

本軍未來「新型手榴彈」發展之研究

作者/解昶旭 士官長



陸軍領導士官班 86 年班，曾任班長、副排長、連士官督導官、中隊長，現任職於步兵訓練指揮部兵器教官組教官。

提要

- 一、本篇研究內容係銜接《步兵季刊》第 279 期第一、二次世界大戰手榴彈發展概況之研究，賡續探討現今各先進國家戰鬥間手榴彈運用與發展，並研究國軍有關手榴彈戰鬥時運用及新彈藥需求之必要性，以作為我地面部隊配賦手榴彈未來換裝時先期做好論述基礎，並提供新規格以集思廣益做最好的準備。
- 二、韓戰與越戰後，城鎮戰已成為重要戰爭型態之一，城鎮人口集中，建築形態由平面向立體化發展，城鎮範圍亦日益擴張，城鎮已逐漸成為最後決戰的戰場，巷戰、逐屋戰鬥、近距離戰鬥、限制空間戰鬥，這些戰鬥中將需要更具現代化及多樣性之高效能手榴彈，以滿足單兵消滅掩蔽物後敵軍之戰鬥需求。
- 三、本軍執行地面防衛作戰任務時，諸多濱海地區與城鎮密切相連，雖然各高科技武器已用於這些戰爭中，但不難發現手榴彈卻仍是單兵標準配賦武器之一，故未來手榴彈這種經濟實用的近戰武器，仍是各國相繼發展及創新其效能之單兵作戰利器，欲藉本篇稿件投石問路積極探索新一代高效能手榴彈之發展，以強化單兵之戰鬥力。

關鍵字：城鎮作戰、反恐作戰

壹、前言

國軍配賦之 MK2 手榴彈係從民國 52 年使用至今將近一甲子，此期間，世界發動了各種大大小小不同型態的戰爭，而單兵配賦之手榴彈的型式與效能不斷的精進與改良，雖然單兵有關榴彈武器系統已配賦有榴彈機槍、榴彈發射器、轉輪式榴彈槍，國外部隊亦有配賦狙擊榴彈發射器（美軍巴雷特 XM109-25 公厘狙擊榴彈發射器、共軍配賦 LG540 公厘狙擊榴彈發射器）可重創輕裝甲與建築物內掩蔽之敵軍。顯見強化單兵戰力是先進國家重要戰備項目，手榴彈在正規作戰與特種戰鬥時都扮演非常重要的角色，隨著作戰型態與環境的變化，城鎮已成為地面部隊決戰勝利最重要之戰場，而手榴彈依然是對散兵群、多人操作武器、掩蔽物後、街道與巷戰、近距離戰鬥、限制空間戰鬥、夜間戰鬥等是步兵最重要的殺傷性彈藥，手榴彈的存在價值與運用時機持續擴增，可與步槍構成長短相互輔助之利器。隨科技發展與彈藥材質效能的提升，手榴彈在類型、重量、彈體設計、引信功能、破片規格、密度、穿透力度上，都有大幅度演進，有效強化步兵與特戰部隊的戰力與戰鬥自信心，本篇研究即是探究未來換裝高性能手榴彈時提供重要資訊與參數，使單兵近距離戰鬥時戰力更加強大，以適應戰場需要。

貳、發展概況

20 世紀 60 年代，雖然進入冷戰時期大規模的軍事衝突減少但是局部的衝突及戰爭卻不斷發生，這也是高科技武器裝備發展最鼎盛時期，而手榴彈也在這時期逐漸改善其質量、引信、破片結構等性能，且部分國家因國內矛盾衝突也研發出非殺傷及低殺傷性之特種手榴彈，70 年代電子技術發展，美國首先將電子引信運用於手榴彈上，英國及其他國家也隨後研製，這時期要求手榴彈的安全性及可靠性除了要求投擲前的安全也提升運輸中及失手後之安全性。80 年代末至 90 年代是手榴彈發展最完善的時期且已達到較高的水準，這一時期所研製的手榴彈也以非殺傷及低殺傷的特種手榴彈為主且種類繁多，然因各國以高科技精準武器的研發為主及手榴彈種類及數量過多，使手榴彈的研發停滯不前但相對增加其功能及多用途性，下列敘述現代手榴彈發展現況。¹

一、手榴彈質量形狀與材質

體積小重量輕是手榴彈的特性，故彈體的材質及質量直接影響士兵的負重及投擲距離甚至戰術動作及戰鬥效果，早期手榴彈的材質大多為鑄鐵或重量較重的金屬材質且形狀較大不易於持握與投擲，20 世紀後期各國製造技術提升，故彈體使用較輕的金屬或非金屬材質如塑料、紙板等，並製成較薄的彈殼體以減輕彈體的重量，

²故現代大多數的手榴彈的重量約為 300-600 公克，如美軍 M67 式手榴彈彈體為鋼材

¹卞榮宣主編，《世界輕武器 100 年》（北京：國防工業出版社，西元 2004 年 11 月），頁 278。

²同註 1，頁 279。

結構彈重約 397 公克，共軍 82-2 式全塑無柄鋼珠手榴彈彈體為塑料材質結構彈重約 260 公克，³美國特種部隊於 2003 年伊拉克戰爭中使用一款 HG86 殺傷手榴彈，(如圖一)該款手榴彈為奧地利阿格斯機電有限公司研製，該公司也生產 HG85 殺傷手榴彈，HG86 殺傷手榴彈重量約 180 公克，美國國防部在美軍特種部隊需求下採購，⁴因重量比 M67 式手榴彈較輕所以每人可攜帶 6 枚手榴彈減少單兵負重及後勤供應勞動強度。⁵ 過於將手榴彈彈體材質輕量化可能會限制手榴彈爆炸威力，現階段各國均在在不降低綜合性能前提下使用工程塑料製作手榴彈，除了減輕重量其使用壽限也大幅提升。⁶而彈體形狀使用蛋形或球形的設計及彈體直徑符合使用者手掌弧度，因為這種形狀所產生的破片分布最為平均且易於手部指節的掌握和投擲準確度較高的優點，⁷如美國 M67 手榴彈採球形設計，(如圖二)其諸元性能表。(如表一) 新加坡 SFG 87 式手榴彈則考慮到新加坡士兵較小的手型，設計出東方人適用的手榴彈彈體其彈徑約 5.4 公分。⁸



圖一：HG86 小型殺傷手榴彈

圖片來源：同註 4，頁 98。

³頭條資訊，《中國大陸新型全塑無柄手榴彈採用特殊結構和工藝，擊發時無煙》https://www.gushiciku.cn/dc_news/military_ZIWK (檢索日期：110 年 09 月 13 日)。

⁴高玉國、李大光、孫紹紅 編，《圖說反恐-特種部隊裝備》(北京：國防工業出版社，西元 2015 年 6 月)，頁 95、98。

⁵毛利元貞 著，《現代陸戰》(台灣：楓書坊文化出版社，西元 2011 年 12 月)，頁 154-155。

⁶楊理明 編，《高新技術與手榴彈》，<https://.fx361.com/new/2001/0613/3984593.html>，(檢索日期：110 年 09 月 13 日)。

⁷胡思遠著，《最便宜的殺手》(廣州：花城出版社，西元 2010 年 08 月)，頁 120-121。

⁸百度百科《SFG 87 手榴彈》，<https://baike.baidu.com/item/SFG87%E6%89%B%E6%A%B%E5%BD%88%/14820961>，(檢索日期：109 年 08 月 18 日)。



圖二：M67 式破片手榴彈

圖片來源：軍情觀點 編，《單兵裝備大百科》(北京：化學工業出版社，西元 2015 年 6 月)，頁 174。

表一 美國 M67 殺傷手榴彈諸元性能表

全長	9 公分
重量	397 公克
直徑	6.4 公分
延期時間	4~5 秒
裝藥	B 炸藥
使用國	美國

資料來源：深度軍事 編，《美軍武器》(北京：清華大學出版社，西元 2020 年 6 月)，頁 191。

二、手榴彈破片結構

手榴彈的威力主要以爆炸所產生的破片為主，而早期的技術人員認為較厚重的彈體及材質可以產生大量的破片且於彈體外部預先鑄好刻痕可形成大小一致的破片如 MK2 式手榴彈，但是實際爆炸後所產生的破片卻仍大小不一致，直到後期兵工技術人員研究發現影響手榴彈破片的因素在於裝藥量和彈殼重量比例、材質及冶金處理等技術，彈殼本身的形狀及紋路並沒有太大影響，而現今針對破片的質量及大小處理技術有於彈體內刻上細密縱橫的深溝槽如美國 M67 手榴彈。(如圖三)或於彈體內部製作粗鋼絲每隔一段長度刻一道深橫，將鋼絲纏繞於彈體內部如美國 M26 式手榴彈，(如圖四) 而英國皇家軍械公司所設計的 L2A2 手榴彈於彈體內部安裝一組鋼絲纏繞刻槽的預製破片襯套，爆炸時產生約 2.4mm 大小的碎片殺傷半徑達 10 公尺。瑞士 RUAG 公司設計的 HG85 型手榴彈於彈體內安裝鋼絲纏繞的預置破片襯套和 50 公

克 TNT 炸藥，爆炸時產生約 3500 個破片且散佈面均勻。



圖三：M67 式手榴彈內部結構

圖片來源：壹讀〈冷戰時期美軍的破片殺傷手榴彈，預製破片看得讓人頭皮發麻〉<http://read01.com/QAJj.amp>(檢索日期：民國 110 年 6 月 29 日)。



