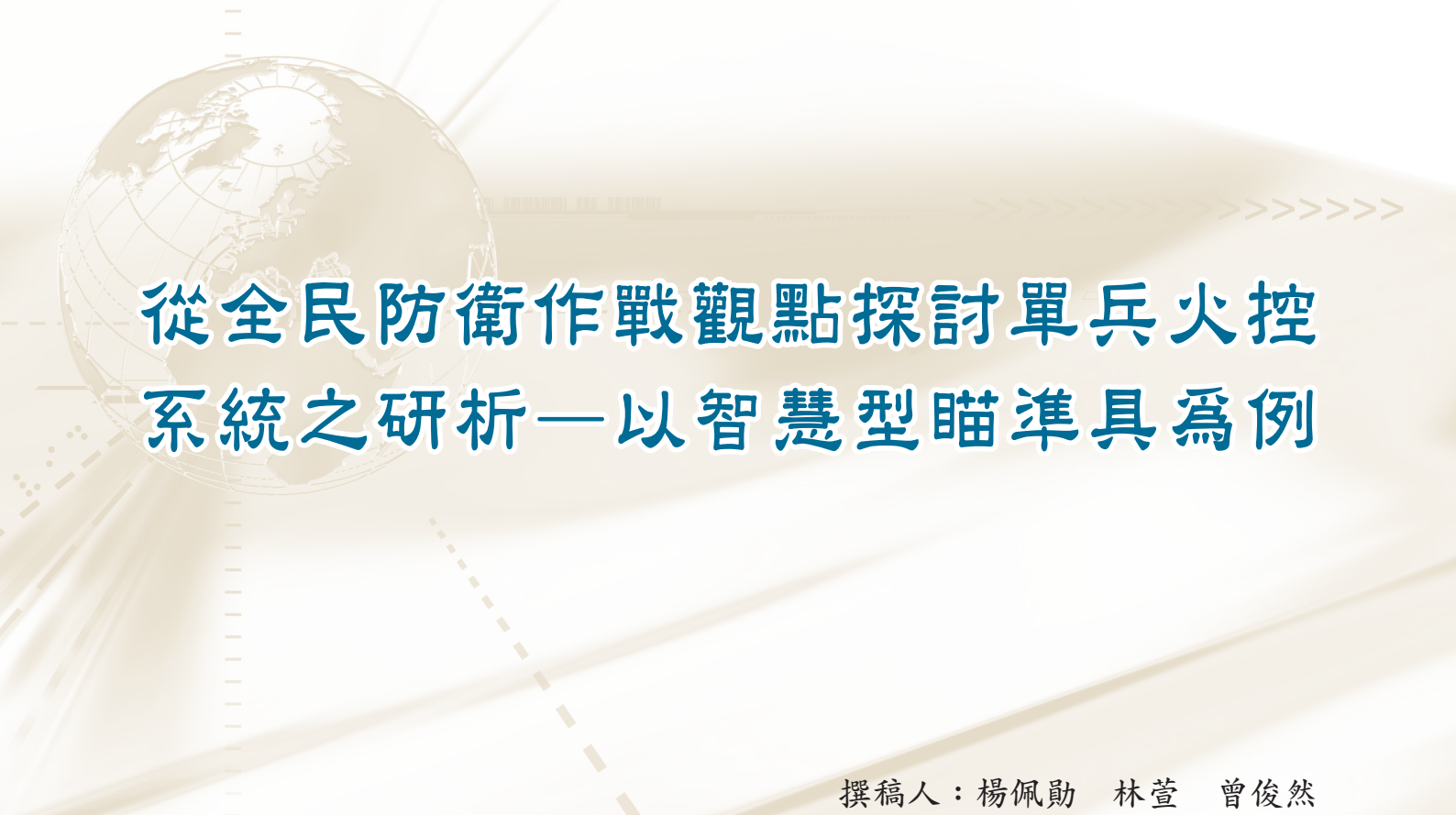




從全民防衛作戰觀點探討單兵火控系統之研析—以智慧型瞄準具為例

撰稿人：楊佩勛 林萱 曾俊然

摘 要

本研究探討智慧型瞄準具在全民防衛作戰與不對稱作戰中的應用，特別關注其技術發展、戰術價值及各國應用案例。俄烏戰爭凸顯了精準武器與單兵作戰能力的重要性，我國國防戰略亦強調發展「機動、小型、人攜式及人工智慧(AI)」武器裝備，以應對現代戰場需求。智慧型瞄準具透過人工智慧、影像辨識、彈道計算與自動目標鎖定技術，有效提升單兵射擊精準度，減少彈藥浪費，提高戰術效能。

本研究運用SWOT分析法評估智慧型瞄準具的優勢與挑戰，並比較美國XM157、以色列SMASH 2000、TrackingPoint、法國SCORPION FELIN與中國QTS-11等代表性產品的技術與戰術應用。此外，根據我國國防戰略，評估智慧型瞄準具對主戰、守備及後備部隊的適用性，並提出研發生產建議，以提升國軍整體戰力與國防自主能力。研究結果顯示，智慧型瞄準具代表未來單兵作戰裝備的發展趨勢，其高精準性、多功能性及資訊化特性將有效提升國軍作戰效能。國軍應持續關注智慧型瞄準具的技術發展，積極引進先進技術，並針對不同部隊的需求進行部署。同時，需加強資訊安全防護，培養專業人才，提升國軍的研發和維護能力，以強化國防實力。

關鍵字：全民防衛作戰、人工智慧(AI)、智慧型瞄準具、SWOT分析、國防自主



壹、前言

2022年2月24日，俄羅斯片面宣布以「去軍事化」與「去納粹化」為訴求，對烏克蘭發動「特別軍事行動」，戰火瞬間引爆。¹戰事初期，俄國軍隊兵分多路大規模入侵烏國重要城市，企圖迅速癱瘓烏軍防禦體系，卻遭遇烏克蘭軍隊頑強抵抗。²然而，憑藉全民動員的防衛作戰模式，烏克蘭軍民展現強大韌性，不僅依靠堅定的士氣與戰術靈活性，更充分運用精準打擊武器與城市游擊戰，成功遏止俄軍推進，³更成功將戰局由俄方預期的「快速決戰」拖延為「消耗戰」，迫使俄軍付出高昂代價。⁴

與此同時，美國國防部在《2024年中國軍力報告》中持續警示，共軍對臺軍事威脅日益升高，兩岸軍力失衡問題日趨嚴峻。⁵當俄國大軍步步進逼、以強凌弱，烏克蘭民眾浴血奮戰、寧死不屈的場景一再上演，對應目前臺海情勢敵大我小的局面，俄烏戰爭所展現的全民防衛精神與不對稱作戰策略，正是臺灣當前國防戰略的重要借鏡。以2023年舉

行的漢光40號演習為例，在兩岸關係緊張加劇的背景下，演習內容涵蓋多層次防禦設計，並強化不對稱作戰能力，進一步體現臺灣國防戰略核心已從早期的「防衛固守、有效嚇阻」，發展至今日的「防衛固守、重層嚇阻」，以應對可能的入侵威脅。⁶從「決戰境外」的防衛思維轉向「重層嚇阻」，我國的國防戰略聚焦於多層次防禦部署，包括「拒敵於彼岸、擊敵於半渡、毀敵於水際灘頭、殲敵於城鎮陣地」等階段性作戰概念。⁷城鎮戰作為最後一道防線，不僅攸關戰場存續，更能爭取國際盟邦的介入時機。在此戰略架構下，如何提升單兵戰力，使其在防禦作戰中發揮最大戰術效益，成為國防科技發展的重點課題。

從俄烏戰爭的實例可見，現代防禦作戰必須仰賴高度機動與隱蔽戰術，並運用不對稱作戰思維削弱敵軍優勢，以達成戰略遲滯效果。臺灣地狹人稠，防禦縱深有限，因此我國國軍積極發展「機動、小型、人攜式及人工智慧 (Artificial Intelligence, AI)」武器裝備，並廣泛運用無人機與精準打擊系統，以強化不對稱作

1 吳玉山，《如何站位？俄烏戰爭與戰略抉擇》（臺北：聯經出版公司，2023年），頁317。

2 崔琳，《俄羅斯入侵烏克蘭：認同差異與地緣政治衝突》（臺北：財團法人國策研究院文教基金會，2022年），頁5。

3 鄭閔聲，〈臺灣啟示臺烏戰略地位截然不同建立全民戰鬥意志才是關鍵〉，《今周刊》，2022年3月2日，〈<https://www.businesstoday.com.tw/article/category/183025/post/202203020056>〉（檢索日期：2025年1月9日）。

4 相振為、三立電視，《消失的國界：戰火下的烏克蘭》（臺北：時報文化出版企業股份有限公司，2022年），頁42。

5 黃嫻涵、陳柏諭，〈美國防部發布《中國軍力報告》示警共軍對臺灣威脅升高〉，《公視新聞網》，2024年12月19日，〈<https://news.pts.org.tw/article/729590>〉（檢索日期：2025年1月10日）。

6 湯名暉，〈漢光40號演習啟示——城鎮戰是回應戰略縱深退縮的現實〉，《上報》，2024年7月27日，〈https://www.upmedia.mg/news_info.php?Type=2&SerialNo=207178〉（檢索日期：2025年1月10日）。

7 林柏宏、謝志淵，〈臺澎防衛作戰聯合火力「擊殺鏈」建構與運用之研究〉，《陸軍學術雙月刊》，第60卷，第595期，2024年6月，頁103。

戰能力。⁸

在現代戰爭的演變過程中，精確射擊與快速反應能力已成為步兵作戰效能的關鍵要素。隨著科技進步，單兵裝備的智慧化成為提升部隊戰力的重要發展方向，特別是在全民防衛作戰概念下，如何讓後備部隊與一般民兵能迅速適應戰場環境，並提升戰鬥力，是國防戰略的重要課題。⁹其中，單兵火控系統(Fire Control System, FCS)即為步兵戰鬥效能的核心技術之一。在戰場上，單兵步槍射擊的精準度直接影響作戰單位的存活率與作戰效能。然而，傳統機械式瞄準裝置受限於人眼視力、環境光源及射手經驗，影響射擊精準度與戰場反應速度。因此，智慧型瞄準具(Smart Sight)應運而生，透過影像處理、彈道計算與自動目標鎖定技術，協助單兵在高壓戰鬥環境下，能保持穩定射擊表現與戰場感知能力，確保戰術優勢。¹⁰

目前，智慧型瞄準具主要配備於特種部隊與專業射手，尚未普及至後備軍人與一般部隊，主要受限於裝備成本、技術適應性與訓練需求等因素。因此，本研究將探討智慧型瞄準

具如何融入全民防衛作戰體系，並分析其技術可行性、戰術價值及對整體作戰效能的影響，以提供國防政策與技術發展的參考依據。

智慧型瞄準鏡以其「機動性強、小型化、便於攜帶以及結合人工智慧」等特點，在不對稱作戰與城鎮戰環境中展現極高價值，更實現了「精準式狙擊、發現即擊殺」的戰術可能性。¹¹美國陸軍在次世代班用武器(Next Generation Squad Weapon，以下簡稱NGSW)計畫中，採用西格紹爾公司(Sig Sauer, Inc)產製的兩種次世代班用武器：XM5步槍(NGSE-R)與XM250自動步槍(NGSW-AR)，¹²並搭配了具有自動彈道解算功能的次世代武器射控系統(Next Generation Squad Weapon-Fire Control, NGSW-FC)XM157瞄準鏡，未來射手在鎖定目標後，系統自動計算生成瞄準點，依系統指示瞄準扣下板機，避免首發誤射，以有效發揚精準火力。¹³再舉以哈衝突為例，在加薩作戰的以色列國防軍(Israel Defense Forces, IDF)步兵配備了SMASH智慧型瞄準鏡，提高了射擊命中率。¹⁴目前SMASH系統在2018年由IDF

8 國防部，〈中華民國112年國防報告書〉，(臺北：國防部，2023年)，頁64。

9 洪瑞閔，〈後備動員制度在不對稱作戰中的角色：芬蘭的案例分析〉，《國防情勢特刊》，2020年8月7日，第4期，頁54。

10 Norman Coleman, Ken Lam, Ketula Patel, Gregory Roehrich, & Ching-Fang Lin, "Network Centric Multiple Manned/Unmanned Systems (UMS) Navigation and Control Coordination," In AIAA Guidance, Navigation and Control Conference and Exhibit (Honolulu, Hawaii: 2008, August), p.6672.

