

提升迫擊砲精準打擊能力-彈道修正引信簡介

作者/鄭維順少校



陸軍官校 92 年班、步校正規班 100 年班(347 期)；曾任排長、副連長、教官，現任職於陸軍步兵訓練指揮部兵器組教官。

提 要

- 一、精確導引彈藥在近年來歷次戰爭中扮演著勝敗關鍵性的角色，自波灣到科索沃戰爭，再到阿富汗、伊拉克戰爭，精確導引彈藥的使用日益頻繁，由此看來精確導引彈藥已成為現代化戰爭的主要武器。
- 二、因製造成本高昂，未來精準彈藥在作戰中難以全面取代傳統彈藥因此，在彈著精度與製造成本之間取得平衡點，開發「彈道修正引信」砲彈，已成為火砲彈藥研發的一個重要方向。
- 三、彈道修正引信技術，是針對射程和密集度的互相制約，而提出的一種將慣性制導、全球定位系統或其他彈道參數敏感系統安裝在引信中，以實現對砲彈飛行彈道的簡易測量和控制，有效縮小砲彈落點散佈的一種新概念引信技術。
- 四、彈道修正引信為迫擊砲彈藥精準化開闢了一條成本少、效益大的捷徑，對提高迫擊砲在未來戰爭中的重要性和作戰效能，具有實質意義，值得期許與開發。

關鍵詞：引信、彈道修正

壹、前言

自第一次波灣戰爭、科索沃、阿富汗及第二次波灣戰爭，精確導引彈藥的使用分占總投彈量的 8.36%、35%、56%、68% 的比例，由此看來精確導引彈藥已成為現代常規戰爭的主要武器。¹而精確導引彈藥，一枚動輒數萬美元，使精確導引彈藥想全面取代傳統彈藥仍有困難。因此，各國努力發展的方向是開發低成本、具有彈道修正功能的引信；²彈道修正引信為火砲彈藥的一個分支，它介於傳統彈藥和精確導引彈藥之間，是利用彈道修正技術，完成砲彈的簡易彈道修正功能，使其能夠在預定目標區爆炸，大幅度的提高了砲彈的命中率，使它具有媲美精確導引彈藥的精度，又能保持接近傳統彈藥的低成本，能在彈著精度與製造成本之間取得平衡點，開發「彈道修正引信」砲彈，已成為火砲彈藥發展的一個重要領域，概述如下：

貳、精確導引彈藥與彈道修正引信區分

精確導引彈藥發展史開始於東西方兩大陣營冷戰時期，在 1991 年波灣戰爭時達到極致，其後歷經科索沃及阿富汗戰爭等諸戰事，因此大幅提高武器的打擊精度，已成為主宰作戰勝利不可輕忽的重要因素。³當前世界各國在精確導引彈藥方面的努力，主要是致力於具備彈道導引功能的導引砲彈研製工作。直至 90 年代末，繼之而起引起世界各國砲兵重視的則是針對傳統砲彈改良而來的彈道修正引信彈藥。據美國陸軍估算，彈道修正引信在 5 公里射程時，落彈圓周機率誤差可保持在約 10~50 公尺的範圍內。若考量研製成本，彈道修正方式對彈著的修正精度與其成本概略成正比。單價約只有全備型精準彈藥的 1/10 左右。採用二維彈道修正引信時，彈道修正引信砲彈的精度約可達精確導引彈藥彈著精度的 70% 左右。以下針對精確導引彈藥及彈道修正引信彈藥相關性能實施比較分析如表一：

