



美軍雷射武器發展 對我防衛作戰運用之探討

作者簡介



王健民中校，陸軍官校正89年班、國防管理學院研究所96年班、陸院99年班、戰研所100年班；曾任排長、連長、作參官、參謀主任、大隊長、現任國防大學教官。



吳光中中校，陸軍官校正87年班、陸院正規班99年班、戰研班100年班；曾任排、連、營長、教官，現任職於國防大學陸軍學院防衛作戰組。

提要

- 一、隨著科技的日新月異，雷射的發明，帶動雷射武器的發展，各國在雷射武器的發展皆不遺餘力，美國更是積極投入雷射武器的研發。其種類區分軟破壞武器及硬破壞武器，可針對導彈、飛機、軍艦、戰車及衛星等進行破壞，亦可損害人的眼睛和光電感測器等敏感而脆弱的感官系統。
- 二、雷射武器可產生高溫、高壓的高能量光束，直接照射目標時，能於瞬間摧毀目標，其具有「快速與遠距」、「精準與靈活」及「造價低與高度作戰效能」之優越性。
- 三、高科技已經成為「現代化戰爭的原動力」，在其「高技術下的局部戰爭」影響下，雷射武器將掀起一場新的戰爭革新。當前國軍對雷射武器應瞭解其運用及將雷射武器列為重要武器獲得種類或發展項目，針對前瞻未來作戰之型態有所因應，以滿足防衛作戰之需求。

關鍵詞：雷射、雷射武器、防衛作戰

前言

因應高科技武器的發展，美國近年來積極研發雷射武器，目的是運用其具有「快速與遠距、精準與靈活及造價低與高度之作戰效能」等優越特性，目前已運用於空中、海上與陸上部隊使用，大幅提升作戰效能，也間接改變未來作戰之型態。

當前就中共而言，其武器數量與種類、部隊人數與裝備等各方面，對我防衛作戰皆產生威脅，形成強烈的不對稱。基此，唯國軍必須擁具有威嚇防禦性或能降低攻擊能力決定性之裝備，才能讓中共不輕易發起戰事，亦強化我國防衛作戰之能力。

本研究之目的與動機，係置重點探討美軍目前針對雷射武器發展及運用，進而審視我國軍部隊在未來發展武器的前瞻性提出建議；依據國軍防衛作戰的特性，若能運用雷射武器於作戰部隊中，必能增強防衛作戰能力，因此應考量將雷射武器裝備，納入建購或自行研發防衛武器之重要性，始能滿足未來作戰的需求，確維國防安全。

雷射武器的由來

雷射(LASER)一詞的英文名稱係由五個英文字的首字(Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation)所創造出的新字，它的意義是「藉著受激輻射方

式達成光放大」，因此，雷射之另一中文譯名為「激光」。¹雷射的理論牽涉到量子力學、原子物理、光學、電動力學、統計力學等物理理論，而且其製造涉及許多精密的科學工藝技術，可說是集合人類物理學、光學、材料科學、精密工藝等智慧的「文明之光」。因此，直到20世紀中後才問世。²以下謹將雷射的發明與運用概述如下：

一、雷射的發明

雷射的發明者是美國的查利·唐恩斯(Charles H. Townes)和亞瑟·夏羅(Arthur L. Schawlow)。唐恩斯的理論物理學家巴蘇夫(Nicolay G. Basov)及普赫洛夫(Aleksandr M. Prokhorov)因激光的研究而獲諾貝爾物理獎，1958年，唐恩斯的理論更進一步由maser推理到laser，1960年，美國休斯公司的科學家麥曼(Maiman)首先利用紅寶石作為增益介質，製成了歷史上第一具雷射。半年後，賈凡(Javan)等人開發出第一具氣體雷射——氦氖雷射。³

二、雷射的運用

雷射武器之組成要素為「增益介質」、「共振腔」與「激泵(pumping)能量來源」，⁴其中激泵能量來源(電能、化學能、光能……)快速地將增益介質中大量的原子由低能階激發至高能階，形成「居量反轉」(population inversion)，使介質由消耗光子轉變為放射光子，於是光訊號經過原子的受激輻射過程而放大，並藉由共振腔不斷反饋，來回通過增益介質，不斷放

1 閻吉祥，《激光武器與戰爭》，武器與戰爭紀實叢書(國防工業出版社，民國86年8月)，頁2。

2 高清源，《Newton牛頓專輯—雷射光電》(牛頓出版社，民國76年8月)，頁14。

3 林天送，《原子與分子的放送—雷射的發明》(科學發展出版社，第449期)，民國99年5月，頁66～68。

4 文經緯，《閃電殺手—激光武器》(軍事科學出版社，民國89年5月)，頁3。



大，直到形成穩定之雷射光束。⁵

雷射光這種新式光源，具有許多異於傳統光源的特性：(1)追瞄快速與精準打擊，雷射光束傳輸速度比現今任何地面火炮或空中導彈速度來的快，所以是命中率極高的快速精準武器。(2)射距遠與殺傷力強，可以接近光速的射速，對目標任何部位實施破壞。(3)無後座力與反應迅速，雷射本身無慣性，因此在發射時無後座力的問題，降低其載具結構的要求，以攔截任一方位來襲的威脅目標。(4)作戰耗費低廉費用。(5)適用於複雜電子環境下作戰，不受外界電磁波的干擾，所以在武器選擇及戰術運用上，更具彈性和威脅。⁶

