

精確導引砲彈應用於城鎮戰之研討

作者：郭慶輝 中校

提要

- 一、砲兵部隊作戰始終都是在顧及友軍安全、百姓傷亡降至最低之情況下以擊敗敵人為目標。而在城鎮戰的環境下執行火力支援任務時，此一挑戰更為嚴峻。科技發展日新月異，當前砲兵發展已尤甚以往，如何在需要維持治安與興滅繼絕的城鎮作戰中，提供強力、迅捷與精準定點的致命火力，為我砲兵未來所面臨的挑戰。
- 二、火力精準是旅戰鬥隊及以下部隊之「不二法門」。在石中劍砲彈納入美軍旅戰鬥隊之建制後，精準彈藥可使小部隊指揮官獲得無比的與決定性的優勢。曲射之精準彈藥可使指揮官以石中劍砲彈攻擊在喀布爾市區用砲的敵迫擊砲班，將伴隨戰爭而來的平民傷亡降至最低。
- 三、精準彈藥不僅是全天候，也是全地形的，在城鎮、複雜地區、山地或開闊地形都非常有效。由於其近乎垂直的攻擊角度，這些武器能夠達到最大的殺傷並將伴隨戰爭而來的平民傷亡降至最低。

關鍵字：

精確導引砲彈、城鎮戰、石中劍砲彈、銅斑蛇砲彈、紅土地砲彈

壹、緒論

一、研究動機

台灣西岸城鎮建物密度高居世界第一，實因台灣地區地狹人稠，建物大部分只建不拆。若共軍發動戰爭，在國土防禦階段，城鎮戰將是無可避免的作戰型態。依地形分析，台灣有濱海城鎮、縱深城鎮、淺山丘陵城鎮三大類，無論在那一區發生戰爭，都將脫離不了城鎮戰鬥的性質。戰史資料統計自一次大戰乃至二次大戰，城鎮戰的發生機率從百分之二十躍升至百分之六十，波灣戰爭更是典型之城鎮戰鬥。

城鎮是一國之政、經、軍中心，未來我國的防衛作戰勢必脫離不了城鎮作戰的型態，而城鎮戰自古以來一直是各國軍事人員迴避的作戰區域，但卻又無法逃避，就戰史而言，防禦的一方往往可利用城鎮的特性，並與居民結合往往可獲致較佳的戰果，台澎防衛作戰正可利用此一優點，以小搏大、以弱擊強。¹

二、研究目的

¹陸軍聲，〈從城鎮戰戰史論我防衛作戰無法迴避的作戰型態—城鎮戰〉，《工兵學術半年刊》，第129期，陸軍工兵學校，民國96年，頁2。

砲兵部隊作戰始終都是在顧及友軍安全、百姓傷亡降至最低之情況下以擊敗敵人為目標。而在城鎮戰的環境下執行火力支援任務時，此一挑戰更為嚴峻。科技發展日新月異，當前砲兵發展已尤甚以往，如何在需要維持治安與興滅繼絕的城鎮作戰中，提供強力、迅捷與精準定點的致命火力，為我砲兵未來所面臨的挑戰。然而砲兵彈藥發展逐漸由傳統砲彈往精確導引砲彈的方向邁進，「射程遠，精度高」在精確導引砲彈問世後不再是夢想名詞。針對戰場上之重要目標，火力的發揮甚至可以達到「一擊中的」，如戰車等裝甲武器、敵指揮所等等，可達到一發砲彈即可準確命中目標的效果，若將此特性運用於以往砲兵火力難以發揮的城鎮戰中，將可獲得意想不到的效果，

三、研究範圍

本文之研究範圍著重於砲兵部隊針對城鎮戰使用精確導引砲彈之運用方式、戰術戰法之研討，並針對傳統砲彈加以比較，其精確導引砲彈之種類分採雷射導引、終端導引及 GPS 導引三種類型加以討論。

四、研究限制

本文於各式精確導引砲彈應用於城鎮戰之探討，其假定與限制事項如下：

- (一) 為各式精確導引砲彈之獲得以及使用環境（如石中劍砲彈所需之軍規 GPS 衛星系統）等，皆為充分具足且可自由運用之狀況。
- (二) 城鎮內百姓均以安全撤離，亦即無平民於交戰區內造成誤傷之風險因素，使火炮不能自由運用。
- (三) 不考慮建築物之保存，除古蹟、醫院等等於國際公約規範不可為攻擊建築外，其餘建築皆列為可攻擊對象。

五、研究架構

本文整體架構之順序為先針對台灣城鎮與砲兵運用之關係加以介紹與探討，並對上述三種導引方式之精確導引砲彈實施介紹，最後將對精確導引砲彈運用於城鎮戰之態勢，包括攻、守、戰況膠著加以探討其運用之可能性。

貳、文獻探討

美軍對外戰爭之探討

美軍砲校校長兼奧克拉荷馬州希爾堡指揮官，范傑爾（Peter M. Vangjel）少將，在探討軍、師、旅長之需求後，提出當前部隊長對火力支援的要求最重要的就是要精準。

美軍砲兵亦積極的回應此一要求。各級於 2007 年伊拉克作戰的地面部隊長以及前駐伊拉克多國聯軍司令歐迪莫（Raymond T. Odiemo）中將，即為新式 155 公厘火炮的「石中劍」（Excalibur）砲彈與導引多管火箭系統（GMLRS

）精準導引火箭彈的效果背書，他提道：「它們非常有效。事實上，石中劍砲彈與導引多管火箭系統是我手下旅長武器的首選。」

美軍部隊長有了石中劍砲彈與導引多管火箭系統，以及可望在 2012 年部署的非線性火力支援系統（NLOS-LS）的精準攻擊飛彈（PAM），可以說已經進入全天候、全地形精準效果的時代。

火力精準是旅戰鬥隊及以下部隊之「不二法門」。在石中劍砲彈納入美軍旅戰鬥隊之建制後，精準彈藥可使小部隊指揮官獲得無比的與決定性的優勢。曲射之精準彈藥可使指揮官以石中劍砲彈攻擊在喀布爾市區用砲的敵迫擊砲班，將伴隨戰爭而來的平民傷亡降至最低。²

無論過去或現在，城鎮戰均是讓敵我勢均力敵的環境，並自第二次世界大戰以來，城鎮戰的發生率居高不下。空中直接支援未必能在城鎮戰中取得優勢，大型火力發揮於林立的建物群中，只會造成瓦礫四竄。飛機以及其他施放精準導引炸彈的系統能在某種程度上隔絕城鎮戰場，我們亦應致力發展能在城鎮戰中取得任何優勢的科技。但此種型態的作戰仍具有獨特的挑戰，其作戰節奏與本質將因個別的威脅與任務而更為多變，但城鎮戰仍將是能讓敵我立足點平等的環境。戰鬥部隊如未充分準備，將會在這種環境付出慘痛代價。³

