

探討高效能增程狙擊槍未來發展之研析

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。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、本軍狙擊戰力建構多年至今雖已具成效，惟武器、彈藥仍與北約 7.62 公厘標準口徑規格等齊，射擊遠距離目標時殘餘動能不足且精準度表現欠佳，即使配賦先進光學瞄準鏡，仍難以突破至 1000 公尺以上之射程限制。反觀共軍近年積極組建狙擊戰力，除發展.338 口徑（8.6 公厘）與.50 口徑（12.7 公厘）輕、重型狙擊槍，亦發展 35 公厘/40 公厘狙擊榴彈槍，編配智能光學瞄準鏡最大有效射程可達 1800 公尺，對我威脅提升。為消彌雙方戰力差距，建購高效能增程狙擊槍已成為重要途徑，亦是突破超遠距離射擊的瓶頸，提升國軍狙擊戰力的必要作為。
- 二、目前國際間最為常見的軍規增程狙擊槍主要口徑有二，分別為 7.62X67 公厘的.300 Win Mag.彈藥與 8.6X70 公厘的.338 Lapua Mag.彈藥；未來籌獲增程狙擊槍與相對應之精準彈藥，能將國造 7.62 公厘現役狙擊槍（T93/T93K1/T108 等型式）之有效射程從原有的 800-1000 公尺，提升至 1200-1300 公尺，甚至 1500 公尺（含）以上，同時保有足夠之命中率與殺傷效能，以縮短與共軍狙擊槍射擊距離之差距。
- 三、針對國外先進超遠距離狙擊槍與彈發展現況，實施說明與介紹並就其於超遠距離射擊上可能產生之狙擊效能，與適應本島地面戰場效益進行分析，並提出高效能增程狙擊槍未來發展之觀點，期能先行奠定兵科專業論述基礎，藉集思廣益擴充思考範疇與細膩度，以供未來換裝之參考。

關鍵詞：狙擊槍、遠距離射擊、彈道、有效射程

壹、前言

現代狙擊射擊距離定義，¹超過 1000 公尺以上可稱為超遠距離，對大多數 7.62 公厘口徑之彈藥而言，彈頭飛行超過 1000 公尺時，彈道本身對各種可控制或不可控制的內、外在影響因素，²已經到「差之毫釐、失之千里」的程度，已非如同 300-600 公尺中距離射擊時，射手心存僥倖、刻意省略彈道修正都還能幸運命中目標。因此狙擊手能否將各種內、外在影響因素納入射彈修正考量或設法降低其影響，為超遠距離射擊能否首發命中或獲得合理命中率之關鍵。

本軍於民國 109 年導入國外先進彈道計算理論並由作者率先完成軍事內部參考書籍《狙擊彈道學》一書編寫，經多年教學訓練、師資種能培訓，各單位狙擊手現均已落實科學化練兵並能正確運用彈道計算機及相關輔助科技裝備（如測風儀、測距儀與測速儀...等），加上本部於狙擊手訓練班及司令部年度鑑測所推行之新式射擊能力評估與鑑定等相關作為，強化對射擊基本功的要求（可參考作者於步兵季刊第 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），基本上各單位狙擊手對 1000 公尺內任何不定距離目標已能具備「首發命中」之精準射擊能力，惟受限於北約國家 7.62 公厘狙擊槍彈效能限制，對 1000 公尺以上之超遠距離目標，即使狙擊手再精通狙擊彈道應用、射擊能力再精湛，命中率仍難以穩定維持在 50%以上。（如圖一）雖作者曾嘗試以國造 T93K1 狙擊槍搭配先進光學瞄準鏡（美造 Night Force 5-2X56 可變倍狙擊鏡）對 1280 公尺超遠距離目標實施射擊，並且達到 5 發命中 3 發的驚人效果，³（如圖二）然在其他類似條件的測試中，不曾再出現如此高之命中率，顯然僅為特定時空下霎時出現之紀錄，並非當前國造 7.62 公厘狙擊槍彈現況所能規律達成之效能。如要突破超遠距離射擊現狀之困境，僅有從武器、先進瞄準系統、彈藥性能方面有效提升，才能解決本質上的問題。

作者在此研究動機下，試圖以多年熱衷兵器與彈道研究心得，針對國外高效能超遠距離狙擊槍與彈發展現況，實施說明與介紹，並就其於超遠距離射擊上可能產生之狙擊效能，與適應本島地面戰場效益進行分析，進而提出本軍高效能增程狙擊槍未來發展之觀點，期能先行奠定兵科專業論述基礎，再藉集思廣益，使未來所獲得之戰具能具備實

¹ 關於現代狙擊距離定義，雖然目前尚無文獻精確定義，然就經驗數據而言，概可區分：0-300 公尺為近距離（Close Range）、300-600 公尺為中距離（Medium Range）、600-1000 公尺為遠距離（LR, Long Range）、1000 公尺（含）以上可稱為超遠距離（ELR, Extreme Long Range）。

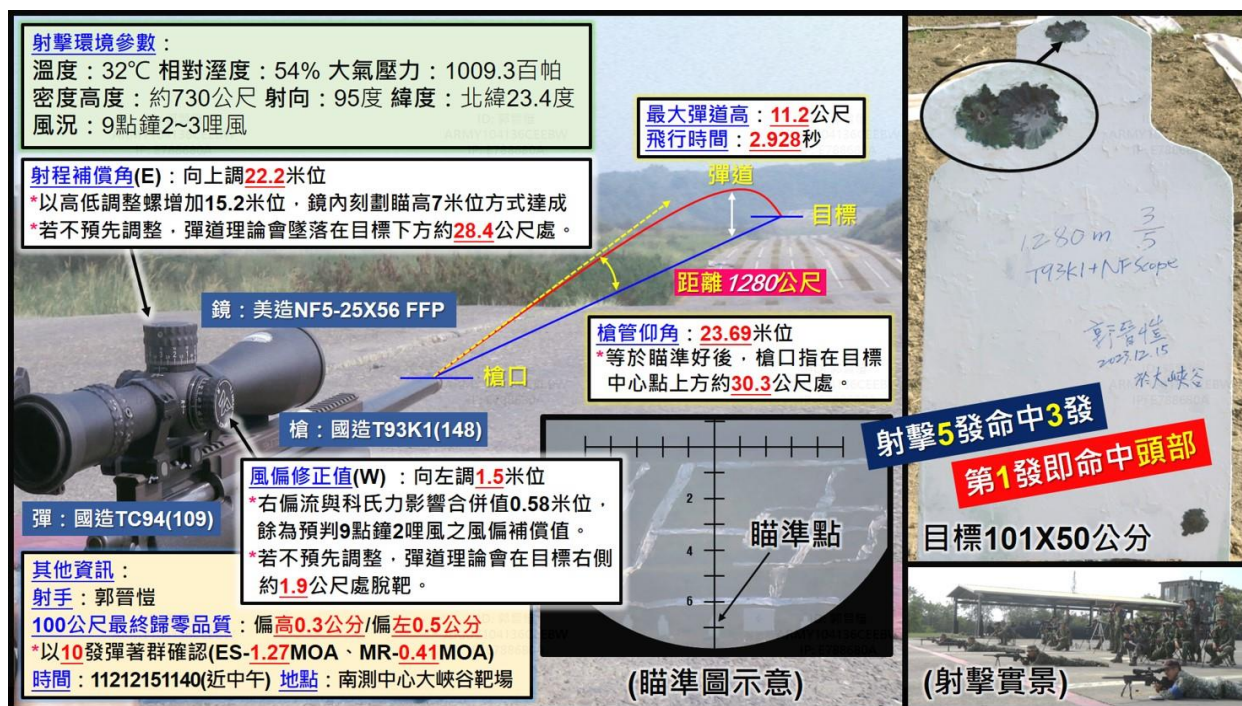
² 影響超遠距離射擊精準度的內、外在因素很多，如射擊時槍面的傾斜角度與槍管的俯仰角度、射手本身的射擊能力（瞄準誤差與射擊穩定度）、測距與射程裝定誤差、測風與風偏修正誤差；或是槍枝彈藥本身的精度散佈、槍口初速變異量；彈頭因高速旋轉產生的右偏移量（又稱右偏流）；受到不同空氣密度與飛行阻力（包含海拔高度、大氣壓力、溫度與相對濕度）產生的彈道變化、以及變化莫測的風速與風向，甚至是射擊所在地的緯度與射向不同，在地球自轉因素下所產生的科氏力影響等。

