

中國大陸高能定向武器發展現況研析

空軍少校 鄭佳和 空軍上校 王大宇

提 要

科技不斷日新月異，定向能武器具有「快速與遠距」、「精準與靈活」及「對人體危害較低」之優越特性，可產生高溫、高壓的高能量波束，直接照射目標時，能於瞬間摧毀目標。目前中國大陸已發展多種定向能武器，可運用於未來臺海衝突，國軍應立即將定向能武器列為重要武器獲得或發展項目，前瞻未來作戰型態，滿足防衛需求，俾能對敵產生嚇阻效果。

關鍵詞：定向能武器、雷射、電磁波、微波

前 言

2015年7月17日中國大陸國防部於該部網站發布新聞稿，重點為介紹美軍所發展之反衛星武器，計有動能反衛星武器、定向能反衛星武器、殺手衛星、電子干擾反衛星武器及空天飛機等。其中定向能反衛星武器具有速度快、精度高，且不易受電磁波干擾，可以從地面、空中或太空載台上發射高能雷射、粒子束或大功率微波射束，破壞目標衛星的結構或敏感元件，使目標衛星毀損。¹2006年中國大陸曾使用陸基雷射武器攻擊美國衛星，造成其功能短暫失效。另一方面，中國大陸持續發展戰略與戰術核子武器，因為在核爆炸時會產生強烈的電磁脈衝，可造

成干擾和屏蔽衛星訊號。

綜上所述世界各國目前皆注重太空科技發展，如無法擁有衛星技術，將難以在太空中佔一席之地。²如何發射衛星已不是難事，但如何摧毀敵國衛星卻是目前大家的矚目焦點，各國發展傳統飛彈技術外，同時也將高能定向武器列入發展清單，如何運用其武器特性達到反衛星及其他用途，正是本文的重點。

定向能武器種類與特性

西元前212年，羅馬軍隊攻擊義大利敘拉古時，阿基米德教導敘拉古人利用凹面鏡，將陽光聚焦在羅馬軍隊的木製戰艦上，使戰艦燃燒起來，此為歷史記載中最早將定向能

1 張根亮、關瀛，〈美軍反衛星武器掃描〉，《解放軍報》，2015年7月17日，〈http://www.mod.gov.cn/wqzb/2015-07/17/content_4595591.htm〉(檢索日期:西元2015年12月19日)。

2 林維崧，〈逾60國積極參與外太空事務 21世紀的星際大戰會真實上演嗎？〉，《風傳媒》，2015年12月21日，〈<http://www.storm.mg/article/76379>〉(檢索日期:西元2015年12月21日)。

武器運用於戰爭之紀錄。³第二次世界大戰期間，德國科學家設計一種能產生強光的裝置，並在實驗中殺死位於9公尺外的兔子。⁴1960年5月16日，世界上第一個紅寶石雷射器發出了第一束雷射，並帶動世界定向能武器的發展。⁵

定向能武器(我軍稱為指向性武器)是當前正在發展的重要新概念武器，⁶是運用高能量雷射、電磁波、分子束或聲(音)波對敵人員或裝備、設施發射具有方向性之波束，使其功能降低、暫時失效或瞬間毀損，可用於進攻及防禦，如攔截敵方飛彈、飛機及攻擊敵衛星等。定向能武器包括雷射武器、電磁波武器、微波武器、粒子束武器與聲(音)波武器。⁷

一、雷射武器

「雷射」是由英文LASER音譯而來，而這英文名詞則是由Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation 的字首所組成；中國大陸由科學家錢學森翻譯為「激光」，⁸意思是即光可藉由激發放射而放大的一種裝置。

雷射的發明可以追溯到1958年，物理學家夏樂(Arthur L. Schawlow)和湯里士(Charles H. Townes)在《物理評論》(Physical Review)上發表一篇名為〈紅外線與光學雷射〉

(Infrared and Optical Masers)的論文，並開創一個新的科學領域，二人都獲得諾貝爾物理學獎。

(一)雷射武器的種類區分

雷射武器依其軍事用途的不同，可區分為以下三種：

1.戰略性雷射武器：

可發射極高能量之雷射，主在摧毀或干擾敵太空站、飛彈、各型衛星及飛機，使其喪失或降低功能；依作戰平台主要區分以下三種：

A.天基雷射武器：

該種雷射武器作戰平台裝置於1,300公里高的太空站及衛星(單顆衛星可覆蓋10%的地球表面)上，有效射程可達5,000公里，主在負責摧毀敵國之太空站、衛星及飛行於9至11公里高空中之各型戰略飛彈(如圖一)。

B.陸基雷射武器：

該種雷射武器作戰平台裝置於陸地上，主要攻擊敵國運行於低軌道中之衛星及飛機。

C.機載雷射武器：

該種雷射武器作戰平台裝置於客、貨機或戰機上，可於12公里高之空中攻擊600公里外之目標。主要在對付敵國戰略飛彈及飛機(如圖二)。

3 鄭天詰、姚福燕，《深入淺出談軍事科技》(臺北縣：遠觀出版事業有限公司，2004年)，頁16。

4 文經傳，《閃電殺手：激光武器》(北京：軍事科學出版社，2000年)，頁2。

5 鄭天詰、姚福燕，《深入淺出談軍事科技》(臺北縣：遠觀出版事業有限公司，2004年)，頁21。

6 國防部，〈國軍軍語辭典〉，2000年11月22日，頁10-63。

7 曾銘義，〈中共「定向能武器」研發現況探討〉，《國防雜誌》，第21卷第6期，2006年12月，頁148-149。

8 文經傳，《閃電殺手：激光武器》(北京：軍事科學出版社，2000年)，頁3。



圖一 天基雷射武器系統示意圖

資料來源：〈中國激光武器完爆美國 殺傷距離3萬公里〉，《軍事頭條》，2015年11月14日，
<<http://www.milnews.com/2015/1114/11862.shtml>>(檢索日期：西元2016年01月06日)。



圖二 美軍YAL機載雷射武器系統

資料來源：〈改變未來戰爭的十大先進武器〉，《WECHAT中文網》，2015年9月21日，
<<http://wechat.secondlifetw.com/archives/53430>>(檢索日期：西元2016年01月06日)。