以美軍近幾年的作戰方式我們可以窺知其火力分配的改變，在其不得不面對城鎮戰的環境下，過量或是不夠精準的火力反而將是城鎮作戰的一大阻礙，經由科技的進步，精準彈藥的問世，砲兵的火力足以正式宣告可適用於城鎮作戰中了。

叁、城鎮介紹

一、城鎮定義與類型

城鎮為民眾聚居而形成各種建築物密集之地區；通常係都市、城鎮、村落等之泛稱。而城鎮戰的定義則為不論準軍事活動的型態或衝突的強度如何，只要是以建築群的地區為空間的軍事行動均稱為城鎮戰；包括所有類型的衝突，從維和行動（維持和平與人道援助）到實兵戰鬥等。軍事性戰鬥行動中，在具有影響指揮官戰術行動的人工建築物地形下，遂行之軍事行動，可稱之為城鎮戰鬥。台灣本島隨經濟發展，城鄉市鎮密布且現代化，其型式、格局與材質提升，建物結構均較以往堅實、強韌；故城鎮成為現代戰爭與未來防衛作戰之必經之地，亦形成必然之作戰型態；且運用城鎮適切兵、火力編組可構成堅固之防禦體系，用以遲滯、分割、拘束敵軍行動及消耗戰力，為「有效嚇阻、防衛固

² 曾祥穎譯，〈支援旅戰鬥隊指揮官之精準彈藥〉，《步兵雜誌》，陸軍步兵學校，民國 98 年 3 月，頁 1。

³ 余忠勇譯，〈城鎮戰在轉型時面臨的挑戰〉，《陸軍譯粹》，第 15 輯，民國 95 年，頁 5。

守」聯合防衛作戰中之致勝關鍵。⁴台灣城鎮以砲兵觀點可概分為三大類型：

(一)大都會區：以台北、高雄、台中為主，該型城鎮面積廣大，其中交通複雜，大小道路交錯，不利機動，其中建築物密集，建築物高度多可影響射界。

(二)小都會區：如嘉義、苗栗市，城鎮區分佈較小，建築物雖偶有大型高樓，分佈密度不高。

(三)鄉鎮區：一般小型鄉鎮皆屬此類，交通除幹道外多不利機動，建築物多低矮平房較不影響射界。

綜括而論，本島城鎮不僅受我國傳統文化影響，同時也受西方城市規劃理論、環保觀念及新興建築之科技影響，使都市、城鎮結構發展，呈現多元化的型態。城鎮對戰術行動之影響，常視其所在地及附近之地形、區域大小、建築物材質、地下設施、街道狀況等而異，本篇所探討之精準彈藥運用於城鎮戰中，將討論精確導引砲彈運用於城鎮戰之優點與限制，吾人更應以我砲兵戰術思維，針對不同的城鎮地形，將砲陣地配置於最有利火力發揚之處所。

二、城鎮特性與限制

(一)特性

台灣城市就上述討論，地貌殊異。就傳統或非傳統的部隊運用方式而言，所有的城市皆有挑戰性。部分不變的因素如下：⁵

1. 城鎮地形能迅速吞沒大規模部隊，常使縱向與橫向聯繫中斷。
2. 此類地形大幅增加敵人的接近路線、攻擊與防禦選項、滲透與脫離路線、以及各種後勤補給與支援的取得方式。
3. 城鎮作戰的其他問題如下：逃難人潮成為移動性的障礙；核能或其他重要設施遭襲時可能產生的嚴重後果；以及軍隊在支援各種民事單位時，其他相關與必要的需求。

地面部隊在這種環境中一如以往，是被支援的角色。他們必須壓制或者殲滅隱藏在城市中，可能與滲透部隊或暴動份子合作的敵人。此外，這些部隊所需的精準科技須能維持其運動能力。在城鎮戰中產生的瓦礫愈多，地面機動的能力愈低，也愈可能導致地面兵力的消耗。吾人應深知城鎮作戰的這種既有本質。⁶

(二)城鎮戰對砲兵限制因素

⁴ 葉建成，《城鎮戰教範》（陸軍步兵學校，民國 97 年 7 月 14 日），頁 1-2。

⁵ 同註 3，頁 6。

⁶ 同註 3，頁 6。

1. 攻擊方限制因素

- (1)城鎮之家屋多屬鋼筋水泥之高大建築，抗力甚強，高低差異甚大，對一般砲彈射擊之彈道線而言，極不易規劃其落點。
- (2)城鎮建築物限制部隊運動與展開，觀測與連絡不易，指揮掌握困難，影響部隊戰力發揮。
- (3)城鎮內因觀測不易，直射武器不易集中射擊，同時亦影響砲兵曲射之射彈修正。
- (4)城鎮內受建築物之阻隔，侷限視線，以及各種通信效能減低，掌握不易，故須有賴戰鬥部隊分權指揮與發揮獨立戰鬥之精神，受限於此一特性，砲兵與戰鬥部隊之火協任務更行艱難。
- (5)有線電架設速度遲緩，線路維護困難，視、聲號通信受建築物之遮蔽，連絡不易，居(難)民夾雜，敵我辨證不易，一般砲彈攻擊易造成友軍百姓傷亡。

2. 防禦方限制因素

- (1)高大獨立之建築物因相互掩護不易，上層雖能提供良好之觀測，但易形成死角，火力發揚不易。
- (2)城鎮內建築物死角甚多，曲射武器之運用受限制。
- (3)城市中缺少良好砲陣地，射擊多僅可採用高射界射擊。
- (4)對敵部隊尚未侵入城鎮之階段，可使用一般彈藥射擊。
- (5)城鎮對外連絡狀況及交通發達，易遭敵滲透。

當前城鎮戰所應知曉之道理在傳統威脅的時代，因應的作法是儘可能避開城鎮地區。但如今或者未來我們所面隊的威脅大多以城市作為主要藏身之所，這種作法已不可行。在韓國、車臣、黎巴嫩、索馬利亞以及其他美國利益將可能受到挑戰之處，地形條件與致命衝突間的關係將可能和以前的越南順化或蘇聯史達林格勒般，具有嚴峻的挑戰性。為贏得此類衝突，相關戰備訓練務須具有相同的挑戰性，受訓對象應包含戰術階層以上的單位。⁷

我砲兵部隊應瞭解，未來在城鎮地形中行動將是一種常態。當此種行動具有致命性時，勢將面對此衝突環境中既有的挑戰，例如對峙的情況減少與高科技優勢降低，而避免無辜民眾遭受附帶損害的困難度亦將隨之增高。

⁷ 同註3，頁7。

肆、精確導引砲彈

導引砲彈發展史開始於東西方兩大陣營冷戰時期，70 年代美國等西方國家為了制壓前蘇聯的戰車優勢，而將導引技術運用在砲彈上。雖然傳統砲彈在戰車 2 公尺以範圍內爆炸可能掀翻戰車或炸斷履帶，但其命中機率極低。故美國軍方開始研製導引砲彈，提高對機動目標的命中率。⁸

精確導引武器的使用，在 1991 年波灣戰爭時達到極致，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。

