

美軍新一代單兵精準武器-長矛(Pike)飛彈性能研析

作者/吳承叡少校



志願役預官 89 年班，陸軍步兵學校正規班 343 期，現任職步兵訓練指揮部兵器教官組教官

提要

- 一、美軍在城鎮作戰時，對於狙擊手或隱匿在建築物內之敵人，使用火炮或直射武器，通常無法立即消除威脅源，而是經常以拖式反裝甲飛彈對隱藏在建築物內的目標實施攻擊，雖然獲得的效果不錯，但是反甲飛彈設計之攻擊目標是以戰甲車為主，拿來攻擊狙擊手或特定目標，則顯得成本高昂，因此美軍才有研發小型精準飛彈的作戰需要。
- 二、長矛飛彈是半主動雷射導引的微型精準彈藥，其特點就是體積小，口徑僅 40 公厘，射程卻可達 2,000 公尺，且單兵可以用現行的 MK13 EGLM 或 M320 GLM 榴彈發射器來射擊，可降低作戰與訓練成本，並快速完成人員訓練，在城鎮作戰時可發揮很好的功效。
- 三、長矛飛彈主要用於攻擊固定及慢速運動的小型目標，或隱匿的狙擊手及多人操作武器等，這類目標均會對步兵構成不小的威脅，然傳統單兵武器因射程和殺傷力限制，無法及時、有效地消滅這類的威脅，而長矛飛彈卻能提供單兵精確有效殲滅該類目標的能力，以提升步兵戰場存活率。

關鍵詞：迷你導彈、長矛(Pike)飛彈、半主動雷射導引

壹、前言

美軍長年在中東地區作戰，不斷受到戰場環境改變的挑戰，在陌生的城鎮內潛在的多元性威脅，對軍人身心造成了重大的傷害，美軍大量運用拖式（TOW）或標槍（Javelin）等反裝甲飛彈來攻擊非戰甲車輛等特定目標，然這樣的運用方式，雖在城鎮戰中發揮相當穩定的作用，但卻脫離不了作戰成本偏高的問題。致使長期在前線作戰的基層官兵對於城鎮作戰之武器裝備開始有了特種需要，因此，針對設計與需求上提出要攜帶輕便、射程遠與可精準攻擊的武器，此種武器可以對遠距、隱匿及高威脅性的目標做出快速反應，以提升單兵在戰場上的存活率。而近年隨科技進步，在感測器與導引系統的精進下，大幅度提升了彈藥工藝水準，使飛彈在具有高命中精度及威力的前提下，並透過奈米技術的發展，奠定了飛彈微型化的基礎，世界各國也都致力朝向此方向發展，而美國雷神公司在 2015 年 10 月所展示的長矛（PIKE）飛彈，¹更是刷新了世界最迷你飛彈的紀錄，且其精準的打擊能力，使士兵能針對 2 公里外的目標進行準確攻擊，相較於要用多發迫砲或是榴彈才能消滅目標相比，它卻僅需一發即可快速、精準地解決問題，雖與一發 40 公厘高爆榴彈相比，價格一定是高上許多（目前價格尚未公佈），但與反裝甲飛彈相比卻是便宜多了，所以不失為單兵因應未來複雜威脅的重要武器，而本島城鎮密度高的作戰環境，複雜而詭譎的敵情變化，未來微型精準的導引飛彈，深值研究納入配賦與作戰需求。

貳、發展沿革

美軍在長期的作戰經驗中，發現在近代戰場環境中，除了中、大型的目標會對士兵造成重大性的傷害外，其實小部隊戰鬥與突發性活動性目標也是具有相當大的威脅性，如路邊炸彈、狙擊手或是隱匿於殘瓦斷垣中的多人操作武器等，且從許多在波灣作戰的前線士兵戰後檢討與調查報告中，發現他們作戰最需要的並非是一輛裝甲車，而是一種輕便且能精準打擊目標的武器，因此，美軍也曾於戰場上大量使用反裝甲飛彈來攻擊這些特定性的目標，以消除威脅，然反裝甲飛彈的高單價也是要考量的，所以美軍認為這是一個不可忽視的問題，於是著手開發一種可供單兵使用的微型精準武器，長矛飛彈則由此而生。²

