

美軍新式環保彈藥M855A1簡介



作者簡介：少校教官黃榮發

陸軍官校專科19 期陸軍步兵學校正

規班第338 期曾任排長、連長、訓練

官、作戰官、教官。現任步兵學教兵

提要

一、為因應城鎮作戰需要，輕兵器均朝槍身短小、可快速反應、適合近距離戰鬥等方向來研發。美軍將 M16A2 步槍逐漸換裝為 M4及M4A1卡賓槍，導致有效射程及殺傷力不足，在不更換槍彈口徑及節省經費原則下，積極尋找取代性彈藥。

二、基於環保意識抬頭，民意主張高漲，民生用品汽油因時代演進至無鉛，而這股潮流已如洪水般向軍中湧入。

三、本篇旨在研討M855彈藥優劣狀況及M855A1 彈藥效能等相關問題，為本軍未來彈藥遴選之參考。

壹、前言：

英、美軍近代於阿富汗戰爭中，為提高武器精準度、避免造成附加傷害，以及作戰部隊反應作戰時，現行使用彈藥侵澈力不足。經研究發現現行彈藥M855(同北約SS109 彈、國造TC-74 式半穿甲彈)不適合短槍管步槍(卡賓槍或戰鬥步槍)使用，為提升有效射程及殺傷力，因而積極尋找取代性彈藥。

而國造T91 戰鬥步槍其設計是以國造T86 戰鬥步槍為基礎，融合M16、AR-18、HK G36 等歐美設計概念，並參考美軍M4A1 卡賓槍研製而成，均為短槍管步槍，且與M4A1 膛線、口徑及纏度均相同，惟T91 步槍槍管長度較長7 公厘，但來自美軍在伊拉克及阿富汗的經歷驗證，5.56 公厘槍彈效能不足之主因為所使用之彈藥品質無法滿足城鎮戰需要，因此為提升T91 步槍有效射程及殺傷力，他山之石可以攻錯，先進國家戰力提升方式，是值得我們參考的。

另美造M855 彈藥因內含鉛金屬，如使用後未清理可能產生具有毒性鉛化物，鉛在體內累積將引起鉛中毒，而大劑量的鉛會導致成人胃腸炎和兒童大腦損傷。長期接觸鉛化物容易患有貧血、便秘和腹部痙攣、神經錯亂、漸進性麻痺等症

狀，嚴重時還可能出現腦癌。因此為符合作戰效益並兼具環保，故英、美著手研改M855 半穿甲彈，並將新式彈藥命名為M855A1。

貳、M855與M855A1彈藥介紹：

一、發展沿革：

二次大戰結束後，北約國家將7.62 公厘步槍彈作為北約標準槍彈(如圖1-1)，至越戰初期發現此口徑步槍長而沉重，如後座力強的M14 步槍，並不適合叢林作戰需要，且交戰距離太近，發揮不出7.62 公厘彈藥的遠射程優點；為此，美軍在1958年開始研發5.56 公厘M193 步槍彈(如圖1-2)，配用M16 步槍，並於1963 年應用在越南戰場。後來5.56 公厘步槍彈成為新的北約標準彈，於1980 年將彈頭重量從3.5 公克增加至4 公克，並將新式M855 彈作為標準彈(M855 彈彈頭較長較重，彈尖部有鋼芯柱體以增加侵澈力，有效射程比M193 彈更遠)。7.62 公厘彈藥因其重量為5.56 公厘彈藥雙倍，且後座力強大、持續射速無法支撐現代戰爭，且M855 彈藥在相同重量下可攜行數量為7.62 公厘彈藥兩倍，因此逐漸成為單兵主要攜行彈藥規格。

圖1-1：7.62 公厘步槍彈 圖1-2：5.56 公厘M193 步槍彈(圖中)



