

運用雷射武器系統強化防衛作戰之研究

王健民¹、廖世豪²

¹國防大學陸軍指揮參謀學院中校教官

²國防大學陸軍指揮參謀學院少校學員

摘 要

雷射武器系統有抗電磁波干擾、強大的殺傷力及破壞力、操作性靈活及速度快、精準射擊及射程遠之特性，其優點可應用在各式的作戰平臺，並具有全天候作戰的能力。

目前高科技武器日新月異的創新及發展，導致現代化作戰方式及戰爭複雜度比以往更加提升，因此，國軍在面對高科技主導戰爭所帶來的影響，須研究高效能武器之運用，強化作戰能力。

雷射武器系統將揭開一場新的軍事革命，目前國軍應思考儘早將雷射武器列為重要武器獲得或發展項目，針對未來戰場可能面臨的戰場景況之因應對策，以提升防衛作戰效能之能力。

關鍵字：雷射武器、雷射武器系統、防衛作戰

壹、雷射武器系統定義及發展緣由概述

一、雷射武器發展緣由

1958 年美國科學家查爾斯·湯斯和阿瑟·肖洛發現了一種神奇的現象，當他們將氦光燈泡所發射的光照在一種稀土晶體上時，晶體的分子會發出鮮艷的、始終會聚在一起的強光。根據這一現象，他們提出了雷射原理，即物質在受到與其分子固有振蕩頻率相同的能量激發時，都會產生這種不發散的強光--雷射。

1960 年 5 月 16 日，美國加利福尼亞州休斯實驗室的科學家梅曼宣布獲得了波長為 0.6943 微米的雷射，這是人類有史以來獲得的第一束雷射，梅曼因而也成為世界上第一個將雷射引入實用領域的科學家。[1]英國和阿根廷於 1982 年的福島戰爭中，英國就祕密地使用雷射眩目瞄準具，照射攻擊英國軍艦的阿根廷飛機，造成人員突然目炫等作用[2]。近年來研製出氣體動力學雷射器、氟化氬化學雷射器、氟化氫化學雷射器、氧化碘化學雷射器、鈹玻璃固體雷射器、自由電子雷射器等不同材料與性質的高能量雷射器[3]。

發展光學技術微調，解決高能雷射在大氣中的傳輸問題；研製精確雷射光束定向系統，以及研究雷射與靶材的相互作用，測評後在各方面都獲得了大量有用的參數。在雷射射擊實驗中，高能雷射光束曾成功地擊落了飛行的靶機、反坦克導彈、火箭彈等目標。這些研究工作的成功，證明了研製雷射武器的可行性。

二、雷射武器系統定義及特性

雷射武器系統組成上是以「雷射器」、「追蹤瞄準系統」、「光束控制系統」及「發送系統」等幾個部分所構成，射程距離較遠的雷射武器需要有補償光波扭曲的「適應性光學(adaptive optics)系統」[4]，可以改變雷射光束在大氣層裡傳輸可能發生的扭曲及發散問題。雷射武器有幾種劣勢：雷射容易被天候和大氣條件所影響，像是煙、塵、雨、雪、雲、霧等條件，所以雷

射武器依然無法完全取代傳統武器。除此之外，雖然它在作戰時單發的成本效益較低，但是研發成本和建造成本非常可觀，亦影響國家整體的財務狀況。[5]

雷射有四大特性，方向性、高亮度、單色性和高相干性，其方向集中、亮度大，若加強其能量可達普通光的幾千萬倍，黑色性與高相干性是因雷射具有很強的方向性，它輻射出來的能量集中在相當窄的光譜波段內，頻率也保持一定的範圍，物理學家利用這種單純的性質，做成了解析度極高的單色儀，用來測量其他光線的譜線寬度。

其雷射武器系統的種類及美軍雷射武器系統發展現況說明如下：

1.以武器用途而言

雷射武器系統區分為兩種：第一種是戰術型雷射武器[6]，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；第二種是戰略型雷射武器[7]，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。

2.以攻擊目標而言

雷射武器系統可分為「軟破壞和硬破壞」兩類雷射武器系統。軟破壞雷射武器系統主在損害人的眼睛和光電感測器等敏感而脆弱的感官系統[8]，而硬破壞雷射武器系統[9]可直接摧毀飛機、導彈等武器裝備。

軟破壞雷射武器系統，主要在研製傷害人類感官系統、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。硬破壞雷射武器系統使用來攻擊敵人裝備，特別是直升機、航空器和飛行中的飛彈、火箭等。