11 劉建元、周俊辰，〈走近槍械瞄準鏡，看看它如何幫助射手實現精準命中〉，《中國軍網-解放軍報》，2021年3月5日，〈http://www.81.cn/yw_208727/9996717.html〉(檢索日期：2025年1月15日)。

12 United States Army Public Affairs, "Army Awards Next Generation Squad Weapon Contract," April 19, 2022, 〈<https://reurl.cc/rDDVDO>〉(檢索日期：2025年1月15日)。

13 陳柏宏，〈美軍次世代班用武器(NGSW)計畫之觀察〉，《國防安全雙週報》，第53期，2022年5月6日，頁67。

14 孫首席，〈以哈戰大顯神威！她讓每個士兵都成神槍手〉，《萬維讀者網》，2024年1月7日，〈<https://news.creaders.net/world/2024/01/06/2686496.html>〉(檢索日期：2025年1月17日)。



正式部署服役外，¹⁵英國、荷蘭、巴西等國都導入了SMASH系統，就連美國陸軍、海軍陸戰隊傳統作戰單位也開始採購SMASH 2000和SMASH 2000Plus等裝備。¹⁶在面對現代戰爭型態改變及我國國防軍事戰略指導調整下，智慧型瞄準鏡之發展與應用顯得格外重要。

隨著現代戰爭環境的變遷，智慧型科技的導入成為提升單兵戰力的重要途徑。在全民防衛作戰的架構下，如何運用智慧型瞄準具來增強後備部隊的戰鬥能力，將是未來國防發展的重要課題。本研究希望透過系統性地分析先進國家尖端精良的智慧型瞄準鏡，並結合我國國防實際需求，分析國軍各類部隊特性及任務，提供相關政策與技術發展的參考依據，進一步強化全民防衛體系的整體作戰效能，以期提升我國軍事裝備智慧化程度及軍隊整體戰鬥力。

貳、單兵射擊火控系統

一、射擊火控系統概述

射擊火控系統(Fire Control System, FCS)是一種整合性裝置，主要用於提升武器射擊的準

確性與作戰效率。¹⁷現代火控系統透過感測器獲取目標位置、運動狀態及環境條件等數據，經計算後引導武器進行精準攻擊，大幅提升射擊成功率並降低彈藥浪費。¹⁸現今的火控系統廣泛應用於各類武器平臺，包括艦載、空載、陸基武器與個人武器系統。其核心組成通常包含感測設備(雷射測距儀、紅外線探測器)、計算設備及自動控制機制，透過即時數據處理，提高射手在各種作戰環境中的作戰效能。¹⁹

火控系統的主要功能可概括如下：²⁰

- (一)目標偵測與追蹤：利用雷射測距、紅外線、光學裝置及其他感測技術進行目標定位，並能持續追蹤移動目標。
- (二)數據處理與射擊計算：考量目標距離、槍口速度、氣溫、氣壓、傾斜度、彈道等因素，計算最佳射擊解，確保命中率。
- (三)武器引導與射控調整：將計算結果應用於武器系統，進行自動或半自動攻擊，協助射手精準攻擊目標。

二、國軍現役單兵瞄準系統

在單兵武器裝備方面，國軍目前配備多款

- 15 王能斌，〈英特戰單位步槍配備先進數位化瞄具 強化反無人機能力〉，《上報》，2024年3月7日，〈https://www.upmedia.mg/news_info.php?Type=3&SerialNo=196517〉(檢索日期：2025年1月17日)。
- 16 里亞博夫基里爾，〈Smart Shooter SMASH的商業成功〉，《Top War軍事評論》，2021年2月19日，〈<https://zh-cn.topwar.ru/180115-kommercheskie-uspehi-umnyh-ricelov-smart-shooter-smash.html>〉(檢索日期：2025年1月17日)。
- 17 United States Army Materiel Command, Engineering Design Handbook: Fire control Series (Washington, D.C.: U.S.Government Printing Office, 1976), <<https://apps.dtic.mil/sti/tr/pdf/AD0830809.pdf>>(檢索日期：2025年1月14日)。
- 18 孫健、鄧方、陳傑，〈陸用運動體控制系統發展現況與趨勢〉，《自動化學報》，第44卷第11期，2018年，頁1985-1999。
- 19 劉宇捷，〈軍武新知〉會移動的槍托！ZeroMark的AI FCS有助單兵狙殺無人機〉，《自由時報》，2024年10月25日，〈<https://def.ltn.com.tw/article/breakingnews/4841968>〉(檢索日期：2025年1月14日)。
- 20 Richards, Mark A., James A.Scheer, and William A.Holm, Principles of Modern Radar (Raleigh, NC: SciTech Publishing, 2010), p.37.

由國防部軍備局生產製造中心第401廠(以下簡稱401廠)研發與生產的瞄準具，以提升步槍與狙擊武器的戰場效能。

目前國軍現役瞄準鏡主要包括：²¹

- (一)TS91B式瞄準鏡：適用於制式步槍，提供基本光學5倍放大，提高中距離射擊精準度。
- (二)TS95式狙擊鏡：提供光學10倍放大，專為狙擊步槍設計，適用於遠距離精準射擊。
- (三)TS112式反射式內紅點瞄準鏡：內建紅點瞄準機制，適用於快速反應射擊，提升近距離作戰時的射擊速度與命中率。
- (四)TS112式近戰瞄準鏡：提供光學4倍放大及7度視角，設計同時用於城鎮戰狹窄戰場環境及開闊地，強調快速鎖定目標與動態射擊能力，適用多種環境與突擊任務。

此外，401廠近年來也積極投入變焦式瞄準鏡與新型狙擊鏡研發，以提供不同作戰距離需求的光學輔助，克服傳統準覘的限制，協助射手於作戰中迅速完成精準射擊，提高單兵射擊精準度以及戰場適應力，相關裝備資訊如表1所示。²²

使用瞄準鏡能有效克服傳統準星與覘孔(Iron Sight)的限制，提升射手在不同戰場環境

下的應變能力。²³其優勢主要包括：

- (一)提升射擊精準度：光學與電子輔助瞄準技術，減少人為誤差，使射手即便在高壓環境下也能精確命中目標。
- (二)縮短射擊反應時間：內建紅點或智能計算功能，可加快目標鎖定，提高第一發命中率。
- (三)增強夜間與惡劣環境作戰能力：部分型號支援紅外線或低光源模式，使射手能在夜戰與惡劣天候下作戰。

在全民防衛作戰架構下，後備部隊與民防武裝的戰力建構至關重要，因此未來應考量如何普及智慧型瞄準具，讓非專業軍人也能快速適應戰場環境，進一步提升全民作戰效能。

參、智慧型瞄準具

在輕兵器(如槍械、迫擊砲等)射擊訓練中，單兵精準射擊向來是核心課目。然而，對於普通士兵而言，要顯著提升射擊精度，往往需要經歷長期、反覆的訓練；若要成為一名專業狙擊手，更需付出數倍的時間與大量彈藥消耗。為解決此一瓶頸，增加武器射擊效能，各國持續投入資源開發(如狙擊鏡、雷指器)輔助射擊。而智慧型瞄準具的誕生，將這一技術領域推向全新高度，為現代作戰提供了革命性的

21 何勁陞，〈國防部軍備局401廠 內紅點瞄準鏡進入測評中〉，《亞太新聞網》，2018年11月5日，〈<https://www.atanews.net/?news=50933&fbclid=IwAR3LbFIN5HVSOh6PbtJOtYNLTpdKf0-SUVFErvG3Z7dj2MvuFuhMPQ1nzSY>〉(檢索日期：2025年1月13日)。

22 吳哲宇，〈國造T112新式步槍正式公開 配件一應俱全可搭三種瞄具〉，《自由時報》，2024年10月9日，〈https://def.ltn.com.tw/list/11?utm_source=DEF&utm_medium=previous_banner&utm_campaign=previous〉(檢索日期：2025年1月13日)。

23 吳哲宇，〈增加射擊精準度 顧立雄表態將全軍採用新步槍光學瞄具〉，《自由時報》，2024年7月10日，〈<https://def.ltn.com.tw/article/breakingnews/4731894>〉(檢索日期：2025年2月20日)。



表1 第401廠開發之單兵瞄準裝備

裝備名稱	TS112式近戰瞄準鏡	TS112式反射式內紅點瞄準鏡
照片		
倍率	4倍	1倍
裝備名稱	TS91B式瞄準鏡	TS95式狙擊鏡
照片		
倍率	5倍	10倍
裝備名稱	變焦式瞄準鏡	變倍式狙擊鏡
照片		
倍率	1.5倍至6倍	5倍至25倍

資料來源：國防部軍備局生產製造中心第401廠，〈臺灣創新技術博覽會〉，《臺灣技術交易資訊網》，〈https://tie.twtm.com.tw/zh-tw/exhibition-search?pavilion_id=&orderBy=1&year=2024〉(檢索日期：2025年1月20日)，由作者自行彙整製表。

解決方案。²⁴

一、智慧型瞄準具技術概述

智慧型瞄準具透過多種先進技術整合，提高單兵的射擊準確度與戰場感知能力。其核心技術可分為光學與感測技術、數據運算與彈道補償、人機介面與控制三大類別，每個部分相互配合，以提供最精確、最即時的射擊輔助。

相較於傳統機械瞄準具，智慧型瞄準具透過人工智慧、影像辨識、彈道計算與自動目標鎖定等技術²⁵，使射手能夠在快速變化的戰場環境下進行高精度射擊。

智慧型瞄準鏡由多種模組構成，包括核心主機、傳感器組件、顯示屏、彈道計算軟體以及供電裝置。該設備結合光學火控系統，能精確探測、鎖定並追蹤目標。傳感器組件則實施監測目標所在位置的氣壓、風力、風向等多種環境參數。彈道計算軟體會根據這些數據，快速分析影響子彈飛行軌跡的所有因素，並以極高的速度提供最佳彈道方案，幫助射手在最短時間內完成精準射擊。²⁶其主要技術構成包括：