2.戰術性雷射武器：

可發射低能量之雷射，主要做為防空用途；對付敵戰術飛彈、飛機及火箭，使其喪失或降低作戰效能；依作戰平台之不同主要區分艦載、車載及陸基等三種。

3.戰鬥用雷射武器：

為一種能量較低之雷射裝置，其外型類似單兵武器(如步槍或手槍)，又稱為雷射

槍，特性是體積小、重量輕，殺傷距離約1,500公尺，主要用於陸戰或反恐行動；戰鬥用雷射武器種類主要包括以下二種：

A.致盲雷射槍：

主要對付具光、電系統之裝甲砲車、指管通情蒐系統與其操作人員，雷射光束可燒毀武器裝備內之電子元件及造成操作人員眼睛失明。

B.致僵雷射槍：

外型如一般常見的步槍或手槍。該種武器是利用紫外線雷射器所發出之光束產生一種帶電流的"致僵射線"射向目標，被擊中者全身肌肉神經會發生抽搐、痙攣情形，直至僵硬而喪失行動能力；但由於電流能量不高，不會危害被擊中者的生命。

(二)雷射武器的破壞效應及殺傷力

1.雷射武器在運用時會產生以下三種破壞效應：

A.燒熔效應：

高能雷射光束在擊中目標時，瞬間會產生高溫，目標發生汽化、熔化、穿孔甚至爆炸等現象。

B.激化效應：

雷射光束擊中目標時，高溫光束會使目標材質產生重大的反衝作用，新形成的壓縮波將使目標表層產生斷裂現象。

C.輻射效應：

雷射光束在擊中目標時，所產生之輻射線會立即燒毀目標內部的電子元件。⁹

2.雷射武器的殺傷力：

9 呂明春、梁紅衛，〈高能激光武器及其技術發展〉，《激光雜誌》，第29卷第1期，2008年，頁2。

A.在人體方面：

可造成飛機飛行員、戰甲砲車駕駛、火砲操作人員眼睛失明、頭腦昏眩、身體灼傷或肌肉僵硬，甚至內出血而死。

B.在武器裝備方面：

輕者可使目標(如衛星、飛彈、飛機、船艦、戰甲砲車等)光電系統燒毀而喪失或降低功能，重者則會使目標瞬間產生高溫而爆炸。¹⁰

(三)雷射武器的特點

1.速度快與操作靈活

雷射武器所射出之「子彈」，以每秒高達30萬公里的光速飛行；在操作上極為靈活，對於突發性之目標可迅速反應，可有效減少遭飽和攻擊之威脅。

2.無後座力：

傳統的武器在射擊時均會產生後座力，而影響命中率，故必須在武器系統設計時加入減緩機制，以提高武器射擊穩定性及命中率；雷射武器射擊時無後座力產生，故在系統設計方面可較為精簡。

3.射程遠與射擊精準：

雷射武器可高度集中能量實施遠距離射擊；具有良好的指向性，對攻擊目標不必計算前置量，命中精度極高。

4.不受電磁波干擾：

在複雜電磁環境中，雷射光束不會受到電磁波的干擾，遭雷射武器鎖定之目標，無法使用現行電子反制手段脫離雷射武器攻

擊，且目前亦無預警系統可供武器操作者預警。¹¹

5.造價低廉與高效之作戰效能：

雷射武器與現行最先進的「刺針」及「愛國者」兩種防空飛彈以每發成本比較，雷射武器僅數千美元，「刺針」飛彈為2萬美元，「愛國者」飛彈30～50萬美元；在作戰效能比較上，「刺針」及「愛國者」兩種防空飛彈命中率亦遠低於「瞬發即中」的雷射武器。

6.具全天候作戰能力：

雷射武器在使用上不受天候與時間限制，具有全天候可遂行作戰能力。

(四)雷射武器的弱點

1.無法於水中使用：

雷射光束受功率影響較無法穿透深厚的海(江、河)水，故使用方面仍以水面上空間為主。

2.目標易受地形限制：

雷射光束以直線方式前進，受地球曲度影響，陸基型及車載式易受地形限制而無法攻擊目標，機載及天基雷射武器受地形影響較小。

3.易受不良天候之影響：

雷射武器在射擊時，所產生的光束在大氣中傳輸期間，易受雨、霧等大氣分子的吸收與散射而導致強度減弱，降低對目標的殺傷效果。

二、電磁波武器

10 龔建強，〈未來長空中的新霸主--雷射武器〉，《空軍學術月刊》，第566期，2004年1月，頁92-103。

11 劉銘，〈國外激光武器技術的發展〉，《艦船電子工程》，第202期，2011年1月，頁2。

1961年10月31日，前蘇聯在新地島上空35公里處進行氫彈試驗，結果不僅毀滅附近的一切建物，還破壞數千公尺範圍內的電子系統及地面防空雷達，導致無法探測空中的飛行目標，部隊1個多小時處於通訊中斷無法指揮狀態。1963年7月9日，美國在太平洋的約翰斯頓島上空40公里處進行空爆核試驗後，距140公里外的檀香山卻陷入一片混亂。防盜警報器亂響，街燈瞬間熄滅，動力設備上的繼電器被燒毀，當時人們並不瞭解原因，後來經過研究才發現是氫彈爆炸所產生的電磁脈衝造成的惡果。

(一)電磁波武器的種類區分：

目前正在研製的電磁波武器有微波波束武器和電磁脈衝武器(又稱微波炸彈或電磁脈衝彈)兩類(如圖三)。

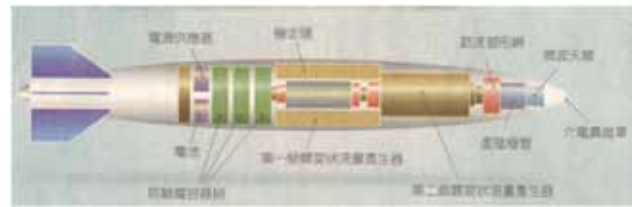
(二)電磁波武器的破壞效應及殺傷力(如表一)

1.裝備系統破壞：

產生高強度電磁脈衝對目標的電子線路和元件構成嚴重破壞，影響頻段從極低頻到超高頻，因此，可破壞大範圍內一切正在使用的電子、資訊、通信系統，影響正常的生產和生活，帶給民眾巨大的心理壓力。¹²

