

美國 M109A6 自走砲性能提升專案

「PIM」發展簡介

壹、作者

林展慶 少校

貳、單位

陸軍飛彈砲兵學校兵器組

參、審查委員（依初、複審順序排列）

張自治上校

何康濂上校

郭智昆中校

郭慶輝中校

肆、審查紀錄

收件：101 年 02 月 13 日

初審：101 年 02 月 23 日

複審：101 年 03 月 01 日

綜審：101 年 03 月 05 日

伍、內容簡介

M109 系列自走砲於 1959 年服役後，成為北約各國砲兵主要武器系統，其間經歷過數次性能改良，型式從 M109A1 至 A6，參與世界多次重大戰役。美軍近年嘗試跳脫 M109 火砲，發展「十字軍」、「非瞄準線」等新型火砲，惟因諸多因素未能成軍。目前美軍砲兵主力仍為 M109 系列火砲，其最新性能提升案簡稱為「PIM」（帕拉丁整合管理），除提升火砲性能，載具亦變更為 M2 布萊德雷戰車底盤，可減輕部隊後勤負擔，同時節約研發成本。

美國 M109A6 自走砲性能提升專案 「PIM」發展簡介

作者：林展慶 少校

提要

- 一、美軍近年來推動了一些自走砲改良計畫，其中包括十字軍（Crusader）自走砲、非瞄準線（NLOS-C）火炮，以及 M109A6 自走砲的性能提升專案，稱為「PIM」，帕拉丁整合管理（Paladin Integrated Management）以提升美砲兵之戰力。
- 二、A6 PIM 型則是近年來針對 M109A6 自走砲的性能提升專案「PIM」，所製造的火砲，起源於 2007 年底，貝怡（BAE）公司於美國陸軍協會年會所發表，整個專案將持續到西元 2050 年，並預計更新約 600 門 M109A6 自走砲。
- 三、PIM 包括三項的技術整合：首先為未來戰鬥系統中，非瞄準線火炮內的部分系統，包括電力驅動系統，用以取代當前 M109 系列之液壓系統以供火炮方向及高低之俯仰，另外也安裝了自動裝彈系統，用以增加其射速。再者，更新為 M2 布萊德的底盤，包含引擎、變速箱、承載輪等以增加其車速及容彈量。最後亦保留 M109A6 自走砲之原有性能，如 GPS、自動射控系統等等，主要性能提升部分可區分為底盤及砲塔。
- 四、有別於之前皆因資金及戰術問題被迫終止的新型自走砲升級計畫，此次美軍所執行的帕拉丁整合管理（PIM）專案，僅為將原有的火炮實施性能提升，在後勤管理部分可減輕不少負擔。因其採用之各提升組件皆為美軍現有裝備，並非新研發而成，其中包含 M2 布萊德戰車底盤以及非瞄準線火炮（NLOS-C）的各個子系統，無須再增加多餘經費用於研發，故研發成本可以降到最低。

關鍵詞：M109 系列自走砲、帕拉丁整合管理（PIM）、性能提升

壹、前言

M109 系列自走砲車，自西元 1959 年問世以來，便一直是美國砲兵的主戰武器，其中經歷過數次的性能改良，砲車型式從 M109A1 至 A5，乃至現正於美軍服役、參加過波灣戰爭的 M109A6 自走砲。此外，M109 系列自走砲車亦廣為服役於世界各國，包括本國的 M109A2、A5 型自走砲，以及其他如英、德、比、巴西、智利、澳、埃及、沙烏地阿拉伯等二十餘個國家，砲車型號從 A1 至 A5 皆有。¹

¹ Jane's, "BAE Systems, US Combat Systems M109 Series of 155 mm self-propelled howitzers (United States)", JAA
第 1 頁，共 14 頁

M109 砲車歷史已近半世紀有餘，其中雖經歷多次改良，以 A6 型為其最新款，但 M109A6 自走砲迄今亦已有二十餘年之歷史。若與當前其他國家的最新型自走砲，如法國的凱薩 (Caesar)、德國 PZH2000、韓國 K9 相比，在射速和機動能力上仍舊相形弱勢。

