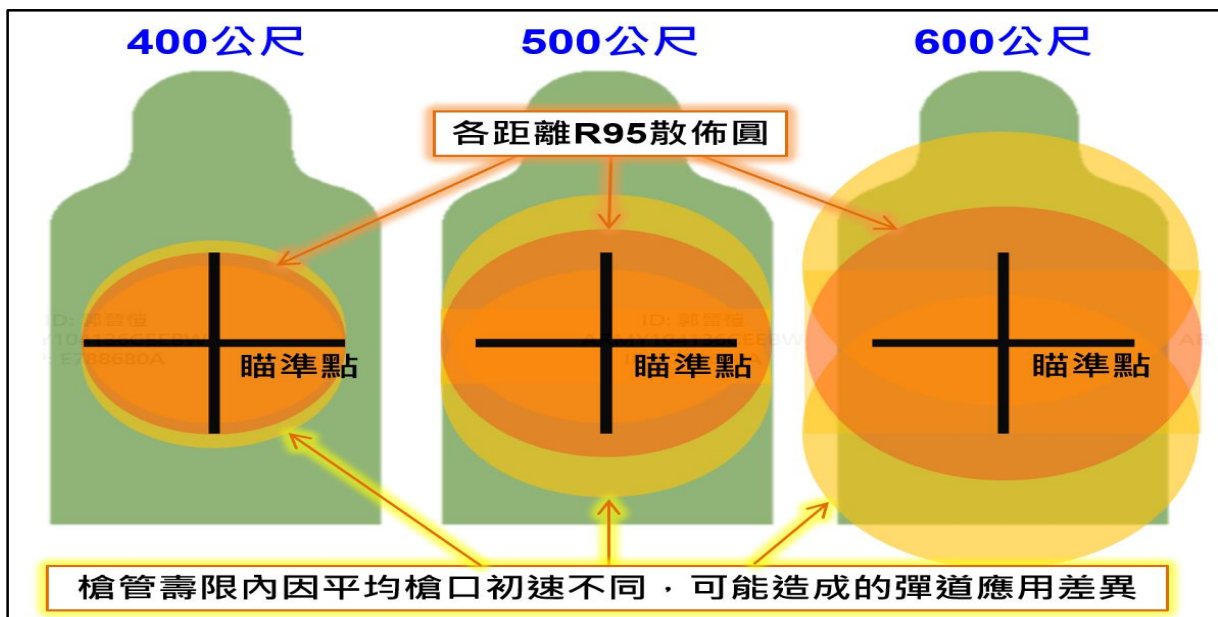
在完成T112步槍全系統各種瞄準裝置，其各自的歸零彈道設定需求與理由說明後，為了減少後續部隊在應用時彈道預期效果的落差，在透過彈道計算機調製各種瞄準裝置的歸零彈道之前，額外做了兩件相當嚴謹的事情。第一為「大量」收集平均槍口初速，這裡所謂的「大量」可以說絕對超出一般人的認知，採集了**5個樣本（5枝槍）**，並特別協調軍工單位安排，針對每枝槍每千發時實施階段性槍口初速測量，每次射擊**30發**以獲得平均數值，此步驟直到一萬發時停止（為節省經費，六千發後，僅**3枝槍**繼續進行測試），最後經過統計分析，決定以平均槍口初速每秒**891公尺**，作為T112步槍最適合用來調製彈道圖的數值。（如圖七）



圖七 T112步槍10000發槍管壽限內平均槍口初速變化曲線圖

資料來源：作者自行調製（2025年3月16日）

此一作法，將可大幅減少後續部隊在彈道使用上的差異（尤其是使用TS112近戰瞄準鏡內部的射程刻劃射擊400-600公尺目標），無論射手使用的步槍是全新獲撥的狀態，還是已經射擊了3、4千發，又或已經射擊8、9千發接近槍管最大壽限，彈道的理論誤差都不會過大，使得整體命中效果仍能控制在可以接受的範圍內。（如圖八）



圖八 T112 步槍搭配近戰瞄準鏡（四倍鏡）槍管壽限內彈道應用預期差異

資料來源：作者自行調製（2025年3月16日）

第二為「精準」的掌握到各種瞄準裝置的瞄準基線高，以及雷射器安裝在左、右兩側時，雷射光點發射位置與槍管中心點的左右間距。在這樣直接的幫助下，射擊過程中，T112步槍搭配各種光學瞄準鏡，於各距離射擊產生的彈道效果都能與預期一致。此外，也向軍工單位建議在T112步槍防塵蓋外部增加一條刻劃線，且該線須與槍管軸線完全一致，其目的是希望未來有嫺熟彈道計算機操作原理的射手，欲自行搭配其他廠牌之光學瞄準鏡進行戰鬥，在歸零之前，能有一條明顯的標線來準確測得瞄準基線高，並透過彈道計算機重新規劃，最適合該瞄準鏡特性且理論上準確的歸零彈道，（如圖九）不會因裝定表尺錯誤，折損T112步槍原始槍鏡組合的戰鬥效能。



