

美陸軍狙擊槍追蹤子彈發展現況之研究

作者／花玉霖上尉



陸軍官校正 93 年班、步兵學校正規班 348 期，曾任排、副連長、後勤、人事官，現任職於步兵訓練指揮部兵器組教官。

提 要

- 一、狙擊手於戰場執行狙擊任務，須運用地形、地物、欺敵與偽裝，並藉由精良武器與嚴格的狙擊訓練，以求精確命中目標；但戰場動態目標瞬息萬變，影響狙擊手的因素難以充分掌握與消除；美陸軍現已成功研發狙擊槍追蹤子彈，正實施戰術測評中。
- 二、狙擊槍追蹤子彈未來若配發部隊使用，將可能對戰場產生翻轉式的影響，戰場高價值目標狙擊任務達成比例將大幅度提高，狙擊手的運用將會有更大的運用彈性，而反狙擊的重要性將隨著追蹤子彈服役，掀起反狙擊裝備與反制作為重大革新。
- 三、本軍積極發展不對稱作戰，狙擊手具備小兵立大功的條件，若再配賦狙擊槍追蹤子彈，本軍地面作戰就好像海軍配賦小型潛艦一樣，藉由狙擊手神隱特性，發揮一槍命中高價值軍事目標的作戰效益，這是值得關注與重視的發展方向，將對不對稱作戰有莫大助益。

關鍵詞：狙擊手、追蹤子彈、狙擊手訓練。

壹、前言

科技發展引領戰爭型態轉變，新武器出現在戰場將直接影響戰鬥方式的改變，未來狙擊手利用瞄準具鎖定目標將追蹤訊號傳至子彈內，透過子彈雷射制導器的導引，能夠偵測目標物加速移動，將修正訊號透過傳感器實施射彈修正，子彈經過尾翼調整飛行軌跡，順利擊中目標。這套系統可將天氣狀況、風向與目標移動的各項參數列入計算，精確預測移動軌跡，導引子彈完成狙擊任務；美陸軍研發追蹤子彈，未來能有效射擊掩蔽物後方目標，也能有效擊毀高價值裝備，大幅提升狙擊手功能與執行戰場狙擊任務達成能力，未來若以少數小組便能造成敵軍整個基地瓦解，將是可能發生的事實，本研究整理美陸軍研發追蹤子彈實驗過程與蒐集相關參數撰寫，對本軍未來發展狙擊〈反狙擊〉作戰與不對稱作戰具有很高的啟發作用。

貳、追蹤子彈發展要求¹

- 一、依據美國時代週刊報導，美國軍方秘密啟動，極度精確狙擊武器研發，美國國防部高級計畫研究局（DARPA）名下這個項目基本上要把狙擊步槍和彈藥改造成「小飛彈」使之成為槍王之王。美陸軍命名為「極度精確任務武器」研究計畫，運用特製彈藥，加裝即時光學制導系統，可協助追蹤和導引子彈命中目標，亦不受風向與目標移動影響，配賦於狙擊手時可擴大狙擊範圍，有效執行任務，其射程可有效命中600公尺至2000公尺掩蔽物後方之移動目標。
- 二、2014年11月，美國國防部先進研究計畫局(DARPA)下授美國泰萊達因科學暨成像技術公司實施研發，撥款2500萬美金，用於啟動追蹤子彈研究計畫，子彈以0.5英吋研製，內裝「即時光學導引系統」，尾端設有尾翼，採用美陸軍M82式狙擊槍進行測試。¹

參、研發概況

這項研究工作初期於2012年11月，由美國桑迪亞實驗室以雷射導向定位方式，使用M110輕型狙擊槍(7.62公厘)進行測試，藉由狙擊槍上火控系統，發射出雷射光束對正目標射擊，達到追蹤目標效果，經由測

¹昔日東方網，〈<http://www.orientaldaily.on.cc.com>〉（美陸軍成功研製轉彎子彈）（檢索時間：104年5月11日）

試發現，天氣若為濃霧或不良狀況下，便無法擊中目標，以致造成效能不如預期。(如表一)