目前雷射廣泛應用在許多方面，紅寶石雷射、氣體雷射、半導體雷射及在軍事領域發展上，各國列入重點科技發展項目，然而軍事領域一直是雷射最重要的應用之一，使得雷射在問世之後，各國就立即積極投入其軍事用途的研究。⁷美國氫彈之父愛德華泰勒曾經表示：「雷射是繼氫彈之後最具威力的武器」。⁸

雷射武器是運用高能的雷射對遠距離的目標進行精確射擊或用於防禦飛彈等的武器，也稱為戰術高能雷射武器，優點是反應時間短，可攔擊突然發現的低高空目標。雷射武器為導能武器中的一種，另外導能武器也包含了高能粒子束(中性氫原子束及帶電粒子束)武器、高能微波武器和定向電漿武器。⁹導能武器係指將能量集中於一小立體角之射束，如雷射光束、電磁波束、高能粒子束、甚至聲波束，直接射向目標加以殺傷或使之失效。雷射武器，基本上是由「雷射器」、「追蹤瞄準系統」、「光束控制系統」及「發送系統」等幾個部分所組成，長射程的雷射武器還需要有補償光波扭曲的「適應性光學(adaptive optics)系統」，以修正雷射光束在大氣中傳輸無可避免的扭曲及發散問題，¹⁰可分為軟殺及硬殺之雷射武器部分。¹¹

雷射武器的缺點為：容易受天候及大氣條件影響，如雲、霧、煙、塵、雨、雪等狀況，因此它無法完全取代傳統武器。此外，在作戰時能發揮較大之效能，然研

5 劉海北，〈雷射的原理與應用〉《科學發展》，第386期，2005年2月，頁18。

6 李傳臚，〈新概念武器〉(北京，國防工業出版社，1999年7月)，頁33、34。

7 蒲念文，〈全民國防教育9—國防科技〉(國防部總政治作戰局，民國100年12月)，頁50、51。

8 鄭天詰、姚福燕，〈深入浅出談軍事科技〉(可道書房出版社，2012年10月)，頁21。

9 維基百科，雷射武器是透過消耗自身大量的能源將原子激發至較高的能階，在適當的條件下使其釋放出光子與能量。其用途可裝在人造衛星上，攻擊剛起飛尚在推進階段的飛彈，或人造衛星；亦可以擊落飛機或從上空飛過的衛星，裝在船上則可打擊來襲之飛彈，<https://zh.wikipedia.org/wiki/%E6%BF%80%E5%85%89%E6%AD%A6%E5%99%A8>，2015年7月3日。

10 同註3，頁58。

11 導能武器當以低能量射束發射時，可用來追蹤、標定或干擾，或進一步破壞目標物之光電偵測裝置、攝影機、尋標器等靈敏設備或人員之眼睛，此即所謂「軟殺」；當射束之能量極高時，可直接將目標物完全摧毀，稱為「硬殺」。

發及建造成本卻是相對性較低，因此對國家的國防財力而言較無負擔。¹²

軟殺之雷射武器技術困難度較低，早在1980年代就有實戰應用，例如英阿福克蘭戰爭中，英國就曾使用軟殺雷射眩盲武器攻擊阿根廷戰鬥機。硬殺雷射武器則牽涉到很多複雜的技術，目前各國尚在不斷研發精進，但已有一些成功驗證的實例。目前美國、俄國、中共、法國、英國、以色列、印度等國家都在積極發展高能雷射武器，預期在本世紀內將正式登上實戰的舞臺，徹底顛覆戰場樣貌，在這一方面國軍須及早採取適切的作為。¹³

雷射武器發展

雷射武器必須使用高能雷射器，所謂「高能」並沒有嚴格的定義，大略來說，可產生能量射束功率大於數十KW的連續波雷射，或可產生脈衝能量大於1KJ的脈衝雷射皆可歸類為高能雷射。¹⁴但是如果要達到「硬殺」雷射武器的水準，則須高達數百KW至數MW的功率。¹⁵這類高能雷射可藉由電能、化學能、光能等方式加以激發，依其雷射介質種類可區分為氣態

雷射、液態(染料)雷射、固態雷射、離子雷射、自由電子雷射等。¹⁶

雷射武器較常用之高能雷射器有氣動力二氧化碳雷射、氟化氙化學雷射、氟化氫化學雷射、氧碘化學雷射、摻釹玻璃固態雷射、摻釹鋁石榴石固態雷射、自由電子雷射等。¹⁷有關雷射武器的分類及美軍雷射武器發展現況說明如下：

一、雷射武器的分類

(一)從攻擊目標言

雷射武器可分為「硬破壞和軟破壞」兩類雷射武器。¹⁸硬破壞雷射武器可直接摧毀飛機、導彈等武器裝備，相較之下，軟破壞雷射武器則專責損害人的眼睛和光電感測器等敏感而脆弱的感官系統。¹⁹

硬破壞雷射武器，²⁰研製的重點在於發展高能雷射裝備(如二氧化碳氣動雷射器、氟化氫化學雷射器等)，以掌握高能雷射是如何對金屬、非金屬材料造成破壞，以及生產雷射精密瞄準——跟蹤裝置等。此類武器使用來攻擊敵人裝備，特別是飛機、直升機和飛行中的火箭、飛彈等。軟破壞雷射武器，²¹主要在研製傷害

