



淺談砲兵精準彈藥的新方向

——彈道修正引信

作者簡介



李秦強中校，中正理工學院機械系77年班、後勤學校綜合後勤正規班、國防管理學院資源管理研究所碩士；曾任飛彈保修廠所長、廠長、主任教官，現任職於砲兵學校飛彈組。

提 要 >>>

- 一、觀測與定位技術的精進可有效提升野戰砲兵的射擊「準度」；另一方面，射擊「精度」的改善，則有賴運用如智慧型彈藥之類的技術以竟其功，砲兵精準彈藥即是在因應此一需求下所出現的新產物。
- 二、砲兵精準彈藥中較成功的發展，當屬已獲致具體成果的各式導引砲彈，但受限於昂貴的製造單價與高昂的作戰成本，代之而起的則是在彈著精度與製造成本之間取得平衡點，開發最佳化產品——「彈道修正引信」砲彈。
- 三、「彈道修正引信」對彈道的修正主要使用一維和二維等兩種方式。一維方式的彈道修正僅對砲彈修正距離上的誤差；二維彈道修正引信則是除距離外也同時對彈道的方位誤差進行修正。
- 四、彈道修正引信的發展趨勢值得重視，不論以外購或自力研發方式，對現有數量龐大的傳統砲彈而言，換裝彈道修正引信提升精準打擊能力，對於砲兵作戰效能的強化，具有不可輕忽的未來性。

關鍵詞：精準彈藥、彈道修正、引信

前言

火炮問世已有數世紀的時間，砲兵在人類陸戰史上也一直扮演重要且始終無法被替換的角色，因而又被稱為地面火力骨幹。然而，隨著科技的進步與作戰型態的轉變，現代砲兵也面臨了與以往不同的挑戰。除一貫追求打得更遠、威力更強，以及更好的戰場機動能力與戰場存活之外，「打得更準」更成為今日砲兵在面對城鎮戰與反恐作戰時最需要具備的能力。

要追求「打得更準」，除了精確的目標定位之外，另一努力方向則是火炮本身所使用彈藥技術的更新，亦即砲彈本身的改良。觀測與定位技術的精進可有效提升野戰砲兵的射擊「準度」^①；另一方面，射擊「精度」的改善則有賴運用諸如智慧型彈藥之類的技術以竟其功。砲兵精準彈藥即是在因應此一需求下所出現的新產物，希望藉此種新彈藥的發展，使砲兵能在現代戰爭中，既可以發揚面積射擊的打擊火力，更可以精準對付點目標，發揮更多元的功能。

砲兵精準彈藥最成功的發展當屬美、俄等國，均積極投入研發多時，並已獲致具體成果的各式導引砲彈。但是，在導引砲彈高射擊精度的背後所代表的其實是昂貴的製造單價與高昂的作戰成本。因此，代之而起的則是在彈著精度與製造成本之間取得平衡點，開發最佳化產品的「彈道修正引信」砲彈，亦即今日本文探討的主題之所在。

當今包括美、英、德、法等主要國家，均已在此一領域展開積極的研製工作，並已獲致豐富的成果。此一發展趨勢實值得我國加以重視，不論以外購或自力研發等方式，對現有數量龐大的傳統砲彈施以換裝彈道修正引信為主的精準打擊能力提升，對於強化砲兵作戰效能具有不可輕忽的未來性。

砲兵精準彈藥與彈道修正引信發展

雖然現代砲兵的觀測、計算能力精進，然而砲兵實施傳統火炮射擊時，仍難免受到來自外在環境及武器裝備本身各種隨機誤差因素的影響，因而每門火炮或每批彈藥的實際射擊狀態都各不相同。諸如砲管本身容許誤差範圍內之加工公差、使用磨損程度不同、發射藥批號或大氣環境等因素都有可能影響火炮射擊精度^②。因此造成的射擊誤差，更不可能只藉由精確的目標定位或是砲口初速修正等技術性作法來完全消除，反而會因此大幅抵銷因觀測等技術精進所帶來射擊準確度提升的成果。