三、雷射武器運用之範圍

(一) 太空（天基）雷射武器

主要為攔截彈道飛彈。由於彈道飛彈本身結構極為脆弱，因此無法承受高能雷射的照射。部署在太空的高能量化學雷射，足以對飛行於3千公里以上的彈道飛彈投射有效的殺傷能量，加上可有效攔截推升階段的彈道飛彈，因此產生了把天基雷射武器(如圖一)與國家飛彈防禦系統相結合的思維，提高了把雷射武器部署在太空中的可能性[10]。



圖一：天基雷射武器

資料來源：<http://www.forum.pchome.org>，
2015年7月21日

這種武器的設計理念是，把雷射光束傳送至遠方時，仍然足以癱瘓所照射的目標，或有效地燒穿飛彈的表層結構。1997年3月，美國TRW及洛克希德·馬丁公司攜手完成首次的雷射地面測試，總共歷時0.5秒。1998年3月，TRW及波音公司合作成立團隊，受命規劃天基雷射戰備能量機具的初步設計並定義其規格。原預定在2005至2006年間完成布放，但可能展延至2008年。

天基雷射武器的載臺是低軌道衛星，其運行軌道視威脅性質而定。雷射武器的位置應盡可能讓它獲取較多的照射機會，以提升摧毀正處於推升階段的飛彈數量至最大額度。因此衛星必須位處適切的高度，使其能夠攔截可見最遠處正處於推升階段的飛彈，而不必在飛彈到達極近的距離後才進行接戰。

天基雷射武器發展的目標，是具備在彈道飛彈上升至同溫層上層，約距地表4萬至5萬公尺高度，以及在太空飛行時加以攔截的能力。這類天基武器運行高度約為1千3百公里，有效殺傷範圍可達4千至5千公里，而一枚雷射衛星最大可單獨涵蓋十分之一的地球表面。因氫氟雷射會被大氣層內的水蒸氣吸收而減損，雷射無法有效穿透至地球表面，這一物理特性可避免衛星背負自太空向地面發射「死光武器[11]」的污名。

(二) 空載雷射武器

美國在1970年代籌設的空中雷射實驗室，其研究發展空載雷射已具備攔截空中目標，並可順利轉化為實質武器系統。基本上，空載雷射飛機由各種不同戰場監視系統得知敵方發射飛彈時，就可進行攔截。目前全世界最大的機載雷射武器(如圖二)，該機機鼻裝有直徑1.5公尺的末級雷射聚焦鏡，其角度能夠旋轉，以便把功率數以十萬瓦計的化學雷射光束照射至飛彈上。

機上搭載9個紅外線搜索／跟蹤傳感器，可探測360度視場內的導彈尾煙。從機上轉塔發射的跟蹤／照明雷射，照亮導彈助推器頭部，並建立初始跟蹤。緊接著啟動信標／照明器，在導彈燃料艙上標出一個小光點，同時機載波前傳感器感知大氣所造成的波前變化狀況，送至可轉向反射鏡。機載可轉向反射鏡調整後，使殺傷性高能雷射光束發射後能在目標上聚焦，一舉摧毀目標，可從數百公里外把來襲飛彈擊成碎片。能在敵國領空附近飛行，目的是偵測、追蹤彈道飛彈，並在飛彈釋出可能載有核生化武器的彈頭前把它擊落。

空載雷射系統計畫於1996年12月啟動，由美國空軍發包給波音公司為主體的計畫團隊負責研發。2000年1月，第一架搭載空載雷射系統的747-400F開始進行改裝，編號YAL-1A。2001年，此計畫移交飛彈防禦署規劃管理；2002年7月，完成機體改裝的747-400F首度試飛成功。

2003 年 10 月，飛彈防禦局成功測試以高功率雷射擊毀約 500 公里外的目標，確實驗證了空載雷射的可行性，也為整個計畫注入強心劑。2004 年起各項次系統開始安裝至 YAL-1A 機體上，波音公司也陸續進行飛行測試，並於 2005 年年底在地面成功測試飛機上高功率雷射的破壞能力。2006 年 10 月，所有次系統均完成裝配於波音 747-400F 機體。2007 年 3 月 15 日，空載雷射系統首度在飛行中以追蹤照明雷射鎖定一架模擬飛彈的 KC-135，是目前最新的進展。



圖二：機載雷射武器(YAL-1 機載雷射武器)