故美軍近年來推動了一些自走砲改良計畫，其中包括十字軍 (Crusader) 自走砲、非瞄準線 (NLOS-C) 火炮，以及 M109A6 自走砲的性能提升專案，專案名為「PIM」：帕拉丁整合管理 (Paladin Integrated Management, PIM) 以提升美陸軍砲兵整體之戰力。

然而，十字軍及非線性瞄準火炮的計畫皆因故中止，本篇將重點至於 M109 之性能提升專案「PIM」之發展探討，內含 M109 各系列之提升過程，以及「PIM」專案之內容，最後提出此 PIM 專案可為我建軍參考之建議。

貳、M109 自走砲沿革

一、M109 各型性能提升概述

第一門 M109 自走砲於西元 1959 年誕生，為最原始的砲型，於西元 1963 年正式於美軍服役，其砲管不同於現今 39 倍徑之砲管，為 24 倍徑的火砲，因砲管較短，射程僅可達約 14.6 公里。

A1 型於 1973 年服役，換裝了 M185 砲管，改良了高低機以及方向機總成，並強化其懸吊系統，M109A1 自走砲的普通彈射程，從 14.6 增加到 18.1 公里，若以火箭增程彈射擊，則可達 24 公里。

A2 型於 1980 年服役，改用 M178 砲座，並提升了推彈器、制退復進機之性能、新增引擎操作警告模組、建構新型砲塔、改良液壓系統、新增了 22 發空間的 155 公厘砲彈彈艙。

以 A2 型為標準而改良的 M109A1 自走砲稱為 A3 型，A3 型將 A1 型的 M127 砲座提升為 M178 型，並可選擇性的提升以下幾種性能：射控校正的能力、空氣及油料濾清，駕駛儀表板升級、新增彈艙、新增扭力桿、提升制退復進機性能等等。

A4 型於 1987 年服役，為 A2 型及 A3 型的提升，主要為新增核生化 (nuclear, biological and chemical, NBC) 防護，以及增強了可靠性及可修性 (Reliability And Maintainability, RAM)，其中可選擇提升的項目包括：高低機總成提升、增加核生化防護設備、增加液壓動力包件濾清、改良引擎繼電開關、新增輔助電源等。

A5 型為 A4 型的改良版本，提升重點在於加裝「預備分件及改良式武器系統」 (reserve component modified armament system, RC/MAS)，這個裝置主要是將舊式的 M185 砲管以及 M178 砲座汰換，更新為 M284 砲管以及 M182 砲座，使火

砲管能射擊 M203A1 的強裝藥。如此一來，A5 型的射程在普通彈部分可增至 22 公里，在火箭增程彈的部分射程可達 30 公里。

A5 型除了由兵工廠直接製造產出之外，亦可將舊有的 A2 型藉由預備分件及改良式武器系統 (RC/MAS) 裝置提升至 M109A5 自走砲。另外 M109A5 自走砲可依照需求，額外加裝全球定位系統 (global positioning system, GPS) 以及自動射控系統 (automatic fire-control system, AFCS)。另外 M109A5 自走砲也裝置了較新型的低熱拒斥 (low heat rejection, LHR) 引擎，提供引擎快速冷卻隔熱的功能。²

A6 型為 A2、A3 型的改良，目前全世界只有美軍使用。當時將 M109A2、A3 提升至 A6 的專案稱為「榴砲改良計畫」(howitzer improvement program, HIP) 當時於 1985 年公布，並於 1993 年開始正式服役，1993 至 1999 年開始量產，並於 2001 年停產，總共生產了 975 門。M109A6 自走砲注重於通信技術的研發，以 GPS、AFCS、SINGARS 通信機組成射控系統，使得 M109A6 自走砲可以自動定位定向，自動計算射擊諸元。其性能提升包括：新型強化裝甲砲塔、自動射控系統、彈道射控計算機、定位定向系統、SINGARS 通信機、內建訓練模擬器、M182A1 砲座、M284 砲管、升級懸吊系統、駕駛的被動式夜視系統、電力強化 (650 安培發電機)、液壓系統強化、增加砲彈與裝藥之儲位、空調系統 (冷暖氣、核生化濾清)、遙控式行軍鎖、二氧化碳滅火器、最終驅動器快速斷線功能、數位通信鏈結、四位砲手操作、GPS、模組化方位角定位系統等。³

