

砲兵多管火箭精準化－淺談導引火箭彈

壹、作者：李秦強 中校

貳、單位：陸軍飛彈砲兵學校飛彈組

參、審查委員：

謝敏華上校

王道順上校

楊基榮上校

王述敏上校

肆、審查紀錄：

收件：98 年 12 月 18 日

初審：99 年 01 月 08 日

複審：99 年 01 月 13 日

綜審：99 年 02 月 08 日

伍、內容提要：

- 一、砲兵多管火箭通常用於對遠距、面目標射擊，傳統的多管火箭系統未配備導引裝置，在射擊遠距目標時，除了大量彈藥消耗外，無可避免的會因為無法精確計算並導引或修正其彈著而帶來不可預期的附帶損害。砲兵多管火箭系統射擊精度不佳，是世界各國在使用此一武器作戰時經常要面對的難題。
- 二、為改善多管火箭系統射擊精度的問題，目前各國在實際作戰中已開始使用具基本彈道修正能力、較一般無導引火箭彈射擊精度更高的導引火箭。導引火箭彈彈道修正方式大致有兩類，一是直接在火箭彈彈體內配置簡易導引裝置實施導引；另一類則是透過地面導引單元，完成彈道誤差量計算及導引修正。
- 三、因為具備導引功能火箭彈的成功發展，砲兵多管火箭系統已由往日單純的密集火力打擊、轉型為具備相當程度之精準打擊武器。能擔任的作戰任務提升至反恐作戰及城鎮戰中以局部目標打擊為主軸的精確點目標攻擊，作戰效能大幅提昇。

砲兵多管火箭精準化

－ 淺談導引火箭彈

作者：李秦強 中校

提要

- 一、砲兵多管火箭通常用於對遠距、面目標射擊，傳統的多管火箭系統未配備導引裝置，在射擊遠距目標時，除了大量彈藥消耗外，無可避免的會因為無法精確計算並導引或修正其彈著而帶來不可預期的附帶損害。砲兵多管火箭系統射擊精度不佳，是世界各國在使用此一武器作戰時經常要面對的難題。
- 二、為改善多管火箭系統射擊精度的問題，目前各國在實際作戰中已開始使用具基本彈道修正能力、較一般無導引火箭彈射擊精度更高的導引火箭。導引火箭彈彈道修正方式大致有兩類，一是直接在火箭彈彈體內配置簡易導引裝置實施導引；另一類則是透過地面導引單元，完成彈道誤差量計算及導引修正。
- 三、因為具備導引功能火箭彈的成功發展，砲兵多管火箭系統已由往日單純的密集火力打擊、轉型為具備相當程度之精準打擊武器。能擔任的作戰任務提升至反恐作戰及城鎮戰中以局部目標打擊為主軸的精確點目標攻擊，作戰效能大幅提昇。

關鍵字：多管火箭、導引火箭彈、精準火力

壹、前言

隨著遙測及定位技術的日益進步，以及相關科技在軍事上日漸廣泛的運用，具備精準打擊能力的武器系統已在今日各種型態的作戰環境中扮演吃重的角色。尤其近來戰爭型態已從以往大軍對抗、大規模毀滅敵方有生力量為主的作戰，轉變為較重視城鎮作戰及反恐的有限規模、區域衝突作戰方式。在有限規模、區域衝突作戰中，如何有效打擊敵人要點、儘速結束戰事，減小打擊層面，避免不必要的人員、設施損傷，以期於衝突過後能儘速復原、恢復衝突地區政、經活動正常運作，就成為不同於傳統作戰型態下的新思維。也因此產生不同於以往的戰力需求，其中最大變化之一，就是如前所述的精準打擊火力

日漸廣泛的使用於近期幾次戰役之中。

近年來各種類型的精準打擊武器因應新的作戰趨勢，如雨後春筍般相繼應世。一般而言，除了開發新型的導引武器之外，另一途徑就是為既有武器加裝新研發的導引套件，提昇攻擊精度，增強為數頗眾之現有武器的作戰效益。

運用於地面作戰的各型武器中，砲兵火箭與地對地飛彈都屬於遠程地面打擊火力；一般而言，火箭與飛彈兩者之間最大的差異就在於飛彈具備各種型式導引裝置，而火箭則無。因此，飛彈通常具備較佳的精準度與較昂貴的造價，火箭系統則相對價格較低廉而射擊精準度較差，且射程通常不如地對地飛彈。至於火箭系統的發展過程中，雖曾有單發與多管火箭系統之別，但經過數十年來的實戰驗證與經驗累積，目前已無任何國家繼續研發或使用單發火箭系統於地對地遠距攻擊。因此本文討論的範圍亦專注於目前研發、改進及作戰運用仍屬蓬勃發展中的多管火箭系統。

貳、多管火箭系統性能特色

最早的多管火箭系統大約於一九三〇至四〇年間，由當時的蘇聯首先發展完成並實際成軍服役。¹其後歷經第二次世界大戰的實戰驗證，多用於對遠距、縱深面積目標連發射擊，此種武器系統的戰場威力引起世界各國一致注意，在各有不同作戰環境與戰術運用考量但仍競相發展之下，帶來多管火箭系統性能的不斷進步與多元發展。

