

前衝式（軟後座）火炮發展與運用之研析

作者：黃坤彬

提要

- 一、火炮從初期的前裝式滑膛金屬砲管和剛性砲架，發展到後裝式線膛鋼質砲管和彈性砲架，共經歷了 600 餘年的時間。
- 二、前衝後座系統（也稱為軟後座系統），平時將後座部分拉向後方，發射時首先放開後座部分，使其在前衝機的作用下沿導向部分作前衝運動，在一定前衝速度下擊發底火，由於擊發底火時後座部分已經具有一定前衝動量，必然抵銷一部分後座衝量，因此使砲架受力大幅度減小。
- 三、1957 年，美國就開始了軟後座力火炮原理的研究。第一個成果，便是 XM204 型 105 公釐榴彈砲，該型榴彈砲的後座力僅僅相當於常規同口徑火炮的 30%，其最大射程為 15 公里左右。
- 四、中共也研究過前衝砲，在上世紀 70 年代末，由於 59 式 130 公釐牽引加農砲戰鬥與行軍狀態都十分笨重，提出研製一種超輕型的 130 公釐加農砲，該砲借鑒了美國 XM204 式前衝榴彈砲原理，採用 130 公釐加農砲身管與重新設計的軟後坐砲架組合而成，因技術不成熟，該砲僅停留在試驗階段。
- 五、2018 年在約旦安曼舉辦的 SOFEX 國際特種作戰部隊展覽會暨會議，美國 AM General 公司展示了 Hawkeye 105mm light artillery system。2019 年 7 月 25 日在美國國家聯合訓練中心“北方打擊”軍事演習期間，該公司在美國密西根州格雷林營展示了 Brutus 155mm 6x6 self-propelled howitzer，顯示美軍對軟後座火炮產生高度興趣。
- 六、本軍砲兵現行使用 105 公釐及 155 公釐牽引砲，放列與機動均耗力費時，若能採購國外產品或自行研改成輪型軟後座自走砲，可大幅提升作戰效能，即使使用傳統砲彈，藉由「打帶跑」的戰術作為，可提升戰場存活率，並發揮砲兵「集中、機動、奇襲」的特性，執行快速火力支援。

關鍵詞：前衝式、軟後座、制退復進機

前言

火炮係運用管式發射架，定向後於膛內藉火藥燃燒產生高壓而發射砲彈之武器系統。¹ 宋朝隆興元年發明的火石砲（霹靂砲）可能是世界上最早的火砲。據《宋史·列傳一百二十七》記載：「勝嘗自創如意戰車數百兩，砲車數十兩...砲車在陣中，施火石砲，亦二百步。」(如圖 1)據此我們可得知，魏勝發明的火石

1. 《陸軍野戰砲兵營、連作戰教則》(桃園：國防部陸軍司令部，民國 110 年 4 月 13 日)，頁 1-1。

砲威力巨大，已經在戰爭中發揮了一定作用。²

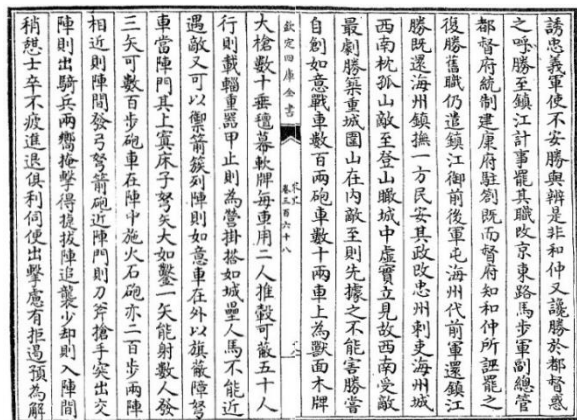


圖 1 宋史（節錄）

資料來源：同註 3。

16 世紀末，伽利略建立物體在空中飛行的拋物線理論；17 世紀，牛頓提出了飛行物體的空氣阻力定律；18 世紀，英國軍事科學家班傑明羅賓斯（Benjamin Robins，西元 1770 年－1751 年 7 月 29 日）於 1742 年出版了（砲彈新原理）（New Principles of Gunnery）³，奠定了火砲設計的理論基礎，如圖 2。