圖四：M26 式手榴彈內部結構

圖片來源：同圖片二。

另一種方式是利用射出成型技術製成套筒並將大量的小鋼珠裝入套筒內再將其套於彈體外部，⁹如德國 MD51 式攻防兩用手榴彈，由引信、彈體、破片襯套主要部分組成，(如圖五)於彈體裝上引信可作為進攻型手榴彈，若加裝破片襯套可變為防禦型手榴彈，對於戰場環境不同可利於選擇彈種，¹⁰破片襯套是用卡榫固定於彈體上，襯套內鋼珠直徑約 2-2.3 公厘，鋼珠總數 6500 顆，其諸元性能表。(如表二)



圖五：德國 DM51 殺傷手榴彈

圖片來源：今日頭條〈如何評價 DM51 手榴彈〉<http://www.wukong.toutiao.com/question/654861147687191079/>

(檢索日期：民國 110 年 6 月 29 日)。

表二 德國 DM51 殺傷手榴彈諸元性能表

全長	10 公分
重量	435 公克
直徑	5.7 公分
延期時間	3.5~4.5 秒
裝藥	太恩炸藥(PETN)
使用國	德國

資料來源：同註 1。

為保證每個方向都有殺傷破片產生比利時 PRB 公司所研制 NR423 式手榴彈，除了於彈體內安裝破片襯套外並於底部裝有 22 顆及頂部 30 顆鋼珠，爆炸時可形成 900

⁹黃偉傑，〈攻防一體淺談現代手榴彈的設計與運用〉《全球防衛雜誌》（台北市，全球防衛雜誌社有限公司），第 219 期，西元 2002 年 10 月，頁 76-77。

¹⁰同註 1，頁 281。

片平均質量 0.105 公克的破片及 0.1 公克的鋼珠。¹¹中共於 1982 年研製出 82-2 式手榴彈並於 1986 年以該款手榴彈研發出 82-2 式全塑無柄鋼珠手榴彈，因 1986 年研製又稱 86 式全塑無柄鋼珠手榴彈，(如圖六)該款手榴彈是一種攻防兩用手榴彈，彈體內部破片襯套使用 1600 顆鋼珠並在襯套外灌注塑料成為彈體，每顆鋼珠直徑約 0.3 公分殺傷半徑 6 公尺，使用壓板擊錘式機械引信因擊錘為圓頭設計故打擊火帽時不會產生煙、火光及聲響，82-2 式與 86 式目前大批量生產並裝備於解放軍，其諸元性能表。¹²(如表三)



圖六：中共 82-2 式全塑無柄鋼珠手榴彈

圖片來源：每日頭條〈86 式全塑無柄手榴彈，將代替木柄手榴彈裝備部隊〉，網址 <http://kknews.cc/military/yv88vmb.amp>(檢索日期：民國 110 年 9 月 13 日)。

表三 中共 82-2 式全塑無柄鋼珠手榴彈諸元性能表

全重	260 公克
彈長	9 公分
彈徑	5.2 公分
裝藥	C4 炸藥
殺傷半徑	約 6 公尺

資料來源：同註 14。

¹¹同註 6。

¹²今天頭條，《82 系列無柄手榴彈是怎樣的？聽說過「小型鋼珠碰炸手榴彈」》，https://twgreatdaily.com/h3-v_ngB9EJ7ZLmJZ5sSq.html，(檢索日期：110 年 09 月 13 日)。

而瑞士 RUAG 公司近期將 HG85 式手榴彈改進，將彈體外附著許多小型鋼珠又稱「珍珠」手榴彈，該款手榴彈是將原本的破片襯套研改成於彈體外附著一至兩層小鋼珠，據測試爆炸時鋼珠於五公尺外可穿透兩公厘的防彈鋼板。¹³(如圖七)



圖七：瑞士 RUAG 設計「珍珠」手榴彈

圖片來源：同註 10。

除了破片及鋼珠殺傷以外亦可利用爆震傷害敵人，如俄羅斯溫壓型手榴彈 RG-60TB 型手榴彈，彈體內裝藥為 70 克雲爆劑，爆炸時在殺傷半徑 17 公尺形成超壓衝擊波燃燒周邊的氧氣使敵人窒息而死，其爆炸相當於 550~660 克的 TNT 炸藥其威力相等於 10 枚普通手榴彈。¹⁴

三、手榴彈引信運用

引信是能使彈藥爆炸的一種裝置，良好的引信具備四種功用安全、備發、偵測、擊發，使彈藥於某預定時間之前確保彈藥的安全與保險；其次在希望的時間或希望的狀況能可靠的引爆。¹⁵多數的手榴彈引信皆使用延期方式起爆，為避免因延期時間限制被敵人反擲回或躲避且能殺傷居於高處運動之目標，故將手榴彈安裝碰炸引信，隨著科技的發達引信起爆方式不單只有延期或碰炸單一種方式，而是研發具有碰炸及延期兩用式機械引信，甚至為加強引信的可靠性、安全性而研發機電式電子引信。¹⁶

¹³同註 10。

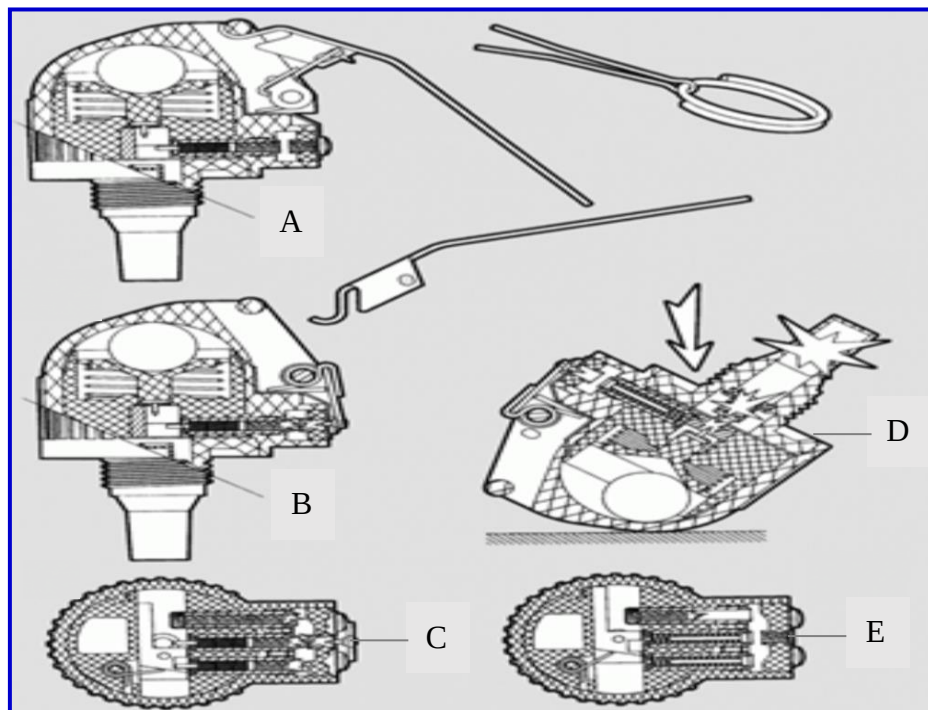
¹⁴中時新聞網，《戰鬥民族的變態手榴彈爆炸威力堪比大口徑砲彈》，<https://www.chinatimes.com/tube/20160305003879-261412>，(檢索日期：110 年 08 月 18 日)。

¹⁵王賢忠 主編，《國軍未爆(廢)彈處理手冊(第一版)》(龍潭：國防部陸軍司令部印頒，民國 104 年 10 月 22 日)，頁 9-1。

¹⁶同註 1，頁 284-285。

(一)延期與碰炸兩用手榴彈引信

為能達到具有延期與碰炸兩種功用，20 世紀 80 年代初期俄羅斯研發一種具碰炸及延期的兩用型引信，它以碰炸為主要作用方式，若碰炸引信失效可以延期為輔起爆手榴彈，¹⁷該引信為 UDZ 改進型的 UDZ-S 型碰炸及延期的兩用型引信，皆裝於蘇聯 RGN 進攻型及 RGO 防禦型手榴彈，投擲時拔除插銷(A)，擊針撞擊火帽(B)，燃燒短時間延期藥劑及長時間延期藥劑(C)，短時間的延期藥劑燃燒時間約 0.8~1.8 秒主要管制碰炸機構的作用，可避免失手掉落早炸之風險，當短期藥劑燃燒完畢時其碰炸機構便形成備炸狀態，當落地時藉由碰炸機構內的弧面使重球推壓擊針撞擊火帽引燃雷管並引爆彈體裝藥(D)，若兩個短期延期藥劑只要一個無法作用其火帽就不能移動到引信中間和碰炸擊針對正，故安全性高，長時間延期藥劑約 3.3~4.3 秒燃燒完畢亦起爆雷管引爆裝藥(E)，可避免碰炸失效造成未爆彈。(如圖八)而整個引信的技術並不複雜或特別之處僅將過去手榴彈引信及火炮、火箭彈藥引信技術整合而具先進安全的引信，現為俄羅斯軍隊的制式裝備，每個單兵攜帶進攻擊及防禦型手榴彈各一枚，¹⁸(如圖九、十)其諸元性能表。(如表四、五)



圖八：UDZ-S 兩用型引信作用圖

圖片來源：壹讀〈前蘇聯 RGN 和 RGO 手榴彈為何能做到讓敵人無法反投回來〉網址 <http://read01.com/zpk-yoG3.amp> 檢索日期：民國 110 年 6 月 29 日)。