然而在長矛飛彈問世前，美國也就研製過類似的小型精準導彈，在 2006 年「美國海軍空戰中心武器分部（NAWCWD）」，便曾經在「DRS 技術公司」的協助下開發過一款名為長釘（SPIKE）的微型導彈（以色列也有同名的反裝甲飛彈

¹ 軍事網，<https://kknews.cc/military/znrxrl.html>—美國雷聲公司研發 40mm 迷你飛彈，可從榴彈發射器發射射程達 2100 米。（檢索時間：民國 107 年 3 月 15 日）

² 張有，〈單兵“掌中寶”——美國“矛頭”Pike 微型導彈〉《兵器知識》，西元 2016 年 1 月。

)(如圖一)，³在當時希望能達到背包攜行的條件，然而在經過多項的測試後，確發現此一要求過於嚴苛，最後只好在體積及威力上取得一平衡點，才發展出爾後的量產型。定型後的長釘飛彈彈長 64 公分、彈徑 57 公分、總重約為 2.4 公斤、射程可達 3,200 公尺，在當時可說是導引飛彈中的一項創舉，該彈藥彈頭採用爆炸成型彈（EFP），⁴導引系統則是半主動雷射導引（SAL），主要是為步兵提供對抗緩慢移動的裝甲車輛，因此也取代了英國“輕型多用途導引飛彈”（LMM），雖然在彈藥重量上有限制，但若以每個單兵攜帶 3 枚，再加上發射器重量，總體負重將超過 10 公斤以上，對士兵而言不是一件輕鬆的事。因此，美軍便提出希望能再進一步研發一款體積更小、重量更輕及攜帶更便利的精準導引彈藥，當時就由美國「雷神（Raytheon）」公司接下，並與挪威的「NAMMO」公司在 2015 年 10 月推出了長矛飛彈（如圖二），⁵該彈藥不但體積更小、重量更輕，且與其他精準導彈相比，內部基本構造卻一樣也不少，而且可透過單兵配賦的 40 公厘榴彈發射器射擊，為微型精準彈藥投下一顆震撼彈。



圖一 長釘微型導彈

資料來源：<https://i2.kknews.cc/SIG=1u4qul6/10800128s9582qpqlq5.jpg>
（檢索時間：民國 107 年 3 月 15 日）

長矛飛彈的出現滿足了單兵遠程的精準火力，除能攻擊活動目標外，還可

³ 維基百科，https://en.m.wikipedia.org/wiki/NAVAIR_Spike—NAVAIR Spike。（檢索時間：民國 107 年 3 月 15 日）

⁴ 化學研究所，〈爆炸成形彈丸設計與應用〉《新新季刊》〈桃園:龍潭〉，第 1 期 40 卷，中山科學研究院，民國 101 年 1 月，頁 223-225。

⁵ 維基百科，<https://en.m.wikipedia.org/wiki/Nammo>—Nammo。（檢索時間：民國 107 年 3 月 15 日）

以精確的導引彈藥命中目標，避免不必要的人員傷亡，使單兵在面對輕型車輛的武裝份子、簡易的路邊炸彈、擁擠城鎮巷弄內的特定目標及碉堡內的多人操作武器等，都能發揮精準打擊的能力，也成為了雷神公司所有精準彈藥中最小的（如圖三）成員，目前美軍主要配賦以特種作戰部隊為主。