³ 為何作者用「驚人的效果」來形容，因為目前 7.62 公厘口徑狙擊槍在戰場上最遠的狙殺紀錄距離為 1250 公尺，由美軍狙擊手 James Gilliland 於 2005 年 9 月在伊拉克使用 M24 狙擊槍搭配 Leupold M3A 式 10 倍狙擊鏡及 175 格令的 M118LR 狙擊彈所創的紀錄。另經 Kestrel 5700 Elite 測風儀內建彈道計算功能計算，作者所使用的國造 TC94 狙擊彈在當日射擊環境下（攝氏 32 度），子彈飛行速度於 875 公尺處左右即低於音速（一般彈頭進入次音速飛行後，命中率將大幅降低，在學理上已沒有探討有效射程的實質必要），1280 公尺能有 5 發命中 3 發的效果，實則驚人。

用、高效、超越敵人之目標。



圖一 作者曾率狙擊手訓練班部份學員進行 1000 公尺遠距離射擊驗證
資料來源：作者自行調製（2023 年 4 月 26 日）



圖二 作者曾率狙擊手訓練班部份學員進行 1280 公尺超遠距離射擊驗證
資料來源：作者自行調製（2023 年 12 月 15 日）

貳、高效能狙擊戰力(戰具)發展概況

一、美軍發展概況

美軍自二戰以來便長期於海外征戰，累積了大量實戰經驗，然而越戰的慘痛教訓中，越共狙擊手在叢林及城鎮戰中襲擊美軍的戰法，讓美軍充分感到腹背受敵、草木皆兵的恐慌心理，重創美軍部隊及士氣，迫使美軍高階將領重新思考狙擊手的角色及重要性。美國海軍陸戰隊於 1977 年成立偵蒐狙擊手（Scout Sniper）學校，陸軍則至 1987 年始在喬治亞州-摩爾堡（原本寧堡）⁴陸軍步兵學校正式成立狙擊手學校（USASS），專責美國陸軍地面部隊狙擊手之訓練。（如圖三）



圖三 美國陸軍、陸戰隊狙擊手學校訓練實況

資料來源：自 Youtube 影片<US Marines Scout Sniper Training>與<Marine Sniper Training>截圖
（檢索日期 2021 年 11 月 9 日）

上述兩所狙擊學校的狙擊手訓練均非常重視「科學化練兵與實戰化訓練」原則，並藉由配賦先進與持續改良之槍枝、彈藥、光學瞄準器材等科技裝備，累積彈道參數與經驗，大幅提升狙擊手遠距離射擊精準度，使其狙擊手如虎添翼，屢在波灣戰爭、阿富汗戰爭與反恐作戰中扮演影響戰況之不對稱關鍵戰力角色，奠定戰勝先機。而其所配賦裝備與訓練模式，成為世界各國狙擊部隊爭相仿效的對象。

除了落實教育訓練、提升裝備質量與透過大量實戰積累經驗外，美軍是透過每年定期舉辦國際狙擊手競賽，（如圖四）來驗證各單位所培訓之狙擊手是否具備良好的戰場適應性與存活力，驗證高科技裝備是否具備良好的環境適應性。藉各國前來參賽以促進良性的狙擊戰力增長。近年，美軍更整合美國國內狙擊、彈道專家智慧結晶與資源，將最新科學彈道觀念與實用射擊技術注入部隊狙擊手訓練，再次將美軍狙擊手在全球領先的指標推到另一個新的高峰。

⁴ 摩爾堡（Fort Moore），位於美國東岸喬治亞州西南部，佔地約 1600 平方公里，自 2005 年裝甲兵學校整併入步兵學校後，該基地名稱由步兵學校更銜為機動作戰訓練中心(Maneuver Center of Excellence)，基地約可容納 12 萬現役、備役、退役人員及官兵眷屬。平時任務主要負責步兵及裝甲兵之軍、士、官兵之基礎訓練(包含軍官初級班與高級班)，以及空降(Airborne)、突擊兵(Ranger)、狙擊手(Sniper)等專長訓練。2023 年，為紀念已故哈爾·摩爾將軍(Harold Gregory Moore Jr.)，更名為摩爾堡（Fort Moore）。



圖四 2024 年美國舉辦國際狙擊手競賽實況

資料來源：U.S. Army Maneuver Center of Excellence 臉書官方發佈照片（檢索日期 2024 年 4 月 12 日）

二、共軍發展概況

共軍長期偏重滿足常規軍事需求，裝備指標體系與考核方法均借鏡、延續自俄羅斯模式，85 與 88 式狙擊槍雖然能滿足指標要求，但射擊精度要求標準不高，於 100 公尺射擊 5 發彈藥一群的平均全數彈藥散佈範圍直徑小於 12 公分(4.12MOA)、800 公尺射擊 5 發彈藥一群的平均全數彈藥散佈範圍直徑小於 105 公分(4.51MOA)。⁵車臣戰爭後（1994 年及 1999 年）觀察到狙擊手於現代戰爭中之效能，並透過各類國際活動、交流、競賽（如俄羅斯國際軍事比武競賽、鋒刃國際狙擊手競賽），（如圖五）發現與歐美國家有巨幅落差，2000 年時開始厚植狙擊戰術及彈道學等專業學術研究能量，整建現代狙擊編制外，更挹注大量資源研發新式武器裝備，如各種口徑狙擊槍、彈藥、日夜間光學瞄準具及智能光學瞄準具...等。經 20 年來不斷探索與研發其成效豐碩，對我威脅與日俱增，已有必要重新檢視、衡量共軍狙擊戰力。



圖五 共軍長期透過參與國際活動、交流、競賽培植狙擊戰力

資料來源：自人民網(<https://www.military.people.com.cn>)〈鋒刃—2023 國際狙擊手射擊競賽落幕〉一文下載（檢索日期 2024 年 4 月 18 日）

近年來，共軍更是直接借鏡西方戰史發展經驗，重點發展空（機）降、特種作戰、快速突擊等部隊作戰能力，期於未來登島作戰時，搭配新型登陸載具，於渡海登島作戰中對我重要目標實施重點打擊，癱瘓我重要作戰體系。其中狙擊戰力應用，除可對