當前世界各國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。⁹

一、銅斑蛇砲彈（雷射導引）

彈頭為雷射導引之高爆戰防彈，具錐孔裝藥，主要針對敵戰車、裝甲車或船艦及其他移動或固定的堅硬目標使用。爆炸形成之熱噴流可穿透一公尺厚度均質鋼板。彈長：1.37 公尺。彈重：62 公斤。最小射程：3000 公尺。最大射程：16000 公尺。信管：M740 式電子信管。穿甲厚度：三十二吋。導引方式：雷射導引。彈徑：155 公厘。初速：587m/s。每發單價：48000 美金。



圖 1：地面雷射定位指示器

資料來源：林展慶，〈野戰砲兵彈藥發展之研究〉

適用火炮為 M109 系自走砲、M198 式 M114A2 式牽引砲、SP-70 自走砲、FH-70

⁸ 林展慶，〈野戰砲兵彈藥發展之研究〉，《砲兵季刊》（台南），第 151 期，陸軍飛彈砲兵學校，民國 99 年第 4 季，12 頁。

⁹ 李秦強，〈淺談砲兵精準彈藥的新方向－彈道修正引信〉，《砲兵季刊》（台南），第 143 期，陸軍飛彈砲兵學校，民國 97 年第 4 季，頁 3。

牽引砲、155 GCT 自走砲。目前主要以 M109 自走砲為發射火砲。導引系統包括地面雷射定位指示器（GLLD）（圖 1）AN/PAQ-1（Ground Laser Locator Designator）及陸航 AH1W、OH58D 戰鬥直升機所裝配之定位指示器。

當彈頭接收到雷射定位指示器投射在目標所反射之雷射，解碼成控制指令以導引彈頭飛向目標；同時完成備炸。當彈頭接觸目標時，信管使爆炸藥鏈作用，以引爆彈頭並產生錐孔噴流向前噴射，此數千度高溫噴流可穿透一公尺均質鋼板。銅斑蛇砲彈為早期的導引砲彈，精準度高，可運用於移動中之物體，但因仍為半自動導引砲彈，仍須人工導引，且彈體碩大，不利運載，一般 M109 自走砲隨砲僅可配賦兩發，目前美軍已停止製造。

二、薩達姆砲彈（終端導引）

導引砲彈的發展轉由「半自動」朝著「射後不理」的全自動導引砲彈。1998 年美軍正式使用的全自動導引砲彈「M 898 薩達姆砲彈」，便不需要人工的標定程序，而是在其次子彈上裝置探測裝置以產生目標識別能力，薩達姆砲彈的射程可達 22.5 公里。

薩達姆砲彈內含兩個次子彈，彈體發射至目標上空約 1000 公尺處，由彈底拋出這兩個次子彈，該裝置具有傘投功能以及偵搜功能。偵搜技術運用主動、被動厘米波感應器（雷達）各一個和紅外感測器這三種探測裝置，偵搜範圍可達 150 公尺，並於目標確定後於上空引爆，以火焰噴流貫穿目標。若偵搜不到目標，則兩個次子彈於著地後將自動引爆。兩個次子彈自彈底拋出至引爆時間約為 30 秒。



圖 2、美製 M 898 薩達姆（Sadarm）砲彈

資料來源：2008 Jane's Information Group

三、石中劍砲彈（GPS 導引）

目前美軍現役的精準砲彈：「XM 982 石中劍（Excalibur）」¹⁰導引砲彈，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

¹⁰ Danny Sprengle•Donald Durant 著，胡元傑譯，〈陸軍增程精準砲彈：石中劍〉《砲兵季刊》（台南），第 130 期，陸軍飛彈砲兵學校，民國 97 年 8 月，頁 5。

Navigation System, GPS / INS)，除抗干擾性更佳之外，圓形公算偏差（Circle Error Probability, CEP）極小。¹¹。

可發射石中劍砲彈之39倍徑155公厘火炮包括非線性火炮（NLOS-C）、美國XM777A2牽引砲，美國M109A6自走砲，以及與M109A6自走砲具備同樣砲管（M284）之本軍現役M109A5自走砲。彈體重量約為48公斤，彈身長達99公分，最大射程可達50公里，最小射程可達6公里。

石中劍砲彈目前信管為內建之電子信管，不需人工設定，其功能包括近發、瞬發以及延期三種功能。在美軍未來的規劃中，信管將更新為感測型信管，該型信管將可賦予石中劍更高的命中精準度。



圖3、XM 982 石中劍導引砲彈

資料來源：2010 Jane's Information Group

2010 年增程的石中劍砲彈可由現有的射擊平臺延伸砲彈射程至 35 公里。當 2012 年精準攻擊飛彈服役後，各級指揮官有能力在 40 公里以外精準的攻擊運動中之目標。

運用於城鎮戰方面之精準度的討論，在 2010 年製造商雷神公司商情簡報中提出，石中劍砲彈的圓形機率誤差，已可達僅約 10 公尺範圍的水準（即有 90% 的機率可在預測落點半徑 5 公尺內爆炸）。

美軍野戰砲兵學校指揮官 David Ralston 少將進一步說明指出：全球衛星定位、射後不理、彈頭縮小等相關科技所創造之精準射擊能力，為石中劍精準砲彈令人感到信賴之特性。因近年來美軍的作戰特性，他表示：「野戰砲兵部隊近期已經極少被部署於戰場上執行作戰支援任務。」但進一步解釋，更多的軍事學者認為：「野戰砲兵部隊應該可以被賦予更全面性的任務：部署於城鎮地區，擔負反恐作戰支援任務。」

對身處伊拉克與阿富汗，擔負作戰任務的美軍地面部隊指揮官來說，在城鎮地區遂行作戰任務時，可有效降低無謂損害的「精準打擊能力」，實屬當前最迫切需要之重要能力。

四、共軍常用之精確導引砲彈

¹¹同註 3，頁 7。

俄羅斯與法國聯合研製的紅土地砲彈(Krasnopol)，由俄羅斯圖拉儀表設計製造局研製的「紅土地」半自動雷射導引砲彈，利用俄-法製造的推進裝藥，從 TRF1 火炮發射後，由 DHY307 LDR 導向目標。

(一) 諸元：彈長 1.3 公尺，彈重 50 公斤，最大射程 20 公里，彈徑：152 公厘，雷射照射距離：5 公里以內，雷射指示器：1D15、1D20、1D22 型。



圖 4、紅土地專用：1D15 型雷射指示器

資料來源：林展慶，〈野戰砲兵彈藥發展之研究〉

(二) 適用火炮

使用於俄制 2S19 榴彈砲，由於蘇聯的 152 公厘火炮射程普遍小於北約的 155 公厘火炮，因此，蘇聯在設計「紅土地」時，砲彈採用火箭增程以超越北約砲兵射程。由於增加了增程火箭發動機該砲彈長度大，在運輸和儲存時分為兩部分。一部分為戰鬥部、助推發動機和穩定尾翼；另一部分是控制裝置，發射前將兩部分組裝在一起。