圖九 T112 步槍—槍管軸線測量位置
資料來源：作者自行調製（2025 年 3 月 16 日）

二、延長步槍兵之接戰距離

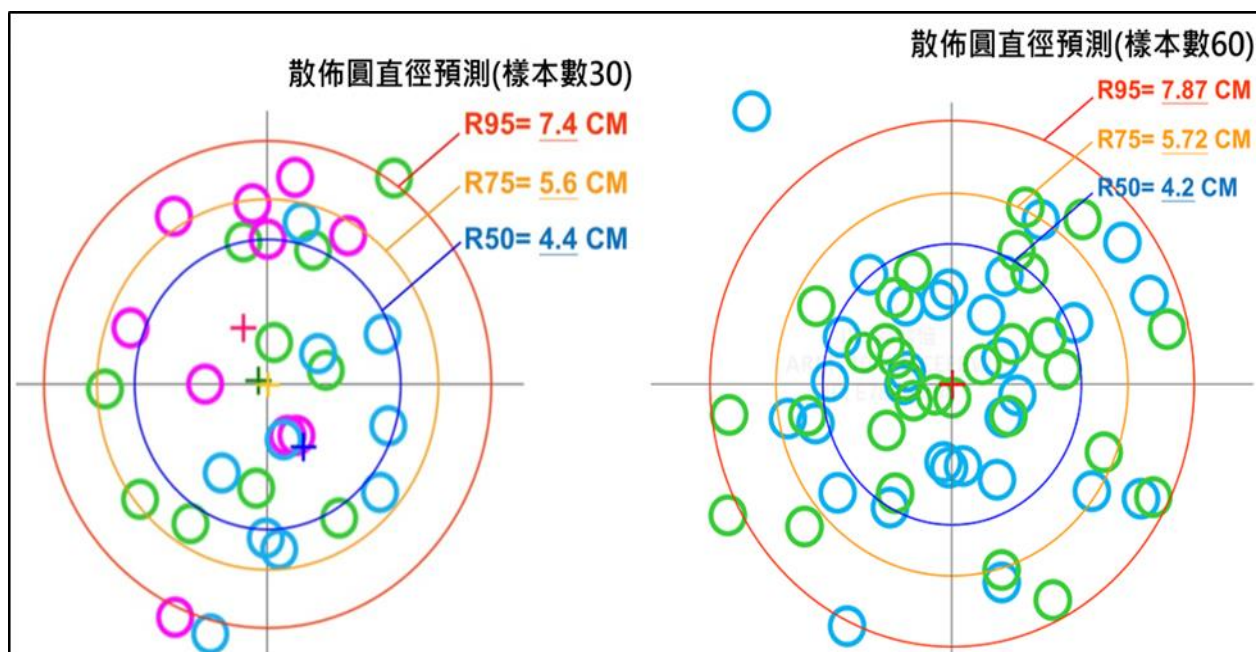
在驗收期間收集大量 T112 步槍 100 公尺的精度數據，藉統計分析建立出符合真實射彈散佈的高斯模型，⁶進而有 T112 步槍 100 公尺 R95⁷散佈圓不超過直徑 7.9 公分的信心，（如圖十）隨後再以實際蒐集到的平均散佈半徑（MR）⁸約 0.7-0.8MOA，透過 Bryan Litz 射彈散佈理論，預測其在 600 公尺過後 R95 散佈圓大小理論上尚有射擊 600 公尺以後目標的能力，故最後決定將其有效射程從原本的 600 公尺延長至 700 公尺，並向

⁶ 高斯模型（Gaussian Model）：指一種符合標準常態分配的模式，根據「68-95-99.7 法則」，約 68% 的數據會落在距離平均值正負 1 倍標準差（SD）的範圍內，約 95% 的數據會落在正負 2 倍標準差的範圍內，以及約 99.7% 的數據會落在正負 3 倍標準差的範圍內。藉 100 公尺射擊蒐集大量數據（分別進行樣本為 30 發與 60 發兩次測試），先計算出平均彈著點（即平均值），再測量每一發彈著點到平均彈著點的距離以求得標準差，進而建立出一套射手隨機射擊一發，約 50%、75% 以及 95% 信心，彈著可以落入的射彈散佈模型。

⁷ R95，即 95% 散佈圓之簡稱，指理論上射擊 100 發，預期將有 95 發射彈將散佈在該圓圈大小的範圍內。

⁸ 平均散佈半徑（MR, Mean Radius）：指某彈著群中每一個彈著點與平均彈著點距離的平均值。相較傳統直接精度（ES, Extreme Spread）測量方法（即直接量取彈著群中散佈最遠兩發之直線距離），MR 較不會因單一離群彈著所造成之偏差，而影響精度之客觀判讀，且通常射彈發數越多，MR 數值越趨穩定（ES 則完全相反，射彈越多，因人為失誤造成的離群彈著越多，精度測量數值越大），是為一種能更客觀衡量槍枝精度與射手射擊能力的方式。故步訓部狙擊教官組於民國 111 年起正式將「平均散佈半徑」作為「新式狙擊手訓練班射擊能力鑑定」之指標，同時也運用美國彈道學家 Bryan Litz 於其著作《Modern Advancements in Long Range Shooting》所提出之「射彈散佈理論」，將 MR 發展成可以估算各距離 R95 散佈圓大小之有效工具。有興趣讀者可參考於《步兵季刊》第 285 期所投稿之〈由美國彈道學家 Bryan Litz 射彈散佈理論—論證國軍狙擊手精準射擊能力評估與鑑定作為〉一文。

軍工單位意見交換，可將近戰瞄準鏡（四倍鏡）的射程刻劃上增加一條 700 公尺瞄準線，企圖提供步槍兵在未來必要時機，能以 T112 步槍對遠距離目標實施精準射擊。



圖十 T112 步槍 100 公尺精度預測
資料來源：作者自行調製（2025 年 3 月 16 日）

為求謹慎先以「Kestrel 5700 測風儀」內建「Elite Ballistics 彈道計算功能」，輸入與 TC74 半鋼芯彈彈道特性最相近的美造 M855 半鋼芯彈，G7 彈道係數 0.154（假設兩者非常相近），配合對 T112 步槍射擊 TC74 半鋼芯彈所獲得之平均槍口初速每秒 891 公尺，並在密度高度 750 公尺的環境條件下，得知 T112 步槍約在 575 公尺處即進入穿音速影響距離、⁹685 公尺處進入次音速影響距離，¹⁰因此，如果論述的假設是錯誤的，那麼即使可以算出 700 公尺所需的射程補償角，實際新的刻劃板做出來可能也打不到。為此，作者特地以 TC74 半鋼芯彈進行額外的彈道係數測試，得出 TC74 半鋼芯彈的彈道係數確實相當近似 M855 的彈道係數，且以 M855 的標準數據 G7 彈道係數 0.154 輸入運用，即可滿足大部分射擊需求之結論。（參考下表一）因此，最終驗證 T112 步槍搭配近戰瞄準鏡（四倍鏡）700 公尺的命中率，確實可維持在傳統定義 50% 之上，¹¹從而幫助步槍兵射擊時能延長 T112 步槍的最大接戰距離。