⁵ 吳安律，〈不可忽視的差距—極需奮進的國產狙擊武器系統〉《輕兵器》雜誌，2007 年 11 月（上）期，第 16 頁。

我重要政治、軍事人員實施狙殺外，亦為特種作戰分隊擔任偵蒐、情報獲得、火力掩護行動中之主要手段，攸關其整體行動成敗關鍵。故在狙擊戰具開發上有不少新建樹，從有效射程 400-600 公尺的 5.8 公厘狙擊槍（如 CS/LR3 式）；到有效射程 800-1000 公尺的 7.62 公厘狙擊槍（如 CS/LR4 式、JS 式、CS/LR35 式）；再到有效射程可達 1500 公尺（含）以上的 8.6 公厘狙擊槍（如 QBU202 式）（如圖六）、12.7 公厘重型狙擊槍（如 M99 式、QBU10 式、NSG-50 式）及用途廣泛、破壞力極強的 QLU-11 式 35 公厘/LG5 式 40 公厘狙擊榴彈槍等。



圖六 共軍已發展出射程可達 1500 公尺以上的 8.6 公厘增程狙擊槍

資料來源：騰訊新聞網(<https://view.inews.qq.com>)〈為了壓制 7.62，8.6 公厘狙擊步槍已交裝部隊，戰術壓制作用極佳〉一文下載（檢索日期 2024 年 4 月 18 日）

其中 12.7 公厘重型狙擊槍及 35 公厘/40 公厘的狙擊榴彈槍均可搭配智能光學瞄準系統，（如圖七）使得最大有效射程甚至可到達 1800 公尺，⁶若使用多功能彈種與相關高科技偵蒐裝備，其狙擊戰力將能夠適應登島戰鬥時全地形、全天候之作戰環境，殊值我軍深思與警惕。



圖七 共軍部分狙擊戰具藉搭配智能光學瞄準具提升超遠距離射擊能力

資料來源：作者自行調製（2022 年 2 月 16 日）

⁶ 依據中國大陸兵器工業第二 208 研究所發行之《輕兵器》雜誌，於 2016 年 10 月刊所載之〈LG5 型 40mm 狙擊榴彈發射器系統〉一文，其內表述：「LG5 型狙擊榴彈發射器系統可使用 BGJ5 型狙擊破甲殺傷彈、BGL3 型殺傷彈、BGL3A 型空炸殺傷彈、BGH1 型殺傷燃燒彈、BGR1 型燃燒彈…等，在 800 公尺距離內可對有生目標進行殺傷，對輕型裝甲等目標實施破甲，對隱蔽在障礙物後方的目標實施精確的定高、定距空炸清除，必要時可將腳架架設到工事建築或特定地形地勢的最高位置進行抵肩射擊，射程可達 2300 公尺以上，以進行火力覆蓋。」惟因 LG5 型為外銷型，故作者未將其最大有效射程列入衡量共軍狙擊戰力參考。

二、本軍發展概況

目前聯兵營（機步營）狙擊組的主要戰具為國造 **T93K1** 手栓式狙擊槍，（如圖八）性能雖佳、精度高、有效射程可達 **800** 公尺，但其構型設計是仿美軍 **80** 年代之 **M24** 狙擊槍，相較於現代新的槍型就顯得較重且重心配置欠佳，已難以符合現代城鎮作戰快速機動需求，進而影響到狙擊組部署運用之彈性，且自 **103** 年撥發使用迄今已超過 **10** 年，武器彈藥射擊數量即將或已超過槍管最大壽限，將會影響精度與遠距離射擊效益。所以為提升狙擊組中、遠距離精準射擊與快速掩護射擊能力，於民國 **000** 年完成國造 **T108** 半自動狙擊槍撥發，提供狙擊組觀測手使用，（如圖九）經強化狙擊戰力後獲得明顯增長；惟其所配賦之美造 **NF 5-25** 可變倍率狙擊鏡，觀瞄的效果遠優於 **T93K1** 狙擊槍上之國造 **TS95** 式 **10** 倍狙擊鏡，以致目前狙擊小組內射手與觀測手所配賦之戰具因新舊關係，在主從角色與武器性能搭配上避免造成落差，國造 **T93K1** 狙擊槍相較之下更有換裝提高效能之急迫性。



圖八 國造 **T93K1** 手栓式狙擊槍

資料來源：作者自行拍攝（2023 年 12 月 15 日）



圖九 國造 **T108** 半自動狙擊槍

資料來源：作者自行拍攝（2023 年 12 月 15 日）

目前聯兵營（機步營）狙擊組所使用之彈藥為國造 TC94 狙擊彈，規格型式為 7.62X51 公厘，彈頭重量為 175 格令⁷，整體上與美造 M118LR 狙擊彈規格略同，屬「人員殺傷」專用彈，其彈道性能與初速表現穩定，符合美軍規範（平均槍口初速約每秒 808 公尺，標準差正負 9 公尺內），精度亦能滿足野戰狙擊手 800 公尺內狙擊任務；惟其 G7 彈道係數，⁸經本部實測結果近似 0.219，將其基本之彈道數據與美造 M118LR 狙擊彈相比（平均槍口初速約每秒 808 公尺、G7 彈道係數 0.243），美造 M118LR 狙擊彈於 700 公尺後各距離之彈道墜落值遠小於國造 TC94 狙擊彈。以 Kestrel 5700 Elite 測風儀內建彈道計算功能演算，700 公尺至少相差 30 公分、800 公尺至少相差 50 公分、900 公尺至少相差 80 公分、1000 公尺至少相差 130 公分。經與軍備局第 205 廠專家訪談，研判係因 TC94 狙擊彈與美造 M118LR 狙擊彈彈形設計與公差控制之差異⁹，（如圖十）以致彈道係數低，加上發射藥燃燒速率也不同，終使內、外彈道效能稍低於 M118LR 狙擊彈。



圖十 國造 TC94 與美造 M118LR 狙擊彈彈形差異比較

資料來源：作者自行調製（2023 年 12 月 15 日）

若再將國造 TC94 狙擊彈與本文所欲探討的增程狙擊彈、也是當前歐美各國新世代狙擊槍選用的主流彈種相比（如 7.62X67 公厘的.300 Win Mag.彈藥與 8.6X70 公厘的.338 Lapua Mag.彈藥），彈道性能落差將更巨大。故整體而言，國造 TC94 狙擊彈 800 公尺後殘餘動能與初速明顯不足，無法有效勝任 800 公尺以上之遠距離狙殺任務，為現階段國造輕型狙擊槍彈之不足，也是目前聯兵（機步）營狙擊組射程遲遲無法突破 1000 公尺門檻之主要技術上的障礙。

⁷ 格令(Gr., grains)：為重量之單位，1 格令等於 0.0648 公克。

⁸ 彈道係數(BC, Ballistic Coefficient)：為衡量彈頭所受到空氣阻力大小的係數，或指某特定彈頭其所能克服空氣阻力之能力，由截面密度(Sectional Density)、阻力係數(Form Factor)兩者計算而來。彈道係數高低不能全然代表彈藥之優劣，彈道係數越高，相較於較低之彈頭，僅能說明其風阻係數較小，較能維持初速，以致初速與動能衰減較慢(相同距離上能有較高之殘餘速度與動能)，最重要的是彈道墜落值與風偏量修正值較小(即測距、測風誤差容許值較大)，適合進行遠距離精準射擊，而與侵徹力或殺傷效能無關。