二、PIM 專案概述

而 A6 PIM 型則是近年來針對 M109A6 的性能提升專案「PIM」，所製造的火砲，起源於 2007 年底，貝怡 (BAE) 公司於美國陸軍協會年會所發表，整個專案將持續到西元 2050 年，並預計更新約 600 門 M109A6 自走砲，以及其所對應的 M992A2 彈藥車。該公司於 2009 年獲得美軍合約，並開始小批量試產 M109A6 PIM 型火砲。

4

2010 年初，美國陸軍正式公開將使用 M109A6 PIM 型的自走砲，並於 2011 年初開始正式試用。其性能提升之內容，將於本文中詳細討論。

參、近代美軍自走砲性能提升概述

一、十字軍

(一) 發展

² 同註 1。

³ Jane's, "BAE Systems, US Combat Systems M109A6 155 mm Paladin self-propelled howitzer (United States)", JAA Jane's Armour and Artillery, 24-Feb-2011. http://10.22.155.6:80/intraspx/intraspx.dll?Goto&GID=JAA_JAA_0460 (2011/2/24)

⁴ Jane's, "BAE Systems, Ground Systems M109A6 Paladin Integrated Management (PIM) 155 mm self-propelled howitzer (United States)", JAA Jane's Armour and Artillery, 24-Feb-2011. http://10.22.155.6:80/intraspx/intraspx.dll?Goto&GID=JAA_JAA_A078 (2011/2/24)

1994 年美軍為了提升砲兵戰力所發展的十字軍 (Crusader) 自走砲計畫，內容為製造出全新的新型自走砲，包含全自動裝填裝置，以增加其射速到達每分鐘 10-12 發，並將砲管的倍徑比增至 54 倍增加其射程，若發射火箭增程彈，射程可達 47.5 公里。

十字軍採用多發彈同時彈著技術，意味著能於極短時間內改變其高低射角射擊，從同一砲管發射出去的一系列砲彈，將在同一時刻到達目標，從而增大對目標的攻擊和毀傷效果。

圖一 十字軍自走砲



資料來源：[HTTP://www.army-technology.com/projects/crusader/crusader1.html](http://www.army-technology.com/projects/crusader/crusader1.html)

圖二 十字軍自走砲（最大射角）



資料來源：詹式年鑑 1998 年

(二)中斷原因

2002 年，美國國防部宣布取消陸軍耗資 110 億美元的十字軍自走砲研製計畫。因政權交替、軍事革新的因素，十字軍被冠上「冷戰遺物」的稱號，被認為

研發成本與造價過高，其設計與美軍當時所推展的未來戰鬥系統(Future Combat System, FCS)，戰甲砲車輕量化的轉型並不相符，該砲種的重量高達 40 噸，無法符合美軍遠征作戰，快速空運部署的特性，雖然美國陸軍多次建議繼續執行該計畫，但計畫仍在 2002 年 8 月遭到取消。⁵

二、非瞄準線火炮

(一)發展

非瞄準線火炮，NLOS-C (Non Line of Sight Cannon, NLOS-C) 為美軍「未來戰鬥系統」，FCS 計畫的一部份，此一系統替代了十字軍計畫，已建立美陸軍下一代支援火炮為目的。該砲是將貝怡 (BAE) 公司的M777式39倍口徑155公厘榴彈砲結合到配有全自動彈藥裝填系統的20噸級車輛平臺上，並移植了“十字軍”自走砲專案的許多成熟技術，且應用了多項其他先進科技，包括：雷射擊發技術、全自動彈藥裝填系統、彈道追蹤和修正技術、先進的乘員艙、嵌入式訓練系統、電控駕駛技術、鈦金屬材料、油電混合推進系統…等。

作為未來戰鬥系統的子計畫，非瞄準線火炮具備了該系統的許多特徵，包括車身和底盤設計等。火炮提升性能的重點為具備全自動彈藥裝填系統，運用自動裝填系統和自動裝藥系統，使非瞄準線火炮成為一種全自動火炮系統，只需2人就能完成目前5人才能完成的工作。2003年11月，聯合防衛公司更在NLOS-C CTD中結合戰術軟體，並於同年12月運用戰術軟體以6發/分鐘的射速成功地完成了8發彈射擊任務，這突顯全自動火炮首次使用戰術軟體完成射擊試驗。