¹曾溫龍、莊加榮，〈從精準彈藥之研發探討本軍迫擊砲需求〉《陸軍步兵季刊》（高雄），第 243 期，陸軍步兵訓練指揮部，民國 100 年第 2 季，頁 2。

²楊肅剛，〈砲兵武器發展近況〉《全球防衛雜誌社-軍事家》（台北，全球防衛雜誌社有限公司），西元 2006 年 10 月號，頁 35。

³郭慶輝，〈精準導引砲彈應用於城鎮戰之研討〉《陸軍砲兵季刊》（台南），第 155 期，陸軍飛彈砲兵訓練指揮部，民國 100 年第 4 季，頁 6。

表一、精確導引彈藥與彈道修正引信比較表

區分	精確導引彈藥	彈道修正引信
		
導引方式	可區分為半自動雷射導引系統、紅外線半自動尋標系統、毫米波全自動尋標系統及複合式尋標系統等4種。	目前主要使用GPS全球定位系統、慣性導航系統或定位雷達等幾種方式。
修正方式	主要是透過迫砲彈上的多個側推火箭或由尾端安定翼控制方向來修正彈道	以引信上的阻力裝置及控制翼片，分別修正飛行彈道的距離及方向誤差。
修正精度	彈著圓周機率誤差約10公尺。	彈著圓周機率誤差約10公尺至數10公尺。
可承受加速度	20,000G以上	20,000G以上
製造成本	約數萬美元	約數百至數千美元
彈藥研改性價比	精準彈藥須以全備彈的型式重新研製完整彈藥，造價高，無法於作戰中大量使用。	利用現有的傳統砲彈，將具有彈道修正功能的引信裝入砲彈內，使傳統砲彈具有彈道修正的能力，可全面提升迫砲彈藥性能。
適用火炮	81、120公厘迫擊砲	120公厘迫擊砲
限制因素	1. 射程受雷射目標指示器影響而縮短。 2. 半主動雷射的導引效果極易受到天候干擾。	小型化半導體、微機電及衛星定位系統技術層面高。

資料來源：作者自行整理

參、彈道修正引信簡介

由於科技不斷的發展與應用，各國迫擊砲火力已經成功具備精準射擊能力之後，成本控制便成為下一個努力的目標；在新型導引砲彈以全備彈的型式始終無法有效降低製造成本的狀況之下，目前發展方向是利用現有的傳統砲彈，將具有彈道修正功能的引信裝入砲彈原本容納引信的空間內，將現役砲彈的普通引信改良成具備彈道修正功能

的新型引信，使傳統砲彈具有彈道修正的能力。在提升傳統砲彈射擊精度之餘又可降低成本，具有重要的軍事及經濟價值，這種改良傳統引信成為具有彈道修正功能引信就是所謂的「彈道修正引信」。⁴

彈道修正引信除了具備傳統砲彈引信的各種功能之外，還同時具備測量彈體空間座標及彈體飛行姿態的能力，並可藉此計算出砲彈的實際飛行彈道並與預定目標的預定彈道做比對，得出彈道的誤差值，並於接收修正指令後，立即運用彈體本身的修正裝置，對砲彈執行飛行彈道修正，以減小彈著圓周誤差，提高命中精度，更可將每發砲彈製造單價控制在約數百至數千美元之間。彈道修正引信除了具有較全備型導引砲彈更低廉的造價之外，仍可相當程度提高砲彈射擊精度，有效提升迫擊砲攻擊能力。⁵茲將彈道修正引信的工作原理、修正及導引方式敘述如後：

一、工作原理：

彈道修正引信技術，是針對射程和密集度的互相制約性而提出的一種將慣性制導、全球定位系統或其他彈道參數敏感系統安裝在引信中，以實現對砲彈飛行彈道的簡易測量和控制，來減小砲彈落點散佈的一種新概念引信技術。它是通過對傳統引信的改造，使其增加了彈道修正功能。⁶這種新型引信系統可以對砲彈所處的實際彈道環境進行測量並預估出彈道的落點偏差，迅速形成消除該偏差的彈道修正指令，並傳輸給引信中的彈道修正執行機構，對彈藥的飛行彈道進行自主式修正，達到減小落點散佈，提高命中精度之目的。

二、彈道修正方式：

彈道修正引信依據操作模式的不同，可區分為 GPS 定位引信、一維彈道修正引信及二維彈道修正引信等三種分述如下。

（一）GPS 定位引信：

這種引信具有對砲彈落點進行定位的功能，但沒有彈道修正功能。引信對砲彈落點定位並由引信中的發信器將落點座標傳回射擊指揮所，然後引爆彈藥。射擊指揮所人員將從 GPS 引

⁴李秦強，〈淺談砲兵精準彈藥新方向-彈道修正引信〉《陸軍砲兵季刊》（台南），第 143 期，陸軍飛彈砲兵訓練指揮部，民國 97 年第 4 季，頁 4。

⁵同註 4，頁 4。

⁶方天翔、董明傑〈國外彈道修正技術在彈藥中的應用概況〉《科技視界》，西元 2013 年 28 期。

信得到的實際落點與預定目標位置比較，對射擊諸元進行修正，再進行後續的射擊。⁷此種引信能將傳統彈藥的誤差減少 2~3 倍，彈著圓周機率誤差約百公尺。

（二）一維彈道修正引信：

「一維彈道修正引信」（如圖一），即由引信對「射擊距離」誤差進行修正。其原理是火炮射擊瞄準比目標更遠的一個點，而目標的距離座標在發射前已輸入引信，發射後引信中的小型 GPS 接收器不斷對砲彈進行定位，檢測實際飛行彈道，預報落點，並與射擊前輸入引信的目標位置進行比對，得出射程修正量及阻力裝置的正確啟動時間或阻力裝置的適當伸展量之後，再於適當時間展開砲彈本身的阻力裝置，修正改變砲彈降弧段的彈道，使砲彈盡量準確地落在目標中心附近⁸。將能使傳統彈藥的誤差減少 3~6 倍，彈著圓周機率誤差約數十至百公尺。