⁹ 美造 M118LR 彈頭重量可控制在 0.2 格令、彈頭長度 0.007 公厘內；國造 TC94 彈頭重量可控制在 1 格令、彈頭長度 0.2 公厘內，由此可知國造 TC94 彈頭重量控制是美造 M118LR 的 5 倍，尺寸將近是美造 M118LR 的 30 倍。

參、增程狙擊槍性能分析

目前國際上最為常見的軍用增程狙擊槍主要口徑有二，分別為 7.62X67 公厘的.300 Win Mag.彈藥與 8.6X70 公厘的.338 Lapua Mag.彈藥，（如圖十一）依序說明如下：



圖十一 由左至右分別為 7.62X51、7.62X67、7.62X63 及 8.6X70 公厘彈藥

資料來源：取自 www.thefirearmblog.com 網站〈SOCOM Chooses .300 Norma Magnum for ASR〉一文（檢索日期 2024 年 4 月 18 日）

7.62X67 公厘的.300 Win Mag.彈藥，最早是由美國 Winchester 公司於上個世紀 60 年代所開發，在約 60 年的發展歷程中，憑藉著彈道低伸、抗風性能佳，且外彈道表現穩定之特性，廣受各國將其運用於競賽、軍事與狩獵用途上，致使越來越多彈藥製造商投入生產。經查目前國際上有使用 7.62X67 公厘的.300 Win Mag.彈藥作為軍事用途的國家至少有美國陸軍（M2010 ESR 手栓式狙擊槍）、美國陸戰隊（MK13 Mod-7 手栓式狙擊槍）及德國陸軍（G22A2 手栓式狙擊槍）。其彈藥規格與國軍目前所使用的 7.62X51 公厘狙擊彈，就口徑來說看似相同，然而.300 Win Mag.彈藥的彈殼長度比北約 7.62X51 公厘彈藥更長（長 16 公厘），可裝填的火藥量更多，因此，能獲得更高的槍口初速與槍口動能，整體外彈道表現較好、彈道補償能力也較高，可大幅提升遠距離射擊之命中率與中距離快速應急射擊之補償能力。引用已故海豹突擊隊第三小隊士官長克里斯·凱爾（Chris Kyle）於《美國狙擊手》一書中之觀點，節錄如下：「點 300 是刻意設計的稍微重一點（美軍使用的為 190 格令），發射出來的子彈像雷射，超過 1000 碼的目標，都能輕鬆命中。射擊較近目標時，不用擔心必須校準太多，調在 500 碼射程，能打中 100-700 碼的目標，不用太擔心必須微調。我用點 300 殺的人最多。」此即充分說明了.300 Win Mag.彈藥優越的彈道補償能力。

至於 8.6X70 公厘口徑之.338 Lapua Mag 彈藥，其最早是由芬蘭 Lapua 彈藥製造商開發，推廣迄今已逾 30 餘年，雖發展較.300 Win Mag.彈藥來得晚，但因其同樣具備彈道低伸之特性、且外彈道表現（尤其抗風能力與彈道補償能力）更優於.300 Win

Mag.彈藥，近年廣受歐美軍警特勤單位及遠距離精準射擊競賽射手使用。美國陸軍或陸戰隊雖未正式編裝使用，但部分特勤單位（如美國海軍三棲特勤隊，俗稱海豹部隊）已採用並經實戰驗證，另加拿大陸軍使用之 C14 Timberwolf 手栓式狙擊槍與英國陸軍使用之 L115A3 手栓式狙擊槍亦採用 8.6X70 公厘口徑，並曾投入阿富汗的軍事行動中，被英軍證明是十分有效的武器。¹⁰

就公開的資料顯示，目前世界最遠狙殺紀錄排名中，第 5、12、13 名即是由.338 Lapua Mag 彈藥搭配先進增程狙擊槍所創下的，其成功狙殺的距離分別為 2475、1920、1853 公尺，（如圖十二）是目前超遠距離射擊彈藥新起之秀，更是先進國家在追求狙擊槍輕便靈活與遠距精準，平衡兩種互相矛盾需求之新選擇（重量比口徑更大的 12.7 公厘狙擊槍要輕且後座力也較容易控制，但外彈道性能卻遠優於北約 7.62X51 狙擊彈、甚至使用部分彈道係數較高的彈頭時，終端效能可與北約 12.7 X99 公厘的彈藥並駕齊驅）。以下就殺傷動能、有效射程及命中率分別實施探討：

世界當前「超遠距離」狙擊紀錄排名(僅列出2000碼以上紀錄)								
排名	狙擊手	狙擊手 國籍	時間 (月,年)	發生地 (國家)	使用 槍型	使用 彈藥	使用 發數	狙擊距離
1	Viacheslav Kovalskyi	烏克蘭	Nov. 23	烏克蘭	Horizon's Lord	12.7X114mm HL	查無	3800公尺(4156碼)
2	匿名	加拿大	May. 17	伊拉克	McMillan Tac-50	Hornady A-MAX .50	查無	3540公尺(3871碼)
3	匿名	澳洲	Apr. 12	阿富汗	Barrett M82A1	NM140F2 Grade A.	查無	2815公尺(3079碼)
4	匿名	烏克蘭	Nov. 22	烏克蘭	XADO Snipex Alligator	14.5X114mm	查無	2710公尺(2964碼)
5	Craig Harrison	英國	Nov. 09	阿富汗	AI L115A3	.338 Lapua Magnum	Tgt1: 3發 Tgt2: 1發	2475公尺(2707碼)
6	Rob furlong	加拿大	Mar. 02	阿富汗	McMillan Tac-50	Hornady A-MAX .50	3發	2430公尺(2657碼)
7	Arron Perry	加拿大	Mar. 02	阿富汗	McMillan Tac-50	Hornady A-MAX .50	查無	2310公尺(2526碼)
8	Brian Kremer	美國	Oct. 04	伊拉克	Barrett M82A1	Raufoss NM140 MP	查無	2300公尺(2515碼)
9	Carlos Hathcock	美國	Feb. 67	越南	Browning M2 MG	.50 BMG	2發	2286公尺(2500碼)
10	匿名	南非	Aug. 13	剛果民族共和國	Denel NTW-14.5	14.5X114mm	查無	2125公尺(2324碼)
11	Nicholas Ranstad	美國	Jan. 08	阿富汗	Barrett M82A1	.50 BMG	查無	2092公尺(2288碼)
12	Chris Kyle	美國	Aug. 08	伊拉克	McMillan Tac-338	.338 Lapua Magnum	1發	1920公尺(2100碼)
13	Christopher Reynolds	英國	Aug. 09	阿富汗	AI L115A3	.338 Lapua Magnum	查無	1853公尺(2026碼)

圖十二 目前世界「超遠距離」狙擊紀錄排名（僅列出 2000 碼以上紀錄）
資料來源：作者自行調製，排版參考 The Longest Sniper Kills in History/Statista/Defense spending and arms trade/2017.（2024 年 4 月 18 日）

一、殺傷動能

無論 7.62X67 公厘的.300 Win Mag.彈藥還是 8.6X70 公厘的.338 Lapua Mag.彈藥，其動能大於本軍現行 7.62 公厘狙擊彈，以國造 T93K1 狙擊槍所用之國造 TC94 狙擊彈，其發射彈頭重 175 格令（11.34 公克）為例，槍口動能約 3700 焦耳，飛行至約 610 公尺處殘餘動能即低於 1360 焦耳。¹¹相較之下，美國陸軍使用的.300 Win Mag.彈藥型式為 A191（MK248 Mod 0），槍口動能約 4975 焦耳，飛行至 880 公尺