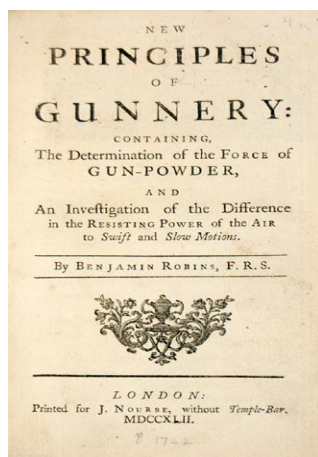


圖 2 班傑明羅賓斯著（砲彈新原理）

資料來源：同註 4。

火砲設計的演進

19 世紀中葉前，火砲採前裝式滑膛砲管，發射球型彈丸；西元 1823 年硝化棉（即無煙火藥）出現，大幅提升火砲射程；1846 年出現帶螺旋膛線的線膛砲管，發射銳頭圓柱彈丸，提高射擊精度和射程；1854-1877 年間出現楔式砲門和螺式砲門，形成砲身後端快速裝填彈藥的新結構。⁴

限於力學基本原理和火砲技術的研發，代表性能的各项指標之間往往是相

2. 托托帖木兒，《宋史》（中國哲學書電子化計劃，元），
<https://ctext.org/library.pl?if=gb&file=67971&page=85>，檢索日期：111 年 2 月 3 日。

3. MISCELLANEOUS TECHNICAL ARTICLES BY Dr A R COLLINS，〈Benjamin Robins on Ballistics〉，
<https://www.arc.id.au/RobinsOnBallistics.html>，檢索日期：111 年 2 月 1 日。

4. 張相炎，《火砲設計理論》（北京：北京理工大學出版社，西元 2005 年 2 月），頁 222～247。

互矛盾、相互制約，其中火砲的威力與機動性的矛盾始終存在。火砲發射時，由於高溫高壓火藥燃氣的瞬時作用，砲架要承受強大的衝擊力。早期火砲沒有重視這個問題，採用的是剛性砲架，把火砲砲管和砲架結結實實的連接在一起（如圖 3），在火砲射擊時砲管和砲架「共進退」，後人將這些火砲稱為架退式火砲。架退式火砲每射擊一次，砲管和砲架整體就會退一步，需要重新將火砲歸位，才能繼續瞄準射擊，會使火砲射擊的精度與速度降低。



圖 3 惠特沃斯後膛裝填線膛砲（Whitworth rifled cannon breech-loading artillery）

資料來源：維基百科，https://en.wikipedia.org/wiki/Joseph_Whitworth，檢索日期：111 年 2 月 3 日。

隨著火砲的威力不斷增大，發射時對砲架作用的衝擊力也越來越大，因此必須對火砲在發射時的作用力進行有效控制⁵。1894 年 1 月 23 日德國工程師康拉德·豪塞爾（德語：Konrad Haussner）設計一種長後座液氣反後座裝置，並在美國申請專利⁶（如圖 4）。法國依據此專利而研製出 M1897 式 75 公釐野戰砲，也是世界上第一種彈性砲架速射砲。M1897 式 75 公釐野戰砲（如圖 5）具有劃時代的反後座機構（Recoil machine，國軍軍語辭典翻譯為制退復進機），這意味著火砲射擊後位置不會有顯著的移動，因此不需重新瞄準只需重新裝彈即可再次射擊，因此大大提高了火砲的射速，彈性砲架有效地緩解了威力和機動性的矛盾。火砲從初期的前裝式滑膛金屬身管和剛性砲架，發展到後裝式線膛鋼質砲身和彈性砲架，共經歷了 600 餘年的時間。

5.馬福球、陳運生、朵英賢，《火砲與自動武器》（北京：北京理工大學出版社，西元 2003 年 4 月），頁 86～98。

6.KONRAD HAUSSNER, "GUN - CARRAGE", U.S. Patent US513263A, Jan, 23, 1894。

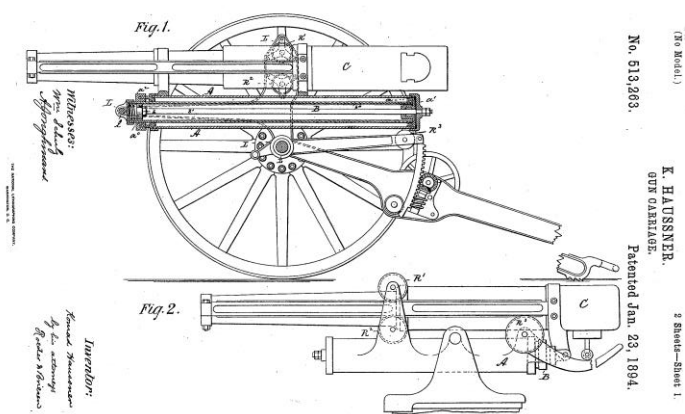


圖 4 康拉德·豪塞爾設計的長後座液氣反後座裝置
資料來源：同註 6。



圖 5 法國 M1897 75 公釐野戰砲

資料來源：Bill Maloney， Fort Dix Army Reserve Mobilization Museum -

<http://www.williammaloney.com/Aviation/FortDixArmyReserveMobilizationMuseum/Artillery/pages/36French75mmM1897Cannon.htm>，檢索日期：111 年 2 月 3 日。