圖一 法國「SPACIDO」一維彈道修正引信



資料來源：

http://www.eda.europa.eu/info-hub/news/Towards_a_European_solution_on_Precision_Guided_Ammunition(2014 年 5 月 3 日)

（三）二維彈道修正引信：

而「二維彈道修正引信」（如圖二），除了對「距離」誤差實施修正外，同時也對彈道的「方位」誤差進行修正。其原理是砲彈發射時，不僅定出比預定目標更遠的射程，並且在方位上較預定目標刻意偏左或偏右。砲彈發射後同樣經過彈道修正引信的定位及對距離、方位的誤差量計算，並於適當時間啟動砲彈本身的阻力裝置及控制翼片，分別修正飛行彈道的距離及

⁷洪元軍、雷雅茹〈國外彈道修正引信發展現況研究〉《探測與控制學報》，第 23 卷第 4 期，西元 2001 年 12 月，頁 1。

⁸同註 7，頁 1。

方位誤差，此種方式可較一維的彈道修正更大幅地提升砲彈射擊精度。⁹將能使傳統彈藥的誤差減少 3~10 倍，彈著圓周機率誤差約十至數十公尺。

圖二 美國 BAE 公司二維彈道修正引信



資料來源：<http://blog.cdstm.cn/374029-viewspace-182157>(2014 年 5 月 3 日)

三、導引方式：

彈道修正引信的導引方式大致上分為兩種，一種是直接引信中裝置 GPS 接收器，隨著微電子技術發展日趨成熟，全球定位技術廣泛的運用在迫擊砲彈彈道修正上，並滿足彈道修正的精度要求。目前可將小型全球衛星定位接收機配置於彈道修正引信上，利用衛星定位技術測量彈道參數，計算實際飛行彈道與預期彈道之間的誤差量。再搭配慣性導航系統，做為全球定位系統失效或遭遇干擾時的備援手段，全程或於砲彈飛行彈道中的某一段，透過彈道修正裝置對飛行中的砲彈實施彈道修正，以提升砲彈射擊精度及穩定度。

另一種是使用地面雷達定位系統來追蹤砲彈，如「都卜勒追蹤雷達系統」等裝備，透過追蹤砲彈的實際彈道，再與預定彈道計算比對後，於特定時間由地面傳送信號給砲彈的彈道修正引信，打開阻力片等彈道修正裝置，修正砲彈的飛行軌跡，提升射擊精度。¹⁰

肆、主要國家發展現況

目前彈道修正引信的主要研製國家有美國、德國、以色列及中國大陸等國家，其一維彈道修正引信技術基本趨於成熟；二維彈道修正技術難度較大，各國目前處於探索研究階段，其中以美國發展最為快速。

⁹同註 7，頁 2。

¹⁰同註 4，頁 7。

一、美國：

彈道修正引信最初是美國在 20 世紀 80 年代提出的，目的是研製自動試射彈，即在引信中裝有 GPS 接收器，將飛行中砲彈的位置傳回設在砲兵陣地或火砲上的射控電腦。這樣，砲彈的實際彈道就可以標繪出來並與預測彈道相比較，由此可推算出下一發砲彈的修正量。1992 年，美軍產生了進一步發展此一技術的想法，具體內容包括以不同的方式為遠程火砲系統提供自主的 GPS 導航（例如自主修正）功能、引信定位功能（以最接近的特定座標位置為基礎）和戰鬥識別功能，或者提供用於彈道描述的靶場測量引信。

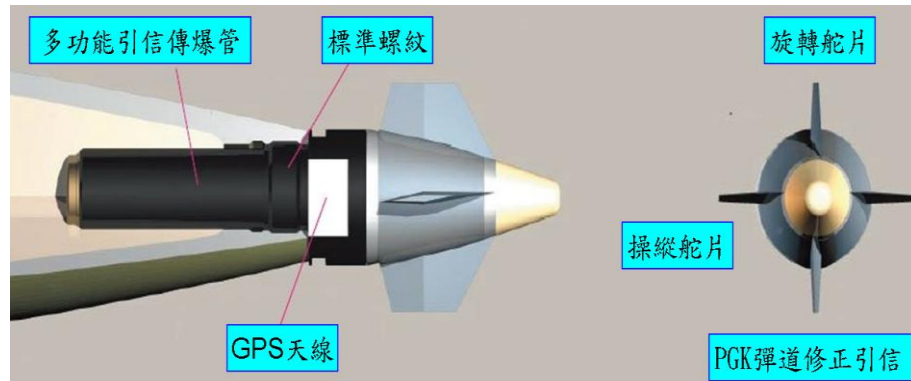
1994 年美軍啟動「低成本功能彈藥」（LCCM）計畫，開始積極推動一維彈道修正（距離修正）及二維彈道修正引信（距離和方向修正）研究工作。1996 年開始研製迫擊砲的一維彈道修正引信，1999 年對裝有彈道修正引信的砲彈進行試射成功。

