

近期重要活動

司令鍾上將視導步訓部



司令閱覽本部歷任主官



步兵季刊第 289 期稿件內容簡介

本期刊載：以統計與彈道學理論探究槍械精確歸零之奧祕、高效能滯空彈藥發展概況介紹、知識報國卓異部長-俞大維、藉運動貼紮降低踝關節扭傷之研究、創新重整資訊技術優勢-未來多領域作戰的致勝關鍵等 5 篇。

精準射擊理論

以統計與彈道學理論探究槍械精確歸零之奧祕 文/郭晉愷少校

作者以理論論述直射武器歸零射擊，將傳統三發散佈面與研改後的五發散佈面作實質效果比較，其結論將可大幅精進直射武器遠距離射擊之準確度。

滯空彈藥簡介

高效能滯空彈藥發展概況介紹 文/溫盛宇講師

俄烏戰爭已成為高效武器實戰驗證場，軍工大國競相援助烏克蘭之滯空彈藥，重創俄軍地面部隊、設施與補給，新興攻擊型態已對戰場形成革命性突破深值關注。

重要人物介紹

知識報國卓異部長-俞大維 文/李振林少校

俞大維在對日抗戰、對共軍侵略中華民國的親身參與，對國家生存發展有巨大貢獻，其證實了知識就是力量，作者詳實介紹深值年輕幹部效法。

運動傷害防治

藉運動貼紮降低踝關節扭傷之研究 文/鍾志緯少校

適度運動貼紮可以達到保護筋膜、關節、肌肉的效果，作者以踝關節為施作部位，深入淺出說明要領，可以效降低步兵最容易受傷之踝關節部位，確保官兵活動力。

多領域作戰 (譯稿)

創新重整資訊技術優勢-未來多領域作戰的致勝關鍵 文/林冠良士官長

作戰要發揮精兵立大功的效果，執行重兵防護、戒備森嚴、困難重重之任務，只要嚴格訓練，與你意想不到的勤務、戰鬥支援、火力支援、指管情監偵的即時支援，即能掌握多領域作戰致勝關鍵。

以統計與彈道學理論探究槍械精確歸零之奧秘

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。2015 年榮獲世界盃 CQB 極限射擊大賽總冠軍，並以 1 分 18 秒 99 紀錄保持至今，著作作品有軍事內部書籍《狙擊彈道學》一書。現任職於陸軍步兵訓練指揮部狙擊組教官。

提要

- 一、歸零目的在維持槍械準確度，其好壞直接決定士兵手中的武器是否能於作戰中如期發揮準確射擊效能，是戰備訓練中不可缺少的一環。本文旨在以統計與彈道學理論探究槍械精確歸零作為，竭力揭開深藏在歸零背後的理論基礎，並以科學觀點提出與時俱進之建議作法。同時，也為國軍未來換發高性能新型步槍、配賦各式先進光學瞄準具，緊接而來的相關訓練革新鋪設正確道路。
- 二、傳統輕兵器歸零多以射擊 3 發 1 彈著群方式來修正瞄準具，雖有著難以取代的經濟性、便利性與實用性，且尚能滿足大部分武器 300 公尺內之射擊需求。然而，如欲使現代精準武器（如搭配光學瞄準具之步槍或各種口徑之狙擊槍）有效發揮 300 公尺以上中、遠距離精準射擊之效益，則有必要採用能增進歸零射擊品質與提升裝備使用效率的方法。舉例來說，美軍近年來將步、機槍與狙擊槍等輕兵器，3 發 1 群歸零方式調整成 5 發為 1 群，便是其一，也是作者本文亟欲窺探之奧秘。
- 三、歸零射擊以「特定發數」求取「平均彈著點」的過程，與統計學中「隨機抽樣」藉分析樣本特性來推論母體特性之概念相同，理論上每群所射擊的彈藥數越多，所求得之平均彈著點，越能接近真實彈道中心之位置，射手也越有機會完成精確歸零與校正。只是，射擊彈藥數量過多易有時間與彈藥成本、槍管壽命減損與徒增射手負擔等問題。作者經理論研究與大量實彈驗證後，提出與美軍一致觀點：即針對具 300 公尺以上中、遠距離射擊能力之武器系統，欲提升其射擊成效，宜採「5 發 1 群」作為精確歸零射擊彈藥基本數量之結論。

關鍵詞：歸零、射擊、狙擊、彈道、統計、精準度

壹、前言

槍械歸零之目的，依據步兵訓練指揮部於民國 73 年編印之《步機槍射擊訓練示範參觀手冊》第 92 頁所述為：「以縮小距離，在節省時間與彈藥之原則下求得人槍合一之歸零表尺，作為實距離射擊之基礎」；陸軍總司令部於民國 89 年頒行之《輕兵器射擊教範（二）—機槍、排戰鬥射擊》第 4-40 頁所述為：「修正表尺，調整機械偏差，使彈著點、瞄準點與歸零彈道一致。」另參考國防部陸軍司令部於 110 年最新頒行之《陸軍射擊訓練手冊》則定義為：「修正人為與機械偏差，使瞄準線與彈道交會，求得 230（250）公尺歸零表尺，使射彈能準確命中目標。」簡言之，歸零即是在確保槍械維持準確度的一種作為。依據美軍 2016 年《Rifle and Carbine》（TC 3-22.9）附件 E-1 頁所述：『歸零射擊既非射擊訓練項目亦不是一種戰鬥技能，而是一個能確保武器在作戰中能如期發揮功能的程序，其目的在消除「人、槍、鏡、彈」之誤差，使武器系統的彈道與瞄準線在特定距離上能維持必要之關係。』歸零的好壞直接攸關士兵手中的武器能否發揮精準射擊之效能，是戰備訓練不可缺少的一環。本文旨在以統計與彈道學理論探究槍械「精確歸零射擊」作為，竭力揭開深藏在歸零背後的理論基礎，並以科學觀點提出與時俱進之建議作法。同時，也為國軍未來換裝高性能新型步槍、配賦各式先進光學瞄準具後，相關訓練革新鋪設正確道路。

貳、美軍與國軍歸零射擊實施概況

一、專有名詞釋義：

在說明美軍與國軍歸零射擊實施概況前，茲將「精度與準度」及「角分」之定義與意涵作一釋義，以利讀者了解歸零射擊時描述彈著群分佈與分析精度時常用之名詞，強化基本認知：

- （一）精度（Precision）與準度（Accuracy）：依據美國彈道學家 Bryan Litz 所著《Modern Advancements In Long Range Shooting》第 13 頁定義：精度係指單一彈著群本身散佈的密集程度。準度則為單一射彈或單一彈著群之平均彈著點與瞄準點的離散程度。



圖一 精度與準度關係示意圖

資料來源：[http : bergerbullets.com](http://bergerbullets.com).（檢索日期 2022 年 2 月 16 日）

(二) 角分 (MOA)：原文縮寫為 MOA (Minute of Angle)，為角度單位，1 角分相當於 $1/60$ 度 (即 0.0166 度)。以英制單位計算，該角度放射狀延伸至 100 碼所形成的夾角差 (弦長) 為 1.047 英吋寬，換算為公制單位即 100 公尺所形成之夾角 (弦長) 為 2.91 公分寬 (通常省略為 2.9 公分)。因其角度量極小，被軍事大量用於衡量槍枝精度、測距或作為光學瞄準鏡的修正量單位。如當敘述某槍枝具 1 角分之精度時，通常指射擊 3 發 (或 5 發) 以上之彈著群，於 100 公尺處之散佈大小 (最遠兩發之兩點中心連線距離) 能小於 2.9 公分、2 角分則為 5.8 公分，以此類推。(如圖二)



圖二 以數學解釋 100 公尺 1 角分之夾角大小及 MOA 刻劃鏡示意图

資料來源：作者自行調製 (2022 年 2 月 16 日)

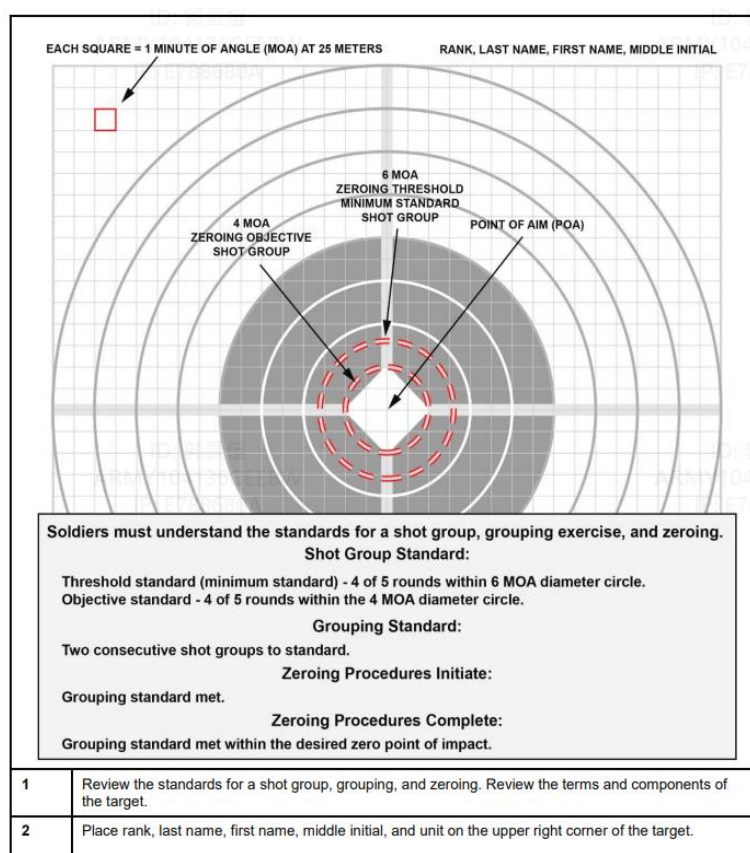
二、美軍歸零射擊實施概況

美國陸軍參謀長 James C. Mcconville 上將於 2019 年 11 月 4 日所核准之準則《Training and Qualification Individual Weapon》(TC 3-20.40)，修改自 1955 年冷戰時期以來所訂定之個人操作武器射擊鑑定標準，提供更多的訓練資源與更有效的訓練策略，以符合實戰所需之訓練方式，增強單兵作戰能力與戰場存活率。新標準不分軍職專長 (MOS) 且適用於現役、國民兵、民防團及後備部隊。內容涵蓋手槍 (M9, M17, M18)、步槍及卡賓槍 (M4, M4A1, M16A2, M16A4)、班自動步槍 (M249AR)、狙擊步槍 (M110, M2010, M107) 等武器。裡面有很多值得國軍參考的輕兵器射擊訓練方式與標準。其中一個特別的地方在於將步槍傳統 3 發歸零射擊方式調整成 5 發，要求歸零射擊之前必先完成 25 公尺 5 發精度測試 (Grouping)，其中 4 發能散佈在 4 公分內始為合格 (目標為 3 公分內)，確認射手射擊穩定度與一致性均符合標準後才會進入歸零射擊階段，且後續歸零射擊使用 5 發 1 群實施彈著修正。(如圖三、四) 這讓使用 3 發 1 群實施槍械歸零射擊修正至少已逾 50 年的國軍

¹，不禁好奇美軍革新歸零射擊作法背後的學理有什麼值得我們借鏡的？作

¹ 經追溯本部尚存最早之作廢準則為陸軍總司令部於民國 58 年頒發之《兵器與射擊—自動步槍》，其內所述白朗寧 1918A2 式自動步槍即以 3 發 1 群實施修正。隨後為民國 64 年與 65 年陸軍總司令部訂頒之《陸軍射擊習會手冊(第八、九號)》(修訂)

者想藉個人兵器射擊經驗與狙擊彈道研究心得，來討論這個看似非常簡單、基礎卻蘊含大量學識、理論且深具研究意義的議題，提供國軍各部隊在實施輕兵器歸零射擊時，能追求精益求精、與時俱進的部隊幹部參考應用。



圖三 美軍 2019 年頒布新式步槍射擊鑑定標準正式要求以 5 發 1 群實施歸零
資料來源：TC 3-20.40, 《Training and Qualification Individual Weapon》(U.S.A., Headquarters Department of the Army, 2019)，頁 F-22。(索引時間 2023 年 6 月 2 日)



圖四 美軍 2019 年頒布新式步槍射擊鑑定標準正式要求以 5 發 1 群實施歸零
資料來源：www.alamy.com 網站搜尋 grouping and zeroing 下載，並由作者合併組圖（索引時間 2023 年 6 月 1 日）

三、國軍歸零射擊實施概況

本》》，其內所述 1903 式步槍、M1 卡賓槍、M1 步槍、M16A1 步槍、57 式步槍、57 甲式自動步槍、1918A2 式步槍、57 式(A6)機槍乃至 50 重機槍…等各式輕、重兵器均以 3 發 1 群方式實施彈著修正，射擊方法則有 3 發單放 2 次或 3 次等差異。

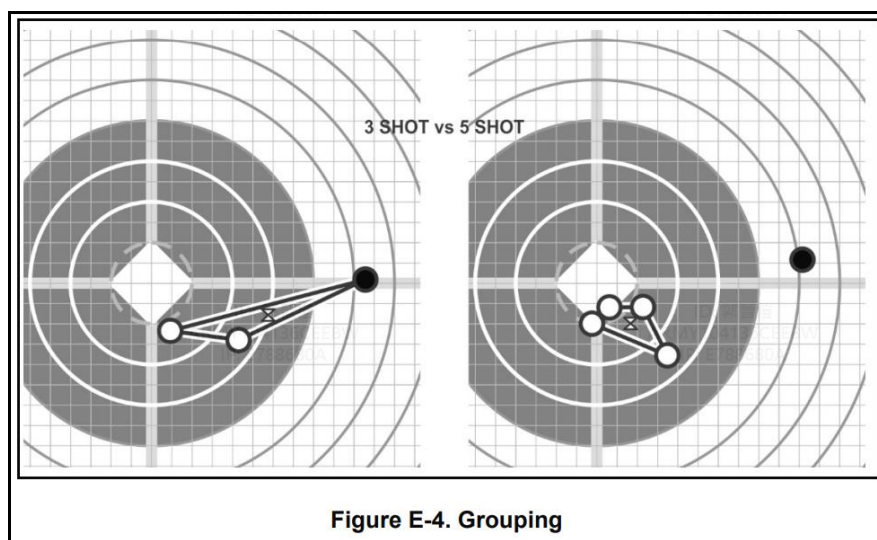
歸零射擊是部隊射擊訓練中較為薄弱且經常被忽視的訓練項目，觀察問題原因在於部分單位在認知與執行發生偏差，經分析概況如下：

- (一) 幹部（高階管理者）對歸零目的、精神與彈道學理不夠瞭解，以致無法正確、有效指導官兵，甚至在訓練壓力下（諸如時間、人力、彈藥、場地流路等因素），時常出現「1 發一修正」，看似有效率，實則毫無效益之訓練偏失，射手自然難以了解落實執行歸零的重要性。
- (二) 幹部（中階執行者）與射手對歸零程序與步驟要領不甚熟悉（如彈著點計算與瞄準具調整...等），以致執行歸零過程費時、缺乏效率，逐漸養成便宜行事之習慣，以致造成歸零射擊品質逐日下降（沒有好的歸零品質，後續訓練反而更加沒效率）。
- (三) 官兵基礎射擊能力不夠穩定、無法按部就班且符合標準完成精確校正，以致歸零射擊後實距離彈道效果未如預期，在無法強烈感受歸零的實質幫助下，理所當然會日漸輕忽其重要性。
- (四) 幹部乃至士兵均普遍認為歸零是射擊訓練中的一個進度，且必須依射擊手冊要求與程序實施。如果當日訓練進度未明確律定「歸零射擊進度」，則即使在實距離射擊之前明知槍枝沒有實施歸零射擊或射擊中發現槍枝狀態已明顯與上一次歸零射擊有差異，也鮮少有幹部願意調整進度，先檢視槍枝歸零狀態後，再進行當日射擊習會表排之射擊訓練。
- (五) 國軍現行步槍射擊鑑定模式，新兵訓練、戰鬥支援及勤務支援部隊實施 175 公尺「一線」射擊、戰鬥部隊以 75、175、300 公尺「三線」射擊為主，射擊目標除 75 公尺一線射擊 45X50 公分單人臥姿迷彩靶，餘均為 101X50 公分單人跪姿迷彩靶，對射擊精度與歸零品質均有相當高的包容性，即使射手 25 公尺歸零練習 3 發精度未能達到有依托 3 公分、無依托 5 公分之標準，又或歸零射擊未能準確完成槍枝校正，也有很高的機率能命中目標而通過鑑定（以三線鑑定射擊為例，即使 300 公尺兩發均脫靶，只要 75、175 公尺兩線首發命中仍可得 200 分，而通過合格 180 分之標準），故各單位長期在此未能產生訓練危機感的氛圍下，自然難以感受到「必須」做好歸零的必要性。
- (六) 槍械保養與妥善鑑定不落實致鑑定合格射擊槍枝不足，或因單位內具備合格穩定射擊能力之射手不足...等問題，以致歸零射擊執行過程簡化為多人共用槍枝模式實施或槍枝統一由指定射手完成歸零，而日漸輕忽歸零射擊應由射手自行實施，以求「人槍合一」²的重要性。

² 依據國防部於民國 62 年頒發之《國軍地面部隊輕兵器射擊教範—五七式步槍》第 119 頁所述：「射手因視力、

參、傳統 3 發 1 群歸零射擊之優點與不足

美軍長期以來之所以採用 3 發為 1 群方法實施歸零射擊，主要是根據美國訓練標準委員會（Standard in Training Commission, STRAC）陸軍訓練刊物處（Department of the Army Pamphlet, DA PAM）編號 350-38 之文件中所規定之標準而來。³然而，美國陸軍早在 2016 年《Rifle and Carbine》（TC 3-22.9）附件 E-7 頁即倡議宜改用 5 發為 1 群來歸零，主要目的在避免單一之離群彈著偏差，影響射手對平均彈著點位置之合理判斷，進而對瞄準具做出適宜之修正。（如圖五）對此，作者個人認為美國陸軍 2019 年 11 月所核准之準則《Training and Qualification Individual Weapon》（TC 3-20.40），無疑是宣告「3 發 1 群」時代的終結。



圖五 美國陸軍 2016 年《Rifle and Carbine》（TC 3-22.9）即倡導宜採 5 發 1 群實施歸零射擊並說明其好處

資料來源：TC 3-22.9, 《Rifle and Carbine》（U.S.A., Headquarters Department of the Army, 2016），頁 E7。（索引時間 2023 年 6 月 2 日）

傳統上步兵各種輕型武器歸零射擊以 3 發為 1 彈著群實施彈著修正，有著它難以取代的經濟性、便利性與實用性，其調整結果亦能滿足大部分武器的射擊需求，可適用於：

- 一、瞄準具存在「較大瞄準誤差」之武器（如步槍搭配準覘或內紅點）。
- 二、射擊精度較大的武器（如以面殺傷效果為主的輕、重型機槍）。
- 三、接戰距離小於 200 公尺、對準度誤差容許程度較大的各式武器系統（如衝鋒槍、個人防衛武器、手槍轉換套件）。

臂長有別，致每人貼腮，握槍把位置亦有異，故射手使用之武器，必須親自實施歸零射擊。且人槍合一歸零射擊之射手，需在 25 公尺練習射擊中，彈著群能達到合格標準者始可實施之。

³ 資料來源：TC 3-22.9, 《Rifle and Carbine》（U.S.A., Headquarters Department of the Army, 2016），P E7。

假設未來國軍配備新型步槍後，每位官兵手中的槍，都裝有低倍率之光學瞄準鏡，理論上射手便有足夠的能力對 300-600 公尺中距離的目標行有效觀瞄與射擊。只是，一般小口徑彈藥超過 300 公尺後無論彈道的墜落值或散佈面均明顯加大，已經無法用維持原瞄準點方法繼續射擊。欲準確命中目標，除射手本身必須有非常優越的射擊技術外，還必須依賴科學彈道數據賦予槍管正確射角，方能使彈著準確命中目標中心。在此情況下，如果該武器系統在近距離歸零時，瞄準線與彈道關係存有些許不正確之偏差，那麼即使射手多麼聚精會神瞄準或彈道數據裝定的多麼正確，射彈飛行超出 300 公尺以上的距離，勢必產生「差之毫釐、失之千釐」情形，致使彈著點明顯偏離目標中心，降低命中率。若屆時部隊仍以 3 發 1 群實施歸零修正，恐怕會降低光學瞄準具的使用成效，使官兵依原廠參數裝定射程表尺射擊或運用原廠鏡內十字絲所設計之 BDC 射程刻劃（BDC, Bullet Drop Compensator）選定瞄準點射擊時，實際彈道無法與預期效果一致。

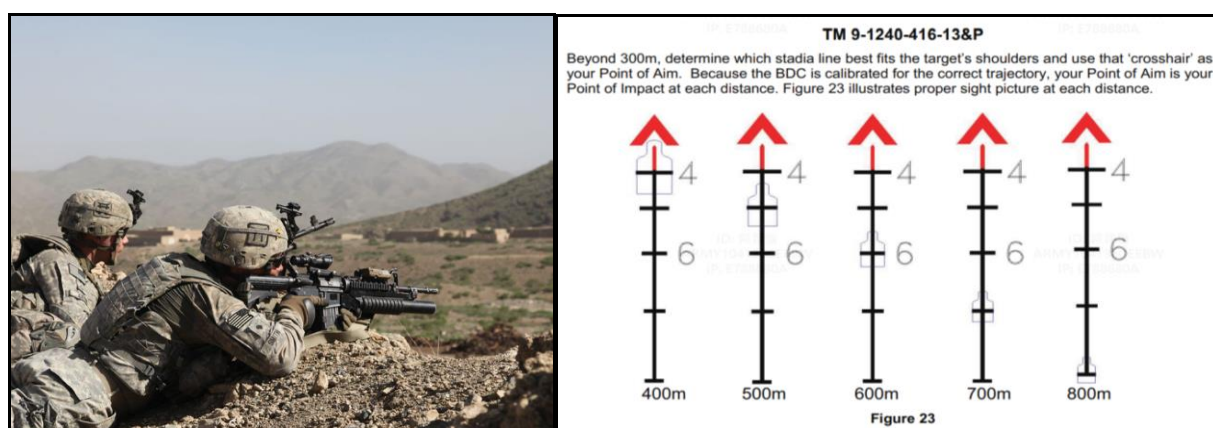
在討論為何以 3 發為 1 彈著群實施彈著修正，可能無法滿足上述 300 公尺以上精準射擊之需求前，不妨先以下圖六來觀察傳統 3 發 1 群的歸零方式，是否存在準確性不足的天生缺陷。圖六為本部兵器組教官胡裕華於 2010 年召集優秀之特等射手以 T91 步槍所做的實彈射擊驗證，主要在於當時部份部隊官、士、兵對於 T91 步槍執行 300 公尺目標射擊精準度產生疑慮，故教官以實彈驗證欲證明 T91 步槍即使槍管較 T65K2 步槍減短約 13.7 公分，槍口初速降低約每秒 65 公尺、精度較 T65K2 步槍增大約 25%，理論上仍具有射擊 300 公尺目標之效果。該實驗結果指出，T91 步槍散佈特性在 300 公尺，平均精度仍有寬 30.9 公分、高 33.6 公分，合於標靶（寬 50 公分、高 101 公分）範圍之水準，故可勝任 300 公尺目標射擊之任務。然而，從此實驗結果不難看出在傳統 3 發 1 群的歸零前提下，即便射手與教官都希望把槍枝盡可能校正到好，而且絕對都有在 25 公尺確實將每一枝槍依準則規範完成歸零（射擊 3 發單放，依平均彈著點偏差量修正瞄準具，1 群一修正，直至平均彈著點命中目標黑心下緣 1 公分處），來確保 300 公尺驗證結果可靠。不過，即使如此，仔細觀察圖中每一個彈著群的位置，仍有不少射手在 300 公尺距離上發生上述「平均彈著點明顯偏離目標中心」的情形，可見傳統 25 公尺歸零以 3 發 1 群方式實施，確實容易在實距離準度「不完美」之缺陷，且有精進的必要。相信只要是年資稍長、射擊經驗較豐富之幹部，多少都曾遇過上述相同問題，只是難以理解真正問題的原因罷了。

編 1	槍 001497	編 2	槍 001418	編 3	槍 001401	編 7	槍 000749	編 8	槍 000815	編 9	槍 000780
精度	寬：25 公分 高：40 公分	精度	寬：32 公分 高：31 公分	精度	寬：29 公分 高：36 公分	精度	寬：32 公分 高：19 公分	精度	寬：40 公分 高：27 公分	精度	寬：17 公分 高：33 公分
											
7		8		9		13		14		15	
編 4	槍 001337	編 5	槍 001381	編 6	槍 001501	編 10	槍 000825	編 11	槍 000818	編 12	槍 001989
精度	寬：46 公分 高：43 公分	精度	寬：29 公分 高：29 公分	精度	寬：23 公分 高：29 公分	精度	寬：44 公分 高：31 公分	精度	寬：31 公分 高：49 公分	精度	寬：14 公分 高：21 公分
											
10		11		12		16		17		18	

圖六 傳統 25 公尺 3 發歸零射擊於實距離準度表現上存有「不完美」之缺陷

資料來源：胡裕華，〈T91 步槍射擊精度分析及精進射擊訓練具體作法〉《步兵季刊》（高雄鳳山），第 238 期，2010 年 11 月 1 日，頁 10-11。（索引時間 2023 年 5 月 28 日）

尤其，美軍 M4 步槍配賦的 Trijicon ACOG 4x32 步槍戰鬥瞄準鏡（Rifle Combat Optic），俗稱小海螺，其鏡內還設有最遠可瞄準到 800 公尺的 BDC 射程刻劃，理論上只要目標測距正確，用目標所在距離對應之刻劃線瞄準目標中間，即能將彈道墜落值予以補償而命中目標。（如圖七）如此講究精準度之瞄準具，理所當然必須有一套能大幅精進歸零品質並且有效提升官兵裝備使用效率的方法，而美軍準則 TC 3-20.40 內所要求的 5 發歸零方法，便是其一。



圖七 美軍 ACOG 步槍四倍鏡設有 300-800 公尺之彈道補償刻劃（BDC），使單兵具備中遠距離精準射擊能力。

資料來源：左圖：取自 www.britannica.com 網站〈Afghanistan War〉一文。右圖：取自《Operator and Field Maintenance Manual Including Repair Parts and Special Tools List for The M150》（TM 9-1240-416-13&P）（U.S.A., Headquarters, Department of The Army, 2008），P1-29。（檢索日期 2023 年 5 月 29 日）

肆、3 發 1 群與 5 發 1 群歸零學理差異說明

5 發 1 群歸零射擊方法，近年來之所以能成功取代傳統 3 發 1 群歸零射擊，甚至得到美軍青睞成為步、機槍乃至狙擊槍射擊鑑定項目中統一的標準，更是歐美各國狙擊手訓練乃至民間遠距離精準射擊競賽時，歸零射擊與驗證槍彈精度的首選方式。如美國彈道學家 Bryan Litz 便在其著作《Modern Advancements in Long Range Shooting》明確指出，一次射擊 5 發，連續射擊 5 群（5 groups of 5 shots）並計算平均精度，是能客觀衡量槍枝精準度的較佳方案。⁴主要原因乃係建立在「射彈自然散佈特性（Random Nature of Dispersion）」之基礎上，所謂射彈自然散佈特性是指從槍管發射的每一發子彈，其外彈道受槍械、彈藥、射擊技術與天候影響，均不可能為一相同之彈道，而是圍繞著彈道中心線飛行，一種看似可以控制卻又隨機性的自然散佈現象，而構成此散佈面的最大直徑，即所謂精度。只是大多數人無法理解的是，為何射彈會以隨機性方式圍繞著彈道中心自然散佈？不是應該槍口指到哪射彈便射向哪嗎？射彈之所以會形成一個散佈面應該是射手本身的瞄準與射擊誤差造成的吧？為消彌讀者上述疑慮，作者舉最精準的狙擊槍來說明。狙擊槍為能達到「遠距精準射擊」之目的，通常配有高倍率、易於清楚瞄準目標之狙擊鏡與精度高、外彈道表現好之遠程精準彈藥，而狙擊手為能確保上述裝備能被發揮到極致，也會更加要求自身射擊能力，以及精準掌握完美射擊出一發子彈所需的每一個細節，如據槍、依托、瞄準、呼吸與扳機控制...如此以人為主體所構成的穩定性與一致性，表現致極時，甚可優於固定式槍架所呈現之精度水準。然而，即便如此，射彈終究還是不可避免產生一定程度之散佈程度（如 1MOA 甚或 0.5MOA...），畢竟就當前國際尖端科技，仍未有先進國家發展出一款「彈著點」完全等於「瞄準點」之類雷射武器，顯然此等射彈散佈並非來自射手問題（射手問題只會讓上述不可避免之散佈再放大），背後一定還有著難以用肉眼察覺的潛在因素，故作者就科學彈道研究心得逐一說明如下：

首先，現代精準彈藥為了降低彈頭飛行之空氣阻力來滿足遠距離射擊需求，彈頭設計通常具流線型之彈尖、細長之彈身與船尾型之彈底...等特徵，雖然彈頭因此能夠飛得更遠，但也變得更不容易維持飛行時的穩定性，而必須仰賴膛線賦予彈頭極高的轉速來維持飛行穩定不致失衡或翻滾。彈頭在如此高速旋轉的情況下，遂於飛行過程中因「彈速衰減與阻力變化」而存在著某種持續的「動態不平衡」現象（Imbalance），是為射彈於膛外偏差的潛在原因之一。

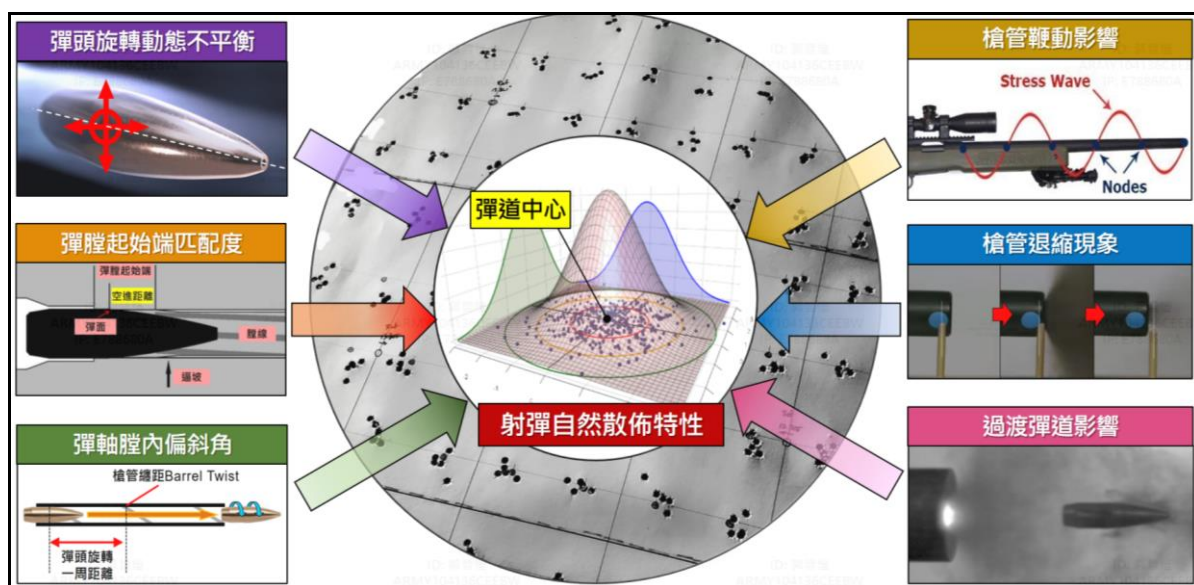
⁴ 本部狙擊教官組已經在兩年前逐步修正了各式狙擊槍的歸零指導與推動相關訓練，充分落實以 5 發 1 群來實施狙擊槍歸零校正與狙擊手年度射擊能力鑑定。對此議題有興趣之讀者，可參考作者於步兵季刊第 285 期所投稿之〈由美國彈道學家 Bryan Litz 射彈散佈理論-論證國軍狙擊手精準射擊能力評估與鑑定作為〉一文。