⁹ 就美國彈道學家 Bryan Litz 出版書籍定義，通常發生在彈速低於 1.2 馬赫（即 1.2 倍音速，約每秒 408 公尺）時，彈頭若因設計或與膛線匹配不當等因素，很可能在飛行到這個距離後開始失穩。

¹⁰ 就美國彈道學家 Bryan Litz 出版書籍定義，次音速影響距離指的是當彈速低於 1 馬赫（即 1 倍音速，約每秒 340 公尺）時，因彈頭飛行的阻力係數產生急劇變化，受目前彈道計算機演算模型的限制，彈道預測的數值可能開始失準。

¹¹ 參考民國 78 年由陸軍步兵學校印製，范光亮教官主編之《步機槍問答 120 解》一書，其內曾對有效射程作出以下解釋：「步槍對單人散兵所能精確射擊之距離（通常言，其命中率達 50%），且槍彈能造成傷亡與損害之謂」。

表一 國造 TC74 半鋼芯彈—簡易彈道係數射擊紀錄表

國造TC74半鋼芯彈—簡易彈道係數測試					
校正距離		404m	502m	600m	700m
馬赫Mach		(1.52)Rem.V 532m/s	(1.31)Rem.V 457m/s	(1.11)Rem.V 388m/s	(0.98)Rem.V 345m/s
輸入 參數	彈道係數	G7:0.151	G7:0.151	G7:0.151	G7:0.154
	槍口初速	886m/s	888m/s	881m/s	886m/s
	溫度	31°C	30°C	32°C	32°C
	相對濕度	64%	62%	62%	65%
	大氣壓力	1006.2hpa	1005.6hpa	1003.9hpa	1008.7hpa
	密度高度	約740m	約715m	約800m	約760m
射向		170度(南測尖山靶場)	170度(南測尖山靶場)	170度(南測尖山靶場)	108度(南測大峽谷靶場)
射擊結果 (以Kestrel 5700Elite數據射擊					
發數(精度MOA)		20發(3.97MOA)	21發(3.93MOA)	20發(3.02MOA)	30發(4.98MOA)
實際平均初速		888m/s	886m/s	881m/s	884m/s
原平均彈著落差		-0.1cm	-1.3cm	+15.4cm	+6.5cm
歸零/初速/響數補償		+2cm	+2.6cm	+16.7cm	+12cm
彈道係數推算		G7:0.157	G7:0.154	G7:0.161	G7:0.157
結果與推論		上述測試均以MagneToSpeed測速儀同步監測實際初速，且為能降低過渡彈道影響自歸零起即全程安裝。另驗證時並謹慎測量或確保目標距離、射擊環境(空氣密度與射向)、歸零品質、鏡視差、高低調整螺響數修正量等變數均控制在能接受的容許誤差內。最後，以各距離所得之平均彈著，將歸零品質、初速差異與響數修正量等納入考量並予以補償後，最後得到國造TC74半鋼芯彈之G7BC平均值約為0.155且與美造M855半鋼芯彈G7BC平均值0.154相似之推論。			

資料來源：作者自行調製（2025 年 3 月 16 日）

三、加速新型步槍形成單兵穩定戰鬥力

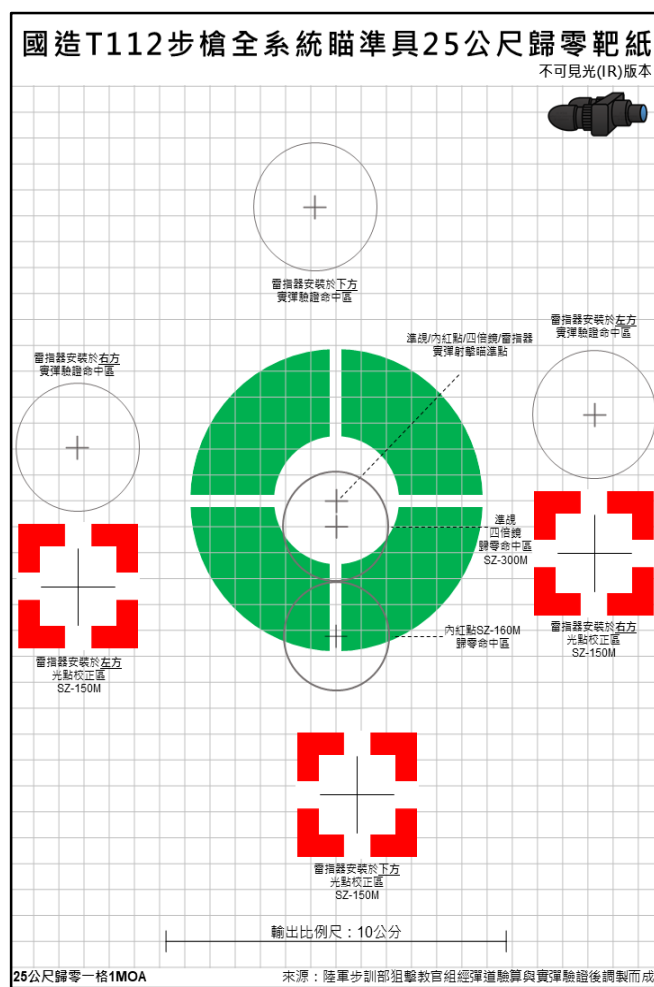
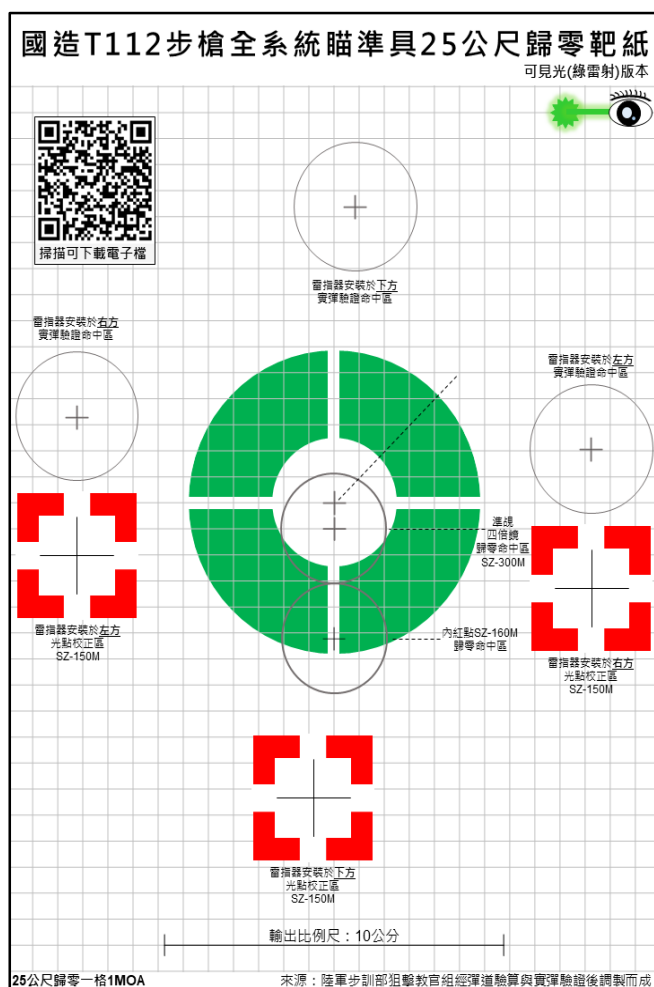
基於上述，我們已經知道 T112 步槍全系統包含近戰瞄準鏡（四倍鏡）、反射式瞄準鏡（內紅點）與三合一雷指器，實際規劃出最適合各種瞄準裝置所需的彈道設定甚至將最大有效射程順利推展到 700 公尺，只是決定未來射手實際射擊的彈道能不能符合預期的效果。