傳統式反後座裝置（制退復進機）

反後座裝置是將砲身與砲架構成彈性連接的裝置，包括制退機和復進機。制退機用來消耗砲身後座能量，使砲身後座至一定距離而停止。復進機在砲身後座時貯存能量，後座終止時使砲身重新回到發射前的位置。由於制退復進機的緩衝作用，砲身傳到砲架上的力僅為發射藥燃燒作用於砲身軸向力（砲膛合力）的 $1/30 \sim 1/5$ 。

從功能上來說，反後座裝置的作用是在火砲後座時消耗和儲存部分後座能量，控制火砲在後座時的受力和運動規律，並將後座運動控制在一定的長度上；在火砲後座結束後，將儲存的能最釋放出來，帶動火砲的後座部分按一定的受力和運動規律復進到待射擊位置，並為某些自動機或半自動機的工作提供能量。

從受力的部分來看，在發射時反後座裝置將發射藥燃燒產生的作用力很大而作用時間極短的砲膛合力，轉化為作用力很小而作用時間較長的後座阻力作

用於砲架上。對於牽引式火炮而言，其後座阻力最大值通常為砲膛合力的 $3\% \sim 5\%$ 。因此，反後座裝置起著緩衝砲膛合力的作用，極大地減小了火炮發射時作用在砲架上的力。

以傳統制退復進機為例，火炮擊發時砲管停止在前面射擊準備位置；擊發後，砲管因發射藥燃燒產生壓力作用下後座（與砲彈相反方向的運動），直至後座結束；後座結束，砲管復進（與後座相反的運動）回到射擊準備位置。如圖 6 所示。

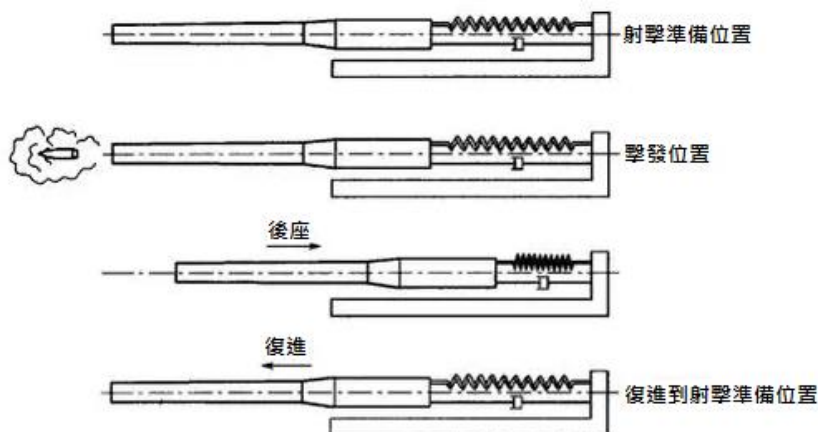


圖 6 射擊時傳統火炮制退復進機運作過程

資料來源：參考張相炎（火炮自動機設計）（北京：北京理工大學出版社，西元 2010 年 1 月），筆者修改

前衝砲的原理

早在 19 世紀末，就提出了前衝砲的原理。他們通過研究認識到既然砲架承受的作用力來源於後座力，那麼就可設法事先賦予砲身一向前運動的力，以抵銷一部分後座力，從而使發射時作用在砲架上的力減小，以取代較笨重複雜的反後座裝置，進一步減輕火炮重量。如何在火炮發射前人為地賦予砲身向前運動力呢？人們發明瞭「前衝砲」來完成這項任務。

前衝式制退復進機運作過程，先將砲管固定於後方（先壓縮彈簧或是氮氣），釋放掛卡機構讓砲管向前復進（產生向前的動力），在砲管復進運動過程中就進行擊發，此時發射藥燃燒產生壓力必先抵銷砲管的復進運動產生的力，才能開始後座。這種在砲管復進運動過程中進行擊發，利用復進動量抵消發射藥燃燒產生後座衝量的原理就稱為復進擊發原理，又稱為前衝原理，利用前衝原理的火炮稱為前衝砲⁷，如圖 7 所示。