近年由於強調機動打擊與強勢火力的地面作戰方式發展日趨成熟，隨之帶來作戰地區縱深較以往增大且戰況轉移迅速的必然結果，作戰地區內各式空中、地面機動打擊部隊與大量後勤設施形成的面目標數量也大幅增加，因而提供多管火箭系統更大的發揮空間。具備操作簡便、高機動性且可較傳統火砲攜帶更大彈頭籌載重量等優點的各式多管火箭系統遂成為各國陸軍大力發展的重要武器。通常用來投射多種傳統彈頭，對敵縱深目標實施打擊，與傳統火砲發揮相輔相成的戰場打擊效果。由於其基本設計與傳統火砲有諸多不同之處，因此具備多項與傳統火砲截然不同的系統特性。

一、發射裝置重量輕、結構簡單，機動性高

¹ 應紹基，《砲兵火箭與砲兵飛彈》(台北市：啓新出版社，75年6月1日)，頁23。

傳統管式火砲砲彈採用彈體裝藥或發射藥包，在砲膛內以瞬間燃燒方式產生高壓推力，推送砲彈離開砲管時即已完成加速程序。而火箭彈則由裝設在彈體內部的火箭馬達，提供其飛行動力，火箭彈發射離架後推進藥仍繼續燃燒，持續對火箭彈體施加推力並加速。因此火砲砲管及砲膛設計及使用之材質必須厚實堅固，才能承受砲彈發射時產生的瞬間強大壓力。而火箭系統則無此限制，除可使用較傳統火砲更輕薄的砲管，並可免去結構繁複、紮實的制退復進機構，可大幅減輕火箭系統發射裝置的重量。由於機械結構更輕巧簡單，系統機動性遠超過傳統火砲。即使將多支砲管結合為一體，成為多管火箭系統並整合於機動載具上，其整體重量及進、退陣地、道路行軍的機動能力仍遠勝傳統管式火砲。

二、彈頭裝藥量大，爆炸威力強

火箭系統由於發射藥裝藥及燃燒方式不同於傳統火砲，火箭彈體亦毋需在砲管內承受發射時的高壓，因此彈體外殼可使用較薄的鋼材製作。如此一來，不僅可增加彈頭裝藥量，且由於彈殼較薄，爆炸時可產生較強大的震波，火箭彈的爆炸威力也較同重量的傳統砲彈強大。若再加上預置破片或群子彈頭等設計，更可有效增加火箭彈的殺傷效果及破壞力。

三、較易增長射程

傳統火砲欲增大射程時，常會面臨加大口徑或倍徑比導致砲身重量太重以及膛壓過高、製造加工不易等限制因素。因此，若以世界各國現役 155 公厘火砲為例，須配合使用彈底噴氣增程彈等特種彈藥後之最大射程才可達到 40 公里上下。²而火箭因發射藥燃燒及彈體加速特性迥異於傳統火砲，通常較易克服製造技術、砲管壽限等問題，比傳統火砲更容易達成增大射程、射擊遠距目標之目的。

四、短時間內可形成大區域彈著散佈，奇襲及震撼效果強

多管火箭系統由於集結多支砲管於一部發射車，當運用多部多管火箭發射車射擊時，幾乎在同一時間即可投射大量彈藥於所望區域，少量裝備於極短時間內可形成較傳統管式火砲更猛烈的打擊火力及更大的火力涵蓋面積。短時間內大量彈藥幾乎同時彈著，為此類型武

² 呂致中，〈輪型自走砲發展與運用之研究〉《砲兵季刊》(台南)，第 139 期，96 年 11 月，頁 84。

器系統一大特色，除可發揮奇襲效果，有效殺傷敵軍人員、設施外，短時間於特定區域內造成的強大爆炸威力，並可對目標區內敵軍造成強大的戰場震撼效果。多管火箭系統對點目標的攻擊精確程度雖不如傳統火炮，但多部多管火箭發射車滿架連發齊射時的面目標打擊能力卻具有不可輕忽的強大威力。

參、傳統多管火箭系統弱點與性能限制

砲兵多管火箭系統不但在達成相同的射擊密度時，可較傳統管式火炮需求更少的裝備數量及操作兵力，³並且具備重量輕、結構簡單、機動性高，較易增加射程及彈頭裝藥量，奇襲及震撼效果極佳等諸多特點。但是不可諱言的，攻擊火力強大的多管火箭系統仍然有無法全射程射擊以及射擊精準度不佳、彈著散佈大，易造成過大「附帶損害」(collateral damage)等諸多缺點與限制，尚待進一步研究改進。⁴

一、彈著散佈性不佳，無法全射程射擊

多管火箭系統基於近距離射擊時，縱向彈著過大且橫向彈著散佈不佳的特性，通常不採取短射程射擊。不論其系統最大射程如何，一般皆以其三分之二最大射程以上之射距射擊時效果較佳；而二分之一最大射程以下之射距通常不予採用。⁵因此，要以多管火箭系統的火力分別涵蓋由遠而近不同距離的目標時，發射系統必須具備二或三種以上不同口徑的彈種發射能力，以便同一發射架可發射不同射程的火箭彈，以「取長補短」的方式，各以其不同口徑(射程)火箭彈實用射程打擊不同距離目標，進而具備全射程打擊能力。

近期如美製「MLRS 227 厘米多管火箭系統」、俄製「9K-58 龍捲風」、以色列製「山貓(Lynx)」等系統均已採用此種設計，以期能有效彌補多管火箭系統此一性能限制。