<http://zh.wikipedia.org/wiki/%E5%AD%90%E5%BD%88>



http://zh.wikipedia.org/wiki/5.56%C3%9745mm_NATO

二、M855 彈藥介紹：

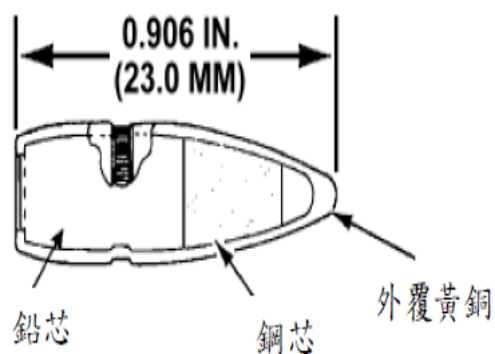
M855 彈藥是由彈丸、彈殼及拋射藥所組成，其中彈丸前方為鋼芯，後段由鉛所製成，外部包覆一層軟銅，彈丸前方為綠色塗漆，詳如圖2。

圖2-1：M855 彈藥組成



<http://www.zerose.com/www/13/2010-01/223.html>

圖2-2：M855 彈丸結構



美國陸軍技術手冊TM 43-0001-27

三、M855A1 彈藥緣起：

(一)射程不足：

近年來英、美等國於阿富汗戰爭中，塔利班組織

因使用PKM 輕機槍及舊式蘇聯製7.62 口徑SVD 步槍，使得半數塔利班民兵攻擊距離約為300 至900 公尺，而英、美軍之單兵武器使用M855 彈有效射程僅為300-400 公尺(依據其槍管長度)，與實戰數據差距甚大。由此設定目標出現於400-500 公尺，英、美軍可有效接戰，若出現於600-900 公尺，將導致單兵武器無法有效遂行任務。

(二)研發無鉛彈的起因：

1. 法令限制：

1993 年蒙特婁議定書要求各國減少使用鉛化物(如汽油添加劑)及加強含鉛電池回收，以避免鉛元素對人體造成傷害。美國陸軍環境管理政策中亦要求所屬彈藥發展朝無鉛污染目標努力。

2. 環境保護意識提升：

近年來大眾對於環境保護意識逐漸抬頭，因此不僅於美國國內射擊練習場地限制使用，國外亦有反對美軍使用鉛彈等行動。美國阿拉斯加州瓦思拉居民於2009 年6 月16 日對居住地週遭設置靶場提出抗議，居民認為靶場不但造成當地房地

產價值減低，而靶場設計忽略噪音、氣味及鉛污染，進而影響個人健康。「一發接著一發、一盒接一盒射擊，殊不知鉛對我們的危害」約瑟於二次改革基金會報告中提出，民間靶場每年射擊大約需要400-600 噸鉛來製造子彈，而在1970年代即有相關文件指出，戶外靶場是鉛污染主要地區，而室內靶場則是射手鉛中毒主要場所。

3. 鉛對環境之影響：

台灣為工業發達國家，汽、機車充斥，大量使用石化燃料，產生酸雨主要致酸物質 SO_2 -4、 NO_3 -，當上述物質與大氣中水份結合，便產生帶有硫酸、硝酸等水氣，經降雨過程後即所謂酸雨，酸雨嚴重影響環境及植物生長。

4. 鉛對人體之影響：

鉛中毒會使成人再生系統、神經系統、腸胃、血液、腎臟造成損害及兒童大腦的損傷。長期接觸鉛化物容易有貧血、便秘和腹部痙攣、神經錯亂、漸進性麻痺等症狀，嚴重時可能出現腦癌，而兒童大腦及神經發展尚未完全更易受到損傷。