12 國防部，《國軍軍語辭典：第十章國防科技與武器系統研發》(臺北，民國93年3月15日)，頁79。

13 鄧坤誠，〈非致命性武器—雷射致盲性武器探討〉《陸軍步兵學術雙月刊》，第195期，民國89年3月，頁75。

14 同註2，頁59。

15 同註5，頁51。

16 閻偉中、梁振民，〈高能雷射武器簡介〉《新新季刊33卷1期》，民國94年1月，38、39頁。

17 尚景賢，〈雷射武器〉《科學發展月刊》，第420期，民國96年12月，頁64。

18 《新概念武器》(新概念武器編委會，航空工業出版社，98年5月)，頁28。

19 同註13，頁55。

20 「硬破壞雷射武器」的重點在於攻擊飛機、直升機和飛行中的火箭、飛彈等高效能裝備武器。

21 於下頁。



人類感官系統、破壞光電感測器的武器，發展利用飛機裝載所謂先進的光學干擾吊艙。它能擾亂人的視覺，達到「眩目」的效果，使人暫時喪失行為能力，而且它重量只有1公斤，使用起來很方便。²²

雷射的運用除了在一般武器系統上，更被積極地發展成為反衛星武器。1997年10月17日美軍在新墨西哥州白沙飛彈試驗場，進行首次雷射反衛星試驗，藉由高能雷射光來影響或破壞衛星的運作功能；²³對目前極度依賴衛星的高度資訊化戰爭而言，是十分重要的運用。除了從地面上發射雷射外，目前已積極研究將雷射發射器送上太空軌道，直接由太空中進行攻擊。²⁴

(二)依武器用途言

雷射武器可分為兩類：一是戰略型雷射武器，²⁵屬於遠端雷射武器，主要攻擊目標為遠距離發射的洲際導彈、中程導彈，也可用於攻擊軍用飛機與軍用衛星

；另一是戰術型雷射武器，²⁶屬於近程雷射武器，主要有使人致盲的雷射槍，也有用來對付來襲飛機、導彈、軍艦、戰車的雷射砲。²⁷

雷射致盲槍為一種近程雷射武器，也是最早研發出一種雷射武器，專門發射雷射光束來灼傷人眼(如圖一)。雷射致盲槍由雷射器、瞄準跟蹤系統及光束控制和發射系統構成，能產生使人致盲的雷射光束。雷射致盲槍速度快、靈活性好、精確度高，瞬發即中，可使人的眼睛瞬間受到嚴重傷害，甚至致盲。²⁸另有些雷射致盲槍是將雷射器直接安裝在步槍和其他輕武器上，可像普通步槍那樣瞄準、射擊，發射能使人致盲的雷射光束。

雷射眩目鏡也是屬於近程雷射武器，裝載在軍艦上，為一種艦載雷射武器。英國所研製的其中一種雷射眩目鏡，外型呈長方形，長約1.5公尺，如同一門小

- 21 「軟破壞雷射武」，置重點於傷害敵人的眼睛和光電感測器等敏感而脆弱的感官系統，使其影響操控武器、系統人員。
- 22 D.A. Fulghum, "Microwave Weapons Await a Future War," Aviation Week & Space Technology, Vol.150, No.13, Jun. 1999, p.30.
- 23 <http://www.globalsecurity.org/space/library/news/1997/bmd970331c.htm>
- 24 〈歷史性躍進美雷射砲測試成功表現「近乎完美」〉《青年日報》，<http://news.gpwb.gov.tw/>，民國103年12月12日。
- 25 「戰略型雷射武器」，用於摧毀或干擾敵太空站、軍用衛星、導彈、戰略型飛機及地面目標，可用於遏止攜帶化、生、放、核彈頭的飛彈所造成的威脅。
- 26 「戰術型雷射武器」，主要做為防空之用，以對付敵戰術性飛彈、飛機及火箭，透過毀壞本體、導引系統、燃料箱、天線、整流罩等以攔截大量入侵的精確導引武器。
- 27 〈戰場中異軍突起的新秀〉，激光武器家族，新華網，http://news.xinhuanet.com/mil/2005-02/16/content_2582914.htm，民國94年2月16日。
- 28 造成敵方人員永久失明為唯一目的之「雷射致盲武器」，由於違反人道，已在1995年10月聯合國常規武器公約中禁止使用。

砲安裝在艦艇甲板上，能發射出極強的藍綠雷射，以攻擊飛機等目標，作用距離為5公里。飛機駕駛員一旦遭到雷射眩目鏡照射，瞬間導致眼花撩亂，暫時失明。²⁹

在1982年的英阿福克蘭群島戰爭中，安裝有雷射眩目鏡的英國軍艦就曾用來對付阿根廷戰機，有3架阿根廷戰機上的駕駛員，由於受到雷射照射，眼睛模糊不清，致使飛機失控，墜入海中。³⁰機載雷射武器(如圖二)屬於化學雷射武器，能用來防禦來襲導彈。當機載紅外線感測器偵測到來襲導彈時，隨即發射低能雷射光束追蹤導彈，量測其距離和大氣所引起的誤差，引導高能雷射光束射擊目標3-5秒，即可摧毀空中目標。³¹