圖三 非瞄準線火炮 (NLOS-C)



資料來源：詹式年鑑 2008 年

⁵ Jane's, " United Defense LP 155 mm Crusader advanced field artillery system (United States) ",JAA Jane's Armour and Artillery, 25-May-2005. [http://10.22.155.6:80/intraspex/intraspex.dll?Goto&GID=JAA_JAA_0459\(2005/5/25\)](http://10.22.155.6:80/intraspex/intraspex.dll?Goto&GID=JAA_JAA_0459(2005/5/25))

(二)中斷原因

而在2009年4月，因全球金融風暴以及國際形勢的改變，新上任的歐巴馬政府以未來戰鬥系統，FCS 發展的經費過於龐大（總費用需1600億美元），以及其輕型裝甲是否適用於戰場上的因素受到質疑，進而全面終止未來戰鬥系統的研發以及其相關製造計畫，於此同時該系統的子計畫：非瞄準線火炮也受到影響，在2009年12月宣告正式終止。⁶

肆、PIM 內容簡介

一、背景環境

因戰鬥環境的變遷，美軍在處理輕重型、老舊裝備上更加理性和務實。為求遠征以及全球快速部署，未來戰鬥系統因應而生。美軍要求該 FCS 系統的戰鬥車輛都可進行空運部署，因而終止了許多重型武器計畫，其中包括十字軍自走砲的研發計畫。

然而戰甲砲車的輕型化似乎言之過早，FCS 雖執行了將近千項的武器減重方案，但仍不能兼顧戰甲車對可運輸性，生存能力及殺傷力的全面要求。在波灣戰爭中，證明了傳統重型武器具有強大的突襲力及防護力，可為消滅敵人的保證；反而是數位化提升武器戰場態勢感知力，增加生存力方面，缺乏太多不確定因素，再加上經濟環境的變遷，國防資金的短絀，未來戰鬥系統，FCS 亦被強迫終止。

圖四 未來戰鬥系統（FCS）全系列甲車



資料來源：詹式年鑑 2008 年

⁶ Jane's, " NLOS-C prototype takes first steps on road to service with the US Army's FCS", IDR International Defence Review, 13-Oct-2008. [http://10.22.155.6:80/intraspx/intraspx.dll?Goto&GID=IDR_IDR11705\(2008/10/13\)](http://10.22.155.6:80/intraspx/intraspx.dll?Goto&GID=IDR_IDR11705(2008/10/13))

美軍在十字軍以及非瞄準線火炮（NLOS-C）兩個火炮更新計畫，都相繼因為資金以及戰術考量因素而取消之後，美陸軍轉以相對較少的資金，挹注於改良現有的 M109A6 自走砲，該性能提升專案名為「帕拉丁整合管理」（Paladin Integrated Management, PIM）。

移植技術重點在將 M109A6 砲塔，與布萊德戰車底盤及非瞄準火炮（NLOS-C）的自動化裝填系統互相整合。PIM 另有其經濟優點，因除美國本土約 1600 門 M109 自走砲外，國外尚有總共約 6000 門 M109 系列自走砲，若此舊型火炮提升專案順利執行，將成為 M109 性能提升的先驅，這使美國整體軍火產業對國外有需求提升 M109 系列自走砲的國家能為之帶來不少利益。故在當前環境下，PIM 為目前美國陸軍提升砲兵武器的唯一考量，甚至有可能延伸而成 M109A7 自走砲。

圖五 M109A6PIM火炮



資料來源：詹式年鑑 2010 年

二、主要改良部分

PIM包括三項的技術整合：首先為未來戰鬥系統（FCS）中，非瞄準線火炮（NLOS-C）內的部分系統，包括電力驅動系統，用以取代當前M109系列之液壓系統以供火炮方向及高低之俯仰，另外也安裝了自動裝彈系統，用以增加其射速。再者，更新為M2布萊德的底盤，包含引擎、變速箱、承載輪等以增加其車速及容彈量。最後亦保留M109A6自走砲之原有性能，如GPS、自動射控系統等等，主要性能提升部分可區分為底盤及砲塔：