輕兵器靶場常見有毒元素計有鉛、銅、鋅、銻及砷等，其危險值及中毒主要傷害如附表。

附表

金屬種類	8 小時接觸安全值 (mg/m ³)	危險值 (PPB)	主要身體傷害
鉛	0.05	0.05	對於再生系統、神經系統、腸胃、血液、腎臟造成損害，降低幼童學習能力，嚴重時可致癌。
銅煙	0.1	0.2	對皮膚、眼睛及呼吸系統產生刺激
鋅氧煙	5.0	5.0	具刺激性及微毒性
銻及銻化合物	0.5	0.5	對於神經系統、循環系統、腸胃、血液、肝臟、腎臟造成損害。
砷及無機化合物	0.01	0.01	對於神經系統、循環系統、腸胃、血液、肝臟、腎臟造成損害，皮膚病變，導致致癌。

1997/9/18, Battelle 公司針對美國陸軍環境中心提報報告Final implementation guidance handbook: Physical separation and acid leaching to process small-arms range soils. 頁78。

(三)彈藥研改過程：

M855A1 彈藥最初於1996 年採鎢與尼龍複合材料，但效果不佳。後來採用鈹錫合金所製成，前方為鋼芯，外部包覆一層軟銅，彈丸前方為鐵灰色塗漆，彈丸重量約4 公克，如圖4。2007 年投入計劃進行實彈測試，直到2009 年找出測試問題主因-溫度，因為鈹熔點為

攝氏271 度，錫熔點為攝氏231.9度，而合金熔點會比低熔點金屬還低，因此導致彈芯熔化。

圖 4：M855A1 初型彈藥圖說



<http://www.thefirearmblog.com/blog/2010/07/02/u-s-army-issues-newgreen-m855a1-ammo/>

取代方案是採硬銅代替鈹錫合金，改良後的彈藥名稱為M855A1EPR(增強型彈藥)，主要是把M855 全披甲彈頭改為半披甲，同時鋼、鉛複合彈芯改為鋼和硬銅，並已於2010 年投入阿富汗作戰。

新式M855A1(如圖5)改善了對硬目標的侵澈力，減少槍口火焰、提高初速，亦有更佳之穩定性及精準度，增大了殺傷效果，減少鉛對環境的污染。短槍管步槍所使用之子彈，其火藥燃燒速度最佳理想化是燃燒時

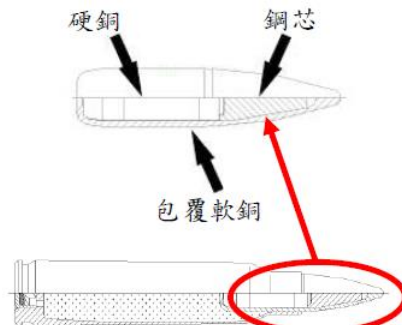
瞬間產生高溫、高壓的氣體須較多於高溫粒子(如圖6)，使彈丸藉其瞬間強大氣壓推送(如圖7)，以提升彈藥射擊初速，加強其飛行穩定與貫穿力。

圖5：M855A1 EPR 彈藥



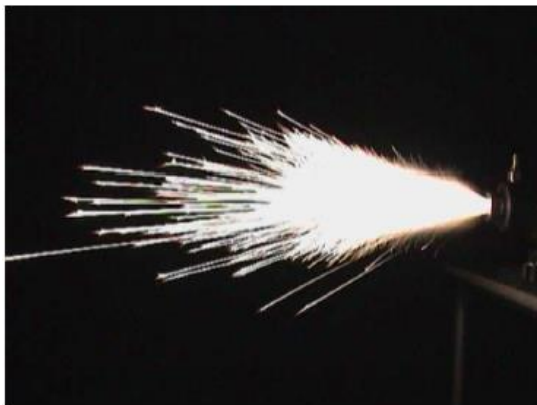
<http://www.gunsworld.net/ammo/556nato/556nato.htm>