¹⁷同註 1，頁 285。

¹⁸楊雲著〈蘇聯(俄羅斯)RGN 和 RGO 殺傷手榴彈〉《現代兵器》《中國大陸兵器工業集團》(北京)西元 2014 年 12 期。



圖九：俄羅斯 RGO 防禦型手榴彈

圖片來源：同圖八。

表四 俄羅斯 RGO 防禦型手榴彈諸元性能表

全長	11.5 公分
重量	530 公克
直徑	6 公分
延期時間	碰炸及延期雙功用
裝藥	RDX 與 TNT 混和炸藥
使用國	俄羅斯

資料來源：同註 20。



圖十：俄羅斯 RGN 進攻型手榴彈

圖片來源：同圖八。

表五 俄羅斯 RGN 進攻型手榴彈諸元性能表

全長	11.5 公分
重量	310 公克
直徑	6 公分
延期時間	碰炸及延期雙功用
裝藥	RDX 與 TNT 混和炸藥
使用國	俄羅斯

資料來源：同註 20。

(二)機電式手榴彈引信

隨著現代微電子技術成長為提升手榴彈使用的安全性及完成備炸的可靠性並改進多功能手榴彈機械式引信的複雜度，一些先進國家針對手榴彈引信研發可程式化的電子引信，從 20 世紀 60 年代末美國、英國及西班牙等國家便開始研製機電式手榴彈引信，如美國 M217 電子引信，英國的 EDIS 電子引信，西班牙澳哈姆布拉手榴彈等，而這些引信初期雖接近各研發需求具有碰炸和自毀功能且安全性及可靠性高，但礙於製造成本高、結構複雜、體積較大等缺點故僅少量裝配，但隨著電子技術的發展這些機電式手榴彈引信也逐漸提升其性能。¹⁹

1.美國 M217 電子引信

美軍的M217電子引信具有電脈衝碰炸和火藥延期自毀兩種起爆裝置，起爆裝置的核心技術是微型集成電路，由一個雷管和一個微熱電源組成，微熱電源的電能是由延期藥劑燃燒時產生的熱能轉換而來，當延期藥劑產生的熱能使電子引信的電路導通，約1~2秒時間後才有起爆雷管的能量。手榴彈在碰到目標或堅硬的地面後電脈衝使雷管起爆而使手榴彈爆炸，而在未碰觸目標時手榴彈不會起爆，若碰炸起爆裝置失效，延期藥劑仍能繼續燃燒約4.5秒內引爆雷管使手榴彈爆炸。唯一使引信延期時間的因素為溫度，在溫度約+52℃—40℃內時，延期時間的變化範圍在3~7秒內。M217電子引信的重量約76公克全長約7.62公分其可靠性具99%。²⁰美軍的M68式手榴彈和M26A2式手榴彈皆使用M217式電子手榴彈引信。²¹

2.英國 EDIS 電子引信

英國也因為使用機械式延期引信其可靠性較差，故隨美國之後也研制了具碰炸和延期的電子引信，於70年代末研制定名為EDIS碰炸／延期兩用手榴彈電子引信，但因性能未達軍方作戰需求，直到90年代末期仍於研發階段，而在研發期間出現了

¹⁹周明安、郭天天、程小東著，〈數碼手榴彈引信研究及設計〉《四川兵工學報》（重慶市），第8期，四川省兵工學會，西元2014年8月，頁8。

²⁰同註1，頁284。

²¹許新、楊偉明、陸慶編，〈美軍手榴彈發展與使用現況〉《輕兵器月刊》（北京），第17期，輕兵器雜誌社，西元2011年10月，頁39。

DNON電子引信，但僅裝置於具防暴用化學手榴彈上。²²

3.西班牙安斯塔拉薩(Instalaza SA)公司於2017年展示澳哈姆布拉(ALHAMBRA)手榴彈，其引信是採用機電式延期引信具防水功能無需使用電池於投擲後便產生電能起爆雷管，該公司宣稱該款手榴彈具有超過十年的儲存及使用壽限，引信具有99.91%的可靠性以確保運輸、儲存及使用的安全。(如圖十一)²³



圖十一：澳哈姆布拉手榴彈

圖片來源：同註 25。

雖然電子引信安全性及可靠性高但最終問題在於成本，即便是英、美等經濟及科技發達的國家至今尚未大批量應用，僅在一些小批量或非殺傷型手榴彈上使用，故現在諸多手榴彈仍使用機械式引信。

四、設計具特殊用途及威力

隨著高科技技術的應用於手榴彈上也打破手榴彈傳統使用上的思維及限制，許多國家突破手榴彈的限制將高科技技術應用於手榴彈，開發出具特殊功用及威力之手榴彈。

²²同註 1，頁 284-285。

²³〈ALHAMBRA Hand Grenade〉，<https://instalaza.com/product/granada-alhambra/?lang=en>，(檢索日期：110 年 08 月 18 日)。

(一)增加距離結合戰場環境運用

美軍陸戰隊測試一種小型軍火無人機「Drone 40」裝配不同任務模組可擔任遙控飛行手榴彈、閃光彈、煙霧彈、偵察機、雷射標定機等多種任務可快速調整任務模式，(如圖十二)這款手榴彈由澳洲國防企業設計，研發目的是為了解決澳洲軍隊在伊拉克和阿富汗等地戰鬥時，敵人的武器射程超過 2600 公尺。使手榴彈飛到敵人所在處後引爆藉以彌補射程差距的一種方式，無人機是一次性武器會在爆炸後被摧毀。「Drone 40」由電池供電，續航時間 30 到 60 分鐘，續航力會受重量影響，時速最快 72 公里，飛行距離可達 19 公里，遠超出步槍的射程範圍。美軍陸戰隊對於「Drone40」高速、長距離與彈性運用的特性符合現代作戰及未來戰場需求，故目前處於測試階段。²⁴



圖十二：「Drone 40」手榴彈

圖片來源：同註27。

(二)增加使用威力及用途

1. 「可擴展進攻型手榴彈」

美軍在「年度陸軍遠征勇士測驗」中對一款名為「可擴展進攻型手榴彈」進行實彈測試，(如圖十三)該手榴彈採模組化設計，可以將單一個手榴彈分別以螺紋旋緊方式串聯組合最多可組合 3 節，類似早期的集束手榴彈，其威力可增加數倍用於城鎮戰中或破壞工事具多功能性，該款裝填 110 公克 TNT 炸藥且裝填溫壓劑爆炸威力相當於 TNT 炸藥的 1.5 倍，目前配於美國三角洲和海豹突擊隊。²⁵

²⁴科技新報·《可偵察也可自爆，美軍測試遙控飛行手榴彈》，<https://technews.tw/2021/07/14/us-marine-test-ing-new-remote-flying-gr-enade/>，(檢索日期：110 年 08 月 18 日)。

²⁵每日頭條·《美軍最新型疊加手榴彈，只裝 113 克炸藥，爆炸威力驚人》，<https://kknews.cc/military/39v2lk8.html>，(檢索日期：



圖十三：可擴展進攻型手榴彈

圖片來源：微文庫〈解放軍曝光新式進攻型手榴彈：酷似美軍最新 SOHG 溫壓手榴彈〉，網址 http://www.gushiciku.cn/dc_tw/105823218 (檢索日期：民國 110 年 9 月 15 日)。

2.空爆型手榴彈

2010 年 2 月，瑞典國防裝備管理局與德國萊茵金屬沃夫彈藥分公司(簡稱 RWM)簽訂了一份合同，用以研發、鑑定並批量生產新型空爆手榴彈。2011 年年底開始向瑞典交付首批空爆手榴彈。合約包括 25000 個手榴彈和 75000 個訓練彈。傳統的爆破型手榴彈在空曠地帶使用時威力不足，而破片殺傷型手榴彈又受到安全半徑的限制且破片大多都是鑽入地下或飛向天空中，從而削弱了其殺傷半徑。(如圖十四)。該型手榴彈的設計特點是有一組彈簧支爪，由塑料預製破片襯套外殼的箍帶固定，引信共有三個延遲時間。拔掉安全插銷仍出手榴彈時，第一延遲引信在 4.5 秒後會去除箍帶，接著彈簧支爪展開，使手榴彈直立。第二延遲引信引爆次裝藥，使手榴彈彈射至 1.5~2 公尺的空中，這時第三延遲引信引爆主裝藥。經測試證實 98%的破片落在半徑 5 公尺的範圍內，剩餘的 2%破片則落在 5~10 公尺的範圍內，10 公尺以外幾乎沒有破片。所以碎片在更大的範圍將只會造成較小的傷害。預估重量可能在大約 450 克左右。²⁶

2020 年 08 月 18 日)。

²⁶世界尖端武器觀測站，《德國萊茵金屬沃夫彈藥分公司-Ab HGr 空爆式手榴彈》，<https://m.facebook.com/ng.wawos/videos>，(檢索日期：2020 年 08 月 18 日)。



圖十四：空爆型手榴彈

圖片來源：每日頭條〈瑞典空爆手榴，造型很獨特，威力很強勁〉，網址 <http://kknews.cc/military/.b4z9rkj.html> (檢索日期：民國 110 年 9 月 15 日)。

參、殺傷與特種類型手榴彈

手榴彈用途廣泛可使用於殺傷、破壞、毒害、擾亂、遮障、燃燒、信號聯絡等，但隨著現代戰爭型態及戰術思維的改變手榴彈也延生出各種功用及類型，不在單純以殺傷及破壞為主，特種手榴彈也廣泛運用於反恐及特種作戰中。

一、殺傷手榴彈

殺傷手榴彈多為步兵最常使用的殺傷武器，在 20 世紀初的手榴彈皆為破片型手榴彈，爆炸後藉由大量的破片殺傷周邊人員故又稱為防禦型的手榴彈，但是產生大量破片的手榴彈卻存在一個問題也就是破片也會對投擲者及友軍產生危害，為了在近戰中可以殺傷敵人同時降低破片對友軍的傷害，便設計成由爆炸產生強大的震波及聲響癱瘓敵人，其彈體材質通常使用非金屬材質如塑料或玻璃纖維等製成，彈體內部無預製的碎片所以對投擲的區域內不會產生高動能的破片且能在封閉的區域內產生強大的爆震效果，尤其用於城鎮戰中可殺傷碉堡、建築物、地下坑道的敵人。²⁷由於可減少破片對投擲人員及附近友軍所構成的威脅及戰術設想中可允許進攻中的步兵在投擲後可繼續前進作戰故稱為進攻型手榴彈如美軍的 MK3A2 爆震手榴彈，