1983年5月，美國空軍即對這種機載雷射武器進行了試驗，成功地攔截了5枚飛行中的「響尾蛇」導彈。³²這類機載雷射武若裝載在戰鬥機上，還可用來攔截敵方飛機、導彈，也可裝在轟炸機上，深入敵方縱深地域，執行空中轟炸任務，摧毀敵方防空

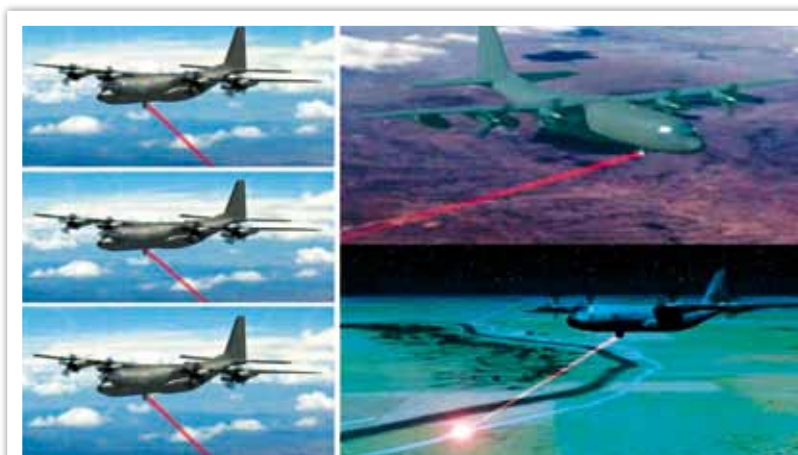
導彈和高射砲陣地等，如果安裝在大型客機上則可用於自衛，防禦來襲的導彈等武器。³³

圖一 致盲雷射槍



資料來源：<https://tw.search.yahoo.com/>，：2015/7/15。

圖二 先進機載雷射系統



資料來源：<http://www.wpafb.af.mil>，2015年7月18日。

29 《維基百科》，<http://zh.wikipedia.org/>，2015年7月10日。

30 曾祥穎，《福克蘭戰爭一百天》，(麥田出版社，民國83年11月1日)，頁125。

31 Plante, Chris; The Associated Press; Reuters (1997.10.20). "Pentagon beamsovermilitary laser test."

32 〈戰場中新秀〉，激光武器家族，中華網解放軍報，http://military.china.com/zh_cn/ar ming/11003670/20050216/12110727.html，民國94年2月16日。

33 www.raytheon.com/capabilities/products/vigilanteagle



高能雷射砲為近程雷射武器之一種，可裝載在艦艇、飛機、戰車和安裝在地面陣地上，用於攻擊近距離的目標。裝在飛機上的高能雷射砲，可用來對付敵方的飛機、導彈；裝在艦艇上的雷射砲，可用來防護海軍艦艇，抵禦低空飛機和飛航導彈的襲擊(如圖三)。

而高能雷射砲還是一種反戰車的利器，可以裝在前沿陣地上，也可裝載在戰車上，能在遠距離發射，擊穿敵軍戰車、裝甲車鋼板，並使其喪失攻擊能力。德國研製了一款裝載雷射砲的戰車，攻擊距離為10公里，能有效地對付敵戰車。

³⁴雷射戰鬥衛星是一種遠程雷射武器，安裝在高空衛星上，可從衛星上發射高能雷射光束(如圖四)，³⁵用來摧毀敵方彈道導彈衛星，也可用高能輻射的強雷射能量穿透導彈殼體，燒毀敵方導彈等。³⁶

二、美軍雷射武器發展現況

雷射武器可說是美國國防部的最新發展武器，在美國海軍目前彭斯艦上的原型機為30萬瓦，美國海軍期望進一步加強功率，由100萬至150萬瓦，雖然研發雷射武器的費

圖三 高能雷射砲武器



資料來源：<http://www.wpafb.af.mil>，2015年7月18日。

圖四 高能雷射武器載台



資料來源：<http://www.atomicarchive.com/History/coldwar/page20.shtml>，2015年7月21日。

用是比較高的。

而在地面防空武器飛彈方面，使用一

34 〈德國研發50千瓦雷射加農砲，能轟穿1.5公分鋼板〉，ETtoday新聞網，民國102年1月10日<http://www.ettoday.net/news/20130110/150683.htm>

35 〈美空載雷射首度擊落彈道飛彈〉，聯合報，2010年2月13日。

36 林宗達，〈衛星之軍事利用與太空軍備競賽〉《尖端科技軍事雜誌》，第321期，2011年05月，頁12。

次雷射武器可能只需幾千美元，³⁷而我國購買的愛國者二型或三型的飛彈1枚可能需要100~170萬美元，³⁸而「刺針」每發造價為3萬8千美元，相較之下花費要便宜得多；另在作戰效能上，刺針及愛國者兩種飛彈的精準度並不高，在防空的命中率亦遠低於「瞬發即中」的雷射武器，³⁹基此，預算的考量及武器精準度而言，國軍爾後在研發或是軍購，應朝向雷射武器方面，較符合低成本、高效能的武器，提升防空能力。美軍近年來的雷射武器發展已延伸運用到陸基雷射武器、海基雷射武器、空載雷射武器及天基雷射等武器。⁴⁰以下就其雷射武器運用方面探討說明。