M855A1 EPR 彈頭結構



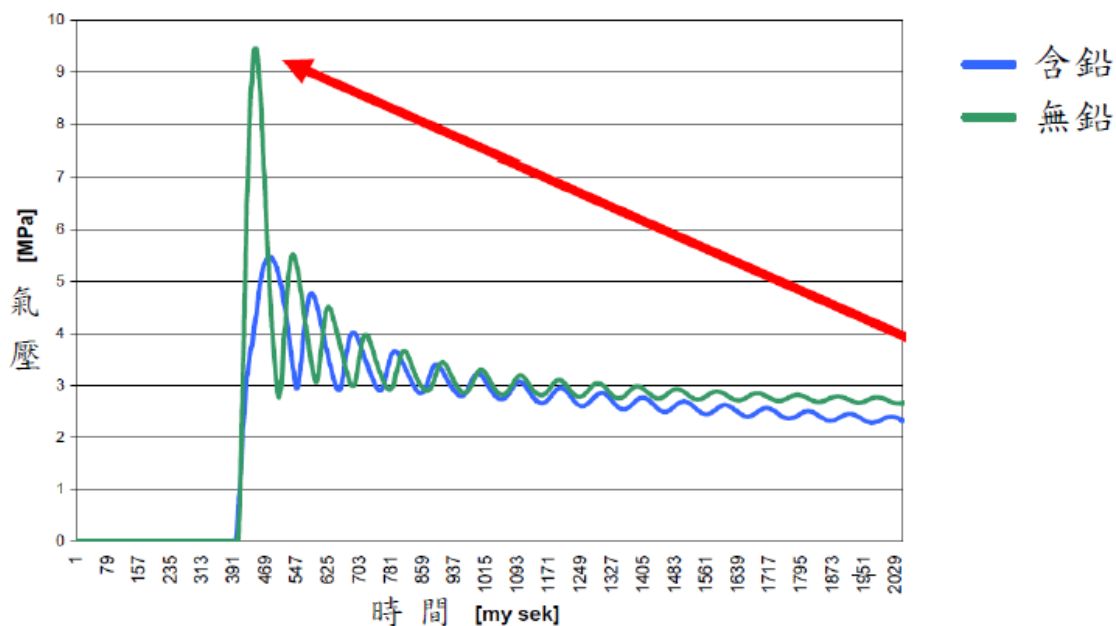
2006/5/15-18, NAMMO, The Nammo Green Ammunition Experience ,
<http://www.dtic.mil/ndia/2006smallarms/mauritzson.pdf>

圖6：底火無鉛燃燒火焰 底火含鉛燃燒火焰



2006/5/15-18, NAMMO, The Nammo Green Ammunition Experience
<http://www.dtic.mil/ndia/2006smallarms/mauritzson.pdf>

圖 7：底火燃燒氣壓數據比較表



2006/5/15-18, NAMMO, The Nammo Green Ammunition Experience

<http://www.dtic.mil/ndia/2006smallarms/mauritzson.pdf>

參、M855與M855A1效能比較：

英國於阿富汗巡邏部隊，最初只有配備 5.56 公厘口徑步槍(L85A2 及L86A2 輕型步槍)及L110A1 輕機槍，經實戰經驗和彈藥測試，得到步槍有效射程是300 公尺，輕機槍只有200 公尺(使用M855 彈藥所測結果)，而美軍使用之M4 步槍有效射程也只有304.8公尺，由塔利班民兵攻擊距離約為300 至900 公尺來推算得知，有超過一半的接戰距離超出英、美軍步槍的有效射程範圍外。

另外產生問題是5.56公厘(M855)彈藥缺乏制止力。一名美軍士兵手持M4步槍，在巷戰中突遇敵武裝人員，美軍搶先

開火，子彈穿過對方身體，但似乎沒擊中要害，武裝人員中彈後仍端起手中AK—47突擊步槍繼續開火，這是美軍士兵在伊拉克和阿富汗經常遇到的情況。所以多數士兵希望使用大口徑槍枝，其主因為5.56公厘子彈制止力只有7.62公厘子彈的一半。經測試當子彈射速低於730公尺/秒，彈丸破碎程度將大幅降低(破碎程度如圖8)。彈丸破碎程度越小，則其所產生的暫時傷害區就越小，對人體的傷害程度也越小。彈丸速度高於730公尺/秒以上命中軟目標時，由於彈頭失穩翻滾，彈丸底部向前翻轉，在彈頭槽線產生的破片迅速向外碎裂，以增加創傷空腔的尺寸(滾翻效應)。