其次，彈頭之彈形部（彈面）在嵌入陽膛線起始端逼坡瞬間，因兩者間距離匹配關係使彈頭進入槍膛產生非常微量的偏斜角（即空進距離探討之重點），即使彈徑與膛徑兩者匹配十分嚴密，因彈頭殼可能存在之彈性與塑性變形，彈軸與槍管軸線也很難在極其短暫的內彈道運動過程中（一般僅約 0.001-0.0013 秒）達到完美地同軸（Misalignment），是為射彈於膛外偏差的潛在原因之二。

再者，槍管在擊發瞬間因火藥燃燒之高壓氣體、後座力與震波等因素所產生的高頻率擺動現象（即槍管鞭動探討之重點），即便擺幅甚小也可能使射彈方向發生改變（因震波一般以高於彈頭 6-7.5 倍之速度驅使槍管產生鞭動，故此影響在彈頭飛離槍口前發生），是為射彈於膛外偏差的潛在原因之三。

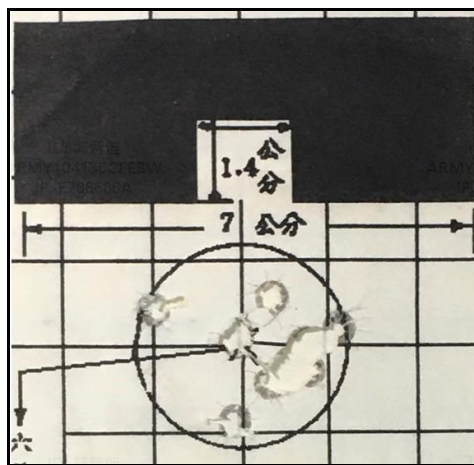
又若，在彈藥擊發瞬間，彈頭受火藥氣體推進向前所產生之反作用力，也會使槍管在彈頭離開槍口前產生些許位移（即槍管退縮現象）。依據 Bryan Litz, 《Modern Advancements in Long Range Shooting- Volume III》一書第 39-55 頁指出，槍管瞬間移動量與彈頭重量、槍枝質量及槍管長度相關，以書內公式計算國軍 7.62 公厘手栓式狙擊槍（T93K1 式與 T108 式），槍管瞬間移動量約為 0.8-0.96 公厘（射手據槍不穩定會再使此數值增大，即後座管理探討之重點）。雖然此移動量微小到無法用肉眼察覺，然而此現象卻對整體精度造成將近 34% 的影響，是為射彈於膛外偏差的潛在原因之四。

甚至，即使彈頭在飛離槍口前完全沒有任何偏斜、彈軸與槍管軸線也達到幾乎完美地同軸，然因火藥氣體之燃速遠高於彈頭脫離槍口前產生之速度，故部分高速氣體將沿彈膛縫隙於「彈頭尾部脫離槍口瞬間」早先一步溢出槍口並形成一不穩定的高壓區，彈頭在穿越後，便可能對其後續彈道產生微妙之影響（即過渡彈道探討之重點），是為射彈於膛外偏差的潛在原因之五。

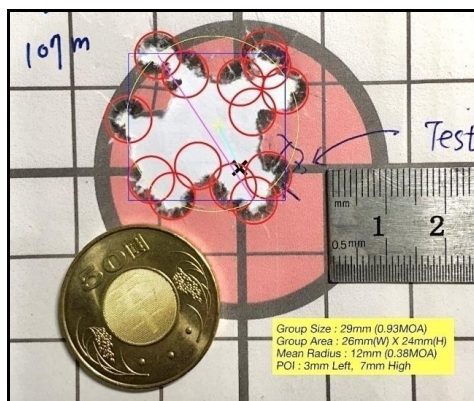


圖八 各種可能造成射擊彈藥「不可控制」偏差的潛在原因示意圖
資料來源：作者自行調製（2022 年 8 月 2 日）

綜合上述各種可能造成射擊彈藥「不可控制」偏差的潛在原因，我們便能理解為何即便射手射擊能力再高超、瞄準再精細、據槍再穩固、使用的槍枝與彈藥再精良、甚至把所有可能影響精準度的因素控制在很小的誤差範圍內，射擊的彈藥終究還是不可避免地呈現出一種「圍繞在彈道中心的自然散佈」現象。（如圖八）就作者實務經驗而言，國造槍械在有穩固依托且幾乎沒有人為失誤為前提的射擊條件下，25 公尺射擊 T91 步槍 10 發之精度，在極致表現下，能使所有射擊彈藥落入 3 公分直徑圓內（扣除彈徑 0.57 公分約等於 3.4MOA）、100 公尺射擊 T93K1 狙擊槍 10 發之精度，在極致表現下，能使所有射擊彈藥落入 3.3 公分直徑圓內（扣除彈徑 0.78 公分約等於 0.86MOA），鮮少有射手打上 10 發精度還能在上述經驗數值以內，可視為其機械精度。（如圖九、十）



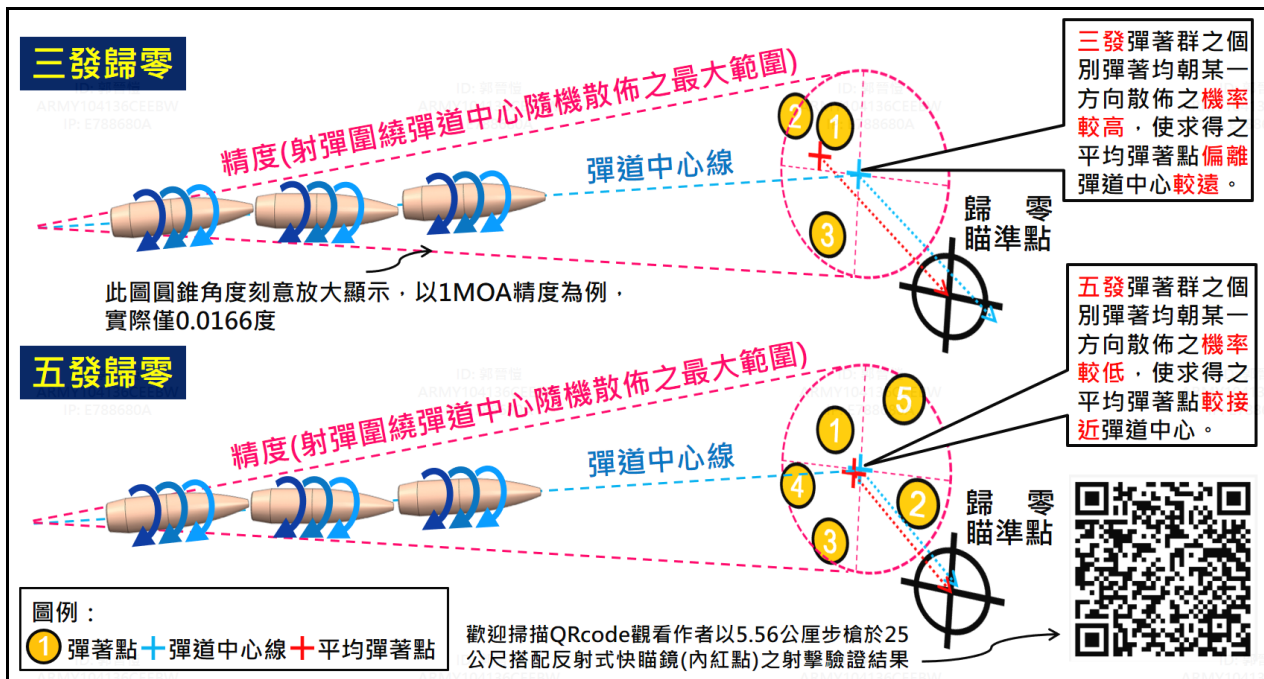
圖九 國造 T91 步槍 25 公尺處 10 發 1 群極致精度表現
資料來源：作者自行攝影（2023 年 2 月 17 日）



圖十 國造 T93K1 狙擊槍 107 公尺處 15 發 1 群極致精度表現
資料來源：作者自行攝影（2023 年 2 月 17 日）

而歸零射擊正是透過觀察此一自然散佈之彈著群所形成的平均彈著點（MPI, Mean Point of Impact）與瞄準點（POA, Point of Aim）兩者間的距離來換算修正量並實施調整，故在射彈採隨機性圍繞著彈道中心自然散佈的前提下，3 發彈著群之個別彈著均剛好朝彈道中心的某一特定方向散佈之機率相較

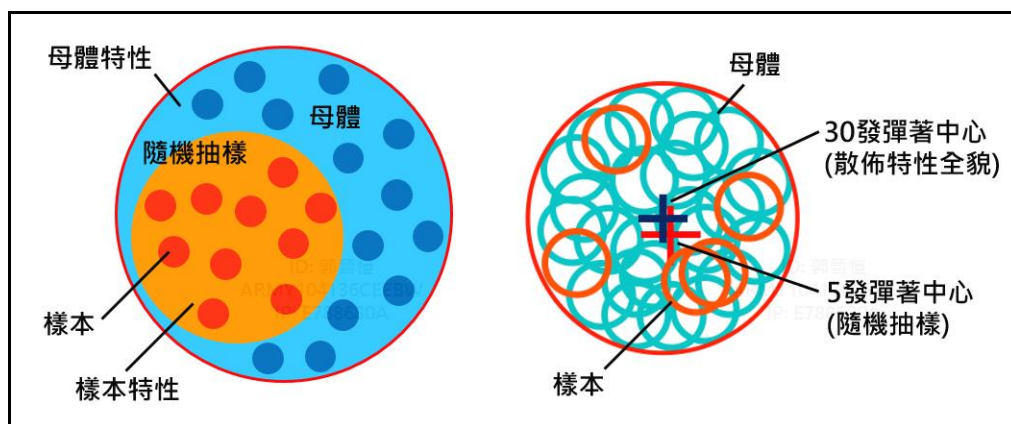
5發彈著群來的高，僅射擊3發若不幸上述巧合發生，不僅會讓射手誤以為射擊精度相當高外，據此計算出來的平均彈著點，反而會偏離真正的彈道中心較遠，(如圖十一)若受限於時間或彈藥而未能再進行一次驗證，此既存之錯誤，將可能使後續中、遠距離射擊時，產生平均彈著點明顯偏離目標中心或彈道計算機所預測之科學數據無法與實際彈道所需吻合問題。



圖十一 3發與5發歸零主要差異示意圖

資料來源：作者自行調製（2021年10月27日）

其實，歸零射擊以「特定發數」求取平均彈著點的過程，與統計學中「隨機抽樣」藉分析樣本特性來推論母體特性之概念相同，樣本數越多，樣本特性便能越接近母體特性（也就是平均彈著點越接近真實之彈道中心）。（如圖十二）



圖十二 歸零射擊求取「平均彈著點」與統計學「隨機抽樣」概念相同

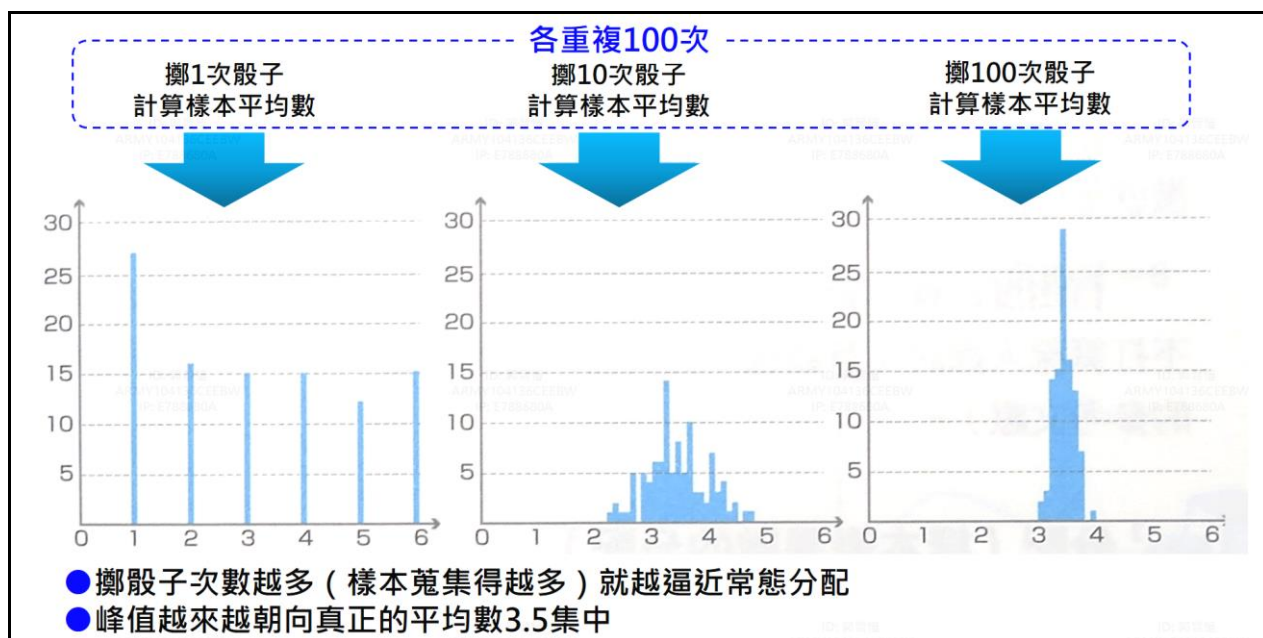
資料來源：作者自行調製（2021年10月27日）

以擲骰子為例，每投擲1次骰子，出現1點到6點點數的機率都是1/6的

均勻分配。相同概念轉換成槍械歸零射擊，假設瞄準點皆相同的前提下（完全排除人為瞄準誤差，純粹討論射彈精度的自然散佈），每次射擊 1 發，因彈著點本將圍繞在彈道中心線並向四周以輻射狀地方式自然散佈，在精度範圍內彈頭的落點屬於不可控制因素，射手不可能控制彈頭應該要落在哪一個象限，又或彈著應該離彈道中心線多近或多遠。故每射擊 1 發猶如投擲 1 次骰子，機率都是符合均勻分配原則的。只是，如果以下列三種不同方式投擲骰子並記錄樣本平均數，將會出現截然不同的結果，分別是：

- 一、將擲 1 次骰子當作 1 次樣本數，並蒐集 100 次的結果。
- 二、將擲 10 次骰子當作 1 次樣本數，並蒐集 100 次的結果。
- 三、將擲 100 次骰子當作 1 次樣本數，並蒐集 100 次的結果。

參考圖十三，經統計分析後，可發現上述三種模式下 100 次的樣本平均數呈現截然不同的分配狀態。從中我們可以總結，每次投擲骰子的次數越多，其所有點數的平均數越接近 3.5，且樣本平均數的分佈狀態也會越接近常態分配，峰值也越接近真正的平均數 3.5，此現象在統計學上稱作「中央極限定理」（Central Limit Theorem）。相同道理應用在歸零射擊，假設瞄準點皆相同的前提下（完全排除人為誤差，純粹討論射彈精度的自然散佈），則理論上每群所射擊彈藥數量越多，射擊彈藥所求得平均彈著點，有較高的機率能越接近真實的彈道中心。



圖十三 以擲骰子解釋統計學「中央極限定理」示意圖

資料來源：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），頁 84-85。（檢索日期 2023 年 5 月 30 日）

只是，射擊不可能像投擲骰子一樣，為了讓平均數接近 3.5，硬是將一個彈

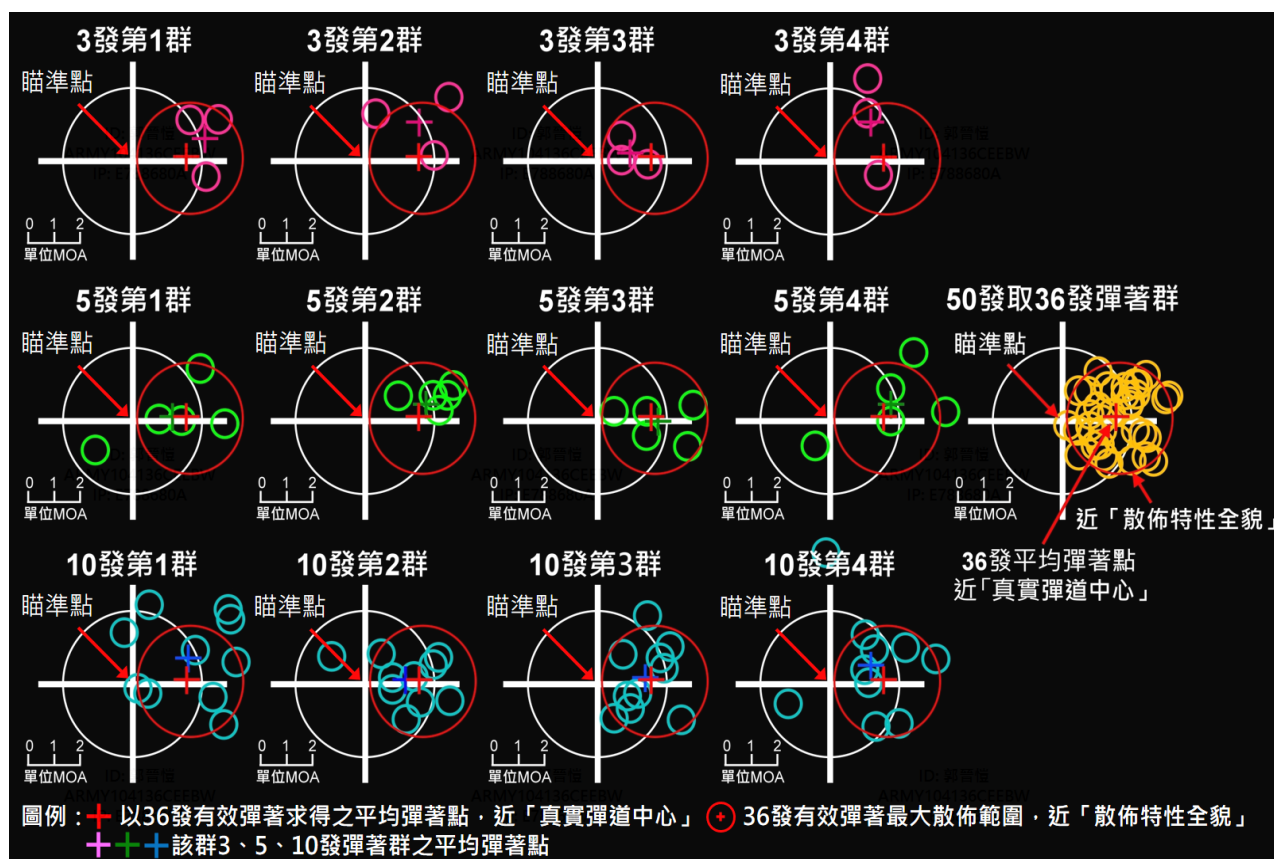
著群的發數射擊到 10 發、甚或 100 發，這樣的想法在執行面是完全行不通的，既浪費資源也沒有效率。那麼究竟有沒有一種折衷的方案，能保持統計學樣本蒐集的客觀性同時減少不必要的資源與時間浪費？其實抽樣統計應取多少樣本數？一直是統計研究者最關切的問題。通常實際的取樣數量，會因取樣的難易度、時間與成本等因素考量而有所不同。統計學中最廣為接受的一個普遍原則是樣本量化分析法則，也就是樣本數應大於或等於「30」。其理由可參考統計學者高邱生於 2010 年〈市場調查—量化分析為何樣本數要大於等於 30？〉一文所述：「樣本數 1，統計結果不是 0% 就是 100%，資料跳動相當大，就測量的信度（Reliability）而言非常低，樣本數 2 時，資料的穩定度就會在 0% 和 50% 間跳動，樣本數為 10，一個資料影響的穩定度最大為 10%，20 時則為 5%，30 時為 3.3%，40 時為 2.5%，50 時為 2%，100 時為 1%，以此類推…我們可以發現隨著樣本數由 1 一個個增加，一個樣本數影響統計資料跳動的力量會越來越小，到了 30 時，樣本影響力為 3.3% 最為適當。過 30 時，每增加一個樣本讓資料越穩定的貢獻力越小，例如 40 比 30 多出 10 個樣本，但其所帶來的穩定效益也才增加 0.8%，在實務的統計運用上一定會有人力、物力、財力和時間限制，不可能只為了增加小於 1% 的效益而增加花費，故在量化分析資料時，樣本數 n 通常會以 30 為一個標準」。也就是說，理論上歸零時如果能取得 30 發以上的有效彈著作為一彈著群，那麼，所求得平均彈著點理論上將能有效呈現出彈道中心真正的所在位置。以此為據，射手也越有機會實現幾乎完美的槍枝歸零。

只是，射擊對比樣本蒐集，其實同樣也有著上述人力、物力、財力和時間限制等考量，應實際衡量槍械特性與接戰需求（是否真的有必要將槍械校正到這麼準確？）及歸零執行上的難易度…等因素，歸零一群所射擊之發數實在不宜過多。若過多！不僅會加速槍管磨耗、浪費時間與彈藥，也會有彈孔重疊難以辨識的問題，不太可能以「30 發」作為歸零的一個基數。參考民國 76 年與 84 年由陸軍總司令部頒行之《國軍地面部隊輕兵器射擊教範—國造七四式 7.62 公厘機與 5.56 公厘班用機槍》內文所述：「平均彈著點之求法分為單發、三發、多發等數種方法，多發歸零尚有 5 發、6 發、10 發之歸零。」最多也只建議使用 10 發來歸零。雖然，作者過去為了保障槍枝準確度以行各種遠距離彈道驗證射擊，曾有大量使用步槍及狙擊槍，一次射擊 10 發、20 發甚至 30 發的歸零經驗。然而，作者從中的深刻體會是：一次射擊的發數越多、也就代表射手在射擊過程中必須越專注，相對射擊的負擔與壓力也就越大，反而容易造成更多難以預期的失誤而適得其反。到了這個時候，反倒必須認真地思考統計學裡「抽樣的品質與抽樣的大小同等重要」這句話的道理。如果抽樣的方法無法有效表

現出母體該有的特徵，甚至完全偏離母體，那麼「與其打得多？還不如打得精、打得巧！」。

為了證明上述理論與實際歸零射擊之關係，作者特地以 5.56 公厘步槍搭配反射式快瞄鏡（內紅點）於 25 公尺進行多次實彈射擊驗證，來觀察不同發數彈著群所形成的平均彈著點，理論上與彈道中心之差異。圖十四所示，即為 3 發 1 群、5 發 1 群與 10 發 1 群之平均彈著點對比作者以高達 36 發有效彈著求得之「近似彈道中心」（紅色十字粗線）之結果，可以看到 5 發 1 群所產生之誤差確實較 3 發 1 群產生之誤差略小，而 10 發 1 群理論上應更優於 5 發，然因射手壓力與專注力等問題，並未因多射擊 5 發而額外產生更多實質效益。

故綜合考量槍械特性、射手射擊能力、槍管壽命與彈藥成本、歸零效率乃至最終品質管控...作者經理論研究與大量實彈驗證所得之結論，完全與美軍看法一致，即針對具 300 公尺以上中、遠距離射擊能力之武器系統，欲提升其射擊成效，宜使用「5 發 1 群」作為精確歸零之基準數量。



圖十四 作者以 3 發 1 群、5 發 1 群與 10 發 1 群分別驗證平均彈著點與彈道中心差異（此圖測試槍枝為 5.56 公厘步槍，距離 25 公尺）

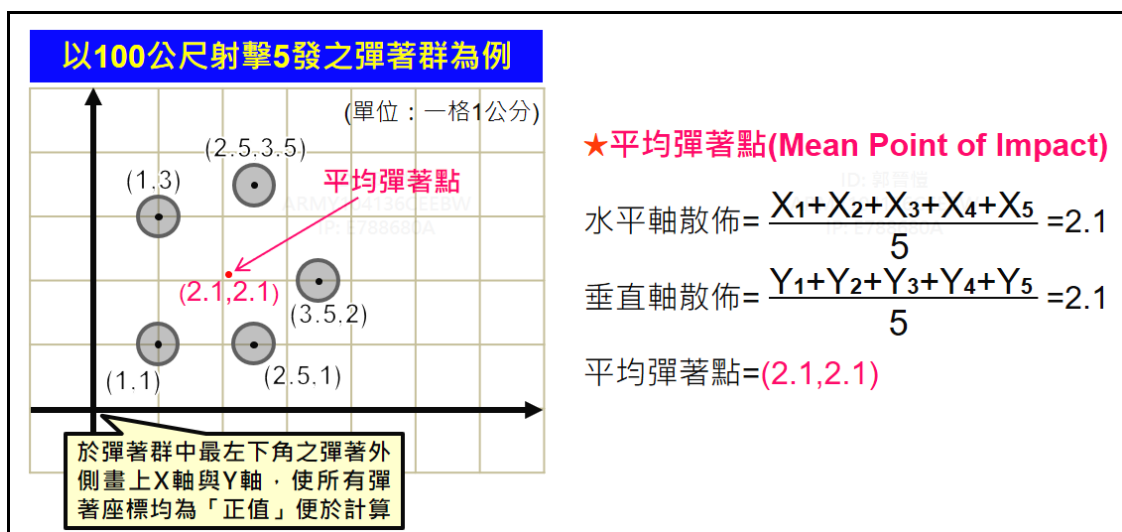
資料來源：作者經實彈驗證後調製（2023 年 3 月 29 日）

伍、5 發 1 群歸零具體作法與注意事項

一、平均彈著點求法

歸零修正瞄準具前，必先計算該彈著群之平均彈著點，如果只射擊 3 發，計算平均彈著點通常只需將三個彈著點連接成三角形，再用「分角線法」或「邊線平分法」等方法求得平均彈著點，相當簡單。但如果改一次射擊 5 發，甚或部分讀者在理解上述統計取樣的精神後，可能也會想嘗試以一次射擊 10 發甚至更多發的方式來精校槍枝。那麼，將隨即出現一個讓人困擾的問題，也就是：「該如何計算 5 發（含）以上的平均彈著點呢？」目前較為使用的 5 發（含）以上彈著群之平均彈著點計算方法有兩種，分別說明如下：

- （一）座標法：即藉賦予每顆彈著點座標，求取平均座標之方法。（參考圖十五）實際計算方式為：假設彈著群發數為 5 發，先於彈著群最左下角之彈著點外側任一點上設定為原點，並於原點上畫出 X 軸與 Y 軸（如此可使所有彈著座標均為正值便於計算，再賦予每一個彈著點座標，隨後將所有彈著點之 X 軸與 Y 軸座標分別相加後再除以彈著數，即可分別得到 X 中心與 Y 中心，此時（X 中心, Y 中心）即為平均彈著點位置。

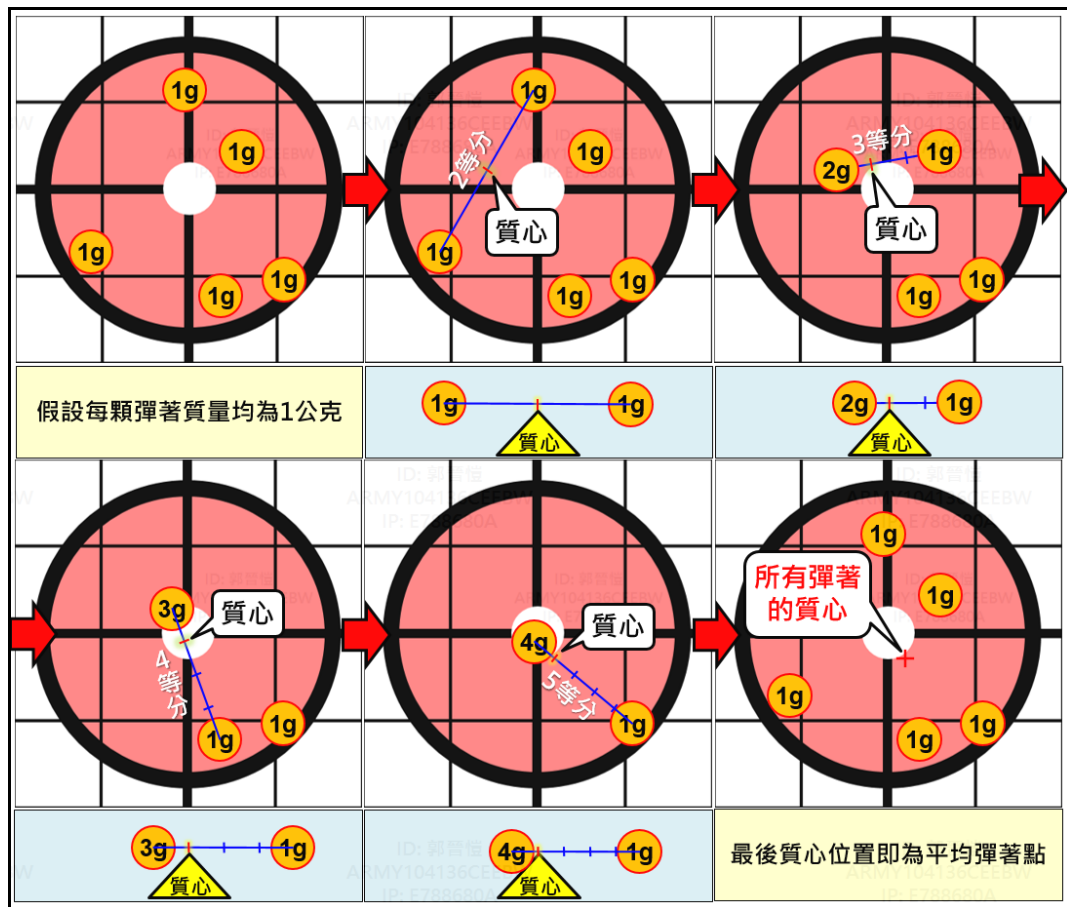


圖十五 5 發（含）以上彈著群之平均彈著點計算方法—座標法

資料來源：作者調製（2021 年 11 月 12 日）

- （二）質心法：即假設每顆彈著均具相同質量，藉求取所有彈著點質心位置之方法。（參考圖十六）實際計算方式為：先假設每顆彈著質量均為 1 公克，將任兩顆 1 公克的彈著點連成一線，將其二等分，中間點即為質心位置，且其重量增為 2 公克。接著將 2 公克的質心再與任一顆 1 公克的彈著點連成一線，將其三等分，此時三等分且靠近 2 公克質心的點即為質心位置，且其重量增為 3 公克。接著將 3 公克的質心再與任一顆 1 公克的彈著點連成一線，將其四等分…以次類