二、遠距射擊時彈著準確度不佳

傳統的砲兵火箭沒有彈道導控或修正能力，彈體一經發射離架後即由推進藥燃燒產生之推力，推動彈體沿飛行彈道曲線自由向前飛行。火箭彈由於彈體體積較大，在飛行彈道中受氣象因素影響程度遠

³ 應紹基，《多管火箭的優點與弱點》(台北市：啓新出版社，75 年 10 月 15 日)，頁 112~113。

⁴ "Guided-Multiple Launch Rocket System(M30)", Defense Update, International Online Magazine, 2007, [http: defense-update.com](http://defense-update.com) (下載日期 2009 年 5 月 27 日)。

⁵ 同註 3，頁 116。

較砲彈嚴重，風向、風速、氣溫及大氣密度，都會影響射擊的精度。通常射擊距離愈遠、誤差愈大，且射擊精度遠不及傳統管式火砲。尤其近來世界各國研改提升多管火箭系統性能而大幅延伸射程後，射擊精度之問題更形嚴重。若未經詳細、精確的彈道修正，多管火箭的戰鬥效益將大大降低。

三、彈著散佈精度差，易造成過大且不可預期的附帶損害

由於傳統的多管火箭系統未配備導引裝置，而本身又具有較大彈著誤差及大面積殺傷能力。經數十年來實戰驗證，多管火箭系統即使轟擊點目標，也不宜以單發射擊方式為之，而至少應採單架多發連續射擊，才能獲得令人滿意的打擊效果。因此在射擊遠距目標時，除了大量彈藥消耗外，無可避免的會因為無法精確計算並導引或修正其彈著而帶來不可預期的附帶損害。

砲兵多管火箭系統的射擊精度不佳，是世界各國在使用此一武器作戰時經常要面對的難題，更成為除了提升多管火箭系統具備全射程打擊能力之外，另一亟思解決的問題。

肆、導引火箭彈的發展

傳統的砲兵多管火箭系統具備火力猛烈、彈著涵蓋面積廣大、射程深遠等特點，非常適合於對遠距、面目標射擊；但也同時具有彈著精度差、打擊區域範圍不易精準控制及無法全射程射擊等缺點。如何更進一步發揚多管火箭系統特有優點並改善其缺點，使其能適應現代戰場需求，在現代戰爭中發揮更強大的作戰功能，就成為近年來世界各國改良砲兵多管火箭系統性能時努力的重要方向。

目前世界各國多半採取同一火箭發射系統具備多種不同口徑、不同射程火箭彈藥發射能力的方式，改善多管火箭系統無法全射程射擊的缺點。除此之外，彈著散佈過大以及彈著精度不佳的問題；亦即如何有效提升砲兵多管火箭系統射擊精度，就成為另一重要研究課題。尤其近期各國在研發新型砲兵多管火箭系統時，均致力於增加射程的同時，射擊精度及彈著散佈區域的有效掌握與控制，更成為特別重要的問題。

一、運用導引火箭提升砲兵火箭射擊精度

為避免因運用多管火箭攻擊，造成所望目標區之外不必要的非戰

門人員傷亡或政、經、民生設施破壞，甚至帶來不良的政治或新聞效應，影響軍事作戰目標的達成；目前各國對於此一重要性能需求問題的解決之道，聚焦於在實際作戰中改用具基本彈道修正能力、較一般無導引火箭彈射擊精度更高的導引火箭彈。期能以可接受成本範圍內之最高精度、最小破壞程度消滅目標，克服傳統火箭彈射擊精度不佳的重大性能限制，強化重型、遠程多管火箭系統的作戰效益及戰場適應性。

二、導引火箭彈彈道修正基本原理

導引火箭彈在構型上除了原本一般傳統火箭彈既有的彈頭、引信、火箭馬達等部分外，為達成彈道修正目的，尚須另外配置彈道偏差偵測單元、彈道修正量計算單元及彈道修正執行單元等裝置。可於火箭彈飛行過程中即時進行彈道數據量測及彈道偏差量計算，並於最佳時點運用小型火箭或調整可變彈（尾）翼等方式，實施一維或多維火箭彈道修正，對原有的飛行彈道進行簡易的修正與控制，達到提升火箭彈彈著密度及射擊精度的目的。

目前導引火箭彈道修正裝置運作方式大致有兩大類型，其一是直接在火箭彈彈體內配置簡易導引裝置，這些導引裝置大致採慣性、衛星定位或以上兩者兼備等方式導引；如美製 M-270 導引多管火箭系統(Guided Multiple Launch Rocket System；GMLRS)、德國「康卻維斯-萊茵金屬增強型彈道修正模組」(COntaves-Rheinmetall Enhanced Correction of Trajectories；CORECT) 等，皆採用內建美製衛星定位系統(GPS)導引方式修正火箭彈彈著。另外一類則是透過建置具備地面追蹤雷達等裝備的地面控制單元，執行測算任務、並實施彈道誤差量計算及導引修正；如以色列砲兵火箭「彈道修正系統」(Trajectory Correction System；TCS)，就是採設置地面工作站，透過陸基雷達進行飛行彈道數據接收、解算及傳送，完成彈道導引修正。