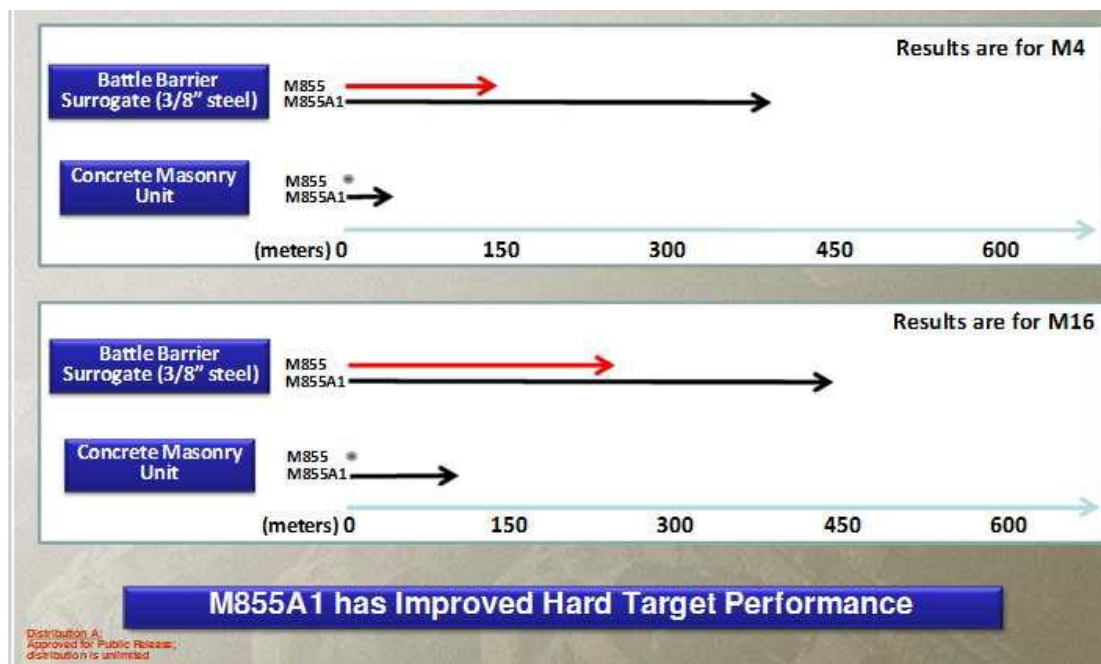
圖8：彈丸於各種初速撞擊後破碎程度比較圖



《2008/5/21，Gary K. Roberts, LCDR, USNR, Time for a Change》，
<http://www.docstoc.com/docs/18019950/Roberts-NDIA>

美軍在模擬實際戰場使用鋼板及水泥石板(中東房屋建材)，以M4步槍射擊M855 與M855A1 兩種彈藥做比較，得知M855A1 其穿透力比M855 增加數倍，且運用於M16 步槍時亦然。下圖9 為彈藥效能比較圖：