此外，為求火炮射程的延伸，有時還得犧牲一些彈頭酬載以換取容納額外的火箭助推或彈底噴氣裝置空間，以致影響彈頭威力。因此，為提升砲兵射擊精準度及射擊威力，除了精進砲兵的觀測及定位能力之外，精準彈藥的發展與運用便成為另一值得努力的方向。

事實上，包含導引砲彈在內的各種

註①：許午，〈砲兵水上目標射擊火力效果評估模式研究〉《砲兵季刊》（臺南），第139期，96年第4季，頁113。轉引自張野鵬，《作戰模擬基礎》（北京：高等教育出版社，97年9月），頁158。

註②：兵器卷編委會編，《國防科技名詞大典—兵器》（北京：兵器工業出版社，2002年），頁69。



精確導引武器的使用，在91年波灣戰爭時達到極致^③，其後歷經科索沃、阿富汗、二次波灣戰爭等諸戰事，因此而大幅提高的武器打擊精度，已成為主宰作戰勝利所不可輕忽的重要因素，身為地面火力骨幹的砲兵當然也不能自外於這樣的發展潮流。

最初世界各國在砲兵精準彈藥方面的努力，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砲彈。

一、導引砲彈

(一)主要特色及原理

砲兵精準彈藥的發展最早源自運用半主動雷射導引的美製「M 712銅斑蛇」(Copperhead) 155公厘導引砲彈^④，「銅斑蛇」是第一種運用雷射導引技術的導引砲彈，大約在80年代開始量產服役。與一般傳統砲彈的不同處在於其彈頭前端裝設了陀螺儀和雷射尋標器之外，另於彈體的中、後方則各有一組穩定翼^⑤。作戰時由配置在陣地前緣的雷射標定器以雷射光束向目標照射，銅斑蛇砲彈發射後，彈體前方的雷射尋標器在飛行彈道中搜尋到由目標反射而來的雷射光束時，即運用彈體中、後方的穩定翼修正彈道直向目標而去，摧毀目標。



圖一 M 712銅斑蛇 (Copperhead) 155公厘導引砲彈

資料來源：美國中文在線論壇，www.tycool.com/bbs/thread204501.html



圖二 俄羅斯155公厘紅土地 (Krasnopol) 導引砲彈

資料來源：兵器卷編委會編，《國防科技名詞大典—兵器》（北京：兵器工業出版社，2002年），頁290。

這種以半主動雷射方式導引的砲彈還包括後來俄羅斯研製的紅土地 (Krasnopol) 155公厘砲彈等。

至於近幾年研發成功的美製「M 982石中劍」(Excalibur)^⑥導引砲彈，更是近期導引砲彈之最新力作，此型砲彈已由最初導引砲彈廣泛應用的半主動雷射導引方式改為採用較先進的全球定位系統與慣性導航系統複合方式導引 (Global Position System / Inertial Navigation System, GPS / INS)，除抗干擾性更佳之外，圓周機率誤差 (Circle

註③：軍事科學院軍事歷史研究部著，《海灣戰爭全史》（北京：解放軍出版社，2001年7月），頁455。

註④：劉昱旻、肖占中合著，《精確制導武器與未來戰爭》（北京：新華書店，2001年），頁44。

註⑤：王建中，〈雷射導引技術的發展與運用〉《砲兵季刊》（臺南），第141期，97年2月，頁73。

註⑥：Danny Sprengle、Donald Durant著，胡元傑譯，〈陸軍增程精準砲彈：石中劍〉《砲兵季刊》（臺南），第130期，97年8月1日，頁5。

Error Probability ,CEP) ⑦更已可達僅約10公尺⑧範圍的水準。

(二)導引砲彈優、缺點分析

砲兵導引砲彈的出現，有效提升了砲兵的精準打擊能力。但就以極具代表性的銅斑蛇導引砲彈為例，所使用的半主動雷射導引方式，因其配備的雷射尋標器僅有數平方公里的操作範圍，易於丟失目標。且因其導引元件無法承受過大的發射加速度，使得砲彈射程及射擊陣地部署都因而受限之外，半主動雷射的導引效果尚極易受到天候干擾。此外，導引砲彈略大於一般傳統砲彈的尺寸及較嚴苛的儲存條件，也增加了使用單位的後勤負擔。