2.人體傷害：

低頻和極低頻電磁波武器威力較小，對人體細胞無害。它會改變人體的新陳代謝，特別是干擾甲狀腺的功能，使人的反應速度降低，記憶力減退，動作變得笨拙。



圖三 MK84非核爆電磁脈衝彈示意圖

資料來源：〈電磁脈衝－摧毀電子系統威力大〉，
《軍事新聞辭典》，2005年12月19日，
〈[http://www4.tcgsc.tc.edu.tw/lib/network/
military.htm](http://www4.tcgsc.tc.edu.tw/lib/network/military.htm)〉(檢索日期：西元2016年04月22
日)。

表一 電磁脈衝對武器裝備損害評估表

	裝備類別	裝備操作中	裝備停放中
航空器	線傳飛控戰機	極嚴重	嚴重
	機械操控飛機	嚴重	中度
	直升機	中度	輕微
艦艇	飛彈巡防艦	極嚴重	嚴重
	攻擊潛艇	潛航無影響	嚴重
	飛彈巡邏艦	中度	輕微
陸軍	主力戰車	嚴重	中度
	自走砲	嚴重	中度
	防空飛彈	極嚴重	嚴重
通用裝備	電子通訊系統	極嚴重	嚴重
	傳統火炮	無影響	無影響
	步機槍、機砲	無影響	無影響

註：戰力保存指數，以五分法區分
無影響100~80%，輕微90~60%，中度60~40%，嚴重40~20%，極嚴重20~0%

資料來源：〈電磁脈衝－摧毀電子系統威力大〉，
《軍事新聞辭典》，2005年12月19日，
〈[http://www4.tcgsc.tc.edu.tw/lib/network/
military.htm](http://www4.tcgsc.tc.edu.tw/lib/network/military.htm)〉(檢索日期：西元2016年04月22
日)。

(三)電磁波武器的特點

1.最大的特點就是"乾淨"，它通過發射電磁波或微粒子，對遠距離目標進行攻擊。受到攻擊的敵人會瞬間失去抵抗力，但對建築

12 《台灣wiki》，〈<http://www.twwiki.com/wiki/%E9%9B%BB%E7%A3%81%E6%AD%A6%E5%99%A8>〉
(檢索日期:西元2016年2月1日)。

物不會造成實際的破壞。

2.電磁波武器和常規武器相比有三點不同：一是傳統武器必須借助火藥燃燒才能"發威"；而電磁波武器的破壞力則來自微波產生器。二是在電磁波武器中，沒有子彈、炮彈，它發射的是電磁波和粒子束，速度是以光速傳播。三是傳統的武器主要依口徑大小分類，電磁波武器則依所發射電磁波的波長或頻率分類。¹³

三、微波武器

高功率微波是指峰值功率在100兆瓦以上，使用頻率在1~300GHz之間的電磁波。高功率微波源產生的微波，經由高增益定向天線，發射出高功率、能量集中、具有指向性特徵的微波波束，成為一種新型且威力強大的殺傷性武器(如圖四)。¹⁴

(一)微波武器的種類區分

高功率微波輻射效應從低到高可劃分為三級。第一級，類似超級干擾系統，功率高於現有干擾系統，能完全壓制敵方通信和雷達系統；第二級，功率足夠破壞敵方電子系統中的微型電路，造成系統功能降低或失效；第三級，類似微波爐，能夠加熱目標。

(二)微波武器的破壞效應及殺傷力

1.電效應：

是指高功率微波在射向目標時會在目標結構的金屬表面或金屬導線上感應出電流或電壓，對目標上的電子元件產生多種效應，

表二 高功率微波武器效應一覽表

	功率	效應
干擾作用	$0.01 \sim 1 \mu\text{W}/\text{cm}^2$	使相應工作頻段上的雷達，通信設備不能正常工作
	$0.01 \sim 1 \text{W}/\text{cm}^2$	通信、雷達、導航等系統的微波器件性能顯著下降或失效，使小型計算機CPU失效
軟殺傷作用	$10^2 \sim 10^3 \text{mW}/\text{cm}^2$	機殼產生瞬間電磁場，進入殼體內部電路，產生感應電壓，使其功能紊亂；如果感應電流過大，將燒壞電路中的器件，任何工作頻段的電子系統都失效
硬殺傷作用	$10^2 \sim 10^3 \text{mW}/\text{cm}^2$	強場作用引起非線性效應，能在瞬間摧毀目標，引爆炸彈、飛彈、核彈等武器
對人員的影響	$3 \sim 10 \text{mW}/\text{cm}^2$	人員產生神經錯亂，行為失誤
	$80 \text{mW}/\text{cm}^2$	持續1S可使人死亡

資料來源：翁凌雯，侯德亭，牛忠霞，林竟羽，周旺<定向能武器及其應用>，《航天電子對抗》，第21卷第5期，2005年，頁15。

造成電路元件的狀態反轉、性能下降或半導體結構遭到擊穿破壞。

2.熱效應：

是指高功率微波對目標加熱導致溫度升高造成電路元件和半導體結構燒毀，並使半導體結構出現二次熱擊穿等。

3.生物效應：

是指高功率微波照射到人體或其他動物後所產生的效應，可分為非熱效應和熱效應。非熱效應是指當遭較弱的微波能量攻擊時會產生神經紊亂、心肺功能衰竭、行為失控、眼睛失明等。熱效應是由較高的微波能量攻擊時會產生被燒傷或燒死的現象。¹⁵

13 《無擾文檔》，<<http://www.51wendang.com/doc/5a8bad876bebf14a59f6a5eb>>(檢索日期：西元2016年2月1日)。

14 《台灣WORD》，<<http://www.twword.com/wiki/%E5%BE%AE%E6%B3%A2%E6%AD%A6%E5%99%A8>>(檢索日期：西元2016年2月1日)。

(三)微波武器的特點

1.微波武器射束以光速攻擊目標，幾乎是瞬時抵達遠距離目標，使瞄準與攔截問題簡化，同時目標避開損傷的能力也大幅度下降。

2.微波武器既可作為攻擊武器，又可作為防禦武器。

3.微波武器的攻擊能力可依目的進行調整，區分致命、非致命、干擾或損傷等不同傷害程度。

4.微波武器是一種區域武器，具有同時攻擊多個目標能力；且微波武器與常規彈藥相比攔截目標的成本相當低。在進行飛彈防禦時，攔截每枚火箭需消耗數百萬美元，而微波武器每發只消耗幾千美元就能取得相當的殺傷率。