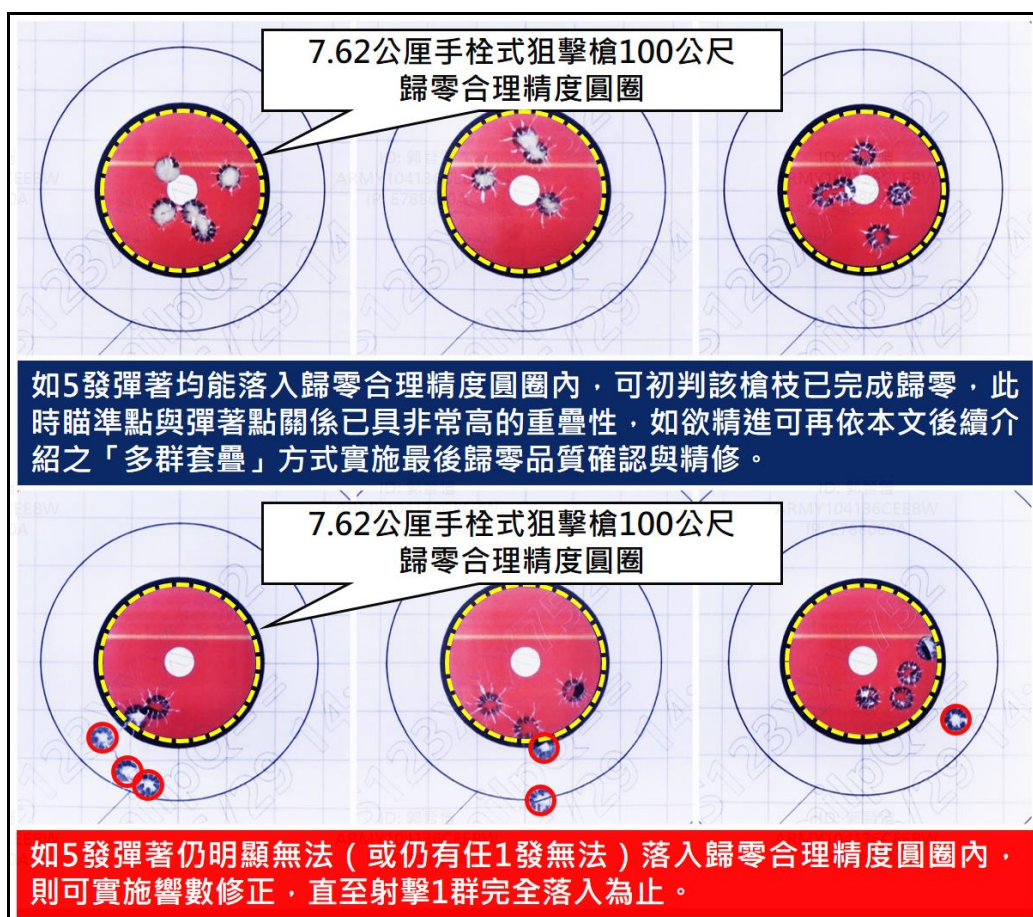
推，直至尋求到與最後一顆彈著之質心為止，最後質心所在位置即為平均彈著點。



圖十六 5發（含）以上彈著群之平均彈著點計算方法—質心法

資料來源：作者調製（2023年6月13日）

由於，上述兩種方法均要以人工方式反覆測量與計算，相當費力與耗時。故為能節省時間，提高5發1群歸零可行性，若在靶場上因時間不足時，可先改採以下折衷辦法：以該歸零距離預期之彈著點為中心，畫出該距離上該武器系統理論精度大小之圓圈，當所有射彈均能「完全」落入指定圓圈內時，即使沒有時間精算平均彈著點位置，也可「大致預期」此時之歸零品質，瞄準點與彈著點關係已具非常高的重疊性，待離開靶場或時間充分有餘後再進行平均彈著點的計算，若發現還有「精修」瞄準具空間，則於下一次射擊前完成調整。或者即使沒有足夠時間精算與調整，就槍枝目前準確度而言，也足以應付大部分情況之射擊需求。圖十七為目前本部狙擊手訓練班100公尺歸零及年度狙擊手100公尺精準度鑑測現行靶紙，圖中射擊範例均由不同射手以不同槍枝所完成，可見上排三群均已「完全」落入指定圓圈內，可初判該槍枝已完成歸零；下排則明顯仍有響數修正之空間。



圖十七 提高 5 發 1 群歸零可行性之折衷辦法示意圖

資料來源：作者拍攝（2023 年 7 月 7 日）

當然，最理想的狀態，還是建議能於靶場上立即完成平均彈著點之計算、第一時間完成瞄準具調整。目前國外被廣泛使用且計算最迅速的方法為：使用智慧手機下載 SubMOA、Ballistics X...等精準度輔助測量軟體，藉由翻拍靶紙將彈孔於程式內逐一完成標示，軟體遂能自行計算出平均彈著點、精度與平均散佈半徑（MR, Mean Radius）⁵甚至是彈著點與瞄準點的偏差量，（操作程序步驟參考圖十八所示）可大幅度增進歸零射擊效率與最終歸零品質。除非彈著群非常密集且幾乎完全重疊一致難以辨識每一發彈著所在位置，可省略上述精算之步驟。否則，射手都不應直接以目視判斷平均彈著點所在位置。

⁵ 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精度的方式。本部於民國 111 年起正式將「新式狙擊手精準射擊能力評估與鑑定作為」納入狙擊手訓練班課程設計，其一重要精神便是以「平均散佈半徑」作為精度考核之工具。



圖十八 Ballistics X 精準度輔助測量軟體操作程序步驟示意圖

資料來源：作者調製（2021 年 11 月 12 日）

二、射彈發數與散佈面大小之關係

我們都知道通常射擊彈藥數量越多，雖然越能客觀顯示出槍枝彈藥真正的精度，但相對地散佈面往往也會變得更大。如某位射手原本使用某槍枝於某距離上射擊 3 發精度為 3 公分，則在相同條件下，改採一次射擊 5 發方式歸零，精度還能維持原本的 3 公分嗎？為了解決這個問題，且能制訂出未來如全面改採 5 發 1 群實施歸零修正時，判定彈著群散佈面是否合格之合理標準。作者蒐整國外文獻，發現美國彈道學家 Bryan Litz 早於《Modern Advancements in Long Range Shooting》一書第 8 頁中提出「不同射擊數量與彈著群散佈大小換算理論」。(如圖十九) 經研究，其內所有數據，都是原作者以大數據統計而來，可幫助射手了解並掌握以不同彈藥數量進行歸零時，射擊精度所應達到的最低標準。如某位射手原本使用某槍枝於某距離上以 3 發 1 群實施歸零射擊時，精度要求標準為 3 公分，則在相同條件下，改採一次射擊 5 發方式歸零，理論上精度應以不超過 3.84 公分為原則，即將原本的 3 發精度標準 3 公分乘上 3 發對應到 5 發的彈著群放大係數 1.28 倍 (Scale Factor)。

		Extend group to this many shots						
		2	3	4	5	10	20	30
		Scale Factor						
Shots in group	2	1	1.35	1.57	1.73	2.15	2.50	2.70
	3		1	1.16	1.28	1.58	1.85	1.99
	4			1	1.10	1.36	1.59	1.72
	5				1	1.24	1.45	1.56
	10					1	1.17	1.26
	20						1	1.08
	30							1

Table 1.1. Growth in group size based on number of shots.

圖十九 Bryan Litz 不同射擊彈藥數量之彈著群散佈大小換算理論
 資料來源：Bryan Litz, 《Modern Advancements in Long Range Shooting- Volume II》
 (U.S.A., Applied Ballistics, LLC, 2016), P8. (檢索日期 2021 年 9 月 16 日)

三、留意可能之歸零射擊潛在誤差

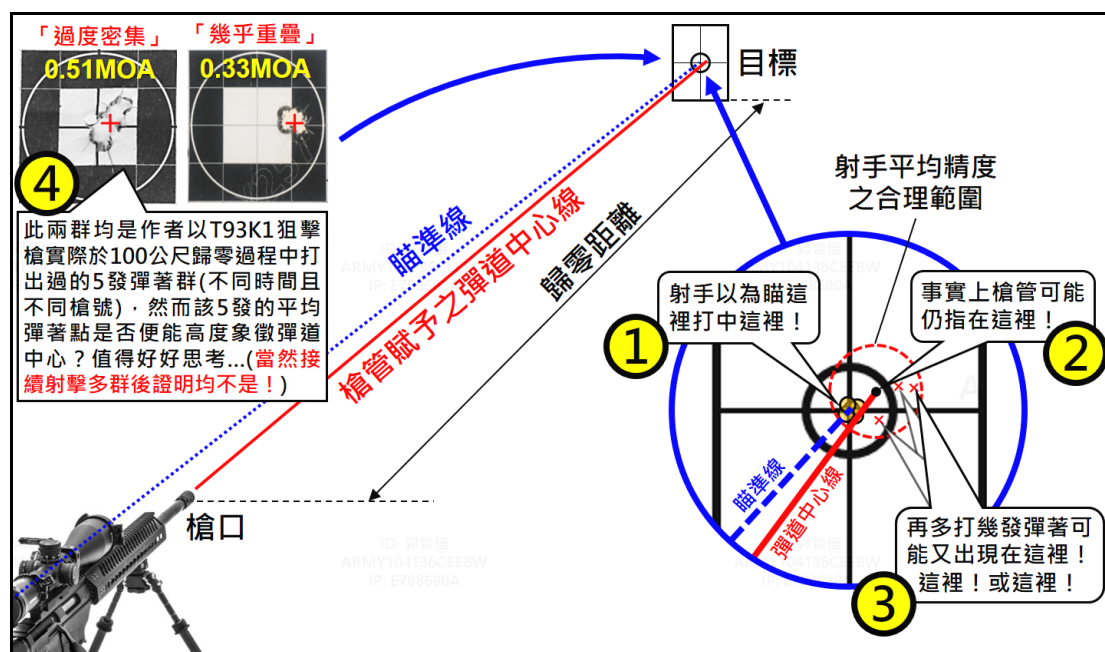
歸零射擊雖然是一個必須「眼見為憑」的過程，且理論上採取 5 發 1 群歸零射擊，有著較高的機率能獲得較客觀的平均彈著點，進而對瞄準具實施較有效之修正，提高最終歸零射擊品質。然而，如果射手無法正確評斷「自身射擊水準」並有效掌握射彈散佈的「真實樣貌」，往往會遭眼前「少數」⁶或「過度密集」的彈著點欺騙而不自知，以致應修多（少）而修少（多），彈著群不斷在瞄準點周邊跑來跑去，遲遲無法完成歸零射擊；又或射手好不容易誤以為完成歸零了（只是剛好打進與瞄準點相同位置的精度範圍內），卻又在射擊更遠距離時出現彈著群「無法居中」問題，容易不自覺地導向懷疑槍、鏡、彈是否發生異常，而嚴重打擊射手信心。這便是遠距離精準射擊專欄作家 RocketmanOU 於〈Statistics, Shooting and the Myth of the Three Shot Group〉一文中所提到：「少數幾發密集的彈著群（Tight Group）並無法有效確立歸零品質，也無法保障射手便能命中目標中心」之問題。

尤其當射手偶然地射擊出遠優於自身能力所及之精度（譬如某位射手以 5.56 公厘口徑步槍於 25 公尺射擊 5 發 1 群，大部分情況精度多落在 3 至 5 公分之間，突然在歸零射擊過程中打出一群 5 發彈孔幾乎重疊的彈著群），同時該密集之彈著群的平均彈著點又恰巧完美地落在歸零的所望位置上。那麼，射手必然會高興地驚呼：「哇！這一群運氣超好！這把槍已歸零好了！」、「簡直太完美了！」事實上，如果該射手還有機會再行一次驗證，平均彈著點將有很大的機率又落在截然不同的位置上，射手便可能接著說出：「準度怎麼又跑掉

⁶ 縱使改採 5 發 1 群方式，然在統計量化分析理論中充其量也只能稱為「少數」。

了？這把槍應該有問題！」、「嗯…這一群應該是沒打好！」、「反正上一群就已經歸進去了，這群不要算沒關係！」等不願意面對事實，反覆自我催眠的說詞。

只是，為何「過度密集」或「幾乎重疊」的彈著群反而容易有如此之假象？其實終究還是圍繞在「射彈自然散佈特性」的基礎上。試想，以目前國際標準而言，7.62 公厘手栓式狙擊槍精度普遍介於 0.8-1.2MOA 之間、7.62 公厘半自動精準步槍精度普遍介於 1.5-2MOA 之間、至於 5.56 公厘自動步槍精度則普遍介於 2.5-3.5MOA 之間。而 5 發幾乎重疊之情況，以 7.62 公厘口徑槍枝 100 公尺歸零射擊為例，精度至少必須在 0.35MOA 內，⁷彈孔看起來才有可能重疊，5.56 公厘口徑槍枝 25 公尺歸零則精度至少必須在 0.8MOA 內才有可能。既然原廠以槍架固定射擊或透過神射手精細驗證後所訂定之機械精度都無法達到如此密集之水準，那麼該群幾乎重疊或者過度密集的彈著，大部分只是來自射手平均精度範圍內任一角落的 5 發（只是剛好非常幸運地落在同一個位置上）。射手並無法保證這 5 發的平均彈著點便是歸零過程所欲追求的彈道中心，而且仍有很高的機率：射手雖瞄著目標正中間，但事實上槍管所賦予產生的彈道中心線此時仍在瞄準點四周的其他地方。（如圖二十）如果射手硬是要斷定其為彈道中心，而選擇不再多射擊幾群來驗證，就得必須承受「看似已精確完成歸零」，實際上「歸零品質尚有瑕疵」之風險。

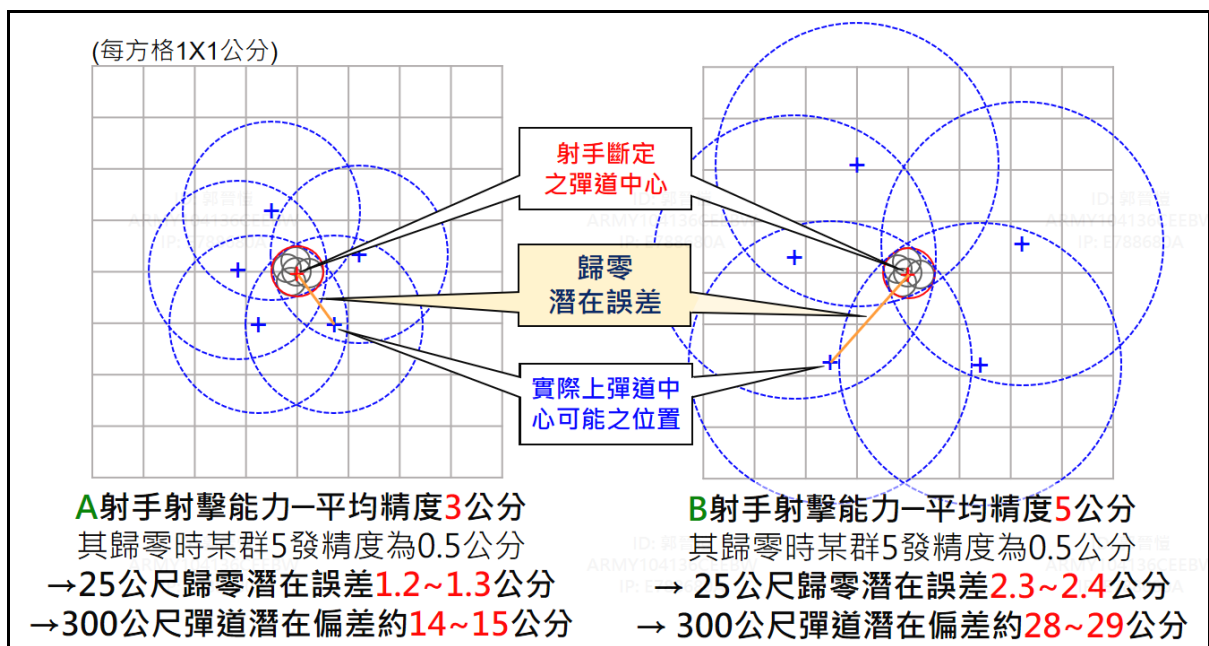


圖二十 「過度密集或幾乎重疊」之彈著群易產生歸零品質瑕疵風險示意圖

資料來源：作者自行調製（2023 年 6 月 10 日）

⁷ 經作者實際蒐集近 1000 群彈著群統計數據後發現，精度標準差(SD)通常為其精度(ES)之 29~30%，故以某位射手 5 發 5 群平均精度 1MOA 為例，其標準差可能為 0.3MOA，依統計學理論可預測其隨機打出 1 群精度(ES)小於 0.5MOA 的機率約為 4.6%；小於 0.35MOA 彈著群的機率約為 1.4%。故「過度密集」或「幾乎重疊」的彈著群絕對不可能是射彈散佈之「常態」。

參考圖二十一，以 5.56 公厘自動步槍於 25 公尺實施 5 發歸零射擊為例：假設 A、B 兩位射手均打出一群 5 發看起來「幾乎重疊」的彈著且經測量精度為 0.5 公分，A 射手射擊能力平均精度為 3 公分（以其代表現行準則「有」依托射擊之合格標準），則實際之彈道中心與 A 射手依實際彈著群所斷定之彈道中心，最多將可能存在約 1.2-1.3 公分誤差。又若 B 射手平均精度更低為 5 公分（以其代表現行準則「無」依托射擊之合格標準），則誤差將可能變得更大，最多為 2.3-2.4 公分。此無法立即釐清與判斷之落差，便是歸零過程中可能的潛在誤差，是歸零「眼見為憑」思維下的陷阱，也是造成 300 公尺以上中距離射擊時，射彈之平均彈著點偏離目標中心，導致命中率下降的潛在原因之一。

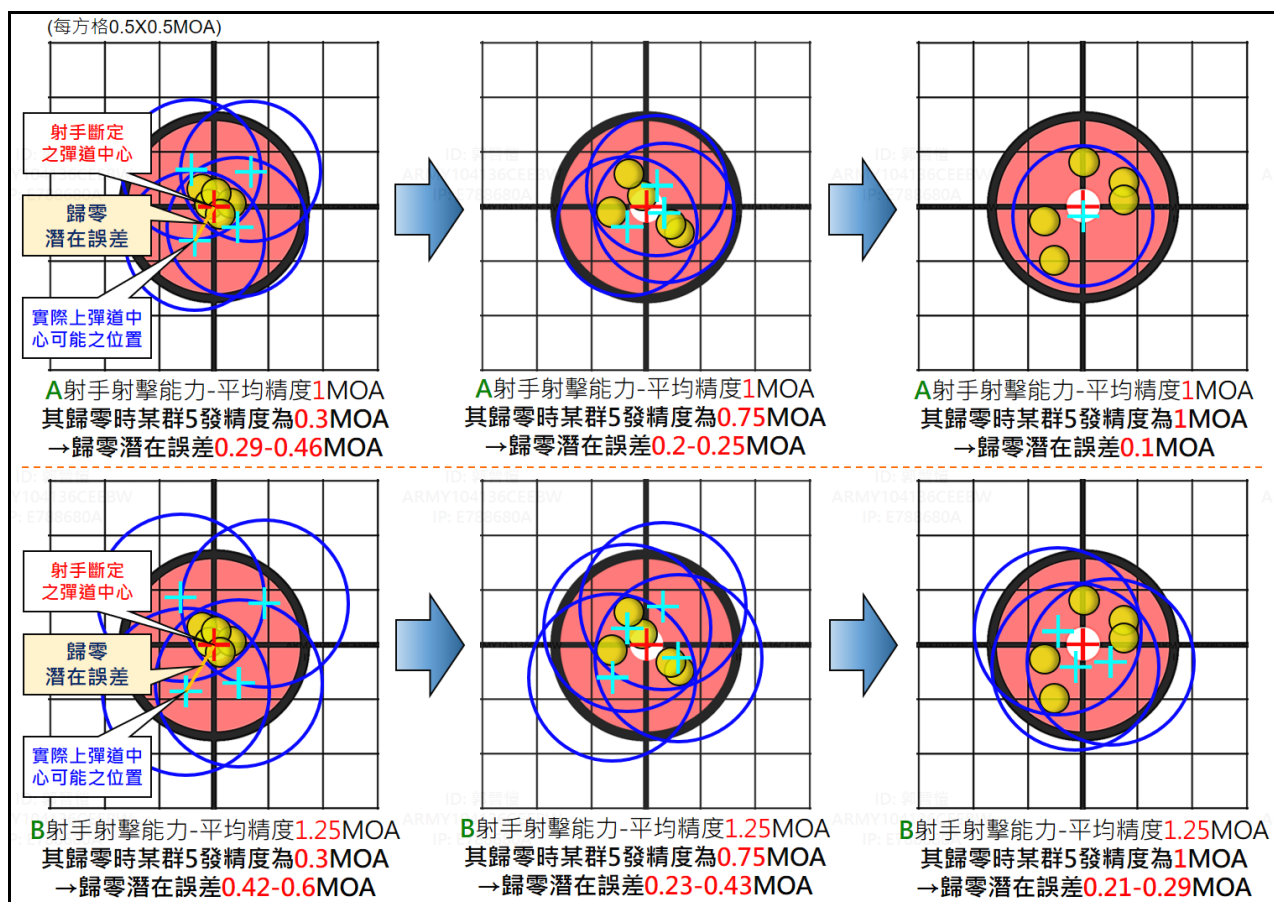


圖二十一 歸零潛在誤差示意圖

資料來源：作者自行調製（2023年6月9日）

作者特地以相同模式再調製一張 7.62 公厘狙擊槍 100 公尺歸零最大潛在誤差示意圖提供讀者參考（圖二十二）。經觀察不然發現：當 5 發 1 群打的越密集，與射手自身能力所及之平均精度落差越大，實際彈道中心可能的位置便有更多的選擇彈性，而此彈性便是潛在的歸零誤差。反之，5 發 1 群散佈的越均勻，其大小越接近射手平均精度水準，則歸零可能存在的潛在誤差，將隨之減小。也就是說射擊能力越差、平均精度越大的射手，其實越是應該要擔心出現「過度密集」或「幾乎重疊」的彈著群；而射擊能力越好、平均精度越小的射手，則應多期待與其能力相符的「彈著群」出現。因此，歸零射擊過程出現「過度密集」或「幾乎重疊」之彈著群，多數情況下其實並不是什麼值得高興的事情。不妨試想，既然歸零以「特定發數」求取平均彈著點的過程，與統計學中「隨機抽樣」概念相同，為了求得越接近真實彈道中心之平均彈著點，我

們也都有至少射擊 5 發 1 群的共識，而「取樣本的目的原本是要對母體一窺堂奧，且在蒐集資訊時要盡量避免不必要的干擾。」⁸只是當射手好不容易專注地射擊出 5 發後，結果在射彈自然散佈、不可控制之變因影響下，最終只在靶紙上呈現出約 2-3 倍彈孔大小、過度密集或幾乎重疊之彈著群，這樣的結果是否就如同統計學上僅抽取 2 至 3 個樣本呢？值得深思。



圖二十二 7.62 公厘狙擊槍 100 公尺歸零潛在誤差示意圖

資料來源：作者自行調製（2023 年 6 月 9 日）

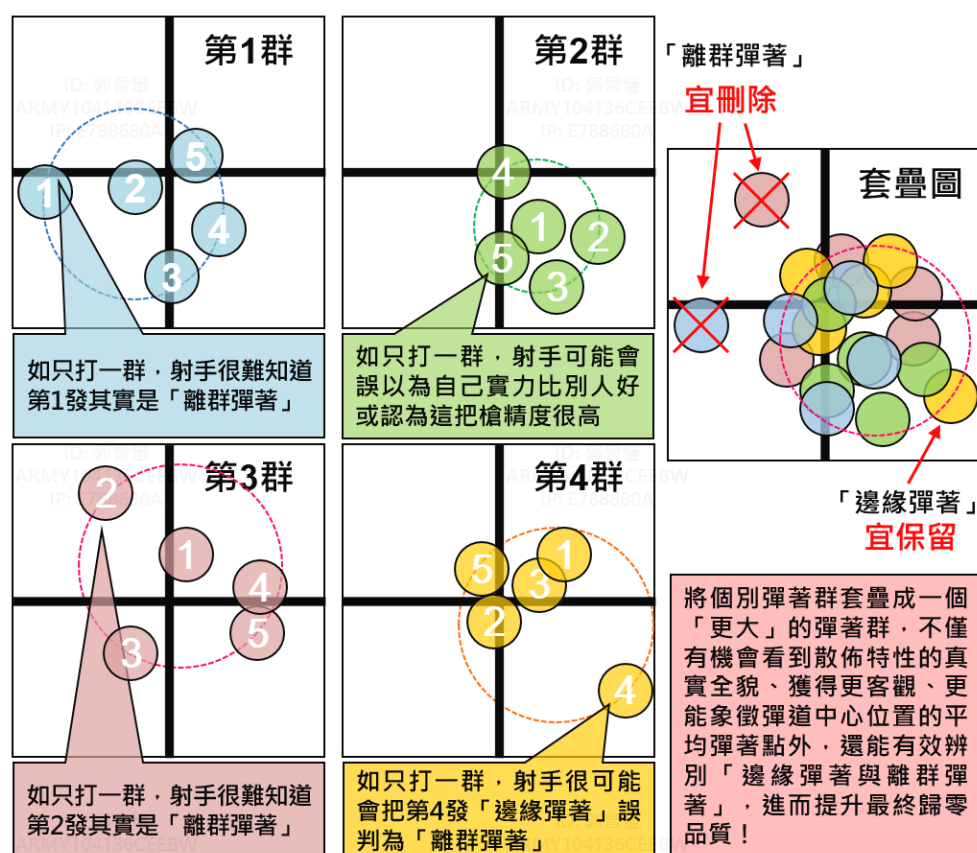
綜整上述，僅以單一彈著群即欲斷定最終歸零品質之好壞，是絕對不夠的，畢竟實際上穿過靶紙留下的彈孔，即使全在合理的精度範圍內，仍舊存有太多「實力」與「運氣」交錯的機率問題。因此，如何在歸零射擊的過程中，對每一群彈著客觀地做出合理且正確之判斷，全賴射手是否能正確評斷自身射擊水準並明確掌握到射彈散佈的真實樣貌，再透過大量實彈射擊加以驗證，從中練習觀察、判斷與分析，當累積足夠經驗後，必能明白其中奧秘。

四、以「多群套疊」彈著群精校最終歸零品質

為了徹底解決僅以 1 次 5 發彈著群確認最終歸零品質所衍生的歸零潛在誤差問題，作者建議如射擊條件許可，不妨嘗試於「判斷」完成歸零後（即

⁸ 墨爾 (David S. Moore)，諾茨 (William I. Notz) 著，鄭惟厚、吳欣蓓《統計，讓數字說話》（臺北市，遠見天下文化出版股份有限公司，民國 112 年 1 月），頁 51。

射手確認 5 發精度符合標準且彈著群已落入預期範圍內)，在不動響數或調整瞄準具的前提下，再用更多發數的彈著群來驗證歸零品質，如採 5 發 4 群、5 發 5 群甚至 10 發 3 群等方式（實際採何種組合？射手除須衡量自身能力外，同時也須考量口徑與精度特性，避免選擇在歸零距離上容易產生彈孔重疊造成彈著難以辨識之方案，如 7.62 公厘狙擊槍 100 公尺 10 發便容易造成上述問題），將各別彈著群套疊成一個「更大」的彈著群。在如此精密的操作下，射手不僅將有機會看到散佈特性的真實全貌、獲得更客觀、更能象徵彈道中心位置的平均彈著點外，還能獲得僅射擊一次「5 發」彈著群所完全不能及的好處，便是：射手將有機會清楚辨別出打在靶紙上的彈孔中，誰是真正的「邊緣彈著（Outlier）」？而誰又是真正的「離群彈著（Flyer）」？（圖二十三）應把連邊都沾不上、完全離群的「離群彈著」果斷刪除；將差點被誤判為「離群彈著」的「邊緣彈著」保留後，再重新計算平均彈著點，以此作為「再一次」精校響數的依據，射手將更有機會把最終歸零品質控制在小於 1/2 個響數修正量的「理想境界」！如某武器瞄準裝置一響修正量為 0.5MOA，即 100 公尺是 1.45 公分，那麼最後一群的平均彈著點與瞄準點之落差，應該被控制在 0.25MOA，即約 0.7 公分的範圍內。（如圖二十四、二十五）



圖二十三 藉套疊彈著群來辨識「離群彈著與邊緣彈著」示意圖

資料來源：作者自行調製（2021 年 10 月 27 日）



圖二十四 5.56 公厘步槍 100 公尺 10 發 5 群套疊圖範例

資料來源：作者經實彈驗證後調製（2023 年 3 月 3 日）



圖二十五 7.62 公厘狙擊槍 100 公尺 10 發 2 群與 5 發 2 群套疊圖範例

資料來源：作者經實彈驗證後調製（2023 年 6 月 10 日）

在如此講究的作業下，射手必能對自己的歸零品質更具信心，進而在科學彈道數據的協助下，準確命中有效射程內任何距離之目標，提升彈道應用成效。甚至還能延長武器有效射程、提升單兵接戰距離，如作者曾以此方法精校槍枝最終歸零品質，再分別驗證 5.56 公厘自動步槍與 7.62 公厘手控式狙擊槍於「最大有效射程」上仍否具備精準射擊效能？實證結果平均命中率均高於七成，效果尚能滿足作戰實需（射擊目標為 101X50 公分單人跪姿人形靶，5.56 公厘自動步槍於 600 公尺 100 發命中 75 發，命中率 75%；7.62 公厘手控式狙擊槍於 1000 公尺 18 發命中 13 發，命中率 72%）。

陸、結語

隨著彈藥性能提升與光學瞄準鏡日漸普及，單兵的接戰能力從傳統的 300 公尺不斷地被延伸至 600 公尺甚至 800 公尺。然而，欲使先進之精準武器發揮最大效能：射手是否具備良好的射擊技術？射手的射擊技術能否支撐槍枝達成良好的最終歸零品質？以及射手在完成槍枝的校正後，是否能運用正確的知識與工具有效掌控彈道（無論使用固定數值的標準射表、原廠內建之射程刻劃，亦或是以彈道計算機計算獲得精確參數…等方法），上述三者為影響 300 公尺以上中、遠距離射擊命中率的關鍵因素。畢竟一位射手的射擊能力高低，將決定射手能否有效完成歸零射擊且能否將歸零品質控制在合理的範圍內；而歸零射擊品質的好壞又直接攸關科學彈道應用是否能達「立竿見影」功效的主要關鍵，因此三者同等重要且缺一不可。

分析美軍近年來將步、機槍與狙擊槍等輕兵器，3 發 1 群歸零方式調整成 5 發為 1 群，主要原因在使射手於歸零過程中，能更有效求得一更接近真實彈道中心位置的平均彈著點，其目的則是在精進槍械歸零品質並提升官兵武器裝備使用效率，確保單兵接戰能力得以滿足理論之最大有效射程。正所謂「他山之石，可以攻錯」，此重大轉變絕對有我們可以參考的價值，而背後的學理，更有深入研究的必要。尤其國軍未來即將換發高性能新型步槍，倘若屆時每枝步槍都配賦有先進光學瞄準具，如何改善現行歸零射擊方法，並藉以精進歸零射擊品質，將是我們應重視的訓練革新問題。因此，作者特地精心投入大量時間研究直射武器彈道與精準射擊相關學理，蒐整國外專業知識與技術並經實彈射擊驗證後，已先後彙整成冊，本文即是此研究過程之部分成果。除能幫助部隊射手消除過往之迷思，提供射擊訓練過程參用外，更盼此拋磚引玉之舉，能為國軍未來換發新式武器裝備後，緊接而來的相關訓練革新奠定良好科學基礎。

參考文獻

1. 郭晉愷，《狙擊彈道學—第四版第二刷》（高雄市，陸軍步兵訓練指揮部，民國 112 年 3 月 14 日編印）。
2. 墨爾（David S. Moore），諾茨（William I. Notz）著，鄭惟厚、吳欣蓓《統計，讓數字說話》（臺北市，遠見天下文化出版股份有限公司，民國 112 年 1 月）。
3. 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）。
4. 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）。
5. 郭正祥，《輕兵器設計技術手冊》（高雄市，聯勤第 205 廠，民國 75 年）。
6. 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）。
7. TC 3-22.10, 《Sniper》（U.S.A., Headquarters Department of the Army, 2017）
8. TC 3-22.9, 《Rifle and Carbine》（U.S.A., Headquarters Department of the Army, 2016）
9. TC 3-20.40, 《Training and Qualification Individual Weapon》（U.S.A., Headquarters Department of the Army, 2019）
10. Bryan Litz, 《Accuracy and Precision for Long Range Shooting》（U.S.A., Applied Ballistics, LLC, 2012）
11. Bryan Litz, 《Applied Ballistics for Long Range Shooting》（U.S.A., Applied Ballistics, LLC, 2015）
12. Bryan Litz, 《Modern Advancements in Long Range Shooting- Volume II》（U.S.A., Applied Ballistics, LLC, 2016）
13. Bryan Litz, 《Ballistic Performance of Rifle Bullet- 3rd Edition》（U.S.A., Applied Ballistics, LLC, 2017）
14. Bryan Litz, 《Modern Advancements in Long Range Shooting- Volume III》（U.S.A., Applied Ballistics, LLC, 2022）
15. Cal Zant, 《How To Predict The Future - Statistics For Shooters Part1》（U.S.A., PrecisionRifleBlog.com, 2022）
16. Cal Zant, 《Muzzle Velocity Stats - Statistics For Shooters Part2》（U.S.A., PrecisionRifleBlog.com, 2022）
17. Cal Zant, 《Precision & Group Size - Statistics For Shooters Part3》（U.S.A., PrecisionRifleBlog.com, 2022）