一般而言，目前各國已完成研發服役的導引火箭系統，多僅具備簡易彈道修正能力，導引及射擊精度尚不能達到飛彈的精度等級，但與傳統之無導引火箭彈相較，其射擊精度及打擊效能已可大幅提升。

三、各國導引火箭彈發展現況

(一)、俄國

由於蘇聯曾在二次大戰期間獲得極為成功的砲兵火箭系統作戰經驗，從前蘇聯時期起，即十分肯定砲兵火箭系統的戰力及其作戰效益。自二次大戰期間至今數十年來，前蘇聯/俄國一直致力於各型砲兵火箭系統研發而未曾中輟，針對此一武器系統形成有系統的發展與演進，所研製生產的砲兵火箭系統型式繁多且大多性能優異。不僅大量生產配賦前蘇聯(俄國)本國部隊使用且大量軍援或外銷原華沙公約及第三世界國家。

近年來更是大力將各式新科技導入多管火箭系統的研發產製，最新產品係約於七〇年末期至八〇年代初期、前蘇聯未解體時即已設計完成，型號「9K-58」(北約編號為 M-1983)、命名為「龍捲風 (SMERCH)⁶」的多管火箭系統，並已於 1987 年即部署於前蘇聯陸軍服役至今。⁷俄製「龍捲風」多管火箭系統採用 300 公厘口徑火箭彈、發射系統為十二管聯裝、最大射程可達 90 公里(亦有其他報導指出，其最新衍生型火箭最大射程已可達 120 公里⁸)，系統並配置自動化射擊指揮儀且具備數據傳輸能力。

龍捲風系統最新改良型式為「9K58-2；龍捲風 M 型」，已配備導引火箭彈。但截至目前為止，由於對外公佈的技術資料較少，龍捲風導引火箭彈的導引機制及運作細節尚未完全為外界瞭解。僅知其可能採用彈體內建簡易慣性導引系統 (Inertial Navigation System；INS)，搭配飛行姿態自動修正系統等裝置，在火箭離架後動力飛行階段運用高壓噴氣及液壓系統，執行飛行彈道修正。由已經公佈的少數照片顯示，經過研改提昇導引性能的龍捲風導引火箭，外觀上與以往較明顯不同處在彈體鼻端部較細、並於火箭彈前端增設四片發射後才彈開的飛行姿態控制翼(圖一)。試射結果，經彈道修正後之龍捲風多管火箭系統射擊精度較原先提高二倍、準確度提高三倍，使用導引火箭彈射擊時的誤差值約為射程距離的百分之 0.23，即射程七十公里時其射彈誤差大約為 161 公尺。

⁶ Kelvin Fong 著，黃淑芬譯，〈多管火箭發射系統〉《國防譯粹》(台北)，第 36 卷第 1 期，98 年 1 月，頁 100。

⁷ "Splav 300 mm BM 9A52 (12- round) Smerch multiple rocket system"，Jane's Armour and Artillery，24-Feb-2009，<http://10.22.155.6:80> (下載日期 98 年 11 月 3 日)。

⁸ 同註 7。

此外，龍捲風多管火箭系統未來也朝向配置陸基彈道雷達，對飛行中的火箭彈實施即時飛行彈道修正，以及使用更新式的雷射陀螺儀等方向發展，以期能進一步提升系統導引精度。



圖一、龍捲風多管火箭系統導引火箭彈

資料來源：〈Russia reveals guided Smerch round Miroslav Gyurosi〉，Jane's Missiles & Rockets，05-Oct-2009，<http://10.22.155.6:80>，98.11.3。

(二)、美國

美國於二次世界大戰期間也曾運用多管火箭，針對戰場大面積目標實施飽和攻擊。殆二次大戰結束、進入東西方冷戰對抗時期後，美國一度因為需於歐陸戰場，與前蘇聯及華沙公約國家數量龐大地面兵力及裝甲部隊相抗衡之作戰需求，以及運用戰術核武執行大面積毀傷作戰之技術能力成熟，而停止砲兵多管火箭系統的研發與生產，轉而致力於地對地戰術飛彈或大型、長程單發火箭投射戰術核子武器的研發及部署。

此一戰術思想一直持續至 70 年代後期，美、蘇兩大集團國家鑒於核武威力發展過於強大，任何國家均難以承受輕啟核子戰端所可能引發之毀滅性結果，因此開始對核武的使用有所警覺與節制。對於地面作戰中，遠距、大面積目標的打擊又走向多管火箭系統的選項。美國遂於 1976 年起與英、法、德、義等國展開多國合作計畫，共同研發生產新一代砲兵「多管火箭系統(Multiple Launch Rocket System；

MLRS)」。⁹該系統原使用可配賦多種不同功能彈頭之美製 M-26 型 227 公厘無導引火箭彈，為因應戰場實戰需求，達成精準射擊、減低無謂附帶損害之作戰目標，又進一步延續原來的多國合作計畫，研發具備導引能力的火箭彈，稱為「Guided MLRS (GMLRS)」；型號 M-30。⁹

GMLRS 火箭彈於 2001 年完成研發，直接於原 M-26 型火箭彈彈體內配置慣性及 GPS 導引裝置，採用美製全球衛星定位與慣性系統雙重導引，並於原 MLRS 彈體構型之彈頭部位加裝小型控制翼，以加強彈體導控能力(如圖二)。根據試射結果，GMLRS 火箭彈最大射程可達 70 公里以上、CEP (Circle Error Probability) 值可達 10 公尺以內；¹⁰射擊精度較傳統之無導引多管火箭彈高，並可藉此有效減少達成相同作戰目的時所需之彈藥消耗。