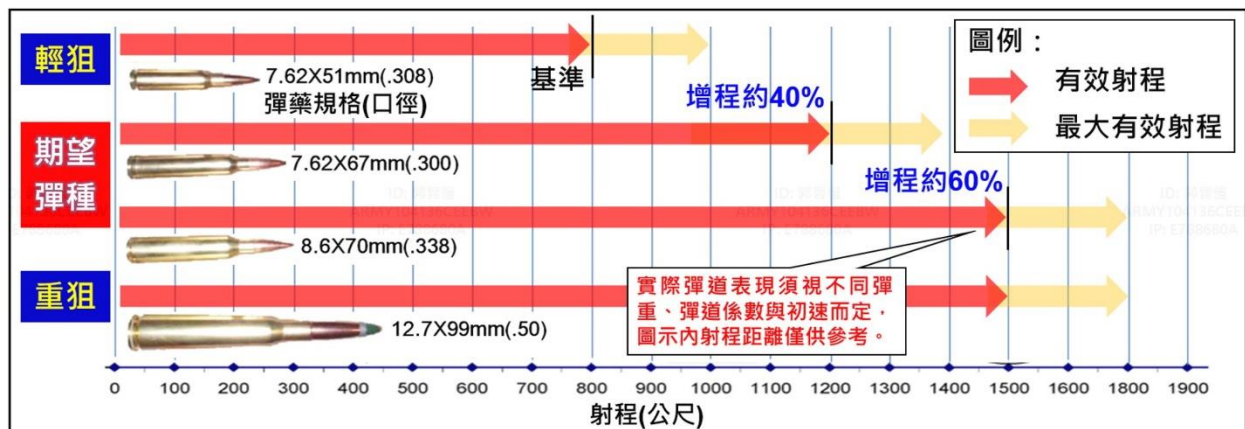
¹⁰ Andrew White，黃文啟譯，〈殲敵於無形：狙擊槍與狙擊鏡〉《國防譯粹》，第四十二卷第十期，國防部政務辦公室，2015 年 10 月，第 95 頁。

¹¹ 1360 焦耳（1000 呎磅）為國際上用來衡量彈頭能否完全擊穿人體軀幹（含骨骼）所需的基準動能。

尚能有 1360 焦耳之殘餘動能、陸戰隊使用的.300 Win Mag.彈藥為 MK248 Mod 1，槍口動能約 5760 焦耳，飛行至 1120 公尺尚能有 1360 焦耳之殘餘動能，能力更優於美國陸軍的 A191 彈藥。至於彈頭重 250 格令（16.2 公克）的.338 Lapua 彈藥，槍口動能更可高達 6550 焦耳，飛行至 1220 公尺尚能有 1360 焦耳之殘餘動能（.338 Lapua 彈藥動能為國造 7.62 公厘狙擊彈 1.8 倍、.300 之 MK248 Mod 1 彈藥為 1.55 倍、.300 之 MK248 Mod 0 彈藥為 1.34 倍），故使用增程彈藥理論上能提高遠距離的殘餘動能，增大命中目標後的侵徹力與殺傷及破壞效果。

二、有效射程

美國陸軍使用的.300 Win Mag.彈藥 A191（190 格令），約於 1206 公尺射程後彈藥飛行速度就完全進入次音速，¹²為學理上有效射程；陸戰隊使用的.300 Win Mag.彈藥 MK248 Mod 1（220 格令），約於 1395 公尺射程後彈藥飛行速度亦完全進入次音速，為學理有效射程；至於彈頭重 250 格令（16.2 公克）的.338 Lapua 彈藥，約於 1650 公尺射程後彈藥飛行速度才進入次音速，故有效射程又更遠。相較之下，國造 T93K1 狙擊槍發射彈頭重 175 格令（11.34 公克）之國造 TC94 狙擊彈，約在 850 公尺射程後彈藥飛行速度便進入次音速，學理有效射程較短，故使用增程彈藥理論上能延長有效射程約 40 至 60%。（如圖十三）



圖十三 增程狙擊槍有效射程預期效果示意圖

資料來源：作者自行調製（2024 年 3 月 22 日）

三、命中率

依據美國彈道學家 Bryan Litz 所著《Accuracy and Precision for Long Range Shooting》一書中，曾將美軍各狙擊系統之彈藥進行分析。其研究結果指出美陸軍 M110 SASS 半自動精準步槍於 1100 碼（1005 公尺）射擊 75x45 公分之人形目標理論命中率約為 60%；若以 XM2010 ESR 手栓式狙擊槍射擊 190 格令重之.300 Win Mag.彈藥時，至 1300 碼（1188 公尺）仍可保有相同之理論命中率；若改用 300 格令重之.338 Lapua Mag.彈藥，則可延伸至 1500 碼（1371 公尺）仍保有相同之理論

¹² 彈頭於空氣中以超音速進入次音速飛行時，因壓力中心與馬格勒斯力改變且開始遠離重心，造成彈頭進動與扭動（Nutation and Twist）現象遽增，使彈軸無法穩定維持在彈道切線上，偏航角加大空氣阻力隨之加大，影響子彈飛行穩定度與命中率，嚴重時甚至造成翻滾與橫彈，故彈頭進入次音速飛行之距離（約每秒 340 公尺），可作為軍用單兵武器「有效射程」訂定之參考，即該武器超出此射程後，即使殺傷動仍足夠，因命中率大幅降低，已沒有探討有效射程的實質必要。

命中率。故使用增程彈藥理論上能增加超遠距離射擊之命中率。

肆、增程狙擊槍之戰鬥效能評估

觀察俄烏戰爭變化可知，現代戰爭需特別重視情監偵及目標獲得能力，透明化戰場對地面作戰已帶來巨大挑戰。無人機、便攜式防空飛彈及手持式反裝甲武器等廉價裝備的大量使用，使得直升機及低空飛行的近距離空中支援與傳統主戰裝備，乃至於集中式的指揮及後勤體系之脆弱性顯露無疑。傳統主戰部隊須結合適當戰術戰法，配合其他部隊或武器的聯合掩護運用，方能提升其存活率。

狙擊組於防衛作戰中，可扮演「不對稱作戰之關鍵戰力之一」，除可輔助先進科技裝備擔任地面情監偵及目標獲得任務外，亦可反制敵無人機地面導控人員、狙擊手、地面偵搜、破障、肩射防空、便攜式反裝甲武器、指揮通信與後勤作業等操作人員；藉其作戰特性及靈活部署，運用於有利時空，可有效支援主力部隊在遂行地面作戰時，癱瘓或阻滯敵攻擊，狙擊進犯敵軍重要成員。若本軍未來能順利籌獲新型增程狙擊槍，依戰場環境（如圖十四）與作戰進程可能產生之效益評估如下：