高效能滯空彈藥發展概況介紹

作者/溫盛宇少校



陸軍官校正 80 期，步兵正規班 361 期畢業；曾任排長、副連長、中隊長、步兵訓練指揮部兵器組教官；現任陸軍官校化學系講師

提要

- 一、滯空彈藥(Loitering Munition)，又被稱為遊蕩彈藥、巡飛彈、巡弋彈藥或徘徊彈藥，也有人稱它為「自殺無人機」(suicide drone)或「神風敢死無人機」(kamikaze drone)，因體積小、價格合宜與多功能的特性，經實戰發現在戰場上大放異彩，現已經成為軍武大國投入大量資源，持續開發的重要武器。
- 二、無人機從最初偵察需求，逐漸將任務需要轉換成從事偵察與火力攻擊同時執行；而滯空彈藥、巡弋飛彈與攻擊型無人機，三者性質上很接近，但是滯空彈藥所使用的技術較為簡單，不能重複回收再使用，使它的價格相對較低，部署要求條件較低，操作使用速度快，戰鬥運用深具靈活性，發現預期目標即可發動攻擊；因為航程近、速度慢，飛行高度低、掛彈區位置較小，很難被偵測、預警和攔截到，其戰鬥價值與表現深獲地面部隊指揮官肯定。
- 三、本篇研究以「滯空彈藥」為名稱，探討在重要戰爭中的使用情形，了解滯空彈藥對戰鬥帶來的效能與影響，使部隊官兵對滯空彈藥發展情形有基本認知與識別，以強化軍事方面本職學能。

關鍵字：Loitering Munitions、滯空彈藥、自殺式無人機、彈簧刀

壹、前言

滯空彈藥(Loitering Munition)，又被稱為遊蕩彈藥、巡飛彈、巡弋彈藥與徘徊彈藥等名稱，也有人稱它為「自殺無人機」(suicide drone)或「神風敢死無人機」(kamikaze drone)，因導引系統簡單，相對成本較為低廉，是目前無人飛行載具發展重要趨勢之一，若配合人工智慧(AI)技術，將成為一種高效能作戰武器。在無人駕駛航空的早期歷史中，無人機和導彈之間的區別並不是很明確。第一次世界大戰時 Kettering Bug(空中魚雷)

¹ 被認為是最早的無人機之一，其設計功能是透過撞擊目標以引爆炸藥，更像是一枚火箭，而不是我們現今聽到「無人機」一詞，會聯想到的偵察和攻擊相關功能。滯空彈藥是一種無人駕駛飛行器，掛載爆炸性彈頭在視距外之目標區滯空巡弋與交戰。為與巡弋飛彈、精準導引彈藥和無人作戰飛行器明確區分，英國國防部定義滯空彈藥：滯空彈藥是低成本的精準導引彈藥，彈藥在發射之後，可以在空中一段時間的滯空偵巡，發現到目標後，可快速攻擊陸地或海上的視距外目標。滯空彈藥由操作員控制，操作員可以看到目標及其周圍區域的即時圖像，從而能夠確認時間、飛行姿態和方向對靜態或移動目標進行攻擊，包括目標識別和確認過程。²在 1990 年代初期，滯空彈藥主要用於對付雷達系統或移動導彈系統。現今許多滯空彈藥大都是提供步兵部隊使用，因為它們為地面部隊提供比迫擊砲等更精確的精度。與同等大小和重量的其他類型無人機不同，滯空彈藥並不能在任務結束後回收。越來越多的國家正在購買滯空彈藥，因為它與火箭或迫擊砲等傳統武器相比，滯空彈藥提供了高精度瞄準。³本文概述高效能滯空彈藥的發展及分類，使官兵了解滯空彈藥對現今作戰之重要性與認識。

貳、滯空彈藥發展

從 20 世紀 80 年代末期到 90 年代初期，滯空彈藥開始發展成一個獨立的武器，並已經發展出了一個龐大的系統，其中以色列的滯空彈藥技術在世界上可以說處於先列。按外型及配置區分，分為六大類；動力通常由電動發動機或汽油發動機提供；按發射方式區分手動發射、軌道發射和筒式發射。隨著感測器技術的改進和無人機變小，滯空彈藥在 2010 年才真正可以投入實戰，改進的鏡頭技術使滯空彈藥可以觀測並瞄準戰場上可觀測到的任何目標，滯空彈藥也變

¹ Kettering Bug(空中魚雷):在第一次世界大戰期間美國研製，它能夠以時速每小時 80 公里，攻擊距離達 121 公里的目標，發射後以無線電波操控，直到 1920 年代中止計畫。

² R. Hughes, "Loitering with intent". Jane's international defence review, (檢索時間:民國 112 年 1 月 30 日)

³ Dan Gettinger and Arthur Holland Michel, "Loitering Munitions in Focus", The Center for the Study of the Drone at Bard, 2017 Center for the Study of the Drone. All Rights Reserved

得越來越小，其重量與大小可以由單兵攜行和發射。

一、滯空彈藥發展

1990 年代由以色列航空航天工業公司開發了 Harpy(IAI Harpy)，(如圖一)被公認為第一代的滯空彈藥，主要於攻擊敵方雷達系統。⁴與我國自製的劍翔反輻射無人機功能類似，這種將無人機和反雷達導彈結合在一起，在發射出去後就進入搜索模式，靜待敵方雷達啟動，如果敵方雷達啟動，就可以用其破片彈頭來摧毀雷達。與反輻射飛彈不同，滯空彈藥不像需要提前精確瞄準的導彈，配備彈頭的無人機系統成本相對較低，可用於攻擊戰車、軍用車輛和軍事人員等目標。最初發明的 IAI Harpy 長度超過 2 公尺，重 135 公斤，而 2010 年後開發的滯空彈藥重量約在 2 到 30 公斤之間，其具有強大的航電運算、定位系統、數位影像傳輸與辨識系統，滯空彈藥就類似微型的空對地導彈一樣，在撞擊目標時立即引爆，因此，滯空彈藥是一次性使用且不可回收重複使用的。(如圖二)這種發展正在迅速改變地面戰場，讓資金有限的國家或伊斯蘭國等非國家組織也有能力建構空中力量。⁵在亞美尼亞和亞塞拜然之間的兩亞戰爭(Nagorny-karabakh War)中，亞塞拜然多次使用自殺式無人機並取得了多次的成功，這場衝突被認為是第一次滯空武器系統戰爭。⁶在之前的葉門衝突中也可以觀察到這一趨勢，反政府武裝組織使用遠程無人機系統結合陸地巡弋飛彈瞄準沙烏地阿拉伯的煉油廠。⁷30 年前從以色列、美國和英國開始發展滯空彈藥，現在包括中國、土耳其、韓國、波蘭和伊朗，以及其他幾個不是處於軍事科技尖端的國家，⁸此外，許多其他國家使用外國製造的滯空彈藥。隨著該技術變得越來越普遍，許多非國家組織也陸續加入發展行列。儘管 30 多年前就已使用，但許多人仍認為這類武器是新興技術。



圖一 Israeli Aerospace Industries Harpy(IAI Harpy)無人機

資料來源: <https://www.iai.co.il/p/harpy> HARPY (檢索時間 112 年 3 月 8 日)

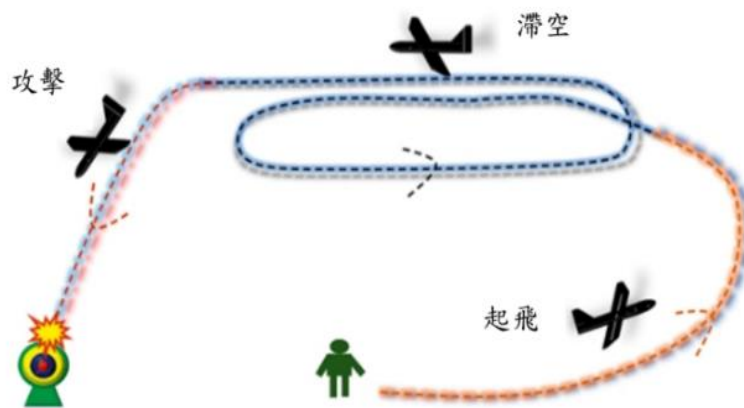
⁴ Den Helder, "Performance analysis and design of loitering munitions: A comprehensive technical survey of recent developments", Defence Technology, Volume 18, Issue 3, March 2022, Pages 325-343

⁵ Detsch J. "The U.S. Army goes to school on nagorno-karabakh conflict". Foreign police. March 30, 2021.

⁶ Egozie A. "The first loitering weapon systems war". Israel Homeland Security; Oct 14, 2020. <https://i-hls.com/>.

⁷ Gunaratne DR, Himmiche A, Thompson H, Tougas M, paes W. "Final report of the Panel of Experts on Yemen". United Nations Security Council; April 2020. Report No.: S/2020/326

⁸ 同註 2，頁 3-4。



圖二 滯空彈藥飛行過程示意圖

資料來源: Zhidong Zhang ; Jie Li ; Yachao Yang ; Chengwei Yang ; Ruizhi Mao, "Research on Speed Scheme For Precise Attack of Miniature Loitering Munition", 18 September, 2020

二、滯空彈藥分類

(一)外型及配置

目前市場上有許多具有不同設計的滯空彈藥，可根據其氣動布局⁹、外型及配置分為六大類，常規固定翼(Conventional fixed-wing)、前翼(又稱鴨翼)(Canard)如 Orbiter 1k 與 Harop¹⁰(如圖三)、三角翼(Delta wing)如劍翔反輻射飛彈、十字翼(Cruciform)如 Hero70¹¹(如圖四)與 Hero120、雙翼(Tandem)如 Hero250、Hero400、Hero900、Switchblade 與 WS-43¹²(如圖五)、旋翼機(Rotorcraft)如 KARGU，也可能會開發出其他配置，或單一台同時具有多個類別的設計。例如，人們可以想到一種帶有專用旋翼的固定翼設計，用於懸停和垂直起飛能力。對於城市作戰，旋翼飛行器因其垂直飛行能力，不需要特殊的發射機構，而較適合使用，通常可以攜帶手榴彈大小的彈頭；十字形配置在精確飛行路徑控制至關重要的情況下是有益的；雙翼配置結合了筒式發射和適合遠程飛行的相對高展弦比機翼的優點；三角翼設計則提供較大的內部容量和終端攻擊速度快。¹³

⁹ 氣動布局:飛行器的飛行特徵及性能，將飛機外部整體型態布局與各翼面之主翼、尾翼位置的設計。

¹⁰ Harop:以色列製、Harpy 的改良型、長 2.5 公尺、彈頭重 23 公斤、續航力 6 小時、航程 1000 公里、2009 年發表。

¹¹ Hero70: 以色列製、重 7 公斤、彈頭重 1.2 公斤、續航力 45 分鐘、航程 40 公里、2015 年發表。

¹² WS-43:中國大陸製、長 3.4 公尺、重 220 公斤、彈頭重 20 公斤、續航力 0.5 小時、航程 60 公里、2014 年發表。

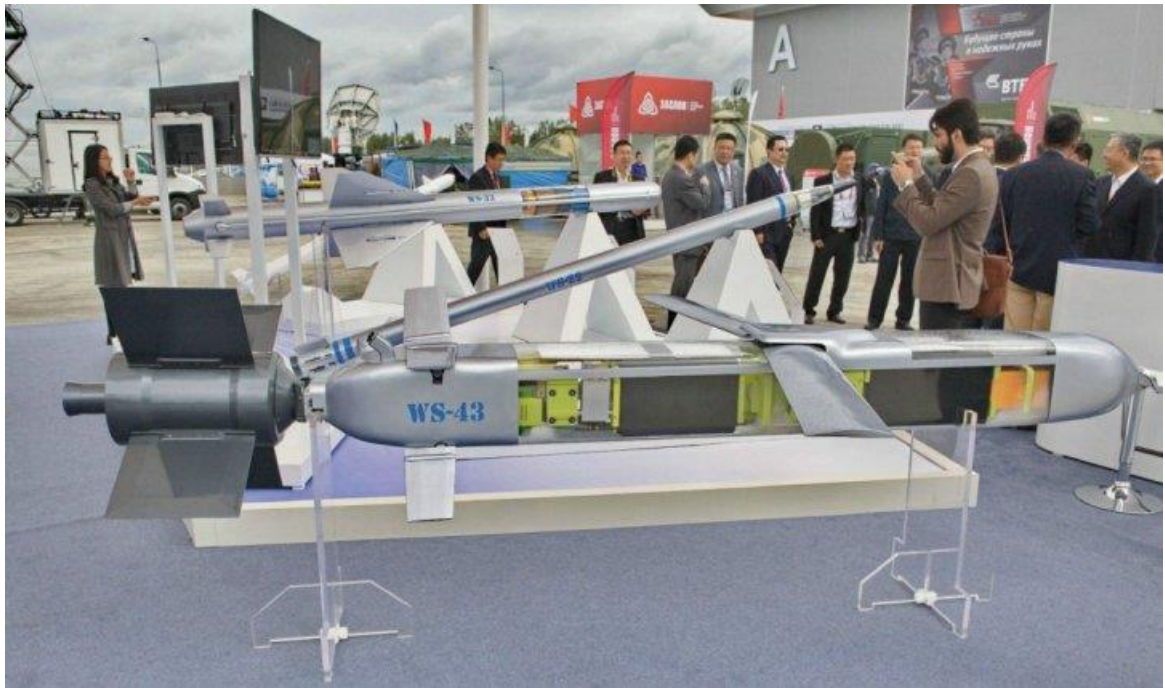
¹³ 同註 3，頁 1-2。



圖三 Harop 無人機
資料來源: 由註 2 文章中擷取



圖四 Hero70 滯空彈藥
資料來源: 由註 2 文章中擷取



圖五 WS-43 滯空彈藥

資料來源: 由註 2 文章中擷取

(二)動力

滯空彈藥的動力通常由電動發動機或汽油發動機提供。目前重量在 6 公斤以下，所有設計都是以電池為動力採用電力推進系統，因為使用電池電力推進系統在聲學特徵（噪音）方面具有優勢。當超過 40 公斤的最大起飛重量，大多設計都改由活塞發動機提供動力，畢竟汽油的能量密度遠大於最先進的鋰離子電池。即使電動發動機的效率高於汽油發動機，但這一方面並不能彌補能量密度的差異。這就是為什麼對於追求高續航力的飛機來說，使用電池供電是行不通的。但這些限制將隨著電池的能量密度增加而逐漸改變。¹⁴

(三)發射方式

滯空彈藥發射方式可區分為手動發射、軌道發射和筒式發射。(如圖六、七、八)較小的無人機重量只有幾公斤，可以用手投擲直接發射；而更常見的方式是使用發射軌道。小型滯空彈藥的發射導軌可以手動攜帶和設置。如果滯空彈藥體積較大，可以建造移動發射軌道，也可以將平台放在載具上。使用發射軌道的缺點是它需要的體積很大。如果滯空彈藥可以折疊，它也可以存放在發射筒中，由於這些發射筒的體積相對較小，多個彈藥筒可以放置在地面車輛、海上平台甚至飛機或直升機上。(如圖九)儲存在發射筒中的小

¹⁴ 同註 3，頁 330。

型滯空彈藥也可以由士兵作為背包攜帶，利用氣動系統發射。¹⁵從操作的角度來看，單一車輛運輸和可以發射數枚滯空彈藥的能力顯然非常有利，然而，確實會對滯空彈藥的設計產生重大影響，因為它需要安裝在彈藥筒內。



圖六 軌道發射的 Fire Shadow 火影滯空彈藥

資料來源: <https://www.thinkdefence.co.uk/2022/11/fire-shadow-loitering-munition/>
(檢索時間 112 年 3 月 8 日)



圖七 Switchblade 300，採用筒式發射方式

資料來源: <https://www.avinc.com/tms/switchblade> (檢索時間 112 年 3 月 8 日)

¹⁵ Atherton K, "Lightweight loitering munition promises to be as accurate as the human piloting it", C4ISRNET, June 8, 2018.



圖八 Switchblade 300，採用 6 聯裝發射箱實施發射作業
資料來源: <https://www.avinc.com/tms/switchblade>（檢索時間 112 年 3 月 8 日）



圖九 中華民國-劍翔反輻射飛彈的機動載台

資料來源: <https://opinion.udn.com/opinion/story/120873/5291844>（檢索時間 112 年 3 月 8 日）

參、滯空彈藥潛在影響

滯空彈藥將持續擴大戰場的複雜性，它能夠為地面部隊提供戰術運用的靈活

性，其精準的導引火力，可減少部份部隊對傳統火炮的過度依賴，但是相對的，也增加了防空作戰時敵機識別與射擊敵軍滯空彈藥的困難度，其對作戰影響概述如下。

一、優勢和效能

滯空彈藥與傳統迫擊砲、火箭和小型導彈等武器相比，使用滯空彈藥可以提高部隊戰鬥人員和戰鬥支援人員的監視與攻擊能力。這些系統的滯空能力允許操作人員在攻擊前長時間監視和跟踪潛在目標，攻擊時若與傳統武器相比，滯空彈藥將可以大幅度提高命中目標之精確度。例如，AeroVironment Switchblade 300(如圖十) 可產生前向爆炸，使爆炸比手榴彈更具針對性，手榴彈可產生 360 度爆炸。¹⁶滯空彈藥是可操控的，而許多等效彈藥則不是。滯空彈藥比某些提供類似精確度的導引彈藥在價格上更加便宜。例如，Switchblade 300 估計每發成本約為 70,000 美元，大約是 AGM-114 地獄火導彈成本的三分之二，AGM-114 地獄火導彈是一種用於多種攻擊無人機和武裝直升機的導彈。目前各型滯空彈藥具有「取消」功能，允許操作員在飛行中取消攻擊並無害的放棄彈藥，而傳統的火箭炮、迫擊砲和導彈沒有這項特性。¹⁷也因為現今的網路和人工智慧 (AI) 技術發展，朝著具有集群和自主能力、更小、更便宜的方向發展。



圖十 AeroVironment Switchblade300

資料來源: AeroVironment 官方網站 (檢索時間 112 年 2 月 8 日)

二、未來面對挑戰和問題

部分軍工製造商聲稱他們的滯空彈藥可以自主探測目標。無需人類控制

¹⁶ AeroVironment 航空環境公司:總部位於加州西米谷(SimiVally)，憑藉一系列小型、迷你迷和微型無人機在市場佔有主導地位，出產黃蜂(Wasp)、美洲獅(Puma)、彈簧刀(Switchblade)、黑翼(Blackwing)等無人機系統。

¹⁷ 同註 2，頁 4。

就可以執行致命行動的系統引起了輿論爭議，對該武器違反武裝衝突法和國際人道主義法有關的擔憂。這場關於使用致命自主武器系統的國際辯論正在進行中，但仍未得到解決。低成本自主攻擊系統 (LOCAAS) 是美國國防高等研究計畫署(DARPA)和美國空軍在 1990 年代的一項聯合計劃，旨在開發一種小型自主滯空彈藥，用於攻擊伊拉克飛毛腿飛彈之移動性導彈發射器。LOCAAS 計畫在 2000 年代初期即預訂中止，因為美國空軍認為該計畫之風險太大，缺乏對武器的人工監督。¹⁸

未來的計劃可能會遇到類似的問題，自主識別目標的滯空彈藥是依靠 AI 軟體而不是人類操作員來做出攻擊決策。在目標識別和追蹤軟體領域仍在發展中的情況下，戰場上該軟體的錯誤或缺陷可能導致無法擊中預定目標。如果對使用先進之蜂群滯空彈藥的能力被證明是可能的，那麼反無人機系統可能需要革新。目前的反無人機系統可能無法應對日益複雜的滯空彈藥。

隨著軍工工藝和科技的成熟，有各種不同尺寸、酬載和續航力的滯空彈藥，將繼續增加未來戰場的複雜性。也希望加強彈藥的殺傷力，以便在近距離和縱深作戰中更有效地使用。¹⁹另一方面如美國海軍陸戰隊，其重點發展滯空彈藥不是為了大規模火力，而是為了遠程偵察和小部隊使用。²⁰

肆、滯空彈藥實戰表現

滯空彈藥從最初的攻擊高價值目標，到兩亞戰爭中，亞塞拜然利用滯空彈藥爭取制空權，展現出戰爭新型態衝突的特徵，在不同戰爭場景下，使用更快速、更致命的精準彈藥重創對方。俄烏戰爭中可以看到兩方大量使用滯空彈藥，未來誰能大量使用且有更高的技術，將更有機會掌握戰場主動與控制權。

一、阿富汗戰場

2000 年，美國中情局(CIA)和美國空軍為了偵查與直接擊斃賓拉登，在阿富汗部署一架 RQ-1 掠奪者無人機，於 2001 年 10 月時，空軍無人機操作員在數千公里外的管制站，操控掠奪者無人機向阿富汗坎達哈(Kandahar)地區發射一枚地獄火飛彈，創造無人機發射飛彈攻擊的歷史。²¹阿富汗戰區中具備無須爭奪

¹⁸ 同註 2，頁 4。

¹⁹ Paul Iddon, "Turkey, Israel and Iran Have Built Some Very Lethal Loitering Munitions," *Forbes* (website), 19 July 2020, accessed 18 November 2021, <https://www.forbes.com/sites/pauliddon/2020/07/19/turkey-israel-and-iran-have-built-some-verylethal-loitering-munitions/>

²⁰ David Larer, "The US Marine Corps Wants Grunts Packing Deadly Swarming Drones", *Defense News* (website), 9 December 2020, accessed 18 November 2021, <https://www.defensenews.com/naval/2020/12/09/the-us-marine-corps-wantsgrunts-packing-deadly-swarming-drones/>.

²¹ Arthur Holland Michel, "How Rogue Techies Armed the Predator ,Almost Stopped9/11,and Accidentally Invented

的空域和適合的天氣條件，促使無人飛機使用數量的增加。許多國家因為阿富汗戰場部署經驗，相繼投入各型無人機研究，包括滯空彈藥。美國在 2012 部署了 AeroVironment 的 Switchblade 滯空彈藥在阿富汗，主要用對付高價值目標，如叛亂分子的領導者、迫擊砲陣地與車輛。²²

二、兩亞戰爭

2020 年兩亞戰爭是首次有軍隊大規模相互使用滯空彈藥，亞美尼亞的俄製防空系統(ADS)由蘇聯和俄羅斯的短程、中程和遠程系統組合而成，與瞄準、跟踪和預警雷達集成到單一的指揮和控制基礎設施中。(如表一)另一方面，在衝突的開始階段，亞塞拜然軍方使用了土耳其和以色列的無人武器平台和滯空彈藥，(如表二)主要用於壓制敵方防空任務，在 48 小時內，無人系統的攻擊成功破壞防空系統，隨後轉變為摧毀亞美尼亞的重型裝備、指揮控制系統以及火力支援系統，亞美尼亞防空系統毫無作用。亞塞拜然軍方通過在網路上發布數百個打擊影片來充分宣傳。除了宣傳價值外，這些影片對研究也很有用，許多影片描繪了亞塞拜然使用滯空彈藥襲擊亞美尼亞部署的防空系統，防空系統很重要，因為此類系統是保護部隊免受空中威脅的手段；然而，亞美尼亞防空系統似乎無法有效執行。²³在衝突接近尾聲時，隨著亞美尼亞的大部分裝備被摧毀或撤回，亞塞拜然的無人機和滯空彈藥也開始攻擊小部隊甚至單兵。從戰術上看，亞美尼亞的戰壕、土堤、掩體、裝甲車等部隊在戰場上，部隊集中避險的地區反而成為了危險大增的地方，而不是安全的地方。實際上，在大量滯空彈藥的作戰環境中，戰壕的防護效果也大打折扣。亞塞拜然軍隊非傳統強國，軍事的技術並不先進，然而，這種衝突表明，即使是非軍事大國者也可以獲得並有效地使用這種技術。

表一 亞美尼亞的防空系統

裝備代號	系統區分
9K33 - Osa (SA-8)	移動式低空短程防空系統(ADS)、蘇聯時期製
9K35 Strela-10 (SA-13)	
2K12 (SA-6)	中低級防空系統(ADS)、蘇聯時期製
S-300PT-1A, S-300PS(SA-10B)	遠程地對空飛彈系統(SAM)、俄羅斯時期製

Remote War", Wired, December 17, 2015

²² Charlie Gao, "Why Loitering Munitions Are the Newest and Deadliest Threat", <https://nationalinterest.org/blog/buzz/why-loitering-munitions-are-the-newest-and-deadliest-threat-81241>

²³ Shaan Shaikh and Wes Rumbaugh, "The Air and Missile War in Nagorno-Karabakh: Lessons for the Future of Strike and Defense", Dec 8, 2020.

Buk-M1-2 9K37M (SA-11)	中程導彈系統(AD)、俄羅斯時期製
Tor-M2KM (SA-15)	中低空短程地對空導彈、俄羅斯時期製
Pantsir-1S(鎧甲)	機動多通道近程防空導彈砲系統、俄羅斯時期製
2K11 Krug	中程、中高空 (SAM) 系統、俄羅斯時期製
S-125M1 (SA-3)	中程地對空飛彈(SAM)系統、蘇聯時期製
ZU-23 and ZSU-23-4 'Shilka'	自走式防空機砲、蘇聯時期製
Strela-2M	人攜式防空飛彈(MANPADS) 、蘇聯時期製
9K38 Igla	
“9K333” VERBA (SA-25)	
Krasukha	陸基機動電子戰系統、俄羅斯時期製
Polye-21	
R-330P Piramida-I	

資料來源: Irakli Kochashvili, "ARMENIA-AZERBAIJAN WAR AND IMPLICATIONS FOR RUSSIA", Master's thesis, March 2022, p51.

表二 亞塞拜然的無人武器平台與滯空彈藥

裝備代號	重要諸元
Bayraktar TB2 ²⁴	• UAV (土耳其) • 配備輕型彈藥 (MAM-L) • 續航時間: 24 hours
Harop (known also as Harpy 2)	• 滯空彈藥(以色列) • 續航時間: 可達 6 小時 • 任務範圍: 500 to 1,000 km
Orbiter 1K	• 滯空彈藥(以色列) • 續航時間: 可達 2.5 小時 • 任務範圍: 可達 100 km
Orbiter -3	• 滯空彈藥(以色列) • 續航時間: 7 小時 • 任務範圍: 150 km
SkyStriker	• 滯空彈藥(以色列) • 續航時間: 2 小時 • 任務範圍: 20 km

²⁴ Bayraktar TB2: 土耳其拜克公司出產的戰術無人機，由畢業於麻省理工的軍事工程師賽爾柱克·拜拉克塔爾研發，作戰半徑可達 300 公里，巡航時間 27 小時，可掛載 4 枚飛彈。

Hermes -900	• UAV (MALE) (以色列) • 續航時間:可達 36 小時 • 飛行高度: 30,000 ft (9.144km)
Hermes -450	• UAV (MALE) (以色列) • 續航時間: 17 小時 • 飛行高度: 18,000 ft (5.49km)
Heron	• UAV (MALE) (以色列) • 續航時間: 30 小時 • 飛行高度: 45,000 ft (13.7km)
Aerostar	• UAV (surveillance) (以色列) • 續航時間:可達 12 小時 • 任務範圍:可達 250 km
Antonov An-2	• 蘇聯時代的單引擎雙翼飛機改裝為無人機

資料來源: Irakli Kochashvili, "ARMENIA-AZERBAIJAN WAR AND IMPLICATIONS FOR RUSSIA", Master's thesis, March 2022, p50.