5.射束不受重力影響。由於射束沒有質量，因此擺脫了動力學與空氣動力學的限制，無需常規彈藥確定彈道軌跡所需的複雜計算；且具有長時間重複交戰能力。

(四)微波武器的弱點

1.由於微波武器的發射功率很大，在作戰時對一定範圍內友軍部隊的電子設備和通訊情報系統形成干擾或毀壞。

2.微波經由大氣層傳播時，大氣中的水蒸汽、氧氣和雨水對微波具有吸收作用而降低其效能。

四、粒子束武器

利用高能強流粒子加速器，將注入其中的電子、質子及各種重離子的帶電粒子加速到光速，然後用磁場將它們聚集成密集的高能束流並射向目標，利用這些高能粒子束把大量能量在極短時間內傳遞給目標，通過它們與目標物質發生相互作用達到殺傷、摧毀目標的武器。

(一)粒子束武器的種類區分

粒子束武器如按射程可分為近程、中程、遠程及超遠程；按部署方式可分為陸基、艦基和天基；按粒子的性質可分為帶電粒子束和中性粒子束武器。

(二)粒子束武器的破壞效應及殺傷力

高能粒子束射中目標通過電離損失與輻射相互作用沉積在目標物質中的能量產生三種破壞作用：

- 1.使材料汽化或融化。
- 2.提前引爆目標中的炸藥(如使推進劑點火或炸藥爆炸)或破壞目標的熱核材料。
- 3.破壞目標的電路元件，使電子裝置失靈。¹⁶

(三)粒子束武器的特點

1.粒子束武器發射的粒子束以接近光速運行，飛行時間幾乎等於零，任何飛彈都逃避不了粒子束武器的攔截。

2.粒子束武器發射的高能中性粒子束或帶電粒子束都會與目標物質產生相互作用，且具有很強的穿透能力以摧毀目標。

15 宮健、王春陽、郭藝奮，〈高功率微波武器作戰效能建模及仿真〉，《現代防禦技術》，第36卷6期，2008年12月，頁33。

16 朱建新、劉保成、邱蜀林，《現代軍事技術教程》(北京：國防大學出版社，2001年)，頁333-334。

3. 粒子束不受雲、霧及烟等自然環境和目標反射的影響，也不會因目標被遮蔽或受到干擾、電子反制而失效，其全天候和抗擾性能較好。

4. 粒子束瞬間穿入目標破壞，不需對目標持續攻擊，利於短時間內攻擊多目標。

(四) 粒子束武器的弱點

1. 帶電粒子在大氣層傳輸時，由於帶電粒子與空氣不斷碰撞，造成能量快速衰減，另中性粒子無法在大氣層傳輸。

2. 帶電粒子束及中性粒子束在大氣層傳輸時有散焦現象，故只能打擊近距離目標。

3. 受地球磁場影響，會使波束彎曲，從而偏離原來的方向。¹⁷

4. 粒子束武器除了束動能達幾百兆電子伏特外，對束的散度和直線傳播的要求十分苛刻。散度過大，射束無法把殺傷目標所必需的能量沉積到目標；偏離直線軌道的傳播將使射束無法命中。空間電荷效應使粒子束散度增大，地球磁場使粒子束的傳播偏離直線軌道，因此，對射束的聚焦和固定直線軌道是發展粒子束武器的兩項關鍵性技術。

五、聲(音)波武器

1957年，法國科學家加夫雷奧因一場怪病而發現次聲波對人體的傷害，從而開啟聲波武器的發展。¹⁸1972年法國人發明了第一台次聲波產生器，它產生的次聲波能傷害到5公里以外的人員，同時他們驗證了頻率為7Hz

的次聲波對人體能產生致命的傷害，這使得他們意識到次聲波武器具有巨大的潛能，該種武器具有極強的穿透和滲透能力，可直接穿透建築物，達到殺傷內部人員的目的。¹⁹

(一) 聲波武器的種類區分

人耳能感覺到的聲波頻率範圍是20至20,000Hz，頻率高於20,000Hz的是超聲波，頻率低於20Hz的是次聲波。在20世紀30年代，生理學研究證明人體各器官都有一個固定的振動頻率，這些頻率在3至17Hz之間。次聲波武器按照其發射的頻率不同，作用於人體的部位不同，可分為"神經型"和"器官型"次聲波武器。

(二) 聲波武器的破壞效應及殺傷力

1. "神經型"次聲波武器發射的頻率和人腦的固有頻率極其相近，作用於人體時會刺激人的大腦產生共振，使人的注意力無法集中，難以進行複雜細緻的工作，喪失一定程度作戰能力，嚴重時還會引起頭痛、噁心、神經錯亂、癲狂，甚至休克昏厥，完全喪失戰鬥力。

2. "器官型"次聲波武器發射的頻率和人體內臟器官的固有頻率接近，作用於人體時內臟器官便會產生強烈的共振，致使人員呼吸困難，肌肉痙攣，甚至使血管破裂，內臟遭受損傷，嚴重時就會造成人員死亡，屍體破裂。

(三) 聲波武器的特點

17 袁俊，〈粒子束武器及其研究述評〉，《中國航天》，第4期，2001年4月，頁44。

18 吳曉東，〈次聲波武器—未來戰場上的無聲殺手〉，《中學物理》，第31卷第1期，2013年1月，頁84。

19 王秀敏，〈次聲波武器及其物理基礎〉，《大學物理》，第18卷第5期，1999年，頁1。

1.隱蔽性好，傳播速度快，使敵人在不知不覺中遭到襲擊。

2.穿透能力強，作用距離遠，即使敵人躲在掩體內，甚至躲在深海的潛艇裡，也難逃脫攻擊。

3.由於次聲波武器的殺傷機理是作用於人體，不會摧毀敵方的武器、彈藥及其他設施，因而可以將這些東西變為己用。

4.次聲波武器的機動性較好，可用於單兵，也可車載、機載。

綜上所述，以使用相同發射功率情況可分析五種定向能武器之優缺點比較分析如下(如表三)：

美國發展現況與運用

美軍從20世紀60年代起就開始研究高能定向武器在軍事領域裡的應用，經過幾十

表三 定向能武器性能分析表

	速度	打擊範圍	技術成熟度	打擊距離	受自然環境影響	機動性
雷射武器	光速	以精準打擊為主	已成熟	遠	較大	較佳
電磁波武器	光速	以大範圍打擊為主	已成熟	遠	較小	較佳
微波武器	光速	以大範圍打擊為主	已成熟	遠	較小	較佳
粒子束武器	光速	以精準打擊為主	發展中	較近	較大	多屬固定載台
聲波武器	較慢	以大範圍打擊為主	已成熟	較近	較小	較佳