圖十四 我國各型態戰場環境示意圖

資料來源：作者自行調製（2024 年 4 月 18 日）

一、灘岸/濱海地區戰鬥

可趁敵軍初登陸無堅固掩體防護時，針對其指揮、通信、多人操作武器等高價值目標實施精準射擊，造成其指揮體系混亂，迫使敵軍因心理恐慌而忙於疏散、展開，增加敵軍於我火線下運動之時長，增加我軍火力射擊機會，加大敵之傷亡，挫敗敵之士氣，以增加在灘岸曝露風險機率。然我國屬海島型氣候，南北又橫跨熱帶與副熱帶季風區，濱海地區風速與風向多變，射擊環境敏感，若能獲得新型增程狙擊槍，其彈藥因具較高之彈道係數（為衡量彈頭抗風能力之表現），彈道補償能力佳，可降低風偏修正值並減少彈道墜落程度，戰場環境適應力強，大幅提高射擊命中率。

二、城鎮地區戰鬥

因應作戰地區環境改變，未來主要接戰地區勢必以城鎮為掩護。待狙擊部署官及接戰區（EA）之概念厚植後，狙擊戰力可藉城鎮地形適切部署，擔任前、側、後方警

戒、掩護或火力支援角色，藉遠距精準火力，狙殺高價值目標；除造成戰場恐懼效果外，亦可針對機場、港口、城鎮巷道等實施火力封鎖，並遂行反狙擊作戰，分斷敵軍並造成其兵力前後分離，以利我各個擊破。尤其我國城鎮建築高度密集、櫛比鱗次，且廠房、商業、住宅合併，彈道飛行過程中障礙因素較多（概可區分槍口障礙、彈道障礙與目標遮障等），若能獲得新型增程狙擊槍，其彈藥因為能形成彈道低伸、動能大、侵徹力佳，較不受射擊空間限制、建物遮蔽與角度因素影響。尤其增程狙擊槍所使用增程彈如：7.62X67 公厘（.300 Win Mag.）或 8.6X70 公厘（.338 Lapua Mag.）等，其彈道在直射距離上有著相當大的優勢，極佳之彈道補償能力，有助於狙擊手於城鎮環境以相同表尺對 600 公尺內目標實施快速接戰，大幅提高命中率及擊殺率。

三、野地（縱深地區）作戰

當野戰環境運動範圍較為廣闊時，利於狙擊手發揮遠距離之狙擊射擊，以執行遠伏、誘伏、蟄伏與敵情偵蒐等任務；並可利用天然性之阻絕掩體實施精準射擊，癱瘓敵指揮、後勤設施影響其攻擊持續力，同時打擊敵軍士氣。配合部隊戰鬥時，則可以阻敵突穿與向兩側擴張，並協助逆襲戰鬥發起。台灣地形南北狹長，中央山脈南北縱貫，以致平原地區幅員大小與縱深均受到約制。視戰況推移之需要時，狙擊組可伺機轉移縱深地區，因山地地形相較陡峻且海拔高度變化大，此時更須倚賴 600 公尺以上之遠距射擊能力。若能獲得新型增程狙擊槍，可減少高處（角度）射擊時理論所需之補償值，使狙擊組即使潛伏於山區深處，仍能發揮精準致命的狙殺能力。

伍、未來發展需求研議

一、戰具換裝需求明確

共軍近年積極組建狙擊戰力，其編裝發展均仿效美軍作法，不僅發展 .338 口徑（8.6 公厘）與 .50 口徑（12.7 公厘）輕型、重型狙擊槍，同時也發展 35 公厘/40 公厘狙擊榴彈槍，搭配智能光學瞄準鏡最大有效射程可達 1800 公尺，對我威脅提升。本軍狙擊戰力建構多年至今雖已具成效，惟武器、彈藥仍與北約 7.62 公厘標準口徑規格概略相等，當狙擊遠距離目標時，因彈藥之殘餘動能不足會造成精準度表現欠佳，即使配賦先進光學瞄準鏡，仍不足以突破到 1000 公尺以上之射程距離。為消除敵我因戰具不同所衍生之戰力差距，建購新型增程狙擊槍已成為我軍提升狙擊戰力之當務之急，也是攸關國軍狙擊戰力能否成為有效嚇阻敵軍之重要關鍵因素之一。

二、籌獲增程效能裝備

狙擊組因具備「任務獨特」、「遠距精準」、「機動靈活」、「秘匿奇襲」、「彈藥種類多、破壞性高」、「效果廣泛」、「全天候作戰」等特性，是強化本外島不對稱作戰中，嚇阻共軍不敢肆意而為，維護國軍基本安全之關鍵戰力。惟其中「遠距精準」命中目標理想之散佈面問題，受限於國內軍工產業研製期程長且獲得時間無法確定，目前唯有透過建置「具增程效能」之新式戰具一途來提升。如能順利獲得與歐美先進國家增程狙擊槍效能相同之武器系統及先進夜視裝備，再搭配狙擊手成套裝備內相關高科技偵蒐裝備，將能充分發揮全天候偵蒐狙擊戰力，期以最小之成本獲致最大效益。

三、口徑選用/使用分配

因應敵情威脅及國際狙擊戰力發展趨勢，建議選用「後座力適中」且具「增程效能」的 7.62X67 公厘 (.300 Win Mag.) 或 7.62X63 公厘 (.300 Norma Mag.) 麥格農增程彈¹³作為新型增程狙擊槍之主要口徑，俾能將國造 7.62 公厘現役狙擊槍 (T93/T93K1/T108 等型式) 之有效射程從原有的 800-1000 公尺，提升至 1200-1300 公尺，甚至 1500 公尺 (含) 以上，以縮短與共軍相同口徑狙擊槍射擊距離之差距。另考量增程狙擊槍管壽限¹⁴通常僅為 7.62 公厘口徑之半、甚或更少，如 7.62X67 公厘 (.300 Win Mag.) 的槍管壽限約為 2000-2500 發、7.62X63 公厘 (.300 Norma Mag.) 槍管壽限僅約 1100-1200 發，傳統 7.62X51 公厘 (.308 Win) 槍管壽限則約有 5000-6000 發)，為避免不必要的訓練耗減短使用年限，建議可參考美軍作法，同時採購 7.62X51 公厘槍管與槍機作為狙擊手階段訓練之用或視任務選用，以維護增程狙擊彈槍管壽限並節約訓練成本 (7.62X51 公厘彈藥成本僅約為增程狙擊彈之半) 或增大任務彈性。

四、武器構型精進方向

建議軍備局生產製造中心第 205 廠以美國巴瑞特公司生產之 MK22 模組化狙擊槍 (如圖十五) 及英國 AI 公司所生產之 AX MK3 模組化狙擊槍 (如圖十六) 作為主要研製標的，另參考美國陸軍 M2010、陸戰隊 MK13 Mod-7 等先進狙擊槍設計優點，改善 T93 老舊之槍身介面與人因工程設計，再搭配先進可變倍米位系統狙擊鏡提升觀瞄距離與快速接戰效率，研製一款能符合本軍所需之下一代高效能增程狙擊槍。



圖十五 美國巴瑞特公司生產之 MK22 模組化狙擊槍

資料來源：自 <https://www.gunbroker.com> 網站〈Barrett MRAD MK22: Multi-Caliber Bolt Action Sniper Rifle〉一文下載 (檢索日期 2024 年 4 月 18 日)