雖然，近期間世的石中劍導引砲彈已捨棄原先各型導引砲彈最普遍採用的半主動雷射導引方式，而改採一體化的全球

定位系統與慣性導航系統（GPS / INS）複合導引方式，大幅提高導引砲彈的命中精度及導引穩定性，然而高昂的製造成本，一枚動輒數萬美元的造價，使導引砲彈在作戰中被大量使用仍有困難。

二、乘勢而起的彈道修正引信

(一)彈道修正引信發展緣起

由於科技不斷的發展與應用，砲兵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，目前的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⑨，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」。

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⑩，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，



圖三 美製M 982石中劍（Excalibur）導引砲彈

資料來源：我的天空，網易新聞論壇，bbs.news.163.com/bbs/mil3/86789116.html

註⑦：許午，〈砲兵水上目標射擊火力效果評估模式研究〉《砲兵季刊》（臺南），第139期，96年第4季，頁113。轉引自J.S.Przemieniecki, “Mathematical Method in Defense Analyses.”（Virginia：American Institute of Aeronautics and Astronautics, Inc.）,p.28.

註⑧：Danny Sprengle、Donald Durant著，胡元傑譯，《陸軍增程精準砲彈：石中劍》，頁6。

註⑨：李杰、馬寶華，〈迫擊砲彈一維射程修正引信技術研究〉《兵工學報》（北京），第22卷第4期，2001年11月，頁553。

註⑩：兵器卷編委會編，《國防科技名詞大典—兵器》（北京：兵器工業出版社，2002年），頁80。



圖四 傳統彈頭引信

資料來源：兵器卷編委會編，《國防科技名詞大典—兵器》（北京：兵器工業出版社，2002年），頁85。

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千美元之譜。彈道修正引信除了具有較全備型導

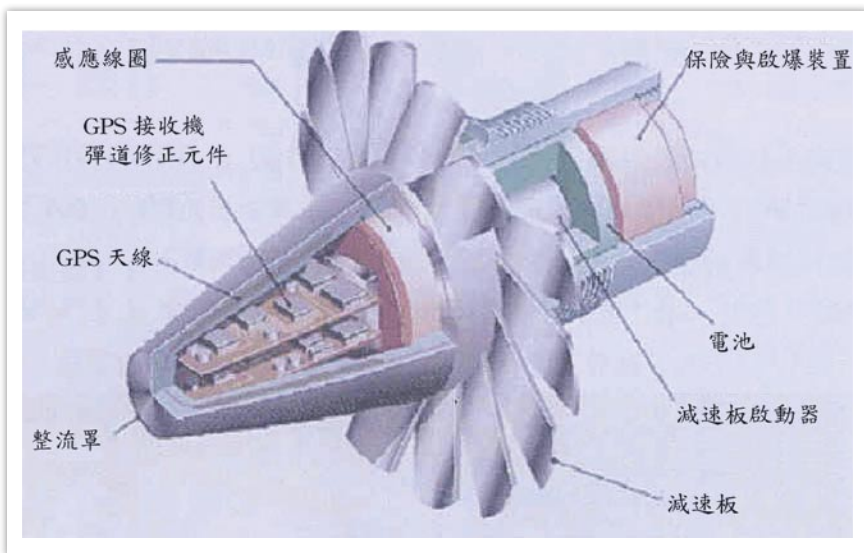
引砲彈更低廉的造價之外，仍可相當程度提高砲彈射擊精度，有效提升砲兵攻擊能力。

有研究指出，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火藥當量可減少為原先的八分之一^⑪。意謂射擊精度提升，可大幅度地減少彈藥消耗。使用彈道修正引信來提升砲兵射擊精度，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果，符合作戰需求，是相當划算的選擇。

例如砲兵部隊在實施「反火力戰」^⑫時，若使用適當數量的彈道修正引信砲彈射擊，即可藉由射擊精度的提升，相對

減少所需火炮數量及射擊發數。以最少的火炮及射擊發數，提供更大的作戰支援能量，卻不會因此減損制壓或摧毀敵火力陣地的效果，有助我砲兵爭取戰場火力優勢，支援地面作戰。可見彈道修正引信的發展對於提升火炮在現代戰爭中的肆應性及作戰能力，將帶來不可輕忽的影響。