三、俄烏戰爭

俄烏戰爭為無人機軍工大國提供了一次最寶貴實戰測評的機會，可以有效的檢驗以俄羅斯為主體軍工實力，這包含野戰防空、無人飛行載具反制能力、防空武力與爭取空優的實力，在這些條件帶動下，國際間各大媒體爭相報導滯空彈藥的發展與戰鬥效能。而美國提供烏克蘭軍隊可以裝在背包裡的 Switchblade 300 型；伊朗和土耳其將無人機當成爭取外交利益的重要手段，通過武器銷售和參與戰鬥來投射軍工發展力量。雖然中國大陸一直是世界上最大的武裝無人機出口國，但中共軍用無人機尚未在戰爭中出現。但中共商用無人機或製造投彈四軸飛行器、遙控彈藥和伊朗軍用無人機所使用的商用零件已經進入戰場。²⁵

同時可見到大型攻擊無人機正在被巡航距離更遠的攻擊無人機所取代，其中包括武裝四軸飛行器作為飛行地雷、滯空彈藥和小型偵察無人機。不斷變化的公眾認知，使武裝無人機在政治層面上更容易被接受。小型無人機廣泛的使用，間接帶來了複雜的載具操作上的挑戰。其中一個挑戰與空域管理有關，因為無人機在擁擠的空間中與各種飛行器相鄰、與之並駕

²⁵ Dominika Kunertova, "The Ukraine Drone Effect on European Militaries", CSS Policy Perspectives, 10(15), December 2022, Pages 1-4

齊驅。無論是集中部署（使防空系統飽和）還是分散部署（對更大區域進行持續監視），小型無人機都會增加空中交通流量。因此，為了支援地面部隊，海拔低於三公里的低層空域變得更加的重要。

在烏俄戰爭中獲得證實，無人機正在變得更隱蔽、更快速、更小巧、更致命、更易於操作，並容易落入更多參戰者的手中。相比之下，幾十年來專注於打擊叛亂分子和實力較弱的地區，導致歐盟國家軍隊並沒有優先考慮更新防空預警與反制裝備的部署，這在今天造成了一個重大問題。

有關無人機反制的問題，需要反映出無人機多樣性的數據的蒐集。通過現有的防空系統，只需付出較少的性能改良，就可以對抗大型無人機，相比之下，小型、低空、飛行速度快的無人機就很難被發現，更不用說攔截了。即使是性能較差的無人機也能摧毀武器裝備與後勤物資並殺死士兵，因這些低技術的廉價攻擊無人機無法被價格昂貴的空中和導彈防禦系統有效阻止，例如愛國者飛彈或其他高效防空飛彈。俄烏戰爭中顯示，無人機加入戰鬥看重的是數量，而不是單是性能，這意味著防禦系統的成本必須低於它應該阻止的廉價低技術無人機。所以軍隊需要爭取有效和低成本的反無人機防禦系統，以便更可行地阻止廉價的無人機。此外，降低的成本使得多無人機部署更加經濟實惠，甚至允許發展最基本的無人機蜂群式戰術。此外無人機干擾器的有效半徑相當小（頂多達到 10 公里）。因此，單靠干擾設備無法可靠地應對低成本的滯空彈藥與小型無人機的威脅。在 Dominika Kunertova 的 *The Ukraine Drone Effect on European Militaries* 文章中，²⁶指出歐洲軍隊尚未開發出針對現有無人機的有效防禦措施，歐洲政府和軍隊對無人機的思考應該從俄烏戰爭中吸取的教訓。觀察在高強度戰爭中使用無人機的創新方法，歐洲國家對無人機軍事政策規劃包括：

- （一）、小型和微型無人機的軍事潛力。
- （二）、低技術商用無人機的複合效應。
- （三）、到小隊級別都使用無人機。
- （四）、部署更遠射程的滯空彈藥。
- （五）、更具成本效益的無人機防禦。

其在烏俄戰爭表明，需要為實際戰鬥狀況開發可靠的無人機。雖然無人機尚未成為戰爭中的決定性力量，但它們的使用可以產生一定且重要的戰術效果。未來的歐洲無人機武器庫不僅應包括遠程持續空中偵察機和

²⁶ 同註 26，頁 4。

導彈平台，還應包括小型無人機偵察機。經驗告訴我們大型戰鬥無人機並沒有改變空中進攻行動，但是小型無人機已經在增強單兵的能力。俄烏戰爭對無人機的影響主要體現平衡昂貴的武器平台採購與購買更便宜的消耗性彈藥之間。

美國在俄烏戰爭除援助烏克蘭彈簧刀 300 型(Switchblade 300)，也考慮援助彈簧刀 600 型(Switchblade 600)，(如圖十一)它可以從地面以及空中或地面平台發射，配備了光電和紅外線攝影鏡頭。在標準配置中，可以擊中超過 40 公里遠距離的目標，一旦飛越目標區域，可以遊蕩 20 分鐘以上，在俯衝攻擊目標之前識別目標，也保持了較小系統的微波關閉能力及其重新接合能力，其巡航速度超過 112 公里/小時，衝刺速度 185 公里/小時，具有反裝甲的彈頭，重量約為彈簧刀 300 型的五倍，可以根據目標類型和周圍場景選擇最佳攻擊角度。



圖十一 AeroVironment Switchblade 600

資料來源: AeroVironment 官方網站（檢索時間 112 年 2 月 8 日）

伍、結語

滯空彈藥的操作雖不像攻擊無人機一樣複雜，但是一樣需要高技術的專業操作，除了基本的操控，要能夠目標探測、敵我辨別、判讀目標、即時毀傷評估，如果發現目標誤判要在短時間內，立即中止攻擊任務，這些能力，是要經過完整且有系統的訓練，才能夠培養出來的，而這些需要與戰場上的情報、監視和偵察能力緊密結合，才能夠有效進行精準打擊。²⁷

兩亞戰爭中觀察到亞美尼亞所犯的錯誤，他們沒有將滯空彈藥與其他類型的空中威脅區分開來，從各項慘痛教訓中，了解到傳統的防空雷達系統對滯空彈藥是無效的。經由烏俄戰爭中證實，無人機正變得更隱密、快速、小巧、致命與易於操作，也訓練了更多的優秀操作人員，而我們的敵人，中共又是民用無人機的生產大國，陸軍地面部隊有必要開發或購買能相互對應的防禦系統，可以有效反制大量且廉價的無人飛行載具。²⁸

地空整體概念一直是美軍地面部隊成功的概念。因為無人機與滯空彈藥的技術與大量生產，讓制空權不再是傳統武力大國的專屬，相對較弱的一方，也能夠有局部的空權優勢。隨著技術與概念的成熟，滯空彈藥將繼續增加未來戰場的複雜性，而我們如何使用這項新興武器，需要謹慎考慮滯空彈藥使用的原則，可由建立統一的負責單位，整合到適當指揮級別的作戰架構中，從操作技術與作戰應用，與偵察型無人機的搭配等多層面去思考，來使用滯空彈藥，會比依攻擊目標不同而分配給各部隊使用，可能會來的更有效率，除了可獲得即時統一的情監偵相關情資，也能讓作戰指揮官，下達最有效的命令，避免攻擊重複目標浪費作戰資源。

滯空彈藥創新且有巨大潛力的武器，其獨特能力，加上大量的產出，有可能創造一個全新的戰鬥空間，戰爭革命的歷史證明，贏得戰爭的勝利是那些發現以最有效方法使用新科技的人，而不一定是那些最先發明這個科技、或擁有最好科技的人。²⁹要有效使用及防禦滯空彈藥帶來的戰力與威脅，除了有效的訓練，還要有適當的依據，如明確的「接戰守則」(Rules of Engagement)，讓作戰指揮官能應對多變的戰場環境。³⁰

²⁷ Ryan Orsini, "How to Keep Changing an Army Adjusting Modernization in the Age of Loitering Munitions", MILITARY REVIEW, May-June 2022, Pages 98-104

²⁸ 特南克斯〈美軍對抗小型無人機策略〉《全球防衛雜誌》〈台北〉，第 77 卷第二期，民國 111 年 10 月，頁 46-50。

²⁹ Robert Martinage, Toward a New Offset Strategy, Center for Strategic and Budgetary Assessments, 2014, p16.

³⁰ 約翰·傑克森主編；余振國翻譯《無人機國度》(台北市：國防部政務辦公室翻印，民國 111 年 8 月)，頁 173-178。

參考文獻

1. R.Hughes, "Loitering with intent". Jane's international defence review.
2. Dan Gettinger and Arthur Holland Michel,"Loitering Munitions in Focus", The Center for the Study of the Drone at Bard, 2017 Center for the Study of the Drone. All Rights Reserved.
3. Den Helder, "Performance analysis and design of loitering munitions: A comprehensive technical survey of recent developments", Defence Technology, Volume 18, Issue 3, March 2022.
4. Detsch J. "The U.S. Army goes to school on nagorno-karabakh conflict". Foreign police. March 30, 2021.
5. Egozie A. "The first loitering weapon systems war". Israel Homeland Security; Oct 14, 2020. <https://i-hls.com/>.
6. Gunaratne DR, Himmiche A, Thompson H. Tougas M paes W. "Final report of the Panel of Experts on Yemen". United Nations Security Council; April 2020.
7. Atherton K, "Lightweight loitering munition promises to be as accurate as the human piloting it", C4ISRNET, June 8, 2018.
8. Paul Iddon, "Turkey, Israel and Iran Have Built Some Very Lethal Loitering Munitions," Forbes (website), 19 July 2020, accessed 18 November 2021, <https://www.forbes.com/sites/pauliddon/2020/07/19/turkey-israel-and-iran-have-built-some-verylethal-loitering-munitions/>
9. David Larter, "The US Marine Corps Wants Grunts Packing Deadly Swarming Drones", Defense News (website), 9 December 2020, accessed 18 November 2021, <https://www.defensenews.com/naval/2020/12/09/the-us-marine-corps-wantsgrunts-packing-deadly-swarming-drones/>.
10. Arthur Holland Michel, "How Rogue Techies Armed the Predator, Almost Stopped 9/11, and Accidentally Invented Remote War", Wired, December 17, 2015
11. Charlie Gao, "Why Loitering Munitions Are the Newest and Deadliest Threat", <https://nationalinterest.org/blog/buzz/why-loitering-munitions-are-the-newest-and-deadliest-threat-81241>
12. Shaan Shaikh and Wes Rumbaugh, "The Air and Missile War in Nagorno-Karabakh: Lessons for the Future of Strike and Defense", Dec 8, 2020.
13. Dominika Kunertova, "The Ukraine Drone Effect on European Militaries", CSS Policy Perspectives, 10(15), December 2022.

知識報國卓異部長-俞大維

作者/少校李振林



政戰學院專 91 年班，政訓中心正規班 324 期；曾任排長、連、營輔導長、教準部心輔官；現任本部一般組教官。

提要

- 一、俞大維先生是何許人也？對年輕國軍官兵而言，或許稍有印象，但卻說不出他令人尊敬事跡，他是我中華民國對日抗戰勝利及政府遷台後，維護台澎金馬安全重要關鍵人物。曾任我國兵工署長、國防部長、總統府資政等重要職務，他是清末四大名將之一曾國藩的曾外孫，其家族對中華民族生存發展貢獻功業彪炳。年少時至美國哈佛大學深造，民國 10 年（1921 年）修完碩士和博士兩個學位，後至德國柏林大學專攻數理，成為我國近代數理邏輯的菁英，留德期間轉向槍、砲彈道學研究，為世界知名的彈道學專家。
- 二、畢生為國家奉獻所學，無私無我，不伎不求，從兵工署長、交通部長到國防部長，每逢國家處於危急存亡之秋，總是在第一時間和第一戰線報效國家。對日抗戰時期致力於兵工生產，奠定我國兵工事業基礎，有「兵工之父」美讚。韓戰後共軍兵力向東部地區調動，爆發台海危機，先總統蔣中正任命俞大維任職國防部長，由俞大維的出任，可證明當時政府用人政策深具彈性，主要考量品德與能力，就算不是黃埔軍校系統出身，國家兵兇戰危之際，更應用人唯才之實。
- 三、事蹟貢獻上，影響我國後人最主要領域有二，其一：兵工發展上，統一專業教管、培育軍事理工人才、制訂軍工企業控管、初探原子彈道研製；其二：國防事務上，積極金馬建設，強化防衛前線、遠擘建軍備戰戰略目標，奠定國軍長遠發展基礎、換裝美式武器裝備，穩定國防安全屏障、提高軍人薪資，改善軍眷生活福利。因此，俞大維以軍事家、戰略家和學者的素養，獻身國家建設，強化國軍戰力，屢建殊勳，國人應永懷其忠國衛民偉大情操。

關鍵詞：家世風範、人格品德、功赫名績、後世影響

壹、前言

現在年輕人可能對俞大維先生並不熟悉，如有機會閱讀相關傳記，就會發現我國近代史上竟有如此低調且偉大人物，他留美、留德，學習物理與研究彈道學理論相關領域，是先進國家爭相網羅的人材，也是 918 事變至民國 26 年對日抗戰期間，國家最需要建軍備戰不可或缺的專家，很難想像他既不是達官顯貴後代，也不是出身純正黃埔軍校體系畢業，卻擔任對日抗戰各部隊配賦武器、裝備、彈藥實際操盤手，抗戰前將歐洲先進武器引進國內自行生產，縮短與日本軍備性能差距，太平洋戰爭爆發後，更輸入大量美式性能優異裝備，強化部隊戰力。因此，當中華民國中央政府遷至臺灣後，即受邀擔任我國國防部長長達 10 年之久，也是第一位部長級政務官設專門紀念館的官員，可見國人對他的認同度與感懷之心是永誌難忘的。

¹(如圖一)

俞大維曾擔任兵工署長、交通部長、國防部長與總統府資政，任內自持清廉德術兼修，這位僅 158 公分的巨人，在中華民國對日抗戰之際，配合政府空間換取時間的戰略持久規劃，在艱難困苦狀況下，將所有軍需後勤做到最佳狀態，實為抗戰勝利幕後功臣；民國 43 年韓戰剛結束，共軍即將軍力移調至大陸東南沿海，當時國內軍民面對與共戰事一觸即發的狀態之下，俞大維臨危受命接任國防部長，一江山戰役爆發後，研判共軍準備攻打大陳島，俞大維卻不畏險阻經常往返金、馬和大陳島，完整將大陳島軍民撤回臺灣，鼓舞了全島軍心士氣；共軍隨即將各型火炮部署在金馬外島對岸，開啟震驚中外「八二三炮戰」，戰役時俞大維與金門軍民齊心齊力，振奮官兵士氣，粉碎共軍佔領金門之軍事企圖，迫使中共黯然宣布停火，放棄所有攻擊行動，造就今日的「台澎金馬的和平與穩定」。²

俞大維澹泊明志，具有前瞻性思考的戰略格局，一生致力於「國家利益極致化，個人利益最小化」之志願，雖貴為我國多項要職首長，以及餘生還擔任總統府資政，一生卻堅持過著簡樸生活，晚年仍是睡著單人硬板床。這位充滿傳奇，以一介文人卻總管國家兵符，憑藉過人才智與氣節，終身贏得長官器重與部屬尊敬。³過世時紅光滿面沈靜安詳，政府為表彰其功勳，於 1993 年 7 月 15 日舉行隆重葬禮，靈骨在時任總統府資政郝柏村護送下，飛機飛越慈湖陵寢，在先總統 蔣公和副總統陳誠靈位上空，象徵向兩位老長官致最敬禮，隨後骨灰在長子俞揚和的護持之下，搭乘軍艦於金門外海舉行隆重海葬，其骨骸融入臺灣海峽，其一生散發出正能量，轉化為保國衛民的堅強屏障，保佑我中華民國安全，報國精神實為最佳典範。⁴「人生自古誰無

¹黃慧敏，〈傳奇國防部長俞大維 金門人難忘的 158 公分巨人〉，《中央社》，2017 年 10 月 21 日，〈<https://www.cna.com.tw/news/firstnews/201710210024.aspx>〉（檢索日期：2023 年 3 月 10 日）。

²楊宇安，〈社論-戎裝名人錄：俞大維致力國軍現代化 國光勳章實至名歸〉，《青年日報》，2014 年 09 月 20 日，〈https://news.gpwn.mnd.mil.tw/tw/News/ugC_News.aspx?ts=1397554872#C〉（檢索日期：2023 年 3 月 10 日）。

³黃慧敏，〈傳奇國防部長俞大維 金門人難忘的 158 公分巨人〉，《中央社》。

⁴〈俞大維資政海葬〉，《華視新聞報導》，1993 年 07 月 15 日，〈<https://news.cts.com.tw/cts/politics/199307/199307151770070.html>〉（檢索日期：2023 年 03 月 10 日）。

死，留取丹心照汗青！」一生不但沒有繳白卷，人間更是瀟灑走一回。⁵本篇追憶對俞大維人格品德、學術成就與對國家犧牲奉獻，進一步了解對日抗戰勝利影響啟示及對台澎金馬安全維護之重要性。



圖一：俞大維先生本人照(左)、任國防部長蠟像(中)及位於金門縣的俞大維紀念館(右)

資料來源：中文百科，俞大維；及作者於 2021 年 10 月旅至金門俞大維先生紀念館拍攝

貳、家世風範—「代代書香，滿門文武」

俞大維浙江紹興人，生於民國前 15 年(公元 1897 年)12 月 2 日。祖父俞文保、祖母梁氏生三兒、一女，出身書香世家，家族成員皆聞名於世，尤以伯父俞明震在清末名重一時，進士出身，曾是翰林院著名翰林編修，也是國學大師王伯沆、作家魯迅之師；二伯父俞明觀，醉心丹青翰墨，是位著名畫家；父親俞明頤，曾任湖南陸軍小學堂（原武備學堂）總辦。後任清軍協統，並成為維新運動的熱心分子，姑母俞明詩嫁陳三立為妻。⁶兄弟幾人皆為社會名流。母親曾廣珊是數學家曾紀鴻的女兒，而祖父正是先總統 蔣公與毛澤東一生共同崇拜之人，晚清中興名臣曾國藩(字文正)，俞大維即曾國藩的曾外孫。⁷再談及親兄妹中，較有名望，則是妹妹俞大綵，是我國臺灣大學前校長傅斯年的妻子。而妻子陳新午，是姑丈陳三立的女兒，也就是俞大維的表姊，姑丈姑母成了岳父岳母，親上加親，與表哥陳寅恪⁸相處也是相當活絡，從哈佛到柏林讀書期間前後 7 年，同窗共處可謂「兩代姻親，三代世交，七年同學」。⁹

⁵李元平，《一代國士-俞大維傳》（台北市：銘閣實業公司，2015 年），頁 14。

⁶李元平，《俞大維傳》（台中市：台灣日報社，1992 年），頁 8。

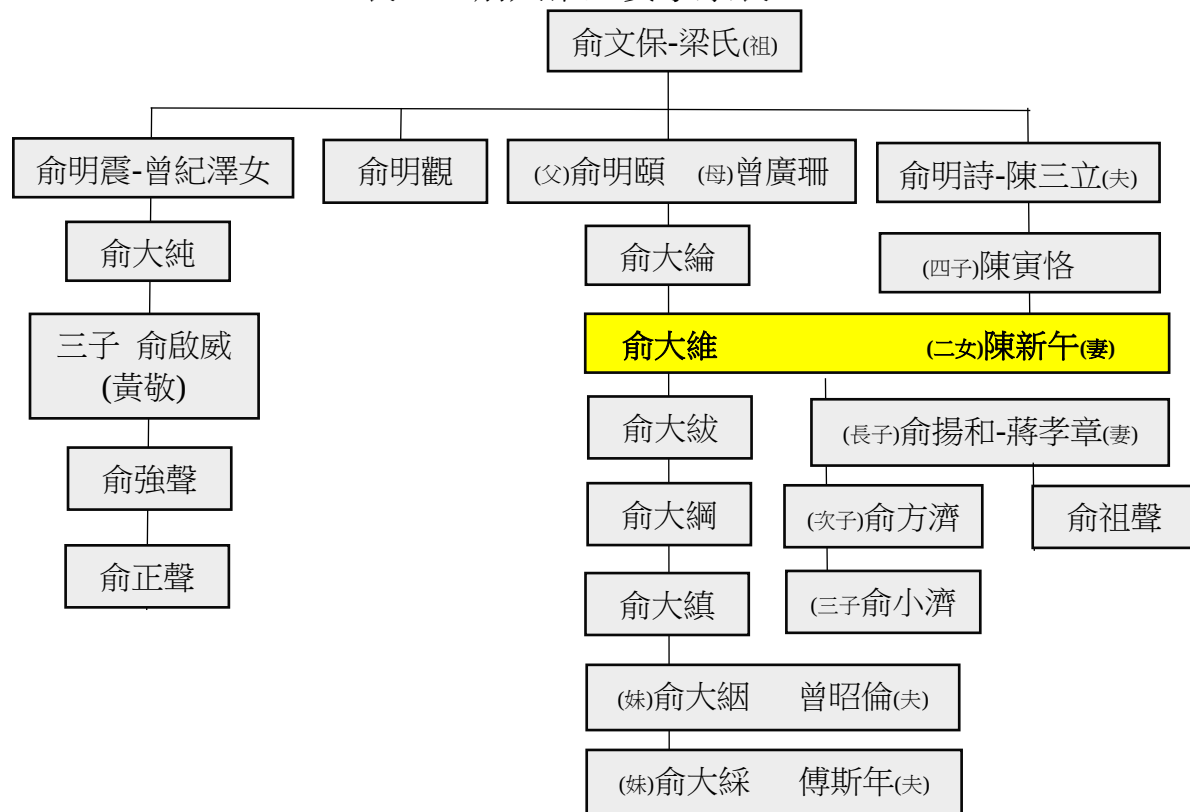
⁷岳南，〈日軍口中「了不起的兵工製造業」，來自俞大維與同濟戰友們創造的奇蹟〉，《關鍵評論》，2019 年 01 月 01 日，〈網址 <https://www.thenewslens.com/article/110778/fullpage>〉（檢索日期：2023 年 3 月 10 日）。

⁸原籍江西修水，1890 年 5 月 17 日出生於名宦家庭。長期留學國外，於 1925 年回國，吳宓主持清華學校「國學研究院」，他受聘為「四大導師」之一，另三人為梁啟超、王國維和趙元任。1928 年清華學校改制為清華大學，他為中文、歷史兩系教授，又在北京大學兼課，且任中央研究院史語所第一組主任。他的學問受到學界普遍的肯定與尊敬。引自：張作錦，〈陳寅恪：獨立之精神，自由之思想〉，《聯合報-副刊》，2021 年 08 月 13 日，〈網址 <https://paper.udn.com/udnpaper/PIC0004/367561/web/>〉（檢索日期：2023 年 5 月 10 日）。

⁹張作錦，〈俞大維，國民黨重用他，共產黨褒揚他——錢學森說，他是「兩彈一星」的「始祖園丁」，不能忘記他〉，《聯合報-副刊》，2021 年 11 月 18 日，版 3。

家庭上，俞大維與妻培育三個兒子；長子揚和，次子方濟，三子小濟。特別是長子俞揚和，娶蔣孝章為妻，是蔣經國先生的掌上明珠，曾述兩親家雖鮮少往來，但亦是蔣家一員，蔣家事務也不會置身事外。¹⁰(如下表一)因此，有人這樣形容俞家英豪俊傑輩出不窮，政界、軍界、學界、商界全盤打通，家族成員橫跨國民黨、共產黨、臺灣、美國、中國大陸，這樣的家族惟有紹興俞家。¹¹

表一：俞大維主要家系表



資料來源：作者依據調整修正。

陳漢廷、羅順德，《國防部長-俞大維》（新北市：傳記文學出版社，2015年），頁5。

另外值得一提的是，在俞大維先生紀念館裡，長年擺設一束花與書卡置於書桌上，追思者是俞妻-陳新午的哥哥，陳寅恪的女兒陳流球女士，每次書信盡是道盡對姑父、母(俞大維夫妻)待其姊妹視若親生，受到教誨尤多，時常促膝談心，鼓勵獻身救死扶傷的紅十字行列，堅定日後學醫決心，也遺憾未能對曾經百般愛護過我的姑父、母盡過絲毫心意，在他們辭世後前往弔唁，辛酸道出與姑父、母相處往事如長篇電影，一幕幕縈繞腦際，因此，幾乎曾多次每年一束花遙寄緬懷。¹²(如圖二)

¹⁰同註 5，頁 38。

¹¹陳漢廷、羅順德，《國防部長-俞大維》（新北市：傳記文學出版社，2015年），頁5。

¹²陳流求，〈懷念姑父俞大維〉，《10週年俞大維先生紀念專輯》（臺北市：國家圖書館，2003年），頁48。



圖二：書桌擺放陳琉球女士祭送花束及書卡
資料來源：作者於 2021 年 10 月至金門俞大維先生紀念館拍攝

而待人以誠的風骨節操，不僅引後世親友永懷至今，後半餘生長住的台北市溫州街(22 巷 4 號)，自民國 43 年（1954 年）任國防部長起即設籍於此，到民國 71 年（1982 年）遷出為止，期間長達 28 年。(如圖三)居所因都市更新紛爭面臨拆除命運，但在我國文化資產保存工作者名建築師陳勤忠等人積極抗爭，提報多起文資案，甚至北市文化局不惜槓上中央，歷經多次文資大會激辯，才通過定為市定古蹟；以利後輩在此緬懷這位高風亮節前國防部長。¹³



圖三：俞大維故居俯瞰；右至左為俞大維與妹俞大綵、弟俞大綱合影(右上)
資料來源：黃智慧。〈【投書】俞大維故居爭議案，其實可以「六贏」！〉，《天下雜誌》，2018 年 01 月 25 日，（檢索日期：2023 年 5 月 10 日）。

¹³黃智慧。〈【投書】俞大維故居爭議案，其實可以「六贏」！〉，《天下雜誌電子版》，2018 年 01 月 25 日，〈<https://opinion.cw.com.tw/blog/profile/52/article/6555>〉（檢索日期：2023 年 5 月 10 日）。

參、人格品德-「不近人情之事，不為」

自幼受到良好家庭教育的俞大維，精讀古籍，博覽群書，就是受到曾國藩家訓，澤被無數後人。某次曾太夫人臥床養病，閒談外曾祖父曾國藩偉大之處，曾太夫人說：「我只是一個婦人，不知道祖父的道德文章和偉大之處，但卻有一個感覺，就是凡不近人情的事，他絕對不為。」於是這句，也深刻在俞大維自此恪守不渝的處事人格。¹⁴

一、「忠孝兩全、情義兼容」

抗戰勝利之後。當時兵工署尚未回遷，俞大維正在重慶侍奉母病，聯軍要求蔣介石速派深曉軍械的他到上海，接收日軍一座重要軍械庫。使事母至孝的他陷入兩難，因此寫了一份「陳情表」給蔣委員長，稱「報國之日長，報母之日短」，請求另派他人。蔣委員長不但沒有怪「抗命」，並派專機及醫護人員將其母子接至上海。此舉使俞大維能夠執行公務，且母親病況能得到最好醫治。對於蔣委員長更是感恩懷德，認為若不報知遇之恩，便是「不近人情之事」，是發誓終生不做的。¹⁵而日常生活處事待人，皆遵循和平原則，幾乎沒有脾氣，也不聘用得大聲吼叫才能做好事的人。在家中，是溫和丈夫、也是慈祥父親，小孩不曾挨罵，他認為罵多了不成器。個性始終保持愉快來做事，接觸的人也能濡染樂觀心性，平易近人。¹⁶

二、「簡樸自律、清廉自持」

晚年常說：「從小所受的家教，就是過儉樸的生活；生活費不超過兩百元。所睡的是硬床板，臥房就是書房」，以勤儉博學著稱。但最為國人讚譽的是他的清廉、幹練。美國史家芭芭拉·塔克曼（Barbara Tuchman）於著作《史迪威傳》以及懷特在《霹靂中國》中，對當時國民政府軍政官員貪腐問題多所批評，唯獨對俞大維的操守與能力，稱頌有加。¹⁷他於民國9年（1920年）末，在德國研習軍事時，曾參與政府購買德國軍械事宜，就十分認真清廉，之後被任命為駐德國商務調查部主任，負責督導採購國外軍備物資。按照國際慣例，收取工廠回扣（佣金）是天經地義的事，至於暗盤操作更是不勝枚舉，但俞大維分文不取。¹⁸

最著名事蹟，民國19年（1930年）他奉命採購歐洲著名的博福斯（Bofors）工廠生產的75型山砲，他親自到工廠所在地瑞典洽談。商談結果，所有經費可以購買12門山砲，博福斯（Bofors）該廠以購案慣例，提出相當禮遇金額不小回扣，俞大維不動聲色，嚴肅的說：「這筆錢可以再加3門山砲，希望你們趕工，使15門砲一起交貨。」這句輕描淡寫的話，嚇壞兵工廠的高階人士，多年來從未遇到過這種操守的軍火採購人員。不知國民黨政府中尚有如此廉潔官員。工

¹⁴同註6，頁8。

¹⁵同註9。

¹⁶俞大維，〈九十隨語〉，《10週年俞大維先生紀念專輯》（臺北市：國家圖書館，2003年），頁12。

¹⁷俞大維先生逝世十週年紀念專輯編輯委員會，《俞大維先生紀念專輯》（臺北市：國家圖書館，2003年），出版序言。

¹⁸同註9。

廠向瑞典政府報告此事後，對此舉甚為景仰，特頒贈他一枚勳章表彰其人格特質。回國後俞大維對此事緘口不提，直到 40 多年後人們才有所知曉。¹⁹

三、「堅忍果決、勇為表率」

俞大維更是以身作則且具冒險犯難精神的人，愈是危險的地方，他愈願意前往，即使環境危險，仍鎮定冷靜思考因應方略。民國 43 年至 45 年間，俞大維曾親自坐上偵察機，隨機飛往大陸東南沿海從事偵察任務，當時他已是國防部長，理應不必冒此風險，畢竟偵察機深入敵區，易遭敵機或敵地面砲火攻擊，雖然部屬極力勸阻，他仍不改其決心，並說：「我自己不能去的地方，我不會派部屬去」，由此不難看出他的領導風格，就是「身先士卒，親力親為作表率」。

²⁰另一方面，俞大維不是黃埔軍校體系出身、也不是國民黨黨員，並且與蔣家無相關淵源，但為何蔣總統要他擔任國防部長，足以顯見對他的人格與能力是非常信任。²¹

四、「知人善任、大器惜才」

對培養人才極其重視的俞大維，有四點用人原則，一、不用同鄉、同學；二、沒有班底。；三、每個單位推薦公認最好的人才，我就用；四、必須注重團隊合作；這是從德國學軍事、對日抗戰時參加中美聯合參謀本部，所學到的經驗。²²從中可簡化為五個字，概括為他用人理念，即「訪：求才必先多方訪察」、「用：即推心置腹」、「信：充分信任，放手使用」、「敬：即尊重禮賢人才，引為知己」、「宥：即部下有過，盡量教育，曉以大義，吸取教訓改過」。其中堅持善待人才，反對因瑕棄瑜。²³如同呼應，在學問和事功成就，都備受後世推崇的曾國藩，也曾提及「勿以小惡棄人大美，勿以小怨忘人大恩」示人勸戒用語，其中後句不要因為他人一點小過失，道德上小瑕疵，就全盤否定他人好，忘記恩情。²⁴所以俞大維曾對用人較為嚴謹的上司陳誠提及宥才的重要，對人才和部屬，不必過度計較小過而大氣。

肆、淵博之學識素養

俞大維求學過程，分別在兩個不同環境；五歲啟蒙和小學，是湖南舉人邢睦祥為教師，滿腦子維新變法。因此，一開始就強令背誦公羊傳。²⁵但具文學風

¹⁹雷穎，〈俞大維買軍火不拿回扣〉，《10 週年俞大維先生紀念專輯》（臺北市：國家圖書館，2003 年），頁 28。

²⁰陳漢廷、羅順德，〈兩岸史話一儒將俞大維鎮守台灣 去前線打仗的國防部長（七）〉，《中時新聞網》，2016 年 11 月 21 日，〈<https://www.chinatimes.com/newspapers/20161121000674-260306?chdtv>〉（檢索日期：2023 年 5 月 23 日）。

²¹同註 9。

²²同註 5，頁 112。

²³〈第一先賢俞大維〉，《Cofacts 真的假的》，2020 年 03 月 05 日，〈<https://cofacts.tw/article/vwyqh37m81dv>〉（檢索日期：2023 年 3 月 10 日）。

²⁴〈曾國藩：成功必六戒。讀懂他的人生「六戒」，取得人生勝利組的入場券〉，《CMoney 投資網誌》，2016 年 10 月 20 日，〈<http://www.cmoney.tw/notes/note-detail.aspx?nid=63904>〉（檢索日期：2023 年 5 月 10 日）。

²⁵《公羊傳》，是春秋三傳之一，也叫春秋公羊傳，或稱公羊春秋，相傳為戰國齊人公羊高所著，最初只有口頭流傳，漢初才成書。清代末期，莊存與、劉逢祿、龔自珍、魏源、康有為等力主復興漢代董仲舒建構的新儒學思想，借用公羊傳「微言大義」來說經，議論時政通過辯駁、褒貶的筆法，來表達政治觀點與社會理想精義，對當時學術界影響很大。而擁護光緒皇帝，力主維新，不幸事敗被慈禧殺的戊戌六君子：譚嗣同、林旭、楊銳、劉光第、楊深秀、康廣仁，同樣他們的思想動機，也是來自公羊傳。引自：遙光，〈淺談公羊傳〉，《臺灣法律網》，2003 年 11 月 30 日，〈<https://www.lawtw.com/archives/325193>〉（檢索日期：2023 年 5 月 23 日）。

采的《詩經》，遲至 60 歲以後才讀，一生埋怨「公羊誤我，難怪文章寫不好。」認為自己沒有刀筆，但有刀腦；公羊對他，有幸，有不幸；「不幸的是害其的文章寫不好，所幸的是把腦袋磨礪得像刮鬚刀那麼敏銳俐落。」²⁶

1911 年中學就讀上海復旦中學。因家附近住的都是英國人，平日他常和英國小孩玩耍，對英語能力大有幫助。18 歲入讀復旦公學預科，隨教師薛仙祖學習經濟學及德文。學習德文一事對後來的發展影響甚大，而做化學實驗也是他的興趣。²⁷到了 19 歲，以第一名考上南洋公學(交通大學前身)電機科，半年後因肺病而休學。休學兩年後，1915 年 9 月，插班考進上海聖約翰大學文學院三年級。這時期對他最重要是隨著校長波特(Dr.Pott)念哲學史，使他後來從電機科系轉向人文科學的關鍵。²⁸

民國 7 年(1918 年)底赴美國哈佛大學，主修哲學，三年 12 門課程都拿 A，專攻數理邏輯，其中只花兩年時間；1921 年取得哲學博士學位，並獲得「Sheldon Travelling Fellowship」(希爾頓旅行獎學金)，選派赴歐陸德國柏林大學深造。²⁹同在哈佛大學讀書的好友表哥陳寅恪也來到柏林大學，兩人開始了在歐洲的留學生涯，一同攻讀德國哲學及數學，一方面也讀康德的《純粹理性批判》，並聽愛因斯坦(Einstein)講授「相對論」，曾感嘆：「當年物理近於新時代時期，即量子論及相對論時代，現在物理又進於第二新時代了」，似乎略憾當年未改學物理。