2002 年由美國海軍主導的一項「導引整合引信」（GIF）研發計畫，採用 GPS 導引裝置及兩組網格狀的控制面，彈著圓周機率誤差小於 10 公尺，單價為 3500 美元，由於精確度的要求極高，GIF 在歷經數年的努力後仍無法有效達成此一目標。

2005 年美國陸軍展開另一個使用 GPS 的低成本 CCF 計畫，稱為 XM1156「精確導引組件」（PGK）彈道修正引信（如圖三）。PGK 成本約在 1500~3000 美元，將分三階段逐步進行，第一階段與第二階段分別在 2008 年與 2011 年開始少量生產，彈著圓周機率誤差分別小於約 50 公尺與 30 公尺，可承受 15,000G 的加速度；而第三階段則在 2012 年生產，彈著圓周機率誤差小於約 10 公尺，加速度容許上限提高到 20,000G。¹¹投入 PGK 發展計畫的公司有美國 ATK、BAE、雷錫恩等公司，最後由 ATK 公司成功完成了低成本 PGK 的制導飛行實驗，ATK 公司 PGK 主要的特色是：具有電子系統的固定鴨式舵制導部件、自給電源和少量的活動機件。它不但滿足更超過了距離、精度和成本的要求，ATK 公司擊敗另外兩個競爭對手，進入 PGK 的系統開發與展示階段，與美國陸軍簽訂為期 18 個月的開發合約。

¹¹同註 2，頁 36。

圖三 ATK 公司「精確導引組件」(PGK) 彈道修正引信



資料來源：

<http://www.defenseindustrydaily.com/atks-pgk-turning-shells-into-precision-artillery-07430/>(2014 年 5 月 4 日)

由於美國步兵急迫地希望能夠獲得精確打擊火力，提出用於 120 公厘迫擊砲的 PGK 需求聲明，要求其精度達到 10 公尺甚至更小，單價在 3000~5000 美元之間。要求 ATK 公司在 2009 年 5 月進行展示。ATK 公司隨後利用現成的 PGK-1，裝到傳統 M934 式 120 公厘迫擊砲彈上，研製出「迫擊砲彈導引組件」(MGK)。稱為 XM395 迫擊砲彈(如圖四)，它的尾翼上加裝了折疊彈翼，可使原本不旋轉的傳統迫擊砲彈轉起來，利用自旋力量，讓內建小型發電機發生作用，產生自發電力；而引信部需要蓋上一個鴨式舵蓋，以保護鴨式舵，並且協助將編程數據裝定到引信中。

圖四 美軍 XM395 (MGK) 120 公厘迫擊砲彈



資料來源：<http://blog.cdstm.cn/374029-viewspace-182157>(2014 年 5 月 4 日)

相關開發裝備中還有 M32 輕型手持式迫擊砲彈道計算機，M150/M151 非車載迫擊砲火控系統，以及用於設定目標位置和制導信息的 XM701 精確輕型通用迫擊砲彈引信裝定系統(如圖五)。2011 年 3 月 26 日，駐阿富汗美軍 101 空降師，在庫沙蒙德作戰基地首次發射了一枚 XM395 迫擊砲彈，結果落在了離目標不到 4 公尺的地方，達到了預定精度。XM395 迫擊砲彈不但是世界上最先裝備的 GPS 導引迫擊砲彈，也是率先採用二维彈道修正引信的彈藥，代表著彈

道修正引信已正式完成部署。¹²

圖五 XM701 精確輕型通用迫擊砲彈引信裝定系統



資料來源：<http://blog.cdstm.cn/374029-viewspace-182157>(2014 年 5 月 7 日)

二、德國：

德國方面研究的也是只有距離修正的一維彈道修正引信，不過是採用 GPS 裝置作為修正依據，名為「彈道修正引信」(TCF) (如圖六)。TCF 彈道修正功能採用的是藉由以彈體旋轉的離心力伸展一組傘狀收折的阻力片來完成，圓周機率誤差預計可以低於 50 公尺，並有一組電子定時器預設阻力片張開時間，以在 GPS 遭到嚴重干擾時避免砲彈飛過目標區。TCF 中的 GPS 接收器元件可承受 20,000G 的加速度，在 2007 年進入全程研發。¹³