除了射手本身的射擊能力控制了大部分因素外，更重要的是未來訓練時，射手能否快速有效完成歸零與校正程序？就「有效」方面，在《步兵季刊》第 289 期所投稿之〈以統計與彈道學理論探究槍械精確歸零之奧祕〉一文中，已使用相當大的篇幅來論述並證實「五發對提升歸零品質的價值」，經多年推廣已經獲得普遍認同，而此方法也將納入未來《陸軍射擊訓練手冊》內容中作為 T112 步槍歸零過程中部隊可以選擇的一個方法。

就「快速」方面，為了使部隊未來在實施 T112 步槍全系統瞄準裝置歸零時的程序步驟，能減輕部隊在歸零過程中不必要的負擔（可以試想一個狀況：如果全系統中，每一種瞄準裝置都設計一張對應的靶紙，而且每張靶紙的名稱、編號、圖形，以及使用方法都完全不同，會不會在教育訓練上造成很大的困擾？），故於是精心設計了一張全系統光學瞄準具都能通用的 25 公尺歸零靶紙。

跳脫以往作法，各光學瞄準鏡不再個別使用對應的靶紙，而是完全實踐一張靶紙用到底的精神，除了機械瞄準具（準規）考量射手建構正確瞄準圖時準星與目標對齊時輪廓的辨識度，仍使用與傳統步槍歸零靶紙相同的「**冂**型」黑色目標外，其他光學瞄準鏡（包含四倍鏡、內紅點、雷指器）都能使用同一張、尺寸為 **A4** 大小，且目標特徵為綠色圓形的「國造 T112 步槍全系統瞄準具 25 公尺歸零靶紙」。因為雷指器有可見光（綠雷射）及不可見光（IR）兩種模式，且雷射頭以一左一右方式嵌在機體上，故把雷指器裝在護手的左側、右側及下方，會有「瞄準線與槍管軸線」基準不同的問題。

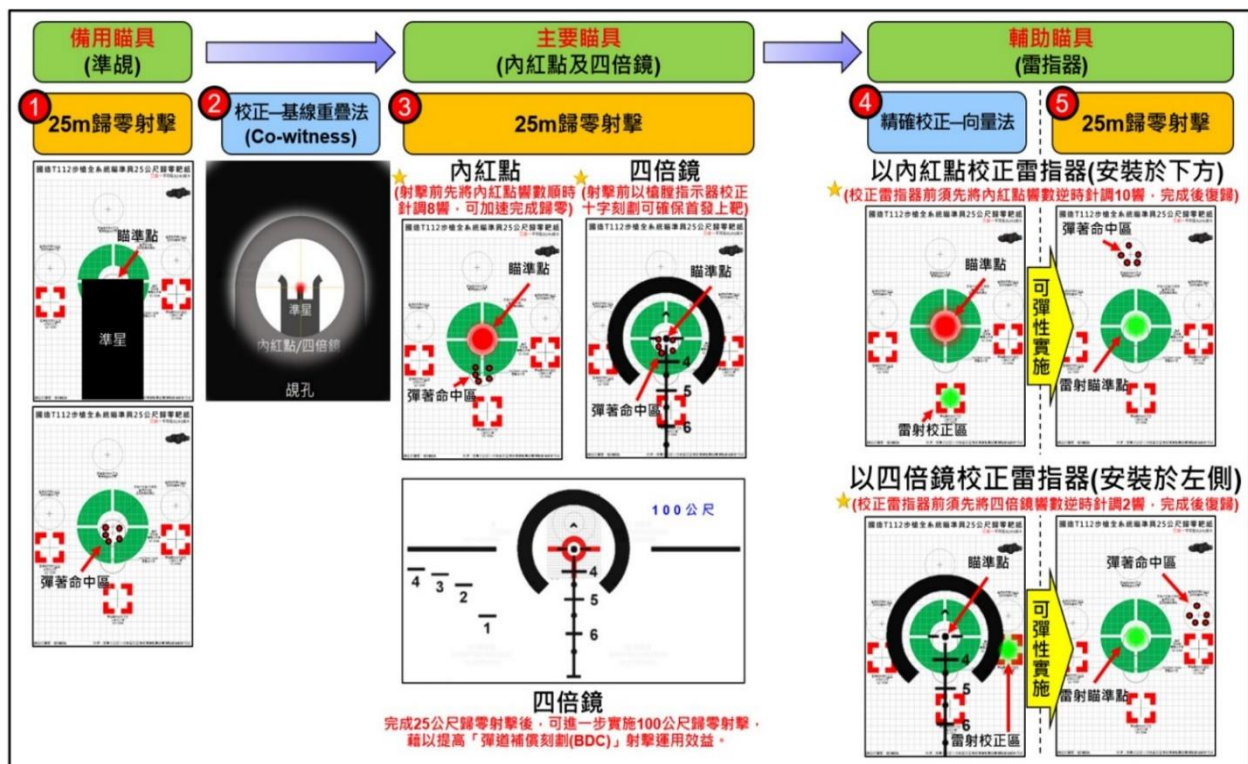
因此，將該靶紙區分可見光（綠雷射）及不可見光（IR）兩種版本，此兩種版本都可以提供給「四倍鏡」與「內紅點」歸零使用，使用方法與彈道效果並沒有任何差異，主要差異在於「雷指器」方面，射手只要記得：實施可見光（綠雷射）及不可見光（IR）的校正或歸零時，務必搭配右上角有標示對應「可見光（綠雷射）」或「不可見光（IR）」字樣的靶紙，否則校正後或歸零後產生的彈道，將無法與預期效果一致。（如圖十一）