資料來源：<http://www.wikipedia.org>，2012 年 2 月 14 日

(三) 陸基雷射武器

陸基雷射武器(如圖三)可發射集中光束，摧毀在地球軌道上運行的衛星。威力強大的雷射光束可用來摧毀人造衛星，但大氣層中亂流會減弱並分散雷射光束[12]。

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、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。

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[13]。



圖三：陸基雷射武器

資料來源：<http://www.dulinlia.net/>，2015 年 8 月 31 日

(四) 海基雷射武器

固態紅外雷射的功率提高，亦適於艦載雷射武器(如圖四)，而體積較小且能量轉換效率高是其優點[14]。日前於 2007 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，擊落兩英里外以時速 300 英里飛行的無人機[15]。

這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。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。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。[16]



圖四：艦載雷射武器

資料來源：

<http://www.sunponyboy.pixnet.net/>，2014 年
4 月 10 日

(五)單兵雷射武器

屬能量較低的雷射裝置，因為外型像是常見的單兵武器，因此又稱為雷射槍。這種武器主要由「雷射器」、「激光器」、「擊發器」和「槍托」4 大部分組成，特性是體積小、重量輕、射擊時無聲響，殺傷距離約 1 千 5 百公尺，主要用於陸戰或反恐行動[17]。

戰鬥用雷射武器主要有致盲雷射槍(如圖五)及致僵雷射槍 2 種。致盲雷射槍主要用來對付具光、電系統的戰甲砲車、指管通情蒐系統與其操作人員，強烈的光束可使這些武器裝備的電子元件燒毀，並導致操作人員眼睛失明[18]。

早在 1982 年英國和阿根廷的福島戰爭中，英國就祕密使用了剛剛研製出來的「雷射眩暈器」，用於攔截攻擊英國軍艦的阿根廷戰機，導致阿根廷飛行員失明而機毀人亡[19]。美國也曾研製一種稱為「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 3 百公尺內使人眼受傷的低能量雷射。由於這些雷射武器是以人眼為目標，屬於雷射致盲武器，已被 1995 年通過的〈禁止和限制使用特定常規武器公約[20]〉所禁止。但是，該公約並沒有明確禁止研發和使用暫時使敵方人員眼花的雷射武器。

美國最近研發一種非致命的雷射步槍，可使敵方人員眼花，但不會造成永久性傷害，這種武器稱為人員暫停和刺激反應雷射步槍。



圖五：致盲雷射槍

資料來源：<http://www.wpafb.af.mil/>，2007
年 12 月 6 日

致僵雷射槍外型有長、短兩種，發射由紫外線激光器發出的光束，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(如圖六)。由於身體外部組織的保護，被擊者的心臟等重要器官不會受到影響，因此不會危及生命。調節雷射槍的發射波長，「致僵射線」還可以用來破壞微晶片，從而使裝有晶片的機器，包括飛機、坦克、汽車、艦船及其他武器系統失調，喪失戰鬥能力。[21]



圖六：致僵雷射槍

資料來源：<http://mypaper.pchome.com.tw/>，
2007 年 12 月 6 日

貳、目前使用雷射武器系統之國家探討

一、美國

(一) 空載雷射武器系統

先進戰術雷射系統美國陸軍希望能夠發展可供特種部隊使用的空載戰術雷射系統。這種系統是把空載雷射武器，安裝在 AC-130 武裝運輸機上做為致命性武器，以便擊毀低空反艦導彈、巡航導彈、近程火箭彈等[22]。

地對空射程是 1 萬公尺，空對空或空對地射程則是 2 萬公尺，可以在防區外把 10 公分的激光光點準確地照射在活動目標上。一旦發現目標，在 40 秒內可對一系列可能的目標進行攻擊。

美國特種作戰司令部也已研發戰術高能雷射武器（鸚鵡螺計畫）是美國與以色列兩國間的聯合研究計畫，由美國陸軍太空及飛彈防禦司令部主導，以色列國防研究發展處提供支援[23]。

針對運用雷射做為戰術防空武器來反制敵方短程火箭的目標進行研究，1996 年 2 月在美國白沙導彈靶場成功擊毀了飛行中的 BM-21 火箭彈。[24]