圖六 德國「彈道修正引信」(TCF)



資料來源：<http://www.dsti.net/Information/Pics/>(2014 年 5 月 7 日)

三、以色列：

以色列方面則有兩個利用 GPS 的彈道修正引信計畫在進行，其一是以色列飛機工業(IAI)的「緊緻射擊修正系統」(CFAS)，原先是單純的彈道追蹤系統，目前已發展為距離與方向修正的二維彈道修正引信，使用 GPS/INS 導引元件與 4 片控制面，預計可承受 20,000G 的加速度，初步的展示顯示的圓周機率誤差目標是 40 公

¹²陳永新、柏席峰，〈一波三折的靈巧迫彈〉《兵器知識》，2014 年 17 日，<http://blog.cdstm.cn/374029-viewspace-182157>

¹³同註 2，頁 36。

尺，未來的目標則是 20 公尺。另一個計畫則是以以色列軍事工業公司(IMI)的「修正彈道砲兵彈藥」(CTAP)，也是使用 GPS/INS 導引元件，已在 2009 年進行試射，圓周機率誤差在 30 公尺以內」。¹⁴

四、中國大陸：

除了以上介紹的美、德、以色列等國之外，中國大陸在 1994 年也開始了對彈道修正技術的研究，而中國大陸許多的科學研究機構對彈道修正和提高落彈點精度技術表現出極大的興趣，目前正積極對彈道修正引信進行研製及開發工作，主要著眼在一維彈道修正引信的研究，作為彈道修正發展的初始階段，是當前中國大陸彈道修正引信技術的主流，其技術因層面較簡單而易於實現，而二維彈道修正引信技術目前正處於探索研究階段，由於中國大陸對彈道修正技術的發展起步較晚，許多技術還不夠成熟，並沒有具體的研發型號。但中國大陸相關研究機構已經在修正技術的總體設計、修正執行機構、目標檢測、彈體姿態測量等方面展開了研究，並取得了顯著的進展。雖然中國大陸暫時還沒有成功研發彈道修正引信砲彈，但隨著近年航空、衛星、電子及微機械加工等技術的發展，使得中國大陸可以一方面對一維彈道修正引信進行研製，同時也可對二維彈道修正引信實施技術的儲備，未來，中國大陸在彈道修正引信這一個領域具有趕上其他國家的實力。

伍、彈道修正引信砲彈之作戰效益評估

彈道修正技術之引入，對我迫擊砲射擊技術、戰術運用有著顯著的正面影響，未來在換裝彈道修正引信後對傳統彈藥性能的效益提升做以下分析。

一、現有彈藥改裝，降低成本：

目前各國彈道修正引信，都是以現有傳統砲彈的引信實施改裝，將具有彈道修正功能的引信，直接裝入舊有砲彈容納引信的空間中，使傳統砲彈具有彈道修正的能力。例如：美軍「一維彈道修正引信」迫擊砲彈就是在傳統標準迫擊砲彈 M525 引信基礎上改進的。使用彈道修正引信來提升迫擊砲射擊精度，既可達到降低造價及節約彈藥，降低作戰成本的目的，又可達成相同的殺傷及破壞效

¹⁴同註 2，頁 36。

果，符合作戰需求與成本效益。

二、提升目標處理多元性：

彈道修正引信砲彈使目標命中率大為提高，對攻擊目標之使用發數可減少，以單砲可獲致排射擊之所望效果，並可有效處理隱藏在城鎮內敵軍、車輛、迫砲陣地等目標，可增大攻擊目標的多元性。

三、減少後勤支援負擔：

美國核子專家瓦爾斯特得（Wohlstetter）曾言道：「大體上，改良十倍的準確度，與增加千倍的核子爆炸威力具相同的效果。」換言之，若將武器的命中精度提升 1 倍，在達成相同的殺傷能力之下，彈頭的 TNT 火藥量可減少原先的八分之一。¹⁵意謂射擊精度提升，可大幅度減少彈藥消耗。彈道修正引信可用少量射擊發數即可達到所望火力效果，故欲達成相同之戰果，彈藥攜行量可降低，減少後勤補給；單砲之彈藥基本攜行量將可下修；或在維持攜行量不變之狀況下，等量砲彈數量可發揮以往數倍之火力效果，使每日彈藥補給率下降，有效提升後勤支援之效益。¹⁶