只是這樣的發展構想及研發工作，在1990年代一度因傳統砲彈原有引信空間不足以容納彈道修正引信，及彈道修正引信



圖五 彈道修正引信（英製STAR彈道修正引信）

資料來源：我的天空，〈人小鬼大——彈道修正引信讓笨蛋變聰明〉，2008年2月24日，<http://hi.baidu.com/%D2%F8%D2%ED0112/blog/item/952eblca857c3c82c917688e.html>

註⑪：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。

註⑫：孫凱豪、潘貴隆，〈砲兵戰術淺談〉《砲兵季刊》（臺南），第140期，95年第1季，頁3。

中的導航元件無法承受過高的砲口初速等問題而一度遭遇困境。直到近幾年因為半導體、微機電系統（Micro Electro Mechanical System, MEMS）^⑬等技術精進及積體電路的大幅進步導致小型衛星定位系統（Global Position System, GPS）接收機問世，並得以克服原本彈道修正引信體積過大及無法承受過高砲口初速等問題，使世界各國在彈道修正引信砲彈的發展上重新有所進展。

（二）「彈道修正引信」工作原理

1. 彈道修正方式

彈道修正引信的研發目前多以105及155公厘砲彈為對象，對彈道的修正主要使用一維和二維等兩種修正方式^⑭。

（1）一維方式的彈道修正引信僅針對砲彈的彈道執行距離（射程）上的誤差修正，在砲彈發射時就先定出較預定目標更遠的射程，讓砲彈飛向比預定目標更遠的一個點。接著在砲彈發射後經由彈道修正引信中的定位裝置測量砲彈的初始飛行彈道，並據以計算出砲彈的實際飛行彈道後與預定目標的預定彈道做比對，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彈道，使砲彈儘量準確地落在目標附近。

（2）而二維彈道修正引信則是除距離外也同時對彈道的方位誤差進行修正，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方位誤差，此種方式可較一維的彈道修正更大幅度地提升砲彈射擊精度。

2. 導引方式

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半採用複合導引方式。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，增加剋敵公算。

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動定位精度較差，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^⑮。

砲兵精準彈藥的發展亦復如此，隨著微電子技術發展日趨成熟，全球定位技術得以更廣泛的運用在砲兵彈道修正上，並足以滿足彈道修正的精度要求。目前已

註⑬：翁健臺、陳仁和，〈電子引信技術發展〉《新新季刊》（桃園），第34卷第2期，95年4月，頁57。

註⑭：兵器卷編委會編，《國防科技名詞大典—兵器》（北京：兵器工業出版社，2002年），頁80

註⑮：吳逸凡、揭維恆、張忠義，《國防科技概論》（臺北：全華科技圖書公司，93年6月），頁79。



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，提升砲彈射擊精度及穩定度。

地面雷達定位則是使用如都卜勒式追蹤雷達等裝備，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。

3. 彈道修正成效

據估算，一維彈道修正引信在30公里射程時，落彈圓周機率誤差約可保持在100公尺的範圍內。而二維彈道修正引信在相同射程時，圓周機率誤差則可改善至約50~15公尺的範圍內¹⁶。若考量研製成本，兩種彈道修正方式對彈著的修正精度與其成本概略成正比。

綜合而論，彈道修正引信砲彈的

單價約只有全備型導引砲彈的1/10左右。若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導引砲彈彈著精度的50%左右。導引砲彈與彈道修正引信砲彈射擊精度及研製成本比較整理如表一。

(三)目前世界主要國家彈道修正引信發展現況

1. 美國

美國是最早進行彈道修正引信研製的國家，早期的運用構想是以配有全球定位系統的砲彈實施試射，藉以迅速且精確地計算出後續效力射的修正量。這樣的作法後來逐漸演化成使用衛星定位等技術直接為飛行中的砲彈實施彈道修正，以提升傳統砲彈的射擊精度。