³⁰

後來研讀方向從數理邏輯漸漸轉為文史，正當打算以此為追求事業時。當他和傅斯年³¹結為朋友並過招後，自感力不能敵，對也在德國留學的北大學生毛子水³²嘆道：「做文史的人當中出了「傅胖子」，我們便永無出頭之日了！」遂棄哲學與文史，轉而專心研習理工，終成著名彈道學專家。但 1923 年傅斯年向毛子水謙虛介紹「在柏林有兩位中華民國留學生是我國最有希望的讀書種子：一是陳寅恪，一是俞大維。」從此話可顯見兩人是英雄惜英雄。也正因對傅斯年由衷敬佩，俞大維才將其妹俞大綵嫁予他。³³(如圖四)有幸俞大維是專研理工，在國民黨北伐到了上海執行清黨之後，蘇聯所有軍事教官全部撤離，蔣委員長轉向西歐延聘專家回國，於是派考察團赴歐洲，延攬了一批留德中華民國學生，俞大維就是其中之一，從此走上兵工報效國家之路。³⁴

²⁶同註 6，頁 10。

²⁷同註 11，頁 5。

²⁸同註 5，頁 45。

²⁹羅順德。〈回顧俞大維、陳寅恪、傅斯年三位天才交匯過往的歷史因緣與貢獻〉，《佳作分享》，2016 年 06 月 30 日，〈http://blog.udn.com/paulhsu333/64113158?f_UA=pc〉(檢索日期：2023 年 5 月 10 日)。

³⁰鄭天杰，〈大老風儀瑣記〉，《10 週年俞大維先生紀念專輯》(臺北市：國家圖書館，2003 年)，頁 39。

³¹(1896-1950)字孟真，山東省聊城縣人。歷史學家、學術領導人、五四運動學生領袖之一、曾任國立北京大學代理校長及我國國立台灣大學校長，自先生逝世後，安葬骨灰於台灣大學植物園；後來稱為「傅園」。引自：《傅斯年董作賓先生百歲紀念專刊》(臺北市：中國上古秦漢學會，1995 年)，頁 19。

³²1893-1988 年。浙江衢州江山縣人，歷史學家、文學家，北京大學及國立台灣大學中文系教授。資料來源：宋淑萍，〈毛子水先生傳〉，《國立台灣大學中國文學系系史稿》〈網址 <http://lib.iuh.sinica.edu.tw/03-rare/MWSP/04/a.htm>〉(檢索日期：2023 年 6 月 10 日)。

³³同註 7。

³⁴周乃菱，〈金門砲戰 60 週年祭 俞大維守島傳奇〉，《亞洲周刊 13 期》，2018 年 04 月 01 日，〈網址 <https://www.yzzk.com/article/details/%E4%BA%BA%E7%89%A9%2F2016-05%2F1453347887677%2F%E5%8C%97%E4%>〉



圖四：傅斯年(右)與俞大綵(左)合影照

資料來源：岳南，〈日軍口中「了不起的兵工製造業」，來自俞大維與同濟戰友們創造的奇蹟〉，《關鍵評論》，2019年01月01日，（檢索日期：2023年6月10日）。

綜言之，他的才學，如同當時國內教育家也是「五四運動」名學者羅家倫曾讚譽：「俞大維的博學，從數學、數理邏輯到西洋古典學術研究，從歷史、法理到音樂，再從音樂到槍砲研究的彈道學，以及後來戰略戰術，天才橫溢，觸手生春。」³⁵民國14年（1925年）他有篇論文：〈數理邏輯問題之探討〉，刊載在德國最著名的數學雜誌—《數學年鑑》（Mathematische Annalen），這份刊物是愛因斯坦(Einstein)與海伯特(David Hilbert)所合編，他們都是德國頂尖的數理學家。此外，賀自昭所著《當代中國哲學》書中，不僅明白指出，俞大維「是我國治學數理邏輯的第一人」。其論文觀點，深受日本學界肯定，也是日本學界敬佩的中華民國人物之一。³⁶可見俞大維學術涵養享譽世界文教界。

伍、主要經歷(如下表二)

民國7年（1918年），俞大維21歲時赴美哈佛大學拿到博士學位後，又到德國大學攻讀數學及哲學，取得第二個博士學位後，便在德國進行兵器及戰略研究，開始對彈道與兵器製造產生興趣，甚至成為國際知名的彈道學專家。後來婉言謝絕美、德等國的高薪聘用毅然回國效力。³⁷所以在民國17年（1928年）經由陳儀多次曉以「國家多難，書生以所學報國」的大力推薦後，國民政府發布俞大維出任駐德商務調查部主任。終於跨出了他公職生涯的第一步。³⁸到了民國18年（1929年）6月返國，任軍政部參事。民國19年5月第二次再赴德，出任駐德使館商務專員改學軍事，並持續負責採購軍備，也專學德國參謀教育及業

BA%AC%E9%87%8D%E6%96%B0%E7%99%BC%E7%8F%BE%E4%BF%9E%E5%A4%A7%E7%B6%AD%E8%B2%A2%E7%8D%BB〉（檢索日期：2023年3月10日）。

³⁵同註7。

³⁶同註5，頁50。

³⁷同註2。

³⁸同註5，頁58。

務。期間用德文寫了滿滿 40 幾本軍事筆記，將許多兵器製造的技術與知識詳盡記載，這對日後在兵工署長任內，帶領團隊成功製造「中正式」步槍有極大關係。³⁹民國 22 年（1933 年）再度回國後，任國民政府兵工署署長，主持兵工廠業務長達 12 年之久，力促加強生產兵工設備支援對日抗戰，而有「兵工之父」的榮譽。直至民國 33 年（1944 年）12 月 30 日才卸下該職務，並調任軍政部常務次長兼中美聯合參謀部中華民國代表，(如圖五)負責與魏德邁(Wedemeyer)將軍協商，為對日抗戰最後階段國軍 36 個師換裝美式裝備，因適時的美援，大幅提升國軍戰力，對抗日軍優勢大增，最終促使日軍投降。民國 35 年 5 月，國民政府頒授俞大維青天白日勳章，表彰其對國家的貢獻。⁴⁰



圖五：維大維任軍政部常務次長時與夫人合影

資料來源：王奐若。〈俞大維功業、典范永存-紀念俞大維先生逝世十週年而作〉，
《傳記文學》（2003 年 7 月號）

民國 35 年（1946 年）初，任交通部長期間推動各項運輸建設，時值共產黨叛亂，經常破壞各地交通，俞大維立即改革郵政運送方式，效率立竿見影有目共睹。⁴¹直至民國 38 年（1949 年）中央政府遷臺後，民國 39 年（1950 年）在我國出任第一次「國防部長」。外界曾以「國防部長的辦公室在前線」形容其走動式管理哲學，因不喜歡待在辦公室，任期內多次前往金、馬前線巡視，足跡遍及各基層部隊，了解部隊戰訓與官兵生活實況。(如圖六)對照曾說過的名言：「超以象外，得其環中；通觀全局，掌握重點。」是一位要能走到、看到，與官兵同甘苦親力親為的卓越領導者，也是能夠運籌帷幄、決勝千里的軍事家。⁴²

³⁹王奐若。〈俞大維功業、典范永存-紀念俞大維先生逝世十週年而作〉，《傳記文學》（2003 年 7 月號），
〈<http://www.quzefang.cn/2003/yudawei10.htm>〉（檢索日期：2023 年 3 月 10 日）。

⁴⁰張家驥，《大時代真人物-張家驥回憶錄》（臺北市：英特發股份有限公司，2002 年），頁 127。

⁴¹同註 6，頁 104。

⁴²同註 2。

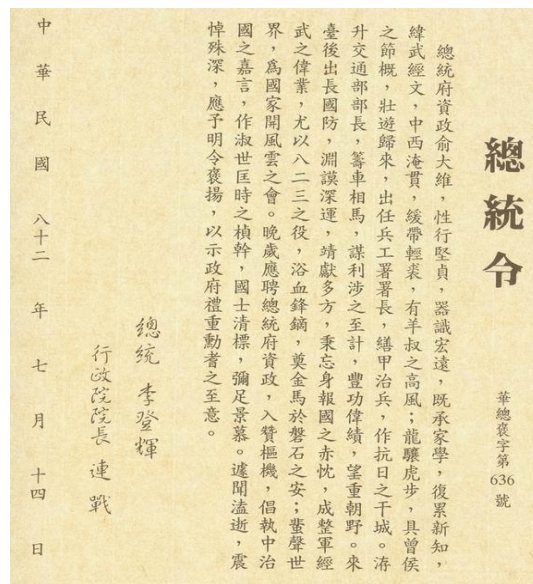


圖六：民國 45 年 11 月紫宸演習，俞大維部長登陸灘頭。當時國防部長辦公室就在總統府總統辦公室隔壁，俞部長卻經常不在辦公室，而到了金馬外島前線 200 多次，其中馬祖就去了 104 次。

來源：猛沃營。〈前瞻計畫--陸軍現代化的第一步：取自勝利之光月刊，民 45 年 12 月〉，《痞客邦》，2021 年 03 月 30 日，（檢索日期：2023 年 3 月 10 日）。

民國 45 年政府依據舊金山和約與中日和約再次確認南海島礁為中華民國所有，時任國防部長的俞大維夥同美軍派遣包含太平艦、中業艦在內之艦隊宣示南海主權，並派遣軍隊駐守太平島，以彰顯我國在南沙群島主權，位居南海重要軍事戰略地位的太平島，今日我中華民國能擁有其實質主權，這都要歸功於俞部長任內正確決策，派遣國軍進駐太平島，維護中華民國疆域的完整性。民國 47 年「八二三砲戰」期間險些殞命。但俞大維洞燭機先，對於兵工整建工作不遺餘力，將金門防區全面進行工事地下化，保存重要反擊戰力，由於極力爭取美援，包括 8 吋榴彈砲、響尾蛇飛彈、F-86 軍刀機、F-100 戰鬥機等武器裝備，使國軍爭取到戰爭的最後勝利。⁴³民國 54 年（1965 年）初，因病辭國防部長一職；1966 年被時值第五任總統嚴家淦聘為總統府資政。民國 82 年（1993 年）7 月辭世於台北三軍總醫院。

⁴³政戰局文宣心戰處。〈用生命守護家園，英雄典範—俞大維〉，《莒光園地-國防焦點》，2021 年 08 月 23 日，〈https://news.gpwd.mnd.mil.tw/tw/News/ugC_News_Detail.aspx?ID=578200〉（日期：2023 年 3 月 10 日）。



圖七：1993 年(民 82 年)，因罹患腎臟癌 7 月 8 日辭世於三總，享年 97 歲，時任總統李登輝 7 月 14 日頒褒揚令。

資料來源：俞大維先生逝世十週年紀念專輯編輯委員會，《俞大維先生紀念專輯》（臺北市：國家圖書館，2003 年）。

表二：俞大維生平重大事蹟表

時間	事 蹟
1897 年 12 月 2 日	生於浙江紹興
1913 年	入復旦大學
1914 年	入南洋公學(即後來的交通大學)
1918 年	赴美入哈佛大學獲得哲學博士學位
1921 年	至德國柏林大學深造，成為彈道學專家
1928 年	任廠駐德使館商務調查部主任
1929 年	任軍政部參事
1932 年	任參謀本部少將主任秘書
1933 年	一月任軍政部兵工署長，並晉升陸軍中將
1944 年 12 月	任軍政部常務次長，並兼中美聯合參謀部中國代表
1946 年 04 月	參加國府、中共、美國代表之三人小組會議
1946 年 05 月	獲頒青天白日勳章；出任交通部長
1954 年 05 月	出任國防部長
1965 年	專任政務委員；獲頒國光勳章
1966 年 5 月	任總統府資政
1993 年 7 月 8 日	病逝於三軍總醫院

資料來源：俞大維先生逝世十週年紀念專輯編輯委員會，《俞大維先生紀念專輯》（臺北市：國家圖書館，2003 年），頁 57。

陸、重要事績

一、兵工先驅創造奇蹟

1932年6月俞大維再度自德學成歸國後，蔣委員長原想派任參謀本部主任秘書一職，俞大維坦誠推辭但表示願任中央政治學校兵器總教官，這項決定出乎委員長意料之外；適逢1933年11月，欲將軍政部之兵工署署長陳儀調任福建省政府主席兼福建保安司令，陳氏卸職前，委員長向其詢問誰適合接任，陳當場推薦並說「俞大維這個人不要錢」，「懂彈道學，是個人才」。⁴⁴當時第一任兵工署署長張群、第二任署長陳儀，他們都是委員長重視的人物，爭著要接陳儀也都大有來頭，否則是輪不到俞大維。⁴⁵當時正在德國採購軍火的俞大維被召回國，出任軍政部次長兼任兵工署署長同時晉升陸軍中將，轉為當時國民政府非常重要的官員。(如圖八)



圖八：俞大維民國22年自德返國任兵工署署長

資料來源：呂則仁，〈俞前兵工署長事蹟〉，《俞大維先生紀念專輯》（臺北市：國家圖書館，2003年），頁16。

此時，日本軍隊正對我中華民國步步進逼，任何稍有政治頭腦的人都能感受到，中日大戰已無法避免。俞大維曾在德國深造時，目睹德國的軍備與武器自製實力以及軍事教育、軍紀、訓練，都非常紮實與完整，更在研究戰史，戰役分析（Campaign Analysis）與研究（Campaign Study），格外勤下苦功。⁴⁶因此，深知國防自主充實軍備為必要之務，尤以輕兵器為首重，才能後續支援長期抗戰。所以接下署長重任後，將其專業完全投入國造步槍的相關工作。並在德國政府協助下，選定從德國標準型毛瑟步槍改製為我中華民國步槍，因此於民國23年獲得一套技術圖紙及生產設備，並將設計圖首交當時位於河南鞏縣生產八八式步槍的兵工廠（1938年改稱兵工署第11廠）進行試製研改，次年成功製造生產。因製造時間是民國24年8月，政府將新槍定名為「二四式步槍」，

⁴⁴同註7。

⁴⁵同註5，頁63。

⁴⁶同註5，頁60。

後再更名為「中正式步槍」，其性能優越堅固耐用，適合國軍體型。⁴⁷(如圖九、十)



圖九：德國毛瑟槍標準型 M1924 步槍(上)，毛瑟橫幡商標(下左)及鞏縣兵工廠「二四式」標誌(下右)

資料來源：軍武次位面。〈不輸日本「三八式」的「中正」步槍，血脈來自德國的頂級毛瑟步槍〉，《壹讀》，2016 年 02 月 14 日，（檢索：2023 年 5 月 10 日）。



圖十：廣東第 1 兵工廠生產的中正式步騎槍(左)與槍機結構(右)

資料來源：〈中正式步騎槍〉，《中文百科》，（檢索日期：2023 年 5 月 10 日）。

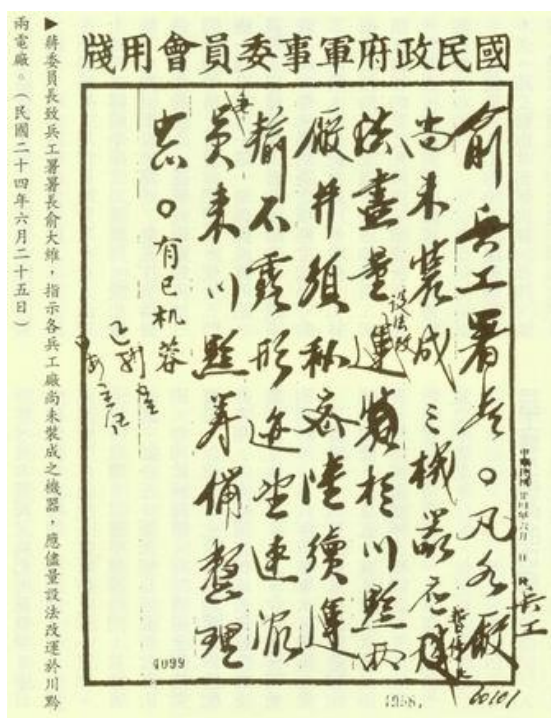
輕機槍則選定捷克式輕機槍，構造簡單，組裝方便，故障甚少。重機槍則選用德國馬克沁機槍，性能優良，水冷式而耐用故障率低。三種武器彈藥口徑均為 7.9 公厘，可相互通用，利於大量生產與補給。當時

⁴⁷ 〈中正式步騎槍〉，《中文百科》，

〈<https://www.newton.com.tw/wiki/%E4%B8%AD%E6%AD%A3%E5%BC%8F%E6%AD%A5%E9%A8%8E%E6%A7%8D/3372602>〉（檢索日期：2023 年 5 月 10 日）。

日軍三八式步槍和機槍的射程與殺傷力均不如我國製造的武器精良。日軍當時的武器裝備，整體上雖優於我國，若國軍退至三陽線（洛陽、襄陽、衡陽），進入山區，日軍之重兵器將大幅失去效能，國軍山地作戰所用兵器如步機槍、迫擊砲等，將易於控制戰場，立於不敗之地。⁴⁸果不其然中正式步槍，成為八年抗戰 10 大戰區 320 萬大軍的主要制式武器，為對日抗戰勝利做出巨大貢獻。1945 年抗戰勝利後，當時重慶 21 兵工廠廠長李待琛被派為中華民國駐日軍事代表團首席科技參事。曾任戰時日本軍械處長的日本官員告訴李待琛：「你們的輕武器中正式步槍打得遠，可射擊鋼彈頭，三八式不能。你們的輕重機槍槍管打紅了，澆澆水，還能繼續打，了不起！」，可見當時國造槍的優異性，深獲美、日兩國好評。⁴⁹

八年對日抗戰期間俞大維不但承擔兵工支援作戰的重任。在當政府策定「以空間換取時間」的大戰略後，位於東南各地的兵工廠相繼西遷，其工程非常艱險，他運用極為有限人力、物力與騾、馬等獸力，將 30 餘座兵工廠、鋼鐵廠、材料廠及兵工技術單位完整的遷至大後方，持續生產不間斷的軍火供應，支撐抗戰勝利關鍵。⁵⁰（如圖十一）



圖十一：民國 24 年 6 月 25 日，蔣委員長致兵工署署長俞大維，指示各兵工廠

尚未裝成之機器應盡量設法改運於川、黔兩電廠。

資料來源：王奐若。〈俞大維功業、典范永存—紀念俞大維先生逝世十週年而作〉，《傳記文學》（2003 年 7 月號）

⁴⁸同註 29。

⁴⁹同註 5，頁 74。

⁵⁰同註 2。

俞大維擁有的兵工成就，也令日後中共於 1999 年 9 月 18 日在北京表彰「兩彈一星」⁵¹有貢獻的元勳 23 人時，素有「中共導彈之父」錢學森代表致答詞，開宗明義即讚揚：俞大維、吳大猷(曾任中研院院長)和翁文灝(地質學家)這三位先賢前輩是我們這一代人永遠感恩與懷念的，由於三人的遠大眼光，才有今日的開花結果。⁵²他更推崇俞大維在對日抗戰前，成立許多研究機構，如理化、應用化學、彈道、精密工具和光學等研究所，是我中華民國近代國防科技發展史上第一位大力開拓的始祖。⁵³

二、國防戰略洞燭機先

民國 39 年(1950 年)3 月蔣總統復行視事，命陳誠籌組內閣，敦請俞大維出任國防部長，然因耳疾，由時任副參謀總長的郭寄嶠將軍暫代，1954 年奉命組閣的俞鴻鈞先生二次力邀俞大維出任國防部長，自此開啟 10 年文人部長任期。⁵⁴期間國際局勢詭譎動盪，共產黨赤焰囂張。由情報顯示，共軍自韓戰停火後，軍力隨即南移，大部分兵力部署大陸東南地區及沿海一帶，距臺灣本島六百哩內之共機已大量增加。同時，大肆擴建機場，顯然企圖進犯我國金、馬外島。俞部長為實際了解共軍動向與態勢，蒞臨空軍北部基地，決定親往大陸東南沿海地區偵察。⁵⁵當時眾部屬都認為太不安全，但俞部長卻說：「我自己不能去的地方，我不會派我的部下去的。」所乘坐的是 T-33 噴射機，飛過馬祖上空，部長仍鎮靜如常，指示盡量抵近飛行偵查，深入大陸偵察情勢至少十多次紀錄，飛行員是由俞大維生前的愛將飛行員戚榮春，曾回憶表示雖已時過境遷，能隨俞部長執行任務，深感無比光榮！⁵⁶

因此，政府在民國 83 年於金門地區建立「俞大維紀念館」，館內入門首張照片，(如圖十二)就是俞部長搭乘教練機前往大陸進行敵情偵查，呼應著俞大維的經典名言：「我不相信情資，我只相信我雙眼所見」，可見俞部長親力親為，眼見為憑的人格特質，至今仍深為國人所景仰與推崇。⁵⁷而冒險犯難精神不僅一樁，在民國 43 至 53 年中，正值海峽風雲險惡，金門砲火連天，國脈存亡之秋的關鍵時刻，他肩負國防重責，洞燭機先釐訂了「穩定前線、加強戰備、待機反攻」的國防行動指標。⁵⁸在前線指揮作戰，後方艱難之時，以個人威望及與美國將領二戰時結下的情誼，多次前往華盛頓，爭取美援，洽商供給先進的戰機及裝甲武器。為了加強金馬防務，急迫地推進海軍和空軍的現代化。但也曾嘆：「爭取美援其艱難複雜，更甚於戰場經營和防務部署。」⁵⁹

⁵¹「兩彈」指的是-原子彈及導彈、而「一星」則是代表-人造衛星。引自賈忠偉。〈賈忠偉觀點：錢學森感謝俞大維的提攜？〉，《風傳媒》，2018 年 11 月 11 日，〈<https://www.storm.mg/article/604344?mode=whole>〉（日期：2023 年 3 月 10 日）。

⁵²同註 23。

⁵³同註 9。

⁵⁴同註 2。

⁵⁵戚榮春，〈身先士卒的俞部長〉，《10 週年俞大維先生紀念專輯》（臺北市：國家圖書館，2003 年），頁 21。

⁵⁶同註 39。

⁵⁷同註 43。

⁵⁸吳東權。〈俞大維與南海〉，《青年日報-副刊》，2015 年 11 月 25 日，

〈https://news.gpwnd.mnd.mil.tw/tw/News/ugC_News_Detail.aspx?ID=335194〉（檢索日期：2023 年 3 月 10 日）。

⁵⁹同註 34。



圖十二：紀念館首幅照片及俞部長搭乘教練機前往大陸地區進行敵情偵查
資料來源：筆者拍攝及戚榮春，〈身先士卒的俞部長〉，《國士風範，智者行誼：俞大維先生紀念專輯》（臺北市：國家圖書館，2003年），頁22。

另外，最令人欽佩是他的判斷力，對敵軍威脅有正確判斷，民國47年8月22日深夜搭乘專機前往金門視察，(如圖十三)那年7月份金馬前線情勢開始緊繃，當時多數人認為共軍要打的是馬祖，獨他力排眾議，判斷敵人目標在金門，主張加強金門防禦工事，增派軍力駐守，研判共軍定將先砲轟金門然後登陸。果然不出所料，8月23日上午8時，在和金防部司令官胡璉中將、三位副司令官趙家驤中將、吉星文中將、章傑少將在金防部用完早餐後，隨之渡海巡視小金門及大、二膽兩個小島的防禦陣地，傍晚回到大金門，又立即視察古寧頭陣地，顯然相當擔心共軍侵犯金門。直到當天下午1600時才回到金防部指揮所。此時，招待所對面高地突然硝煙四起，緊接傳來隆隆砲聲，經查果然共軍砲兵開始試射，之後猛烈對金門群射。⁶⁰



圖十三：俞大維(中)親自在金門前線強化戰備防務
資料來源：周乃菱，〈金門砲戰60週年祭俞大維守島傳奇〉，《亞洲周刊13期》，2018年04月01日，（檢索日期：2023年5月10日）

⁶⁰張家驤。〈懷念俞大維部長〉，《青年日報-副刊》，2014年08月31日，〈<https://www.gvm.com.tw/article/2489>〉（檢索日期：2023年3月10日）。

第一群三千多發砲彈，從對岸大嶝島等砲兵陣地發射，落在翠谷水上餐廳附近，砲彈爆炸聲、破片四處橫飛，俞大維抓住當時在旁的胡璉手臂，說：「這不安全，你跟著我走。」卻不知自己已有多處被破片所割傷，在一陣混亂之中，兩人很快又散掉。⁶¹結果 1830 時，中共以沿海各據點的 340 門火炮，瘋狂轟擊金門 24 小時內落彈 5 萬 7400 發。金防部陸海空三位副司令官吉星文、趙家驤和章傑殉職，而部長被砲彈炸傷頭部。據說，因共軍有情報顯示俞部長當天在金門，故第一波砲擊即集中金防部，意在得之而後快。⁶²這波砲擊，未使俞大維退卻，隨後與胡璉司令官退至作戰指揮中心，坐鎮指揮，但傷勢使得後頸部滲出大片血漬，經軍醫局局長楊文達從五三醫院返至中心檢查無恙，然必須回臺診治。再回到台北後，立刻接受陸軍 801 總醫院（三軍總醫院前身）X 光檢查，證實他頭後枕部腦殼，有一個米粒同樣大小的彈片，彈片雖小，如穿過頭殼進入腦部便會立即喪命。生與死毫釐之差，因此，彈片成了俞部長身體的一部分。「八二三」是他生命中的鐵和血，刻骨銘心。⁶³（如圖十四）



圖十四：八二三砲戰負傷腦後殼殘留彈片 X 光照及伴隨 35 年的彈片

資料來源：作者於 2021 年 10 月旅至金門俞大維先生紀念館拍攝

另一宏觀卓見、料事如神即是當時南沙群島，在五、六十年前，該範圍尚未紛爭之時，就料定我國南沙群島之島礁海域未來將會引發區域爭議，必須先在該南海海域立定據點維護我中華民國在南沙群島與南疆領土與主權完整。因而在國防部長任內，從民國 45 年 6 月起，先後與美軍第二任海軍中將協防司令殷格索(Ingersoll)舉行多次會談，商請支援南海「威遠計畫」，並即呈報總統，核准成立「南沙守備區」，選擇南沙群島太平島為據點，由海軍陸戰隊進駐，同時在太平島、南威島、西月島勒石豎碑，舉行升旗，宣示中華民國領土領海主權。⁶⁴南沙群島中，面積最大的天然島嶼就是太平島，位居重要經濟與軍事戰略地位。所以今日我國擁有太平島與周邊海域主權與控制權，一切歸功於俞大

⁶¹同註 6，頁 233。

⁶²同註 9。

⁶³同註 11，頁 164。

⁶⁴同註 58。

維高瞻遠矚的決策，按國際法有效維護中華民國國家領土與主權完整。⁶⁵

民國 54 年初，俞大維因病請辭國防部長，推薦當時擔任國防部副部長的蔣經國先生繼任，並獲政府頒發軍人最高榮譽「國光勳章」。二戰的美國名將魏德邁(Wedemeyer)曾讚譽俞大維是「中華民國當代的孫子」，對深厚的兵學素養與軍事成就非常推崇。在擔任部長 10 年內，面對中共對臺澎金馬的武力恫嚇，擔負重任，包括指導大陳轉進、砲轟黃岐、參與「八二三」戰役等軍事行動，思慮周密為國防安全奠立堅實基礎。⁶⁶

柒、重大事蹟與貢獻

俞大維在很大的程度上，是受到俞家祖訓及其曾外祖父清名臣曾國藩的影響，極重視經世致用之學延伸至洋務思想，「師夷智以造船制砲，大可期永遠之利」。而洋務和自強運動，就是試圖振興的藥方。與俞大維一生從事兵工生產和國防建設，可說是延續曾湘鄉的經世致用的香火，對國家各項建設的貢獻，使他無忝於所生、無愧於所學。⁶⁷

一、兵工專才奠定軍工發展基礎

俞大維的高風亮節固然可敬，更重要為兵工團隊創立了「清白家風」，建立了軍事採購人員的榮譽感。當然，此舉亦得罪了不少權貴，日後對工作也多少帶來困擾。感念的是在 1932 年 1 月，調軍政部兵工署長晉升中將，然而中將軍階一直維持到卸任國防部長為止都沒晉升過，卻絲毫未影響對國家盡忠熱誠。⁶⁸上任後，更深感中日大戰，一觸即發，迫在眉睫，即從德國、瑞典及捷克等國購買武器，引進有關科技材料，大力整頓金陵、漢陽，鞏縣及上海等各大兵工廠生產方法。到了 1934 年是兵工技術進行最快速的一年，除當時急務為增加彈藥及武器生產以應付戰事，這方面的努力讓人有目共睹，以及任內各方面改革貢獻更是不勝枚舉，最顯著為下列幾項：

(一)兵工統一專業教管

由兵工署製造司主管全國各兵工廠之製造業務，接收各省兵器製造工廠統一整併，邀請留學德國、美國、日本的機械、化學及兵工專家接任各兵工廠廠長，授以管理、人事、財務的全權，負責各廠任務。⁶⁹其中也有 80%來自同濟大學，因該校內具有主導地位的德國教授，事事嚴格認真，完全採用德式教學。故抗戰中後期，當時兵工界公認：「同濟是兵工廠、兵工界的人才是中華民國近代機械工業之母。」，俞大維曾對外界說道：「我當兵工署長後，重用的都是留德、留日及同濟大學的學生……對日戰爭爆發，從無一人抱怨：『槍砲彈藥沒有了。』」這就是他與同濟戰友們創造的奇蹟，對國家所做的傑出貢獻。⁷⁰

(二)培育軍事理工人才

⁶⁵同註 43。

⁶⁶同註 2。

⁶⁷林博文，〈學識報國的偉大典型〉，《10 週年俞大維先生紀念專輯》（臺北市：國家圖書館，2003 年），頁 45。

⁶⁸同註 11，頁 12。

⁶⁹同註 11，頁 15。

⁷⁰同註 7。

深知工業發展，要朝科技研究方向紮根，所以在「918 東北事件」後，抗戰軍興之前，即成立許多研究發展機構，如砲兵技術處、光學、理化、彈道、航空兵器及軍用車輛等各研究所，並高薪聘請德國彈道學權威克朗茲（Dr. Cranz）博士來華教導協助，同時延攬理化專才隨博士工作。⁷¹並改進科技人員官制與待遇，稱為兵(理)工技術人員，及制定服裝整肅儀容提高榮譽感。因此，國內、外學者及專家踴躍投效，迅速培育了許多兵器與彈道人才。⁷²我國當前中正理工學院就是孕育搖籃，前身是陸軍理工學院，初名「漢陽兵工專門學校」，屬漢陽兵工廠，成立於民國 6 年，設置造兵、製藥二科，迄民國 15 年更名為「國民政府兵工專門學校」。民國 23 年，得時任署長俞大維鼎力相助，設置兵工研究院，集全國精英於一爐。民國 38 年元月，遷校回臺灣花蓮，民國 55 年遵奉先總統 蔣公指示，晉名為「中正理工學院」，遷址桃園大漢溪畔。學院內擁有高水準設備的兵器系館是民國 66 年呂前院長則仁將軍指示籌建，系所經歷經數次更名，成為今日之兵器工程系。前期師長們有感於俞大維與兵工的淵源及貢獻，遂在徵得同意後，命名為「大維館」。已培育無數優秀兵工幹部蔚為國用，更在國防科技教育上全力以赴，武器系統研發、生產、後勤做出許多貢獻，彰顯名聲於後世。⁷³

(三)制訂軍工企業控管

軍品品質關係到整體戰力，俞大維在各兵工廠設立工具、樣板工廠及機械產品圖樣樣板法規，加強產品精度，建立軍品規格與檢驗制度；再由各研究機構，會同兵工署技術幕僚針對產品驗收，確立整套品控模式。⁷⁴並首先運用會計制度，分析詳核各廠製造成本，核定產品單價，根據各廠每月產量撥發製造經費，由廠全權運用。若節省有盈餘，得用以擴充及修護設備，改善員工福利。是以各廠企業化經營結果，不斷降低成本，並以盈餘投入發展，使各兵工廠不斷擴大翻新，對我國後期軍工業水準提升，有深遠的影響和助力。⁷⁵