(三) 作用原理

與銅斑蛇砲彈作用原理相近，皆為半自動導引砲彈；發現目標位置、將目標方位報告砲陣地、發射砲彈、由前進觀測單位（如觀測站、車輛、直升機等）使用「雷射定位指示器」以雷射光束瞄準目標進行終端導向。「紅土地」砲彈即依循雷射訊號反射點之所在修正彈道，直至命中目標。

伍、城鎮戰運用精確導引砲彈之研討

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。」1999 年以美國為首的北約對南斯拉夫發動空戰，這場為期 78 天，代號為「聯軍作戰-Allied Force」的空戰，是一場極端的戰爭，其最大的特點是北約在無人傷亡的情況下，單靠空中武力的運用即迫使南國政府屈服，其空中攻擊利用遙攻與精準導引武器，及精準武器、隱形戰機、遠程接戰與航太監偵等高科技而有效地達成了這個目標。在城鎮戰中，地面部隊有可能被割裂，而由於觀察和射擊受限，地面部隊相互提供火力支援很困難。這時需要空中力量提供及時精確的近距離火力支援。¹²

一、精確導引砲彈與傳統砲彈於城鎮戰之比較

導引砲彈較之常規砲彈，射程更遠、精度更高。具有不用試射即可首發命中目標的能力，採用普通彈進行射擊時，多數情況要進行試射才能修正彈著。

採用導引砲彈射擊時只需概略瞄準，不必改變火炮的高低和方向射角，若將大量導引砲彈用時間間隔為 12~15 秒射向目標區後，僅利用各種標定手段，如雷射指示器、UAV、GPS 等，以鎖定目標，即可實施破壞射擊。使砲兵部隊能在 2~3 分鐘內完成主要的射擊任務，準確的摧毀敵方目標，因而降低了敵方反擊的機率，提高了砲兵部隊的存活率。

導引砲彈雖然能實現精確導引，但它和飛彈卻不盡相同，它只是在普通砲彈的基礎上加裝了導引系統而成。相比之下，飛彈的射程更遠，速度更快，精度更高，威力更大。它們在結構上的主要區別是導引砲彈一般本身沒有動力裝置，只是靠火炮發射的初速，穩定翼使砲彈穩定飛行，由導引裝置自動導向目標。而飛彈均有動力裝置；在外形上，導引砲彈雖然均有彈翼，但都是用來穩定和調整方向的，不用於產生升力。在成本考量上，導引砲彈與飛彈之效益比，卻佔有較低廉的優勢。

在傳統砲彈與導引砲彈運用於城鎮戰之比較，可歸納為幾項要點：

（一）目標情報

導引砲彈必須在複雜的城鎮地形裡確認正確的目標情報，貿然使用導引砲彈，其產生效果與使用一般砲彈無異。故指揮官必須有這個目標是值得攻擊的情報以及精確的位置，否則精準彈藥就會攻擊毫無價值的目標。

（二）後勤能量

¹²陳崑屏，〈C4ISR 架構下之城鎮戰作戰模式的探討〉，《陸軍步兵季刊》（台南），第 234 期，陸軍步兵學校，民國 98 年第 4 季，12 頁。

導引砲彈提供指揮官全天候、日夜即時反應、全地形精準打擊計畫與非計畫目標之能力，使指揮官有了精準的戰果與射程的選擇，並且降低了城鎮戰中造成的平民傷亡，同時也減少城鎮建築的不必要損失，這不僅是在作戰中減少彈藥的消耗量和輿論的壓力，在戰後重建方面也大大的減少了經費上的負擔。

（三）友軍安全

以石中劍砲彈為例，該砲彈只有在到達其瞄準點上空 30 公尺之內才完成備炸一對受密接支援的部隊而言非常的安全；砲彈在飛行中有內建的測試，如果偵測到有問題，它會進入安全失效的模式，並飛向預定的替代彈著點（BIP），但不會引爆。它的 50 磅彈頭是高度集中之預成破片型式，特別適用於城鎮作戰，可將伴隨戰爭而來的平民傷亡降至最低，在戰鬥中可允許在距離友軍 170 公尺內使用。它的非拋物線式的飛行彈道，近乎垂直的終端攻角，再加上其精度，產生出的集中殺傷力相當於 M107 的高爆彈。¹³

二、精確導引砲彈與飛彈之比較

它們在結構上的主要區別是精確導引砲彈一般本身沒有動力裝置，只是靠火炮發射的初速，穩定翼使砲彈穩定飛行，由導引裝置自動導向目標，而飛彈均有動力裝置；在外形上，導引砲彈雖然均有彈翼，但都是用來穩定和調整方向的，不用於產生升力；在成本考量上，精確導引砲彈與飛彈之效益比，佔有較低廉的優勢。¹⁴

三、精確導引砲彈與導引火箭彈於城鎮戰之比較

精確導引砲彈與導引火箭彈同為美軍當前應用於城鎮戰之攻擊武器，各有其優劣，就石中劍砲彈與導引火箭彈之比較，如下表及敘述：

屬性 彈種	射程運用	目標選擇	導引方式	製造成本
導引火箭彈 (GMLRS)	15 至 90 公里	火炮、迫砲、指揮所 、雷達等輕型目標	GPS/INS	較高
石中劍砲彈 (Excalibur)	6 至 40 公里	火炮、迫砲、指揮所 、雷達等輕型目標	GPS/INS	較低

¹³同註 2，頁 2。

¹⁴同註 2，頁 2。

表格來源：筆者自製

（一）射程運用

以最大射程而言，GMLRS 射程可達 90 公里，石中劍砲彈為 40 公里；在精度部分兩者誤差均在 10 公尺；導引火箭彈在射程上具絕對優勢，在攻勢作戰上較為有利。以最小射距而言，GMLRS 最小射距為 15 公里，石中劍砲彈為 6 公里，若以城鎮中小據點部署及防禦作戰而言，石中劍砲彈因射距較小，可收較佳之防禦效果。

（二）目標選擇

GMLRS 對城鎮之主要攻擊目標為鋼筋水泥建築物、交叉路口、地下與屋內的各式詭雷；石中劍砲彈為砲兵與迫擊砲人員、輪車與指揮所、家屋、迫擊砲、步橋等；兩者目標攻擊的性質以導引火箭彈更具效果。

（三）命中公算

GMLRS 與石中劍砲彈均採新式的 GPS 及慣性導航系統，故其命中公算概同（10 公尺以內），在目獲手段方面可藉由各種目獲機構透過資訊網路連結以達到射擊效果之最佳化。

四、砲兵部隊城鎮戰之運用

現代化的城市內，交通網密佈，高樓林立，諸多影響砲兵射擊，故在運用砲兵時需突破傳統戰術運用觀念與集中運用方式，改變正規作戰方式，著重於砲兵技術之發揮，單砲、排之運用以及戰場存活運動，避開敵砲戰與火力危害，並以精確導引砲彈有效摧毀目標。