(一)光學與感測技術：光學與感測技術是智慧型瞄準具的基礎，影響射手的視野、射程與環境適應能力，利用光學原理和感測器來收集、分析與處理資訊。²⁷現代智慧型瞄準具通常包含以下組件：

1.可變倍率光學系統(Variable Zoom Optics)

*傳統瞄準鏡通常採用固定倍率，而智慧型瞄準具則廣泛應用可變倍率(Variable Zoom)技術，例如1-8x、1-10x甚至更高的倍率範圍。

24 江飛宇，〈美軍評估智能瞄準鏡 保證「百發百中」〉，《中時新聞網》，2020年2月3日，〈<https://www.chinatimes.com/realtimenews/20200203003922-260417?chdtv>〉(檢索日期：2025年1月20日)。

25 U.M.Jeevan, & H.T.Manjunatha, "Smart Sight: Real-Time Object Detection and Distance Estimation," JNNCE Journal of Engineering and Management, Special Edition 2, 2024, p.456。

26 劉俊彪、王曉琴，〈智能瞄準鏡：讓普通士兵變"神槍手"〉，《中國軍網-中國國防報》，2020年2月18日，〈http://big5.xinhuanet.com/gate/big5/www.xinhuanet.com/mil/2020-02/18/c_1210479741.htm〉(檢索日期：2025年1月18日)。

27 王司龍、胡健釗、孫愛平、李訓牛、曹新飛、董江濤、陳潔，〈基於電子轟擊型主動像素感測器的瞄準鏡光學系統設計〉，《紅外技術》，第47卷第2期，2025，頁148-158。

*可變倍率可讓射手依據近戰(Close-Quarters Battle, CQB)或遠距狙擊需求快速調整視野，提升戰場適應能力。

2.紅外線與夜視功能(Infrared & Night Vision)

*戰場環境經常變化，特別是在夜間或低光環境下作戰時，普通光學瞄準具的效能將大幅下降。

*高階智慧型瞄準具通常配備熱成像(Thermal Imaging)或夜視增強(Night Vision Enhancement)模組，能在完全黑暗、煙霧、雨雪等環境下，透過溫差或微光增強技術偵測目標。

*例如，美軍AN/PAS-13熱成像瞄準鏡能透過紅外線偵測偽裝的敵軍。²⁸

3.雷射測距與彈道修正計算機(Laser Rangefinder & Ballistic Calculator)

*雷射測距儀(Laser Rangefinder)：能夠精準測量射手與目標之間的距離，即時提供射擊參數。

*環境感測器(Environmental Sensors)：包含氣壓計、溫度計、風速計、傾角感測器等，可計算環境因素對彈道的影響，修正射擊軌跡。

*這些感測數據與AI運算相結合，可自動補償射擊誤差，提高遠距離射擊精度。例

如，以色列SMASH 2000瞄準系統可透過內建計算機自動補正彈道。²⁹

(二)數據運算與彈道補償技術：智慧型瞄準具的核心優勢在於即時數據運算與彈道補償技術，透過AI與內建電腦演算法，提供射手最佳射擊方案。

1.彈道計算系統(Ballistics Calculation System)

*傳統射手需要自行考量子彈飛行時間、重力影響、風速、溫度、濕度等因素來調整射擊，而智慧型瞄準具透過內建電腦，可即時計算這些數據，提供最佳瞄準點。

*例如，美軍的NGSW-FC XM157即具備彈道計算功能，可根據距離和環境數據自動調整射擊參數。

2.自動目標鎖定(Auto Target Tracking)

*透過電腦視覺(Computer Vision)與人工智慧技術，智慧型瞄準具可以自動偵測與標記敵軍位置。

*例如，以色列的SMASH X4系統可自動辨識移動中的敵軍，當射手按下扳機時，系統會自動選擇最佳時機開火，提高命中率並降低彈藥浪費。³⁰

3.彈道預測與動態修正(Ballistics Prediction & Dynamic Adjustment)

*先進系統能夠分析目標的運動軌跡，並

28 PEO Soldier, "Thermal Weapon Sight (TWS), AN/PAS-13," <<https://www.peosoldier.army.mil/Equipment/Equipment-Portfolio/Project-Manager-Soldier-Warrior-Portfolio/Thermal-Weapon-Sight/>>(檢索日期：2025年2月20日)。

29 郭正原，〈美軍採購以色列SMASH 2000L射控系統 強化摧毀小型無人機能力〉，《上報》，2022年10月8日，〈https://www.upmedia.mg/news_info.php?Type=3&SerialNo=156067〉(檢索日期：2025年2月22日)。

30 Viking Arms Ltd., "Smartshooter SMASH X4," 〈<https://www.vikingarmsdefence.com/our-products/smartshooter-smash-x4/>〉(檢索日期：2025年2月22日)。



預測其未來位置，以確保即使敵軍在高速移動，也能準確擊中目標。

*例如，美軍正在測試的 T-Worx Intelligent Rail System 可透過 AI 計算未來彈著點，適用於高速移動目標或無人機攔截作戰。³¹

(三)人機介面與控制技術(Human-Machine Interface, HMI)：智慧型瞄準具的使用者介面設計對射手的操作效率影響甚大，現代系統已經採用數字化顯示與無線數據傳輸技術，讓射手能夠迅速掌握戰場資訊。

1. HUD 顯示技術(Heads-Up Display, HUD)

*透過微型 OLED 或 LCD 螢幕，將目標資訊、射擊參數、環境數據即時顯示於瞄準鏡內部，減少射手低頭觀察設備的時間，提升作戰效率。

*例如，美軍 Elbit Systems XACT TH64 瞄準鏡內建 HUD 系統，能夠在瞄準鏡內即時顯示戰術資訊。³²

2. 戰場資訊網路整合(Battlefield Data Integration)

*部分高階智慧型瞄準具可以透過無線通信(Wi-Fi、藍牙、軍用數據鏈路)**與其他戰

術設備連接，例如無人機偵察畫面、戰場地圖等。

*例如，法國 SCORPION FELIN 系統能夠與士兵的戰術頭盔、電子作戰系統同步資訊，提高戰場協同能力。³³

3. 語音與手勢控制(Voice & Gesture Control)

*透過語音命令或手勢操作，射手可快速切換瞄準模式、倍率調整或開啟夜視模式，提高戰場應變能力。

*例如，美軍正研究 AR 技術與智慧型眼鏡結合的瞄準系統，未來可能進一步提升單兵作戰效率。³⁴

智慧型瞄準具在多種複雜環境條件下須能穩定運行，並支持多模式切換，包括日間模式、夜間增強模式以及無人機追蹤模式。在普通模式下，射手可結合光學鏡和投影的十字標記進行環境觀察，同時進行精確瞄準與擊發；而在無人機追蹤模式下，使用目標辨識軟體進行無人機偵測及追蹤，並且智慧型瞄準鏡引入了其獨特的「瞄準後延時擊發」功能，這一功能在射擊快速移動目標時尤為突出。該裝置能根據環境因素、槍械穩定性以及目標運動狀態，自動調整彈道計算，並預測最佳落點，最終選擇最合適的擊

31 Atlantic Diving Supply Inc., "How to Use the T-Worx Intelligent Rail to Your Advantage (T-Worx)," <https://www.adsinc.com/news/how-to-use-the-t-worx-intelligent-rail-to-your-advantage-t-worx/> (檢索日期：2025年2月22日)。

32 Elbit Systems Ltd., "XACT th-Lightweight Uncooled Thermal Weapon Sight Product Family," <https://elbitsystems.com/product/xact-th/> (檢索日期：2025年2月22日)。

33 European Security & Defence, "The French Army's SCORPION programme - success in triplicate," <https://euro-sd.com/2024/06/articles/38947/the-french-armys-scorpion-programme-success-in-triplicate/> (檢索日期：2025年2月22日)。

34 侯冠州，〈美軍點頭，微軟首批戰鬥用 AR 眼鏡交貨〉，《科技新報》，2022年9月2日，〈<https://technews.tw/2022/09/02/ar-ivas/>〉(檢索日期：2025年2月22日)。

發時機，自動完成射擊，實現高精度命中。³⁵

二、各代瞄準具介紹

近年來，瞄準系統發展呈現出體積輕量化、彈道計算系統智慧化等特徵。根據美國陸軍訓練與準則司令部2017年論壇會議上報告分類(見圖1)，可將單兵射擊火控系統概分為四代。³⁶

第一代瞄準具通常具有固定的放大倍率和簡單的分劃板設計，主要用於基本的目標瞄準，相關裝備包括國軍現役裝備TS91B式5倍瞄準鏡、TS95式10倍鏡及美軍現役使用Trijicon公司所生產之先進戰鬥光學瞄準鏡(Advanced Combat Optical Gunsight, ACOG)相關系列產品等(如圖2)。

第二代的瞄準鏡具備可變放大倍率，能適應不同的射程需求，分劃板設計更加複雜，能提供更多的彈道和環境修正資訊，相關裝備包括第401廠研製的1.5至6倍變焦式瞄準鏡、5至25倍變倍式狙擊鏡、美國Leupold Mark 5HD(如圖3)、Sig Sauer TANGO6T(詳圖4)等，而現役國際上及我國國軍多使用第一、二代的瞄準鏡。

另第三代瞄準具則整合了彈道計算功能和動態瞄準點(Disturbed Reticle)，能調整瞄準點以補償距離，相關裝備類似美軍NGSW計畫中的開發的XM157單兵火控瞄準鏡。第四代瞄準具能與武器平臺進行深度整合，並使用光電輔助瞄準技術，以實現更高的命中精度和射擊穩定性，相關裝備類似於以色列現役裝備

SMASH系列產品。第三、四代的瞄準具於當今戰場中列屬前瞻先進裝備，後續篇幅將著重此兩代系統探討，以評估及提供未來單兵火控系統之研發及生產參考。

三、智慧型瞄準鏡的現有應用

智慧型瞄準鏡已在多個國家軍事單位、執法機構及民間市場投入使用，特別是在提升單兵射擊精準度方面，發揮了顯著作用。以下介紹幾款具有代表性的智慧型瞄準鏡，並分析其技術特點與應用價值。