四、整合導引系統，實施精準打擊：

彈道修正引信砲彈可藉由 GPS 全球定位系統、慣性導航系統或定位雷達等多重方式，分段正確導引砲彈尋找目標並將其殲滅。反登陸作戰時，針對共軍海上舟波區內，可精準將火力指向大型指揮艦、火力支援艦及登陸艦艇，且於兩棲車輛泛水線前予以殲滅，阻其衝鋒上陸。因此，透過彈道修正引信砲彈之投入，除可避免過去為確定射擊效果而可能造成彈藥之浪費。

五、降低人員無辜傷亡：

彈道修正引信砲彈不僅是全天候，在城鎮、複雜地區、山地或開闊地形都非常有效，這類砲彈能降低誤擊，減少無辜的傷亡。例如進行城鎮戰，必須運用迫擊砲火力對靠近醫院、學校、工廠等民間或敏感設施周邊的敵軍目標射擊時，為避免造成不必要的百姓傷亡或民生設施破壞，就可以選用彈道修正引信砲彈射擊，在最小破壞程度下，消滅目標。

¹⁵孫磊、張河，〈具有彈道修正功能的引信設計〉，南京理工大學學報（南京），第 29 卷第 3 期，2005 年 6 月，頁 285。

¹⁶同註 3，頁 13。

陸、對未來提升我迫擊砲彈藥發展之方向

目前本軍各類型火砲彈藥發展，自砲兵銅斑蛇精確導引砲彈之後即無重大的改進；而在彈藥引信部分，目前中科院已從傳統的機械引信朝向多功能電子引信的方向發展，尚屬起步階段，但面對作戰需求與成本考量，我國應參酌世界先進國家經驗，掌握未來脈動，針對多元化作戰型態中火力運用特性，循序漸進規劃迫擊砲彈藥現代化進程，朝向「傳統彈藥精進化」、「電子引信小型化」、「工作模式多樣化」、「導引方式多元化」、「目標定位精確化」、「射擊指揮資訊化」等五個方面相互配合，以因應戰場型態的多元化，充分發揮迫擊砲主動攻擊、機動與精準之火力支援作戰，圓滿達成任務。以提升我地面作戰中迫擊砲火力支援效能，未來發展方向分述如下：

一、電子引信小型化：

迫擊砲彈引信體積小，內部空間狹窄，為了實現多功能、多道保險，引信內部各種零件的尺寸都要做得非常小，還要有電子晶片和無線電設備，而迫擊砲彈在發射時要承受很高的砲口初速。這些極其小巧精密的機械和電子零件要在高過載條件下不損壞，正常工作，這對材料學、工程學、加工技術都是一個相當高的挑戰，也是世界各國努力的方向。將小型化的引信使用在小口徑彈藥上，如果可以在使用更多的元件的情況下，仍然保持所佔體積不變，就更加完善引信功能，節省出更多的裝藥空間。

二、工作模式多樣化：

除了引信具彈道修正功能外，多功能引信技術的整合也是一種趨勢，多功能引信技術指的是一種或多種引信具有多種功能（如近發、時間、瞬發、簡易導引、彈道修正等）。同時把點火與控制、彈道修正、導引與控制融為一體的引信技術。技術的成熟將直接導致三軍各種彈藥引信的種類減少到幾種或十幾種，使原有庫存彈藥經過多功能引信的替換，可提高命中精度和毀傷效能。¹⁷

現階段如美軍 M734 多功能引信，屬於渦輪式全保險型電子近發引信，是世界上最可靠、最先進、最容易通用化和擴展功能最強

¹⁷同註 1，頁 13。

的高性能引信，它不需要額外的運輸保險銷，發射前的準備動作少，不容易發生操作失誤。解除遠距離解脫保險和慣性保險，需要兩個以上的外界環境力，共同持續作用安全性高。採用無線電近發原理後能夠實現近發、觸發、延期多重功能融合於一體，可實現不同的戰術要求，對付不同種類的目標。而且這類引信可以實現不同口徑、不同裝藥號數、不同彈種的引信通用。目前美軍 XM395 迫擊砲彈搭配「迫擊砲彈導引組件」（MGK）具備了 M734 多功能引信所有功能，再加上精確彈道修正能力，使得 XM395 迫擊砲彈成為世界上最先進的 GPS 彈道修正引信砲彈。

三、導引方式多元化：

彈道修正引信可採用不同的技術途徑來實現，至於對砲彈彈體的定位及導引，目前主要使用全球定位系統、慣性導航或定位雷達等幾種方式。由於任何一種導引方式都有其性能上的弱點或限制，使得只運用單一導引方式的導引武器，極易受到敵方或自然環境等干擾，影響攻擊成效。為了提高命中精度及導引的穩定性，近期研發的導引武器多採用複合導引方式。也就是整合兩種以上不同的導引方式以截長補短，發揮不同導引系統的綜合優勢，降低誤差。¹⁸