圖二、GMLRS 火箭彈 M-30 鼻端部特寫

資料來源：〈Offensive Weapons, United States Guided MLRS (M30)〉，Jane's Strategic Weapon Systems，26-Jan-2005，<http://10.22.155.6:80>，98.11.3。

新型 GMLRS 火箭彈已完成量產，並提供美、英、法、德等多個國家使用。此外，為進一步減低火箭彈射擊所可能帶來過大的附帶損害，接著對 GMLRS 火箭彈展開的新發展計畫就是將原先 MLRS 系

⁹ 同註 2。

¹⁰ "MLRS modes multiple to suit modern warfare", INTERNATIONAL DEFENSE REVIEW, JULY 01, 2004, <http://10.22.155.6:80> (下載日期 98 年 11 月 3 日)。

統中廣泛使用的群子彈頭，改裝為新式 200 磅單彈頭及新型三模引信 (tri-modal fuse) 與 GMLRS 火箭彈搭配使用。藉由多模引信配合目標區的不同環境狀況、選擇不同的起爆方式，搭配 GMLRS 具備的精確導引裝置，使 GMLRS 火箭彈更適合運用於反恐作戰或打擊都會區目標，而毋須擔心所可能帶來過大的附帶損害，及可能隨之而來的不良政治效應。經此改良後，除了可將 GMLRS 系統的最大射程增至 70 公里以上，更使 GMLRS 具備點目標精確打擊能力，對同一目標達到相同的攻擊效果時可節省約百分之八十的彈藥消耗¹¹。

此外，美軍仍持續推動新型 GMLRS 火箭彈藥的後續研發，目前已開始進行的有以下兩項方案：¹²

1. 延續現有單彈頭 GMLRS 火箭彈的後續研發 (Block II)，此一後續研究，除了能符合 2008 年「都柏林協議 (2008 Dublin agreement)」中禁用群子彈頭決議外；¹³ 更重要的是希望能進一步發展 GMLRS 火箭彈對移動目標的打擊能力。

2. 另一項重要研究方案則是希望能為 GMLRS 火箭彈發展出一組能有效對抗惡劣天候的尋標器，使 GMLRS 火箭彈在惡劣氣候下也能正常執行各種作戰任務，強化 GMLRS 火箭彈全天候作戰能力。

除美國本身仍不斷進行對 MLRS 火箭射擊精度提昇之研發工作外，基於需要較佳砲兵火箭射擊精度的實際作戰需求，如德國、以色列等 MLRS 系統使用國，也陸續投入提昇 MLRS 火箭彈導引能力的研發行列，且均已獲得令人滿意的成果。

(三)、德國

德國曾參與 MLRS 的多國合作研發並成為 MLRS 使用國之一，為提高無導引 MLRS 火箭彈的射擊精度及射程，自 90 年代後期開始進行彈道修正火箭彈的研發。德國係採取為原有無導引傳統火箭彈加裝彈道修正模組的方式，由奧立崗-康卻維斯 (Oerlikon-Contraves) 與萊茵金屬 (Rhein-metall) 公司聯合研製成功「康卻維斯-萊茵金屬增強型彈道修正模組 (CONtraves-Rheinmetall Enhanced Correction of

¹¹ 〈美軍 GMLRS-U 制導火箭彈第二輪試驗成功〉，(新浪軍事，2007 年 4 月 28)，[http : //www.sina.com.cn](http://www.sina.com.cn)，轉引自洛克希德馬丁公司網站，(下載日期 98 年 5 月 27 日)。

¹² "227 mm MLRS rockets"，Jane's Ammunition Handbook，26-Jun-2009，[http : //10.22.155.6:80](http://10.22.155.6:80) (下載日期 98 年 11 月 3 日)。

¹³ 同註 11。

Trajectories；CORECT)」。

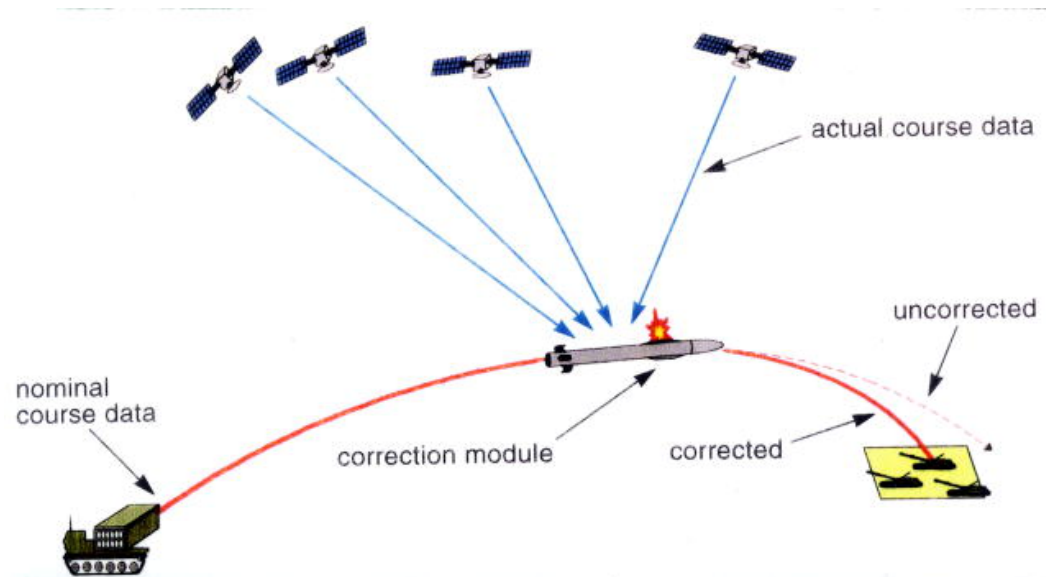
研發初期係採外掛方式，將新研製成功的 CORECT 彈道修正模組附掛在德國陸軍 MLRS 所使用的制式 M-26 型火箭彈彈體外部，最初雖然一如預期地達成彈道修正效果，但為減少火箭彈飛行阻力及延伸射程，復又進行第二階段研改，將 CORECT 模組整合至 M-26 型火箭彈彈體內部後，CORECT 彈道修正模組的研發方始最後定型。