精確導引砲彈之引入，勢必對我砲兵技術射擊、戰術戰法有或多或少的影響，特別在城鎮戰部分有其利用之優勢，首先針對砲兵編組運用以及陣地選擇之改變討論如下：

（一）攻擊之運用

1. 編組運用

一般砲兵在攻擊初期，任務主要在支援友軍奪取外圍據點，砲兵營通常採「統一指揮」，爾後支援城內戰鬥再依兵力運用狀況，以戰砲排直支或配屬各攻擊部隊，而行「分權指揮」。而精確導引砲彈的納入將可使「分權指揮」提早至攻擊初期開始實施，早期發揚火力，彈性運用更佳，戰力保存也更容易達成。

具備精準彈藥之營、連級砲兵部隊，因命中率高的優勢，配以射擊指揮自動化，如 AFATDS 等射擊指揮系統之配合，在火力任務執行上，連級可打破建制編組，以「排」或「單砲」為單位運用，並考量城鎮大

小以及可用火砲數量等等相關因素實施射擊，歸因於精確導引砲彈具備以下優點：

(1)目標處理多元化

精確導引砲彈使目標命中率大為提高，對所欲攻擊目標之使用發數因而減小，故可以單砲獲致排射擊甚至連射擊之所望效果，並可額外處理城鎮內敵建築、裝甲車輛、火砲或迫砲陣地等目標，增大可攻擊目標之多元性，並同時可兼收降低誤擊事件之效果。

(2)後勤輕便化

精確導引砲彈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，所攜帶彈藥發數可因而降低，減少後勤之負擔；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，大大提升後勤支援之效益。

(3)射擊速度提升

單砲操作實施射擊具以下特性：精確導引砲彈在應急時不需十分精確的射擊諸元，概略射向即可射擊。砲操之運作上不需配合其他火砲共同操作，可大幅增加射擊速度，故在臨機目標之射擊時，可更有效支援前線作戰部隊。

(4)支援射界增大

砲兵統一運用射擊時，必須同時放列於同一砲陣地，將限制可支援之射擊範圍，但在火力分割成排或單砲射擊並可達成相等火力之狀況下，可因各砲分配至作戰地區支援，進而大幅增加全連之火力範圍。

故精確導引砲彈具備在排、單砲狀況下即可獨立作戰，並發揚強大火力的優點，在攻勢部署部分，可由原本之縱深配置與統一運用，改變為分遣至各兵力部隊實施分權指揮；支援部署由原本之單點、縱深配置，更改為多點以及環形部署，並可配合兵力部隊於城鎮包圍網形成時形成火力包圍網，而不需大量砲兵部隊之投入。

2. 陣地選擇

一般砲兵運用於城鎮戰狀況下之射擊，包含需針對城鎮內外堅固建築或工事所需之挺進破壞射擊、遠距破壞射擊，或繞越遮蔽物之高射界射擊等，特殊射擊在操作上勢必影響砲兵部隊之部署，如火砲必須前推，射線受到影響等限制。若以精確導引砲彈運用於城鎮戰中，可以不實

施上述幾種特殊射擊法，即可達成相同火力效果，使砲兵部署更為周延完備。攻擊時砲兵對城鎮戰之特殊射擊法簡述如下：

(1)傳統彈藥：

a. 挺進破壞射擊：

為一種近距離間接瞄準射擊之特種射擊方式，須將火砲前推放列距目標 3000 公尺內，對城鎮地區堅固目標行徹底之破壞。

b. 遠距破壞射擊：

射擊距離在 3000 公尺以上時，使射彈直接命中目標，以收破壞效果之射擊。通常以中、重型火砲擔任此一任務，並以八吋榴砲為佳。該射擊仍以排（連）內初速較大者以單砲實施射擊，並需完成精密檢驗之程序。

c. 高射界射擊：

凡射擊仰度超過各號裝藥最大射程相應仰度者，謂之高射界射擊，所有榴砲均可執行此一任務，初速較大之加農砲則不適宜。針對大遮蔽物如大型高樓或城市建築等，由其間向外或對其內射擊，常需使用此一特種射擊。

(2)精確導引砲彈彈藥：

在攻擊時之陣地選擇，在可以單砲運用之有利條件下，多點部署，利用精確導引砲彈則可不需前推火砲、實施精檢、以及可以高低射界射擊之特性，砲陣地之選擇可加大縱深與間隔，選擇縱深大，隱蔽掩蔽良好之砲陣地，即可同時提供上述特殊射擊所欲達成之效果。

3. 陣地變換

陣地變換之目的為確保持續不斷之火力支援，以及防止敵以彈痕分析、反砲兵雷達等運作實施反火力戰，提升戰場存活率。精確導引砲彈之射線可隨導引方式，如 GPS、雷射指示器等改變彈道，故可干擾敵彈痕分析以及反砲兵雷達之運作，有效降低我砲兵陣地變換之頻率，減少預備陣地之選擇，並能持續發揚火力。

(二)防禦時之運用

1. 編組運用

防禦時砲兵之運用，砲兵營可以一部直支或配屬各區塊守備部隊以行分權指揮，陣地應盡量分散配置，並能對四周發揚火力。並且應利用高大堅固建築物保存戰力，火力須能支援外圍部隊戰鬥，迫敵過早展開，但在火力有限之條件下，陣地之分散配置往往造成射擊指揮不易以及

火力效果減小之缺點。

精確導引砲彈之特性同攻擊運用所述，於城鎮戰防禦時仍須秉持上述指揮運用原則，在砲兵部署上即分散配置到各守備部隊執行火力支援任務，唯其火力之提供更具彈性，概略射向之特性可提供兵力部隊更大之火力支援範圍，減輕射指能量，並可以較小之單位不受道路機動之影響進入城鎮地區，以環形或半圓形之部署，以對敵實施大量火力制壓迫其過早展開。

2. 陣地選擇

防禦時傳統砲兵運用於城鎮戰狀況下之射擊，包含前述之高射界射擊，另可配置一部以直射直接攻擊目標，可運用於城鎮守備時，在重要街道上配置一至二門火炮，藉由直接瞄準射擊封鎖街道、阻殲犯敵。相較於傳統彈藥，以精確導引砲彈運用於城鎮守備時，在陣地選擇上較具彈性；舉例如下：

- (1) 具精確導引砲彈之砲兵單位，在防禦時城鎮內選擇陣地之彈性較大，因具備可以調整砲彈射線之特性，針對目標射擊時方向可概略設定在砲目線左右各 300 密位即可，砲陣地之選擇相較於傳統砲兵必須考量四周高大建築是否影響射界，遮蔽角之計算等等，可以更趨近於在全城鎮內以環形陣地布置，並可利用建築物一樓為陣地位置，除使火力支援更全面，並可兼顧戰力保存之效益。
- (2) 運用精確導引砲彈可減少直接瞄準射擊之使用，增加砲兵部隊戰場存活率，不需重點布置火炮實施直瞄，故可維持陣地之完整性，以曲射即可達到直射之效果。直接瞄準射擊命中率雖可有效提高，唯操作範圍有限，並受砲手視界限制。精確導引砲彈可以曲射實施射擊，在高樓布置觀測官實施雷射標定，或以 GPS 鎖定重要街口納入火力計畫，即可達到相對應的效果。