7.張相炎（火炮自動機設計）（北京：北京理工大學出版社，西元 2010 年 1 月），頁 222---247。

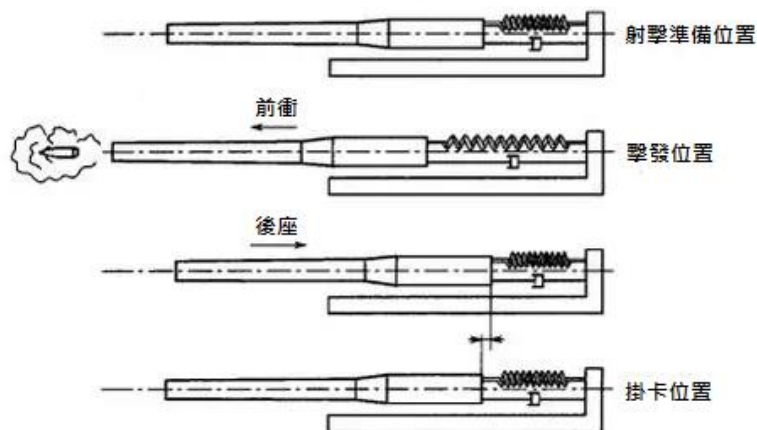


圖 7 前衝式制退復進機運作過程

資料來源：參考註 7，筆者修改

前衝原理有以下主要特點：

- 一、可大幅度減小砲架受力，並且在前衝和後座過程中砲架所受的發射作用力始終向後，極大地提高了火砲射擊的穩定性，有利於提高密集精度；
- 二、極大地縮短了射擊循環時間，避免了一般火砲復進時間過長的缺點；
- 三、減少了後座部分復進到位時對砲架的撞擊，有利於減輕火砲在發射時的振動；
- 四、對於牽引式火砲可以大幅度降低火(射擊)線高，而不會引起最大射角後座砲尾碰地的問題。⁸

前衝式火砲發展

自從 19 世紀末提出了前衝砲的理論，一直到二十世紀初，第一款採用前衝式制退復進機的火砲才出現在戰場。法國、美國及中共都曾投入這方面的研究，希望能解決射擊時後座力所產生的影響。

一、法國施耐德(Schneider) M1906 65mm 山砲

法國的施耐德(Schneider) M1906 65mm 山砲(如圖 8、圖 9)是第一款採用軟後座原理的前衝式火砲。該砲重 400 公斤，可分解成四個部分由騾子馱負運輸或是由兩匹馬曳引，由砲長、彈藥手、裝填手及砲手 4 員實施操作，有效射程 6.5 公里⁹，最大射速每分鐘 15-18 發。除法國外，阿爾巴尼亞、德國、希臘、以色列、波蘭及北越都曾使用過，在第一、第二次世界大戰及中東戰爭中都會發揚其火力。

8.同註 5。

9.Peter Chamberlain and Terry Gander. (1975)，〈Infantry,mountain,and airborne guns〉，Arco Publishing Company, Inc. New York，P.15。

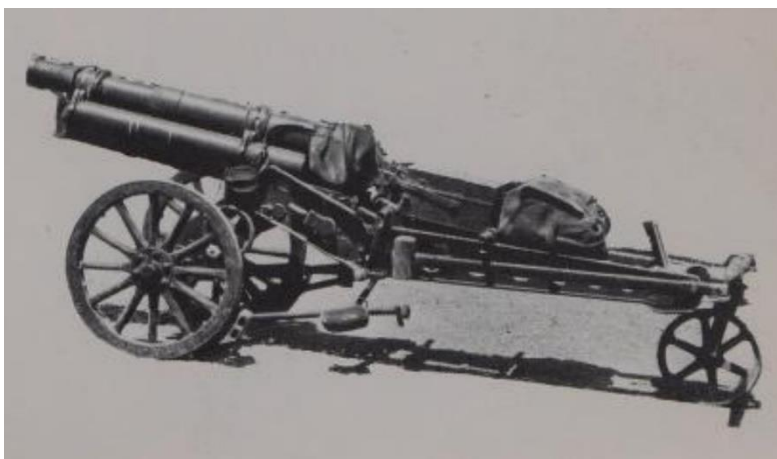


圖 8 法國施耐德(Schneider) M1906 65mm 山砲(行軍姿態，砲管位於前方)

資料來源：Peter Chamberlain and Terry Gander. (1975)，〈Infantry, mountain, and airborne guns〉，

Arco Publishing Company, Inc. New York，P.15。



圖 9 施耐德(Schneider) M1906 65mm 山砲操作照片(射擊前砲管固定在後方)

資料來源：Wikipedia，〈Canon de 65M (montagne) modele 1906〉，[https://en.m.wikipedia.org/wiki/](https://en.m.wikipedia.org/wiki/Canon_de_65_M_(montagne)_modele_1906)