圖9：M855 與M855A1 效能比較圖



<http://usarmorment.com/pdf/M855A1.pdf>

肆、新式M855A1彈藥效益分析：

一、效能改善提升作戰效益：

(一)提高對硬目標貫穿力：以M4 卡賓槍射擊M855A1 彈藥，可於385 公尺處貫穿0.95 公分均質鋼板，如圖10。

圖10：對均質鋼板貫穿力



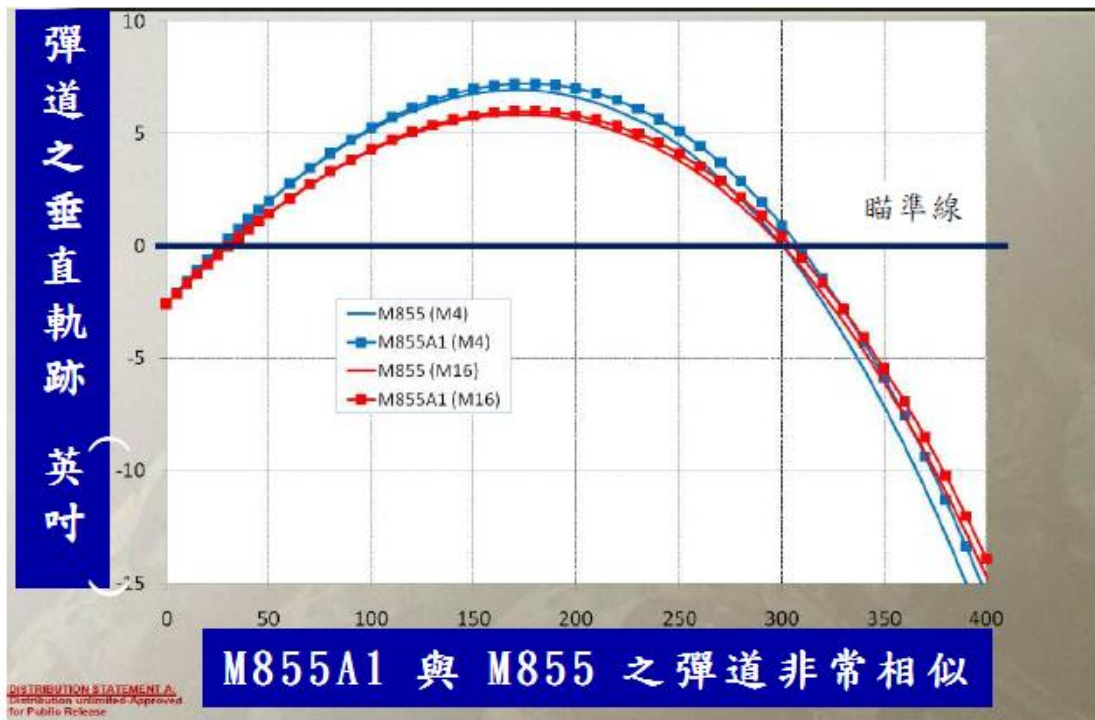
<http://www.gunsworld.net/ammo/556nato/556nato.htm>

(二)提供人員與物體一致的殺傷力:用於殺傷人員時，彈頭在進入人體後披甲碎裂，而鋼芯尖端和銅彈芯會分離並在人體內翻滾破壞人體組織，其制止力可與7.62 公厘彈藥比擬；且在1000 公尺可貫穿美軍防7.62 公厘等級功夫龍防彈背心。

(三)重量無增加、提高射程、減少火光:M855 與M855A1 彈藥重量均為12.3 公克，重量無增加，於訓練或實戰時無須重新適應其增加之重量；另有效射程提高，經測試550 公尺射擊20公分見方鋼板命中率達95%，精度約為3.6 公分(T91 步槍射擊M193 普通彈精度為15 公分)；並改進為無鉛之發射藥，射擊時所產生槍口火焰也因而減少。以本軍為例，T91 步槍使用普通彈有效射程為400 公尺，若配合M855(TC74)半穿甲鋼心彈有效射程可達600 公尺，射程可增加約1.5 倍距離。

(四)無痕接軌、無痛換裝:因規格、重量、尺寸及彈道軌跡(如圖11)等皆與原使用彈藥M855 相同，在換裝及運用上均相同，換裝無須適應期。

圖11：M855 與M855A1 之彈道比較圖



http://www.aschq.army.mil/ac/aaais/ioc/LCAAP/Industry_Day/634272332137343750.pdf

(五)能隨時應付戰場目標:英、美軍於阿富汗戰爭中發現目標出現距離大多超出有效射程(約500 公尺²²)，如更換M855A1 彈藥則可提升短槍管步槍射程，使其能符合戰場效益。