(一)美軍發展中智慧型瞄準鏡

在美國陸軍NGSW計畫中，採用倍率1至8倍火控系統XM157(裝備圖片見圖5，功能說明如表2)，由Vortex Optics公司研發，此瞄準鏡的升級和創新是該計

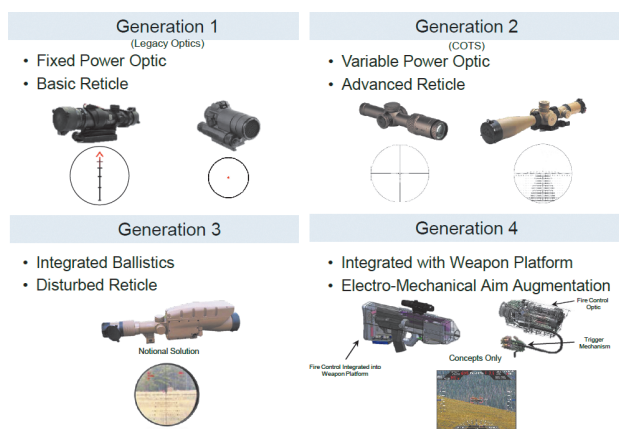


圖1 各世代火控系統簡介

資料來源：Travis Thompson, "TRADOC Capability Manager - Soldier," NDIA Armaments Systems Forum 2017, 2017, <<https://ndia.dtic.mil/wp-content/uploads/2017/armament/Thompson.pdf>> (檢索日期：2025年1月11日)。

35 陳成良，〈疑似狙殺伊朗核武之父的以色列神器 美陸戰隊要買了〉，《自由時報》，2021年10月5日，<<https://news.ltn.com.tw/news/world/breakingnews/3693932>> (檢索日期：2025年1月18日)。

36 Travis Thompson, "TRADOC Capability Manager - Soldier," NDIA Armaments Systems Forum 2017, 2017, <<https://ndia.dtic.mil/wp-content/uploads/2017/armament/Thompson.pdf>> (檢索日期：2025年1月11日)。



圖2 Trijicon ACOG相關系列產品

資料來源：Trijicon Inc., "Brilliant Aiming Solutions," <https://www.trijicon.com/products/acog/> (檢索日期：2025年1月13日)。

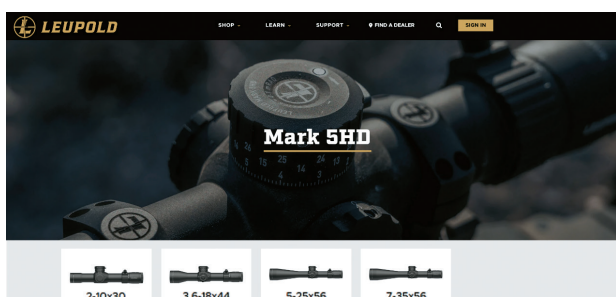


圖3 Leupold Mark 5HD相關系列產品

資料來源：Leupold Inc., "Mark 5HD," <https://www.leupold.com/shop/riflescopes/series/mark-5hd-rifle-scopes> (檢索日期：2025年1月13日)。

畫重要的一部分，瞄準鏡的提升大幅提高射手的精度和作戰效率，特別是在快速變化和高威脅的戰鬥環境中，傳統光學瞄準鏡，通常也具備放大倍率，以十字刻劃分劃板進行瞄準，而XM157整合雷射測距儀、1至8倍光學瞄準鏡、數位顯示、大氣感測元件、羅盤、彈道計算等功能，³⁷且此系統幾乎可以與現有個人武器搭配使用，未來隨著軟體升級及數



圖4 Sig Sauer TANGO6T瞄準鏡

資料來源：Sig Sauer Inc., "TANGO6T 1-6x24 mm," <https://www.sigsauer.com/tango6t-1-6x24-mm.html>，檢索日期：2025年1月13日)。

據建立，可以加入新口徑組合，並規劃無線功能可與美軍正在開發的整合式視覺增強系統(Integrated Visual Augmentation System，以下簡稱IVAS)連接，整合至虛擬實境頭戴裝置(如圖6)，以提升射擊速度及精準度，更有效增強戰力。³⁸

(二)以色列SMASH系列智慧型瞄準鏡

依據IDF新聞報導，在以色列在對抗哈馬斯的戰爭中，將智慧型瞄準鏡SMASH系統投入使用，成為關鍵作戰裝



圖5 XM157單兵火控瞄準鏡

(XM157 Next Generation Squad Weapons-Fire Control NGSW-FC)

資料來源：Vortex Optics Inc., "NEXT GENERATION SQUAD WEAPON - FIRE CONTROL," <https://vortexoptics.com/featured-content> (檢索日期：2025年1月11日)。

37 Kayla Cosby, "Revolutionizing Soldier firepower: US Army adopts next-gen weapons," "Army Times" October 3, 2023, https://www.army.mil/article/270462/revolutionizing_soldier_firepower_us_army_adopts_next_gen_weapons (檢索日期：2025年1月15日)。

38 Todd South, "Army Finally Picks an Optic for Next Generation Squad Weapon," "Army Times" April 19, 2022, <https://www.armytimes.com/news/your-army/2022/01/07/army-finally-picks-an-optic-for-next-generation-squad-weapon/> (檢索日期：2025年1月15日)。

表2 XM157單兵火控瞄準鏡功能說明

細部功能	功能說明
彈道計算器	內建的彈道計算器能整合多參數自動計算彈道軌跡，常見環境感測器能測量如風速、氣壓、溫度等環境參數，減少射手計算負擔，提高射擊的準確性和效率，但從公開資料未顯示XM157包含的環境參數。
雷射測距儀	XM157配備了雷射測距儀，能夠精確測量目標距離，進行快速瞄準目標，使每一發子彈都更有可能命中目標，特別是在遠距離射擊時。
可見和紅外線雷射瞄準	XM157同時具有可見雷射和紅外線雷射，方便日間和夜間作戰，可見光雷射可在白天進行快速瞄準，而紅外線雷射則在夜間或低光環境下配合夜視設備使用，提高夜戰能力，增強士兵在各種作戰條件下的生存和作戰能力。
羅盤	內置羅盤功能，使得XM157能夠提供精確的方向資訊，尤其應用於導航和協調作戰行動，士兵可以在獲取精確的方位資訊，有助於戰術部署和行動協調。

資料來源：Vortex Optics Inc., "NEXT GENERATION SQUAD WEAPON - FIRE CONTROL," <<https://vortexoptics.com/featured-content>>(檢索日期：2025年1月11日)，由作者自行彙整製表。

備。瞄準鏡能在數秒內識別敵人，並鎖定目標，顯著提升射擊命中率，在環境複雜的加薩地帶，危險無處不在，士兵需要發揮精準火力，面對移動目標，SMASH瞄準鏡能大幅提升命中目標機率。³⁹

SMARTSHOOTER SMASH系列火控系統包括SMASH 2000、SMASH 2000 Plus、SMASH AD和SMASH X4。還提供兩種安裝系統：SMASH HOPPER和SMASH HOPPER P。⁴⁰以SMASH AD為例，此款瞄準鏡屬先進的火控系統(裝備圖片如圖7，系統規格表如表3)，幫助士兵精確地擊中移動目標，與傳統瞄準鏡不同，SMASH能使士兵，面對追蹤目標時能在最佳的時間點射擊，透過整合多



圖6 整合式視覺增強系統
(Integrated Visual Augmentation System, IVAS)
資料來源：PEO Soldier, "Integrated Visual Augmentation System," <<https://www.peosoldier.army.mil/Equipment/Equipment-Portfolio/Project-Manager-Soldier-Warrior-Portfolio/Integrated-Visual-Augmentation-System/>>(檢索日期：2025年1月11日)。

項參數，例如目標距離、風速、傾斜角及武器的彈道特性，內建的小型計算機能即時計算這些數據，以輔助射擊，為啟動瞄準鏡，士兵僅需按壓武器前部的按鈕進行目標鎖定鎖定(示意圖如圖8)，系統將會自動追蹤，士兵需進行初步瞄準和扣動扳機，但只有在高命中率的情況下，系統才會使子彈擊發；如果瞄準不準確，武器將不會射擊，此設計可避免無效射擊，這項技術目的在提升了士



圖7 SMASH智慧瞄準鏡系列產品
資料來源：SMARTSHOOTER, "SMASH Systems," <<https://www.smart-shooter.com/products/>>(檢索日期：2025年1月17日)。

39 陳成良，〈AI化身殺戮利器？以軍首動用AI技術進擊加薩〉，《自由時報》，2024年2月12日，〈<https://def.ltn.com.tw/article/breakingnews/4577712>>(檢索日期：2025年1月17日)。

40 SMARTSHOOTER, "SMASH Systems," <<https://www.smart-shooter.com/products/>>(檢索日期：2025年1月17日)。

41 於下頁。



表3 SMASH AD火控系統規格表

主系統模式	瞄準點-反射式瞄準鏡 日間模式-火控系統輔助射擊，投影至顯示屏上 夜間模式-火控系統輔助射擊，透過低光螢幕顯示
多用途操作	地面目標消除，靜態和動態目標可達300公尺 小型無人飛行系統動力消除距離可達200公尺
光學倍率	1倍
搭配武器	M4, AR15, SR25 (M110)
火控系統	目標鎖定及追蹤
體積	209公厘 X 117公厘 X 82公厘
重量	1390公克
電力	可充電智能鋰離子電池組 72小時或最多3600次SMASH輔助射擊
近紅外線照明	選配

資料來源：SMARTSHOOTER, "SMASH Systems," <<https://www.smart-shooter.com/products/>>(檢索日期：2025年1月17日)，由作者自行彙整製表。

兵的作戰效能，也極大地改變了戰場上的作戰模式。⁴¹根據開發商研究，使用SMASH瞄準鏡的士兵，其首發命中移動目標的機率大幅提高可達4倍(詳見圖9)。就連在俄烏戰場上，烏克蘭的防空部隊也開始採用以色列的SMARTSHOOTER系統，協助摧毀俄軍神風特攻隊(Switchblade)無人機。⁴²

(三)美國TrackingPoint公司產品

TrackingPoint公司於2011年成立，總部位於美國德州奧斯汀，從2013年開始，致力於開發多種具有彈道解算功能的智慧型瞄準鏡，⁴³一系列的產品包括Mi4、M400 XHDR、Mi6、Mi8、M800 DM、Mi13等，



圖8 SMASH目標追瞄示意圖

資料來源：SMARTSHOOTER, "SMASH Systems," <<https://www.smart-shooter.com/products/>>(檢索日期：2025年1月17日)。

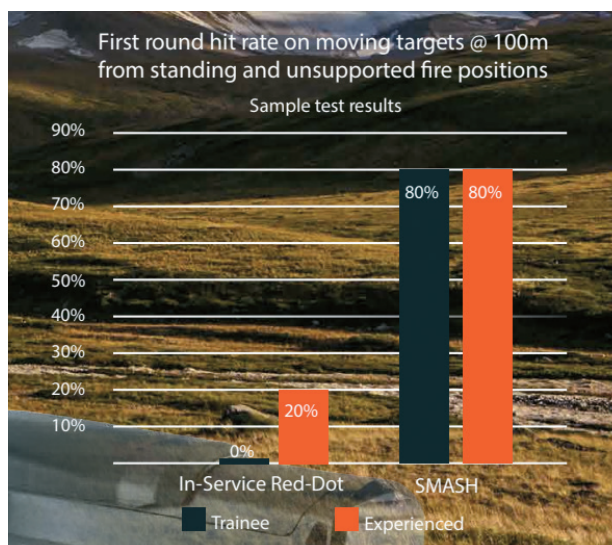


圖9 SMASH系統與內紅點瞄準鏡在100公尺首發命中率

資料來源：SMARTSHOOTER, "SMASH Systems," <<https://www.smart-shooter.com/products/>>(檢索日期：2025年1月17日)。