（一）底盤部分：

原M109系列的底盤為上世紀50年代產品，構型多為老舊且維修較為困難，為了增加通用性以及移動速度，除了將現有M109A6自走砲砲塔加以性能提升外，另外更換了全新的底盤。

更換的底盤為美國M2布萊德戰車現正使用的底盤，雖不是最新研發，但是比起M109晚約20年誕生，防護及機動力強，時速可增加約10公里。底盤外殼採

全新鋁合金焊接，具有600馬力的柴油引擎、L3 戰鬥推力系統 HMPT-500 系列的變速箱，艙內容量更大，裝甲可特殊強化。

圖六 M2A2布萊德戰車（強化裝甲）



資料來源：詹式年鑑 2010 年

該底盤包括布萊德所具備的最終驅動器、扭力桿、承載輪、承載臂及履帶，可提供600伏特直流電，75千瓦的發電機。駕駛手的位置在車體左前方，並裝置砲車前後的監視系統以利其操控。

新型底盤的內部空間更為寬敞，可容納43發155公厘砲彈，其中可包括17發當前最新型以GPS導引的M982神劍精準砲彈。

（二）砲塔部分：

將非瞄準線火炮（NL0S-C）的電力驅動系統（Common Modular Power System, CMPS）技術轉移，提供35千瓦及600伏特直流電量，可將其電量轉至M109砲塔內各系統供電使用。並以此一電力驅動系統，取代60年代的液壓驅動方式的高低方向驅動系統及裝彈機。

同時，該電氣系統提供砲手的防護背心電力，使之具有空調功能，能在類似波灣等沙漠炙熱地區進行作戰。另外在車頂，砲長的位置，增加了橫向的安全防護裝甲，以利其操作M2HB五〇機槍或其他武器。

M109A6 PIM 自走砲的性能同時也達到了彈藥裝填自動化，改以非瞄準線火炮（NL0S-C）的全自動裝彈系統，裝置之後的射速可超越 M109A6 的 4 發/分，達到 8 至 10 發，M109A6 PIM 自走砲可於停車後透過內建通信設備，外部自動行軍鎖，自動砲管轉向能力，在 45 秒內發射出第一發砲彈。

而砲管部分，M109A6 PIM自走砲仍使用舊有的M284砲管並未實施更新，該型砲管已可射擊最新型的M982神劍精準砲彈，射程可達40至50公里。

M109A6 PIM自走砲目前已由美國貝怡公司（BAE）製造了七個模組的PIM車輛提供美軍測評，包括五種火砲及兩種彈藥車類型。至2011年底已測試機動超過6740哩，並以模組化拋射藥（Modular Artillery Charge System, MACS）射擊約二千餘發砲彈，⁷已通過可靠性、可用性及可維修性的第一階段測試。預計於2013年6月將初步生產440台M109 PIM自走砲。下表為我砲兵之M109A2、A5自走砲與M109A6、A6PIM自走砲之諸元比較表。⁸

表一 M109自走砲諸元比較表

M109 自走砲諸元比較表				
程式	M109A2	M109A5	M109A6	M109A6 PIM
砲管長	39 倍	39 倍	39 倍	39 倍
射角	-3 至+75 度	-3 至+75 度	-3 至+75 度	-3 至+75 度
方向 轉動界	共 360 度	共 360 度	共 360 度	共 360 度
射程	普通：18000 公尺 增程：23500 公尺	普通：22000 公尺 增程：30000 公尺	普通：22000 公尺 增程：30000 公尺	普通：22000 公尺 增程：30000 公尺
射速	最大：4 發/分 持續：1 發/分	最大：4 發/分 持續：1 發/分	最大：4 發/分 持續：1 發/分	最大：8-10 發/分
操作人員	6 員	6 員	4 員	4 員
放列時間	1 分鐘	1 分鐘	1 分鐘	45 秒
砲身程式	M185 式	M284 式	M284 式	M284 式
最大初速	684 公尺/秒	827 公尺/秒	827 公尺/秒	827 公尺/秒
膛線	48 條	48 條	48 條	48 條
砲身諸元	長：9.12 公尺 寬：3.15 公尺 高：3.28 公尺	長：9.12 公尺 寬：3.15 公尺 高：3.28 公尺	長：9.804 公尺 寬：3.15 公尺 高：3.28 公尺	長：9.7 公尺 寬：3.91 公尺 高：3.73 公尺
火砲重量	24948 公斤	24950 公斤	28738 公斤	31752 公斤
行車速率	56.3 公里/時	56.3 公里/時	56.3 公里/時	64.4 公里/時
巡航里程	349 公里	354 公里	344 公里	322 公里
離地高度	0.46 公尺	0.46 公尺	0.46 公尺	0.48 公尺
涉水深度	1.07 公尺	1.07 公尺	1.07 公尺	1.07 公尺
爬坡能力	60%	60%	60%	60%
側面 爬坡能力	40%	40%	40%	40%
越壕寬度	1.83 公尺	1.83 公尺	1.83 公尺	1.83 公尺
障礙高度	0.53 公尺	0.53 公尺	0.53 公尺	0.53 公尺