¹³ 7.62X63 公厘 (.300 Norma Mag.) 麥格農增程彈是由美國彈藥公司 Norma Ammunition 於 2012 年所開發，雖不在本文「增程狙擊槍之射擊效益分析」的探討項目內，然因其與本文所介紹的 7.62X67 公厘 (.300 Win Mag.) 彈藥相比，在「彈道低伸特性」、「最大有效射程」、「射擊精度」等方面都略勝一籌，且「後座力」數值又幾近相同，在如此優勢下，2017 年美國特種作戰司令部 (USSOCOM) 將其作為 MK22 先進狙擊步槍 (ASR, Advanced Sniper Rifle) 標準彈藥、2022 年美國陸軍亦將其作為 MK22 精準狙擊步槍 (PSR, Precision Sniper Rifle) 標準彈藥。可以預判未來將有更多國家會選擇作為增程狙擊槍之彈藥，亦可能成為本軍未來評估彈藥時的選項之一。

¹⁴ 狙擊槍槍管壽限 (Barrel Life) 定義通常以「精度」為主要考量，故此處所指的槍管壽限是指可維持在最佳精度 (Peak Accuracy) 狀態之最大射擊發數。



圖十六 英國 AI 公司所生產之 AX MK3 模組化狙擊槍

資料來源：自 <https://www.thefirearmblog.com> 網站〈Nes Rifles From Accuracy International〉一文下載（檢索日期 2024 年 4 月 18 日）

五、武器獲得與考量因素

國造 T93K1 狙擊槍槍管壽限為 6000 發，各部隊狙擊組經多年基地、演訓、鑑測集訓及年度鑑測等戰訓任務，經詳閱槍歷書多數槍枝射擊累計彈藥發數已達 3000-5000 餘發不等，少部分單位武器甚已嚴重超過壽限，高達 8000 餘發。在兩岸情勢日益嚴峻且共軍極力發展現代狙擊戰具增長戰力，以及國軍狙擊戰力鑑測朝實戰化發展、鑑測強度及難度逐年提升，各單位必然持續積極投入戰備訓練的前提下，現行國造 T93K1 狙擊槍在 3 至 4 年內因訓練消耗，將瀕臨槍管最大壽限。

經了解，目前軍備局生產製造中心第 205 廠尚未具備「增程狙擊槍」相關科研經驗，增程狙擊槍之槍管與槍栓必須承受較高之膛壓（傳統 7.62X51 公厘之狙擊彈膛壓約為 62000PSI、7.62X63 公厘之 .300 Norma Mag. 增程彈藥膛壓約為 63800PSI），故相關機構、材質均須要重新設計開發，且需經過關鍵技術、材料及結構與人因工程發展等研製流程及作戰測評，參照該廠以往研製案所需時間，初步評估需耗時 5-6 年，始能達到 TRL8¹⁵ 水準以滿足本軍需要。另開發全新之增程彈藥更是曠日廢時，參照國造 TC94 狙擊彈研製經驗，當年即使直接仿造美軍 M118LR 逆向工程，最終也是歷時約 8 年之久才成功研製出精度高、外彈道表現穩定之成熟產品並建立完整生產線。

故綜合上述因素考量，未來相關裝備獲得方式究竟應採國內委製（國防自主）或者按照軍售體系（國外採購）模式獲得，作者先不作政策性之評斷，惟不可否認的是，「建立國內自行研製生產能量」與「爭取外購獲得新式武器裝備」填補戰力間隙，兩者都是非常重要的。無論最終以何種方式獲得，都必須儘早啟動，唯有進入相關作業程

¹⁵ 技術備便水準（Technology Readiness Level, TRL）為評估相關技術成熟度之標準，作為判斷是否有足夠之技術能力自行研發之依據。其從基礎研究至作戰系統發展區分 9 個等級（TRL 1~9），工程發展之系統原型通過研發測試評估（DT&E）後，執行小批量生產，並在作戰環境下通過初期作戰測試評估（IOT&E），確認每項技術達到技術備便水準（TRL）第 8 級的水準。

序，問題才會接續浮出，用兵與軍工雙方也才能有機會共同研商，尋求最佳解決方案。

六、夜間戰力維持與裝備選用

在作者所著《狙擊彈道學—第五版》一書中所提到有效射程之定義：「在環境因素影響甚小條件下，射手能對常態接戰目標（具特定大小）實施有效瞄準與穩定射擊，並可獲得預期命中率與殺傷或破壞效果之最大距離。」（參考附件一）可以得知，所謂有效射程不單只用命中率與殺傷力兩者來衡量，而必須考量到射手與武器裝備之觀測、瞄準能力，因此，上述提及增程狙擊槍有效射程可遠達 **1200-1500** 公尺，僅為日間且在天候狀況良好的條件下之理論數值，當進入夜間環境時，有效射程將直接受到夜視鏡目標辨識最遠距離的限制；以目前國軍現行狙擊槍專用夜視鏡 **AN/PVS-22** 型為例，其在微弱星光條件下，人員辨識能力最遠可到約 **400** 公尺、**1/4** 月光條件下僅及 **650** 公尺，代表夜間時最大有效射程可延伸至 **650** 公尺，與日間 **800** 公尺差異雖不大（僅衰減約 **20%**），然未來配賦增程狙擊槍後，倘若未能一併將使用迄今已超過 **10** 年，且光放管因年久功率已衰退之 **AN/PVS-22** 型夜視鏡升級，則日夜間之有效射程衰減便可能高達 **40-50%**，如此即使狙擊手配有利器也未必能成為戰場上的戰力倍增器，必然得牽就夜視器材效能，而遞減狙擊手秘匿、遠距奇襲之優勢。所以未來應一併換裝在微弱星光條件下，人員辨識能力可及 **800** 公尺以上、**1/4** 月光條件下可及 **1000** 公尺以上之新式槍用夜視鏡（如美軍最新 **PVS-30** 型或同等級裝備），確保夜間戰力之發揮。

陸、結語

多年來國軍建構狙擊部隊已具有明顯可用新銳之戰力，民國 **109** 年本部狙擊教官組成功導入先進彈道計算理論後，經教育推廣、師資種能培訓，目前各狙擊部隊之狙擊手已能正確運用彈道計算機與相關輔助裝備，並以科學化教育嚴格驗證相關狙擊訓練。在這樣的訓練助益下，我們確實成功地將國軍狙擊手的最大接戰距離，從學理上的 **800** 公尺，向前延伸並牢牢鞏固在 **1000** 公尺上下。只是，如果還想將有效接戰距離大幅度地推至當前敵情威脅所能觸及的最遠射程（以共軍狙擊發展現況來說，其能力保守評估至少可及 **1300-1500** 公尺），甚至超過敵方能力所及之範圍，為國軍狙擊手創造勝兵先勝之距離優勢，就不是再靠嚴格之「加強訓練、改善技術」來突破武器裝備學理極限的問題。也就是說，要突破當前「超遠距離」射擊之限制，唯有從武器、彈藥等軍工研發與材質的問題上著手，直接汰舊換新達到目的，別無他法。因此，本軍狙擊戰力欲獲得提升，還有賴各層級能先建立「沒有先進的彈藥，就不會有高性能的武器；沒有先進的武器，就不會有強大的戰力」之共識。決策單位務必積極籌購具備增程效能之狙擊武器系統、精準彈藥及觀測、瞄準輔助裝備（尤其是目獲效能更好之槍用夜視鏡），提供給各部隊狙擊組使用。否則，狙擊手徒有精湛的射擊技術與野戰技能，卻沒有能讓狙擊手事半功倍的科技裝備支撐，當未來與敵軍狙擊手戰場對峙時，也就無法佔有「觀測得到，就打得到」的戰具優勢了。