例如全球定位/慣性導航複合導引系統；由於全球定位系統對於短時間內的連續位移定位精度較差，對長時間、長距離的定位精度較佳，而慣性導航系統對短時距和連續運動的定位精度較高，兩者整合恰可發揮互補效果。且全球定位系統能提供長時距、高精度的位置及速度資料，供慣性導引系統實施校準，而慣性導引系統則可在全球定位系統中斷時接替導引任務，並提供載體之加速度及相關飛行姿態資料。¹⁹

四、傳統彈藥精進化：

當今世界各國在武器裝備更新及換裝上，許多國家也都同時面臨諸如預算及國防建軍政策方向等諸多因素限制。如何在種種限制因素下，儘快找出最有利的解決方案，才是生存之道。在彈道修正引信問世後，可將現役各式迫擊砲彈的傳統引信改良成具備彈道修

¹⁸同註 1，頁 6。

¹⁹同註 4，頁 6。

正功能的新型引信，使現有迫砲彈具有彈道修正的能力。彈道修正引信對火砲射擊精度的提升，使迫擊砲具有相當程度的精準打擊能力，除可因此增加迫擊砲火力作戰支援能量，並可有效實施對點目標的精準射擊。目前各式迫擊砲彈藥的數量概約 120 砲 70 萬發、42 砲 40 萬發、81 砲 200 萬發、60 砲 110 萬發，共計 420 萬發需要實施換裝，在可接受的成本範圍內，能兼顧提升迫擊砲作戰能力及投資效益要求之下的最佳選項，在這個方面值得我採購決策及研發單位加以重視及審慎考慮。

五、目標定位精確化：

在提升彈藥性能的同時，對於觀測能力之優劣，決定了目標情報的正確與否，尤其戰場上動態目標稍縱即逝，能否密切配合、迅速作業為決定目標處理成功之關鍵。²⁰利用資訊科技之利，強化觀測裝備，並配合網狀化情資共享平台，將獲得情報透過衛星或其它手段相互傳達，達到「遠距」、「立體」、「即時」、「全天候」目標識別與定位能力，讓「要求」即「火力」，制敵機先，以快制變，因此目標獲得部分可以朝向以下二個方面來精進：

（一）研發或購置「雷射測距儀」：

現今雷射測距儀(如圖七)已能透過其附加之連結器或本身內建功能，而達到夜視、導引砲彈、衛星定位、錄影、錄音等功能，甚至結合觀測數據輸入器、射指技術射擊指揮儀及砲陣地射令顯示器等指管系統，達成迫擊砲射擊資訊化，提升目標標定之精度，進而達到聯合作戰之效果及擴大作戰之範圍，以有效輔助精準彈藥或彈道修正引信發揮其最大功效。

圖七 「VECTOR21」雷射測距儀



資料來源：<http://www.vectronix.us>(2014 年 5 月 7 日)

²⁰ 《陸軍部隊火力支援協調作業手冊》，民國 95 年 11 月 29 日，國防部陸軍司令部印頒，頁 3-2。

(二) 電子地圖運算及整合能力：

觀測員須於戰場第一線適當位置開設觀測所，完成地圖判讀及作業，使用軍用地圖或地形圖註記相關資料，也以「目標寫景圖」及「目標扇形圖」為目標指示、射擊要求或接替說明之用，但上述人工作業受天候、地形、時間等因素限制，相較之下，具備衛星定位、無線通訊等功能的「個人數位助理 (PDA)」便可綜理一切。PDA 體積小、重量輕、低耗電、運算及整合能力強大，操作容易，適合隨身攜帶，整合 GPS(全球定位系統)、GIS(地理資訊系統)及 GSM/GPRS(全球行動通信系統/整合封包式無線電服務技術)，功能更臻完整，如美國「CHI 系統公司」以「C4ISR」為概念的「C3 核心系統」(C3Core)的「個人 PDA 情傳系統」就以「GPS」、「UHF 無線電」、「PDA」組成，可對應特種部隊、戰場指揮官或觀測員需求，運用 GPS 及 GIS 系統對敵之部署或欲攻擊目標定位，在電子地圖上分析、註記，再利用無線電或 GSM/GPRS 系統作情資共享或火力要求，作業時間縮短且能適應各種天候或戰場環境，達到資訊傳達的即時及準確，進而提升作戰效能。²¹