CORECT 彈道修正模組採 GPS 導引方式，除衛星定位接收機外，另包含一具磁場感測器及具備計算機和小型推進器的「導引及控制單元」（圖三）。在火箭彈飛行過程中，由裝在彈體內的 GPS 接收器精準地獲取彈體位置資料、並由磁場感測器同時測得彈體傾斜角度後，將上述數據傳送至位於彈體前端的導引及控制單元內。隨即由導引及控制單元運算出實際彈道與預定目標彈道的誤差修正量、以及啟動環狀排列於導引及控制單元後端的六十具小型推進器的最佳時間，利用小型推進器產生的及時推力對火箭彈的飛行彈道進行修正（圖四）。



圖三、德國 CORECT 彈道修正模組

資料來源：〈Tests confirm CORECT effectiveness〉，Jane's Missiles & Rockets，December,01,2007，[http：//10.22.155.6:80](http://10.22.155.6:80)，98.11.3。



圖四、CORECT 彈道修正系統工作原理

資料來源：〈227 mm MLRS Correction System〉, Jane's Armour and Artillery 2000-2001, 03-Jul-2000, <http://10.22.155.6:80>, 98.11.3。

經過安裝 CORECT 彈道修正模組、進行性能提升後的 M-26 型火箭彈除了仍可搭配原有的各型彈頭，最大射程並可由原先約 32 公里增加至 40 公里以上；CEP 值也從原來 300~400 公尺精進至 50 公尺以內，¹⁴ 此一研發計畫並預計於 2009 年底執行完畢後進入量產。

德軍對於 CORECT 模組仍有一連串後續性能研改計畫；例如在已發射離架、滯空飛行火箭彈彈體中之 CORECT 模組與地面發射架間建立數位資料鏈結。由彈體中的 CORECT 模組根據飛行彈道計算出即時彈道修正數據並立即回傳地面，作為後續火箭彈設定射擊諸元時的參考值，以進一步提升射擊精度。

(四)、以色列

由於特殊的國家處境與火力需求，以色列一直持續投注極大力量於砲兵火箭系統的研發、籌製與性能提升，也獲致極佳成效。1994 年以色列自美國獲得當時最新型的 MLRS 多管火箭系統後，以國陸軍即對美國提出性能研改需求，認為應為無導引能力的美製 MLRS 多管火箭配置一套低成本的導引系統，使傳統砲兵火箭具備較精準的打擊能力。

¹⁴ 樊琳，〈國外火箭彈用彈道修正系統〉，〈國防在線〉，2006 年 11 月 24 日，<http://www.defenseonline.com.cn>（下載日期 98 年 6 月 14 日）。

「彈道修正系統(Trajectory Correction System；TCS)」就是由以色列歷經十年研製成功，用於改良傳統無導引多管火箭射擊精度及打擊效能的火箭彈道修正系統(圖五)。



圖五、以色列 AccuLAR 多管火箭系統射擊裝配 TCS 彈道修正系統之 160 mm 火箭彈

資料來源：〈Artillery, rockets and mortars answer the call for precision〉，International Defence Review，07-Sep-2009，<http://10.22.155.6:80>，98.11.3。

以色列的 TCS 彈道修正系統，係將新研發成功的彈道修正包件安裝於傳統無導引火箭彈體前端，再透過配備陸基追蹤雷達的地面指揮站，在火箭彈發射離架後與火箭彈建立資料鏈結，於火箭彈飛行過程中立即追蹤並計算火箭彈飛向目標的實際彈道諸元、並加入可能影響火箭彈道的環境數據。由地面指揮站計算出擊中目標所需的彈道修正量後即時由地面指揮站發出修正命令，啟動火箭彈體前方之雙向氣動噴嘴，以噴氣方式修正彈體飛行路徑，引導火箭彈逐步修正彈道。

TCS 操作距離最遠可達 40 公里以上，並可同時引導八枚滯空飛行的火箭彈飛向目標。此種設計雖與美、德等國採 GPS 導航並直接由彈體內載電腦計算彈道修正量的方式大不相同。但由以色列實際試射結果顯示，TCS 研製成本較低而實際測試效能與美、德等國產品相比卻毫不遜色。用於改裝美製 MLRS 多管火箭系統使用之 M-26 型火