⁷ Jane's, "155 mm modular propellant charge systems (International) ",JAH Jane's Ammunition Handbook, 06-Jul-2011.
[http://10.22.155.6:80/intraspx/intraspx.dll?Goto&GID=JAH_JAH_0526\(2011/7/6\)](http://10.22.155.6:80/intraspx/intraspx.dll?Goto&GID=JAH_JAH_0526(2011/7/6))

⁸ 同註 4。

載彈量	34+2(銅斑蛇)發 500 發 50 機槍彈	34+2(銅斑蛇)發 500 發 50 機槍彈	37+2(銅斑蛇)發 500 發 50 機槍彈 200 發 40 榴	43 發榴彈 含 17 發神劍 500 發 50 機槍彈
引擎	8V71T；405hp， 液冷式 2300 轉/405hp	8V71T，LHR 2300 轉/405hp	8V71T，LHR,8 缸 2300 轉/440hp	Cummins VTA-903T 2300 轉/600hp
變速箱	XTG-411-2A 4 前 2 後	XTG-411-4A 4 前 2 後	XTG-411-4A 4 前 2 後	L3 HMPT-500 eries
火力	M185 砲身 50 機槍(重管式)	M284 砲身 50 機槍(重管式)	M284 砲身 50 機槍(重管式) 40 公厘 mk19 機槍	M284 砲身 50 機槍(重管式) 40 公厘 mk19 機槍
夜視裝備	有	有	有	有
核生化防護	無	有	有	有
自動射控	無	無	有	有
彈道計算機	無	無	有	有
SINCGARS	無	無	有	有
內建模擬器	無	無	有	有
砲座	M178	M182	M182A1	M182A1

資料來源：筆者整理

伍、國軍自走砲性能提升之我見

武器性能提升是永無止盡的，往往必須配合國情、戰略環境、資金等等因素詳加考量。以下為個人針對M109自走砲性能提升之淺見，分述如下：

一、射程

射程為火砲的重要諸元之一，其攸關著是否能有效支援整個戰鬥部隊作戰區域所涵蓋之面積，射程越遠代表著較少的陣地變換次數以及支援時間的延長，並且能有效的達成縱深攻擊任務，打擊敵後方指揮或輜重等之重要設施。

射程之提升可藉由砲管或彈藥之性能提升以達成其目的。

(一)砲管

倍徑比越大，代表火砲的砲管長度相對於砲管口徑的比例越大，砲彈在砲管內經由發射藥加速的時間越長，砲口初速越高，所達成的射程也就越遠大。但在砲管長度的增加同時也將帶來重量大、機動性差、砲管燒蝕嚴重、砲管撓曲和抖動而降低射擊精度、最小射程不穩定且小號裝藥初速偏差過大等缺點，以目前各國發展而言，最大倍徑比的砲管為52 倍徑，射程配合砲彈約可達40至60公里。

美軍此次PIM計畫內並無更新砲管的選項，而仍然維持使用與M109A5、A6相

同的M284型，39倍徑的砲管。推測其原因在於52倍徑的砲管發展尚未完全成熟，更換砲管的單價過於昂貴，射表、射擊指揮儀等參數必須全面更換，以及前述重量大、機動性差、射擊精度不穩定等等之缺點。若以39倍徑與52倍徑砲管相比，射程之差距約為20公里，但39倍徑之砲管最遠可達30公里，已可有效支援整個旅級的作戰縱深。