(二) 陸基雷射武器系統

美國正研發一種威力強大的陸基雷射武器(如圖七)，此種武器可發射集中光束，摧毀在地球軌道上運行的衛星，但大氣亂流會分散並減弱雷射光束，其研發的雷射武器是以光學技術為基礎，運用感應器、電腦與望遠鏡，由人造衛星發射較弱的雷射測量大氣亂流所造成的折射角度，藉以修正雷射發射的方向，相關的研究工作正在新墨西哥州沙漠中的「星火」實驗室進行[25]。

戰術高能雷射系統研發後，運用於車載戰術高能雷射系統。於 2000 年 6 月 6 日在白沙導彈靶場進行的試驗中，射程 15 公里的「卡粹殺」火箭彈被雷射武器系統成功地鎖定、跟蹤、摧毀，在實驗中總計擊落了 25 枚卡粹殺火箭彈。2002 年 11 月

初還擊落了依既定彈道飛行的砲彈[26]。

車載戰術高能雷射系統的體積，會比戰術高能雷射系統縮小 5 至 10 倍，美國陸軍則會選用較低功率的小型系統。車載戰術高能雷射系統由 3 部機動車輛組成：整個雷射發射裝置裝在一部車上，另一部則裝設射控雷達，第三部車負責攜帶雷射燃料。[27]



圖七：陸基雷射武器

資料來源：<http://www.dulinlia.net/>，2002 年 12 月 25 日

(三) 艦載雷射武器系統

2014 年 11 月 16 日以「美艦首度裝雷射武器-巡弋波灣」，內容提及美國海軍於 14 日發表聲明，宣布已正式將雷射武器配備在一艘巡弋波斯灣海域的兩棲運輸艦上，這是美軍首次將雷射武器納入防禦武器裝備[28]。「龐塞號」(USS Ponce) 上裝備雷射武器系統(如圖八)，並於完成裝備後移防中東波斯灣地區；這套雷射武器配置在船首，有多種發射模式，可發射令人目眩的警告雷射光束，也能發射具有毀滅性的雷射光束，其威力足以讓小船隻或無人飛機著火。該艦能有效反制空中與水面威脅，而每次發射雷射光只需一美元左右[29]。美國海軍表示，由於它能發射非致命的暈眩雷射光，可達到嚇阻效果，警告來犯船隻已被鎖定，若再向前進就會遭到致命雷射光攻擊。



圖八：龐賽號雷射武器系統

資料來源：

<http://news.ltn.com.tw/news/world/paper/830596>，104 年 8 月 31 日



圖九：可攜式雷射打擊武器系統

資料來源：

<https://anntw.com/articles/20150831-PXnW>，
104 年 10 月 31 日

（四）單兵雷射武器系統

104 年 8 月表示波音研發之可攜式雷射打擊武器系統（Compact Laser Weapons System, LWS）（如圖九），影片中雷射對準無人飛機的機尾，約數十秒時間機尾便燒出一個大洞，導致飛機失控墜毀[30]。此種武器被稱之為雷射加農砲。LWS 系統總重約 650 磅（約合 295 公斤），可由一個 8 至 12 人的陸戰分隊運輸攜帶。可以拆分為 4 個組成部分，每個部分可由 1 至 2 名陸戰隊員攜帶。根據波音公司所稱，LWS 系統只需花數分鐘組裝，鎖定目標後數十秒便可擊毀目標。

LWS 系統具單次發射成本相當低廉，也具備多次的發射能力，這兩點對美國軍方來說非常具吸引力，因為帶著 LWS 的軍隊意味著可以減少傳統彈藥的攜帶，對來自於空中威脅的反制能力也更強更快，雷射攻擊相較於傳統發射飛彈等較不容易暴露位置。[31]

二、英國

2015 年 9 月 20 日表示英國計畫讓雷射砲在 2020 年前運用於軍艦，日後也將發展出艦射型。2015 年歐洲第二大國防武器展 DSEI 於 15 日在倫敦舉行，英國海軍防務大臣喬治宣示，英國將在 2017 年擁有陸上雷射砲，並在 2020 年開發完成海用雷射砲。英國海軍防務大臣、喬治上將在國防展上宣布，皇家海軍打算研發一種「死光」艦載雷射砲（如圖 10），以美國海軍應用雷射武器的實務經驗為基礎，研發出更有效率、使用更少人力以及更具破壞性的雷射[32]。



圖十：英國艦載雷射武器

資料來源：

<https://anntw.com/articles/20150920-CYjM>，
104 年 9 月 20 日

三、德國

2013 年 1 月於〈德研發雷射武器 擊落一英里遠無人機[33]〉指出，德國萊茵金屬防務公司（Rheinmetall Defence）日前展示其所研發的雷射武器系統，能夠在超過一英里的距離，擊落兩架無人機。