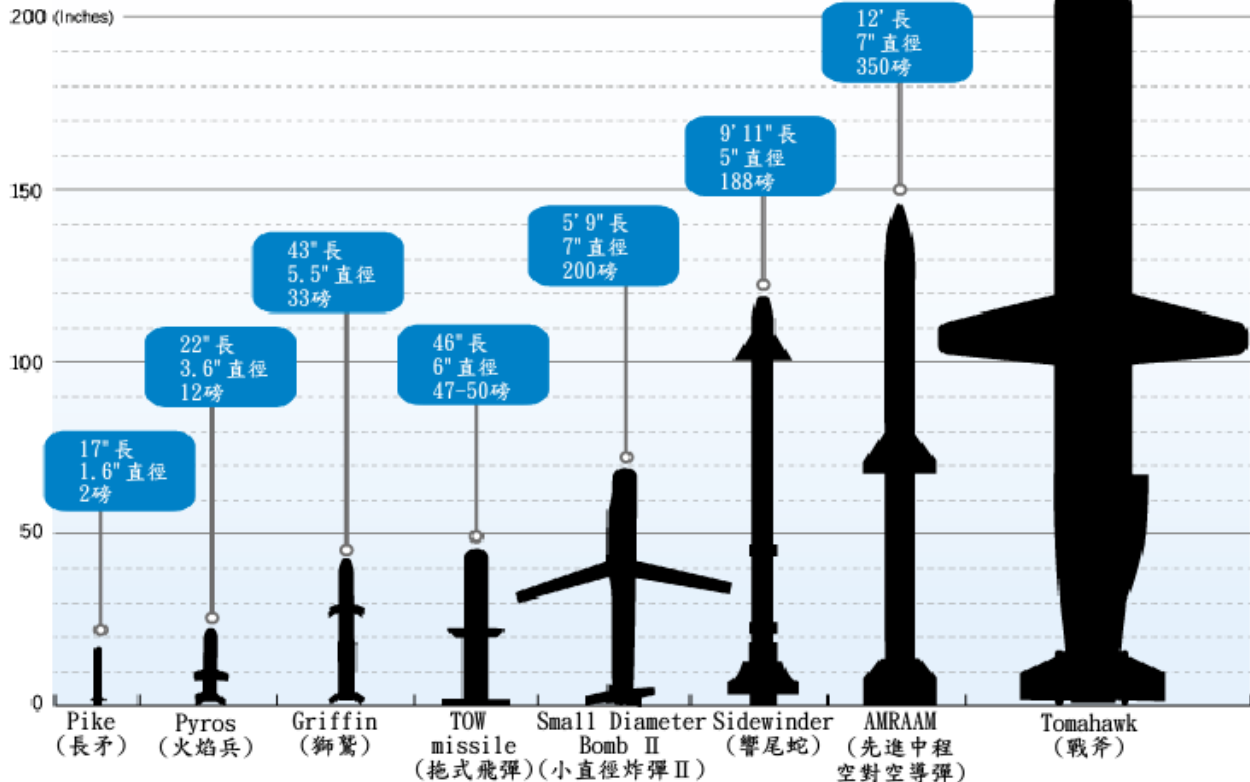


圖二 40 公厘榴彈發射器射擊長矛飛彈

資料來源：https://www.raytheon.com/sites/default/files/2017-09/pike_body_img_01.jpg
（下載時間：民國 107 年 3 月 15 日）

微型導彈

這是雷神公司一些新型小型彈藥的尺寸，與該公司其他武器比較之比例顯示圖。



*尺寸或重量是列出最常見類型的彈藥，但在同一武器系統中可能會因不同型號而有所不同
沒有延伸式探針*沒有火箭助推器

9/20/15 SOURCES: Raytheon Co. Department of Defense, staff research

ARIZONADAILY STAR

圖三 雷神公司精準彈藥尺寸圖

資料來源：https://www.raytheon.com/sites/default/files/2018-01/pike_pic_04_lg.jpg

(檢索時間：民國 107 年 3 月 15 日)

參、性能諸元簡介

長矛飛彈的問世帶來了導引飛彈微型化的創舉，其精準、輕巧、快速及多元的運用，為未來戰場投入了不同的作戰運用方式，且該飛彈可由美軍現行的 40 榴彈發射器來發射（本軍目前 T85 榴彈發射器無法使用），因此，除可大幅降低成本外，也不會額外再增加單兵身上的負擔，可謂是單兵在戰場中的重要利器。