目前我軍之M109A5自走砲已裝配與美軍M109A6自走砲相同之M284型砲管，在前述52倍徑砲管之缺點尚未改進完全之情況下，建議仍應保留不予更新。

惟M109A2自走砲仍為舊式的M185型砲管。建議可將舊式M185型砲管提升至M284型砲管，火砲射程可提升約4-7公里。

（二）彈藥

當榴砲砲管的發展到達極限時，射程的提升將取決於砲彈、拋射藥的綜合表現；相較兩者之中，砲彈彈體的改進空間最大，變化也更多，最能發揮我砲兵特性，而其在提高射程方面之效果也最為顯著。

目前砲彈的增程技術不勝枚舉，如火箭增程，彈底排氣增程，外型構造改良增程等等，皆能有效達到射程提升之效果。

在北約組織的規範下各國所製造出來的新型砲彈，大部分皆可直接運用於我軍M109系列之砲管，如南非Denel公司的Assegai系列155公厘砲彈即可供各種155公厘牽引和自走砲使用，塞爾維亞增程型155公厘火箭助推、底排砲彈可使39、45和52倍口徑155公厘火砲系統增程10公里，⁹總射程可增加約33%。

以彈藥為射程提升之選項可享有彈藥多樣性，後勤管理壓力小（不像砲管需保養、更換或維修等），採購成本較少，研發製造較為簡單等等之特性，建議可本軍自行研發或向外採購新型增程砲彈藉以有效提升我砲兵武器之射程及砲彈性能。

二、射速

除了射程之外，射速亦為武器的重要諸元之一。射速代表著每分鐘可發射出去多少發砲彈；在越短的時間內發射出去越多的砲彈即代表著火力越強，越能有效支援前線作戰。

而射速的高低牽涉到砲管結構，自動或人工裝填砲彈等因素。就砲彈裝填裝置而言，自動裝填裝置固然比人工裝填速度較快，如M109A6PIM自走砲加裝了自動裝填裝置後，最大射速可由原先人工裝填的每分鐘4發增加到8至10發，但在砲管結構的限制下，持續射速不見得能跟得上自動裝填的速度，原因歸咎於

⁹呂致中，〈砲彈增程技術發展之研析〉《砲兵季刊》（台南），第144期，陸軍飛彈砲兵學校，民國98年第1季，頁22。

砲管溫度這個重要參數；砲管溫度一旦過高變為高熱火砲，火砲即不能再射擊，必須等到降溫之後才能繼續執行射擊任務，否則會有膛炸之慮。故在砲管加裝自動裝填系統後，短時間內射速或可大量提升，但長期而言射速仍將受到一定的限制。

就我軍M109系列自走砲而言，155公厘砲彈雖屬於人工裝填，卻不需像M110自走砲的砲彈一樣，彈體過重需以彈臂搬運到砲上。155公厘砲彈以純人力搬運即可，故在砲手能力有效訓練之情況下，即能有效發揮M284型砲管之射擊速度。

另外就造價及生產技術來說，自動裝填系統之造價不斐，生產技術亦有相當難度，美軍此次PIM計畫所提升之自動裝填系統的前身乃為美陸軍NLOS-C系統研發多年之成果，故可符合其在經濟與技術上之需求，反觀我國在尚未建立自動裝填系統之相關研發及生產技術的情況下，若與提升該項目勢必尋求外購，如此一來勢必提升大量成本，可獲得之成效卻相當有限。

綜合上述討論，個人建議傾向目前的M109自走砲仍應保持人工裝填，待本軍火砲自動裝填系統技術成熟之後，再另為自行研發安裝為較妥善之策。

三、射擊準備時間

砲車到達定位放列後，直到第一發砲彈發射出去的時間稱為射擊準備時間，該時間為砲兵射指、測量、觀測、通信、砲操之綜合操作之成果。越有效的訓練搭配越先進的裝備，即可大量的縮短射擊準備時間，達成迅速支援前線之任務。

波灣戰爭後，導航與定位、定向系統之地位，已從可有可無之奢侈品，躍升為不可或缺之必需品。配備先進之導航與定位、定向，證實可為陸地運動載體之武器系統實現自身之導航與定位、定向，並極度擴大武器效益，提供快速與精確火力以摧毀目標。以本軍現有之M109A2、A5自走砲而言，個人認為藉由提升至具備定位定向系統、自動射控系統以降低射擊準備時間乃為當務之急。