(一)陸基雷射武器

在雷射研發的領域上，美國一向領先各先進國家。追溯其此種雷射武器作戰平臺裝置於陸地上，其體積大小依射程而有別，體積大者射程較遠，但機動性差；體積小者，可裝設於裝甲車輛上，具高度機動性，但射程較短

。戰略型陸基雷射武器可對付敵國之戰略飛彈、飛機、及低軌道衛星，俄國曾宣稱在2007年3月，美國曾以陸基雷射攻擊俄國一顆名為「塔季婭娜」的微型衛星，並導致衛星失靈。⁴¹事實上，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。⁴²

陸基雷射反衛星技術主要包含三大技術挑戰，包括高光功率雷射系統、

圖五 美國新墨西哥州「星火」光學試射場



資料來源：US Air Force photo，2015年7月24日。

37 同註9。

38 維基百科，<https://zh.wikipedia.org/zh-tw/%E6%84%9B%E5%9C%8B%E8%80%85%E9%A3%9B%E5%BD%88>

39 U.S. Navy Demonstrates World's Most Powerful EMRG at 10 Megajoules,"2008.2.1.http://www.navy.mil/search/display.asp?story_id=34718

40 科技新報，<http://technews.tw/2014/12/18/laser-weapon-system-us-navy-2>，民國103年12月10日。

41 〈俄衛星在美國上空突然失靈，疑被美國打瞎〉《環球時報》，http://big5.xinhuanet.com/gate/big5/news.xinhuanet.com/world/2007-04/08/content_5947469.htm，民國96年4月8日。

42 PCHOME新聞台，<http://mypaper.pchome.com.tw/souj/post/1303741947>，民國97年2月23日。



雷射追蹤衛星技術以及適應性光學反射鏡等，其中最困難的關鍵技術在於「適應性光學反射鏡」，它是一個可以自由改變表面形狀的光學反射鏡，功用在於補償雷射光傳播過程中被大氣扭曲的效應，如果不預先經過修正，雷射光經過數百公里的大氣層之後會嚴重的發散，大幅降低其殺傷力。⁴³美國目前在新墨西哥州「星火」光學試射場(Starfire Optical Range, SOR)正積極開發此項關鍵技術(如圖五)。⁴⁴

1996年美國與以色列開始共同合作研發一種以氟化氬化學雷射為主體的「戰術高能雷射」系統，來協助以色列北部城市防禦短程戰術飛彈之攻擊(如圖六)。⁴⁵2000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。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，包含雷射及發射裝置、雷射燃料、及追瞄射控系統，皆裝載於聯結拖車上。⁴⁶

(二)海基雷射武器

圖六 戰術高能雷射武器



資料來源：US Army Space & Missile Defense Command，2015年7月24日。

此種雷射武器作戰平臺裝置於軍艦或客、貨輪上，主要為對付敵國之戰機、戰術飛彈、小型艦隻、迫擊砲彈和火箭彈等。⁴⁷由於船艦空間較大且載重力強，因此裝載體積較大的雷射系統亦不成問題(如圖七)。⁴⁸海基雷射武器最大的問題，是要克服海上大量水氣對光的吸收、散射及擾動現象，造成雷射光強度衰減及光波變形發散等物理效應，因此其射程受到嚴苛環境之限制而無法至遠。

美國海軍研究局(Office of Naval

43 "Test of Futuristic Railgun A Success: U.S. Navy," AFP News, Washington, 2010.12.10.

44 〈俄衛星在美國上空突然失靈，疑被美國打瞎〉《環球時報》，http://big5.xinhuanet.com/gate/big5/news.xinhuanet.com/world/2007-04/08/content_5947469.htm，民國96年4月8日。

45 Plante, Chris; The Associated Press; Reuters. "Pentagon beams over military laser test."，1997.10.20.

46 新浪科技，<http://tech.sina.com.cn/d/2011-08-01/16025865346.shtml>，民國100年8月1日。

47 同註32。

48 http://www.janes.com/news/defence/jni/jni090522_2_n.shtml

Research, ONR)於2009年4月與波音公司及雷神公司簽訂合同，支持100 KW級自由電子雷射試驗台的研發，預計可在2020年左右服役。⁴⁹近年來由於固態紅外雷射的功率不斷提高，因此也開始應用於艦載雷射武器，其優點是體積較小，且能量轉換效率高。例如2010年5月，美國海軍就成功地使用艦載大功率固態雷射器，在太平洋上空，擊落兩哩外以時速300哩飛行的無人機。⁵⁰

(三)空載雷射武器

此種雷射武器作戰平臺裝置於運輸機、客機或戰機上，可於高空攻擊數百公里外的目標，可對付敵國之戰術導彈、戰略導彈及飛機(如圖八)。⁵¹美國於1996年開始空載雷射飛彈防禦計畫，利用百萬瓦級的氧碘化學雷射，作為反制洲際戰略導彈的武器。⁵²化學雷射之優點是無需龐大的電源系統，只須攜帶化學藥品，將化學反應釋放之能量轉換為光能。