表一 美陸軍研發分析表

研發公司	美國桑迪亞實驗室
研發時間	2012年11月
試驗狙擊槍類型	M110狙擊槍
子彈測試時間	2012年11月
長度	1029公分
重量	7.85公斤
口徑	7.62公釐
有效射程	800至1000公尺
彈藥	7.62公厘
彈匣容量	10至20發
彈藥運用原理	雷射導向定位
天候運用	不利於濃霧及天候不良
掩蔽效果	易遭敵發現

資料來源：作者自行製作

2014年5月，美國泰萊達因科學暨成像技術公司完成追蹤子彈的研發並執行了實彈測試，此款子彈長為0.5英吋，能夠命中2公里以外的目標，這種子彈頭上裝有一個光學傳感器，傳感器探測到的訊息經過處理後，隨即用來推動子彈快速調整微小導向翼，以修正子彈飛行的線路，子彈飛行軌跡可以在每秒之內調整次數高達30次，且不受天候及能見度影響，並精準命中目標，同年11月，美國國防部先進研究計畫局(DARPA)即下授泰萊達因科學暨成像技術公司實施研發，並表示產品將會投入美現役狙擊隊使用。

工程師為追蹤子彈設計像飛鏢般的尾翼，彈藥飛行時無需用自旋保持彈道方向，追蹤子彈需與雷射指示器一同使用，雷射指示器需先向目標投射雷射光束，然後子彈內的微型感測器就能感應到，並追蹤該雷射光束，藉以自動修正彈道命中目標。

由子彈飛行途中每秒可以進行彈道修正模擬測試顯示，一般普通子彈每前進 1 公里會偏離約 9.8 公尺，但這種追蹤子彈只會偏離約 0.2 公尺，在擊發之後彈體內另一項利器「光學即時導引系統」導引下，能夠隨著目標物移動而加速調整飛行軌跡，順利命中目標，這套系統可將

天氣狀況、風向與目標移動的各項參數列入計算，精確預測目標移動的軌跡，以導引子彈飛行完成擊殺。（如表二）

表二 美陸軍研發分析表

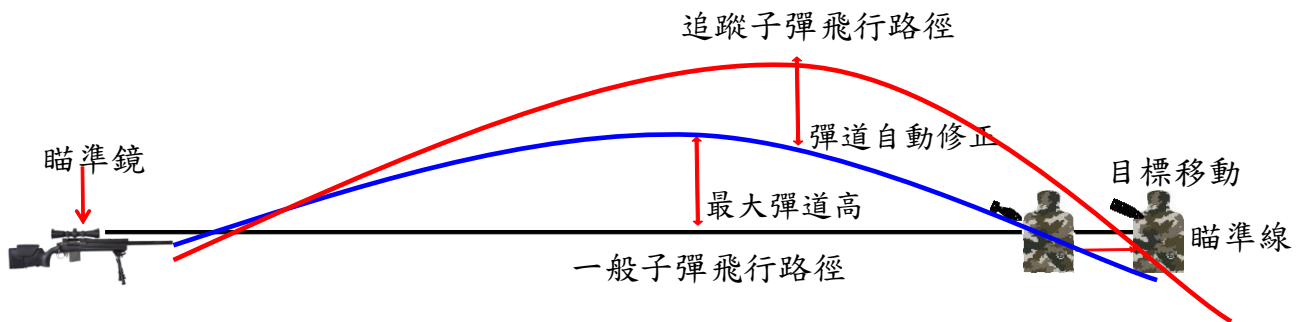
研發公司	美國泰萊達因科學暨成像技術公司
研發時間	2014年5月
試驗狙擊槍類型	M82狙擊槍
子彈測試時間	2014年5月
長度	1447.8公分
重量	14.08公斤
口徑	12.7公釐
有效射程	1850公尺
彈藥	0.50英吋
彈匣容量	10發
彈藥運用原理	光學即時導引系統
天候運用	氣候不限皆能使用
掩蔽效果	不易遭敵發現