德國則首次向國際各大國防廠商展示地面雷射砲 S7-110，喬治已指示國防科技實驗室 DSTL 打造出雷射加農砲原型，同時也拜會了各國防科技公司在倫敦的代表。德國軍武公司 Rheinmetall 也在 DSEI 展上首次向各國展示雷射加農砲 S7-110 的實體，該公司表示，S7-110 專門對付 LSS 威脅，意即打擊慢速、低高度及小型武器，例如敵方迫擊砲、無人飛機等等。[34]

該公司計劃將此武器系統安裝在各式車輛上，並與 35 毫米連發式加農炮整合成自動化的火炮系統。據英國廣播公司（BBC）報導，該公司應用高功率雷射裝置（如圖十一），在射擊範圍內，可擊落快速移動的無人駕駛飛機。這個雷射裝置，裝有兩套雷射武器，能穿透一公里遠的鋼樑。[35]

這套功率 5 萬瓦的雷射武器，具有雷達和光學系統，能夠同時偵測和追蹤兩架進入射程的無人駕駛飛機。無人飛機以每秒 50 米的速度急速向下飛行，進入程式設定的火力射擊區，即被擊落。此武器系統鎖定射擊目標的原理是，先利用雷達偵測無人駕駛飛行器（UAV）的大致位置，然後運用光學系統追蹤並微調目標的確切座標。這種高功率的雷射系統，可切斷厚達 15 毫米（mm）厚的鋼樑，也能在空中將模擬迫擊砲彈的鋼球擊中。[36]



圖十一：德國雷射武器系統(S7-110)

資料來源：

<http://www.sohcradio.com/b5/2013/01/16/Art63261.html>，104 年 9 月 20 日

四、以色列

2014 年 2 月以色列研發出高能雷射「鐵梁」攔截系統，每次發射僅需 1 美元，成功率逾 9 成。

高能雷射防空系統「鐵梁」與「鐵穹」構建的綿密防禦網，「鐵穹」（Iron Dome）為短程飛彈防禦系統，而鐵梁又稱為鐵光束，為高能雷射防空系統（如圖十二），用來不足短程飛彈防禦系統的不足。以色列研發出的高能量雷射（High Energy Laser, HEL）防禦武器，可以低空攔截來襲的迫擊砲彈、火箭、飛彈與無人機，其發射一次的成本僅 1 美元，擊中率更是達到百分之九十以上[37]。

「拉斐爾先進防衛系統公司（Rafael Advanced Defense Systems）曾經在新加坡航空展上秀出了名為「鐵梁」（Iron Beam）的短程防禦武器「高能雷射」（High Energy Laser, HEL），它由防空雷達、指揮和管制車以及兩個高能固體雷射發射器組成[38]。實戰測試顯示，即使在 2000 公尺內攔截來襲目標，成功率也超過 90%。該公司宣布，鐵梁系統造價 3200 萬美元，每發射一束雷射光的成本大約 1 美元。[39]

這套新系統據稱為高能量雷射（High Energy Laser, HEL）防禦武器，主要在攔截迫擊砲與無人飛機的襲擊，一旦系統偵測到目標，最遠在 7.2 公里外即可利用高

熱量的雷射以高熱破壞彈頭或無人機，為一短程武器攔截系統。



圖十二：以色列高能雷射防空系統

資料來源：

https://www.facebook.com/permalink.php?story_fbid=214072795463896&id=148211855383324，104年1月23日

五、俄羅斯

2005年2月，俄國防務武器裝備出口公司展示了一種單兵可攜式非致命雷射光束武器[40]。這種武器的雷射光束強度能夠迅速準確地導致敵方狙擊手暫時失明或武器的光電傳感器失靈，造成敵方士兵和技術裝備失去戰鬥力[41]。

在對目標進行搜索時，雷射光器發出的雷射光束強度較強。這種武器的特點是不會致人死亡和失明，而且採用了特殊的算法進行目標識別。整套武器重5600克，為了方便攜帶，可以背負，也可拆開分成兩個2800克的包袱，作用距離1500公尺，已用於城市反恐作戰。

2005年4月，俄羅斯還研發了另一種非致命雷射光武器，名叫“溪流”(如圖十三)，可供警察或安全部隊應付各種騷亂局勢和恐怖事件。理論上用“溪流”擊倒目標只需一秒時間，但不會致人死亡或失明[42]。這種武器比一般的類似武器更為小巧輕便，射程可達幾百米，重量僅300克，長為15厘米。