- 41 Eyal Boguslavsky, "Smash Sights Used by IDF Infantry Units Fighting in Gaza," "Israel Defense" November 27, 2023, <<https://www.israeldefense.co.il/en/node/60419>> (檢索日期：2025年1月17日)。
- 42 Yuri Svitlyk, "Ізраїльська антидроновна система Smartshooter: Що це таке та як працює," "Root Nation" February 11, 2022, <https://root-nation.com/ua/articles-ua/weapons-ua/ua-sistema-smartshooter/#google_vignette> (檢索日期：2025年1月20日)。
- 43 John Buol, "TrackingPoint: Revolutionizing Sniper Technology," "Gritr Sports Blog" April 3, 2024, <<https://blog.gritrsports.com/trackingpoint-part-1/>> (檢索日期：2025年1月17日)。

涵蓋不同鎖定範圍，距離從300公尺至1,000公尺，參考TrackingPoint公司產品，主系統內可概分為5個子系統(如表4)。⁴⁴

TrackingPoint公司產品中，主要以Mi4系列產品規格(裝備圖片如圖11所示)，與SMASH AD火控系統較為相似，目標鎖定距離約300公尺，相關細部規格詳如表5。⁴⁵TrackingPoint Mi4系列配備智能目標鎖定系統(Smart Target Lock)，當射手標記目標後，系統會根據距離數據、彈道計算及目標移動預測，自動調整瞄準點，確保最佳射擊時機，

表4 TrackingPoint產品子系統介紹

TrackingPoint 子系統	功能說明
快速目標鎖定	當射手選定目標，並於半按扳機時，系統會自動鎖定及追蹤，當射手完全按下扳機時，且瞄準十字線對齊目標後，目標將瞬間被擊中，系統射擊參數包含目標移動速度、距離、彈道資料等，惟具有此項功能的產品現有出口限制。
射擊眼鏡	此射控系統亦可搭配顯示眼鏡(如圖10)，瞄準鏡系統影像可投影至眼鏡，射手可藉此獲取目標畫面，於射擊時大幅降低使用者暴露於危險環境下的機率。
夜視系統	利用CMOS相機可以達到第二代夜視鏡的效果，另外此火控系統亦可相容搭配第二代夜視鏡，包含紅外線照明，此套件可另外搭配，惟具相關零件亦有出口限制。
共享資訊	系統可供使用者錄製聲音及影像，且當射手與目標交戰中，可於錄製影像中，加入聲音標註，並分享给其他人。
火控模式	系統有多種可選擇，包含靜態目標、動態目標、夜間模式、自動獲取及壓制火力模式。

資料來源：TrackingPoint Technology, "Talon Precision Optics," 〈<https://talonprecisionoptics.com/>〉(檢索日期：2025年1月17日)，由作者自行彙整製表。

大幅減少射擊誤差，Mi4系列同時結合了精準彈道計算自動修正彈道，確保每發子彈精確命中，且針對夜視功能使用CMOS感測器及紅外線照明功能。另外根據該公司產品介紹，此產品也可因應複雜惡劣的環境，包括防塵防水測試，雖然該產品具備Wi-Fi、藍牙與加密通訊功能，可將射擊影像與數據即時傳輸至指揮中心或戰術網絡，提高指揮層對前線部隊的監控與支援能力；但於2017年電腦安全專家表示此系統仍易受到駭客的攻擊，甚至可透過竄改相關射擊參數，導致射擊不精準，未來若有相關無線傳輸功能時，將須考量資訊安全方面的風險。⁴⁶

(四)法國SCORPION FELIN瞄準系統

SCORPION計畫(Système de Combat d'Infanterie SCORPION)是法國陸軍現



圖10 TrackingPoint射擊眼鏡使用情境

資料來源：SMARTSHOOTER, "TrackingPoint Labs - Shotview App & Wearable Technology," 〈<https://www.youtube.com/watch?v=itdwWvAnNx4>〉(檢索日期：2025年1月17日)。

44 TrackingPoint Technology, "Talon Precision Optics," 〈<https://talonprecisionoptics.com/>〉(檢索日期：2025年1月17日)。
45 TrackingPoint Technology, "TrackingPoint Mi4 300 Blackout," 〈<https://talonprecisionoptics.com/?s=MI4>〉(檢索日期：2025年1月18日)。
46 Andy Greenberg, "Hackers Can Disable a Sniper Rifle-Or Change Its Target," "Wired" July 29, 2015, 〈<https://www.wired.com/2015/07/hackers-can-disable-sniper-rifleor-change-target/>〉(檢索日期：2025年1月18日)。



圖11 TrackingPoint Mi4系統

資料來源：TrackingPoint Technology, "TrackingPoint Mi4 300 Blackout," 〈<https://talonprecisionoptics.com/?s=MI4>〉(檢索日期：2025年1月18日)。

表5 TrackingPoint M14 產品子系統介紹

倍率	2-14倍
鎖定範圍	365公尺
目標最大移動速度	16公里/小時
計算目標鎖定時間	0.5秒
操作時間	3.5小時
夜視	利用CMOS相機，或可搭配第二代夜視鏡及紅外線照明
電池	鋰電池
無線網路WIFI	802.11G

資料來源：TrackingPoint Technology, "TrackingPoint Mi4 300 Blackout," 〈<https://talonprecisionoptics.com/?s=MI4>〉(檢索日期：2025年1月18日)，由作者自行彙整製表。

代化計畫的一部分，旨在提升單兵作戰能力。⁴⁷FELIN(Fantassin à Équipements et Liaisons Intégrés)是該計畫中的單兵裝備系統，包含智慧型瞄準具、頭盔(包含通訊耳機，光電設備CMOS感測器及OLED顯示器)、數位化作戰裝備，提升步兵在戰場上

的戰術能力。⁴⁸

其中，多功能瞄準系統(Système de visée FELIN)整合了日間與夜間成像系統(夜視或熱像)，使士兵在不同光照條件下均能精確瞄準，且內建的數位彈道校準功能，士兵根據所使用的武器和彈藥選擇適當的瞄準十字線，提升射擊精度，在戰術網路連結方面，瞄準鏡可與士兵的頭戴式顯示器連接，士兵可透過數位顯示器觀看瞄準影像，可不露頭即進行觀測與射擊(角落射擊能力)。⁴⁹透過SCORPION作戰管理系統，士兵可共享戰場資訊，包括敵軍位置、友軍態勢、彈藥狀況等，系統規格如表6。最重要的是，FELIN瞄準系統可安裝於法國 FAMAS FÉLIN突擊步槍，以及新一代HK416F，確保與現役武器兼容性。⁵⁰

(五)中國QTS-11智能瞄準步槍系統

QTS-11(全名：單兵綜合作戰系統)是由中國北方工業集團研發與生產的綜合戰鬥步槍系統，是世界上少數結合突擊步槍、榴彈發射器、智慧型瞄準具等裝置於一體的單兵武器。⁵¹該系統類似於美

47 Warfare Technology, "France starts Scorpion Vehicle Programme," "Warfare Technology" December 13, 2014, 〈<https://warfaretech.blogspot.com/2014/12/france-starts-scorpion-vehicle-programme.html>〉(檢索日期：2025年2月20日)。

48 肖咏捷，〈法國陸軍部隊結構調整與裝備建構研究〉，《現代軍事》，2023年1月25日，〈http://www.360doc.com/content/23/0125/11/28687263_1064759214.shtml〉(檢索日期：2025年2月20日)。

49 顧文靖，〈未來戰士：法國FELIN單兵作戰系統〉，《新京報》，2013年7月22日，〈http://big5.taiwan.cn/plzhx/jshlw/201307/t20130722_4483078.htm〉(檢索日期：2025年2月20日)。

50 趙清建，〈FAMAS突擊步槍緣何成為法國陸軍最忠實的武器？〉，《科普中國》，2019年1月2日，〈https://junshi.gmw.cn/2019-01/02/content_32286102.htm〉(檢索日期：2025年2月20日)。

51 維基百科，〈11式單兵綜合作戰系統〉，〈<https://zh.wikipedia.org/zh-tw/11%E5%BC%8F%E5%8D%95%E5%85%B5%E7%BB%BC%E5%90%88%E4%BD%9C%E6%88%98%E7%B3%BB%E7%BB%9F>〉(檢索日期：2025年2月20日)。

表6 SCORPION FELIN 瞄準系統規格介紹

參數	功能說明
光學技術	CMOS、熱成像
電子顯示	內建數位顯示器
射擊輔助	十字線選擇、數位彈道校準
通訊功能	可與 HUD 及戰術網路連結
相容武器	FAMAS FÉLIN, HK416F
作戰應用	城鎮戰、叢林戰、特種作戰

資料來源：Patrick Curlier, "FELIN *evolue et s'integre a Scorpion Plus de capacites pour moins de charge," "Confederation Amicale des Ingenieurs de l'Armement" June 1, 2016, <<https://www.caia.net/revue-auteurs-rubriques-numeros/article/felin-evolue-et-s-integre-a-scorpion-br-plus-de-capacites-pour-moins-de-charge/455>> (檢索日期：2025年2月20日)，由作者自行彙整製表。

國的XM29 OICW計畫，但更為成熟，自2015年起已正式列裝中國解放軍。⁵²

QTS-11綜合武器系統結合5.8×42mm突擊步槍與20mm智能榴彈發射器，使士兵可在中遠距離精確射擊與近戰火力壓制之間靈活切換。榴彈發射器可發射 智能空爆彈(Airburst Grenades)，自動計算彈道後在敵方掩體上方爆炸，提升戰場殺傷力。智慧型瞄準具內建雷射測距儀、彈道計算機、紅外熱成像等，能夠提供全天候作戰能力。另外，可與單兵的頭盔顯示器(Helmet-Mounted Display, HMD)連結，顯示戰術資訊，使士兵可躲藏於掩體後方進行射擊，增加隱蔽性，系統規格如表7。設備可與戰術網路連結，與指管系統交換數據，有效提升戰場協同作戰能力。戰術應用主要可應用於城市作戰、不對稱戰爭及精確打擊行動，特別適合步兵、特戰部隊及機械化單位。

四、軍事應用與戰術價值

表7 QTS-11智能瞄準步槍系統規格介紹

參數	功能說明
武器組成	5.8mm 突擊步槍 + 20mm 榴彈發射器
瞄準技術	雷射測距儀、彈道計算、夜視/紅外熱成像
電子顯示	內建 HUD，可連結頭盔顯示器
射擊輔助	自動計算彈道、智能榴彈
通訊功能	可與戰術網路連結
作戰應用	城市戰、機械化作戰、步兵精準打擊

資料來源：Robert Beckhusen, "Why China's QTS-11 Rifle Has Several Dangerous Problems," "The National Interest" November 25, 2019, <<https://nationalinterest.org/blog/buzz/why-chinas-qts-11-rifle-has-several-dangerous-problems-99392>> (檢索日期：2025年2月20日)，由作者自行彙整製表。