資料來源：作者自行製作

二、子彈運用及效能：

追蹤子彈使用的0.5英吋子彈口徑相當大，常規槍械中，僅重型機槍才使用這種大口徑，另美陸軍狙擊手亦會運用此種大口徑之狙擊槍，針對敵高價值目標實施擊殺、摧毀與破壞。目前世界上計有三種模式之自動導引彈藥，分別用於攻擊直升機之飛彈、榴砲彈及迫擊砲彈使用，而美陸軍發展追蹤子彈，已由大變小，精準度大幅提升，若適時運用於狙擊作戰及反恐作戰，高價值目標則無法隱蔽，大大增加危險性，再則狙擊手若使用追蹤子彈，因其不受天候、地形、風速、光、距離等因素影響，佔領有利地形後，便能依子彈本身擊發後，彈道具有之每秒自我修正能力，使被狙擊之目標無處可藏，即使在掩蔽物後方或家屋內，也不足以形成提供維護生命安全的庇護所，而是瞄到哪裡就打到哪裡，追蹤子彈飛行路徑與一般子彈飛行路徑之差異如圖示（如圖一）。

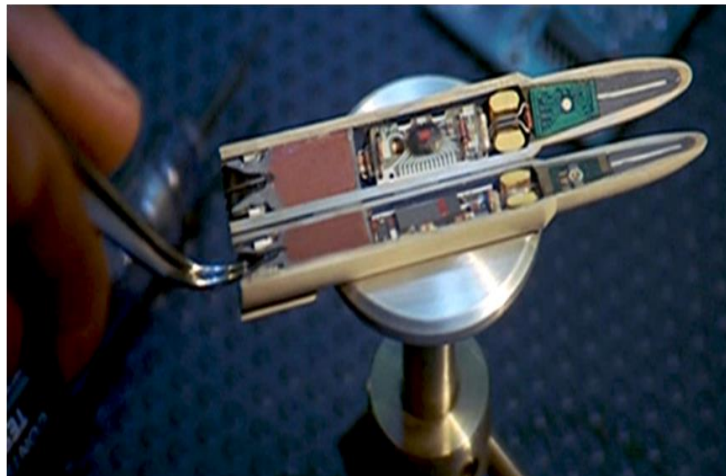
圖一：彈道示意圖



資料來源：作者自行繪製

另外，追蹤子彈設計是專家對子彈進行的精心改造，增加了尾翼的穩定、旋轉的穩定、內置與外置飛行驅動，以及新一代的瞄準和防干擾技術等。(如圖二)

圖二：追蹤子彈解剖圖



資料來源：軍迷網<www.junmiquan.com>(檢索時間：104年5月11日)

「精準射擊」是美陸軍目前對武器要求標準的最高境界，地面部隊直射武器中追蹤子彈是可以達到這項要求目標的，基本上就與慣性制導的小型飛彈類似，只是形狀上朝更加小型化發展。(如圖三)

圖三：追蹤子彈展示圖



資料來源：軍迷網<www.junmiquan.com.>(檢索時間：104 年 5 月 11 日)

目前用以射擊追蹤子彈(0.5英吋口徑)使用的武器是M82式狙擊槍，其初速為每秒850公尺，最大射程可達 6800公尺，在1850公尺以內為最有效殺傷力；即使把子彈的殺傷距離提高到5000公尺之有效射程內，其飛行這樣長的距離仍需要好幾秒的時間，在這麼長的時間內，目標不可能不動，只要目標移動就可能造成狙擊失敗。²另外，長距離狙擊的要求，在子彈飛行方向的上空要有更大的無遮擋空間，子彈裝藥量的設計上將增多，依照美陸軍實戰經驗，戰場上不太容易找到5公里內，幾秒鐘時間內除了狙擊目標外，什麼都不干擾的情況，因此，追蹤子彈的重量也不能太笨重，依美陸軍估算追蹤子彈未來有效作戰射程，將可適度向前延伸至5公里外之目標。(如圖四)

²中國網，<<http://www.big5.china.com.cn>>(美陸軍研發新型智慧榴彈可在空中巡弋 10 分鐘)(檢索時間：104 年 5 月 11 日)