²⁷同註 11，頁 76-77。

²⁸(如圖十五) 其諸元性能表。(如表六)而 20 世紀 70 年代後期為滿足既可防禦亦可進攻的手榴彈而研發出攻/防兩用型手榴彈如義大利 OD/82 式手榴彈，²⁹(如圖六)OD/82 式手榴彈是義大利於 1982 年研製彈體材質為塑料殼體包含破片套，該款手榴彈特點是利用高速極小的破片來實現攻/防兩用，每個破片約 0.05 公克故於高速下動能衰減快，但體破片數量約 1400 片，可以準確控制 20 公尺外安全距離其破片殺傷概率為零，故可用於進攻及防禦作戰，³⁰其諸元性能表。(如表七)



圖十五：MK3A2 爆震手榴彈

圖片來源：巴哈姆特〈輕武器系列第十二彈-MK3A2 手榴彈〉網址 <http://m.gamer.com.tw> (檢索日期：民國 110 年 6 月 29 日)。

表六 MK3A2 爆震手榴彈諸元性能表

全重	437 公克
裝藥	TNT
引信	M206A2
延期時間	4-5 秒
使用國	美國

資料來源：同圖片十五。

²⁸莫雯雯與張書坤 編《城市作戰》，(重慶：電腦報電子音像出版社，西元 2010 年 1 月，第 8 章城市戰鬥的組織和基本戰鬥技巧)，頁 102。

²⁹同註 1，頁 280。

³⁰陸軍武器裝備，《手榴彈與槍榴彈》，<https://img203.kttx.cn/images/files/188aaca23Bec485081bf20941ae73b27.pdf>，(檢索日期：民國 109 年 9 月 12 日)。



圖十六：OD/82 式手榴彈

圖片來源：同註釋 32。

表七 OD/82 式手榴彈諸元性能表

全重	286 公克
全長	8.3 公分
直徑	5.9 公分
裝藥	B 炸藥
使用國	義大利

資料來源：同註釋 32。

二、化學手榴彈

化學手榴彈多用於擾亂、遮障、燃燒、信號聯絡等如美軍 AN-M18 彩色煙幕手榴彈、(如圖十七) M15A1 黃磷煙幕手榴彈、(如圖十八)AN-M14 式 TH 燒夷手榴彈等，其諸元性能表。(如表八、九)這些類型手榴彈通常使用延期引信而延期時間約為 1.2~2 秒，彈體內部裝藥皆為化學成分之藥劑，使用煙幕手榴彈可作為部隊和車輛機動時有效的掩護。³¹而美軍於作戰中曾大量裝備及使用，可用於地對空、地對地的目標信號指示及發出搜救等信號，但是發煙會對人體的眼睛及肺部產生危害性，若於封閉空間內施放必須佩戴防毒面具，³²另黃磷煙幕手榴彈起爆時除了具煙霧效果外其燃燒的黃磷顆粒可提供殺傷、縱火及有限度的夜暗照明。³³

³¹吳承歡主編，《陸軍手榴彈實彈投擲訓練教範(第一版)》(龍潭：國防部陸軍司令部印頒，民國 104 年 7 月)，頁 1-6~1-10。

³²同註 33，頁 1-8。



圖十七：國造 AN-M18 彩色煙幕手榴彈

圖片來源：同註 33。

表八 AN-M18 彩色煙幕手榴彈諸元性能表

全重	400 公克(美造 520-545 公克)
全長	14.6 公分
煙幕時間	約 50 秒(美造 60-90 秒)
裝藥	350 公克煙幕劑
煙幕顏色	區分紅、黃、綠、紫

資料來源：同註 33。



圖十八：M15A1 黃磷煙幕手榴彈

圖片來源：同註 33。

³³同註 33，頁 1-6~1-10。

表九 M15A1 黃磷煙幕手榴彈諸元性能表

全重	850 公克
全長	14.6 公分
燃燒時間	60 秒
裝藥	420 公克黃磷混合劑
爆炸威力	殺傷半徑 15 公尺

資料來源：同註 33。

三、特種手榴彈

在反恐作戰中，特種部隊使用的特種手榴彈與士兵所使用的殺傷手榴彈用途有所不同，為了殲滅敵人有生之力量故於戰場上必須使用具殺傷效果的手榴彈，但是若用於拯救人質或驅離暴亂就必須使用非殺傷及低傷害性的手榴彈來執行任務，³⁴具非致命性的防暴手榴彈如下：

(一)閃光彈

藉由彈體內部鎂及鉀等化學成份，爆炸時會產生高分貝的爆炸聲及超過百萬隻燭火的炫目強光使敵人產生短暫的暈眩及失明而喪失反抗能力，其爆炸時亦不會產生碎片傷及人質，另可藉由炫目的閃光使光學觀測器材失去觀測能力如美軍 M84 閃光彈，(如圖十九)故閃光彈是特種警察解救人質及鎮暴用的制式裝備之一，³⁵其諸元性能表。(如表十)



圖十九：M84 閃光手榴彈

圖片來源：同註 37。

³⁴同註 4，頁 96。

³⁵軍情觀點 編，《單兵裝備大百科》(北京：化學工業出版社，西元 2015 年 6 月)，頁 175。

表十 M84 閃光彈諸元性能表

全重	236 公克
全長	13.3 公分
直徑	4.4 公分
引信	M201A1
延期時間	1-2.3 秒

資料來源：同註 37。

(二)刺痛球手榴彈

痛球或動能手榴彈主要用於驅散聚集的擾亂人員，彈體內部裝有大量的橡皮小球當爆炸時橡皮小球會以每秒數百公尺的速度呈輻射狀拋出使暴動人員肌體疼痛而不會造成人體傷害，³⁶如美國 CG04 防暴手榴彈，(如圖二十)該手榴彈具有多種效能爆炸時具強光、聲響並能產生 100 粒 6.35mm 口徑的橡皮小球，有效傷害範圍約 2 至 3 公尺，最大傷害範圍約 15 至 20 公尺。³⁷



圖二十：CG04 防暴手榴彈

圖片來源：百度百科網址 <http://baike.com/item/CG04>(檢索日期：民國 110 年 07 月 13 日)。

(三)催淚型手榴彈

防暴型手榴彈一種，區分燃燒型及爆炸型催淚彈，藉燃燒或爆炸使催淚劑瞬間釋放蒸汽遇冷形成極小固態微粒，對人眼、黏膜、呼吸道和皮膚產生不同刺激作用，

³⁶同註 1，頁 283。

³⁷同註 23。

³⁸如國造 67 式 CS 制暴手榴彈，(如圖二十一)除使用化學藥劑外印度也利用印度鬼椒(印度產的一種辣椒) 研製出一種類似催淚瓦斯手榴彈，其具有無毒及刺激性氣味使暴徒達到窒息，提供警察控制及驅散暴徒使用，³⁹國造 67 式 CS 制暴手榴彈其諸元性能表。(如表十一)



圖二十一：國造 CS 制暴手榴彈

圖片來源：同註 33。

表十一 國造 CS 制暴手榴彈諸元性能表

全重	300 公克
裝藥	120 公克 CS 催淚劑
延期時間	1-2.3 秒
燃燒時間	6 秒以上

資料來源：同註 33。

肆、單兵戰鬥運用概況

自車臣及第二次波灣戰爭中所面臨的戰場皆為城市作戰，就歷年城鎮戰例證而言兩次世界戰爭迄今，美軍 250 多次海外軍事行動中，即有 247 次行動發生於城鎮中，約占 94%。第二次波灣戰爭時，美英聯軍在其攻擊軸線上，先後攻佔 20 多座大型都市，以達到其戰略目標，城鎮作戰無庸置疑將成為部隊未來主要的作戰型態。⁴⁰

³⁸陳曉東 編，《反恐技術裝備》(北京：科學出版社，西元 2010 年 3 月)，頁 214、219。

³⁹搜刊網，《印度研製出“印度鬼椒”手榴彈》，<https://www.mbtsg.com/qikan/6a9516aa2d619fc47cc2d2587a.html>，(檢索日期：民國 109 年 9 月 12 日)。

⁴⁰葉建成、陳鴻鈞，〈步兵部隊城鎮作戰訓練之探討〉《陸軍學術雙月刊》(龍潭)，第 50 卷 537 期，陸軍司令部，民國 103

我國村落城鎮密佈地狹人稠，適合大部隊作戰之空間有限，對於營以下部隊戰術及小部隊戰鬥作為影響甚大。城鎮作戰中，大多數武器效能也大受限制，輕兵器雖然其殺傷較小，但於城鎮作戰中，可依其靈活性借用城鎮中之建築物易於隱蔽、掩蔽之特性，發揮其火力，而山地戰與叢林戰、城鎮戰有異曲同工之妙，由於山地地形複雜，機動性不高，人員在山地作戰應以輕裝為主，所以各國特種部隊的裝備均以輕便且強調機動性。⁴¹美軍在伊拉克戰爭中，伊拉克面對美軍高科技武器的威脅則採用游擊戰，分散在城鎮內的各個角落，甚至混入民宅內，待美軍接近時，只要一枚手榴彈、一挺機槍、一枚反裝甲飛彈，就能出其不意對美軍實施襲擾，造成美軍重大傷亡及困擾，故手榴彈是單兵於城鎮戰中不可或缺的利器，下列敘述手榴彈於城鎮戰中應用情形：