(一)適用於不對稱作戰與城鎮戰(Urban Warfare)

在城市作戰或叢林環境中，敵軍往往採取快閃攻擊、掩體戰術或狙擊戰術，以提高生存率並造成最大戰果。智慧型瞄準具憑藉自動目標追蹤、彈道補償與射擊修正功能，使單兵能夠迅速鎖定目標並精準擊發，即使在低能見度或複雜地形中亦能有效作戰，另透過瞄準鏡影像回傳其他顯示裝置，使士兵不須貼腮，即可進行瞄準，降低自身暴露風險。此外，部分智慧型瞄準具整合了熱成像與夜視功能，讓士兵在夜間或惡劣天候條件下仍能維持高效作戰能力。

(二)提高新手與後備部隊射擊精準度

傳統機械瞄具對射手的經驗與技能要求較高，而智慧型瞄準具透過內建彈道計算、自動校準與顯示最佳射擊點，大幅降低合格射手的技術門檻，使缺乏

52 Matthew Moss, "Chinese Commandos Deploy with QTS-11 Integrated Combat System" March 15, 2018, <<https://www.thefirearmblog.com/blog/2018/03/15/chinese-commandos-deploy-qts-11-integrated-combat-system/>> (檢索日期：2025年2月20日)。



後備部隊戰力

長期訓練的後備軍人、義務役士兵或民兵亦能迅速適應戰場需求。例如，美國陸軍新一代XM157智慧型瞄準具內建彈道電腦與環境感測器，可自動調整射擊參數，確保最佳命中率。這對於強化全民防衛作戰體系非常重要。因為即使是臨時動員的部隊，也能透過智慧型裝備迅速投入戰鬥，縮短訓練週期並提高作戰效能。

(三)減少彈藥消耗，提升作戰效率

智慧型瞄準具透過精確射擊計算，大幅降低彈藥浪費，提高單兵作戰效能。例如，以色列SMASH智慧瞄準鏡的自動目標鎖定與射擊控制技術，可確保射擊時機最佳化，使射手僅在命中機率極高的情況下扣下扳機，避免無謂的火力消耗。這對於資源有限的防衛作戰至關重要，尤其是在戰爭初期的快速應變階段，能有效確保後勤補給壓力不至於過快加劇。

(四)多功能整合與戰場聯動能力

現代戰場強調數據整合與戰術聯動，部分智慧型瞄準具已具備無線傳輸功能，可與士兵的戰術頭盔顯示器、戰場管理系統進行連結。例如，法國SCORPION FELIN瞄準系統可將射手視角即時回傳至指揮單位，提高情報共享效率，並支援多層級指揮決策。另一方面，中國QTS-11能步槍系統則採用綜合武器概念，結合步槍與榴彈發射器，並內建智慧型瞄準系統，使單兵可根據戰況靈活選擇武器模式，提升火力運用的多樣性。

(五)智慧化戰場應用與未來發展

綜觀各國智慧型瞄準具技術發展，XM157以全面的功能整合和未來擴展性見長，適用於多樣化作戰需求；SMASH系統則在反無人機及移動目標攻擊領域表現突出；TrackingPoint以精準長距離射擊技術著稱，為特種部隊與狙擊手提供強大支援；SCORPION FELIN專注於戰術資訊整合，在小隊作戰與城鎮戰環境中發揮重要作用；QTS-11則提供步兵綜合武器解決方案，使單兵具備更強的火力投射與智慧化射擊能力。

智慧型瞄準具的應用，無疑將單兵戰力推向新的高度，使射手能夠在極端戰場環境下依舊保持高效精準射擊，並提升作戰存活率與戰術優勢。未來，在全民防衛作戰的架構下，這些技術將根據不同戰術需求進行適應與改良，確保國防力量能夠充分發揮，進而提升國土防衛的整體效能。

肆、智慧型瞄準具分析及比較

本章將針對智慧型瞄準具進行深入分析，首先透過SWOT分析法評估其優勢、劣勢、機會與威脅，並進一步比較美國XM157、以色列SMASH、TrackingPoint系統、法國SCORPION FELIN以及中國QTS-11等五種智慧型瞄準具的技術特點與戰術價值。接著，針對我國國防體系中的主戰部隊、守備部隊與後備部隊，探討不同部隊對智慧型瞄準具的適用性，以確保裝備選擇符合全民防衛作戰需求。最後，分析智慧型瞄準具的研發與生產情況，作為未來裝備發展的參考。

一、智慧型瞄準具SWOT分析

智慧型瞄準具未來將成為現代化戰爭中的關鍵裝備之一，預期提高步兵作戰效能和生存能力的重要利器，隨著科技的不斷發展，智慧型瞄準具整合多種先進技術，包括光學、數位影像處理、彈道計算與射擊輔助功能等，透過數據驅動的火控技術，使單兵能夠提高命中率、作戰靈活性與戰場生存力。然而，這些技術的應用也帶來了新的挑戰，如高昂成本、技術整合與安全風險等。因此，本節透過SWOT分析，深入探討智慧型瞄準具的優勢、劣勢、機會和威脅(如表8)，以期全面了解其在現代戰爭中的角色和影響。

二、智慧型瞄準具主要技術比較

本節針對目前全球主要智慧型瞄準具進行比較，涵蓋技術構成、射擊輔助功能、適用場景以及戰術價值，並特別針對美國、以色列、法國、中國等國的代表性產品進行分析，顯示各系統在感測技術、彈道計算、目標鎖定及戰術應用方面的異同。其中，美國XM157屬於美軍次世代班用武器的一環，結合高科技瞄準與射控技術，提高步兵精準火力；以色列SMASH 2000主要用於反無人機與城鎮作戰，提升近距離射擊命中率；TrackingPoint Mi4強調長距離精準射擊，適合特種部隊與狙擊手；法國SCORPIONFELIN整合於士兵裝備系統，強調戰術網路整合，適用於數位化戰場環境；而中國QTS-11則為一款結合步槍與智慧火控系統的綜合性武器，提升單兵在多種戰場環境的適應性。表9為各主要智慧型瞄準具的技術比較表：

三、國防兵力分析

為了應對敵方威脅，我國的整體國防將

由主戰部隊、守備部隊、後備部隊及民防系統這四個類型組成的全民國防體系來支撐(如圖12)，這些體系將根據其任務性質和責任範圍，強大全民國防體系，致力於強化戰備整備，並且整合軍民力量，打造堅不可摧的國防實力。⁵³面對各種部隊對瞄準鏡的需求時，需要考慮到其不同的任務性質、作戰環境和技

表8 智慧型瞄準鏡SWOT分析表

優勢	劣勢
提高射擊精準性：透過內建彈道計算、環境感測器與自動目標鎖定技術，使射擊命中率大幅提升，特別適用於狙擊與快速反應部隊。 多功能整合：整合了雷射測距儀、環境感測器多種功能，系統提供了更多戰場資訊。 提升戰場態勢感知：透過與其他戰術網路連接，能夠即時共享數據，增強部隊的戰術協同作戰能力。 適應多種作戰環境：智慧型瞄準具整合夜視與熱成像功能，使士兵在惡劣氣候或低光環境下仍能精準射擊。	高昂成本：智慧型瞄準具的造價遠高於傳統光學瞄具，影響普及度，對於預算有限的部隊而言可能難以大規模部署。 技術複雜度：相較於傳統瞄具，智慧型瞄準具涉及數據處理、無線通訊與能源管理等技術，對操作人員訓練與維護要求較高；後續裝備維修作業，將增加技術人員的需求。 體積重量：因整合更多功能，裝備將預期提高裝備體積及重量，增加單兵攜行重量。 敵方電子干擾：某些智慧型瞄準具具備無線連結功能，可能遭敵方電子戰部隊干擾或駭客攻擊，影響作戰效能。
機會	威脅
提升全民防衛效能：透過智慧型瞄準具的輔助，即使是未受專業訓練的後備軍人也能快速適應戰場。 無人機與反無人機作戰應用：例如SMASH系統能針對無人機與快速移動目標進行鎖定，提高步兵對抗低空威脅的能力。 人工智慧與機器學習應用：未來智慧型瞄準具可能進一步整合AI技術，提高射擊預測與自動修正能力。 技術創新：隨著科技的不斷進步，整合多種先進功能，透過開發此裝備，將建立研究單位相關技術，提高國家競爭力。 國際市場需求龐大：隨著現代戰爭環境的變化和對精準度的需求增加，在國際軍武市場上有不可限量的需求。	敵方技術反制：對手國家可能發展相應的技術，例如電子戰干擾、反制智慧型射擊技術。 戰場適應性問題：某些戰術環境(如高強度電子干擾區域)可能削弱智慧型瞄準具的優勢。 資安風險：若智慧型瞄準鏡具有無線傳輸功能，可能面臨著來自駭客和電子戰的安全風險，將導致資訊洩漏或系統故障。

資料來源：本研究整理。

53 同註7，頁95。53



表9 智慧型瞄準具技術比較表

項目	Vortex OpticsXM157	SMASH X4	TrackingPointMi4	SCORPION FELIN	QTS-11
研發國家	美國	以色列	美國	法國	中國
感測技術	1-8倍光學系統	4倍光學系統	數位放大2-14倍	數位感測器	光學瞄準鏡+數位感測器
彈道計算	雷射測距+ 內建彈道計算機	雷射測距+ 內建彈道計算機	雷射測距+ 內建彈道計算機	×	雷射測距+ 內建彈道計算機
瞄準輔助功能	雷射器	防止誤擊、自動鎖定	影像回傳頭 戴式顯示器	影像回傳頭 戴式顯示器	影像回傳頭 戴式顯示器
使用武器	XM7/XM250	M4/AR15/ SR25(M110)	TrackingPoint系統	FAMAS/HK416	QTS-11模組化步槍
夜視功能	需搭配IVAS系統	低照度攝影機	CMOS	CMOS或熱成像	熱成像
自動鎖定	✓	✓	✓	×	×
反無人機能力	×	✓	×	×	×
適用作戰環境	城鎮戰/叢林戰/開闊地	城鎮戰/反恐作戰	城鎮戰/反恐作戰	城鎮戰/夜戰	城鎮戰/叢林戰
主要用途	次世代班用武器	城鎮戰、無人機反制	遠距精準射擊	現代化步兵作戰	未來士兵系統
主要特色	1至8倍光學系統	無人機辨識及反制	自動瞄準點調整	戰場數據整合	整合榴彈與步槍

資料來源：本研究整理。

術能力，根據我國兵力規劃，本文僅針對主戰部隊、守備部隊和後備部隊進行深入分析和比較；而民防系統，人力組成則以地方民力為主，且任務以支援軍事作戰、搶救災損、醫護等勤務，任務行動對於瞄準系統的需求較低，因此本節分析不納入民防系統。