Canon_de_65_M_(montagne)_modele_1906，檢索日期：111 年 2 月 1 日。

二、美國 XM-204 105 公釐榴彈砲

1957 年，美國就開始了軟後座力火炮原理的研究。軟後座力砲的第一個成果，便是 XM-204 105 公釐榴彈砲(如圖 10、圖 11)。該型榴彈砲的後座力相當於一般同口徑火炮的 30%，最大射程為 15 公里左右。

主要由以下幾個部分構成：XM44 砲架、XM46 制退機制（也就是前衝機）、XM105 砲管以及所需要的火炮控制設備。

該榴彈砲全重 1.65 噸，其中砲架的重量為近 900 公斤，砲管的重量為 515 公斤，後座機制的重量為 220 公斤，其餘是射控裝置的重量。



圖 10 XM-204 105 公釐榴彈砲

資料來源：新浪網，〈美軍也抵不住卡車砲的誘惑？暗地測試多年〉，
https://k.sina.cn/artical_6751192982_19267079600100h0hx.html，檢索日期：111 年 2 月 1 日。



圖 11 砲班人員操作 XM-204 105 公釐榴彈砲(影片截圖)

資料來源：YOUTUBE，〈XM204 105mm Howitzer〉，https://youtu.be/duce1V0aiJc?si=JrS_i-tUEYhCylqc，
檢索日期：111 年 2 月 1 日。

XM-204 榴彈砲全長 4.4 公尺，寬約 2 公尺，高 1.6 公尺。該型火砲在進行急速射擊的時候，前三分鐘之內，射速可以達到 10 發/分。進行持續射擊時，射速則降為 3 發/分。

由於軟後座系統大幅抵消了後座力，XM-204 榴彈砲的砲架受力明顯降低，而且射擊的穩定性也得到了極大的提升。因此火砲放列時不需要挖駐鋤坑，而且轉向的速度也很快。XM-204 榴彈砲總共生產了 6 門，主要製造時間是 1971~1978 年。

1972 年，一篇名為「空中火砲設計研究」報告指出，波音公司曾設計將 2 門 XM204 榴砲安裝於 CH-47C 直升機的兩側，建立空中飛行砲艇的概念。報告中提到「CH-47C 直升機可以攜帶 96 發砲彈，由九名砲手執行航行半徑 100 哩內的射擊任務，…於 CH-47C 俯衝飛行時 XM-204 榴彈砲執行全裝藥射擊，經軟後座系統產生之後座力不影響飛行操控。…除可於飛行時遂行空對地射擊外，

直升機著陸時一樣可以提供地對地射擊」¹⁰，雖然美國政府並未採用，仍可看出 XM204 低後座力的優點，如圖 12 所示。

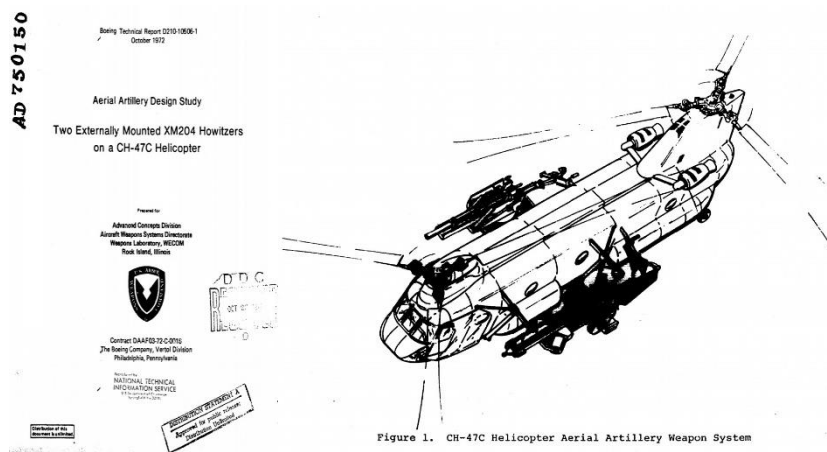


圖 12 空中火炮設計研究-CH-47C 直升機上外掛兩門 XM-204 榴彈砲
資料來源：The Boing Company，〈Two Externally Mounted XM204 Howitzers on a CH-47C Helicopter〉，
<https://apps.dtic.mil/sti/citation/AD0750150>，檢索日期：111 年 2 月 1 日。

三、中共前衝式 103mm 加農砲

中共也進行軟後座力火炮的研製，但是比美國晚很多，是從 20 世紀 70 年代展開的。在上世紀 70 年代末，由於 59 式 130 公釐牽引加農砲戰鬥與行軍狀態都十分笨重，提出研製一種超輕型的 130 公釐加農砲，該砲借鑒了美國 XM204 式前衝榴彈砲原理，採用 130 公釐加農砲管與重新設計的軟後座砲架組合而成（如圖 13），因技術不成熟，該砲僅停留在試驗階段。