資料來源：本研究整理

年的探索，在氟化氫、氟化氙、氧化碘等化學雷射雷射器、固體雷射器和自由電子雷射器等的高能雷射武器應用領域不斷取得技術突破，故其技術水準等各方面都領先世界各國。

目前美國陸、海、空三軍都在積極進行高能雷射武器的研製計劃，主要有天基雷射武器計劃、機載雷射武器計劃、雷射反衛星計劃、車載戰術高能雷射武器計劃以及艦載雷射武器計劃等，其應用領域涉及反衛星作戰、戰略和戰區彈道飛彈防禦、陸基防空和艦船自衛等各個戰略和戰術作戰領域。²⁰

一、美國目前的主要高能雷射武器研製項目

(一)天基雷射武器

這種雷射武器作戰平台可裝置在距地表1,300公里高的太空站及衛星上，有效射程將可遠達5,000公里，主要在執行敵國運行於太空中之太空站、衛星及飛行於9至11公里高空中之各型戰略導彈。²¹美國為爭奪太空霸權，曾先後提出"天基雷射武器"計劃、"智能卵石"計劃、"魔鏡"天基雷射武器計劃等，但因在關鍵技術上難有突破而進展緩慢，有的甚至中途夭折。

由於雷射在太空具有傳輸距離遠、能量衰減少等特點，使其逐漸從太空武器中脫穎而出，太空作戰手段正從傳統的以動能反衛星武器，轉向以定向能武器為主。美軍天基雷射項目計畫在距地表700至1,300公里的高

20 石嵐、王宏，〈美軍高能激光武器發展分析〉，《無擾文檔》，2015年12月21日，〈<http://www.51wendang.com/doc/9a40db456a0286bb50c26cbf>〉(檢索日期:西元2015年12月21日)。

21 龔建強，〈未來長空中的新霸主--雷射武器〉，《空軍學術月刊》，第566期，2004年1月，頁93。

度部署20至40顆攜帶高能雷射武器的衛星，每個雷射武器系統自身儲存的燃料能滿足與100個目標交戰(如圖五)。²²

(二)機載雷射武器：

機載雷射武器系統於2004年至2008年進行量產，在2005年至2006年間完成首批3架的戰力組合。洛克馬丁公司設計的機載雷射是採用化學氧化碘雷射，同時配置突破性透鏡，可從數百公里外把飛彈擊成碎片。美國機載雷射武器是美國投入最多也是最接近實戰的雷射武器，它主要攔截處於助推段的彈道飛彈，並可用作飛機反飛彈自衛作為。2007年，ABL完成首次空中發射試驗，驗證



圖五 美軍天基雷射武器想像圖

資料來源：溫睿，〈天基系統：戰爭空間拓展的象徵〉，《中國社會科學報第217期》，2011年8月25日，〈<https://www.google.com.tw/url?sa=i&rc=j&q=&esrc=s&source=images&cd=&ved=0ahUKEwInrYS25anMAhWGE5QKHd-CAzEQjxwIAw&url=http%3A%2F%2Fwww.csstoday.net%2Ffxuekepindao%2Fjunshixue%2F6589.html&psig=AFQjCNHeSHym69aAEIj7MFNHSwMpPbx8TQ&ust=1461673674095528>〉(檢索日期:西元2016年01月06日)。

對目標的跟蹤能力、低能照射能力以及對大氣環境的補償效果。2008年12月，美軍又進行機載雷射武器的空中發射試驗，試驗證明雷射武器系統可以成功跟蹤照射目標並將其摧毀。由於ABL雷射武器摧毀彈道飛彈所需的能量太高，當前技術無法突破，最終導致該計畫被取消。

(三)陸基雷射武器：

美國新墨西哥州白沙飛彈試射場的「MIRACL」雷射武器，在1997年試射中就曾破壞432公里外的美國衛星。1996年美國與以色列開始共同合作研發一種以氟化氙化學雷射為主體的「戰術高能雷射」系統(THEL)，來協助以色列北部城市防禦短程戰術飛彈之攻擊(如圖六)。

2000年6月在白沙飛彈試射場中，成功擊落俄製「卡秋沙」火箭彈，之後還進一步驗證它具有攔截一般砲彈及迫擊砲彈的能力。



圖六 美軍「戰術高能雷射」系統

資料來源：《MISSILE THREAT》，< <http://missilethreat.com/defense-systems/tactical-high-energy-laser-thel/>> (檢索日期：西元2016年01月06日)。

22 鐘福明，〈呼之欲出的"激光戰"〉，《中國共產黨新聞網》，2015年8月13日，〈<http://cpc.people.com.cn/BIG5/n/2015/0813/c83083-27456125-2.html>〉(檢索日期:西元2016年1月30日)。

該計畫後來更延伸為發展車載的「機動戰術高能雷射」，體積將大幅縮小，整個系統所有的組成，包含雷射發射裝置、雷射燃料、及追瞄射控系统，皆裝載於三部聯結拖車上(如圖七)。²³

(四)艦載雷射武器：

美國海軍已在龐塞號艦上裝設雷射炮，並自2014年8月起測試，未來能隨時應用於真正的軍事用途上，擊落敵方的無人飛機、船艦等(如圖八)。

(五)戰鬥機機載雷射武器

空軍已經確定裝載固體雷射器的第1個可能載台是F-35聯合攻擊戰鬥機。戰鬥機的發動機除了產生推力外，還可產生高額の電力，是固體雷射器的理想載具。這種戰鬥機機載雷射器，主要用於致盲臨近的飛彈，特別是紅外線或雷射導引飛彈，也可以用來攻擊其他戰鬥機的易損部位，如燃料箱、飛



圖七 美軍機動戰術高能雷射系統

資料來源：〈美軍“激光戰車”有望明年服役〉，《網易》，2012年10月21日，〈http://news.163.com/12/1021/02/8EAA9I5600014AED_all.html〉(檢索日期:西元2016年01月06日)。