(四)初探原子彈道研製

研發原子彈，並非始自中共，當時國民政府早就做了。俞大維說：「把原子核打開，可以造成巨大力量。製造原子彈的原理，是德國人最先實驗成功。30 年前，第二次留德，也到丹麥哥本哈根，便知道這件事。」⁷⁶1945 年 11 月，軍政部部長陳誠、次長兼兵工署長俞大維，開始商談研製原子彈，但專家認為我國尚毫無基礎，要先由培育人才著手。因此，採納此議，聘吳大猷（物理）、曾昭掄（化學）及華羅庚（數學）三人率研究團隊 1946 年赴美研習。俞大維還以兵工署的名義向國外派了許多研修生，後來，這些人才為我國國防建設做出

⁷¹同註 23。

⁷²同註 11，頁 16。

⁷³陳佑良，〈凌霜彌堅、屹立不搖的大維館〉，《10 週年俞大維先生紀念專輯》（臺北市：國家圖書館，2003 年），頁 31。

⁷⁴彭勁秀，〈第一先賢俞大維〉，《Cofacts 真的假的》，2020 年 03 月 05 日，〈<https://cofacts.tw/article/vwyqh37m81dv>〉（檢索日期：2023 年 3 月 10 日）。

⁷⁵呂則仁，〈俞前兵工署長事蹟〉，《10 週年俞大維先生紀念專輯》（臺北市：國家圖書館，2003 年），頁 17。

⁷⁶同註 6，頁 67。

了巨大貢獻。⁷⁷

二、國防決策扎根國安建設推動

1955 年，時任國防部長俞大維認為：「軍隊能戰，第一在 Leadership(領導力)，第二要吃飽，第三為訓練，第四是裝備。」⁷⁸ 基此理念，他所建構的臺海防務戰略規劃，籌獲的軍援裝備、營建兵工生產線，有效提供軍隊作戰需要。此外，各項的軍事政策，也都深深影響日後國防建設的發展主軸，其中主要建樹為下列：

(一)積極金馬建設，強化防衛前線

俞大維曾透露，防守臺灣的戰略布局，是以海、空軍控制台灣海峽，臺、澎為主陣地，金馬為第一線陣地，1954 年任國防部長後，立即把保衛臺灣和金、馬外島的決心通知美國參謀首長聯席會主席雷德福(Radford)，就美國太平洋戰略而言，也認為馬祖與金門等同重要，金門更因箝制廈門港出海口，這樣台灣海峽變成臺灣一方內海，形成一道屏障。而馬祖比金門小、人口少，但控制台灣海峽北端就一定要據守馬祖、東引一線，以阻斷中共艦隊不能南移，當時國軍除控制馬祖、烏坵、金門外，也控制浙江外海的上、下大陳島及附近一些小島。民國 43 年 9 月 3 日金門砲戰如火如荼，國防部深知攻取大陳島是共軍下一個目標，9 月 25 日向總統報告，主因海、空軍力無法支援，軍力資源兩難支援，戰局將會更加慘烈，大陳島勢必無法再守。⁷⁹

因此，提出戰略指導為「打得贏就打，打不贏就退，爭取下一回合之勝利」，對軍隊與居民共同實施「戰略撤退」，之後更親自主持「金剛計畫」，將大陳數萬軍民完整撤回。後來看到大陳的撤退，時任大陳防衛部參謀長胡炘及部屬都稱他為恩人，深知一定是部長強烈向總統建議所為，使國軍得以保存後續戰力，回想大陳島當時數萬苦難同胞，若真的滯留抵抗，後果將無法想像。⁸⁰ 也才有後來「八二三」的勝利，(如圖十五)在與金防部司令官胡璉，堅守戰場督戰反砲戰 46 天，迫使敵人徒勞無功黯然宣布隔日射擊，都足以感動國人，在金門仍需他領導之際，卻因慢性青光眼而返臺治療。⁸¹

⁷⁷同註 9。

⁷⁸同註 5，頁 302。

⁷⁹猛沃營。〈前瞻計畫--陸軍現代化的第一步〉，《痞客邦》，2021 年 03 月 30 日，〈<https://andro0918.pixnet.net/blog/post/230617828->〉(檢索日期：2023 年 3 月 10 日)。

⁸⁰同註 11，頁 99。

⁸¹同註 5，頁 284。



圖十五：國軍官兵英勇反擊，瓦解共軍侵犯野心

資料來源：侯信田，〈全民國防】八二三啟示 同島一命遏敵進犯〉，《青年日報-論壇》，2021 年 08 月 22 日，（檢索日期：2023 年 5 月 10 日）

然就算病疾纏身，仍不忘積極建設金馬，尤其更喜歡到最前線小島視察，如金門大膽島、馬祖高登，尤重官兵生活條件，不論是因使用煤油燈，造成碉堡內空氣不流通。於是，命單位各碉堡改架起電線，設置發電機；又得知島上缺乏淡水，又命單位裝置淡水轉化機，利於取水。此外，在大膽島道路兩旁因佈滿各式地雷，夜間十分危險，因此運來許多「螢光罐」，把它裝在道路兩旁木樁上，天越黑，光越亮。諸如此類的設施改善，讓當時的官兵無不感受相當適用與便利。⁸²而在民間建設上，規定前哨陣地或城頭堡，必須避免農耕地，利用構築軍事陣地構築，協助地方開闢了無數小型魚池、水池和水庫，免除從臺灣運淡水去金馬供軍民食用，也解決了農田灌溉問題，才有年年豐收安居樂業，以至後來的繁榮金馬，至今仍讓當地人津津樂道，沒有俞大維就沒有今日金馬。砲戰 30 週年紀念，俞大維戰地重遊時，各村老百姓還排隊歡迎，甚至跪謝老部長。⁸³

(二)遠擘建軍備戰戰略目標，奠定國軍長遠發展基礎

在 1950 年代末期，任內作了一項重要決策，使爾後我國軍事態勢發生了深遠的影響，就是推動與美軍共同作戰關係的「整軍」(ACNAD)計畫。即使現今臺海形勢已和當年有所不同，兩國關係也不同於昔；然而從實質軍事關係來看，仍然未盡脫「ACNAD」的影子，尤以海空軍為然。海軍「大成系統」和空軍「強網系統」用的資料鏈就是美國制式系統，雖然沒多久又終止，仍運用於部分小規模的單位。⁸⁴

⁸²姚雲龍。〈姚雲龍觀點：823 砲戰一大膽憶往，我與俞大維〉，《風傳媒》，2023 年 07 月 02 日，〈<https://www.storm.mg/article/4814719?mode=whole>〉（檢索日期：2023 年 6 月 30 日）。

⁸³嚴諾，〈緬懷無敵無我愛國愛民的俞維公〉，《10 週年俞大維先生紀念專輯》（臺北市：國家圖書館，2003 年），頁 50。

⁸⁴同註 11，頁 115。

而 1955 年 7 月 25 日與美簽訂的「樂成」計畫，內容包括中美陸、海、空、聯勤部隊之作戰支援，中美雙方軍事人員參與共同擬訂，並經沙盤推演、兵棋演習、實兵演習、高司演習等測驗計畫之可行性，以有效協防臺灣、澎湖群島防衛基地為主及部分涉及金、馬防衛安全之議題，其宗旨類似透過二戰時期軍援法案，提供我國美軍即將或已退役的軍事設備，以抗中共的侵略，據悉當時規模總額高達 400 億美元，而此計畫也影響日後我國與美方推動「新樂成」計畫的方案。⁸⁵當時國軍戰力尚無法在台灣海峽上空與海面取得軍力優勢之下，與美國在軍事上結成聯線是當時唯一出路。俞大維是執行此大戰略的關鍵人物。⁸⁶

(三)換裝美式武器裝備，穩定國防安全屏障

金門八二三砲戰轟動國際，中共野心暴露無疑，俞大維為加速國軍軍事現代化，從上任至 1955 年年底，在 1 年多的時間，不斷向美國爭取各種新式的武器和裝備。在 1955 年 10 月 26 日美軍顧問團正式告知我國「前瞻計畫」協助正式落實，按編制先整編三個師（19、34 及 84 師）擴充成一個精選軍，計畫在 1956 年 3 月完成戰備。在 1960 年又計畫完成 8 個師的整編及訓練。整個計畫完成後國軍會有兩個裝甲師、15 個「前瞻師」，共 4 個軍的軍力，另外再加上兩個海軍陸戰隊師，成為國軍地面打擊之主力部隊，亦成為亞太地區一支不可小覷的武裝力量。⁸⁷

(四)提高軍人薪資，改善軍眷生活福利

當時國家財政困難，軍人薪資微薄，官士兵無法在短時間內大幅改善，俞大維認為政府顧此失彼，因此積極提出改善辦法，寫信給當時的行政院長陳誠，成立軍公教待遇調整案，從此和公教待遇成為一體。⁸⁸在 1954 年，他節省國防部經費用來增加士兵每人 10 元副食費；1955 年 8 月對立法院的施政報告中第一次提出了改善軍人待遇的方法，建議發給年資加給，凡服務滿第五年起，每月發給加級兩元按年遞增；另為改善官兵補給營養費用，並分別實施實物供應，建立副食食品補給制度，減少各部隊自行採購副食之問題。以上雖還未能全面改善國軍官兵待遇偏低的問題，但至少邁出一大步，對提升部隊士氣、改善軍人及眷屬生活均發生實質作用。⁸⁹

⁸⁵ 呂炯昌。〈獨家防範大陸武力侵犯美國實施「樂成」計畫軍援台灣〉，《NOWnews 今日新聞》，2013 年 10 月 01 日，〈<https://tw.news.yahoo.com/%E7%8D%A8-153938743.html>〉（檢索日期：2023 年 5 月 10 日）。

⁸⁶ 同註 11，頁 116。

⁸⁷ 同註 11，頁 186。

⁸⁸ 馬紀壯，〈九載追隨受益多〉，《10 週年俞大維先生紀念專輯》（臺北市：國家圖書館，2003 年），頁 25。

⁸⁹ 同註 11，頁 134。

捌、結語

俞大維臨終前將與理工有關書籍 7000 冊贈國圖館典藏，2000 冊軍事書籍贈國防大學典藏，由藏書分類與數量即可知其理工專業深度與軍事背景的養成，難怪美國與德國大學都爭相邀請其任職，另日本學者亦知中華民國有個俞大維，而美國軍事專家有重要軍事議題亦要找俞大維，由此可知知識就是力量，俞大維恪守「格物、致知、修身、齊家、治國、平天下」之理念，憑藉不忮不求的精神，以軍階中將的身分任職國防部長，統領國軍數 10 員上將，沒有冀求更高軍階，下屬亦沒人不服從，他的道德、專業與成就獲得全國人民尊敬，其以矮小身軀散發出強大力量，用宏觀視野、正確判斷，細膩作法為國家長遠發展與生存做出了積極貢獻，穩健站在歷史轉換的關鍵點上，勇敢面對時空交錯與歷史劫難，陪著苦難的中華民國全體國民一起平安渡過戰爭的摧殘，迄今哲人已遠，他一生的事跡，能經得起時間的考驗，在資訊發達時代，未見網路有所負評，探索其功績如泱泱大河越深越無聲，他是一支巨大蠟燭自始自終燃燒自己照亮國人「最終成灰淚始乾」，這樣一位平凡的偉人，活出歷史上存在的價值，我們年輕的官兵要仿效先賢認真修習學問，培養自身強大力量，為國家奉獻所學證明自己存在價值。

藉運動貼紮降低踝關節扭傷之研究

作者/鍾志緯少校



中國文化大學體育學系、100-1 梯專業軍官班體育隊、步訓部正規班 103 年班、現任陸軍步兵訓練指揮部運動科學推廣中心教官。

第二作者/鄭朝政中校



政戰學校體育系 89 年班、國立雲林科技大學技職教育所博士、現任陸軍軍官官學校運動科學系中校助理教授。

提要

- 一、 兵科專長訓練、單兵戰技與小部隊戰鬥，都需要依靠強壯的下肢來完成整個過程，尤其是平日的五百公尺障礙超越、戰鬥體適能等體能戰技訓練或測驗都有發生過踝關節扭傷的案例，亦是民間籃球、排球、棒球、足球等體育競賽所有運動傷害中比例最高的。
- 二、 一旦產生了踝關節傷害，應依「P、R、I、C、E」運動傷害處置原則，若是出現不適之徵候即應送醫院接受檢查與治療，本篇研究是藉較輕微之踝關節受傷，可運用運動貼紮來增加腳踝的穩定度，減少踝關節內翻動作產生，同時給予信心上的支持，讓步兵官士兵嫻熟此一運動傷害防護知識與技能，將來若有踝關節發生不適之狀況，都可以藉由運動貼紮減緩疼痛或變得更加嚴重。
- 三、 針對未受過傷、正在受傷(輕微)或是有舊傷的人員可以進行運動貼紮來避免運動傷害，然而，有過腳踝扭傷的人員，再次扭傷的機率超過 50%，這些人在參與高風險的運動或訓練之前，可利用運動貼紮來預防傷害二次發生。運動貼紮跟護具一樣，是屬於輔助器材，第一線的預防方法是以訓練自己來強化個人(健康與競技)體適能，並配合充足的營養及睡眠，以達美軍《戰力三要素指引與挑戰》所指出軍人的戰力三大組成要素。

關鍵字：運動傷害、運動貼紮、踝關節扭傷

壹、前言

傳統的陸軍步兵在惡劣的戰場環境及敵軍威脅下，無論各種天候條件，都必須通過各式各樣困難的地形與障礙，以交互掩護方式佔領射擊陣地與退出射擊陣地，藉射擊與運動聯繫執行攻防戰鬥任務，因此，步兵是戰鬥時對身體下肢部份要求最嚴格的兵科之一，而下肢部份又以膝關節與踝關節，要承受最大的戰鬥負重，身體這兩處部位對單兵與小部隊戰力發揮將產生最直接的影響，本篇研究課題即鎖定「踝關節」的自我保護與較輕微受傷時之簡易運動貼紮，若官兵都具備此一簡單防護知識與技能，對單兵戰力維護與保存會有很大的功能性；步兵在戰鬥中通常會負重高達 20-30 公斤不等，突發狀況實施戰場救護需要背負傷患，身體負重就可能超過上百公斤，若因地形凹陷不平造成身體失去平衡，就非常容易發生踝關節扭傷，立即影響戰場運動效能，而踝關節扭傷俗稱「翻船」、「翻腳刀」，在戰鬥教練、體能戰技訓練或甲車上、下車等訓練經常會造成的傷害種類，經 Yokoyama 學者 2008 年研究顯示，踝關節扭傷佔所有運動傷害的 15-30%，

¹表示在這麼多的運動傷害中，腳踝扭傷的機率是非常高的，而步兵官兵在踝關節扭傷統計上，雖無文獻紀錄，但在本部體育班隊受訓學員中，踝關節受傷在比例上亦屬於較高的部位。腳踝在各項動作中扮演著關鍵的角色，因承受身體大部分重量，容易遭受非預期性的傷害，要完整的復原又需要比較久的時間，而在未痊癒狀況下再次扭傷或復發機率可能高達 50%，若後續處置不當亦會產生相當多的後遺症，腳踝扭傷後不只有會有大量的醫療、復健、輔具使用等成本及時間消耗，也可能會變成退化性關節炎，故本文探討如何以運動貼布，藉由正確的貼紮來降低踝關節扭傷，不只步兵，其他兵科的官兵也可受用，未來將持續延伸至膝關節、肩關節甚至身體重要肌群的貼紮都是研究的範圍，對單兵戰力維護與運用，將會形成重要基本防護，值得官兵探索與運用。

¹ 張曉昀、吳國輝、吳明哲，〈腓骨肌群肌內效貼紮與運動貼紮對踝關節基本運動表現的影響〉《運動教練科學期刊》(新北市)，第 29 期，華藝數位股份有限公司，2016 年 12 月，頁 2-3。

貳、運動貼紮理論基礎與應用

一、貼紮目的

實施高強度運動項目之訓練或比賽時，對於過程中需大量使用的肌群或關節部位，先完成必要部位運動貼紮，以防止在比賽或訓練場上意外事件發生，增加肌肉與關節承受之壓力與強度，除了預防可能造成之傷害外，也具有避免在原有的舊傷遭到二次傷害而再度復發。

另在運動心理層面，在高強度競賽時對於身體重要部位先期完成運動貼紮之運動員，在施力時因有防護措施，較能放寬心情消除隱憂，完全投入競賽情境之中，爭取優異的成績。

二、貼紮原理與應用²

人體的任何一個關節都是由兩個骨骼(以上)所構成的，關節讓我們身體可以活動，但各關節都有活動度的限制，一旦超過活動度就會造成韌帶受傷，貼紮就是利用關節及神經的特性來增加我們的反應時間，限制活動範圍，達到預防傷害目標。

(一)藉由限制關節活動方向及活動角度，刺激皮膚的感覺接受器，活化系統抑制作用，降低中樞神經元對於痛覺刺激的傳導，降低疼痛感，減少因疼痛而抑制了肌肉延展性的作用，強化踝關節穩定度，進而提升運動表現，有效預防踝關節扭傷。

(二)貼紮除了可用於踝關節扭傷，在膝關節十字韌帶損傷、肱骨內外側上髁炎、大腿腿後肌拉傷、股四頭肌挫傷、髕腱炎、足底筋膜炎及水泡等運動傷害皆可利用運動貼紮來減緩舊傷在運動過程中的影響，並預防二次傷害發生機率。

三、貼紮時機

使用運動貼紮是為了訓練或比賽，讓身體在活動的過程中，降低疼痛或傷害發生率，切勿為了好看或勉強而貼紮，如此一來可能會造成反效果。

(一)需要固定某些用來出血之壓迫性繃帶的時候。

(二)對新受傷部位施加壓迫力量，降低出血及腫脹的時候。

(三)要給予韌帶、肌腱及肌肉等組織的支撐的時候。

²郭藍遠、楊志鴻、林千芬、吳汶蘭、王靜怡、張志仲，〈踝關節貼紮對平衡和高處著地緩衝能力的影響〉《物理治療期刊》(台北市)，第31卷2期，社團法人台灣物理治療學會，2016年12月，頁81-82。

(四)需要限制不必要的關節活動的時候。

(五)在訓練或復健過程中保護受傷部位，使其能維持在功能性的位置的時候。

四、 醫生評估

貼紮之前一定要經過醫生或運動傷害防護員(專業人士)的評估，不同部位的傷害有不同的運動貼紮步驟及方法，需要按照每個人或每種傷害的情況來決定貼紮的方式，貼完之後，自己也要評估及感受，不可認為使用運動貼紮就是治百病。

(一)這個部位是如何受傷的？(走路？跑步或碰撞？)

(二)這個部位是屬於哪種傷害？(拉傷？扭傷或撞傷？)

(三)受傷的嚴重程度如何？可否自行走路？實施貼紮之後可否繼續正常運動？

(四)貼紮後要達到什麼樣效果？固定或鬆緊程度為何？

(五)決定貼紮後限制什麼方向的活動來降低疼痛或增加運動表現？

(六)貼紮的部位有無過敏或外傷傷口？若有應先以無菌紗布敷上，再實施貼紮。

五、 貼布種類

(一)非伸縮性貼布：俗稱「白貼」，(如圖一)為基本型貼布，不具彈性、固定力強為其特徵，尺寸區分 0.5 吋、1 吋、1.5 吋、2 吋，其中以 1.5 吋最常拿來使用。



圖一 白貼

資料來源：作者自行拍攝

(二)軟質伸縮性貼布：因布質輕、柔軟且具有彈性，所以通常被稱作「輕彈」或「輕貼」，(如圖二)適用於傷勢較輕的部位，尺寸區分 1 吋、2 吋、3 吋。



資料來源：作者自行拍攝

(三)硬質伸縮性貼布：又稱「重彈」，(如圖三)特色為堅硬又韌性，為加強固定、支撐所用，尺寸區分 1 吋、2 吋、3 吋。



圖三 重彈

資料來源：作者自行拍攝

(四)人工皮膚膜：在使用運動貼布前所纏繞的一層薄膜，因避免貼布直接

黏著於皮膚或毛髮上，造成過敏或撕下貼布時產生疼痛，又稱「內膜」或「敷膜」。(如圖四)



圖四 人工皮膚膜

資料來源：作者自行拍攝

參、踝關節傷害種類

踝關節是我們最常看到的關節受傷部位，無論骨骼、關節、韌帶或肌肉，只要稍微有一點不舒服，你就會感到全身不好出力，稍微出力就會擔心由關節不舒服轉變成受傷，因為兩腳的踝關節要承受全身含外在增加的重量，一旦受傷了，要復原的時間又很長，所以了解踝關節受傷種類，是有助於預防與治療的，其種類概述如下。

一、 踝關節構造³(如圖五)

關節是由兩個(以上)的骨頭所組成的，但只有骨頭是沒辦法讓身體活動的，還要有神經的傳導及骨骼肌的配合，才能讓我們在日常生活動完成各種動作；另外骨頭和骨頭之間有韌帶連結，負責關節的穩定性，限制關節活動範圍。

(一)骨骼

由脛骨、腓骨、距骨及跟骨所組成；真正的踝關節是由脛骨、腓骨及距骨三個骨頭所構成，但因為跟骨與距骨所組成的距跟關節直接影響踝關節的動作，且多條韌帶與跟骨連接，故將跟骨一併納入討論。

(二)韌帶

可分成外側區、內側區及脛骨和腓骨間的聯合韌帶；外側區的前距腓韌帶、跟腓韌帶及後距腓韌帶，主要的功能是防止踝關節過度內翻；內側區的

³ 何長仁，〈運動員踝關節的傷害與復健〉《輔仁大學體育學刊》(新北市)，第7期，輔仁大學體育學系，2008年5月，頁218。

前脛距韌帶、後脛距韌帶、脛跟部韌帶、脛舟部韌帶及脛距部等 5 條韌帶構成三角韌帶，主要是防止還關節過度外翻及外旋。

(三)肌肉

控制踝關節動作的肌肉，在解剖位置上可分為小腿前方、後方及外側面三組不同的肌群，小腿前方包括:脛前肌、伸趾長肌、伸長肌，負責腳踝的足背屈，其中脛前肌亦可以執行踝關節內翻的動作；後方有腓腸肌、蹠肌、比目魚肌、屈趾長肌、脛後肌等肌肉，主要作用是主導踝關節的蹠屈；外側面有腓骨長肌、腓骨短肌及第三腓骨肌，主要執行踝關節外翻的動作，並且具有防止踝關節過度內翻的功能；腳踝部另外一個重要的構造為足弓，主要的功能是吸震，支持足弓的兩大功臣是足間肌群及足底筋膜。



圖五 踝關節解剖圖

資料來源：即效運動貼紮⁴

二、 傷害的種類

⁴ 倉持梨惠子，林麗紅《即效運動貼紮》(新北市：三悅文化圖書，2011 年 8 月)，頁 43~55。

踝關節是一個構造較複雜的關節，由多個骨頭、肌肉及韌帶所組成，⁵若是產生腳踝強力的扭轉動作，超過負荷的力量及角度，除了扭傷之外，還有可能造成骨折、脫臼等嚴重傷害。⁶

(一)腳踝扭傷：最常見的踝關節扭傷為外側踝關節韌帶的傷害，通常是發生在足踝做出過度的內翻動作，造成一條或多條韌帶受到拉扯甚至斷裂。

(二)腳跟腱發炎：好發於跑步、籃球、網球或羽球等運動項目，通常是在跑跳動作時，因為反覆且強烈的張力作用在肌腱上，使得腳跟骨上的周圍組織發生疼痛與灼熱感等發炎反應。

(三)骨折：因碰撞或訓練過度造成脛骨、腓骨、距骨與腳跟骨等骨骼扭轉、彎曲或破裂，致使骨頭的連續性被打斷，因外力種類、大小、方向不同，會造成不同類型的骨折，例如骨裂、斜切、開放性及粉碎性等。

(四)足底筋膜炎：多數運動中需要產生下肢推蹬爆發力，快速移動或改變方向，足底筋膜會遭受最大張力，當反覆接受張力會導致慢性發炎，若運動員有扁平足、高足弓、足底肌群無力或缺乏柔軟度，或是當訓練強度增加、場地表面改變、恢復時間不足，都會增加對足底筋膜的壓力。

三、 傷害的原因⁷

傷害發生的原因有很多，若是遇到運動傷害，就要去思考、檢討造成的原因，來避免下一次的意外或損傷。

(一)過度訓練：沒有充足休息導致身體疲勞。

(二)場地器材：場地凹凸不平、器材老舊突然損壞。

(三)體適能差：因個人的肌力、肌耐力、柔軟度、協調性、反應時間及平衡能力欠佳，無法應付訓練或突發狀況。

(四)精神欠佳：因睡眠不足或不願接受訓練，注意力不集中容易造成受傷。

(五)能量不足：營養攝取過低，無法產生足夠的力量來面對訓練或比賽。

(六)姿勢錯誤：因落地或踩踏地面的姿勢錯誤，導致重心偏移造成受傷。

四、 急性傷害的處置流程⁸

⁵ 安德魯·貝爾、林晏生，《人體運動解剖全書》(新北市：楓葉社文化，2016年6月)，頁37~39。

⁶ DK Publishing、李恆儒、宋季純，《運動傷害圖解聖經》(臺北市：旗標，2020年3月)，頁144~147。

⁷ 盧俊男，〈踝關節運動傷害防治之研究〉《步兵季刊》(高雄市)，第258期，步兵季刊社，2016年12月，頁10-11。

⁸ 鍾志緯，〈降低障礙超越運動傷害之探討〉《步兵季刊》(高雄市)，第253期，步兵季刊社，2016年12月，頁5-14。

本段以踝關節傷害為例，來探討急性踝關節扭傷第一時間的處置，經過以下五個初步的處置之後，仍要到醫院利用精密儀器檢查傷勢狀況，確認傷害的種類、受傷的組織及嚴重程度，⁹選擇藥物或物理治療方式，同時在可忍受的範圍情況下，讓腳踝活動，促進傷勢恢復及避免組織沾黏，等傷勢恢復後，應加強本體感覺、肌力及平衡訓練，提升腳踝的穩定度，¹⁰減少再次扭到的情形發生。

(一) 保護(Protection)

當踝關節受到傷害時，第一件事情就是保護傷患及患部，若傷患身處危險環境，應隔絕任何危險，假如是在籃球場中間，應有人管制周圍活動狀況，或在允許情況下將傷患移到場下，以避免二次傷害。

(二) 休息(Rest)

一旦發生扭傷就必須立即停止操作下肢的動作，避免傷勢持續惡化、加重病情，休息的同時，觀察傷患的身體與心理狀況，應適時給予保暖及心理支持。

(三) 冰敷(Ice)

冰敷的功用在於消腫止痛，暫緩傷患的疼痛感，因熱漲冷縮造成血管收縮，受傷部位血流量減少，腫脹程度得以控制，如果錯用熱敷，就會造成血管擴張、血流量增加，傷勢情況將會加劇，不得不慎，冰敷時間建議 15-20 分鐘，休息 5-10 分鐘，重複三次，若腳關節的腫脹沒有繼續向外擴散就可以停止冰敷；另外，實施冰敷時要注意患者是否會對「冰」發生過敏、留意冰敷時間避免凍傷及勿直接冰敷在開放性傷口上面。

(四) 壓迫(Compression)

適當的外部力量施予患部可降低出血狀況，減少血液的堆積避免造成血塊形成，減緩腫脹的程度，但要注意壓迫的力道及時間，避免造成血液循環受阻。

(五) 抬高(Elevation)

把腳抬高且高過心臟位置，並要有良好的固定，可以的話以平躺的方

⁹ 陳昭瑩、張逸平，《物理治療師教你打球受傷怎麼辦》(台北市：大塊文化，2017 年 7 月)，頁 200-203。

¹⁰ 邱藍億、林建志、李恆儒，〈暢談慢性踝關節不穩定〉《體育學系學刊》(台中市)，第 18 期，台灣體育學院體育系，2016 年 12 月，頁 39。

式，使患者能夠好好放鬆休息，效果為增加靜脈血量回流，受傷組織出血量獲得改善，腫脹情形就得以減輕。

肆、踝關節貼紮

通常在比賽或訓練前，會由運動傷害防護員、物理治療師或教練協助運動員完成運動貼紮，透過固定、支撐關節與肌肉的方式，有效減緩疼痛及預防運動傷害發生，然而這些職業並不會在營區中出現，無法照料到各位官兵，不過仍可透過學習及練習，幫助自己或同袍給有受過傷的部位實施運動貼紮，來避免二次傷害，本文主要針對常見的踝關節扭傷說明講解。

一、貼紮方式¹¹

(一)人工皮膚膜纏繞(如圖六)

將人工皮膚膜由腳趾下纏繞至腳踝上方，約腓骨外髁上方一個拳頭的距離(由下至上)，亦可從小腿(脛骨)下三分之一處纏繞至腳趾下方(由上至下)，將踝關節的皮膚全部覆蓋，不可使人工皮膚膜捲起來造成不適。



圖六 人工皮膚膜纏繞

資料來源：筆者自行拍攝

(二)定錨(如圖七)

利用白貼將人工皮膚膜的上下(頭尾)纏繞固定，讓貼布有固定的起始

¹¹ 吉本完明，《運動傷害自我防護&機能包紮》(臺北縣：楓書坊文化，2007年12月)，頁42~57。

和終止點，後續將在這個範圍內實施貼紮，為的就是使貼布不易脫落或滑動。



圖七 定錨

資料來源：筆者自行拍攝

(三)馬鐙及馬蹄(如圖八)

所謂的馬蹄與馬鐙就是一種貼紮方式，其完成後形狀就呈現出像馬蹄或馬鐙的形樣式，故命名之。貼布的貼法是由腳踝內側上方的定錨繞環開始，向腳底經脛骨內髁下三分之一處，繞過腳底、經外側腓骨外髁下三分之一處，向外側上方繞環貼；第 2、3 道分別向上及向內三分之一，貼布由腳底在向外側前進時須持續維持拉力，減少腳踝往內活動度。



圖八 馬鐙及馬蹄

資料來源：筆者自行拍攝

(四)八字繞環(如圖九、十、十一)

貼布由腳背上方開始，經過腳背內側、腳底、腳背外側，並向阿基里斯腱方向纏繞 1 圈，此步驟貼布將交叉在脛骨與腳背中間(腳踝正上方)，限制腳踝往下活動。



圖九 八字繞環(1)

資料來源：筆者自行拍攝



圖十 八字繞環(2)

資料來源：筆者自行拍攝



圖十一 八字繞環(3)

資料來源：筆者自行拍攝



圖十二 單獨八字繞環側面

資料來源：筆者自行拍攝

(五)鎖跟繞環(如圖十三~十八)

貼布採斜下 45 度，由腳背上方往腳底方向前進，往下經過腳跟、阿基里斯腱及腳踝外髁，回到繖被上方，同樣的路徑(腳背-腳底-腳跟-阿基里斯腱-腳踝內外髁)反方向再貼紮一次，加強跟骨的固定避免翻動造成扭傷。



圖十三 鎖跟繞環(1)

資料來源：筆者自行拍攝



圖十四 鎖跟繞環(2)

資料來源：筆者自行拍攝



圖十五 鎖跟繞環(3)

資料來源：筆者自行拍攝



圖十六 鎖跟繞環(4)

資料來源：筆者自行拍攝



圖十七 鎖跟繞環(5)

資料來源：筆者自行拍攝



圖十八 鎖跟繞環(6)