箭彈後，不僅可將 CEP 值降至 50 公尺以內；並且可降低約 95 % 的彈藥消耗量。¹⁵

此套系統除可用於改良美製 MLRS 多管火箭系統所使用之 M-26 型無導引火箭彈外，以色列自行研發生產的 LAR 160、ACCULAR、MAR 350 等多種多管火箭系統、甚至俄製 BM-21 多管火箭系統均可加裝使用此型彈道修正包件，以較低成本提升原有傳統無導型多管火箭系統射擊精度。

(五)、中共

中共自 50 年代後期開始研究仿製前蘇聯各型砲兵火箭，數十年來一直致力於各型砲兵火箭系統仿製、研發而未曾中斷。隨著研製經驗及技術的不斷累積與提升，所研發、生產的砲兵火箭不僅射程、精度日益增加，火力密度及殺傷力也大幅提高，系統戰力及其作戰效益日漸增強。所研製生產的砲兵火箭系統口徑、型式繁多，就整體性能而言已能跟上各型世界先進砲兵火箭系統的作戰水準，且其生產的砲兵火箭系統除配賦共軍部隊使用外，已有外銷成績。近年來較新發展的砲兵火箭系統包括 A-100、衛士(WS)系列、SY-400 等多種型式。

由於共軍軍備發展現況對外透明度不足、相關資訊取得不易，多半僅能由各類軍備展或中共科研單位自行發佈的軍備資訊、及部隊演訓影（圖）片中研判。故目前有關中共在砲兵火箭此一領域中，研製或運用導引火箭彈的相關訊息，各種報導內容出入頗大。

經吾人檢視並整理相關報導發現，近期中共在遠程砲兵火箭系統方面的發展可說是型號眾多，琳瑯滿目！除了傳統以俄為師；研、仿製的產品之外，近年來中共將部份原運用於短程地地導彈的導引技術轉用於遠程砲兵火箭，在設計構型及射擊精度的提升上也獲得不錯的研發成果。

據研判，中共目前研（仿）製成功或已部署服役的砲兵火箭系統中，除購自俄國的龍捲風系統外，已完成導引火箭彈研發者有以下幾種：

1. A-100 型多管火箭系統

¹⁵"Trajectory Correction System completes trials with IDF", JANE'S MISSILES AND ROCKETS, 17-May-2006, <http://10.22.155.6:80> (下載日期 98 年 11 月 3 日)。

中共大約於 1990 年代後期至 2000 年初期，研製成功「A-100」型多管火箭系統，此型多管火箭可能係中共研仿俄國「龍捲風」多管火箭系統而來。採 300 公厘口徑設計，發射車為十管聯裝、最小射程約 50 公里、最大射程可達 100 公里。

據媒體報導，A-100 型多管火箭系統已配備導引火箭彈。¹⁶其導引方式係將內含陀螺儀、彈載電腦等裝備的簡易飛行控制單元直接配置於火箭彈彈體內，藉由此飛行控制單元測得的即時彈道修正數據，控制彈體鼻錐部的小型火箭適時噴發燃氣氣流，對飛行中的火箭彈執行方位及射程距離之二維彈道修正，並與群子彈頭搭配使用，加強射擊效果。修正後之彈著精度圓形機率誤差（CEP）值約為射程的千分之三以下，其命中精度及殺傷威力均已與世界其他先進導引火箭系統相當。A-100 多管火箭系統除已正式編入共軍砲兵多管火箭部隊，並且於近期外銷「巴基斯坦」等國家，成功打入國際軍火市場。¹⁷

2. 衛士二型多管火箭系統

中共大約於 2004 年左右對外公開「衛士二型（WS-2）」多管火箭系統，此系統係中共根據「衛士一」系列火箭系統發展而來，可視為中共第一款自行研發生產的砲兵火箭系統，且已完成多種衍生型號研製。其火箭彈導引方式可能採用慣性或是中共自行研發成功的「北斗」衛星導引系統，彈體採取前端配置四片長方形控制翼、彈尾四片穩定翼的氣動構型（如圖六）。最大射程依衍生型號的不同從 200 公里至 350 公里，採最大射程射擊時的 CEP 值約為 300~500 公尺。據報導，目前 WS-2 導引多管火箭系統除了中途慣性或衛星導引之外，並且可能已具備更先進的終端彈道導引能力。¹⁸

¹⁶ 應天行，〈中國軍備動態—多管火箭與砲兵飛彈〉《全球防衛雜誌》（台北），2009 年 2 月，294 期，頁 80。

¹⁷ 〈巴買中國 A-100 應對〉，（人民網，2008 年 10 月 7 日），<http://www.military.people.com.cn>（下載日期 98 年 6 月 14 日）。

¹⁸ "Guided Wei Shi-2"，Jane's Strategic Weapon Systems，02-Jul-2009，<http://10.22.155.6:80>（下載日期 98 年 11 月 3 日）。



圖六、衛士二型(WS-2)導引火箭彈

資料來源：〈SCAIC 400 mm WS-2 Guided Multiple Rocket Weapon System〉, Jane's Armour and Artillery, 24-Feb-2009, <http://10.22.155.6:80>, 98.11.3。