這項研發中的高能量空載雷射武

圖七 艦載雷射武器概念示意圖



資料來源：Northrop Grumman Corp，2015年7月25日。

器，結合美國三大航太和武器公司的技術，由波音公司生產載運武器的機身架構，是一架波音747巨無霸噴射機改裝，加上諾斯洛普葛魯曼公司供應高能量雷射，洛克希德馬丁公司研發光束和發射系統。可自動偵測升空的戰略導彈，並加以追蹤鎖定，在飛彈之推進升空階段加以擊落。⁵³由於雷射光束在命中目標前須在大氣中傳

49 同註28。

50 阿波羅新聞網，<http://tw.aboluowang.com/2010/0721/173505.html#sthash.Ra1eeBO.dpbs>，民國100年7月21日。

51 M.A. Stokes, "China's Strategic Modernization: Implications for the United States" (U.S. Army War Colleges, Sep. 1999), pp.196、197.

52 〈美艦載雷射砲擊落4靶機〉《世界日報》，<http://www.haixiainfo.com.tw/112946.html>，民國100年7月22日。

53 林宗達，〈美國空中與天基飛彈防禦系統〉《尖端科技雜誌》，第323期，2011年7月，頁8。



圖八 空載雷射武器



資料來源：US Air Force photo，2015年7月25日。

輸數百公里，且光束直徑須維持在數十公分以內，因此適應性光學反射鏡是必須的。⁵⁴2010年2月11日的武器測試中，在加州中部凡杜拉(Ventura)外海成功摧毀1枚正在升空的彈道飛彈。⁵⁵

(四)天基雷射武器

天基雷射武器部署在高度1千多公里的低軌衛星，主要將用於攔截彈道飛彈，可與現有戰區飛彈防禦的概念結合。⁵⁶天基雷射武器最早的概念，始於1980年代冷戰期間美國雷根總統發起之「星戰計畫」(Strategic Defense Initiative, 簡稱SDI, 亦稱Star Wars Program)。該計畫

由於費用昂貴和技術难度大，於90年代中止。天基雷射武器的主要優點是射程極遠，可達5,000公里，且不受天候影響，這是由於太空中空氣稀薄，大氣對雷射光的吸收及擾動大幅降低(如圖九)。

美國TRW公司自1980年開始研製「阿爾法」天基雷射器，並於1997年完成百萬瓦級高功率「阿爾法」雷射器與大型先進反射鏡的地面綜合測試，驗證了天基雷射武器的可行性。未來若完成太空部署，其雷射有效殺傷射程可達

4,000至5,000公里，整個系統可能由20多顆衛星組成，單顆衛星最大防禦範圍約覆蓋地球表面1/10的面積。⁵⁷屆時由全球任何地區發射之彈道飛彈，皆可以在推進上升階段加以擊落，毫無死角。此外，亦可攻擊軍用衛星、戰略轟炸機、巡弋飛彈等目標。

除了上述的各型雷射武器之外，還有一種針對敵方作戰人員設計的致眩(dazzling)雷射武器，這種非致命武器可導致敵人暫時眩盲，失去作戰能力，但其雷射功率不至於造成永久失明，藉此規避1995年聯合國武器公約中禁止使用永

54 高雄柏，〈美國高能雷射武器2013年初的概況〉《尖端科技軍事雜誌》，第347期，2013年7月，頁20。

55 〈美空載雷射首度擊落彈道飛彈〉《聯合報》，<http://www.globals ecurity.org/space /library/news/1997/bmd970331c.htm>，民國100年2月13日。

56 同註42。

57 同註39。

圖九 天基雷射武器概念示意



資料來源：<http://www.atomicarchive.com/History/coldwar/page20.shtml>，2015年7月25日。

久致盲雷射武器的規定。例如美國空軍研究實驗室在新墨西哥州研發的單兵手持雷射致眩武器「人員阻止與刺激反應系統」(Personnel Halting and Stimulation Response, PhaSR)可以自動偵測與敵人之間的距離，並依目標遠近自行調整雷射的功率，以避免導致敵人永久失明。⁵⁸另外這項武器也使用了兩種不同波長的雷射，以防止敵人戴上單波長的雷射護目鏡而躲過攻擊。

美國負責發展雷射武器的部門計有：彈道飛彈防禦局負責的天基阿爾法化學雷射武器、空軍負責的機載氧碘化學雷射武器、陸軍與空軍共同負責的地基雷射反衛星武器、海軍負責的艦載自由電子雷射武器，以及與波音公司合作發展小型飛機和直升機機載氧碘化學雷射等武器

，企圖在未來的「星戰」領域上取得永久霸權。⁵⁹

目前美軍研發雷射武器與實際運用於陸、海、空部隊及太空部分，已朝多元化發展，企圖爭取未來太空爭霸權，凌駕世界其餘國家的強權武力地位，持續不斷自行研發與運用。然相對於我國軍部隊運用雷射武器，可大幅提升防衛作戰能力及強化防空の效能，但未來是否須投入巨額發展雷射武器的效益評估，值得探討的一環。本研究認為

，國軍可自行研究發展或購買硬破壞性的陸基型、海基型或空載型的雷射武器實施戰略性的作戰運用，亦可運用軟破壞性武器，車裝或是單人武器實施地面作戰，其發揮雷射武器的高科技術，配賦於作戰的載台，第一時間就先干擾、破壞或攻擊，強化我國作戰能力。