圖四 M82 式狙擊槍精準追蹤子彈測試圖



資料來源：阿波羅網 <http://www.abouowang.com> 1. (美研試新型武器突破子彈會轉彎) 2. (美國研製首顆精確制導子彈飛行中可變向) (檢索時間：105 年 1 月 15 日)

肆、作戰影響

狙擊手具有隱伏性，射擊命中率高，除影響部隊推進速度外，更會造成敵方心理上的恐懼，而未來追蹤子彈將大幅提升命中率，以符合彈無虛發的要求，對作戰影響評估更加深遠與巨大，應儘早做好心理上的準備與實體的防護作為。

一、提升狙擊手、觀測手目標辨識能力：

狙擊手及觀測手不能確定目標距離時，觀測手運用 60 倍單筒望遠鏡，並以簡易(身高/距離)之方法計算目標概定距離，人類身高平均 170 公分至 180 公分之間，狙擊鏡內目標愈遠，觀察目標愈清晰，反之則愈模糊，狙擊鏡中區分高度及距離分劃，當狙擊手瞄準固定目標時，可先將鏡中目標影像清晰對準高度，藉由分劃判斷目標距離擊發，若目標移動，則以追蹤子彈之自主性修正彈道，便能不偏不倚命中目標，對於目標瞄準部位也隨狙擊手選擇不同而產生變化，往往選擇目標以人員頭部、胸部或軀幹，此種方式易造成失血、組織及器官損傷，達到致命效果，若目標種類轉換成基地、雷達站、輕型輪車、靜置飛機、直升機、多人操作武器等，則可針對輪胎、重要擊發裝置造成裝備損壞，追蹤子彈不受狙擊槍瞄準鏡影響，可於某一處暗地擊發，對敵方部隊指管安全產生威脅。

對於動態或靜態目標辨識能力的訓練，要培養出優良的狙擊手

須搭配觀測手，充足的訓練是很重要的，目前現行美陸軍的狙擊手訓練其中著重在對400至600公尺靜態及動態目標之射擊訓練，僅須配合射擊姿勢、扣壓板機技巧及瞄準目標射擊，當狙擊手於固定位置瞄準目標，僅輕扣板機，任由追蹤子彈飛行便命中目標，不受溫度及濕度影響，動態目標如輕型輪車、散兵，經由狙擊手瞄準後，子彈宛如小型飛彈一般，瞄到哪打到哪，增加敵方戰損，靜態目標如敵指揮官、靜止輕型輪車，藉由觀測手觀察目標，瞄準目標射擊，便能產生極大傷害，戰場防護上也須增加「餌」、「假人」、「替身」方式出現，用以引誘狙擊手射擊迫其暴露位置，而快速殲滅隱藏之狙擊手解除潛在威脅，但筆者認為可適度調整將距離延長到800至1000公尺，其目的有二，一在敵輕型狙擊槍有效射程之外，二避免自身成為狙擊或反狙擊之目標，以減少及降低自身之危害。³

二、高價值目標狙擊：⁴

（一）高價值目標判斷：

人員和裝備都可成為狙擊手的目標，狙擊手最普遍的目標為敵方重要人員，具高威脅性如：敵方狙擊手、多人武器操作人員、通信兵為優先目標，其次如：高階軍官及特殊戰鬥人員，造成對敵方行動指揮體系瓦解及心理壓力增加，另外構成中等威脅的人員也可成為狙擊手的目標，狙擊手通常以服飾和行為來識別軍官，其識別包括制服軍階、通信兵連絡行為、坐在車中乘客座位人員，或是頻繁互動行為，如：會議、談話、士兵敬禮行為，如果情況允許，狙擊手以官階從高到低的順序狙殺，如果軍階不可辨認，狙擊手則會選擇破壞通信設備造成指揮通信癱瘓，因此，偵察是狙擊手最有效的手段之一，狙擊手運用心肺調節、滲透潛伏手段、長距離觀測和隱、掩蔽來完成偵察任務，在這種情況下，狙擊手可適當判斷找尋時機射擊。其次可對彈藥庫儲設施、停機坪上之軍機甚至旅、營指揮所機構等實施射擊破壞。