二、降低環境衝擊:

美國軍方及民間現許多訓練地區，已逐漸改為無鉛訓練場地，另於海外戰場當地居民也不歡迎鉛彈所造成的污染，因此使用無鉛彈可以增加可用訓練場地，亦可於海外參戰時減少民事事件。美軍因改用無鉛彈，每年約

可降低2000 噸鉛的使用量，減少射擊場地遭受鉛污染機會，不僅可以獲得環保美名亦可創造無鉛環境一舉數得。

伍、我軍因應作為：

一、統一回收使用：

現有彈藥M855 因其彈丸部分含有鉛金屬，射擊後彈丸將留於被彈面或是山丘、溪流，待與酸性物質接觸後即行氧化作用產生有毒物質，為有效管制、降低管控成本，宜採統一回收、集中使用，將全軍彈藥集中管制分類，彈藥老舊批號者應移由聯勤單位統一實施廢彈回收；批號年份新對於射擊精準度尚無顯著影響者，可集中統由訓練單位分批消耗。

我軍現有M193 普通彈、M855 半穿甲彈數量龐大，應集中至教學單位統一使用，利用教學訓練逐漸消耗。教學單位師資班隊(如特等射手師資班、T91 步槍師資班等)應使用新式彈藥，因為彈藥底火受潮將影響射擊膛內彈道，其膛壓降低，終端彈道因而下修，影響膛外彈道因素將提高，為提升其教學效果，建立精準射擊能量，師資班應使用新型彈藥。

二、加強靶場設施：

教學單位靶場應改用特殊設計，以防止彈丸產生鉛化物，並編列相關維修及清運處理經費，每年定期處理靶場被彈面所留存彈丸，並於被彈面底部加強防水處理，以免背彈面彈丸與酸性雨水產生化學反應，使含鉛液體隨土壤滲入，直接污染地下水。

三、研改現有彈藥：

美軍因5.56 公厘彈藥效能不足，而部署少量6.8 公厘口徑步槍，中共也為了提升輕兵器槍彈效能而研發5.8 公厘槍彈，以滿足作戰需求；而新式M855A1 單發價格為0.38 美元，較M855 成本僅多0.12 美元，且M855A1 經美軍測試後，其效能均能滿足作戰需求，故以研改現有口徑彈藥仍比更換武器口徑較節省成本。

本軍現有彈藥計有M855 半穿甲彈、M856 曳光彈、M193 普通彈²⁴等均為含鉛彈，依據本篇報告相關資料文獻，無鉛彈效能均較一般含鉛彈效能更佳，然製程良窳仍影響彈藥品質，惟可協請軍備局205 廠研製並實施驗證與評估，俾利未來作戰需求。

陸、結論：

M855A1 彈藥是專為短槍管步槍所設計研發，如美軍M4A1 卡賓槍。而本軍T91 步槍是參考M4A1 卡賓槍及T86 戰鬥步槍所製造，其文獻均顯示可適用該彈藥，然未經本軍現行武器實測，其數據仍屬參考。M855A1 彈藥效益如經實測證實，應優先採購並撥發至戰鬥部隊及使用T91 步槍單位，以補足短槍管步槍射程及制止力不足等缺點。另就成本效益來看，並可節省新口徑槍彈換裝之經費支出。

近年環境保護意識抬頭，據台灣時報報導指出校內埋2000 噸重金屬恐污染水源，而學校每年射擊所產生廢金屬大約為1.5 公噸，若未能積極妥善處理將造成環境污染，而美軍彈藥環保化期程規劃起於2011 年，預計於2012 達成，倘本軍能積極面對處理，化危機為轉機，藉妥善處理再加適當宣傳必能形成雙贏態勢。