圖十一 國造 T112 步槍全系統瞄準具 25 公尺歸零靶紙
資料來源：作者自行調製（2025 年 3 月 16 日）

為了使部隊實施 T112 步槍全系統瞄準裝置歸零時能更快速地完成，除了設計上述之多功能靶紙，亦將使用的程序步驟要領，協請廠製單位加入《操作保養手冊》中說明，並和兵器權責教官溝通，在最新版的《陸軍射擊訓練手冊》中提列重點以確保後續各部隊在教育訓練時能有所依循，因此，在武器獲得後，各部隊只要參考準則的步驟要領及標準實施即可。

故僅針對全系統歸零與校正流程中的重要觀念進行補充說明，請參考（圖十二）進行閱讀。首先將全系統瞄準裝置區分「備用瞄準具-準規」、「主要瞄準具-內紅點或四倍鏡」、「輔助瞄準具-雷指器」三部分，前段已說明機械瞄準具（準規）仍建議使用以往的步槍歸零靶紙及其原因，當然如果讀者有辦法在 25 公尺外，以肉眼準確的將準星切齊新式歸零靶紙，綠色圓圈的 1/2 位置，並且在合乎精度的前提下，將平均彈著點調整到瞄準點下方 0.91 公分處，同樣能以新式歸零靶紙實施準規歸零。



圖十二 國造 T112 步槍全系統瞄準具 25 公尺歸零靶紙使用方法示意
資料來源：作者自行調製（2025 年 3 月 16 日）

就經驗法則認為，未來 T112 步槍全系統的歸零必須從準規開始，即便光學瞄準鏡將成為單兵的標準裝備，仍不可忽視「備用瞄準具」歸零的重要性。在完成準規歸零後，建議在準規已確立的基準上，採「基線重疊法 (Co-witness)」將內紅點或四倍鏡的瞄準點同步調整到準規瞄準圖上的中心位置，使兩條瞄準線完成重疊，如能再留意（圖十二）刻意用「星號粗體紅字」提醒的細節，將可以大幅度提高首發即命中靶的機率，並且縮小第一群平均彈著點與歸零校正區（3 公分圓圈）的距離，進而加快歸零完成的速度並減少彈藥與時間的浪費。

當然射手也可以使用槍膛指示器（**Laser Bore-sighter**）執行與上述概念類似的動作，但就實務經驗而言，大部分情況下，因槍膛指示器及藥室存有公差，光點其實無法準確地指出槍管軸心延伸位置，即使在 25 公尺事先將光點與瞄準點調正到完全重疊，也不見得第一發就能將子彈打在 25 公尺的歸零靶紙上，更別說要用這個工具取代實彈射擊完成歸零，這也是為何不願將 **Laser Bore-sighter** 翻譯成眾所皆知的「槍膛歸零器」的主要原因。（如圖十三）



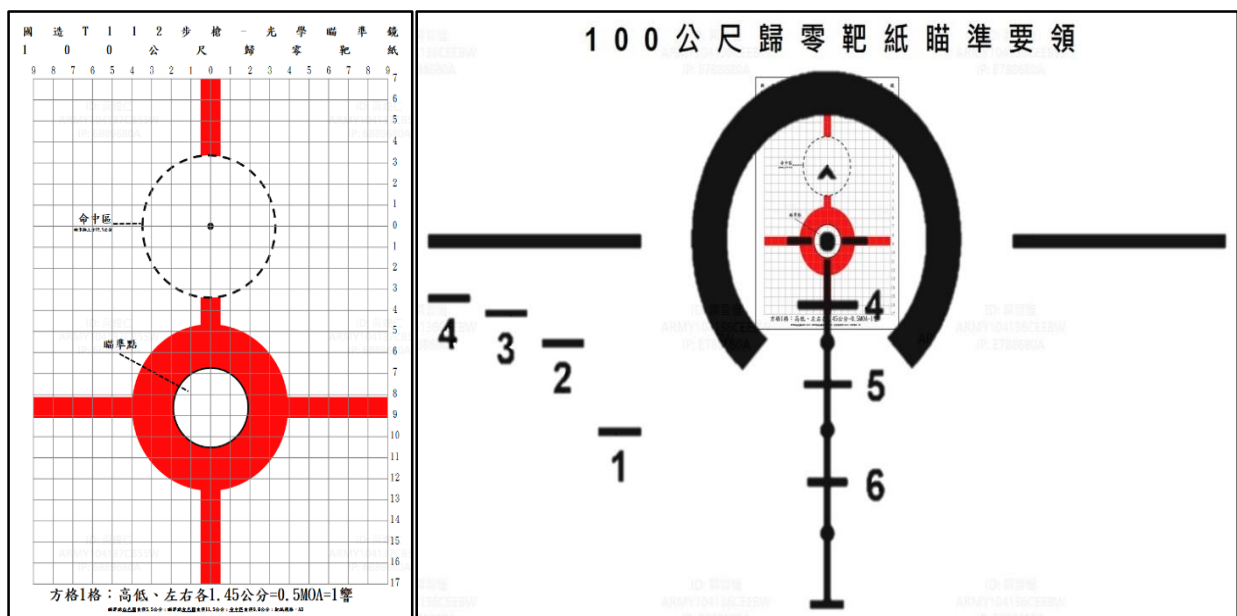
圖十三 以槍膛指示器實施準規初步實施校正後首發命中效果示意圖
資料來源：作者自行調製（2025 年 3 月 16 日）