圖 13 1970 年代放列狀態的前衝式 130mm 加農砲

資料來源：騰訊網，〈大鵬金翅鳥：印度小白鼠購美國最新 105 前衝砲，50 年前我們就有了〉，
<https://new.qq.com/omn/20210928/20210928A06Q6N00.html>，檢索日期：111 年 2 月 1 日。

前衝式火炮發展現況

由於工業製造技術及材料科學的進步，軟後座機構設計製作益發成熟，火炮安裝此種制退復進機後，大幅降低射擊時產生的後座力，也降低了機動載台的要

10.The Boing Company，〈Two Externally Mounted XM204 Howitzers on a CH-47C Helicopter〉，
<https://apps.dtic.mil/sti/citation/AD0750150>，檢索日期：111 年 2 月 1 日。

求，輕型戰鬥車輛也都符合安裝此種火砲的條件，軍火商紛紛出手，研製各型車載式前衝砲，讓各國採購軍備的人員，增加了更多的選項。

一、Hawkeye 105MM 車載武器系統



圖 14 HAWKEYE MHS

資料來源：AM GENERAL HEADQUARTERS，〈2-CT™ HAWKEYE MHS〉，<https://www.amgeneral.com/what-we-do/platforms-automotive-systems/vehicle-lineup/humvee-2ct-hawkeye-mhs/>，檢索日期：111 年 2 月 1 日。

2018 年在約旦安曼舉辦的 SOFEX 國際特種作戰部隊展覽會，美國 AM General 公司展示了 Hawkeye 105mm light artillery system，Hawkeye 105MM 車載武器系統 (MWS) 是當今世界上重量最輕的自走榴砲(如圖 14)。

該系統在 M1152A1 4x4 悍馬車上安裝 M20 105 公釐榴砲，並結合砲口初速雷達、定位定向、數位化射控和車載通信系統，省略了測量火砲座標、標定點和方向基線作業，快速計算射擊諸元，僅需要四員操作人員在停妥車輛後，只需按下放列鍵即可在 30 秒內完成液壓駐鋤放列¹¹，可獨立執行機動、射擊和再機動；悍馬車提供無與倫比的越野機動性，滿足執行任務的各類地形運動需求，快速機動和定位定向可靈活部署，在反砲戰之前和突發性不利狀況下完成變換陣地，提升戰場存活率；低成本及簡單化設計，降低維修用料及人力需求，且關鍵組件可以輕鬆更換。

11.編譯/王光磊，〈美「北方打擊」演習，車載火砲成焦點〉《青年日報》(臺北)，民國 108 年 8 月 1 日。

表一 Hawkeye 105MM 車載武器系統諸元

主武器	M20 式 105 mm 砲管
砲管長	33 倍徑
膛線數	36
火炮尺寸	長 3.42 m X 寬 0.98 m X 高 1.16 m
砲門	豎開滑楔式
制退復進機	液氣式軟後座
砲管壽命	6,500 發
最大射程	11,500 m M1 HE 高爆彈；19,500 m RAP 火箭增程彈
最大射速:	8 發/分鐘(三分鐘)
持續射速	3 發/分鐘
方向轉動界	180°(3200 密位) -360° (6400 密位)
高低轉動界	-5° (-89 密位)/+72° (1280 密位)

資料來源：AM GENERAL HEADQUARTERS，〈2-CT™ HAWKEYE MHS〉，<https://www.amgeneral.com/what-we-do/platforms-automotive-systems/vehicle-lineup/humvee-2ct-hawkeye-mhs/>，檢索日期：111 年 2 月 1 日。

二、BRUTUS 車載榴彈砲系統



圖 15 BRUTUS 車載榴彈砲系統

資料來源：AM GENERAL HEADQUARTERS，〈Brutus 155MM MHS〉，<https://www.amgeneral.com/what-we-do/platforms-automotive-systems/vehicle-lineup/brutus-155mm-mhs/>，檢索日期：111 年 2 月 1 日。

BRUTUS 車載榴彈砲系統(如圖 15)包含 155MM 車載複合軟後座榴彈砲和彈藥支援車，Brutus 系統以滿足野戰砲兵摧毀、制壓或反制敵人的任務而設計。該系統重新運用現有的火炮、射控設備，提升射擊能力和載具機動性，並降低砲班人員的易損性，並重新配置的原有動力機械，針對火炮及時放列、射擊準備速度有顯著改善。