³維基百科網，〈<http://zh.wikipedia.org/wiki>〉（狙擊手訓練）（檢索時間：104年12月20日）；陸軍司令部，狙擊手訓練教範（第一版），民國98年3月4日，第三章狙擊手野戰技能

⁴威意新聞網，〈<http://www.news.wayi.com>〉（目標性質-戰甲車殺傷）（檢索時間：104年12月20日）
維基百科網，〈<http://zh.wikipedia.org/wiki>〉（目標）

(二) 觀瞄戰甲車潛望鏡或觀視窗：

狙擊手須精確測量目標距離，目標距離若不夠精確，恐導致子彈彈道過低或過高，無法產生傷害。狙擊手如運用追蹤子彈，瞄準戰、甲車輛潛望鏡或觀視窗，必先確定目標距離，射擊潛望鏡或觀視窗，藉由傷殺人員(車長)，使指揮系統瓦解，達到勝利手段。

三、一槍斃命：⁵

狙擊手是榮耀的勝利者，以玩弄敵方手下敗將為樂趣，因此能力強的一方則為勝利者，能使對方害怕其神準、敏捷度及捉摸不定難以預測想法，追蹤子彈特性也是考慮因素。首先佔領有利地形，持續與我方友軍保持通聯暢通，以利支援，並判斷敵方伏擊點，預先埋伏等待時機，一槍解決現場有利目標，使其身心恐懼，達到「One shot One kill」之境界；另可採用現有物製作「假人」、「替身」以擾亂敵判斷，迫使犯下誤擊，導致位置曝光遭我狙殺。追蹤子彈本身不會辨識目標性質，而是狙擊手瞄到什麼就打到什麼，增加對敵狙擊及反狙擊之心理壓力，因此利用「假人」、「替身」混淆判斷，離開敵方狙擊手射擊範圍及變換射擊陣地，以增加戰場存活率。⁶

四、對高價值裝備影響：

常規槍械中，僅對空高射機槍使用0.5英吋子彈口徑，使用這樣的口徑對付步兵顯然是浪費成本而且不符合人道精神，因此，追蹤子彈使用的12.7公釐口徑狙擊槍，這種大口徑狙擊槍往往是用來破壞、癱瘓高價值裝備，事實上美陸軍使用0.5英吋這種大口徑狙擊槍，不是射擊敵散兵或指揮官，而是恐怖份子首領、高價值裝備及機敏處所，這種口徑彈藥在1000公尺距離上可以打穿2公分裝甲，是低成本的步兵反裝甲武器，同時，它可以有效破壞停放停機坪的戰鬥機、武裝直

⁵巴哈姆特網，〈<http://m.gamer.com.tw>〉(新進狙擊手戰術講座)。(檢索時間：105年1月17日)

⁶維基百科網，〈<http://zh.wikipedia.org/wiki>〉(心理戰)「One shot One kill」1. 為避免不必要和輕率射擊，只射擊一發子彈 2. 每顆發射子彈都應準確擊中目標，使敵人立即死亡 3. 若第一次射擊未擊中目標必須變換陣地。(檢索時間：104年12月22日)

昇機、雷達、車輛等；因此，採用狙擊作戰最為理想且經濟實惠，以追蹤子彈可以有效打擊掩蔽物後方裝備及人員，例如在執行伊拉克戰爭與阿富汗戰爭時，要狙擊的目標，雖然未必有戰鬥機和裝甲車，但可能會有軍械庫、彈藥庫與油料庫，將可有效運用追蹤子彈在遠處射擊，引爆庫儲重要裝備或物資，使敵軍大量戰鬥輜重、彈藥在戰鬥前就被摧毀掉，美國國防部統計，近年來美陸軍每年使用狙擊作戰的次數由以往約250次大幅度增加到了800餘次，未來追蹤子彈如果投入部隊使用，美陸軍會更加頻繁且有彈性的運用狙擊戰。