在完成主要瞄準具的歸零射擊後，我們便能繼續在這個已經確立的基準上，讓雷射器的光點在 25 公尺處，與主要瞄準具的瞄準點及彈著點保持一個特定關係，而該特定關係能確保在透過雷射器瞄準時，彈道能產生預期的效果，且已事先透過彈道計算機計算並融入靶紙設計中，因此，射手只要很單純地將瞄準鏡對準靶紙上的瞄準點，然後將雷射光點同時調整到對應的紅色方框內（雷射校正區），即完成精確校正。

另進行不可見光（IR）校正時，因射手無法直接以肉眼觀看見光點，建議可採 2 人 1 組方式操作，惟操作前必須完成清槍動作，射手再以瞄準鏡瞄向靶紙上的瞄準點，另 1 員於靶紙旁邊透過頭戴式夜視鏡直接指示不可見光點位置，並指揮射手實施覘孔響數調整，直至完成校正為止。上述步驟只要在穩定的條件下細心操作並反覆確認，經實際驗證，彈道確實能夠達到 200 公尺內基本上「瞄哪裡，打哪裡」的效果。因此，在完成雷射器精確校正後，有沒有必要在相同距離上再以實彈方式做進一步的歸零射擊？建議可由各部隊針對訓練目的與可用時間等狀況決定。

TS112 近戰瞄準鏡（四倍鏡）原將焦距定於 150 公尺，此舉雖有助於降低瞄準 300 公尺以上目標之視差影響，提高「中、遠距離」射擊精準度，但相對在 25 公尺進行歸零射擊時，會導致視差影響較明顯，如果射手對光學瞄準鏡較不熟悉（如據槍要領不夠穩定或貼腮位置不正確...等，以致每次擊發後，都必須反覆調整姿勢以重新建構瞄準圖），那麼最終歸零品質也很容易出現問題。

故為了確保 TS112 近戰瞄準鏡的射程刻劃能在各距離上發揮最佳效能，各單位後續應依新版的《陸軍射擊訓練手冊》指導，在完成 25 公尺歸零後，進一步實施 100 公尺歸零射擊，以求在視差影響相對較小的距離上，再次確認平均彈著點位置能否與理論數值是否相符（平均彈著點必須落在瞄準線上方 12.5 公分處，如圖十四），如發現還有調整空間，則應以 100 公尺最後修正之結果，作為將高低調整螺重新調整為「零表尺」裝定之基準。



圖十四 國造 T112 步槍光學瞄準鏡 100 公尺歸零靶紙及瞄準要領示意圖
資料來源：作者設計，後經兵器組權責教官考量教訓需求重新調製（2025 年 3 月 16 日）

肆、其他彈道應用注意要項

在論述 T112 步槍全系統性能硬實力與彈道應用上的各種軟實力後，作者欲探討可能會引發觸類旁通相關的問題？T112 步槍全系統的彈道運用規劃都是以國造 TC74 半鋼芯彈進行設計，那麼 TS112 近戰瞄準鏡的射程刻劃，到底還能不能搭配早期的國造 M193 普通彈使用呢？針對此問題，先以 Kestrel 5700 測風儀內建 Elite Ballistics 彈道計算功能輸入 T112 步槍搭配國造 M193 普通彈實際測得之平均槍口初速每秒 927 公尺，進行以下兩種特殊要項的複雜計算：

- 一、要項一：射手使用國造 M193 普通彈，依新式歸零靶紙內四倍鏡要求標準完成 25 公尺歸零射擊，接續沿用國造 M193 普通彈，欲以 TS112 近戰瞄準鏡的射程刻劃

行 300 公尺以上「中、遠距離」精準射擊時。

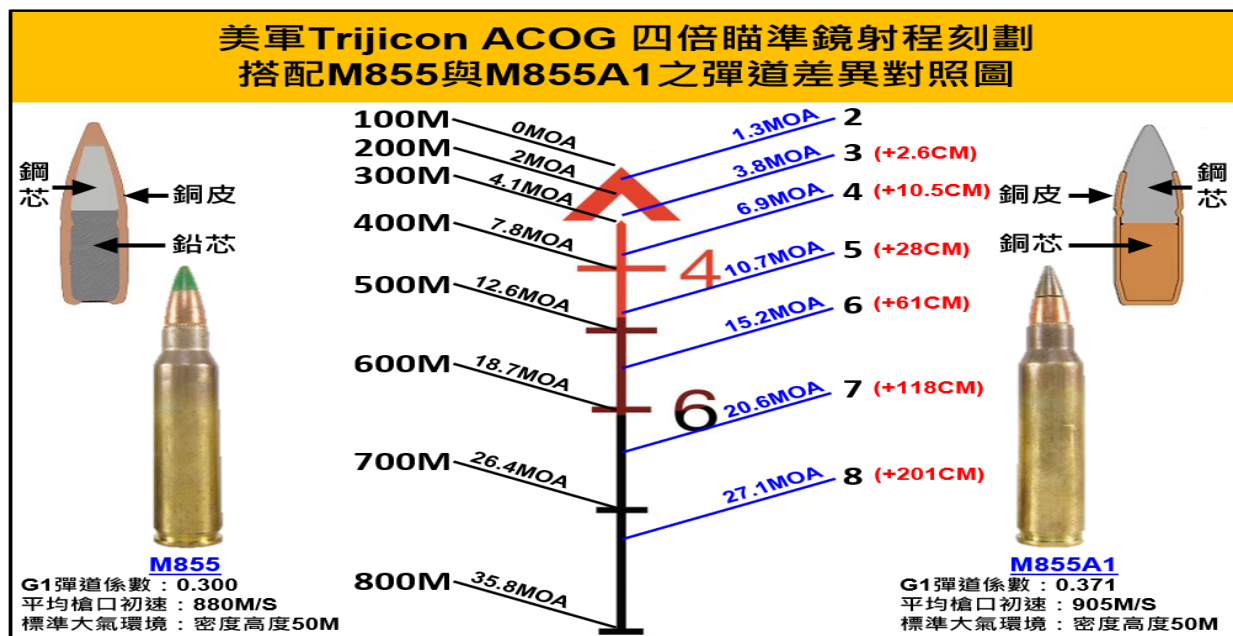
二、要項二：射手使用國造 TC74 半鋼芯彈，依新式歸零靶紙內四倍鏡要求標準完成 25 公尺歸零射擊，後續因故改用國造 M193 普通彈，仍欲以 TS112 近戰瞄準鏡的射程刻劃實施 300 公尺以上「中、遠距離」精準射擊。