一、煙幕手榴彈在城鎮戰中運用

在實施住民地進攻時，突擊部隊進攻建築物密集區時必須使用煙幕手榴彈和直射武器掩護突擊部隊行動、攻佔街區據點，⁴²在穿越空曠區域或於建築外行動時也可使用煙幕手榴彈來提供保護，降低暴露在敵人火力之下的機率，使用時可以立即產生大量各顏色的煙霧，其用途可作為掩護作戰行動、地對地及地對空之遮蔽，標示攻擊目標和信號識別等戰術作為。⁴³另有一種白磷及黃磷手榴彈，彈體內部裝填有黃磷混和劑，當爆炸時除了產生煙幕外其黃磷顆粒遇空氣便會燃燒(在水中亦燃燒)，其用途可作為殺傷、縱火、遮蔽、及有限度之夜暗照明。⁴⁴在近戰中可製造燃燒彈破壞工事或攻擊敵輕型裝甲車，而燃燒所產生的濃煙可阻擋敵人視界，藉以迅速通過開闊地形減少百分之九十輕武器射擊的傷亡，⁴⁵除了有遮蔽及破壞的功用外美軍於越南戰爭期間實施搜索時若發現地下坑道有敵人時會投擲於坑道內，藉其產生大量有毒濃煙及高溫殲滅藏匿坑道內的敵人。⁴⁶

二、殺傷手榴彈在城鎮戰中運用

城市近戰中殺傷手榴彈是最常用的武器，當進入某個建築物之前突擊隊可向內投擲手榴彈後再進入，以降低敵人的襲擊及詭雷設施可能存在的威脅。⁴⁷(如圖二十二)也可用於投擲到步槍和 40 公厘榴彈槍攻擊不到的區域，以壓制近距離內各種建築三)物內及掩體後作戰的敵人。現代的殺傷手榴彈可依其功能區分進攻型及防禦型手四)榴彈，防禦型手榴彈也稱為破片手榴彈，⁴⁸爆炸時可散射出大量的破片或鋼珠等，

年 10 月，頁 25~26。

⁴¹盧偉康少校 編，〈步兵輕兵器未來發展趨勢〉《陸軍學術月刊》(金湯)第 211 期，陸軍步兵訓練指揮部，參、作戰需求，頁 9。

⁴²同註 30，頁 33。

⁴³同註 33，頁 1-8。

⁴⁴同註 33，頁 1-8、1-9。

⁴⁵同註 30，頁 138。

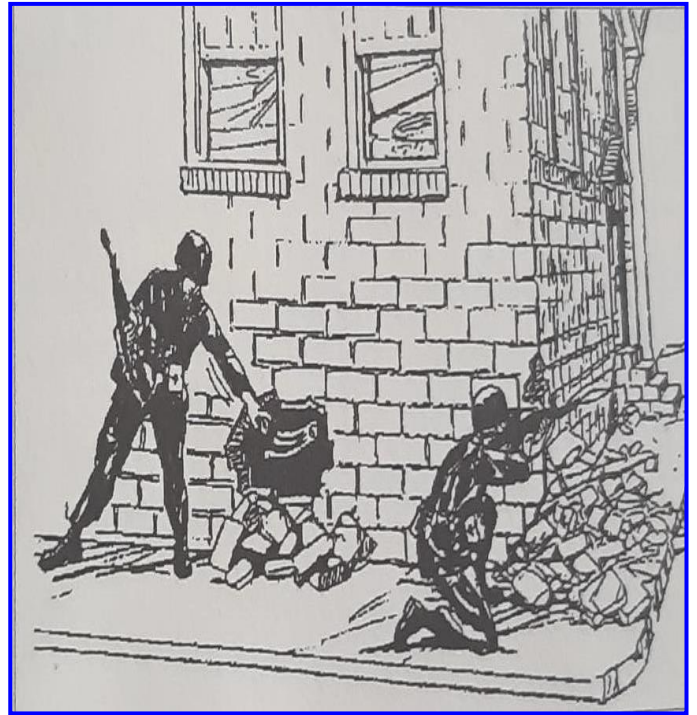
⁴⁶每日頭條，《手榴彈功能多樣、威力強大，仍然是步兵主要裝備，不會被淘汰》，<https://kknews.cc/military/mrer532.amp>，(檢索日期：2020 年 08 月 18 日)。

⁴⁷同註 30，頁 103。

因此對於成群前進的敵軍造成傷亡，但這種會產生大量破片的手榴彈具有所謂的延遲時間，所以投擲的士兵必須採取掩蔽措施並注意己方及友軍位置，但敵人往往會利用這段時間將手榴彈扔回。進攻型手榴彈又稱爆震型手榴彈，用於在封閉的空間產生衝擊波給敵人帶來有效的殺傷，並且允許進攻中的士兵投擲後繼續前進，不避刻意採取防護措施也可借助於封閉場所內造成震盪效果來完成爆破任務，⁴⁹而美軍使用的 MK3A2 進攻手榴彈彈體為硬紙板捲成的，所以爆炸時不會產生任何破片，僅用爆炸時產生的爆震殺傷及震撼敵人，故於開闊地區使用其殺傷半徑僅約 3.5 公尺，於封閉空間才能產生極大效果。⁵⁰



窗口扔進手榴彈



爆破口扔進手榴彈

圖二十二：城市作戰手榴彈應用

圖片來源：同註 30，頁 103。

而除了進攻中運用投擲來殺傷敵人外也可於防禦、警戒時製造陷阱或詭雷設施等隱藏於建築物內如門、窗、樓梯間等阻滯及殺傷敵人(如圖二十三)。

⁴⁸同註 11，頁 75。

⁴⁹同註 30，頁 102。

⁵⁰劇多.軍事，《美國 MK3 進攻手榴彈裝藥量驚人，彈體卻是紙板捲的》，https://www.juduo.cc/military/amp__22459.html，(檢索日期：2020 年 08 月 18 日)。



圖二十三：使用手榴彈製作詭雷設施

圖片二十三來源：本書編委會 著，《現代單兵武器-百科圖解》(北京：航空工業出版社，西元 2016 年 1 月)，頁 70。

《偵查兵魔鬼遇夠魔鬼！單兵陷阱埋設 4 枚手榴彈，怎麼排雷都得炸》，<https://zhuanlan.zhihu.com/p/351130415>，(檢索日期：民國 109 年 9 月 12 日)。

三、防暴手榴彈在城鎮戰中運用：

在城市作戰任務可能執行非戰爭軍事行動，美國海軍陸戰隊在國外最可能執行的任務之一就是非戰爭軍事行動，這些任務通常都是在第三世界國家執行，而且都是在城市地區，而這些行動包含打擊恐怖主義、執行制裁、非戰鬥人員撤離行動等，⁵¹而執行這些行動時會有非戰鬥人員或平民在執行任務環境中，所以致命武器的使用便會受限制，而在避免平民或人質傷亡就可以使用防暴手榴彈執行任務，使用催淚彈或閃光彈等非致命武器。

伍、特種作戰運用概況

特種部隊的作戰是以作戰行動達成具有戰略性質的任務包含滲透、偵察、心理戰、營救及反恐任務等，故特種作戰的士兵皆是部隊中的菁英，其訓練強度與艱難度均為常人難以接受，在 20 世紀 70 年代後期，已經很少爆發如第一、二次世界大戰般大規模的常規作戰，反而是極端主義和恐怖主義的蔓延，尤以恐怖主義的猖獗，這些恐怖組織發起的恐怖行動意在達成宗教、政治、意識形態等的目的而故意傷害非戰鬥人員或置平民的安危於不理，對國家安全造成極大的威脅，⁵²於是過去主要用於軍事作戰任

⁵¹同註 30，頁 88-89。

⁵²北京大陸橋文化傳媒編譯《特種作戰》(北京：中國發展出版社，西元 2006 年 11 月)，頁 22-40、125-137、頁 2-19。

務的特種部隊多以執行反恐任務為主，由於特種部隊規模小、裝備品種多所以會根據作戰環境的特點使用具隱蔽性、操作簡單和火力的精確性，以適應在不同地區及環境下執行任務，其武器裝備更是比一般部隊精良。在裝備的選擇上主要以輕武器為主如手槍、衝鋒槍、狙擊步槍、輕機槍、榴彈發射器、手榴彈、GPS 全球定位系統、潛水裝置、防毒面具等，⁵³而特種部隊在執行軍事或非軍事任務時所攜帶之武器及裝備便會依配套性而有所不同，在手榴彈方面也會依任務性質不同而藉其功能性攜帶。

一、手榴彈使用例證

1977 年 10 月 13 日德國漢莎航空公司第 181 次航班 82 名乘客及 5 名機組人員在飛行時被劫機分子劫持，在多日的部署及周旋下 10 月 18 日德國第九反恐怖大隊開始展開進攻行動，一名特種部隊隊員將英國特種部隊所研發最新的反恐技術暈眩手榴彈扔進機艙內，藉由手榴彈爆炸所產生的強光遮蔽劫機分子的視線，並且迅速炸開艙門一舉消滅恐怖份子解救機內乘客。⁵⁴

1980 年 5 月 5 號英國皇家特別空勤團(SAS)在倫敦伊朗使館被劫事件中實施了閃電突擊，多名 SAS 人員皆穿著黑色服裝頭戴橡膠製防毒面具，在使用暈眩手榴彈、CS 瓦斯的掩護下分三路衝進使館，並把震撼手榴彈扔進突破口內後與恐怖份子交火，這次作戰 SAS 結合了爆炸、噪音、煙霧迅速的行動引起恐怖份子的困惑與恐懼，並藉由先進的裝備及平時嚴格訓練一舉殲滅恐怖份子營救出人質。⁵⁵

二、執行軍事任務

特種部隊在執行軍事任務多以滲透、偵察、破壞甚至是斬首等特定任務，其面對都是擁有致命性武器裝備的敵人，若是須實施破壞或被迫實施近戰時就必須使用近戰武器，故多攜帶具殺傷性的手榴彈如破片型及震撼型手榴彈，若需實施破壞可使用燃燒型手榴彈，而撤離或標示區域也可使用煙幕型手榴彈，執行反恐任務時使用暈眩、催淚、非致命性手榴彈。