秉持此一研發構想，由美國海軍水面作戰中心主導的一項「導引一體化引信」(GIF)研發計畫，企圖研製出近似「石中劍」導引砲彈射擊精度水準的彈道修正引信。雖然在歷經數年的努力後仍無法有效達成此一目標，但其研發過程中所獲得的若干研究成果仍為後來美國陸軍主導的「精確導引組件」(PGK)彈道修正

表一 導引砲彈與彈道修正引信砲彈射擊精度及研製成本比較

	射 擊 精 度	單 發 成 本	備 考
導引砲彈	彈著圓周機率誤差約10公尺。	約數萬美元。	傳統砲彈圓周機率誤差可達數百公尺。
一維彈道修正引信砲彈	彈著圓周機率誤差約100公尺。	約數千美元。	
二維彈道修正引信砲彈	彈著圓周機率誤差約數十公尺。	約數千美元。	彈著精度已直逼導引砲彈之水準。

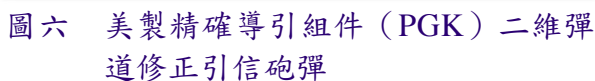
資料來源：作者整理

註¹⁶：我的天空，〈人小鬼大——彈道修正引信讓笨蛋變聰明〉，2008年2月24日，<http://hi.baidu.com/%D2%F8%D2%ED0112/blog/item/952eblca857c3c82c917688e.html>，2008年5月10日。

在此同時，以M782多功能砲兵引信為基礎，由美國貝怡（BAE）系統公司所主導的另一組二維彈道修正引信研發也在積極進行中，並已完成初步試射。貝怡公司所研發的彈道修正引信，與其他二維彈道修正引信的最大不同處，在於彈體外部共使用三組彈道修正減速片，並且在全球定位系統的控制下，捨棄全時修正彈道的作法，只分別在彈道的三個特定時間點啟動減速片，執行飛行彈道修正。這樣的設計除了仍可維持一定程度的彈著精度外，更較其他型式的二維修正引信具有更佳的成本優勢。

德國也已開始進行以一維方式修正的彈道修正引信研製工作，採用全球定位系統信號作為彈道修正的依據，預計發展目標是希望能將彈著圓周機率誤差控制在約50公尺以內，而其彈道修正功能則是藉由以彈體旋轉的離心力伸展一組可摺疊的阻力片來完成。此外，此系統除引信內的全球定位系統外，另配有一組電子定時器作為一旦全球定位系統失靈時的保險裝置，可即時在預設的彈道飛行時間之內啟動阻力片，以免砲彈越過目標，錯失攻擊機會。

在研製一維彈道修正引信頗有進展的同時，德國也與美國合作進行二維彈道修正引信的研發工作，以期在彈道修正引



圖七 美國貝怡（BAE）系統公司彈道修正引信

資料來源：我的天空，〈人小鬼大——彈道修正引信讓笨蛋變聰明〉，2008年2月24日，<http://hi.baidu.com/%D2%F8%D2%ED0112/blog/item/952eb1ca857c3c82c917688e.html>

140 中華民國98年8月號



信的研發舞臺上能進一步佔有一席之地。

3.法國

法國在甫進入21世紀之初才開始投入彈道修正引信的研製工作，最初對於獲得彈道修正信號的研發方向分別有運用全球定位系統及都卜勒式追蹤雷達等兩種方式，而這兩種方式的彈道修正引信發展均採用一維彈道修正方式，對砲彈的飛行距離進行修正。

之後法軍基於成本考量，確定採用精度稍差但成本較低廉，代號「SPACIDO」的彈道修正引信系統研發計畫。此一系統係利用地面都卜勒雷達量測砲彈射出砲口後最初約5,000公尺左右的實際飛行彈道，並藉以解算出與預期彈著點的距離誤差量及啟動阻力板的最佳時點後，由地面雷達向此一飛行中的砲彈發射阻力板啟動信號，啟動阻力板執行距離誤差修正。法軍對於此計畫的最終目標是希望能將此一彈道修正引信運用於所屬砲兵的所有105和155公厘口徑牽引或自走型火炮，以提升其砲兵精準射擊能力。