「有效射程」名詞解釋(舊義與新解)——以國造T91步槍搭配TC74鋼芯彈為例

武器可能預期準確射擊而可獲得傷亡或損害效用之距離。

——國軍軍語辭典，民國92年修訂版

舊義

步槍對單人散兵所能精確射擊之距離(通常言，其命中率達百分之五十)，且槍彈能造成傷亡與損害之謂。

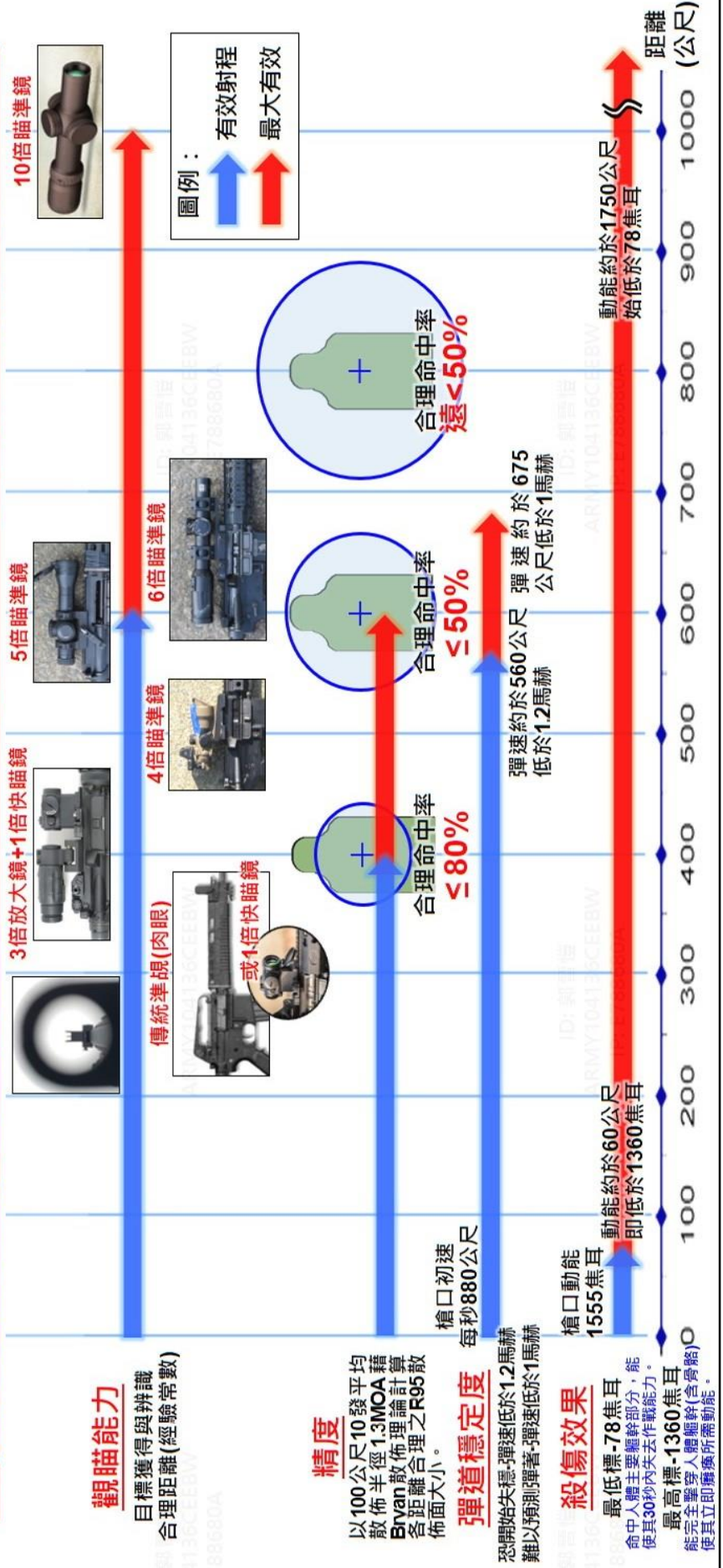
——步機槍問答120解，陸軍步兵學校，民國78年

以規定的射擊姿勢與方法，對典型目標達到規定的射擊精度和足夠的終端效應的最大射程。

——陸軍步兵武器系統需求規格資料，軍備局第205廠，年份不詳

新解

在環境因素影響甚小條件下，射手能對常態接戰目標(具特定大小)實施有效瞄準與穩定射擊，並可獲得預期命中率與殺傷或破壞效果之最大距離，謂之。——步兵訓練指揮部郭晉愷教官，民國111年



參考文獻

1. 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 9 日編印）。
2. 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）。
3. 郭正祥，《輕兵器設計技術手冊》（高雄市，聯勤第 205 廠，民國 75 年）。
4. 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）。
5. Andrew White，黃文啟譯，〈殲敵於無形：狙擊槍與狙擊鏡〉《國防譯粹》，第四十二卷第十期，國防部政務辦公室，2015 年 10 月。
6. 卜榮宣，《世界輕武器 100 年》（北京市，國防工業出版社，2004 年 11 月）。
7. 吳安律，〈不可忽視的差距—極需奮進的國產狙擊武器系統〉《輕兵器》雜誌，2007 年 11 月（上）期。
8. 賀亮、賈景濤、王海紅，〈橫空出世：中國大陸 CS/LR4 型 7.62mm 高精度狙擊步槍系統〉《輕兵器》雜誌，20011 年 9 月（上）期。
9. 毛慶龍、沙金龍，〈中國大陸第一軍用大口徑狙擊步槍—QBU10 式 12.7mm 狙擊步槍〉《輕兵器》雜誌，2012 年 9 月（上）期。
10. 羅衛、王浩聖，〈DBT10 式 12.7mm 狙擊彈〉《輕兵器》雜誌，2012 年 8 月（上）期。
11. 何春生、舒發，〈YMA09 式 12.7mm 狙擊步槍—測瞄合一白光瞄準鏡〉《輕兵器》雜誌，2012 年 8 月（上）期。
12. 張雨翔，〈LG5 型 40mm 狙擊榴彈發射器系統〉《輕兵器》雜誌，2016 年 10 月（上）期。
13. Jean-Pierre Housson, 《From Sniping to Heavy Sniping》(Military Technology, Aug./2006.)
14. TC 3-22.10, 《Sniper》(U.S.A., Headquarters Department of the Army, 2017)
15. TC 3-22.9, 《Rifle and Carbine》(U.S.A., Headquarters Department of the Army, 2016)
16. Bryan Litz, 《Accuracy and Precision for Long Range Shooting》(U.S.A., Applied Ballistics, LLC, 2012)
17. Bryan Litz, 《Applied Ballistics for Long Range Shooting》(U.S.A., Applied Ballistics, LLC, 2015)
18. Bryan Litz, 《Modern Advancements in Long Range Shooting- Volume II》(U.S.A., Applied Ballistics, LLC, 2016)
19. Bryan Litz, 《Ballistic Performance of Rifle Bullet- 3rd Edition》(U.S.A., Applied Ballistics, LLC, 2017)
20. Bryan Litz, 《Modern Advancements in Long Range Shooting- Volume III》(U.S.A., Applied Ballistics, LLC, 2022)