三、執行反恐任務

多數的恐怖行動中皆在城市或封閉空間為主並且以劫持人質為手段，所以在執行反恐任務中衍生了辨別武裝戰鬥人員與非武裝戰鬥人員等問題。在這種環境，殺傷性武器的使用受到嚴格限制，所以非致命武器就成為最適當選擇。使用非致命武器，既可以在保護自身不受攻擊的情況下，有效的控制騷亂，又不會造成非武裝人員或人質傷亡而違反武裝衝突法而受到國際社會和輿論的譴責。⁵⁶上述兩段反恐行動中的實例是使用非致命手榴彈，如暈眩(閃光)手榴彈及 CS 催淚手榴彈等，這些非致

⁵³高玉國編《圖說反恐特種部隊裝備》(北京：國防工業出版社，西元 2006 年 11 月)，頁 2-19。

⁵⁴同註 55，頁 22-40。

⁵⁵同註 55，頁 125-137。

⁵⁶黃權信少校 編，〈非致命武器於反恐戰爭之重要性〉《步兵學術月刊》(金湯)第 232 期，陸軍步兵訓練指揮部，頁 1。

命手榴彈不但可對恐怖份子產生擾亂、遮蔽、昏迷等作用迫使目標無法第一時間內察覺及反擊，也可使人質或非武裝人員及同僚不受手榴彈之傷害，故現代戰爭非軍事行動中非致命手榴彈成為殺傷性武器最重要輔助。

陸、戰鬥價值評估

面對現今戰爭型態的改變及科技的發展，21 世紀武器的建構多以高科技資訊武器為主，如波斯灣戰爭、伊拉克戰爭等，美軍大量運用各式精確導引武器實施遠距離作戰及精準打擊而獲得最終勝利，有人認為在未來戰爭中近戰的可能性微乎其微，因此，手榴彈這種手投式的彈藥於未來戰爭中的作用是非常小。⁵⁷而隨著榴彈發射器的發展被視為現今“理想單兵戰鬥武器”和“理想班組武器”，其射程及威力皆凌駕於手榴彈之上，也有人認為榴彈發射器的發展使手榴彈勢必於未來戰場上消失。但是大多數國家的經濟能力難以支應高科技技術運用，且現有的高科技武器都有極大的限制因素、僅適合區域性局部使用，大範圍使用的可能性不太大，911 事件發生後，各國遏止恐怖主義活動等行動增多了，反之正規戰爭的可能性減少，所使用的作戰方式又回歸到小部隊近戰及城市作戰為主。而這些戰鬥一般在 40 公尺以內進行，這一距離是直射武器的死角，卻正好是手榴彈所能填補的火力間隙。⁵⁸另思考榴彈發射器是否能取代手榴彈及手榴彈於城市作戰的使用價值作為探討。

一、榴彈發射器的發展

榴彈發射器的發展係用於填補手榴彈與迫擊砲之間的火力間隙，隨著作戰的需求及科技的進步陸續研發其發射裝置及彈藥，而這種發射榴彈的裝置在戰場上也得到充分驗證，除射程更遠可增加面殺傷火力密度也可發揮單兵獨立作戰能力，各國紛紛相繼研發、仿製各式榴彈發射裝置，如我國專門發射榴彈的 40 公厘轉輪式榴彈槍、可掛載於步槍的 T85 榴彈發射器、具有機槍性能並可架設於軍用載具上射擊的美造 MK-19 MOD3 40 公厘榴彈機槍、國造 T91 40 公厘榴彈機槍，(如圖二十四)其彈藥也衍生出具多種效能的如 TC86 高爆彈及 M430 高爆穿甲彈等。(如圖二十五)20 世紀後期為提升其精度更增加射控系統及智能彈藥是現在各部隊不可或缺的武器之一。

⁵⁷楊理明著，2001 年，〈源遠流長的中國大陸手榴彈〉，<http://www.omnitalk.com/miliarch/>，(檢索日期：2019 年 12 月 26 日)。

⁵⁸同註 60。



T85 榴彈發射器

40 公厘轉輪榴彈槍

40 公厘榴彈機槍

圖二十四：本軍各型式榴彈發射器

圖片來源：同註 62、63。



TC86 高爆彈

M430 高爆穿甲彈

圖二十五：高、低速榴彈

圖片來源：同註 62、63。

二、榴彈發射器及彈藥性能限制

榴彈發射器最主要是弭補 60 迫砲火力間之空隙，通常都是在近距離情況使用，但是榴彈內部引信具有備炸裝置這是使用榴彈首先要考慮的問題，為避免榴彈發射時因撞擊非目標物體而引爆故會在引信上設定備炸距離，以 40 公厘低速榴彈最小的射程為 14-28 公尺，⁵⁹若小於這個射程，榴彈即便擊中目標也不會爆炸，若雙方於這段距離接觸及對峙時榴彈發射裝置便無法發揮其火力，故手榴彈便能弭補這段火力間隙在封閉郊野和住民地中使用。

三、運用之靈活性及彈性

榴彈爆炸時所產生的破片對無良好掩蔽之射手也會產生極大危害，故會限制其射擊安全距離，以 40 公厘榴彈機槍之射擊安全距離為戰時 75 公尺，⁶⁰若是於城鎮或叢林作戰這段距離也會造成火力上的限制，若需實施逐屋搜索或掃蕩其效能必大受限制，而手榴彈雖然也有破片產生，但若使用進攻型的手榴彈於城鎮作戰中對付狹窄空間內的敵人非常有效，這種手榴彈在封閉場所使用時產生的衝擊波(超壓)給敵人帶來有效的殺傷也不會產生高動能的破片，在戰術運用上允許進攻中的步兵在投擲後繼續前進，而不必刻意等待延遲時間及採取防護措施，若需增加破片量可於進攻手榴彈彈體加裝預制破片套。⁶¹在城市作戰中也衍生了辨別武裝戰鬥人員與非武裝戰鬥人員等問題，故非致命武器如暈眩、催淚等手榴彈也能成為殺傷性武器的重要輔助故手榴彈於近戰中使用比起榴彈發射器更加具有靈活性及彈性。

四、價值評估

雖然榴彈發射器其使用距離及殺傷範圍皆優於手榴彈，但吾人認為就榴彈發射器及彈藥上的限制以及作戰使用靈活性及彈性尚需手榴彈弭補，下列表格為榴彈發射器及手榴彈性能及限制之分析。(如表十二)

表十二 本軍榴彈發射器與手榴彈性能及限制分析表

本軍榴彈發射器與手榴彈性能、限制分析表			
武器名稱	武器全重	性能	限制因素
T85 榴彈發射器	1.5 公斤	1.組裝於國造 T91 步槍上為輕型單發後膛裝填單人操作武器。	1.受限彈藥備炸距離，TC86 低速榴彈為 14~27 公尺，故此距離內無法引爆。 2.因 TC86 低速榴彈殺傷半徑 17

⁵⁹林志益 主編，《陸軍 40 公厘轉輪式榴彈槍操作手冊(第二版)》(龍潭：國防部陸軍司令部印頒，民國 100 年 07 月 22 日)，頁 3-68。

⁶⁰江英泰主編，《陸軍 MK19-MOD3 40 公厘榴彈機槍操作手冊(第二版)》(龍潭：國防部陸軍司令部印頒，民國 99 年 11 月)，頁 1-4。

⁶¹同註 30，頁 102、139。

		2.可依任務需要選擇適用低速榴彈之彈藥。	公尺故律定射擊安全距離戰時 31 公尺，此距離內因爆炸散飛之破片易傷及射手及友軍。
MK-19 40 公厘彈機槍	34.3 公斤	1.彈鍊給彈之自動武器。 2.可依任務需要選擇適用高速榴彈之彈藥。	1.受限彈藥備炸距離，M430A1 高速榴彈為 18~30 公尺，故此距離內無法引爆。 2.因 M430A1 高速榴彈殺傷半徑 15 公尺故律定射擊安全距離戰時 75 公尺，此距離內因爆炸散飛之破片易傷及射手及友軍。
40 公厘轉輪式榴彈槍	6.5 公斤	1.旋轉彈膛乙次裝填 6 發可行連續射擊。 2.可依任務需要選擇適用低速榴彈之彈藥。	1.受限彈藥備炸距離，TC86 低速榴彈為 14~27 公尺，故此距離內無法引爆。 2.因 TC86 低速榴彈殺傷半徑 17 公尺故律定射擊安全距離戰時 30 公尺，此距離內因爆炸散飛之破片易傷及射手。
MK2 式殺傷手榴彈	595 公克	1.體積小、重量輕、用途廣泛。 2.不受天侯及地形限制。	1.手投之武器故受限投擲距離，基本投擲距離 25 公尺。 2.投擲於建築物窗口及工事射孔內準度較槍射武器差。
資料來源:作者自行整理			

資料來源：同註 62、63。

手榴彈是單兵不可或缺的武器之一，而榴彈發射器也是理想班、組的武器，所以兩者皆是單兵作戰時不可或缺的裝備，雖然手榴彈有投擲距離的限制卻具有重量輕及使用具彈性的特點，而榴彈發射器雖可增加射程及發揚連續之火力的但卻也受限於重量及彈藥備炸距離限制，但若能視敵情、地形、任務等因素相輔相成的運用必能展現各有的價值，

柒、精進方向及未來發展概念

從 20 世紀末至 21 世紀這段時間仍可看見手榴彈不斷改進及運用，隨著高科技技術在手榴彈的應用發展，各國手榴彈也從大量生產轉化為小批量、多品種生產，現今各國軍隊都還在裝備和使用手榴彈且現代化國家也不斷更新研改。我國自民國 52 年至今仍使用美軍相同程式的 MK2 式殺傷手榴彈，但美軍因 MK2 式殺傷手榴彈彈體質量、威力及功用不敷現代作戰使用而逐漸淘汰，國軍現今已朝向現代化之建軍整備，不斷自行研製各式符合現代化作戰型態的武器，惟手榴彈尚未進行研製及性能提升，下列針對本軍殺傷手榴彈需研改的品項及綜觀各國現今使用手榴彈之特性，與我地面作戰