綜上所述，加入精確導引砲彈的砲兵部隊，可以細分火力單位至排或單砲且保有砲兵連、排之火力效果，增加全營、連之火力支援面積，在原陣地即可達成特殊射擊所望之效果，及易於戰力保存、增加砲兵戰場存活率之優點，使其更能有效支援城鎮作戰。

五、精確導引砲彈於城鎮戰之運用

精準彈藥不僅是全天候，也是全地形的，在城鎮、複雜地區、山地或開闊地形都非常有效，這些武器能夠達到最大的殺傷並將伴隨戰爭而來的平民傷亡

降至最低，減少無辜的傷亡，可在最複雜的地形下使用，達到所望之效果。¹⁵

精確導引砲彈並非萬能，囿於其裝載之爆藥限制，銅斑蛇砲彈及薩達姆砲彈因具錐孔裝藥而適用於較為堅固之甲車外，石中劍砲彈它的主要目標還是軟性目標，諸如砲兵與迫擊砲陣地、輪車與指揮所。另外石中劍砲彈對付敵人的詭雷、避難家屋、迫擊砲組、人行步橋，與其他目標均有效果。

（一）敵攻我守

此狀況下，傳統砲彈與精確導引砲彈應交替運用為佳，並以傳統砲彈為主，因敵方為攻勢且尚未進入城鎮地區，傳統砲彈之火力可有效發揚。此狀況中由於砲陣地位於城鎮地區或外圍地區，在精確導引砲彈及傳統砲彈之運用上，皆應考量火炮射線是否受建築物遮擋之影響，並視狀況採取高射界射擊。

1. 陣地位置選擇

大都會地區因受綠地數量及高樓建築林立之限制較難尋找，城鎮內大型火炮機動困難，如台北市大安區可為砲陣地一圖，紅色圈選地區為少數可為砲陣地之地區，包括中正紀念堂，師範大學，台灣大學，大安森林公園等，此外相關地區隱蔽掩蔽較差必須有效做好戰力保存。

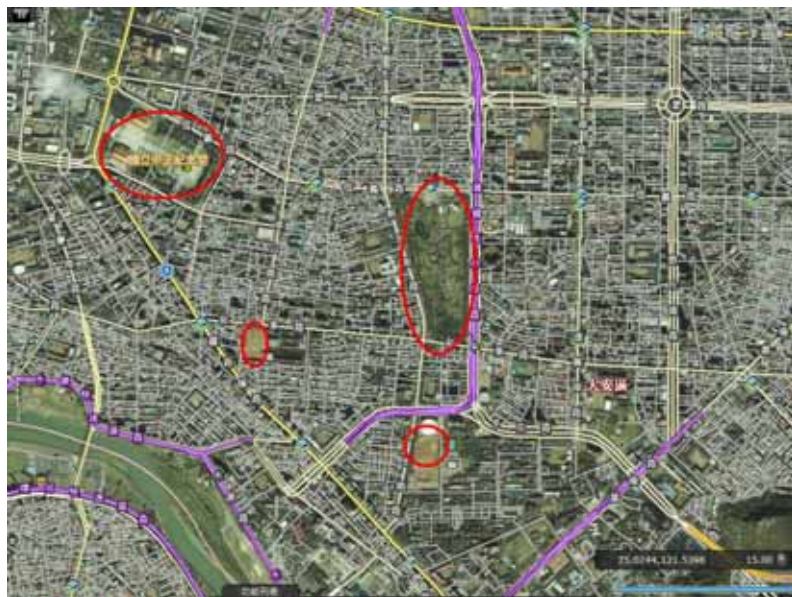


圖 5、台北市大安區可為砲陣地圖

資料來源：軍網電子圖

而鄉鎮內雖有較多田野地形可供陣地選擇，且建築物之樓高較不影響射界，惟道路除主線道外，餘鄉間小道影響部隊機動。故若城鎮內無適當陣地位置，可量將陣地向後延伸至野外地區，唯須有效考量射程及

¹⁵同註 2，頁 3。

敵情威脅等。

2. 精準砲彈使用時機

配合兵力部隊之作戰，可運用於反攻擊準備射擊或臨機目標射擊，就銅斑蛇砲彈與薩達姆砲彈言，可用於攻擊移動中之目標，較適合運用於臨機目標，主要攻擊目標為敵戰甲車，但受限於標定及尋標機制，攻擊時間僅能於白日執行能獲得較大之戰果。

石中劍砲彈則因受限於目前 GPS 系統之限制，攻擊固定目標始能獲得最大之戰果，亦因其由 GPS 定位，日夜攻擊不影響其精度，故可列入反攻擊準備射擊火力計畫實施。

3. 目標獲得手段

防守階段因我位於城鎮地區，觀測官可利用高樓建築頂樓增大其視角以利觀測及目標獲得，或利用 UAV、衛星等手段，以獲得精確目標位置。銅斑蛇砲彈之目標獲得手段為傳統前進觀測官之標定與射擊，而薩達姆砲彈需依賴情報部門之目標情報回報，若發現敵戰、甲車部隊蹤跡即可實施攻擊。

(1)雷射導引：因敵軍位於城鎮之外，指示器之位置應為前進觀測官自行選定優勢觀測地點，以攻擊敵戰甲砲車為主，但須注意砲目線需與定標之紅外線之 T 角不可超過 800 密位，以防銅斑蛇砲彈誤擊執行定標任務之觀測官，觀測官須盡諸般手段採取隱蔽及掩蔽以防敵反擊。

(2)終端導引：尋標器可有效於野外執行尋標任務不受過度干擾，發揮其特性以攻擊敵戰甲車。

(3)GPS 導引：可以戰術 UAV、空中偵照，回報火力協調中心，定出其確切座標位置，以 GPS 標定然後實施攻擊。需配合情報部門有效分析 GPS 圖像，以攻擊敵高價值目標及高效益目標為主。

4. 攻擊手段與預期效果

銅斑蛇砲彈與薩達姆砲彈之攻擊模式皆為前述所提到之錐孔裝藥之攻擊模式，僅能以高溫高壓之噴流摧毀裝甲車輛其內部電子儀器及人員並造成熔穿效果，對於範圍較鬆散、較大之敵步兵部隊，堅硬之建築物等，所能造成之殺傷效果有限。石中劍砲彈因其精準特性，對指揮所、砲兵、迫砲陣地、雷達等目標射擊，可收節約彈藥與奇襲效果。導引火箭部分，因其威力以及貫穿能力較強，可射擊自走砲、牽引砲、後勤、地下設施、指揮所、雷達、發電廠等目標。傳統砲彈部分，可針對敵散兵群，集結部隊實施。