(一)主戰部隊

主戰部隊是國防力量的核心，其主要任務是負責保衛國家主權與領土完整安全，並進行主要作戰，通常以志願役人力為主，編成專業化的精銳部隊，操作高科技武器裝備，維持高強度戰力；主戰部隊的成員經過嚴格的選拔和訓練，具備高超的戰鬥技能和戰場應變能力，配賦裝備精良，具備現代化的武器和通信設備，能在各種複雜戰場環境中執行作戰任務，其優勢在於其強大的攻擊力和機動性，能在戰爭中發揮決定性作用，通常需要持續的資源投入和技術支持。

(二)守備部隊

守備部隊的主要任務是負責國土守備、支援作戰、重要軍事與民間設施防

護及協力民防工作，部隊通常由義務役人力組成為主，並配以志願役擔任領導和訓練幹部，守備部隊的編成和訓練重點在於防禦和保護重要設施，確保在戰爭爆發時能有效地遏制敵軍進攻，並維護國內穩定，其優勢在於其駐守在戰略要地，熟悉當地地形和環境，有利於防守作戰。然而，由於這些部隊的主要職責是防守，其進攻能力和戰場機動性可能不及主戰部隊，此外，守備部隊的訓練強度和裝備水平較主戰部隊低，但對於整體防禦體系的穩定性和持續性具有關鍵作用。

(三)後備部隊

後備部隊主要由退役軍人組成，這些部隊在平時主要負責動員整備與後備軍人教召訓練，戰時則動員後備軍人，擔任城鄉守備、支援主戰與守備部隊作戰及執行災害防救任務，後備部隊的組建和運作，主要目的是在必要時迅速擴充軍力，彌補現役部隊的不足。平時以志願役擔任基幹人力，確保在戰時能

迅速集結，並有效地支援主戰部隊和守備部隊的作戰需求，其優勢在於其人力資源豐富且靈活，可以快速適應戰爭需要，同時也能在災害救援等非戰爭行動中發揮重要作用，然而，由於後備部隊成員平時不常參與高強度的軍事訓練，

其戰鬥力和專業度可能相較常備部隊低。

主戰部隊、守備部隊和後備部隊各有其獨特的角色和功能，三者協同作戰，共同構築起堅固的國防體系，確保在任何情況下國家都能有效地應對各種

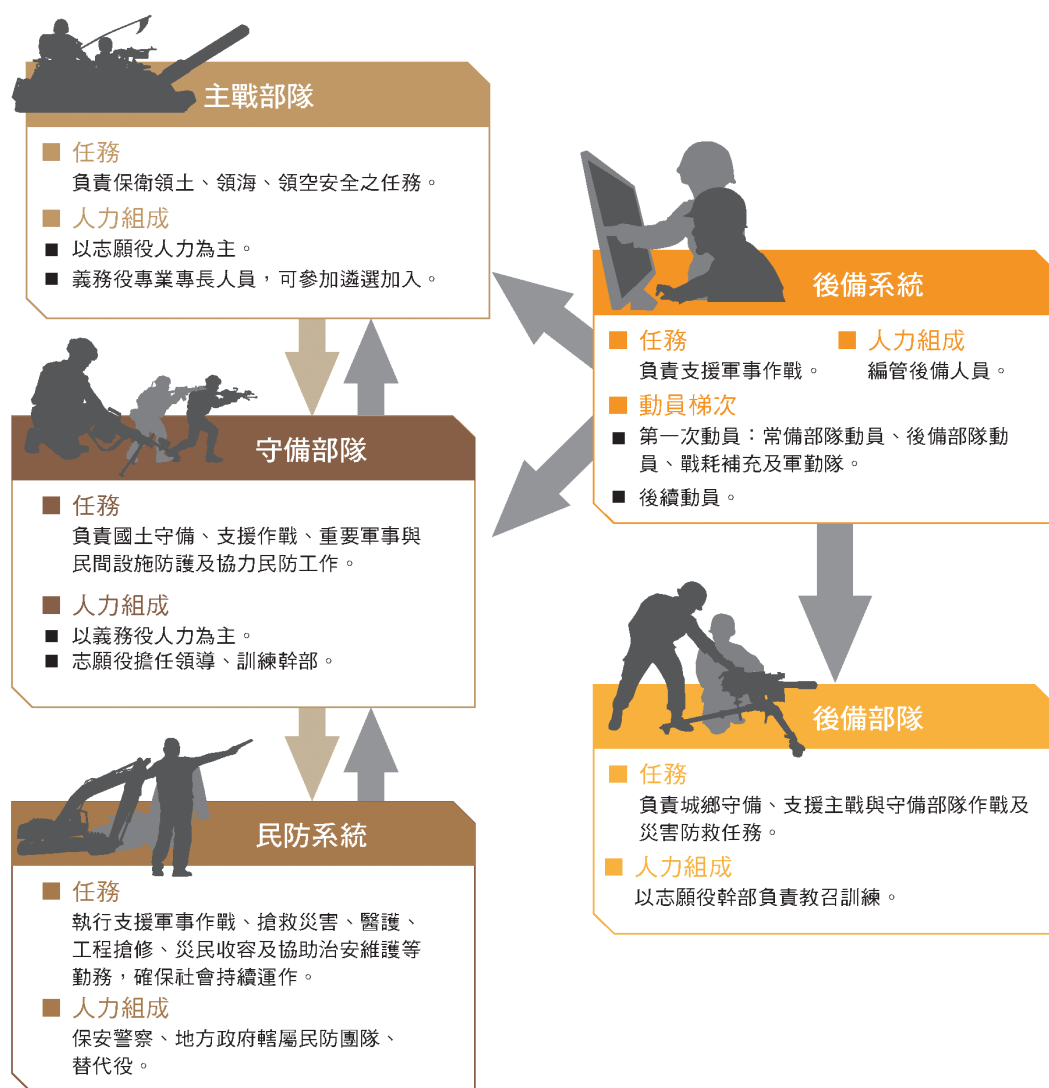


圖12 全民國防組成體系示意圖

資料來源：國防部，〈中華民國112年國防報告書〉，(臺北：國防部，2023年)，頁95。



後備部隊戰力

威脅和挑戰，主戰部隊是國防的主力，負責主要作戰任務，守備部隊則專注於防禦和國土守備安全保障，後備部隊提供了靈活的兵力補充和災害應對能力。

四、各部隊需求界定及適用性評估

在現代戰爭中，瞄準鏡作為單兵戰鬥中關鍵重要的裝備之一，對提高部隊的射擊精度和作戰效能至關重要。然而，不同類型的部隊在作戰任務、訓練程度和裝備要求上存在差異，⁵⁴也反映在對瞄準鏡的需求上，從主戰部隊、守備部隊到後備部隊，每個部隊都有其獨特的需求和挑戰，因此對瞄準鏡的要求也各有不同，根據其特點進行探討和評估，以期為裝備選擇和使用提供參考和建議。

智慧型瞄準鏡相較於傳統式瞄準鏡具有許多顯著的優勢，首先，智慧型瞄準鏡擁有高度精確性，透過自動彈道修正和即時數據計算，大幅提高了射擊的精確度，使得射手能夠更準確地命中目標，其次，若具備自動目標識別和追蹤功能，能夠快速鎖定並追蹤移動目標，增加了射手應對快速變化戰場環境的能力，最後，透過與其他戰術設備的連接，智慧型瞄準鏡能夠即時共享數據和影像，增強了部隊的戰術協同和情報共享能力，然而，智慧型瞄準鏡也存在一些劣勢。首先，其高成本是一個明顯的問題，使得其單價昂貴，對於預算有限的部隊而言可能難以大規模裝備，其次，由於智慧型瞄準鏡包含了多種先進技術，其使用和維護可能需要更多技術知識，增加訓練和技術人員的需求，結合瞄準鏡特性及部隊任務，以分析不同部隊對瞄準鏡的適用性。

(一)主戰部隊：高科技裝備的最佳運用者

主戰部隊作為國防核心力量，主要任務是保衛國家主權與領土完整，並執行高強度作戰。其成員主要由志願役人員組成，接受嚴格的專業訓練，具備高度戰場應變能力，並裝備最先進的武器系統。因此，智慧型瞄準具的高精準度與數位輔助射擊功能能夠大幅強化主戰部隊的作戰能力。其適合裝備的智慧型瞄準具類型：

- 1.XM157智慧型火控系統(美國)：具備光學與電子整合瞄準、彈道計算、環境感測等功能，並透過參數更新，可與美軍現役武器如M4與M249整合，適用於複雜戰場環境。
- 2.SCORPION FELIN系統(法國)：高度數位化，結合戰場資訊傳輸與步兵作戰指揮系統，適用於小組戰術協同。
- 3.TrackingPoint智慧型瞄準系統(美國)：透過自動目標鎖定與彈道補償技術，提高遠程精準狙擊能力，適用於反恐與狙擊作戰。

智慧型瞄準具對主戰部隊的影響：

- 1.提升單兵火力精準度：高效的計算與修正機制，使士兵能快速鎖定並擊殺敵軍，提高戰鬥效率。
- 2.支援網路化作戰：部分智慧型瞄準具具備無線數據傳輸，可與戰場管理系統(如C4ISR)整合，提高部隊協同作戰能力。
- 3.適應多元作戰環境：包括夜戰、惡劣天候與移動射擊，增強部隊在各種條件下

54 同註7，頁84。

的作戰能力。

(二)守備部隊：強化國土防禦與要地防護

守備部隊主要負責國土防禦、重要軍事與民間設施保護、以及戰時支援正規部隊作戰。由於其成員以義務役與部分志願役幹部組成，整體訓練強度相較主戰部隊較低，因此裝備的選擇應考量易操作性、維護便利性與防禦作戰需求。其適合裝備的智慧型瞄準具類型：

- 1.SMASH智慧瞄準鏡(以色列)：具有反無人機與目標自動鎖定功能，特別適合守備部隊執行關鍵防禦與安全警戒任務。
- 2.QTS-11智慧型步槍系統(中國)：內建數位瞄準、40mm榴彈發射器，提供火力支援與廣域防禦能力。
- 3.SCORPION FELIN系統(法國)：具備小隊指揮功能，可提升守備部隊的區域防禦與協同作戰能力。

智慧型瞄準具對守備部隊的影響：

- 1.增強防禦作戰能力：透過智慧型瞄準具提高射擊精準度，使守備部隊能在有限時間內有效壓制敵軍進攻。
- 2.適用於城市與關鍵設施防禦：高科技瞄準技術使士兵能在狹窄或複雜環境(如城市建築、要道哨站)執行精準射擊，減少誤傷風險。
- 3.提升反無人機作戰能力：如SMASH系統可有效對抗小型無人機威脅，防止敵軍利用無人機進行偵察或攻擊。

(三)後備部隊：提升戰時快速動員與應變能力

後備部隊主要由退役軍人組成，在戰時負責支援正規部隊作戰，執行城鄉

守備、災害防救與民防應變等任務。由於後備部隊的訓練頻率較低，裝備的選擇需強調簡單易用性、可快速部署與適應多元作戰環境。其適合裝備的智慧型瞄準具類型：

- 1.SMASH智慧瞄準鏡(以色列)：操作簡單，能快速提升射擊準確度，使後備軍人能在短時間內發揮戰力。
- 2.QTS-11智慧型步槍系統(中國)：結合步槍與榴彈發射器，適用於城鎮作戰與掩體防禦，提升後備部隊的火力支援能力。