部隊之需要，作為我手榴彈研改方向，故未來改進及發展趨勢如下：

一、引信更新增加安全性及功用性

引信的功用在於可整合諸多功能，好的引信可有效精準控制手榴彈起爆時間確保投擲者使用安全也可使破片分布均勻提高殺傷力，本軍所使用手榴彈引信與美軍同程式 M204A2 相同皆為延期點火引信其延期時間為 4-5 秒，但比擬現代化國家所使用之引信其功能性及使用可靠性尚有不足，且因使用年限過久逐漸存在安全上的問題。

(一)引信型式老舊起爆可靠性及安全性差

延期點火引信傳爆方式屬於機械式延期方式，其原理當點火燃燒到內部延期藥劑至雷管起爆彈體內部裝藥，但若彈藥已達壽限或儲存不當甚至在嚴峻的戰場環境下或遇惡劣的天候使用，易造成引信失效或未達預期延期時間而影響彈藥的可靠性及安全性，故存在手榴彈延遲起爆或未爆之情形發生可能導致投擲時肇生危安的問題。自二十世紀以來較先進之國家因作戰需求而陸續發展了手榴彈碰炸式引信及觸發／延期雙功用之機械式及電子式引信，其目的皆為確保手榴彈不論是於儲存、攜行或運輸時能保證絕對安全性，且碰擊各種地面時（如山地、沼澤地、雪地等）都能可靠發火及爆炸，未爆時也能自毀避免未爆彈產生，隨著現代高科技技術廣泛的應用，機電式引信也運用於手榴彈相較於機械式引信提升了安全性及可靠性，其機電式引信特點如下：⁶²

- 1.具雙電子延時，有投擲時保險延時和延時起爆雙電子延時機構，提升延時的精準度，若在解除保險後意外落地其裝置便完成自鎖狀態不會引爆彈藥提升安全性。
- 2.碰炸及延時相結合，機電式引信利用電子延時裝置更確保完成碰炸功能及失效後延時爆炸功能，其體積小、作用可靠信高減少未爆彈的產生及增加功能性。
- 3.引信可 100%經過檢測，機電式引信再裝入手榴彈彈體前，可經由延時時間測定和功能檢測及時發現引信的問題。

(二)引信缺乏通用性及功能性

美軍主要引信型號有 M204 引信系列、M206 引信系列、M213 引信、M217 電子引信等，而 M204 系列引信配用於 M26、M26A1、M61 殺傷手榴彈，M206 引信系列配用於 MK3A2 爆震手榴彈，M213 引信配用 M67 殺傷手榴彈，M217 電子引信配用於 M68 及 M26A2 殺傷手榴彈，雖然引信種類較多但以實現標準化、系列化，各型號之間的引信可相互通用。⁶³

雖然機電式引信相對較機械式引信可靠性及安全性高但相對成本較高，而手榴彈

⁶²李寧、齊杏林、崔平、徐敬青 編，〈機電式手榴彈引信研究〉網址 [http: wk.baidu.com/view/9af6fe270722192e4536f6e7](http://wk.baidu.com/view/9af6fe270722192e4536f6e7)，(檢索日期：民國 110 年 9 月 11 日。

⁶³同註 23，頁 39。

原本就屬於低成本的單兵作戰武器，若生產成本過高相對影響配賦量或無法大量消耗使用，因此機械式引信仍有一定的市場諸多手榴彈也仍使用機械式引信且不斷提升機械引信的性能，⁶⁴如俄羅斯 UDZ-S 型碰炸／延期雙功用機械式引信。本軍長期以來未對各型式手榴彈進行研改故殺傷手榴彈引信種類較少缺乏通用性及功能性，進而影響投擲的安全性、失手後的保險機制及起爆的可靠性。

二、提高手榴彈殺傷威力

殺傷手榴彈的威力皆來自於爆炸時所產生的破片，為使敵人達到有效的致傷效果，故破片產生的質量需趨於小型化、破片數量趨于多量化，且破片形狀需趨於多棱角形，速度需趨于高速化，因為有效破片數量直接影響著命中概率，而多棱角形破片在生物組織內速度衰減快、能量傳遞率高，因此致傷程度要比球型破片較嚴重，⁶⁵本軍 MK2 式殺傷手榴彈彈體外有橫豎的槽溝，此設計是預先將彈體外殼鑄上刻痕採預裂破片方式期望爆炸時能形成設計好的碎片，結果證明此設計卻只能形成大小不一致的碎片與彈體之形狀及紋路毫無關聯。經研究發現當破片質量為 0.1~0.2g，速度為 1500~1800m/s 時，即可造成有效的致傷效果，⁶⁶可以利用成型技術製作鋼絲纏繞或將大量的小鋼珠裝入套筒內再將其套於彈體外部或內部形成的破片是最為理想。⁶⁷美軍為了改善破片不均勻的及投擲安全距離過大的問題除了採用鋼絲纏繞於彈體內的預制破片外還提升裝藥密度。M26A2 殺傷手榴彈使用粉末冶金技術製成彈體並採用真空裝藥技術使裝藥密度具一致性，雖然裝藥量增加 1 公克，卻可避免爆炸後破片大小不一的缺點且精準界定有效殺傷半徑及簡化手榴彈製造工藝。所以任何破片研改技術只要於 30 秒內使敵人癱瘓喪失執行作戰能力，即可成足夠的制止力。⁶⁸

三、趨向彈體小、重量輕、便於持握投擲

近代的手榴彈多採球型或蛋型且彈徑約 5 公分彈長約 10 公分的設計，能易於手部指節的掌握和投擲準確度較高的優點，本軍 MK2 式殺傷手榴彈彈徑 5.72 公分、彈長 11.43 公分採橢圓形鑄鐵彈體設計，從本校受訓的學生中，針對身高 165 至 175 公分的學生取樣 100 員，量取手掌長度，手掌長度平均為 17.5 公分，而食指尖至拇指間之弧長剛好與手掌長度概等，以 17.5 公分為圓周，其直徑為 5.57 公分；根據人體工學設計，就大多數人而言，直徑 3.8 公分至 5.5 公分，抓握可持續最久且力量最大，所以橢圓形（蛋形）設計的手榴彈且彈徑在 5.5 公分內易於手部指節的掌握和投擲，且彈體有橫向凸出物可方便持握，若我軍能依據國人平均體型設計出適合持握之彈

⁶⁴同註 11，頁 79。

⁶⁵同註 7，頁 121-122。

⁶⁶宋濤著，《火炮之庫》（遼寧省：遼海出版社，西元 2010 年，第四章），<https://books.google.com.tw>，（檢索時間：民國 110 年 8 月 18 日）。

⁶⁷同註 11，頁 76-77。

⁶⁸同註 6。

體對投擲準確度有助於相對性的提昇。

在質量上雖然裝藥量越多的手榴彈威力越大，相反的投擲的距離、準確度及攜帶數量上卻會相對降低，理想手榴彈重量約為 250 公克至 350 公克之間，而防禦型手榴但因加裝預制破片襯套理想重量約為 400 公克。⁶⁹本軍 MK2 式殺傷手榴彈全彈重 595 公克其彈體為鑄鐵材質，故手榴彈重量明顯過重，根據國防醫學院的蕭開平醫生曾發表一篇「手榴彈投擲性骨折與體質關係」研究報告，針對 77 年至 89 年間因投擲手榴彈導致骨折之傷者調查，其結論提出除熱身不足外手榴彈過重也為原因之一，⁷⁰使用高性能工程塑料或薄鋼等可減輕彈體重量。高性能之工程塑料作為手榴彈材質可大幅減輕重量，有些工程塑料的使用儲存年限可長達幾十年不會影響手榴彈性能與材質之衰退。⁷¹

四、針對戰場環境朝向多用途多品項設計

在戰場上環境及形態多變詭譎，若單純只使用單一功用的武器或無法針對戰場環境中使用適用的裝備，將面臨作戰失敗或增加人員傷亡，手榴彈隨著時代變革及戰場變化不再僅是以破片殺傷敵人，而是朝向多功能、多用途發展，如可手擲及發射器投射之手榴彈增加距離及使用彈性、可以擴充及結合之手榴彈以集束方式增加殺傷範圍、破壞工事、製作詭雷設施，使用組合式或具碰炸及延期之引信使手榴彈可用於攻防轉換。煙霧型手榴彈也使用新型發煙材料，如使用紅外線誘導發煙劑可避免具紅外線導引之飛彈或觀測系統追瞄，使用具無毒及對環境無污染之發煙劑，降低人體傷害及環境污染。⁷²各國將高科技運用及改變創新於手榴彈上無非證明手榴彈在戰場上的重要性。

五、手榴彈攜行及儲存

單兵裝備在數量上比過去繁雜且與日俱增，雖然手榴彈體積小且重量輕，但若無明確及合宜之攜行方式也只是將身上有限空間全部掛滿，不僅影響行動甚至在遭遇狀況時也會發生手忙腳亂的情形，故發展出單兵便於攜行及取用的攜行裝備等。⁷³英國於 1943 年製作出突擊背心，美軍覺得突擊背心比過往所使用的肩帶及腰帶的攜行方式更具便利性，於 1944 年大量生產給特種部隊於諾曼地登陸使用。突擊背心前方有四個大口袋較低位置有兩個手榴彈袋。⁷⁴而隨著戰術背心的發展將原掛於腰帶之裝備作有系統分配於單兵前胸、後背等適當位置，使裝備負荷平均於人體重心，避