六、射擊指揮資訊化：

射擊指揮所是建構在強而有力的資訊優勢上，並以快速而精確之作業能力，將其轉變為指揮優勢，提供作戰人員正確的射擊數據，達成火力優勢的最終目的，為能達成此目標，射擊指揮應以「資訊化火力控制」為發展目標。

在「即時情資與影像」的獲得與處理上，與「觀測」部分相同，可透過「衛星定位」、「無線通訊技術」及對應軟體的整合達成，惟觀測員之單兵特性較適宜小巧之 PDA，而射擊指揮所可採用供射擊控制使用的「火力控制系統」搭配諸元計算用的「彈道計算機」，以及搭配用於設定目標位置和導引信息的輕便型迫擊砲彈引信裝定系統(如圖八)，使目標定位、引信訊號裝定、彈道計算，相互結合串聯，提供的迅速而精確的打擊能力。而本軍已於民國 87 年起著手研發「迫擊砲射擊指揮資訊化程式」，並參考砲訓部「戰技、

²¹ 李興漢，〈新一代 120 迫擊砲發展趨勢〉《陸軍步兵季刊》(高雄)，第 241 期，陸軍步兵訓練指揮部，民國 100 年第 2 季，頁 11。

術射擊指揮儀系統」架構，目前已初步完成「迫擊砲射擊資訊化」相關軟、硬體設備建構，但系統仍須進一步與目標獲得、數據傳輸、火炮自動化等系統整合，以達到由目標搜索、火力分配、射擊要求、諸元計算、命令下達及火炮射擊全自動化之目標。

圖八 設定目標位置和導引信息



資料來源：<http://blog.cdstm.cn/374029-viewspace-182157>(2014 年 5 月 4 日)

柒、結語

彈道修正引信是資訊科技與傳統殺傷技術完美結合的典範，也是近年來城鎮作戰對提高射擊精度、降低誤擊事件此一需求所出現的產物，引信雖小，意義重大；數位化戰爭時代，傳統武器須改良提升火力支援效能，精準化是必然要求目標；考量預算支應能量精準砲彈不易一次到位，彈道修正引信是最佳過渡方案，國防科研能力須有效將地面部隊各型曲射火炮提升其「數位化」、「精準化」、「自動化」，俾能符合數量上的節約，質量上提升之要求標準，方能兼顧成本效益與作戰需求，在有效平衡狀況下，滿足實質需求。

參考文獻

1. 陸軍部隊火力支援協調作業手冊(第二版)，民國101年09月19日，國防部陸軍司令部印頒。
2. 曾溫龍、莊加榮，〈從精準彈藥之研發探討本軍迫擊砲需求〉《陸軍步兵季刊》(高雄)，第243期，陸軍步兵訓練指揮部，民國100年第2季。
3. 楊肅剛，〈砲兵武器發展近況〉《全球防衛雜誌社-軍事家》(台北，全球防衛雜誌社有限公司)，西元2006年10月號。
4. 郭慶輝，〈精準導引砲彈應用於城鎮戰之研討〉《陸軍砲兵季刊》(台南)，第155期，陸軍飛彈砲兵訓練指揮部，民國100年第4季。
5. 李秦強，〈淺談砲兵精準彈藥新方向-彈道修正引信〉《陸軍砲兵季刊》(台南)，第143期，陸軍飛彈砲兵訓練指揮部，民國97年第4季。
6. 方天翔、董明傑〈國外彈道修正技術在彈藥中的應用概況〉《科技視界》，西元2013年28期。
7. 洪元軍、雷雅茹〈國外彈道修正引信發展現況研究〉《探測與控制學報》，第23卷第4期，西元2001年12月。
8. 陳永新、柏席峰，〈一波三折的靈巧迫彈〉《兵器知識》，2014年17日，<http://blog.cdstm.cn/374029-viewspace-182157>
9. 李興漢，〈新一代120迫擊砲發展趨勢〉《陸軍步兵季刊》(高雄)，第241期，陸軍步兵訓練指揮部，民國100年第2季。
10. 李昌茂，〈各國迷你(微)形無人飛行器發展兼論對我之啟示與建議〉，民國96年12月，《陸軍學術雙月刊》第43卷第496期。
11. 王建中，〈雷射導引技術發展與運用〉《陸軍砲兵季刊》(台南)，第141期，陸軍飛彈砲兵訓練指揮部，民國97年第2季。
12. 張雯奇，〈新一代迫擊砲彈發展簡介〉《陸軍步兵季刊》(高雄)，第232期，陸軍步兵訓練指揮部，民國98年第3季。
13. 孫磊、張河，〈具有彈道修正功能的引信設計〉，南京理工大學學報(南京)，第29卷第3期，2005年6月。