我防衛作戰雷射武器發展與運用

現階段發展雷射武器有成的國家不少，有美國、俄羅斯、中共、英國、以色列、印度及日本，但論及實戰運用，各國都在實驗階段，沒有裝備部隊服役，因此並沒有有系統的防禦雷射武器系統出現，在新世紀中，來自空中的威脅將與日俱增，除了要面對滿天的衛星、殺氣騰騰的先進

58 <http://www.globalsecurity.org/space/library/news/1997/bmd970331c.htm>

59 李建興，〈制天權之爭—中共「太空戰」發展研究〉(國立中山大學大陸研究所碩士論文，2005年)，頁37。



戰機與不可一世的高性能彈道飛彈外，各先進國家新研發而成之雷射武器，將是新一代最具殺傷力的武器，尤其是中共在新式科技武器的研發上亦躋身於強國之列，對我潛在的威脅已然形成，此乃我國軍所應注意與警惕之處。⁶⁰

綜觀美國的雷射武器發展過程及運用，審視我國軍部隊在未來發展的前瞻性，根據島嶼防衛作戰的特性，若能發展與運用雷射武器在我防衛作戰中，配屬於三軍作戰部隊使用，先期使用「戰略型雷射武器」、硬破壞性雷射武器於聯合制空、制海階段，針對敵之空中、衛星、飛彈、飛機及軍艦實施干擾及破壞影響其高效能武器之準確性；而反登陸作戰階段時，可運用「戰術型雷射武器」、軟破壞性雷射武器，近距離干擾敵之視界，降低輕兵器效果，勢必能大幅增強我防衛作戰之效能。以下就國軍部隊雷射武器運用發展、反制作為結合國軍作戰部隊、建議與未來努力方向提出說明。

一、雷射武器之發展運用

當前雷射科技日益精準，且不受日夜限制，導致雷射武器的發展，將使得未來戰爭產生改變。因為，雷射武器亦可精準反制干擾，或有效摧毀來襲飛彈，使得本來精準的武器不再奏效。倘若國軍可發展運用雷射武器，可將其武器配部於執行之一部之部隊使用，必定可強化備戰能力。在整體系統上而言，因雷射武器的運用，而使得射手不見得敢用光學瞄準器，進行

瞄準與偵監，否則，可能隨時遭敵致盲性雷射攻擊而受傷，因此亦可降低敵人攻擊之準確性。

當導彈有可能升空便遭敵雷射武器摧毀，飛機可能在無預警狀況下，遭敵雷射武器擊落，衛星不再是難以攻擊，地面指揮中心、武器系統可能完全無警覺的狀況下被攻擊，而這些雷射武器來自太空、空中、海上、陸地等四面八方，無法早期預警或偵知，這樣的戰場要如何指揮與管制，又要如何有效防禦，恐怕是雷射武器發展過程中，所料想不到的；未來軍事科技主導的戰爭中，雷射武器是必須具備之。⁶¹

若國軍運用雷射武器，可有效大幅提升防衛作戰之效能，從聯合防空階段開始，為避免制空權輕易被掠奪，運用雷射眩目來擾亂飛行員，迫其無法執行戰術任務，反制空中戰機對部隊形成的威脅，敵戰略導彈防護，避免在戰爭初期，我方重要設施(指揮所、雷達站、飛機、港口等)便遭破壞，造成指管系統中斷。聯合截擊階段，運用海基雷射武器的建置，對偵察機、登陸艇或軍艦形成相當程度的攻擊威脅；在灘岸戰鬥階段運用雷射武器破壞其登陸編隊，應用於防衛作戰各階段中如何防護、運用、創造先機及未來發展成為我國軍部隊重要研發項目。

二、反制作為結合國軍作戰部隊

臺灣四面環海，屬於島嶼防衛作戰型態，依中共犯臺方式而言，反制作為結合

60 李悅，〈未來太空代表武器『利劍』激光武器〉，北方網，<http://tech.big5.enorth.com.cn/system/2011/11/16/008141721.shtml>，民國100年11月18日。

61 國防部，《中華民國102年國防報告書》(臺北，民國102年10月)，頁43。

陸軍地面部隊作戰依登陸作戰期程可區分為應急作戰及灘岸戰鬥階段等，相關作為如下：

(一)應急作戰階段

在應急作戰階段時，研判敵人將先期對我實施奪三權，制空、制海及制電磁權，分別針對我指揮所、雷達站、港口、機場等實施導彈射擊、空(機)降等作為，以中斷指揮通信系統、情報蒐集來源及奪取重要設施以為後續攻擊順遂。⁶²基此，我軍可運用「戰略型雷射武器」，對敵實施反制、反干擾，針對敵高效能武器實施攻擊，影響飛彈、導彈或脈衝對我之準確性，降低先期被攻擊的機率，確保我部隊完成動員，實施備戰。