表二 BRUTUS 車載複合軟後座榴彈砲諸元

主武器	M776 式 155 mm 砲管
砲管長	39 倍徑
膛線數	48
火砲尺寸	長 7.6 m X 寬 2.44 m X 高 3.5 m
砲門	螺紋式
制退復進機	液氣式軟後座
砲管壽命	6,500 發
最大射程	24,700m HE 高爆彈；30,000m RAP 火箭增程彈
最大射速:	5 發/分鐘
持續射速	2 發/分鐘
方向轉動界	180°(3200 密位) -360° (6400 密位)
高低轉動界	-5° (-89 密位)/+72° (1280 密位)

資料來源：AM GENERAL HEADQUARTERS，〈Brutus 155MM MHS〉，<https://www.amgeneral.com/what-we-do/platforms-automotive-systems/vehicle-lineup/brutus-155mm-mhs/>，檢索日期：111 年 2 月 1 日。

BRUTUS 車載複合軟後座榴彈砲強化了砲兵連的反應能力，提供受支援單位及時和快速反應的直接與間接火力支援。針對反火力戰或攻擊無人機威脅，採取射擊後快速變換陣地的“打帶跑”戰術，有效提升戰場存活力。先進的數位射控系統與強化的定位導航，戰砲連和排可以在敵方標定之前，遂行放列、射擊和陣地變換。結合砲口初速雷達和先進雷射標定瞄準設備，有效提高射彈修正和直瞄射擊效果，可以在短時間內提供精準的火力支援。155MM 火砲射擊高爆彈射程達 24,700m；複合液壓氣動軟後座系統與傳統牽引砲相比，大大減少了零組件數量（250：2,500），零件減少 90%，維修簡化，後勤支援維持在最低需求；根據任務僅要 5-7 名操作成員，有效降低操作人力。

結語與建議

軟後座火砲發展技術已逐漸成熟，雖未經戰場驗證，但分別在 2018 年 11 月在美陸軍在奧克拉荷馬州錫爾堡測試了 BRUTUS 車載榴彈砲，2019 年 7 月在密西根州陸軍國民兵警衛隊格雷林營展示 Hawkeye 105MM 車載武器系統。軍事新聞網站「陸軍科技」（Army Technology）2021 年報導，美國通用汽車集團（AM General）已獲得美國陸軍的合約，將提供 2 輛 Humvee 2-CT「鷹眼」（Hawkeye）車載榴彈砲系統（MHS），進行性能測試，顯示其前景看好。

青年日報 2024 年 6 月報導，軍聞網站「Defense Blog」23 日報導，美國通用汽車集團（AM General）高層近期證實，已於 4 月將「鷹眼」105 公厘車載榴砲送往烏克蘭，後續將派往前線進行實戰測試，成為首款投入實戰的新型「軟制退科技」（soft recoil tech）車載火砲系統。通用汽車集團專案主管伊凡斯

（Evans）證實已在 4 月將至少 1 輛「鷹眼」車載榴砲運往烏國，而烏軍官兵也已完成為期兩週的速成培訓，後續則將投入戰場參與實際作戰，藉此驗證先進自動化技術與即時火力支援效能¹²，以達成快打、快撤並使用最少人力完成火力支援。

由此可見，烏俄戰爭中無人機對地面部隊產生極大的威脅，同時可以發現反砲戰的模式逐漸轉變，而留給砲兵部隊的反應處置時間明顯縮短，而本軍砲兵現行使用 105 公釐及 155 公釐牽引砲為數不少，放列與機動變換陣地均耗力費時，面對現代高科技、快速的作戰模式，將大幅降低砲兵部隊戰場存活率，更遑論發揚火力。

有鑑於此，筆者提出下列建議提供參考。

一、採購新式裝備

逐年編列預算，汰換現有老舊火炮，納入後續建案選項採購 Hawkeye 105MM 車載武器系統，除可減少砲班操作人員、降低後勤維修成本、彈藥可共用外，且強化機動性與靈活度，能單砲實施射擊，提升作戰效能；另運用無人機，強化目獲能力及效果監視。

二、研改現有火炮

運用現有技術，將牽引砲研改成輪型自走砲，安裝主動式定位定向系統，遂行單砲執行射擊任務，即使用傳統砲彈，藉由「打帶跑」的戰術作為，可提升戰場存活率，並發揮砲兵「集中、機動、奇襲」的特性。