⁶⁹同註 11，頁 77。

⁷⁰蕭開平編《手榴彈投擲性骨折與體質關係》，<https://www.airitilibrary.com/publication/alDetailedMesh?docid=10114564-199708-201306050001-201306050001-11-17>，(檢索時間：民國 110 年 8 月 18 日)。

⁷¹同註 6。

⁷²同註 6。

⁷³胡壽宏少校 編，〈未來步兵單兵裝備配賦之研析〉《步兵學術月刊》(金湯)第 234 期，陸軍步兵訓練指揮部，一、前言，頁 1-2。

⁷⁴赫英斌 編著，《二戰陸軍單兵裝備.美國》(北京：台海出版社，西元 2018 年 7 月)，頁 75、110、145)。

免造成體力消耗，影響戰鬥效能，而先進國家如：美、英、法及我國等先進國家，其單兵個人裝備因科技及戰場需求，均已大幅提升裝備防護效能，可依任務及作戰需求配賦不同戰鬥裝具且採模組化設計，可依需求組合配掛各式功能袋。⁷⁵ (如圖二十六)



圖二十六：國軍戰鬥個裝手榴彈袋

圖片來源：陸軍戰鬥個裝著裝示範手冊。

俄羅斯現今所使用的 RGN 及 RGO 手榴彈其儲存方式採木製箱方式儲存但卻是將彈體及引信分裝，木箱左側為 10 個彈體右側將引信放置於金屬密封盒內，其引信由塑料裝置固定避免運輸時在盒內滾動撞擊，而使用時將彈體及引信結合，⁷⁶此分裝方式可增加運輸中的安全性，未來都是可以考量的範疇。(如圖二十七)

⁷⁵曾鴻鏗少校，〈本軍未來戰鬥裝具配賦規劃之研析〉《步兵學術月刊》，(金湯)，第 234 期，陸軍步兵訓練指揮部，西元 2012 年 2 月 29 日，頁 14。

⁷⁶壹讀〈前蘇聯 RGN 和 RGO 手榴彈為何能做到讓敵人無法反投回來〉網址 <http://read01.com/zPkyoG3.amp>，(檢索日期：2012 年 2 月 29 日)。



圖二十七：RGN 及 RGO 手榴彈儲存方式

圖片來源：壹讀〈前蘇聯 RGN 和 RGO 手榴彈為何能做到讓敵人無法反投回來〉網址 <http://read01.com/zPkyoG3.amp> 檢索日期：民國 110 年 6 月 29 日)。

捌、結語

20 世紀 90 年代，因高科技武器的研發而限制手榴彈的發展，但隨著近代的戰爭中從城鎮戰、特種作戰、反恐任務中皆可看到手榴彈的運用，隨著新科技應用突破手榴彈發展的限制也打破傳統思想及觀念發展出更具功用性的手榴彈，皆說明手榴彈仍是單兵不可或缺的武器之一。而為換裝本軍手榴彈之性能，其研改是勢在必行，並考量單兵戰鬥使用範圍、朝小批量多品種和多用途方向發展。雖然射程遠且精準性高的防衛性武器是我國在灘岸決勝中所需的武力，但是當戰場從灘岸推進至城鎮時，手榴彈將會成為單兵戰鬥及執行各類型任務重要的武器之一。

參考文獻

- 一、卞榮宣主編，《世界輕武器 100 年》(北京：國防工業出版社，西元 2004 年 11 月)。
- 二、胡思遠主編，《最便宜的殺手》(廣州：花城出版社，西元 2010 年 08 月)，頁 120。
- 三、黃偉傑 著，〈攻防一體淺談現代手榴彈的設計與運用〉《全球防衛雜誌》(台北)，第 219 期，全球防衛雜誌社有限公司，西元 2002 年 10 月。
- 四、王賢忠 主編，《國軍未爆(廢)彈處理手冊(第一版)》(龍潭：國防部陸軍司令部印頒，民國 104 年 10 月 22 日)。
- 五、楊雲 著〈蘇聯(俄羅斯)RGN 和 RGO 殺傷手榴彈〉《現代兵器》《中國兵器工業集團》(北京)西元 2014 年 12 期。
- 六、周明安、郭天天、程小東著，〈數碼手榴彈引信研究及設計〉《四川兵工學報》(重慶市)，第 8 期，四川省兵工學會，西元 2014 年 8 月。
- 七、許新、楊偉明、陸慶 編，〈美軍手榴彈發展與使用現況〉《輕兵器月刊》(北京)，第 17 期，輕兵器雜誌社，西元 2011 年 10 月。
- 八、莫雯雯與張書坤 編《城市作戰》，(重慶：電腦報電子音像出版社，西元 2010 年 1 月，第 8 章城市戰鬥的組織和基本戰鬥技巧)。
- 九、陸軍武器裝備，《手榴彈與槍榴彈》，(<https://img203.kttx.cn/images/files/188aaca23Bec485081bf20941ae73b27.pdf>)，(檢索時間：民國 109 年 9 月 12 日)。
- 十、吳承叡主編，《陸軍手榴彈實彈投擲訓練教範(第一版)》(龍潭：國防部陸軍司令部印頒，民國 104 年 7 月)。
- 十一、軍情觀點 編，《單兵裝備大百科》(北京：化學工業出版社，西元 2015 年 6 月)。
- 十二、陳曉東 編，《反恐技術裝備》(北京：科學出版社，西元 2010 年 3 月)。
- 十三、搜刊網，《印度研製出“印度鬼椒”手榴彈》，(<https://www.mbtsg.com/qikan/6a9516aa2d61fc47cc2d2587a.html>)，(檢索時間：民國 109 年 9 月 12 日)。
- 十四、楊理明著，2001 年，《源遠流長的中國手榴彈》，(<http://www.omnitalk.com/milia>)，(檢索日期：2019 年 12 月 26 日)。
- 十五、林志益 主編，《陸軍 40 公厘轉輪式榴彈槍操作手冊(第二版)》(龍潭：國防部陸軍司令部印頒，民國 100 年 07 月 22 日)。
- 十六、江英泰主編，《陸軍 MK19-MOD3 40 公厘榴彈機槍操作手冊(第二版)》(龍潭：國防部陸軍司令部印頒，民國 99 年 11 月)。
- 十七、葉建成、陳鴻鈞，〈步兵部隊城鎮作戰訓練之探討〉《陸軍學術雙月刊》(龍潭)，第 50 卷 537 期，陸軍司令部，民國 103 年 10 月。
- 十八、盧偉康少校 編，〈步兵輕兵器未來發展趨勢〉《步兵學術月刊》(高雄市)第 211 期，陸軍步兵訓練指揮部，參、作戰需求。
- 十九、備役上校王立民編，〈美、伊戰爭戰法之研析〉《步兵學術月刊》(高雄市)第 211

期。

- 二十、每日頭條，《手榴彈功能多樣、威力強大，仍然是步兵主要裝備，不會被淘汰》，(<https://kknews.cc/military/mrer532.amp>)(檢索日期：2020 年 08 月 18 日)。
- 二十一、劇多.軍事，《美國 MK3 進攻手榴彈裝藥量驚人，彈體卻是紙板捲的》，(https://www.juuo.cc/military/amp__22459.html 檢索日期：2020 年 08 月 18 日)。
- 二十二、北京大陸橋文化傳媒.編譯《特種作戰》(北京：中國發展出版社，西元 2006 年 11 月，第 6 章第 181 次航班)。
- 二十二、高玉國編《圖說反恐特種部隊裝備》(北京：國防工業出版社，西元 2006 年 11 月)。
- 二十三、黃權信少校 編，〈非致命武器於反恐戰爭之重要性〉《步兵學術月刊》(金湯) 第 232 期，陸軍步兵訓練指揮部。
- 二十四、胡壽宏少校 編，〈未來步兵單兵裝備配賦之研析〉《步兵學術月刊》(金湯) 第 234 期，陸軍步兵訓練指揮部。
- 二十五、赫英斌 編著，《二戰陸軍單兵裝備.美國》(北京：台海出版社，西元 2018 年 7 月)。
- 二十六、曾鴻鏗少校，〈本軍未來戰鬥裝具配賦規劃之研析〉《步兵學術月刊》，(金湯)，第 234 期，陸軍步兵訓練指揮部，西元 2012 年 2 月 29 日。
- 二十七、壹讀〈前蘇聯 RGN 和 RGO 手榴彈為何能做到讓敵人無法反投回來〉，(<http://read01.com/zPkyoG3.amp> 檢索日期：2012 年 2 月 29 日)。
- 二十八、李寧、齊杏林、崔平、徐敬青 編，〈機電式手榴彈引信研究〉(網址 <http://wk.baidu.com/view/9af6fe270722192e4536f6e7> 檢索日期：民國 110 年 9 月 11 日)。
- 二十九、宋濤著，《火炮之庫》(遼寧省：遼海出版社，西元 2010 年，第四章)，(<https://books.google.com.tw> 檢索時間：民國 110 年 8 月 18 日)。
- 三十、楊理明 編，《老牌兵工企業—英國皇家軍械公司》(輕兵器期刊，北京：國防工業出版社，西元 2000 年 6 月 13 日)。
- 三十一、每日頭條，《世界上威力最大的手榴彈，瑞士生產，五米外擊穿鋼板》，(<https://kknews.cc/military/ro4y9oo.apm>，檢索日期：110 年 08 月 18 日)。
- 三十二、楊理明 編，《高新技術與手榴彈》，(<https://.fx361.com/new/2001/0613/3984593.html> 檢索日期：110 年 09 月 13 日)。
- 三十三、今天頭條，《82 系列無柄手榴彈是怎樣的？聽說過「小型鋼珠碰炸手榴彈」》，(https://twgreatdaily.com/h3-v_ngB9EJ7ZLmJZ5sSq.html 檢索日期：110 年 09 月 13 日)。