一、諸元及性能

長矛飛彈是採用數位化計算、半主動雷射導引（SAL）的微型精準飛彈，⁶，其相關諸元如下：⁷

⁶ http://www.arntrecognition.com/ausa_2015_show_daily_news_coverage_report/raytheon_showcasing_its_pike_40_mm_precision-guided_munition_for_the_first_time_at_ausa_2015.html（檢索時間：民國 107 年 3 月 15 日）

⁷ 張有，〈單兵“掌中寶”——美國“矛頭”Pike 微型導彈〉《兵器知識》，西元 2016 年 1 月，頁 48-50。

- (一)彈徑：40 公厘。
- (二)彈長：42.7 公分。
- (三)彈重：約 771 公克。
- (四)最大射程：2,000 公尺。
- (五)導引方式：半主動雷射導引。
- (六)彈頭裝藥：高爆破片裝藥。
- (七)殺傷半徑：10 公尺。

戰時運用方式是在與敵作戰效程有限空間下使用，主要用來攻擊慢速移動及固定的輕型裝甲目標、隱藏於堅固工事及建築掩體內的特定目標，或設置在路邊的土製炸彈及火力強大的恐怖份子等。在目前的設計下，單兵可以使用現行的 MK13 EGLM（如圖四）或 M320 GLM 榴彈發射器（如圖五）來發射，並配合雷射指標器（LLM）標定目標，即可達到精準射擊的目的，而飛彈彈頭的尋標器具有高度的感測能力，可以接收低功率的雷射訊號，於射擊過程中，僅需有人將導引雷射照射於目標上，飛彈即會自行沿著雷射光束飛向目標。

由於發射器並非為一新式裝備，因此在操作上非常容易上手，一般士兵僅需約 10 分鐘即可熟悉裝備的操作。而飛彈在發射與飛行過程中，亦幾乎不會產生大量煙霧，可以減少遭敵發現的風險，有效提升射手的戰場存活率，且現行使用榴彈發射器射擊低速榴彈時，均有彈道高、精度不佳及射程不足（有效射程約為 250-300 公尺）等問題。因此，成本雖是比一枚反裝甲火箭彈或是 40 公厘榴彈來的高，但相較於反裝甲飛彈確是低廉不少，而且其具有優異的殺傷效能，破片可消滅牆後方的散兵群，所以若執行特定攻堅任務時，配賦長矛飛彈將讓單兵的作戰效能更加提升。



圖四 MK13 EGLM 榴彈發射器

資料來源：<https://f12.baidu.com/it/u=3934517843,299329177&fm=170&s=AFB47984187A208E7E38B4500300C0F1&w=640&h=389&img.JPEG&access=215967316>
（檢索時間：民國 107 年 3 月 15 日）

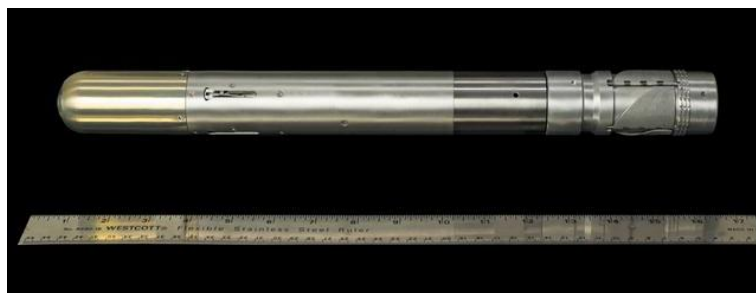


圖五 M320 GLM 榴彈發射器

資料來源：<https://i2.kknews.cc/SIG=3a9gc1g/14190005pn94q20q2r97.jpg>
(檢索時間：民國 107 年 3 月 15 日)