M101A1 105 公釐牽引榴砲運用已超過 80 年，M114 155 公釐牽引榴砲也用了 70 年左右，一直沒有換裝新式火炮，囿於國防預算有限，在無法獲得國外現代化火炮狀況下，自力研發也是一條出路，不妨結合國內產、官、學界的力量，提升現有裝備性能，讓老砲也能重新在戰場上怒吼，以火力支援戰鬥部隊，守護我們珍愛的家園，才不枉「戰爭之神」的稱號。

參考文獻

- 一、崔金泰、杜波，（火炮之最）（北京：國防工業出版社，西元 2003 年 4 月），頁 32~34。
- 二、馬福球、陳運生、朵英賢，（火炮與自動武器）（北京：北京理工大學出版社，西元 2003 年 4 月），頁 86~98。
- 三、張相炎（火炮設計理論）（北京：北京理工大學出版社，西元 2005 年 2 月），頁 222~247。
- 四、毛保全、於子平、邵毅，（車載武器技術概論）（北京：國防工業出版社，西元 2009 年 5 月），頁 140~164。
- 五、張相炎（火炮自動機設計）（北京：北京理工大學出版社，西元 2010 年

12. <https://www.ydn.com.tw/news/newsInsidePage?chapterID=1687388&ty.pe=vision>，檢索日期：113 年 12 月 25 日。

- 1 月)，頁 222~247。
- 六、崔金泰、杜波，〈火砲之最〉（北京：國防工業出版社，西元 2003 年 4 月），頁 32~34。
- 七、《陸軍野戰砲兵營、連作戰教則》（桃園：國防部陸軍司令部，民國 110 年 4 月 13 日），頁 1-1。
- 八、路振，《九國志》（中國哲學書電子化計劃，宋），<https://ctext.org/library.pl?if=gb&file=22588&page=73>，檢索日期：111 年 2 月 1 日。
- 九、MISCELLANEOUS TECHNICAL ARTICLES BY Dr A R COLLINS，〈Benjamin Robins on Ballistics〉，<https://www.arc.id.au/RobinsOnBallistics.html>，檢索日期：111 年 2 月 1 日。
- 十、The Boing Company，〈Two Externally Mounted XM204 Howitzers on a CH-47C Helicopter〉，<https://apps.dtic.mil/sti/citation/AD0750150>，檢索日期：111 年 2 月 1 日。
- 十一、Army Technology，〈Brutus 155mm Mobile Howitzer System〉，<https://www.army-technology.com/projects/brutus-155mm-mobile-howitzer/>，檢索日期：111 年 2 月 1 日。
- 十二、Mandus Group，〈Hawkeye 105mm and Brutus 155mm Soft Recoil featured in Breaking Defense〉，<http://www.mandusgroup.com/hawkeye-105mm-and-brutus-155mm-soft-recoil-featured-in-breaking-defense/>，檢索日期：111 年 2 月 1 日。
- 十三、Mandus Group，〈AM General and Mandus Group's Soft Recoil Technology to Be Tested with the United States Army〉，<http://www.mandusgroup.com/am-general-and-mandus-groups-soft-recoil-technology-to-be-tested-with-the-united-states-army/>，檢索日期：111 年 2 月 1 日。
- 十四、<https://www.ydn.com.tw/news/newsInsidePage?chapterID=1687388&ty.pe=vision>，檢索日期：113 年 12 月 25 日。
- 十五、朴善英、裴在成、黃在赫、薑國正、安相泰，"A Study on the Forward Momentum of a Soft Recoil System"韓國軍事科學技術協會會刊，第 13 卷，第 6 期，2010 年 12 月，pp.976~981
- 十六、申哲峰、裴在成、黃在赫、薑國正、安相泰、韓泰浩，"Control of a Soft Recoil System for Recoil Force Reduction"韓國噪音與振動工程學會論文集，第 18 卷，第 7 期，2008，pp.764~774。
- 十七、申哲峰、裴在成、黃在赫、薑國正，"Dynamic Characteristics of a Soft Recoil System"韓國軍事科學技術協會會刊，第 11 卷第 4 期（2008 年 8 月）pp. 13~19。
- 十八、申哲峰、裴在成、黃在赫、薑國正，"A Study on Fault Mode Control of

a Soft Recoil System” 韓國噪音與振動工程學會會議論文集，（2008 年）pp. 255~259。

- 十九、申哲峰、裴在成、黃在赫、薑國正，”A Study on Control of a Soft Recoil System for Recoil Force Reduction” 韓國噪音與振動工程學會會議論文集，（2007 年）pp. 560~564。

作者簡介

黃坤彬中校，陸軍官校 ROTC 91 年班、正規班 194 期、陸院 102 年班，歷任連長、計畫官、營長、主任教官，現任職於陸軍砲兵訓練指揮部兵器教官組長。