除了以上介紹的美、法、德等國之外，諸如英國、以色列等許多其他國家也正積極對彈道修正引信進行研製及開發工作，並已具有相當成績，使得彈道修正引信的發展在當今世界舞臺呈現蓬勃之勢。

彈道修正引信砲彈之作戰效益

彈道修正引信對火炮射擊精度的提升，使野戰砲兵具有相當程度的精確打擊能力，除可因此增加砲兵作戰支援能量，並可有效實施對點目標的精準射擊。在以下幾個可能的作戰環境下使用彈道修正引信砲彈，最能發揮其彈藥特性，以期於適

當作戰成本條件下達成最大作戰效益。

一、避免作戰行動傷及無辜並因而引發不良政治效應

例如進行城鎮戰，必須運用砲兵火力對靠近醫院、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，帶來不良的後續政治或新聞效應，就可以



圖八 法製SPACIDO彈道修正引信及砲彈

資料來源：我的天空，〈人小鬼大——彈道修正引信讓笨蛋變聰明〉，2008年2月24日，<http://hi.baidu.com/%D2%F8%D2%ED0112/blog/item/952eblca857c3c82c917688e.html>

選用較一般傳統砲彈射擊精度更高的彈道修正引信砲彈射擊。在可接受的成本範圍內之最高精度、最小破壞程度下，消滅目標。

二、改善原有傳統彈藥對複雜地理環境周邊目標射擊成效

敵軍利用高地、丘陵等地形掩護，致使我以傳統砲兵彈藥射擊效果不佳或有其他安全顧慮時，可運用彈道修正引信對砲彈的彈道修正能力改變傳統之砲彈飛行彈道並結合原有引信的各種啟爆功能，對敵軍目標實施精準打擊。

三、提升砲兵火力對我第一線接敵部隊實施密接火力支援能力

砲兵原有之傳統彈藥無論在防衛固守或機動打擊作戰中，對第一線步兵或執行反擊作戰的裝甲部隊行密接火力支援時，由於過大的彈著圓周機率誤差，使得砲火誤擊的機率大增且無法被確切掌握，因此常會造成指揮官運用砲兵火力的困難與疑慮。經使用彈道修正引信提升彈著精度後，可有效增加運用砲兵支援我步兵、戰車部隊的可能性並擴大支援範圍，提高砲兵在戰場密接支援方面的肆應性。

結 論

精確導引武器為今日戰場帶來一些根本性的改變，精確導引技術也為現代戰爭帶來新的面貌。精確導引武器可以執行點的精確打擊，甚至用少量彈藥即可發揮比以往大型彈藥更強的摧毀效果，摧毀原本需要透過高爆或大規模彈藥投射方

式才能摧毀的目標，而不必擔心因為軍事行動帶來不必要或不預期的人員、設施損傷。因此可透過精確導引武器的運用，選擇如點穴、斬首等不同於傳統的作戰方式，肆應近來城鎮戰及反恐作戰的需求，達成軍事、乃至於政治上的特殊目的。

隨著精確導引技術的日新月異，愈來愈多新概念、甚至新構型的精確導引武器不斷出現，包括砲兵精準彈藥在內的各式導引武器作戰效能及肆應性也勢必大幅提升，生產製造成本卻反而可能降低，使導引武器在未來的戰場上扮演更加舉足輕重的角色。而衡諸未來，小型化^⑮、高精度及導引可靠度的提升將是導引技術的可能發展方向。

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。對本軍而言，目前各型105/155公厘口徑火砲仍為我砲兵部隊現役主力裝備^⑯。在有限的預算之下，要達到獲取智慧型彈藥，使砲兵具備精準打擊能力的目標；將傳統砲彈換裝彈道修正引信可說是除導引砲彈之外，能兼顧提升砲兵作戰能力及投資效益要求之下的最佳化選項，值得我採購決策及研發單位加以重視及審慎考慮。

收件：98年2月18日

修正：98年2月23日

接受：98年2月24日

註⑮：吳逸凡、揭維恆、張忠義，《國防科技概論》（臺北：全華科技圖書公司，93年6月），頁77。

註⑯：呂致中，〈輪型自走砲發展與運用研析〉《砲兵季刊》（臺南），第139期，96年第4季，頁79。