二、彈藥介紹⁸

“長矛”飛彈是由尋標頭、控制系統、彈頭部（引信、保險及主裝藥）、推進裝置（由發射推進機及主推進機所組成，以串列方式設置）及尾翼等部件所組成，飛彈發射是採用兩段式推進，在擊發後，會先藉由發射推進機（位於飛彈尾端，並利用後方的排氣孔釋放力量）將彈推離發射器外約 2.4-3 公尺之間，此時主推進機才會起動，以提供彈藥飛行至 2000 公尺之所需動力，因此，射擊陣地可於室內或狹小空間內射擊，以確保射手之安全，因彈體小，在推進裝置上無法裝填過多的燃料，因此為使長矛飛彈能飛行較遠的距離，在外形上採圓柱方式設計（如圖六），因此大幅減少飛行阻力，讓長矛飛彈的飛行速度更快距離更遠，當然這也是為了便於裝填在榴彈發射器中射擊之故。



圖六 長矛飛彈外形為圓柱型

資料來源：https://www.raytheon.com/sites/default/files/2018-01/pike_pic_02_lg.jpg
(檢索時間：民國 107 年 3 月 15 日)

該飛彈是半主動雷射導引，故在彈藥飛行過程中，須由人員持續以雷射

⁸ 李浩，〈步兵最新的“長矛”——美國雷聲公司最新 40 毫米微型導彈〉《兵器 WEAPON》，西元 2016 年 1 月，頁 25-27。

指標器將雷射訊號指向目標，而彈頭前端的高感度雷射尋標器會持續搜索與接收訊號，接收後的訊號，再經過計算會將目標參數傳到控制系統，藉以修正飛彈飛行方向與高低，另該飛彈亦可於發射後 15 秒再將雷射指向目標，然而為避免彈藥發射後鎖定錯誤訊號，因此，於彈藥裝入發射器前需輸入雷射編碼。

在彈體結構上以簡單及緊湊的方式設計，彈翼有前後兩組（各四片），折收於彈體上，前翼為一矩形並略微切角的伸縮翼面，是用來修正飛彈飛行方向的控制翼面，其制動方式採用電磁方式來控制，未射擊前，翼面會縮於彈體內；後翼則為三角圓弧狀的摺疊翼面，是用來穩定飛行方向的平衡翼面，然採圓弧設計主要除增加尾翼面積，以強化飛行穩定度外，平時亦可使其更貼合於彈體上，待飛彈出發射口後才會展開（如圖七），以使彈藥在飛行過程中更為平穩及精確。⁹

彈頭部則是採碰撞引信設計，需待彈頭撞擊目標後始會引爆主裝藥，而該型飛彈是為高爆裝藥，爆炸後之碎片可造成遮蔽物後方散兵群之傷亡，主要以打擊隱匿的目標或慢速輕型車輛。



圖七 後方彈翼展開狀態

資料來源：https://www.raytheon.com/sites/default/files/2018-01/pike_pic_01_lg.jpg

（檢索時間：民國 107 年 3 月 15 日）

肆、角色定位與運用

於 18 世紀開始，世界各國為強化單兵作戰能力，陸續將火藥製成的爆炸武器運用於戰場上，而手榴彈也是應此而生，但手榴彈是以人力投擲，投擲距離及精準度也受到若干的限制，而後逐步開始發展出槍榴彈、榴彈發射器、榴彈機槍等武器，雖然這些武器有效的提升作戰效能，但卻也因其射程及精準度不

⁹ 科普中國，http://big5.xinhuanet.com/gate/big5/www.xinhuanet.com/science/2015-11/22/c_134824127.htm-導彈記錄的刷新者：美國“長矛”40 毫米微導彈（上）。（檢索時間：民國 107 年 3 月 15 日）

足的關係，常造成火力支援距離不足及形成誤擊的狀況，故遠距精準攻擊武器的發展更顯其重要性。

一、角色定位

美軍近年在針對步兵精準導引彈藥的使用進行了調查，分析任務期間使用精準飛彈攻擊的目標，發現即使如標槍或拖式飛彈主要作戰目標為戰車，但在調查報告中發現，有 37% 的反裝甲飛彈是用於攻擊掩體內的敵目標，30% 攻擊建築物中的人員，僅 2% 用於攻擊戰甲車輛，¹⁰這也顯示該飛彈除攻擊戰甲車外，更具有城鎮作戰使用價值，其高準確性的條件，可在不違反美方接戰規則下，準確攻擊合法的目標(如各式重型武器及狙擊手等)而不會影響戰爭法中不得攻擊之建築物(如醫院、孤兒院)。