發現在兩種要項下，因為彈藥轉換產生的彈道差異並沒有想像中的大，300-500 公尺各射程之彈道差異都不會超過 5 公分、600 公尺差異數據雖較大，但也僅在 15 公分上下，也就是說兩種彈藥原則上都可以搭配 TS112 近戰瞄準鏡的射程刻劃進行射擊，然因國造 M193 普通彈本身精度較差且彈道係數亦較 TC74 半鋼芯彈為低、致抗風能力不足，即使 TS112 四倍鏡的射程刻劃理論上可支持 M193 普通彈的彈道墜落補償值，評估在真實的作戰環境下，射程超過 500 公尺後，命中率應不容易維持在傳統定義的 50% 以上。

為此，特別以 T112 步槍針對上述「要項二」進行實彈測試，先以 TC74 半鋼芯彈完成歸零，再改用 M193 普通彈透過 TS112 四倍鏡的射程刻劃瞄準 400 及 500 公尺單人跪姿人形鋼靶，並分別射擊 10 發，最後在幾乎無風的理想環境下，獲得命中 9 發及 7 發之結果。未來如有單位在特殊情況下，使用國造 M193 普通彈進行射擊訓練，只要射手素質與歸零品質能保有一定水準，500 公尺內的射擊準確度，應不至於無法預測與掌握。

此外，如果未來為增強 T112 步槍命中人體目標之殺傷效果與擊中抗彈板等硬質防護目標後的表現，軍工單位有預算開發 5.56 公厘增強型步槍彈（如美軍 M855A1 彈藥¹²或相同規格或具同等能力之彈藥）提供部隊使用時，也必須留意瞄準鏡彈道匹配的問題，尤其當新彈藥，在彈道特性上與 TS112 四倍鏡射程刻劃主要適用對象—國造 TC74 半鋼芯彈落差過大時，原刻劃在彈道匹配上的問題就會比較嚴重，這也是美軍當初在全面換發一顆彈道特性優於 M855 彈藥的 M855A1 彈藥後，發生在 Trijicon ACOG 四倍瞄準鏡射程刻劃上的問題，只是經美軍評估新的 M855A1 彈藥在 500 公尺內與原本 M855 彈藥的彈道落差尚在能接受的範圍內（參考圖十五）且全面回收更換刻劃板的作法顯然不合乎經濟效益，最終仍沿用 ACOG 四倍瞄準鏡，捨棄原先刻劃板可以支持射手射擊到 800 公尺的能力，特地提出來說明，以供未來發展參考。

¹² M855A1 彈藥：美國陸軍於 2010 年 6 月開始逐次將全軍使用逾 25 年的 M855 彈藥更換為 M855A1 彈藥，其彈頭重量雖維持原 62 格令（約 4 公克），然在槍口初速、動能、精度、殺傷力與侵徹力等各方面表現均較 M855 彈藥為佳。彈頭結構區分鋼芯、銅芯及彈頭殼（也稱銅皮）三個部分，採彈頭殼由後向前包覆銅芯與鋼芯之特殊設計，射擊人員目標時，彈頭在命中目標瞬間即因鋼芯與銅芯互相擠壓原理，使彈頭殼產生爆裂與分離的擴大殺傷效果，從而提高對人體組織的破壞力；並透過增加鋼芯重量與刻意讓鋼芯頭外露方式來提高面對硬質目標之貫穿效果，經測試可於 350 公尺處貫穿 1 公分低碳鋼板，整體侵徹力約為 M855 彈藥的 2.1 倍。



圖十五 美軍 ACOG 瞄準鏡射程刻劃搭配不同彈藥之彈道差異對照圖

資料來源：作者自行調製（2025 年 3 月 16 日）

伍、結語

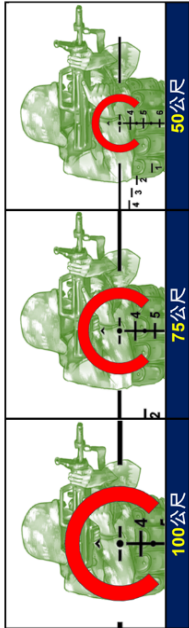
步槍是三軍通用武器，也是入伍訓練由民轉軍首次經由正式授槍典禮接觸到的武器，配賦步槍的人數最多，即使編制表是操作飛機、戰艦、戰甲車、飛彈、火炮，但相關人員無預警自衛戰鬥時，依然要使用到步槍（或手槍），所以步槍的性能與射擊準確度是非常重要的。國軍近年來由傳統武裝力量快速向高科技、高技術武裝力量轉型，因此，在貫徹「少講多做、反覆操作、熟能生巧」訓練原則同時，如能再秉持「科學化訓練」精神，強化武器裝備學理上的基本認知，將可縮短未來 T112 步槍全系統獲撥後，官兵從熟裝訓練到獲得實質射擊效果的時間，進而加速形成步槍兵穩定戰鬥力，達到堅實國軍戰力之目標。

最後，再次強調武器不是戰鬥力，必須透過正確與嚴格的訓練方能轉化為實際戰力，而學習基礎彈道學可能獲得的三項效益：「發展步槍搭配各式瞄準鏡所需彈道圖」、「延長步槍兵之接戰距離」以及「加速新型步槍形成單兵穩定戰鬥力」，便是能使步槍兵戰鬥力穩定增加，促進官兵腦力與戰鬥力同步增長的重要關鍵，也是撰寫本篇文稿希望達成的主要目標。