國軍部隊在此階段，常備部隊須對重要設施實施防護並掩護動員部隊編成，另動員後之守備部隊接替重要目標防護任務後，其戰力不能與常備部隊相比，所以在整個任務接替過程中，防衛的效能不高；若以美國所研發的「戰術高能雷射系統」裝設於各重要設施，可攔截敵導彈、飛機等，提高重要目標防護效率，在常備部隊配合下更能有效地保全我重要設施，強化戰力保存作為，可讓守備部隊接替任務後，亦不影響防衛的效能且能持續加強工事阻絕及臨戰訓練，使敵登陸不易；換言之，在敵人登陸前，我指揮通信及情報蒐集能保持順暢，且機場、港口等重要設施未遭破壞或影響甚小，對後期反登陸作戰時，我陸軍部隊無後顧之憂，避免兵力分散，可傾全力向敵發起反擊，阻敵於水際灘頭。

(二)灘岸戰鬥階段及爾後階段

在此階段，敵除了持續以導彈及空(機)降方式對我後方及重要設施轟炸及破壞，主力部隊依進攻期程搶灘登陸，建立登陸場，目標主指我中樞位置，加以強大兵、火力對我發動攻擊。

臺灣地狹人稠，屬多城鎮地區，交通網發達，且河流為東西向，在北、中、南各地具有相當多之地形要點，若能守衛相關節點，配合城鎮作戰中游擊作戰的方式結合城鎮特性完成偽裝，運用道路產生的限制，使敵重型裝備機動形成障礙，人員防衛能力薄弱，將能對敵造成重大阻礙，戰力降低。另以「機動戰術高能雷射」或軟破壞性之雷射武器，直接配賦於車載方式，能大大的提高其機動打擊性，能造成敵搶灘登陸上岸困擾，在輔以單兵手持雷射武器致眩武器，使敵方作戰人員暫時致盲，失去作戰能力，對我防衛作戰上能獲致最佳之效果。

(三)其他

雷射除了在軍事武力上的運用外，尚可運用在平常事務上，如營區具有大範圍圍牆或僅有界樁時，可運用雷射建立警戒幕，增加警戒的範圍及強度，並可減少大量人力的警戒派遣及巡查，只須投入少量人力的使用；在人員管制部分亦可有效使用，若能運用於野戰單位，對於人員管制能更有效的掌握。

蒐集諸多美國的雷射武器發展及有關雷射武器等相關資料，太空時代武器已化為現實，而在未來作戰中，單人使用的雷射手槍或光劍是否會能成真，相信是

62 陸軍司令部，《陸軍作戰要綱》(臺北，民國88年1月1日)，頁6-1。



可預期的，若單兵能使用威力強大的雷射手槍，在未來的作戰中能更具有殺傷力，可考慮在爾後發展時，能配備在單兵身上，以增強戰鬥力。

三、建議未來努力方向

(一)廣泛建立情蒐管道，有效掌握各國雷射武發展現況

廣泛的情蒐管道為有效掌握情報之最佳手段。我除既有情蒐單位外，尚可結合民間衛星、電腦網路資訊及電子資訊等民間科技，建立廣泛之情蒐管道，對各國(尤其是中共)雷射武器發展現況實施多方面的偵蒐與研析，將有助於國軍日後建軍備戰的實施。

(二)列為軍購重要項目

各國雷射武器發展已是趨勢，尤其在國軍於戰術的運用及高科武器運用，都是以美國戰術戰法及武器運用為主；雷射武器顯然已是未來的主流之一，本研究藉目前美國雷射武器發展及運用，未來若可結合我防衛作戰使用，相信俾能對我國防衛作戰發揮威嚇作用。

(三)自行研發雷射武器

鑑於雷射武器能輕易擊毀各型戰機、飛彈與衛星，可謂是新世紀中最具殺傷力與威脅性之武器。為強化我之防空與反制未來可能遭致敵之攻擊，我國應充分運用民間既有之高技術光電科技或中科院，發展相對性雷射武器，強化我國備戰之能力。

結語

發展與運用雷射武器推動軍事事務革命是現在進行式，它將導致全球戰略環境與作戰態勢之改觀。對此，我國軍在此一波軍事事務革命潮流當中，應積極投入，

有效掌握其發展。尤其近年來中共空軍戰力逐漸提升，不斷藉海空搜救，三軍共同演習，「九三大閱兵」武力展示，或不預期派戰機及船艦逾越其領域進入我海峽活動，其著眼即在企圖蠶食我海空領域，打破國軍掌控臺灣海峽勢力範圍，壓縮與影響我反應及生存空間，如對我發起猝擊，我將喪失海峽預警及作戰縱深，戰術反應時間亦相對縮減。

鑑於雷射武器所具有「靈活與精準、遠距與快速及高度之作戰效能」等特性，若能與現行防空武器密切結合，將其強化我國防空之戰力。故國軍應審思致力於各類型雷射武器重要性，並將之列為新一代所具備重要之防衛武器，不僅能滿足未來作戰的需求，更能對中共產生恫嚇效果，確維國防安全。

國軍目前以量小、質精、戰力強的備戰為主，本研究建議國軍可參照美軍現行作法，發展雷射武器或自主技術的研發，以較低廉的武器成本，獲得較大的實質防衛效能，可先期將「戰略型雷射武器」配賦於作戰載台之軍艦、飛機、基地，對敵實施反制或反干擾之展略運用，以防敵預期第一波的高效能攻擊；亦可將具有「戰術型雷射武器」直接配於車輛或輕型武器、單兵裝備，供地面作戰部隊運用，以遂行反登陸作戰，必可大幅提升防衛作戰之效能，以肆應「不對稱」之高科技作戰方式。