美國國防部在對外的重要演說場合中曾表示，未來如：火箭彈、迫砲彈、反輻射導彈及反裝甲飛彈等，都將朝微型化的精準導引武器發展，因此，長矛飛彈的問世，在重量僅 771 公克左右，也就是說重量等同於 32 發 7.62 公厘子彈的重量前提下(目前價格據稱概約為 3,000 美元)，¹¹可讓步兵班榴彈發射器射手攜帶數枚，或配賦於特種部隊中使用，就以目前長矛飛彈的性能來看，正可為步兵及特種部隊，提供一種輕便可靠又廉價的導引武器，除可用於攻堅、滲透等作戰外，最大的優勢就是賦予一般步兵反伏擊、反狙擊手的能力，期以最小的成本獲得最大的效能。

二、戰場運用

在現代戰場上，狙擊手的運用是成本低效果大的作戰方式，在廣義上有著以弱敵強不對稱作戰之意涵，因此，在中東諸多的戰場上，反美的武裝民兵或組織充分運用狙擊手來狙擊美軍重要目標，對美軍來說一直造成極大的困擾，故對反狙擊手偵測裝置、反制裝備的發展提出了作戰需求，但就目前來看，美軍雖開發出了一系列的反狙擊手探測系統(如圖八)，¹²然而在偵測到狙擊手陣地後，如何將其消滅卻不是這麼容易，往往需要動用強大的火力來進行攻擊，或者透過狙擊手對抗狙擊手，但無論是哪種手段都不是一般單兵能夠獨力完成的，況且前者更會對該作戰地區形成嚴重的傷害。所以若能將長矛飛彈與反狙擊手探測系統相結合，並裝備於基層步兵或特種部隊中，只需在反狙擊手探測系統發現目標後，便可使用雷射指標器標定目標，而射手就可躲於隱匿處發射彈藥，如此便能夠有效打擊敵方的目標，就算沒有精準的槍法，也可準確的朝目標攻擊，加上其 2000 公尺的射程，也將使作戰任

¹⁰ 2012 標槍使用國年會返國報告－公開資訊。

¹¹ 軍事科技前沿 http://big5.xinhuanet.com/gate/big5/www.xinhuanet.com/science/2015-11/22/c_134859622.htm－世界最袖珍導彈記錄刷新者：美國“長矛”40 毫米微型導彈(下)

¹² <http://www.zhghpl.com/crm-webapp/search/siteDetail.jsp?id=100477120&sw=%E6%88%90%E5%83%8F>

務更具彈性。



圖八 單兵作戰紅外線偵測和反狙擊系統

資料來源：<http://hkpic.crntt.com/upload/200710/24/100477121.jpg>
(檢索時間：民國 107 年 10 月 15 日)

伍、作戰效能分析

美軍在戰場上以反裝甲飛彈攻擊狙擊手或遮蔽物後散兵群其比例高達 67% 以上，僅有極少部分是運用在對敵軍戰、甲車的攻擊，這個數據是以美軍在絕對空優與強大的火力支援系統下產生的作戰參數，所以對美軍而言不會有戰車大決戰的戰況發生，美軍的偵測系統在遠距發現戰甲車後，無論航空母艦上艦載機或空軍基地的戰機或武裝直升機都可以快速摧毀目標，就算有漏網之戰車，美軍的戰車也能較早發現目標實施攻擊，大規模作戰時要使用到步兵的反裝甲飛彈來攻擊敵軍戰甲車，這個機率是偏低的。但是這個參數對國軍本島防衛作戰時的參考價值是不適用的，以下所述作戰效能是僅對是項武器而言，特予說明。