國造TS112式近戰瞄準鏡－彈道補償刻劃(BDC)設計概念與功能說明

快瞄環：以平均胸膛大小30公分於75公尺處投影寬設計(利於100公尺內近接戰鬥快速瞄準)

快瞄環100公尺內瞄準效果



300公尺瞄準效果：十字刻劃中心點為瞄準點亦為彈著點，另將快瞄環套於人形靶上緣，可確保理論彈道命中目標底緣上方40公分(利於訓練)

100公尺彈道高+12.5公分(箭頭尖端亦為100公尺歸零時預期的彈道落點)(利於訓練)

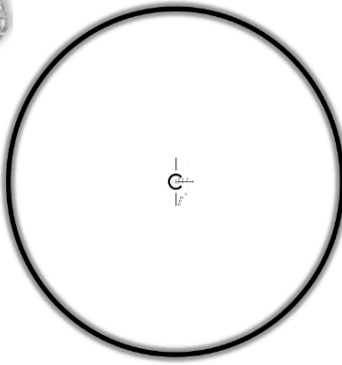
十字刻劃中心點射程裝定為300公尺，300公尺內最大彈道高位於175公尺(+17公分)

中心圓點1.2MOA，利於遠具精準射擊瞄準

水平輔助線

直射距離判定：當以十字刻劃中心點瞄準100公分高之人形靶正中間時(或人體胸腹位置)，只要目標頭部不超出箭頭尖端處，即代表該目標仍在直射距離(PBR, Point Blank Range)範圍內，可不改變瞄準點即行射擊。*此彈道設定直射距離約可達415公尺。

刻劃與視界比例



測距刻劃系統2
(以平均頭高30公分設計)
最多可測至400公尺

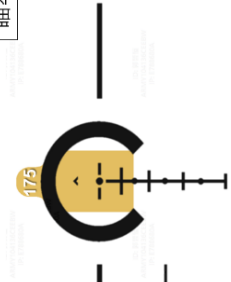
測距刻劃系統1
(以平均肩寬50公分設計)
最多可測至700公尺

300~700公尺彈道補償刻劃
(每50公尺設有一瞄準點或一刻劃線)

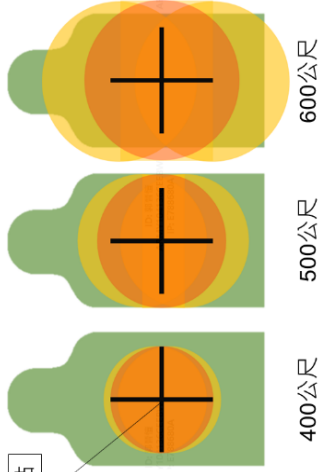
75公尺瞄準效果



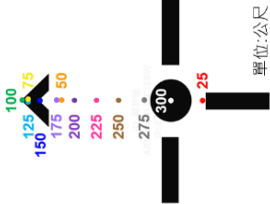
175公尺瞄準效果



槍管壽線一萬發內彈道預期效果

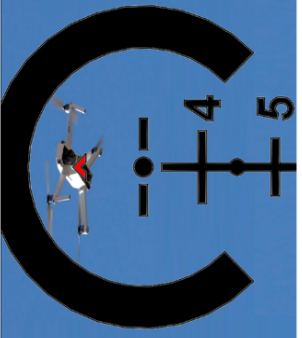


300公尺內彈道於刻劃內對應位置



無人機應急射擊刻劃與預期效果

- 100公尺內各種角度彈道變化量 -6.7~+6.7公分
- 200公尺內各種角度彈道變化量 -9~+20公分



瞄準要領：以快瞄環上緣切齊肩線即可命中目標正中間
理論彈道可命中目標底緣上方40公分處(利於訓練)

參考文獻

- 一、 郭晉愷，《狙擊彈道學—第五版》（高雄市，陸軍步兵訓練指揮部，民國 113 年 2 月 1 日編印）。
- 二、 蘇茂賢，《綠眼射手低光夜視戰鬥射擊》（台中市，蘇茂賢出版，民國 112 年 6 月）。
- 三、 鈴木香織、竹原一彰著，李貞慧譯，《圖解 機率·統計》（台北市，積木文化出版，民國 105 年）。
- 四、 蘇茂賢，《戰鬥步槍技藝》（台北市，晶采，民國 104 年 7 月）。
- 五、 馬樹榮、佘國樑，《槍械設計的奧秘—戰鬥射擊之人性化操作介面》（台北：全球防衛雜誌特刊，民國 103 年）。
- 六、 盧偉康，《輕兵器射擊教範（一）—手槍、步槍》（桃園縣，陸軍司令部，民國 96 年）。
- 七、 楊慶豐，《輕兵器射擊教範（二）—機槍、排戰鬥射擊》（桃園縣，陸軍司令部，民國 96 年）。
- 八、 陸軍官校機械系主編，《武器系統》（高雄市，陸軍官校機械系，民國 92 年）。
- 九、 林佐乙，《國造槍械列傳 1867-2000》（台北，全球防衛雜誌社有限公司，民國 89 年）。
- 十、 范光亮，《步機槍問答 120 解》（高雄市，陸軍步兵訓練指揮部，民國 78 年）。
- 十一、 郭正祥，《輕兵器設計技術手冊》（高雄市，聯勤第 205 廠，民國 75 年）。
- 十二、 徐聲亮，《輕兵器彈藥設計技術手冊》（高雄市，聯勤第 205 廠，民國 75 年）。
- 十三、 TC 3-22.9, 《Rifle and Carbine》（U.S.A., Headquarters Department of the Army, 2016）
- 十四、 Bryan Litz, 《Accuracy and Precision for Long Range Shooting》（U.S.A., Applied Ballistics, LLC, 2012）
- 十五、 Bryan Litz, 《Applied Ballistics for Long Range Shooting》（U.S.A., Applied Ballistics, LLC, 2015）
- 十六、 Bryan Litz, 《Modern Advancements in Long Range Shooting- Volume II》（U.S.A., Applied Ballistics, LLC, 2016）
- 十七、 Bryan Litz, 《Modern Advancements in Long Range Shooting- Volume III》（U.S.A., Applied Ballistics, LLC, 2022）