3. SY-400 多管火箭系統

共軍於 2008 年珠海航展首度對外公開展示此一具備遠距、精準打擊能力的武器系統，「SY-400」堪稱是目前中共擁有射程最遠的砲兵火箭系統。根據中共發佈的諸元資料，SY-400 最大射程可達 400 公里。相較衛士二型多管火箭系統，SY-400 火箭不僅射程增倍，且可能配備較衛士二型更進步的導引裝置。由於係首度公开展示，且僅以展場靜態看板簡易說明文字及播放簡介影片方式發佈，可供參考資料極少。據報導，其導引系統係採衛星定位/慣性複合方式導引，但未配置終端彈道尋標器，導引精度等相關諸元資料尚待進一步查證。惟據研發單位表示，SY-400 所使用的衛星導引系統可由使用國根據自身需求，自美製 GPS、中共北斗及俄製 GLONASS 等三大系統中擇一配置。¹⁹

此外 SY-400 尚具備幾項較特殊的設計；例如在彈體中後段位置配置四片長條翼，此一通常用於飛彈穩定飛行的設計，有利於增加火箭彈彈體昇力及滑行距離。又如火箭彈採用垂直發射方式及火箭馬達

¹⁹ 長春理工大學國防生信息網，〈中國神鷹 400 制導火箭砲可垂直發射攻擊多個目標〉，(鳳凰資訊，2008-11-11)，<http://air.cust.edu.cn> (下載日期 98 年 5 月 24 日)。

向量噴嘴等，都是以往用在飛彈系統的設計，使用在砲兵火箭系統上還是首見的創舉(圖七)。



圖七、SY-400 導引火箭彈

資料來源：〈China displays airpower credentials with glimpse of new weapon systems〉，International Defence Review，
07-Jan-2009，<http://10.22.155.6:80>，98.11.3。

伍、導引火箭彈作戰效益

以台海防衛作戰而言，現階段傳統砲兵多管火箭較有可能的運用係針對渡海攻台的共軍登陸船團實施反舟波海上射擊。此外無論在防衛固守或機動反擊階段，若用於對第一線守備部隊或執行反擊作戰的裝甲部隊行密接火力支援，由於遠射距時過大的彈著誤差常使得火箭彈砲火誤擊的機率大增且無法被確切掌握，因此會造成戰場指揮官運用多管火箭系統射擊的困難與疑慮，大幅限制多管火箭的運用彈性。然而如多管火箭這般強大打擊火力的武器系統，於台海防衛作戰中的運用若僅止於對共軍登陸船團的大區域海上射擊，似有自我侷限作戰效能之虞。

若是能建置導引火箭彈，在有效提升多管火箭系統射擊精度及彈著密度後，以更準確的導引火箭，可追求在更少彈藥使用量下、獲得更有效的打擊效果並減少所設定目標之外非預期的意外損害或殺傷。

使得多管火箭系統不僅可於反登陸作戰中，對登陸船團等面積目標實施傳統的集火反舟波射擊之外，且可以適量遠程、具導引功能之

火箭彈藥提早於敵航渡或換乘階段起，即針對登陸船團中之指揮艦、船塢（大型）運輸艦、坦克（兩棲）登陸艦等高價值目標行遠距、精準射擊，有效提升多管火箭系統作戰效能及彈藥使用效率。此外，還可增加野戰砲兵運用多管火箭系統提供我步、戰車部隊地面作戰火力支援的可行性，擴大砲兵跨區（作戰區或作戰分區）縱深打擊範圍，提高多管火箭系統在台海防衛作戰中的運用彈性及戰場適應性。

陸、結語

在現階段台海防衛作戰環境下，陸軍最重要的任務應是遂行反登陸作戰。當台海防衛作戰進展至反登陸作戰階段時，雖然預劃有空軍戰機及陸航直升機協力對地（海）打擊任務。但就陸軍自身的作戰能力而言，砲兵仍然是最重要的火力來源，而多管火箭系統所具備之遠距縱深、大面積突擊火力與管式火砲搭配，更能有效地將砲兵火力做最大、最佳化的發揮。

現代化的砲兵多管火箭系統不但配備自動化射擊指揮系統、具備數位化數據傳輸及定位能力，能在短時間內對重要目標投射大量彈藥予敵人沉重打擊。更充分與機動載具結合，能有效發揮「打了就跑」的機動打擊火力，使敵方無法有效發動反擊。今日，更因為具備導引功能火箭彈的成功發展，砲兵多管火箭系統已由往日單純的密集火力打擊、轉型為具備相當程度之精準打擊武器。能擔任的作戰任務也由以往多半僅能在地面作戰中針對敵大面積人員、設施實施毀滅性打擊，提升至反恐作戰及城鎮戰中以局部目標打擊為主軸的精確點目標攻擊，作戰效能大幅提昇。

由現今世界先進國家砲兵火箭彈藥發展現況及趨勢可看出；如何在砲兵火箭系統已具備遠射程、高彈藥投送能力的既有優勢上，與新近發展成熟的砲兵火箭導引功能相結合，將砲兵火箭打擊威力做更大、更佳的發揮，是吾人在未來砲兵多管火箭系統作戰能力發展方面，一個值得思考的方向。

作者簡介

李秦強中校，中正理工學院機械系 77 年班，國防管理學院資源管理研究所碩士，歷任飛彈保修廠廠長、飛彈群組長，現任職於飛彈砲兵學校飛彈組主任教官，台南永康郵政 90681 附 14 號信箱。