（二）我攻敵守

我方因無城鎮建築障礙，可選擇之陣地位置較多，陣地轉移也較為容易，如圖，龜山鄉西南方地區所示，可為砲陣地之範圍為藍色圈狀地區，唯敵方於城鎮地區採取守勢，敵方之戰力保存較易實施，傳統攻擊方式較不易達成效果。

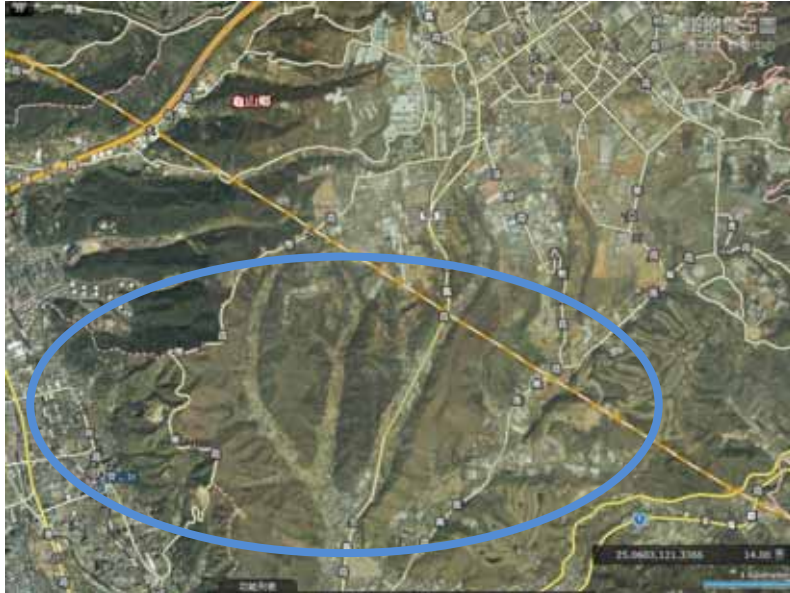


圖 6、台北縣龜山鄉衛星空照圖

資料來源：軍網電子圖

於此狀況下，我方應以精確導引砲彈實施射擊，方能獲致最大之成果。應妥善運用各種觀測方式，除前述之觀測重點，如無人飛行載具（UAV）、前進觀測官、O 機、GPS 之妥善運用外，若情況許可，尚可運用城鎮內各路口之監視器等，以利敵資搜尋以及射擊效果觀測；此狀況下敵我識別之問題較小，但應準確執行目標辨識，以發揮精確導引砲彈之最大效果。

1. 陣地位置選擇

因我砲兵位於野外，運用精確導引砲彈或傳統砲彈之射擊在陣地之選擇方面較無差異，亦較不受限制，唯易暴露於敵砲火下，故主要著眼，除發揚支援火力外，最重要是隱蔽、掩蔽，可利用堅固建築或天然地貌，如倉庫或樹林邊緣等作為掩體或掩蔽之用。

2. 精準砲彈使用時機

配合兵力部隊所執行之攻擊準備射擊，就石中劍砲彈而言，若在軍用 GPS 可有效支援之情況下，可獲致較佳之效果；就須標定及尋標之銅斑蛇砲彈與薩達姆砲彈言，僅能對城鎮外之裝甲部隊實施攻擊，城鎮內

之目標因尋標及標定之困難，雖有目標仍不建議攻擊。

3. 目標獲得手段

由於守方可利用城鎮建築，隱匿其行蹤及部屬，單運用 UAV 以及衛星偵測難以有效獲得目標情報，即時建立指揮所與 GPS 間之共同影像平台，並藉由與前線偵查部隊潛入城鎮中之情資，可有效獲得城鎮地區特定建築物內含之高價值目標。

(1)雷射導引：因我兵力尚未進入城鎮地區，故前進觀測官應選擇城鎮周邊隱掩蔽良好之高地實施標定，銅斑蛇砲彈在此階段之執行任務僅能以城鎮外圍之敵坦克、砲車實施攻擊，不建議以 0 機協助尋標，因布置於城鎮地區內之敵防空武器可利用城鎮地形輕易混淆辨識及偽裝，陸航極可能遭受隱藏於城鎮地區之防空武器之攻擊。

(2)終端導引：

薩達姆砲彈之尋標器雖有自動搜索戰甲車之功能，但因城鎮地區各種軍民車輛混雜其中，不利於其尋標作用，建議與銅斑蛇砲彈之運用概同，使用於城鎮外敵無法進入城鎮之大型機甲部隊。

(3)GPS 導引：

其 GPS/INS 定位定向系統則較不受城鎮建築之干擾，唯仍應配合情蒐單位之運作以獲得目標。

4. 攻擊手段與預期效果

銅斑蛇砲彈與薩達姆砲彈同前所述可獲得對裝甲目標之熔穿、破壞效果；石中劍砲彈則可充分利用其優勢，對於敵指揮所，軟性目標等達成有效之攻擊，並可降低誤傷。導引火箭可對城鎮內鋼筋水泥建築、道路、地下設施實施射擊。

(三) 敵我進入膠著狀態

於此狀況下，砲兵之運用難度較前兩狀況更高。此時敵我於城鎮中進入犬牙交錯之狀態，傳統砲彈之運用效果最差，極易誤傷友軍且火力效果受城鎮建築影響不利發揚。敵我識別為本階段之最重點，城鎮將敵我各部隊分散其中，若此時需要砲兵火力支援，精確導引砲彈為主要之考量。

1. 陣地位置選擇

視敵我作戰腹地、縱深及戰況而定，如戰況不明或不利時，則於城鎮外選擇陣地為宜，若因戰況急迫或有利時，可選定於城鎮中，其陣地位置選定，準攻、守態勢要領行之。

2. 精準砲彈使用時機

此狀況以臨機目標為主，發現目標即可實施攻擊，並因前述銅斑蛇砲彈與薩達姆砲彈於城鎮地區尋標之困難，應以石中劍砲彈配合前線部隊要求分別以空炸、瞬發、穿汀以及延期等方式對城鎮內敵佈署之目標實施攻擊。

3. 目標獲得手段

戰況膠著，此階段之目標大部分屬臨機目標，可運用精確彈藥誤差小之特性，由第一線人員提供攻擊之目標位置。

- (1)雷射導引：在城鎮中眾多林立的建築物裡使用雷射標定導引，其雷射光將易受不可測度的高樓或建築遮蔽，而失去精準效果。
- (2)終端導引：因戰況膠著，敵我兵力部隊交錯其中，而薩達姆砲彈之尋標功能並無敵我辨識之效果，故該砲彈應運用於敵後確定無我方部隊之區域。
- (3)GPS 導引：其 GPS/INS 定位定向系統則較不受城鎮建築之干擾，唯仍應配合情蒐單位之運作以獲得目標。

4. 攻擊手段與預期效果

- (1)雷射導引：對單一裝甲車輛較有效益，對一般面積稍廣之小型部隊或指揮所即失去其優勢。
- (2)終端導引：因無敵我識別功能，預期效果不佳。
- (3)GPS 導引：配合第一線部隊於城鎮內使用，可對敵指揮，砲兵、迫砲部隊，等獲致制壓、阻止、殺傷效果。就上述三種作戰型態而言，射指與觀測，火力協調(安全管制)與限制因素等分述如後。