一、遠距精準打擊能力，降低作戰成本

在步兵的對抗中，堅固工事、多人操作武器及遠距的精準打擊武器，都會帶來巨大的殺傷效果，在現今的戰場上已有愈來愈多的目標，是槍榴彈打不到、曲射砲打不準、機槍效果有限，而這些刁鑽的目標往往藏匿在直射武器有效射程外，而長矛飛彈正是具備遠距打擊敵方此等高威脅性武器的特性，透過單兵所附掛於步槍上的 40 榴彈發射器實施射擊，再配合雷射指標器即可將彈藥精準的導向目標，使其一擊必殺，加速部隊的進攻速度，而不再需要以密集的火力來進行制壓，大幅降低作戰成本。

二、高效狙殺能力，減少人員傷亡

美軍在諸多的戰役中發現，步兵常遭遇狙擊手、使用輕型車輛的敵人，

或是設置於路邊的簡易爆炸裝置（IED）等，¹³因此，精準而小範圍殺傷的導引飛彈便是最好的首選，而雷神公司「先進地面作戰系統主管」“J・R・史密斯”亦稱，其長矛飛彈使用數位化計算，並採用半主動雷射導引，已可滿足美軍在人口稠密的環境中，實施精準、針對性和局部性傷害的需求，且其彈頭部亦具有一定的反裝甲效能，對於一般輕型的輪履甲車，亦可造成不可小覷的威脅，可大大減少我方人員的損傷。

長矛飛彈最大的特色就是不需要使用特定的發射器，就目前發展構型來說，只需使用美軍單兵配賦的榴彈發射器即可發射，並用其打擊高價值目標，目前以現行的 MK13 EGLM 或 M320 GLM 榴彈發射器為主，其重大特色就是可安裝在 M16 及 M4 步槍上，若步槍發生損壞無法操作時，亦可單獨取下做為獨立武器使用，完全不會再額外增加單兵負擔，將來若能同時在發射器上加裝雷射指標器（LLM），更可由一人完成射擊及導引之工作。

由於長矛飛彈體積小及重量輕等特性，因此，除可在前述的槍榴彈發射器上實施射擊外，亦可考量安裝於無人載具上，如與雷神公司發展的另一款世界上最小空用飛彈“Pyros”（如圖九）一樣，所以藉由強化裝載介面，將能使其由水面船隻、全地形車和無人飛行機等多樣平台實施射擊，以達空中與海上的作戰能力，進而增加運用範圍。

圖九. Pyros 空用飛彈裝於無人載具

[illegible]

五、戰術運用靈活，快速消滅敵方火點

在戰場上，許多小型或是移動目標通常隱蔽於不易命中之位置，此目標對步兵而言是極大之威脅，而長矛飛彈則是可以有效提升步兵對此等目標之攻擊，對步兵部隊而言，士兵只需利用雷射指標器對準目標，即可用一枚微型飛彈輕鬆、精準的消滅一個或一組敵人，這種由單兵的武器結合火箭推進的新型彈藥，甚至可以取代狙擊槍，使一般的槍榴彈兵也可以發揮狙擊手的效能，並強化戰場指揮官的戰術運用彈性。如使用長矛飛彈可以打擊軟性目標（如：特定人員、特殊設施及車輛等），亦可利用雷射導引精準命中建築物、工事及掩體內（後）之敵人，在精準打擊能力的特性下，無需耗費大量彈藥，即可有效殲滅隱匿的敵人，同時憑藉其較遠射程，亦可快速消滅遠距敵方火點，並利用彈頭的少量反裝甲效能，打擊輕裝甲目標。

陸、結語

長矛飛彈可以藉由其輕巧、精準、遠距及快速反制的能力，提高單兵在複雜的作戰環境中存活機率，而美軍在長期作戰經驗中，亦認為該彈藥在城鎮戰中的運用是具有相當助益的，雖該彈藥尚在實施性能研改及測試，故尚未正式編配至部隊使用，但可以想像在未來戰場上，若長矛飛彈此等微型精準導彈被廣泛運用後，那些位於刁鑽，且又是支援武器火力間隙的目標（如：障礙物後方的重機槍、建築物內的狙擊手或沒有裝甲防護的輕型車輛），將不再需要採取精準的瞄準射擊，只要透過雷射指向目標，飛彈即可藉雷射導引系統自我修正方向，更快速且準確的命中目標。而將來若能在水面的無人船、全地形的無人車及在空中的無人機上安裝，以提高其通用性，將使作戰範圍觸及更遠之處，也將使人員更加安全。所以可以肯定的是，長矛飛彈的出現將會改變步兵的傳統作戰模式，並帶來巨大的影響及變革；因此，未來我國若能購獲該彈藥，或是自主發展類似的彈藥，而將其配賦於搜索排、偵察排或是特戰部隊中，將提供一種輕便可靠又廉價的導引武器，除可用於攻堅、滲透等作戰外，最大的優勢就是賦予一般步兵反伏擊、反狙擊手的能力，期以最小的成本獲得最大的效益。