智慧型瞄準具對後備部隊的影響：

- 1.提升射擊精準度，降低訓練負擔：智慧型瞄準技術可補償後備軍人因訓練不足所造成的射擊誤差，提高戰場生存率。
- 2.支援城鎮作戰與災害應變：智慧型瞄準鏡可應用於城市防衛，如阻絕敵軍滲透，亦能在災害救援中提供偵察與警戒能力。
- 3.易於快速部署與維護：簡單直覺的操作介面，使後備部隊能在短時間內學習與運用，提高動員後的戰力形成速度。

全民防衛體系下的三大部隊各自扮演不同角色，智慧型瞄準具的運用應根據其戰術需求進行調整：

就主戰部隊而言，主以執行打擊任務，作戰性質較複雜及嚴苛，適合發展高端數位化與戰場整合系統，同時考量預算任務性質，如XM157、SCORPION FELIN等類型智慧型瞄準鏡，強化進攻與遠距射擊能力，能夠在多元任務及各種極端環境下提供精準的射擊支援，並提高長時間作戰效能和生存能力。守備部隊適合研發具備防禦輔助功能的智慧型瞄準鏡，



後備部隊戰力

如SMASH與QTS-11，提高國土防衛作戰能力。後備部隊則適合易操作、可快速提升戰力的智慧型瞄準具，如SMASH系統，確保戰時快速應變。透過精準的裝備分配與應用，可大幅提高全民防衛作戰效能，使各部隊在不同戰場環境中發揮最大效能，確保國家安全與戰略穩定(各部隊使用需求分析表如表10)。

表10 各部隊使用需求分析表

主戰部隊	1.人力組成：由志願役人力編成為主。 2.任務：負責保衛領土、領海、領空安全之任務。 3.精準打擊：主戰部隊負責打擊任務，須具備精準打擊之能力，所需瞄準鏡應能夠根據具體任務和操作者需求進行設計和開發，主戰部隊通常接受過專業訓練並具有較高的作戰水準，因此可操作較多功能的瞄準系統，運用先進的技術，以滿足其多樣化的作戰需求。 4.裝備發展建議：XM157、SCORPION FELIN、TrackingPoint等。
守備部隊	1.人力組成：以義務役人力為主，我國恢復1年期義務役，以提升在營兵力，並強化駐地、基地及聯合演訓等訓練，並以志願役擔任領導幹部。 2.任務：負責國土守備、支援作戰、重要軍事與民間設施防護及協力民防工作。 3.預期目標：從4個月訓練時間調整為1年期，提升部隊戰力目標包含操作新式武器，全面提高單兵戰場戰力，因此所需瞄準鏡應具備基本調校功能及放大倍率，因應作戰目標。 4.裝備發展建議：SMASH、QTS-11、SCORPION FELIN等。
後備部隊	1.人力組成：平時以志願役擔任幹部人力，執行後備軍人教召訓練，戰時人力以後備軍人為主。 2.任務：負責城鄉守備，支援主戰及守備部隊作戰。 3.低技術門檻：後備部隊可能由於經驗和訓練時間受限，因此需要的瞄準鏡應具有較低的技術門檻，易於理解和操作，且後備部隊具有較少的專業維護人員，因此瞄準鏡應具有簡單易於維護的設計，減少故障和維修時間。 4.裝備發展建議：SMASH、QTS-11等。

資料來源：本研究整理。

五、研發生產建議

智慧型瞄準具的發展代表了現代戰場技術的重大革新，其精準射擊、自動目標識別與數據計算等功能，使其在戰術應用上具有極高價值。然而，相較於傳統光學瞄準鏡，智慧型瞄準具的研發與生產面臨更高的技術門檻與市場挑戰。本節將從市場需求、技術層面、研發策略與生產優化四個方面進行分析，以探討其發展潛力與落地應用之可行性。

(一)市場需求分析

儘管智慧型瞄準具擁有高精準度與戰術輔助功能，但其高成本限制了大規模普及。其市場需求主要來自高端軍事單位與特定戰場需求，具體可分為以下兩類：

1.高端需求部隊(主戰部隊、特種部隊)

*這些部隊的作戰環境極為嚴苛，需要高度精準與即時戰場資訊支援。

*智慧型瞄準具的數位輔助射擊、彈道修正、夜間識別與無線數據傳輸功能，可顯著提升作戰效能，因此需求較高。

*由於這些部隊資源相對充足，預算能夠支撐高端設備採購。

2.一般需求部隊(守備部隊、後備部隊)

*由於成本因素，這些部隊對智慧型瞄準具的需求較低，若傳統光學瞄準鏡已能滿足基本射擊需求，則裝備升級的急迫性不高。

*部分高階型號(如SMASH反無人機瞄準鏡)可能適用於守備部隊，以應對國土防禦與反無人機作戰需求。

*應考量開發簡化版智慧型瞄準具，降低成本，提高適用性，以利更廣泛部署。

綜合來看，智慧型瞄準具市場仍屬於利基市場(Niche Market)，未來需求端的發展將取決於技術成本降低、軍事預算支持與戰場應用驗證。

(二)技術研發挑戰

智慧型瞄準具的開發涉及多項先進技術整合，包括光學工程、電子感測、人工智慧、彈道計算與無線傳輸，其技術挑戰主要體現在以下幾方面：

1.感測與計算技術門檻高

*需要即時捕捉環境數據(如風速、濕度、

距離)，並透過內建運算模組進行彈道修正與目標識別，確保高精準度。

*影像處理技術需達到軍用標準，確保即時運算及低光源環境下的清晰辨識能力。

2.系統耐用性與穩定性

*需確保設備能在極端條件下運行(如高低溫、沙塵、濕度與震動)。

*電子元件需具備軍規防護標準，確保長時間戰場運作不受影響。

3.功耗管理與續航能力

*智慧型瞄準具涉及大量數據運算，需優化低功耗設計，確保長時間運行。

*採用高效能電池技術，或開發動態省電模式，提高單兵使用效能。

由於智慧型瞄準具涉及複雜技術，其開發週期較長，研發單位需投入大量資源進行測試與優化，確保設備符合軍事標準。

(三)研發策略與技術合作

智慧型瞄準具的研發不僅仰賴國內技術積累，也可透過國際技術合作或外包策略來提升效率，以下為主要建議研發策略：

1.與技術領先國家合作

*可與美、法、以色列等擁有成熟技術的國家進行合作，快速獲取光學處理、彈道計算、無線數據傳輸等關鍵技術。

*透過軍事採購與技術轉移，縮短本土智慧型瞄準具的開發周期。

2.發展本土自主技術

*培育本國電子、光學與人工智慧研發人才，逐步建立本土技術能力。

*透過與軍工企業、大學研究機構合作，提高技術研發效率。

3.模組化與擴充設計

*透過模組化設計，可針對不同部隊需求，開發基本版、高階版與特種版智慧型瞄準具，提高市場彈性。

*開發可升級軟體功能的產品，使現役瞄準具能透過更新持續優化效能。

透過以上策略，可降低研發風險，提升智慧型瞄準具的技術水準與市場競爭力。

(四)生產策略與優化

智慧型瞄準具的生產涉及精密光學、電子製造與測試設備，其生產策略應聚焦於成本控制、品質管理與供應鏈穩定性，以下為關鍵要點：

1.引進先進生產技術，提升生產品質

*採用高精度CNC加工、光學對準技術與自動化測試設備，確保瞄準鏡的精度與耐用性。

*建立嚴格的生產流程標準，如ISO 9001與軍用品質管理體系。

2.強化供應鏈管理

*確保關鍵零件供應穩定，避免晶片與光學模組短缺影響生產進度。

*可考慮建立本地供應鏈，降低外部供應鏈風險。

3.靈活調整產能，適應市場需求變化

*採用按需生產模式，降低庫存壓力，提高生產效率。

*依照市場需求，快速調整產能，確保即時供應。

透過有效的生產策略與技術優化，智慧型瞄準具可在降低成本的同時保持高品質標準，提高市場競爭力與軍事應用價值。

智慧型瞄準具代表未來單兵武器技術的發



後備部隊戰力

展趨勢，其研發與生產涉及市場需求評估、技術創新、國際合作與生產優化等關鍵環節。透過適當的技術策略與生產管理，可逐步降低成本，提升本土化技術能力，並確保智慧型瞄準具能有效滿足不同部隊的作戰需求，成為未來單兵火控系統的重要發展方向。

伍、結論

智慧型瞄準鏡的發展和應用對現代戰場帶來了深遠的影響，透過本文的研究與分析，結合國際上先進的智慧型瞄準鏡系統和技術，可以清晰地看到這些裝備在提升部隊作戰效能和生存能力方面的巨大潛力，智慧型瞄準鏡的高精準性和多功能整合特性使其在現代戰場中具備顯著優勢，如美軍的XM157瞄準鏡和以色列的SMASH瞄準鏡都展示了自動彈道修正和多功能感測器的優勢，提高了射擊準確度和作戰靈活性，相關技術整合為我國國防科技提供了具體的參考，然而，智慧型瞄準鏡的發展和部署也面臨諸多挑戰，此類裝備的技術複雜性和高成本是顯而易見的問題，除了技術要求跨領域的整合，並且智慧型瞄準鏡的體積和重量亦增加了單兵的負擔，未來在設計和部署時須充分考慮，更重要的是，無線傳輸功能可能面臨資安風險，須加強防護措施以避免系統受到駭客和電子戰的攻擊。

因應未來高科技與不對稱作戰的戰爭型態，針對我國國防部隊的需求，智慧型瞄準鏡的應用須考量不同部隊的任務特性和實際需求，主戰部隊建議配備高端智慧型瞄準鏡，以提升作戰效能和快速反應能力，守備部隊和後備部隊則可考慮使用相對簡化的智慧型瞄準具，以滿足作戰需求，確保裝備能夠有效支持

任務之達成，在智慧型瞄準鏡的研發和生產方面，我國應不斷關注技術創新和市場變化，並逐步建立相關先進技術能量，透過與國內研究機構、學術單位及國內企業進行技術合作，提高國防自主能力，也能夠促進國內相關產業的發展。

作者簡介

楊佩勛上尉

自選自用預備軍官107年班、國防大學管理學院運籌所110年班、國防大學管理學院後勤管理正規班111年班；曾任教行官。現任國防大學管理學院國管中心法制及武獲組教官。

林萱上尉

國防大學理工學院106年班、美國戴頓大學電機工程碩士111年班、國防大學管理學院後勤正規班113年班；曾任測量儀器技術官。現任軍備局生產製造中心第401廠研發官。

曾俊然中校

國防管理學院91年班、國防大學管理學院後勤所96年班、國防大學管理學院採購正規班99年班，國立陽明交通大學工業工程與管理學系博士114年班；曾任排長、連長、人事官、採購官、教參官、計參官。現任國防大學管理學院國管中心法制及武獲組教官。