圖八 美軍龐塞號艦載雷射系統

資料來源：〈美兩棲運輸艦部署激光武器 海軍發布測試片段〉，《東網》，2014年12月11日，〈http://hk.on.cc/int/bkn/cnt/news/20141211/bkni-20141211161714202-1211_17011_001.html〉(檢索日期：西元2016年01月06日)。

彈、飛控系统，使飛機不能繼續作戰(如圖九)。

(六)單兵雷射武器：

戰鬥用雷射武器主要有致盲雷射槍及致僵雷射槍兩種。



圖九 美軍F-35搭載雷射炮的概念圖

資料來源：江飛宇，〈洛馬公司公布戰機雷射炮概念影片〉，《中時電子報》，2016年4月12日，〈<http://www.chinatimes.com/realtimenews/20160412005500-260417>〉(檢索日期:西元2016年04月14日)。

23 陳子江，《國防科技》(台北：國防部總政治作戰局，2011年)，頁51-52。

1.致盲雷射槍：

美國曾研製一種稱為「馬刀-203」的雷射武器，這種武器安裝在普通步槍的槍管下，可以發射在300公尺內使人眼受傷的低能量雷射。

2.致僵雷射槍：

外型有長、短兩種，發射由紫外線雷射器發出的光束，被擊中者全身肌肉神經會發生抽搐、痙攣，直至僵硬而喪失行動能力。但電流超過250毫安後，會干擾被攻擊者心臟跳動的節律。調節雷射槍的發射波長，「致僵射線」還可以用來破壞裝備內部微晶片，使裝有微晶片的飛機、坦克、汽車、艦船及其他武器系統失效，喪失戰鬥能力。

(七)電磁脈衝炸彈：

在伊拉克戰爭中，海珊的地下指揮控制設施、伊拉克軍隊的光纖通訊網路都是重點攻擊對象。美軍利用電磁脈衝炸彈破壞在建築物中的伊軍武器系統，但沒有使城市建築物和平民住宅遭到破壞。

(八)高功率微波武器：

美國早在1987年開始招標的平衡技術倡議計劃中，就將高功率微波武器技術列為一項關鍵技術，並在此基礎上致力於小型高功率微波源、小型高功率高增益超寬帶天線、小型高效高功率脈衝功率驅動器的開發，以便航空器的運載。美國海軍陸戰隊成功研發出一種無聲無形的電磁波武器，能讓人產生厭惡感並立刻逃離現場，成為可應用於軍事

上的最新安全非致命武器。在發布會上示範武器的美國海軍陸戰隊上校塔福拉表示，這種威力強大的電磁波武器名為"主動拒絕系統"，射程達1,000公尺，是"最安全的非致命武器"，只曾在2010年於阿富汗短暫部署，從未參與戰鬥。²⁴

二、美國未來高能雷射武器發展中需解決的關鍵技術

(一)研制性能優異的高能雷射武器以裝備各型載具進行自衛或對付反艦巡弋飛彈、無人飛機、小型艦艇及其他威嚇。其他軍種也都在加強聯合開發高功率固態雷射的力度，爭取盡早裝入戰車和飛機。

(二)發展高精度瞄準系統，使發射波束能跟蹤瞄準飛行中的目標，並使雷射鎖定在目標的某一固定點上。

共軍高能定向武器發展趨勢

一、發展演進與現況

中國大陸定向能武器的研發始於1964年，雷射武器研究是中國大陸早期反彈道飛彈640工程的一部分，雷射子工程「640-3項目」由中國科學院上海光學精密機械研究所負責研製大功率雷射產生器，以攔截彈道飛彈以及高空太空飛行器。中國大陸利用其情報機構、華裔科學家及透過特殊管道分別竊取美、俄、法及德等國家的高科技技術及研究成果，而完成了具有工程規模的大口徑(120毫米)振盪-放大型雷射系統，最大輸出能

24 《台灣WORD》，< <http://www.twword.com/wiki/%E4%B8%BB%E5%8B%95%E6%8B%92%E7%B5%95%E7%B3%BB%E7%B5%B1> > (檢索日期:西元2016年2月1日)。

量達32萬焦耳，並成功進行打靶實驗，中國大陸雷射武器的研發至此已初具雛型。²⁵

1986年3月3日中共原子彈之父王淦昌和另外3位科學家向中國大陸中央提出了一項名為「八六三計畫」，²⁶1989年中國大陸為加速其雷射武器的發展，訂定「神光計畫」，²⁷使雷射技術更加成熟。1990年研發出一種供陸戰用的手提式小型致盲性雷射武器，中國大陸因而成為繼美、俄、英、法、德之後擁有同級裝備的國家。

在1996至1997年間，中國大陸成功研發出另一種新型的防空雷射武器—雷射炮，稱為「神光二號」，「神光二號」號稱可在10億分之1秒內產生出相當於全球電力總和的數倍功率。²⁸1999年10月，中共將雷射炮正式裝備部隊開始服役，同時建立以雷射炮為主的縱深反擊武器系統。

二、現有裝備

(一)雷射武器：

1.戰略性高能雷射武器：

已初步研發成功。共軍於2004年初成功地研發出防衛(殺手)衛星該種高能雷射武器主要在對付敵對國飛行於低軌道的各型衛

星。

2.戰術性高能雷射武器：

已研發成功並量產，同時於1999年底正式裝備艦隊開始服役。該等高能雷射武器概可區分為防空用、海防用、空戰用及陸戰用等四種，除已裝配(備)於陸軍第三代新型坦克(ZTZ-98 II式)中以供運用外，共軍的雷射武器另一代表作為99式主戰坦克上的「雷射壓制觀瞄系統」，該系統安裝在坦克炮塔左後方的旋轉平台上，該設備能持續發射100兆焦左右功率的藍綠雷射，其威力足以燒傷二公里外敵軍士兵的視網膜，或直接對光電設備造成毀傷(如圖十)。

3.低能致盲雷射武器：

1995年在第三屆國際防務展覽會上(IDEX95)，中國大陸展示了一種代號ZM-87的陸戰用雷射武器，主要對付戰場上之敵戰鬥人員與武器觀通系統，ZM-87雷射武器射程可達3,000呎，被擊中的人會產生目眩而導致眼盲或重創用光電儀器向己方瞄準或射擊的敵人，共軍已將該種武器配備於特戰部隊及部分快速反應部隊使用。²⁹目前唯一通過共軍軍事醫學科學院生物效能鑑定的雷射產品