資料來源：筆者自行拍攝

(七)結尾

重複第一個步驟，將上下稍微用力纏繞 1-2 圈，並再次確認所有步驟的貼布固定服貼平整。

二、注意事項

- (一)確認受傷部位，慎選貼紮方式，錯誤的貼紮會造成其他甚至更嚴重的傷害。
- (二)注意衛生，清潔患部，讓貼布效果可以更牢固，如有傷口應先完成治療，併用紗布做好保護措施再實施貼紮。
- (三)貼紮力道、方向和姿勢須合適宜，包紮完畢後必須走一走、動一動

- 或跳一跳，確認獲得包紮效果，若更為疼痛，則拆除貼布且停止運動。
- (四)訓練結束或不再訓練立即卸下貼布，並實施緩和運動及冰敷，以減緩疼痛感、降低傷勢惡化。
- (五)包紮後仍要穿著襪子及鞋子(野戰靴)，並按照平常方式及姿勢訓練，不要因為有包紮而產生其他奇怪動作或心理障礙，若過程中造成不適，應立即卸除貼布，並休息停止訓練。

伍、結語

不管是穿著運動鞋還是戰鬥皮靴，只要有跑步、跳躍、上下左右移動、負重或肢體碰撞的動作，都很容易造成腳踝關節的扭傷，然而一旦受傷了，就得要休息很長一段時間，無法繼續增強個人戰技能力，造成部隊戰力損耗，另外傷患還需要花費很多時間、金錢及心力來治療、復健，才能再回到訓練場上，跟上同袍訓練進度，除了適當的營養攝取及充足的睡眠外，另可選擇使用運動護具或運動貼紮來預防腳踝(二次)損傷。運動貼紮是可幫助曾受過傷人員重回戰場(運動場)，其一可減少在運動場上的疼痛感，增加自信心，以獲得好的表現及成績；其二在復健過程給予患部支撐與心理支持，協助引導患者復健姿勢正確性，加快復健期程；或者是針對尚未受過傷的部位做預防性貼紮，在限制關節活動度情況下維持反應靈活度，減少傷害發生的機率。

不過，並不是實施運動貼紮之後就可以保證百分之百不會受傷，而是受傷的機率相對較低，最主要還是要靠個人平時的體能訓練，全面提升自己的健康體適能(肌力、肌耐力、心肺耐力、柔軟度、身體組成)及競技體適能(協調、速度、爆發力、平衡、反應時間、敏捷)，持續鍛鍊各部位的本體感覺，才能夠負荷長時間、高強度的操練及實戰，並且可以在突發狀況下臨機應變，做出快速又正確的反應動作，避免意外或遭遇不必要的痛苦。若是不幸受傷了，一定要按「P、R、I、C、E」及診斷、治療、復健之程序，檢討受傷的原因，同時建立正向心態，不沮喪、不逃避、不怕痛，正面接受受傷的事實，透過精密儀器來診斷確認自己傷害嚴重程度，尋找適切自身的治療方式，積極復原傷勢，才能降低傷害嚴重情形，另外針對自己不足的部分，循序漸進地加強訓練，徹底遠離各種肌肉骨骼傷害，讓自己的身體保持在最佳的狀態，維持國軍部隊最強戰力。

參考文獻

- 一、 吉本完明，《運動傷害自我防護&機能包紮》(臺北縣：楓書坊文化，2007年12月)。
- 二、 倉持梨惠子，林麗紅《即效運動貼紮》(新北市：三悅文化圖書，2011年8月)。
- 三、 安德魯·貝爾、林晏生，《人體運動解剖全書》(新北市：楓葉社文化，2016年6月)。
- 四、 陳昭瑩、張逸平，《物理治療師教你打球受傷怎麼辦》(台北市：大塊文化，2017年7月)。
- 五、 DK Publishing、李恆儒、宋季純，《運動傷害圖解聖經》(臺北市：旗標，2020年3月)。
- 六、 張曉昀、吳國輝、吳明哲，〈腓骨肌群肌內效貼紮與運動貼紮對踝關節基本運動表現的影響〉《運動教練科學期刊》(新北市)，第29期，華藝數位股份有限公司，2016年12月。
- 七、 邱藍億、林建志、李恆儒，〈暢談慢性踝關節不穩定〉《體育學系學刊》(台中市)，第18期，台灣體育學院體育系，2016年12月。
- 八、 郭藍遠、楊志鴻、林千芬、吳汶蘭、王靜怡、張志仲，〈踝關節貼紮對平衡和高處著地緩衝能力的影響〉《物理治療期刊》(台北市)，第31卷2期，社團法人台灣物理治療學會，2016年12月。
- 九、 何長仁，〈運動員踝關節的傷害與復健〉《輔仁大學體育學刊》(新北市)，第7期，輔仁大學體育學系，2008年5月。
- 十、 盧俊男，〈踝關節運動傷害防治之研究〉《步兵季刊》(高雄市)，第258期，步兵季刊社，2016年12月。
- 十一、 鍾志緯，〈降低障礙超越運動傷害之探討〉《步兵季刊》(高雄市)，第253期，步兵季刊社，2016年12月。

創新重整資訊技術優勢－ 未來多領域作戰的致勝關鍵

(INFORMATION ADVANTAGE: ORGANIZING, PROVIDING DATA TO SOLDIERS KEY TO FUTURE FIGHT)

作者/ SGT. MAJ. RUSSELL BLACKWELL

羅社爾・布萊克威爾 士官長

譯者/林冠良士官長

士官正規班 37 期；曾任職通信士、班長、副排長，現任陸軍步兵訓練指揮部特業組通化小組教官。

取材/2022 年 11 月美國陸軍月刊(ARMY，November /2022)



Tuesday, October 25, 2022

The future is now, and the U.S. Army must move quickly or risk falling behind rapidly modernizing adversaries. The Army finds itself facing unprecedented global challenges. The world continues to become more competitive as near-peer adversaries such as Russia and China seek to challenge U.S. dominance throughout the world.

2022 年 10 月 25 日 星期二

立足現在、展望未來，美國陸軍必須加緊行動，否則會有被快速現代化的敵人超越之風險。陸軍本身在全球正面臨史無前例的挑戰，世局競爭日益激烈，俄羅斯及中國大陸等勁敵刻正在世界各地，試圖挑戰美國的主導地位。

Concurrently, the Army must stand ready to respond to natural disasters at home and abroad, as well as provide humanitarian relief for future pandemics and other unforeseen events outside the scope of war. The Army must transform quickly into a force capable of rapidly gaining and maintaining

information advantage over adversaries to achieve decision dominance at speed and scale like never before.

陸軍必須同時在本土與海外作好天災的應變作為，以及在戰爭範圍之外，為未來大規模流行病及其他突發事件，提供人道救援。陸軍必須快速轉變成為一支能夠速戰速決的勁旅，並在獲致決策主導權上，以前所未有的速度與規模凌駕敵人，確保資訊優勢。

Historically, warfighting, in its most basic form, was defined by a maneuver force closing on an opposing force with direct fire, supported by coordinated and integrated indirect fires to both shape the battlefield and fix and/or finish enemy forces. This was informed by a robust, detailed and time-consuming intelligence preparation of the battlefield and a Military Decision Making Process supported by an integrated network of medical and logistical needs and requirements to sustain the force as it maneuvered across the battlefield.

綜觀歷來陸軍作戰，其最基本的型式係以擁有直射火力的機動部隊，協調整合曲射火力的支援下，實施接敵、型塑戰場、拘束敵軍或是將其消滅。欲達此目的需在周全、詳盡與耗時的戰場情報整備及軍事決心策定程序，以及完整的醫療與後勤供需體系下，方能支持部隊馳騁沙場。

While the Army will always be required at some point to engage in this form of combat, it must begin to revisit what it defines as being in contact with an opposing force. Commanders must examine their battlespace at echelon across all domains and know and understand what adversaries are doing in these competing domains.

儘管陸軍有時總被要求從事此種型式的戰鬥，但卻必須回頭檢視所謂的與敵接戰的定義。指揮官們必須在作戰全程中審視陸、海、空域等作戰空間，並且明瞭對手在這些場域中，正從事何種行動。



Staff Sgt. Noah Straman, of the Ohio Army National Guard's 37th Infantry Brigade Combat Team, fires a DroneDefender to counter a drone attack during an exercise at the Camp Grayling Joint Maneuver Training Center, Michigan. (Credit: Ohio Army National Guard/Spc. Olivia Lauer)

俄亥俄州國民兵第 37 步兵旅戰鬥隊所屬史卓曼上士，於密西根州聯合機動訓練中心所在地格瑞林營區的演訓中發射無人機反制器，反擊無人機的攻擊。

Evolving Process

The need for leaders at echelon to be able to receive and process information to make effective and timely decisions across the breadth of the battlefield also continues to evolve. This is why Secretary of the Army Christine Wormuth stated in her February message to the force that the Army must become a more datacentric Army capable of rapidly processing information to achieve decision dominance over an adversary. The Army must do this at echelon, which leads to a fundamental transformation in warfighting.

演進過程

各級指揮官需要在作戰全程能夠接收及處理資訊，以利在戰場上下達即時而有效之決心，並且隨戰況進展而臨機應變。這也是陸軍部長沃穆思女士本年 2 月在對部隊的講話中所要表達的意涵：陸軍必須成為一支以數據為中心，能夠迅

速處理資訊，並在決策主導權上凌駕敵人的勁旅。陸軍各級部隊必須作到這一點，方能徹底脫胎換骨，並在作戰時制敵機先。

Current and future wars will be driven by decision dominance, and commanders will have to gain an information advantage over the adversary in order to fight and win. This information will come from all domains on the battlefield, starting in space, and reach down to the squad level. It will be derived from the electromagnetic spectrum, cyber and publicly available information. This will be a change that soldiers, leaders and commanders at all levels will have to acknowledge and understand. To do this, the Army must look at warfighting from “space to squad.”

目前與未來的戰爭，將是決策主導權之爭，各級指揮官必須能夠比對手享有資訊優勢，方能戰無不勝，而此種資訊來自於戰場上各種領域，從太空由下一路到達班的層級。它來自電磁頻譜、網路空間及隨手可得的公開資訊等，這是從士兵、基層領導幹部到各級指揮官，都必須明瞭及有所認知的變革。為了達成此一目標，陸軍必須注意“從太空直到班階層”的作戰方式。

This type of transformation is new. Rather than modernizing tanks and artillery, the Army is modernizing the weapon system known as information. To integrate and drive this unprecedented transformation, the Army in February 2020 created the Department of the Army Management Office-Strategic Operations (DAMO-SO). This office serves as the lead integrator for warfighting transformation and information advantage across all domains, focusing on four cross-cutting areas: a centered focus on the theater; empowerment to the warfighter; transformation of how the Army fights; and transformation of how the Army works. These focus areas center on the warfighter and represent the operationalization of information advantage across the joint staff and Army headquarters staff.

陸軍刻正進行武器系統的現代化，即眾所周知的資訊化，此種轉變是全新的，不只是戰車及砲兵的現代化而已。為了整合及推動此一史無前例的轉變，陸軍於2020年2月創立了陸軍部戰略行動管理辦公室(DAMO-SO)。此辦公室成為全領域作戰形態及資訊優勢轉型的帶頭整合者，其重點為4項跨領域的任務：將資訊作戰重心聚焦於戰區內；充分授權(指的是可充分獲得授權對各層級提出所必須獲得之資訊，且各層級須無條件提供，如高司情治單位、電偵單位)給執行任務之作戰人員；依資訊化優勢作為對陸軍原聯合作戰方式實施轉型；和對陸軍原分析作業模式實施轉型。上揭任務著重於陸軍參與任務執行的所有官

兵，以及包含從聯合作戰參謀到陸軍司令部參謀在內，能夠將其所擁有資訊優勢訴諸於作戰化的轉型。



An Ohio Army National Guard soldier observes as UH-60 Black Hawk helicopters bring in howitzers during training at Camp Grayling. (Credit: Ohio Army National Guard/Spc. Olivia Lauer)

一名俄亥俄州所屬的國民兵士兵，在格瑞林營區的訓練中觀看 UH-60 黑鷹直升機吊掛榴彈砲。

Nontraditional Domains

As part of the joint force, the Army will fight in domains not traditionally associated with land combat. These domains will include cyber, the electromagnetic spectrum and space. These nontraditional domains require a fundamental shift in Army doctrine and will require leaders and soldiers at all echelons to examine how information is received, processed and disseminated and by the fastest means possible in order to win. Warfighting from space to squad transforms how leaders receive and process information, which will enable formations to achieve decision dominance across all fronts and allow the Army to fight and win decisively.

非傳統領域

身為聯合兵力之一部，陸軍將在網路、電磁頻譜與太空等非傳統領域上，從事陸地作戰。上揭非傳統領域需要陸軍在準則上作根本的調整，以及各級指揮官與士兵檢視他們如何以最快之方式接收、處理及傳遞資訊，以戰勝敵人。從太空到班層級的作戰，需要徹底轉變各級指揮官接收及處理資訊的方式，以便各作戰單位能夠在作戰全程獲致決策主導權，支持陸軍以果斷堅決之方式克敵制勝。

Many scholars say operations Desert Shield and Desert Storm in 1990 and 1991 comprised the first “space war,” marking the first time that space, the electromagnetic spectrum and cyber warfare were actively employed. The U.S. military used satellite systems for navigation and communication at scale.

許多學者認為 1990 及 1991 年的“沙漠之盾”與“沙漠風暴”等行動，係第一次的“太空戰”，美國軍方全面運用衛星系統於定位及通訊上，從此揭示了太空、電磁頻譜與網路作戰，正式登上戰爭舞台。



Ca

pt. Tucker Palmatier, a cyber electronic warfare officer with the 37th Infantry Brigade Combat Team, monitors radio equipment at Camp Grayling. (Credit: Ohio Army National Guard/Staff Sgt. Scott Fletcher)

第 37 步兵旅戰鬥隊所屬帕爾瑪帝耶上尉，於格瑞林營區監聽無線電設備操作情形。

However, these areas now are contested environments, and the Army must view them as an integrated part of any battlefield it finds itself on. The Army's ability to rapidly integrate, protect, defend and use capabilities that gain and maintain the operational advantage within these domains will be key to success both now and in the future.

然而，這些任務刻正受到作戰環境的挑戰，陸軍必需視這些挑戰為戰場上所無法忽略的一部份，因此陸軍在這些領域擁快速整合、防護、抵禦及運用這些功能，以確保作戰優勢的能力，將是現在及未來成功遂行任務的關鍵。

To do this, the Army must link enterprise-based systems with operational capabilities that drive integrated solutions the Army will face on the modern and future battlefields. Linking space to squad both drives and redefines the concept of "sensor to shooter." It creates a common data fabric that delivers the right data, information, tools and capabilities at the appropriate echelon at the right time. It will create and drive the integrated requirements the Army will require to fight and win, now and in the future.

為達此目的，陸軍必須聯結具作戰功能之先進資訊整合系統，並在面對現在及未來戰場環境時，啟用整體性解決方案。“太空到班階層”的聯結，促成“感應器至射手”觀念的重新界定，創立了共同數據站，將正確數據、資訊、作戰工具及功能，適時地傳遞至所需的部隊手上，促成陸軍在現在及未來，獲致克敵致勝之所需條件。

Linking all assets from space to squad in an integrated data fabric will enable true sensor to shooter capability, linking the appropriate capability to the appropriate target. It also would create a common data fabric, enable predictive logistics to commanders and allow decision-makers to integrate and implement Joint All-Domain Command and Control. This all comes with a renewed definition of who the warfighter is.

在整合的數據站內聯結太空到班階層的所有資訊，可使作戰人員能獲得真實感測戰場即時景況之能力，適切地連接至適宜的目標上。此舉亦可創立共同之數據站，將指揮官之後勤需求預作安排，並讓決策者整合與執行聯合全領域之指管作為。凡此種種皆需重新定義，誰才是執行任務的作戰人員。

Soldiers as Sensors

A warfighter-centered approach will transform how the Army fights. The Army's multidomain transformation will set conditions for the joint force to fight and win integrated campaigns over longer periods of time. It will enable faster and more accurate decision-making in all phases of competition, conflict and crisis through interoperability of all-domain capabilities. Additionally, it will enable the warfighter to make quality and comprehensive decisions rapidly by factoring in the physical, human and informational aspects of both the modern and future environments.

戰士即感測器

將重心放在執行任務的作戰人員之方式，將陸軍之作戰方式轉型。陸軍的多領域轉型，將為聯合部隊在曠時費時的整體戰役上，型塑有利條件，並在所有階段之抗爭、衝突及危機過程中，助其能夠快速而正確地下達決心。此外，亦能讓陸軍戰士在現代及未來的作戰環境中，將各種實體、人員及資訊等面向列入考量，快速下達至當而周延之決心。

Every soldier across the battlefield is a sensor. All soldiers collect data, and they do it through various means. Most, if not all, soldiers are active on multiple social media and digital platforms. These platforms deliver real-time information to soldiers through first-person accounts, news media and the open exchange of information. These platforms will continue to play a role in how warfighting develops and will transform how the warfighter processes information.\

散佈在戰場上的每一名士兵都是感測器，所有士兵藉由不同手段，即使不是全部，大多數的士兵亦會積極透過多重社交媒體及數據平台來蒐集情資。上揭平台藉由單兵依序傳遞之方式，將新聞媒體及公開的資訊交換等即時資訊傳達出去。這些平台，將繼續在戰鬥方式之發展上佔有一席之地，並改變戰場上官兵處理資訊的方法。



Sol

diers from the 10th Special Forces Group (Airborne) prepare to train with crews from the 160th Special Operations Aviation Regiment (Airborne) at Fort Carson, Colorado. (Credit: U.S. Army/Sgt. Isaih Vega)

第 10 空降特戰群與第 160 空降特戰團的官兵，於柯羅拉多州卡爾森堡訓練整備情形

The Army must train and empower the warfighter to make decisions rapidly and at scale by providing operations and intelligence fusion more quickly. This will be a core component of providing the right information at the right moment to ensure that the warfighter is armed with the information needed to fight and win. It will provide greater agility and speed within hours and days, as opposed to weeks and months.

陸軍必須藉作戰與情報部門的整合，訓練及強化官兵快速下達全方位決心之能力。此舉係適時適地提供正確情資的核心要件，有助於參戰部隊獲得克敵制勝之情資需求。此種情報傳遞的靈活性與速度，相較對手需要數週或數月，我方僅需若干小時或幾天，即可達成。

Finally, focus on the warfighter will provide access to information and the ability to operate effectively in a disconnected and distributed environment through resilient and integrated Mission Command, including accessing specific authorities and command relationships. It will allow leaders, through the exercise of disciplined initiative, to measure and take prudent risk as appropriate. It will plug the right sensor into the right shooter at the right time

and move rapidly toward a multidomain-capable formation equipped with the right people, talent, equipment and capabilities.

最後，聚焦於參戰部隊，藉由彈性與整合之任務式指揮，分權負責，提供獲取情資及在失聯與分散式戰場環境下，有效作戰之能力。亦讓各級指揮官，權衡風險後，果敢主動下達決心，並使正確的感測器與適切的射手得以適時而迅速地鏈結，讓配備精良、訓練有素之勁旅，在多領域戰場上縱橫制勝。

Lead Integrator

The director of DAMO-SO, Maj. Gen. Dustin Shultz, often says the office is the “cartilage in the knee” that makes all other mission areas synch. Comprising eight divisions—space, cyber, information, readiness, enterprise, network, strategic support and Mission Command—DAMO-SO integrates and synchronizes Army initiatives within the Office of the Deputy Chief of Staff for Operations, Plans and Training, G-3/5/7, and across the Army Staff, which leads efforts with all-domain transformation.

帶頭整合

陸軍部戰略行動管理辦公室(DAMO-SO)主任，達斯汀·舒茲(Dustin Shultz)少將，經常提及該辦公室的角色就像“膝蓋上的軟骨”，讓太空、網際網路、資訊、戰備、民間企業、網路系統、戰略支援與任務指揮部及 DAMO-SO 本身等八大部門，與作戰次長室(參三)、計畫次長室(參五)與訓練次長室(參七)及陸軍所有幕僚單位，合作無間地在各任務領域中，順暢運作並獲致全方位的轉型。

The directorate strives to maintain strong relationships with the U.S. Army Futures Command and works to assess and integrate the future operational environment, emerging threats and technologies to provide warfighters with concepts and future force designs needed to win.

各單位主管努力與陸軍未來指揮部，維持緊密的合作關係，針對未來之作戰環境、不斷出現之威脅及科技進展等，進行評估與整合，以提供作戰部隊在未來克敵制勝，所需之作戰思維及編裝。



First Lt. Briana Harvey, of the Maryland Army National Guard, monitors network activity during a cyber exercise at the Laurel Readiness Center, Maryland. (Credit: Army National Guard/Sgt. Tom Lamb)

隸屬馬里蘭州陸軍國民兵的布萊娜·哈維伊(Briana Harvey)中尉，在該州勞瑞爾戰備整備中心的網際網路演習中監看網路活動情形。

The total force will transform into Army 2030, meeting its enduring responsibility as part of the joint force and retaining its position as the globally dominant land power. As it takes the lead on this integration, DAMO-SO plays a leading role in the integration and synchronization of Army transformation by doing several tasks:

- Continually assessing and driving the delivery of a unified network.
- Developing and integrating the Global Force Information Management Objective Environment that redesigns and modernizes the multidomain-capable force and aligns it with the Regionally Aligned Readiness and Modernization Model.
- Conducting analysis and making decisions about investments for efforts that don't meet Army 2030 objectives.
- Continuing to drive a campaign of learning that provides the framework to align formal training, experimentation and exercises.

美國陸軍將轉型成為“2030 年的陸軍”，符合其身為聯合部隊的永久性軍種責任，並確保其全球性地面部隊的主宰角色。身為這波整合行動的領頭羊，

陸軍部戰略行動管理辦公室在陸軍轉型的整合與協調合作行動中，佔有至關重要的角色功能，其任務計有：

- 持續評估及推動網路系統的整合。
- 研發及整合全球兵力資訊管理目標與環境，重新設計與更新具多領域作戰能力之兵力，符合區域戰備整備及現代化模式。
- 針對無法符合“2030 年的陸軍”之目標及有關的投資效益，進行研析及決心下達。
- 持續推動提供正式訓練、試驗及演習之學習架構。

All this requires a fundamental shift in culture and processes in order to enable critical capabilities.

凡此種種皆需從文化面，作基礎性的變革及按步就班地進行，以獲致關鍵性的能力。

DAMO-SO finds itself on the cusp of Army transformation and, by working by, with and through other members of the Army Staff, develops operational enablers to drive this shift. These enablers include innovation governance, capability and mission management, change management, monitoring of transformation progress and striving for a culture of change.

陸軍部戰略行動管理辦公室發現其身處陸軍轉型的風口浪尖上，藉由與陸軍各幕僚單位的共同合作，開發各種提升作戰效能的轉型變革，這些轉型效能包含了管理體系、職能及任務管理、變革管理及轉型進程的監督及組織文化變革等的創新作法。

In short, DAMO-SO serves as the Army Staff lead for warfighting transformation by integrating, prioritizing and synchronizing multidomain and data-enabled systems across the electromagnetic spectrum and the space and cyber domains. This transformation supports Army modernization, information advantage and decision dominance.

總而言之，陸軍部戰略行動管理辦公室，在電磁頻譜及太空網路等領域，藉由整合、排定優先順序及協調多領域與數據賦能系統，作為陸軍作戰模式轉型的領頭幕僚。而此種轉型支持了陸軍現代化、資訊優勢及決策主導權等的確保。

Embrace Change

As the Army transforms into Army 2030, leaders must rapidly embrace change. Future battlefields will consist of domains that will be unseen, creating a new form of rapid, violent and decisive engagements occurring over prolonged periods of time. As Wormuth stated in October 2021, “The stakes are high.” The Army must transform into a datacentric, capable force rapidly and at echelon because data will play a key role in future fights.

接納變革

隨著陸軍轉型成為“2030 年的陸軍”各級指揮官必須快速接納變革，未來的戰場將是看不見、一種曠日費時且全新的快速、殘暴而致命的交戰模式。正如陸軍部長沃穆思女士在 2021 年 10 月所說：戰爭的賭注很高昂。數據資訊將在未來戰爭中扮演關鍵角色，因此陸軍必須轉型成為以數據資訊為中心的現代化勁旅。

Furthermore, all soldiers must understand their role, and the Army must embrace new ways of viewing warfighters. Troops must enter the battlefield equipped to rapidly receive and process information and achieve decision dominance to maintain a tactical advantage over an enemy. Transformation must occur quickly. The Army's future adversaries recognize the need for change as well. DAMO-SO will be at the forefront of Army modernization as soldiers chart the way to Army 2030 and beyond.

此外所有的官兵必須瞭解他們的角色定位，陸軍亦必需以新的方式看待所有參戰官兵。各級部隊必須配備快速接收、處理資訊及獲致決策主導權，以確保戰術優勢並凌駕敵人。陸軍未來的對手同樣意識到變革的需求，因此轉型必須要快。隨著所有官兵朝著“2030 年的陸軍或超越它”的目標大步向前的同時，陸軍部戰略行動管理辦公室將會是陸軍現代化的最前鋒。

Sgt. Maj. Russell Blackwell assumed duties as the senior enlisted leader of Headquarters, Office of the Deputy Chief of Staff for Operations, Plans and Training, G-3/5/7, Strategic Operations Directorate, U.S. Army, the Pentagon, in November 2021. Previously, he was the garrison command sergeant major, Fort Sill, Oklahoma. He has deployed twice during Operation Iraqi Freedom. He has a master's degree in international affairs from the University of North Georgia.

「步兵季刊」徵稿簡則

- 一、徵稿題材以戰史研究、地面作戰戰術戰法、未來作戰形態發展、步兵未來編裝研究、前瞻步兵未來發展、步兵武器未來規劃、先進國家高效能步兵裝備武器研析、軍事行動指揮程序、戰場情報整備、共軍軍武發展概況、共軍相對性敵情威脅研究與可提升步兵建軍備戰具參考價值稿件均歡迎踴躍投稿。
- 二、本刊發行時間為每年 2、5、8、11 月；歡迎踴躍投稿。
- 三、文稿以自行創作為主、譯稿（請附原文並取得授權證明）每期 1-2 篇，譯稿內容需符合本刊發行宗旨；文稿不作連續性刊登，以確保文章之完整，並嚴格限制一稿多投；另本刊以兵科專業研究為範疇，對於尚未公開之機敏性資料請勿納入。
- 四、來稿一經刊登，著作財產權即歸本刊所有，作者須簽署著作授權書及機密訊聲明與著作授權同意書，以利國家圖書館與其他資料庫業者擴大推廣與利用。
- 五、件格式為：題目、作者簡介、提要、前言、本文（分成若干段落）、結語、參考文獻。
- 六、來稿力求精簡，字數以 8 千字以內為原則，盡量避免超過 1.2 萬字，提要約 400 字(條列式)。
- 七、接獲投稿稿件及由主編實施篩選與過濾，符合本刊之宗旨與基本要求標準之稿件，依屬性與專業領域即進入審查程序，分別為匿名雙審-複審-審定(由發行人核定)，以力求稿件周延與完善。
- 八、請使用 WORD 軟體編排（新細明體 14 號字、雙面列印），版面編排為 A4 紙張直向、橫打、行間設為“固定行高”22pt、版面上下左右各空 2cm、字體為標楷體 14pt。
- 九、文中如有引用他人著作內容，請於註釋中詳列出處，並在該文句後以 **Word”插入/參照/註腳”方式隨頁註**。譯稿必須註明出處、原文標題、原作者姓名、頁碼等，並附上原文影本及授權同意書。
- 十、來稿請於文末詳細註明：現任單位、級職、姓名、學／經歷、通訊地址、身份證字號及連絡電話等資料，以利本刊代為申請（寄奉）稿酬、申報所得稅及連絡用。**個人基本資料將妥慎保管，不做其他用途。**
- 十一、投稿請將檔案寄 OWA〈宮欽同〉或鳳山郵政 90680 附 4 號信箱步兵季刊

社收。(或高雄市鳳山區鳳頂路 1000 號步兵季刊社宮主編收) 文稿一經刊登，將從優致贈稿酬。

十二、本刊已於 95 年起改發行電子期刊，並刊載於國防部全球資訊網(民網)→軍事刊物網頁中，網址為：<https://www.mnd.gov.tw>。

十三、本社對來稿有權刪改。抄襲稿件經原作者檢舉屬實，則由投稿人自負法律責任，本社並列入未來拒絕刊載記錄。

十四、本刊發行之稿件內容、圖片與表格未經本社之授權，不得任意引用、抄襲或挪作其他刊物運用。

稿件編排格式：

○○○楷體、粗黑、居中 作者／姓名 階級

兩吋照片〈軍便服結領帶〉置於左上角，作者簡介：學歷、經歷、現職。〈作者簡介放在照片右邊〉

提要(條列式) 18pt 粗黑

一、○○○○○○○○○○○○○○○○○○○○

○○○○○〈通常 3-4 點說清楚即可〉

關鍵詞-14pt 新細明體

壹、前言-18pt 粗黑

○○○○○○○○○○○○○○○○○○○○

○○○○○○○○○○○○○○○○○○○○

貳、本文

一、○○○○○ (次標題 14pt，不要加粗)

○○○○○○○○○○○○○○○○○○○○

○

○○○○○○○○○○○○○○○○○○○○。

(一)○○○○○

○○○○○○○○○○○○○○○○○○○○。

(請避免使用到 1.2 阿拉伯數字之排序)

○○○○○○○-22 標

備註：

- 版面設定：A4 紙張縱向、橫打，上下左右邊界各 2 公分。
- 中文為新細明體體字型、英文為 Times New Roman 字型。
- 題目：20pt 字。
- 提要、前言、本文、結語、參考文獻等大標題皆為 18pt 字，加粗。
- 「註釋」是以隨頁註 (Word：插入/參照/註腳) 方式標示。「參考資料」則可於文末斟酌列出。
- 英文原文及縮寫格式：(英文原文，縮寫)，例：微型系統技術室(Micro-System Technology Office, MTO)。
- 圖片名稱與資料來源均置於圖片下方。
- 表格名稱置於表上方，資料來源置於表下方。

步兵季刊註釋撰寫注意事項

- 一、本刊採用之文稿，引註均須詳列資料來源，請採用隨頁註方式，以利讀者查閱資料來源。如引註係轉引自其他書籍或論文，則另
- 一、他人著作，且未以任何形式出版、投稿及發表於其他刊物或研討會，並同意著作財產權於文章刊載後無償歸屬陸軍步兵訓練指揮部(下稱貴部)所有，且全權授予貴部將文稿進行重製及以電子形式透過網際網路或其他公開傳輸方式，提供讀者檢索、下載、傳輸、列印使用。
- 二、著作權聲明：本人所撰文章，凡有引用他人著作內容者，均已明確加註並載明出處，絕無剽竊、抄襲或侵害第三人著作權之情事；如有違反，應對侵害他人著作權情事負損害賠償責任，並於他人指控貴部侵害著作權時，負協助貴部訴訟之義務，對貴部因此肇致之損害並負賠償責任。
- 三、文稿一經刊載，同意《步兵季刊》採用創用 CC  「姓名標示-非商業性-相同方式分享」3.0 版臺灣授權條款，授權予不特定之公眾利用本著作，授權機制如下：
- (一)姓名標示：利用人需按照《步兵季刊》指定方式，標示著作人姓名。
- (二)非商業性：利用人不得為商業目的而利用本著作。
- (三)相同方式分享：若利用人將他人著作改變、轉變或改作成衍生著作，必須採用與本著作相同或相似、相容的授權條款、方式，始得散布該衍生著作。
- 授權條款詳見：<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/3.0/tw/>
- (四)論文內容均未涉及機密資訊，如有違反規定，本人願接受應有處分。
- (五)授權人(即本人)：(親簽及蓋章)
- (六)身分證字號：
- (七)連絡電話：
- (八)住址：

中 華 民 國

年

月

日