五、反狙擊作戰增加困難：

美陸軍現行採用之「狙擊偵測雷射系統」，係運用二氧化碳雷射，藉由子彈出槍口飛行時，震波揚起之塵土活動偵測到狙擊手位置，在沙漠地區之有效範圍可達十公里，以偵測敵方狙擊手達到有利我反狙擊作戰。若敵方在使用追蹤子彈情況下，可藉由子彈本身特性，離開有效範圍，躲避「狙擊偵測雷射系統」偵測，狙擊手擊發後即刻轉移陣地，減少威脅，在傳統反狙擊戰中都是直接以迫擊砲、步兵戰車砲、空中轟炸，運用其爆炸後產生之煙霧遮蔽狙擊手及觀測手視線，藉此段空檔造成殺傷，若未來運用追蹤子彈則利於我方掩蔽，可造成敵方較大損傷，戰況將大大改變。⁷

六、持續觀察研發成果：

現美陸軍作戰測試之 12.7 公釐狙擊彈在研發成果上，相信在不同作戰環境下各項參數在經過 8-9 個月的驗證後，應逐漸穩定與成熟，但是用大口徑彈藥射擊人員太過殘忍，因此，現 12.7 公釐狙擊彈將無法滿足作戰整體需要；原美國桑迪亞實驗室研發之 7.62 公釐雷射導向定位子彈雖然在不良天候下成效欠佳之缺失，各國重要武器研發均有嚴格保密措施，相信 7.62 公釐追蹤子彈也會相繼完成研發並滿足戰場需要。

⁷科學人雜誌網，<<http://sa.ylib.com>>（當美陸軍的偵測雷射系統遇到伊拉克狙擊手）。（檢索時間：105 年 1 月 17 日）

伍、結語

能夠隱形匿蹤精確擊毀敵軍高價值目標，一直是戰場上積極追求的目標，現追蹤導引系統發展快速、超微半導體、傳感器、彈道計算修正系統、子彈飛行導向翼，均朝超微、自動、精確化發展，美陸軍追蹤子彈的成功試射，代表極精準打擊武器的研發又向前邁進一大步，12.7公釐狙擊彈若以人員為目標，不符人道精神，7.62公釐之追蹤子彈相信亦即將研發成功，未來戰場上狙擊目標在選擇上將更有彈性，步兵部隊將來狙擊與反狙擊都會面臨新的挑戰，應盡早做好心理與實體之準備，使狙擊手的運用與防護，均能在地面防衛作戰時發揮預期效能。

參考文獻

一、昔日東方網

<http://www.orientaldaily.on.cc.com>（美陸軍成功研製轉彎子彈）。引用原文（檢索時間：104 年 5 月 11 日）

二、張凱評，〈膛外彈道之研析〉，《步兵季刊》，（高雄），第 255 期，步兵訓練指揮部，民 104 年。

三、中國網

<http://www.big5.china.com.cn>（美陸軍研發新型智慧自導子彈可在空中巡弋 10 分鐘）。引用原文（檢索時間：104 年 5 月 11 日）

四、東網

<http://www.hk.on.cc.com>（美陸軍新子彈會轉彎，狙擊射程增 2.3 倍）。（檢索時間：104 年 5 月 11 日）

五、阿波羅網

<http://www.abouowang.com>（1. 美研試新型武器突破子彈會轉彎）（2. 美國研製首顆精確制導子彈飛行中可變向）。引用原文。（檢索時間：104 年 5 月 11 日）

六、軍迷網

<http://www.junmiquan.com>（檢索時間：104 年 5 月 11 日）

七、劉楊，《狙擊手》，知兵堂出版社，2012 年 7 月。

八、突刺網

<http://www.bl11.net>（檢索時間：104 年 12 月 20 日）

九、維基百科網

<http://zh.wikipedia.org/wiki>（檢索時間：104 年 12 月 22 日）

十、巴哈姆特網

<http://m.gamer.com.tw>（檢索時間：105 年 1 月 17 日）

十一、科學人雜誌網

<http://sa.ylib.com>（檢索時間：105 年 1 月 17 日）

十二、谷歌網

<http://www.google.com.tw>（檢索時間：105 年 1 月 17 日）

十三、陸軍司令部，狙擊手訓練教範（第一版），民國 98 年 3 月 4 日，第三章狙擊手野戰技能