如「模組化定位定向系統」(Modular Azimuth Position System, MAPS)於80年代所生產，1990年起美國陸軍將MAPS配備至M109A6自走砲，作為「自動射控系統」(AFCS)之心臟。90年代航獵威公司將MAPS改良，於1996年發展成為「戰術先進陸地慣性導航器」(TALIN, Tactical Advanced Land Inertial Navigator)，其系統組成與MAPS概同。¹⁰

科技發展日新月異，目前我自走砲對於定位定向系統及射擊指揮儀之提升多有選項，造價部分不見得如同十年前般稀有且昂貴，故宜審慎考量詳加選擇。

¹⁰劉明輝，〈「模組化定位定向系統」與「戰術先進陸地慣性導航器」(TALIN)運用於自走砲之性能與效益比較〉，《砲兵季刊》(台南)，第116期，陸軍飛彈砲兵學校，頁1。

個人之建議提升該類裝備時應以全砲車系統之結合為優先考慮。如以射擊指揮儀而言，本軍除外購之「先進野戰砲兵資料系統」(Advanced Field Artillery Data System, AFATDS)之外，另有本軍自行研發、功能性類似的「砲兵射擊指揮自動化系統」。未來不論以上述何種系統搭配所獲得的定位定向裝備，均應完成所有設備在資料參數上能共通同構連與辨識，方能發揮其最大功效。

四、PIM專案在後勤管理層面之借鏡

有別於之前皆因資金及戰術問題被迫終止的新型自走砲升級計畫，此次美軍所執行的帕拉丁整合管理(PIM)專案，僅為將原有的火砲實施性能提升，在後勤管理部分可減輕不少負擔。

因其採用之各提升組件皆為美軍現有裝備，並非新研發而成，其中包含M2布萊德戰車底盤以及非瞄準線火砲(NLOS-C)的各個子系統，無須再增加多餘經費用於研發，故研發成本可以降到最低。

而在後勤管理部分亦減輕許多負擔。舉例來說，整個後勤的供應鍊中，各保養層級僅需管理同一款裝置於M2布萊德底盤的Cummins VTA-903T引擎，這一來可降低建軍的經濟成本，在技術上也無須另行開發生產線或是維修線，沿用舊的流程即可順利完成火砲引擎的維保問題。長期來說，可有效減少布萊德系列與自走砲的維持成本。

就此後勤層面言，我軍建軍實可為借鏡，在國防預算日漸短絀之情形下，將外購新型火砲與提升舊有之M109A2、A5型自走砲，不管在初購成本考量、中程的技術轉移、以及後續後勤管理的各個層面相比，所需耗費之金錢及人力何者為優實在是不言而喻。

從此次M109A6 PIM性能提升專案以及去年度貝怡公司至我軍商情簡報顯示，M109系列之性能提升皆為可選配之項目，如M109A2可提升為M109A5自走砲，M109A5可提升為M109A5S(強化版)，故在成本及戰術需求考量之下，可針對當前我砲兵急需提升性能之部分實施更新，諸如朝內建火砲定位定向系統、射擊指揮儀等等著手，成本相對購置全新的火砲而言亦應相對較低。

陸、結語

我自走砲兵之建置與美軍同為使用近半世紀的M109系列自走砲，所共同面臨的皆為國防預算的日漸削減，以及火砲亟欲更新以符合現代作戰潮流等問題。由以上的探討我們可知，除了購置新型火砲之外，提升原有的M109系列自

走砲性能不外乎為一個理性、務實並且可行的選項。惟在考量性能提升之項目的同時，應選擇適合我戰術戰法發揚之項目著手，方能達到經濟、效用雙贏之成果。

作者簡介

林展慶少校，志願役預官 90 年班、美國輕兵器暨火砲保修班 93 年班、砲兵正規班 193 期、成功大學工業管理系學士、成功大學工業暨資訊管理系碩士；歷任教官（94 年國防部優良教官，95、97 年司令部優良教官），現任職於陸軍飛彈砲兵學校兵器組教官。