25 《鐵血論壇》，< http://bbs.tiexue.net/post_6887919_1.html > (檢索日期:西元2016年2月1日)。

26 1983年美國提出的「戰略防禦倡議」(即星戰計劃)，歐洲尤里卡計劃，日本的今後十年科學技術振興政策等，對世界高技術大發展產生了一定的影響和震動。1986年3月3日，王大珩、王淦昌、楊嘉墀、陳芳允四位科學家向國家提出要跟蹤世界先進水平，發展中國高技術的建議。經過鄧小平批示，中華人民共和國國務院批准了《高技術研究發展計劃(「863」計劃)綱要》。中國根據本身的經濟實力，以「有限目標，突出重點」為方針，主要的科學研究集中在生物技術、航天技術、信息技術、雷射技術、自動化技術、能源技術和新材料領域。

27 《鐵血論壇》，< http://bbs.tiexue.net/post_6887919_1.html > (檢索日期:西元2016年2月1日)。

28 《鐵血論壇》，< http://bbs.tiexue.net/post_6887919_1.html > (檢索日期:西元2016年2月1日)。

29 《鐵血論壇》，< http://bbs.tiexue.net/post_4455191_1.html > (檢索日期:西元2016年2月1日)。



圖十 共軍99式主戰坦克「雷射壓制觀瞄系統」

資料來源：〈ZTZ99〉，《APL—CHINE.com》，
< http://www.apl-chine.com/apl_terre/chars/apl_terre_char_type99.html> (檢索日期：西元2016年04月14日)。

為PY132A型雷射武器，可使人產生10至60秒短暫失明(如圖十一)。³⁰

(二)微波武器：



圖十一 共軍PY132A型雷射武器

資料來源：〈中國多款單兵激光槍亮相 一款已通過軍方鑑定〉，《china.com》，2015年12月8日，< <http://military.china.com/news/568/20151208/20895069.html>> (檢索日期：西元2016年04月14日)。

即將研發成功。中國大陸及俄羅斯兩國目前正在發展太空武器(包括雷射武器、高能微波武器、電磁波武器)，以做為電子干擾、攻擊隱形飛機及反制反輻射飛彈。

(三)電磁波武器：

尚在研發中。

(四)粒子束武器

尚未研發成功。

(五)聲(音)波武器

已研發成功並正式服役與量產陸戰用之聲波武器。

三、未來趨勢

目前受限於載臺問題及裝備鈍重等因素，研判其在攻擊效能的範圍上因無法機動部屬運用於所望戰場，而僅能被動地固定運用在己身所控之領域，故在對外威脅程度上仍有所不足。共軍為突破與克服此困境，研判其將會朝以下方面發展：

(一)在發射載(平)臺方面

1.載(平)臺太空化：

2003年10月15日上午9時10分中共太空夢隨著「神舟5號」太空船的順利升空而圓夢。2004年4月25日，中國大陸將新研發的兩枚防衛(殺手)衛星發射至軌道上，並成功地摧毀指定的空中目標，此種發展現象使中國大陸角逐太空霸權的梦想逐步實現，預判其下一階段必會建立一個專屬太空站，將太空站做為定向能武器的發射載(平)臺，並與已研發成功之防衛(殺手)衛星結合，增大攻防範

30 〈中國多款單兵激光槍亮相 一款已通過軍方鑑定〉，《china.com》，2015年12月8日，< <http://military.china.com/news/568/20151208/20895069.html>> (檢索日期：西元2016年04月14日)。

圍，為日後太空戰奠定基礎。

2.防空用雷射武器載(平)臺全面機動化：

增設機動性載(平)台，將防空用高能雷射武器系統裝置在特定之船艦(尤其是未來的航空母艦)及特種卡車上，增強機動性，增加防空作戰效果。

(二)在武器類型方面

1.多樣化：

共軍繼成功研發戰略性高能雷射武器、戰術性雷射武器、聲(音)波武器後，目前正加快研發微波、電磁波、粒子束等定向能武器，期能運用各型武器系統特性搭配使用，在戰略運用上發揮最大的作戰效能。

2.小型化：

大型與笨重乃定向能武器現存最大缺點。為因應未來作戰需求，共軍除現有之戰術性雷射武器，超聲(音)波、次聲(音)波武器外，如何將戰略性高能雷射武器、電磁波武器、微波武器及粒子束武器予以小型化，對未來戰爭將產生極大的助益。

3.在戰略作為方面：

共軍未來對於定向能武器之運用將會隨著各類型武器載(平)臺完成太空化與機動化之後，由原先攔截敵空中攻擊之「防禦性作戰」戰略，轉變為「攻防兼備」的新戰略，以擴大其作戰效能。

四、戰術運用

(一)共軍可能採取之戰術作為

1.干擾、破壞各種武器系統中的電子設備，使其喪失效能：

高功率微波武器可採用與電子干擾系統相同的工作方式，對敵方通信和雷達系統

等電子設備進行干擾，產生足以暫時擾亂或致盲敵方系統的效果。使用 0.01 至 $1\mu\text{W}/\text{cm}^2$ 的微波波束攻擊目標時，會使相應頻段上的雷達、通信設備和導航系統無法正常工作；當能量密度達到 0.01 至 $1\text{W}/\text{cm}^2$ 時，可導致探測、指揮、通信、情報及武器系統中的電子元件及處理器失效或燒毀；當能量密度為 10 至 $100\text{W}/\text{cm}^2$ 的強微波波束攻擊目標時，其輻射形成的電磁場會在金屬的表面產生感應電流，通過天線、導線、電纜和各種開口或縫隙耦合到衛星、飛彈、飛機、艦艇、坦克等武器系統的電子設備電路當中，破壞各種敏感元件，造成電路功能紊亂、產生誤碼、中斷數據或信息傳輸，刪除電腦儲存的資料。如感應電流過大，則裝備外殼開口與縫隙處被電離，燒毀電路中的元件，使電子裝備和武器系統失效，整個通信網路失控。

2.高功率微波武器對精確導引武器的殺傷作用：

當使用能量密度為 1 至 $10\text{kW}/\text{cm}^2$ 的高能微波波束攻擊目標時，能瞬間引爆飛彈、炸彈和核彈等武器。

3.用作無人作戰飛機的攻擊武器：

裝備這種微波武器的UCAV的最大能力是每次任務可攻擊約 100 個目標。微波武器系統還可保護無人機免遭敵人飛彈的攻擊。作為防禦系統，微波武器可以抵擋紅外線和雷達導引飛彈的攻擊。