1. 射指與觀測

精確導引砲彈無論於攻勢或守勢作戰時，均具備著不必清掃射界或對準砲目線，可離砲目線 3 公尺誤差內之射擊，無須如傳統彈藥般須實施射彈修正，可獲得奇襲效果。故觀測官的職責主要在尋找目標，回報目標之確切位置，提供指揮所換算射擊諸元。

在精確導引砲彈的射指與觀測部分的需求，美軍樊崔斯少校於 2008 年軟體對其作戰之影響之評論為：「就精準彈藥而言」，大幅的減少了我軍火力投射的時間。它們使我們得以避免傷亡，同時又能保持戰鬥的動力。

2. 火力協調（安全管制）

雖說精確導引砲彈可發揮其精確命中之效能，但仍有其相關限制，無法達到傳統彈藥所呈現之效果，故仍有設立火協機構並針對目標性質與彈

藥數量等考量，做妥善分配，並同時考量友軍安全問題，其空域管制應依現行作法實施，方能達到經濟、節約、有效與安全之火力支援要求與所望效果。美軍對精確導引砲彈射擊，仍須運用「先進砲兵戰術資料系統（AFATDS），提供空域情資與空軍共享，協調鄰近空域中飛行的精準彈藥彈道的飛行路線，避免相互牴觸。因此，在城鎮戰的作戰環境中，精確導引砲彈的使用，仍須要實施火力協調，且為求其精度，若能和資訊自動化系統結合，將能大大的提昇效率，以及能將火力作為最妥適的分配。

3. 使用層級

由美軍的實戰可以瞭解，戰術之精準彈藥權責下授的層級越低，射擊的速度越快。美特遣隊指揮官馬拉尼安（Stephen J. Maranian）中校，於 2008 年伊拉克作戰中表示：「精確導引砲彈反應比密接支援或攻擊機來得快多了。」這對城鎮戰火力之運用甚為重要，空援之時間以及轟炸效果相對於充分下授的精確導引砲彈，後者在時效性以及精準度上，可謂超越了前者。

四、精確導引砲彈於城鎮戰之限制

（一）雷射導引（銅斑蛇砲彈）

基於前述銅斑蛇砲彈的幾項弱勢包括停產，仍須人工導引，彈形長且重等等，美軍幹部馬拉安尼中校指出：「我們有必要教導我們相應的戰鬥部隊長，石中劍砲彈不是銅斑蛇（Copperhead）。銅斑蛇在這些營長當連長時，留下一些精準彈藥本質上就是又笨又重的『難以磨滅』的記憶。尤其是，部隊長的內心都要射擊兩發銅斑蛇砲彈，以免一發失效。」

而目前，特遣隊的火力支援官與火力協調官應該輔導其部隊長現在只要一發石中劍砲彈便可以達成所望效果了，這種砲彈的可靠度比銅斑蛇好太多了，不必要多打一發以求保險。只要有正確的目標選擇標準，及將權責下授到特遣隊層級，於部隊與敵接觸，在必須盡力將伴隨戰爭而來的平民傷亡降至最低時，石中劍砲彈即可提供可靠的第一發命中的精度。」

實際在精確導引砲彈運用於城鎮戰方面，我軍現庫存的銅斑蛇砲彈已不合實際需求。另外就城鎮戰中使用性而言，在城鎮中眾所林立的建築物裡使用雷射標定導引，其雷射光將易受不可測度的高樓或建築所遮蔽而失去其精準效果。且在砲彈爆藥內含物上，銅斑蛇砲彈為具錐孔裝藥、高熱噴流特性之效果，對單一裝甲車輛較有效益，對一般面積稍廣之小型部隊或指揮所即失去其優勢。目前僅建議對城鎮周圍所部屬之敵戰甲車實施攻擊。

（二）終端導引（薩達姆砲彈）

薩達姆砲彈，時間引信作用點燃拋射藥使二枚次子彈從彈底拋出，此時離地面高度約為 1000 公尺，感應器偵測高度起使於離地面高度約 400 公尺，感測器的探測距離約 75 公尺半徑範圍內，在此範圍內的任何目標均會被發現，子彈下降到預定高度時傳感器開始工作，約離地面高度約 150 公尺。

在此高度受限條件下，薩達姆砲彈於具有較高建築之大型都市之作戰環境下易受干擾喪失其能力，且其次子彈之偵測效果易被城鎮中各式民用汽貨車之金屬外殼所干擾，不利其自動發揮尋標功能。故薩達姆砲彈之適用環境仍以一般野戰或小型鄉鎮為主。

(三) GPS 導引（石中劍砲彈）

無法摧毀整棟建築物，其目標選擇主要以軟性目標為主，另其 GPS 需搭配美軍軍規之衛星系統，方能發揮效能及受天候影響，而降低 GPS 偵測目標情報效能等因素限制。另外，目前美砲兵所使用的精確導引砲彈，仍然無法攻擊運動中目標。

GPS 的使用有其限制，若因機械或天候影響，GPS 偵測目標情報的效率降低，將影響到石中劍砲彈的射擊。而導引所需的 GPS 系統，根據 2010 年製造商雷神公司商情簡報中提出，該公司所製造的石中劍導引砲彈，必須搭配美軍軍規的衛星系統以提供精準的 GPS 定位，在此一條件限制之下，目前世界各國除美軍之外，尚少有國家能獲得該型精確導引砲彈以及可以使用的環境。比較上述三種精確導引砲彈，製表如下。

特性 導引方式	攻角	作用高度	爆藥威力	適用區域	適用目標
雷射導引 (銅斑蛇砲彈)	一般曲 射之拋 物線狀	直接命中	錐孔裝藥 高溫噴流	野戰	裝甲車
終端導引 (薩達姆砲彈)	30 度傾 斜尋標	150 公尺 高度引爆	錐孔裝藥 高溫噴流	野戰、鄉 村	裝甲車
GPS 導引 (石中劍砲彈)	垂直	4.5 公尺 高度自動 空炸	同 M107 榴 彈	野戰、鄉 村、大型 都市	一般固定 設施

表格來源：筆者自製

陸、結論

近代砲兵之發展特別著重於「砲彈」而非「火砲」之發展；諸如微電子技術、導引技術、增程技術、子母彈技術、電磁發射技術和反裝甲技術等先進技術發展，使得砲兵具有射程遠、精度佳、多功能等性能的具備。

城鎮戰則是為二十一世紀戰爭所必須之熟悉之作戰環境，吾人可知近代戰爭之潮流已由廣闊平原之大軍作戰，改為城鎮巷弄之小部隊佔領作戰，我砲兵部隊如何順應此一潮流，並能適切發揚火力，為具討論價值之課題。

作者簡介

郭慶輝中校，砲兵正規班 164 期，歷任砲兵營長、主任教官，現任陸軍飛彈砲兵學校兵器組主任教官。