參考資料

- 一、張有，〈單兵“掌中寶”——美國“矛頭”Pike 微型導彈〉《兵器知識》，西元 2016 年 1 月。
- 二、李浩，〈步兵最新的“長矛”——美國雷聲公司最新 40 毫米微型導彈〉《兵器 WEAPON》，西元 2016 年 1 月。
- 三、王儒策，《彈藥工程》〈北京、北京理工大學出版社、西元 2002 年 12 月〉。
- 四、名劍、趙智立、楊溫利，《現代單兵武器發展史》〈臺北市、知兵堂、西元 2011 年〉。
- 五、2012 標槍使用國年會返國報告－公開資訊。
- 六、化學研究所，〈爆炸成形彈丸設計與應用〉《新新季刊》〈桃園：龍潭〉，第 1 期 40 卷，中山科學研究院，民國 101 年 1 月，頁 223-225。
- 七、謝榮振少校、王健霖少校，〈地面作戰反狙擊作為之研究〉《步兵季刊》，第 263 期，民國 106 年 2 月。
- 八、網路資料：
 - (一)軍事 <https://kknews.cc/military/om8pm3p.html>－雷聲公司研發世界上最小的飛彈。(檢索時間：民國 107 年 3 月 15 日)
 - (二)軍事 <https://kknews.cc/military/zm9gprp.html>－飛彈也「迷你」——美國「矛頭」Pike 微型飛彈。(檢索時間：民國 107 年 3 月 15 日)
 - (三)軍事 <https://kknews.cc/military/znrxml.html>－美國雷聲公司研發 40mm 迷你飛彈，可從榴彈發射器發射射程達 2100 米。(檢索時間：民國 107 年 3 月 15 日)
 - (四)軍事 <https://kknews.cc/military/k8eaknr.html>－美國袖珍飛彈：只有 1 千克左右，一發就能拔掉火力點。(檢索時間：民國 107 年 3 月 15 日)
 - (五)軍事 <https://kknews.cc/military/mq815p.html>－世界上最小的飛彈，擲麵杖大小射程超過 2 公里。(檢索時間：民國 107 年 3 月 15 日)
 - (六)台灣醒報記者鄭國強 <https://anntw.com/articles/20151020-QuAe>－雷神測試成功 步槍可射導引炸彈。(檢索時間：民國 107 年 3 月 15 日)
 - (七)雷神公司 <http://www.raytheon.com/capabilities/products/pike/>－Pike Munition 「Miniaturized,Laser-Guided Weapon」。(檢索時間：民國 107 年 3 月 15 日)
 - (八)軍事 <https://kknews.cc/military/mglpo69.html>－世界上最小的「槍尖」飛彈，擲麵杖大小，單價 3 萬！(檢索時間：民國 107 年 3 月 15 日)
 - (九)維基百科，https://en.m.wikipedia.org/wiki/NAVAIR_Spike－NAVAIR Spike。(檢索時間：民國 107 年 3 月 15 日)
 - (十)維基百科，<https://en.m.wikipedia.org/wiki/Nammo>－Nammo。(檢索時間：民國 107 年 3 月 15 日)
 - (十一)科普中國，http://big5.xinhuanet.com/gate/big5/www.xinhuanet.com/science/2015-11/22/c_134824127.htm－世界最袖珍導彈記錄的刷新者：美國“長矛”40 毫米微導彈（上）。(檢索時間：民國 107 年 3 月 15 日)