4.直接殺傷人員：

非熱效應指當微波照射強度低時，使飛彈和雷達的操作人員的生理功能產生紊亂(如煩躁、頭痛、記憶力減退、神經錯亂及心臟

功能衰竭等)。熱效應指在高頻率微波照射下，造成人的皮膚灼熱，眼睛白內障，皮膚內部組織嚴重燒傷和致死等。

五、對臺海作戰之影響

(一)強點

1.擁有戰略性及戰術性高能雷射武器：

共軍發展雷射武器甚早，目前研發成功的雷射武器種類已有8種，其中以1996年、1997年及2004年期間所成功研發出的新型的戰略性反衛星雷射武器及戰術性防空雷射武器—「雷射砲」較為出色與受人矚目，該等防空武器特性為攻擊速度快、射程遠、轉移火力快，除可威脅低軌道中之各型衛星外，並能精準擊中飛行中之任何型式的航空器，對空防戰力的提升助益甚大。

2.致盲雷射武器與聲(音)波武器的研發成功：

由於共軍已成功的研發出專供陸戰用之致盲雷射武器與聲(音)波武器，可對目標造成極大的殺傷力，有利陸戰效能的提高。

3.作戰空間增大：

由於共軍定向能武器的陸續研發成功，使之未來作戰空間將會由傳統的陸、海、空及電磁之後再躍升至太空作戰，空間的增大有助於戰略優勢的掌握。

4.攻防兼具：

共軍目前所研發的定向能武器，由於具有「穩定的方向性」、「射頻快速與遠距」、「打擊精準與靈活」、「全天候作戰之能力」、「高度之作戰效能」、「高度的反干擾能力」與「強大的殺傷力」之特性，未來作戰在攻防運用上更具彈性。

(二)弱點：

1.「束波能量」有限：

共軍目前所研發出相關類型的定向能武器，由於所產生的「束波能量」有限，目前僅能執行有限距離之攻擊。

2.防空雷射武器載臺多為固定化：

除新一代之飛豹戰機、殲十戰機與「ZTZ-98 II 式」戰車外，防空用之雷射武器發射載臺多屬固定式，無法機動部署，作戰能力受限。

3.防空用雷射武器機動載臺數量有限：

共軍防空用雷射武器載臺多屬固定，機動載臺數量有限，研判目前在攻擊目標的作為上，仍以其領域(土)內，「被動」的等待敵目標的接近而攻擊之，攻擊範圍受限。

結 語

面對共軍可能的武力犯臺的軍事威脅，在國防建設上必須同時擁有「矛」與「盾」，始能在防止敵人攻擊的同時，予以強烈的反擊。因此，提出以下幾點結論。

一、調整建軍構想與路線，建構高能定向武器

我方目前所採取「守勢防禦」的建軍構想與路線與共軍相較之下我方處於被動狀態。目前我國兵力整建的目標是朝向「快速反應，有效嚇阻」的方向進行；但在共軍積極發展高能定向武器的威脅下，我國建軍思想應朝向高機動化及精準打擊方面發展，避免因遭受共軍對我以高能定向武器發動突襲後，所有固定陣地可能同時遭受破壞，而導致無法反擊；我空軍目前仍以戰機為主戰

裝備，然戰機所需後勤支援複雜及天候因素限制，故我方亦應積極建構高能定向武器系統，以有效反制攻擊。我方應充分運用民間既有科技，及早發展高能定向武器，並研擬各種定向能武器防禦方式，以提升我軍存活率。

二、採取嚇阻(Deterrent)戰略

就現代軍事戰略而言，所執行的任務都可概分兩大類－嚇阻與行動；嚇阻是消極的，行動則為積極。因此，只有備戰，始能避戰。嚇阻戰略的運用便是對付戰爭威脅的重要手段之一。欲使嚇阻有效，須滿足三條件：

警訊(Communication)－讓敵人意識到對手可能使用武力。

能力(Capability)－擁有軍事實力。

可信度(Credibility)－有使用軍事武力的決心。

此三者缺一，則無法構成完整的嚇阻作為；因此，我方倘要建構嚇阻戰略，則須從上述三者著手設計。定向能武器具有射速快、距離遠及用途廣等特性，且具攻守一體之能力，利於我軍執行反制作戰所需之武器系統，如研發部屬後可有效嚇阻共軍。

三、加速引進科技並戮力建立自主國防工業

當前我國重要的軍備皆倚賴歐美先進國家的軍售，而外國對臺軍售卻最常受中共阻撓。我國應擬定高能定向武器發展策略，針對特定品項加速技術研發(如雷射)，並結合我國成熟之飛彈及雷達技術整合成武器系統，提高武器性能，並藉由自製，建立自主國防事業；統合各軍種資源與作戰需求，研

製各式載具搭載高能定向武器，提高其機動打擊能力及戰場存活率。

四、建立軍事衛星及太空武器載臺

軍事衛星可延伸偵蒐的範圍與距離，且可提供多重服務，如偵照、通信及導航定位等，具有提供預警功能，是反飛彈防衛系統中不可或缺的重要環節；共軍近年來致力於太空軍事發展，我方除面臨軍事衛星的偵搜外，未來尚須面對來自太空的攻擊；故我方亦應積極發展太空武器載臺，以提升存活率及擴展對中共打擊的範圍。

本研究最主要的貢獻為運用文獻探討本研究對各定向能武器特性、各國現有裝備及未來發展趨勢做系統性介紹，並針對後續定向能武器運用於臺海作戰所產生之影響進行研究，使讀者能對定向能武器具初步全般概念；建議後續研究者未來朝我國定向能武器發展策略及如何反制共軍定向能武器執行更深入之研究，以供國軍建軍備戰參考，有效建立嚇阻戰力。

作者簡介

鄭佳和少校，空軍航空技術學校88年班、空軍指揮參謀學院105年班；曾任區隊官、通參官、分隊長、副中隊長；研究領域：通信電子；現任職於國防大學空軍指揮參謀學院學員。

王大宇上校，空軍機校專科78年班、國防大學空軍指揮參謀學院96年班、元智大學工業工程與管理研究所博士生；曾任中隊長、科長、專業教官；研究領域：工業工程管理；現任職於國防大學空軍指揮參謀學院作戰支援組主任教官。。