圖十三：俄羅斯警察“溪流”雷射槍

資料來源：<http://ido.3mt.com.cn>，2009年2月2日

六、中共

(一) 低能激光武器

ZM-87 單兵激光步槍是中共在1995年所展示的低能激光武器(如圖十四)，主要配備於武警及特戰部隊使用，射程將近1,000公尺[43]。2014年5月在北京舉行的中國國際警用裝備博覽會上，展示了一款PY131A 激光眩目槍(如圖十五)，主要用以打擊目標雙眼，可使敵戰鬥人員短暫失明10秒至60秒，且該武器系統具有智慧型管理權限，可記錄使用人員資訊、射擊經歷及防止盜用，如在戰場上被敵拾獲也將無法使用[44]。



圖十四：共軍武警部隊使用 ZM-87 激光步槍

資料來源：<http://www.optochina.net/>，2015年3月5日



圖十五：PY131A 激光眩目槍

資料來源：<http://news.meyet.com/>，2015年3月6日

(二)高能激光武器

1.戰術型激光武器

在2014年11月初，中共舉行亞洲太平洋經濟合作會議(APEC)期間，為了確保會議期間安全，首次運用了激光武器-「低空衛士」，[45]此裝備主要在5秒內能精準攔截半徑2公里內，飛行高度500公尺、時速180公里以下的小型航空器，並在多次驗證中，可成功擊落固定翼、多旋翼、直升機等多種小型航空器，其發射功率近萬瓦，可進行地面或車載部署，機動性靈活，穩定度高，可運用於城市密集區或重大活動區域的低空安全防衛(如圖16)。^[46]



圖十六：中共研發激光武器-「低空衛士」

資料來源：<http://www.chinatimes.com/>，2015年3月10日

2.戰區型激光武器

自1999年底以來，中共的高能激光武器已廣泛運用於各防空、海防、及陸戰等部隊。另研判從2009年後針對其地基、艦載及空載型之激光砲將是研發重點，預計在2015年後可以具備量產化的能力，其研發重點主要在對付摧毀敵各型飛機、海上船艦及戰車[47]。

3.戰略型激光武器

中共發展「太空戰」可追溯自1956年，發展至2004年，已成功地研發出防衛(殺手)衛星，該種高能激光武器主要在對付敵對國飛行於低軌道的各型衛星，[48]若未來隨著高能激光武器研製成功後，其太空軍事作戰能力將會更進一步顯現。

七、各國雷射武器系統性能分析與比較

上述文獻中不論是從報章雜誌、網路報導、中外媒體及武器展示等，都可以看出各個國家對雷射武器系統發展的概況，其比較分析表(如表1)所示。各個國家仍致力研發高科技武器的運用，以下針對各個國家已服役或研發中的雷射武器系統特、弱點來實施比較：

表一：各個國家雷射武器系統發展現況表

使用雷射武器系統國家雷射發展現況表					
國家	武器種類	武器型式	武器區分	戰場運用	適用兵種
美國	戰術型	AC130武裝運輸機	空軍高能雷射	可擊毀低空艦艇、巡邏導彈、遠程火箭彈等，射程可達2萬公尺	空軍
	戰術型	龐賽號	艦載高能雷射	可發射令人目眩的警告雷射光，也可讓小艇變和無人飛機著火	海軍
	戰術型	MIRACL雷射武器平台	陸基雷射武器系統	可對付敵國之戰術飛機、飛機、及低軌道衛星，可達數百公里	陸軍
	戰鬥型	LWS雷射加農炮	單兵雷射武器系統	可發射致盲性或致傷性光束，使人喪失行動能力	陸軍
英國	戰術型	艦載雷射炮	艦載雷射武器系統	打擊慢速、低高度及小型武器	海軍
德國	戰術型	S7-110雷射加農炮	陸基雷射武器系統	可擊落快速移動的UAV，射程超過一英里	陸軍
以色列	戰術型	鐵梁	陸基雷射武器系統	可低空攔截來襲迫擊炮彈、火箭、飛彈與無人機	陸軍
俄羅斯	戰鬥型	溪流雷射槍	單兵雷射武器系統	可使敵軍暫時失明或武器光電傳感器失靈	陸軍
中共	單兵	雷射步槍(ZM-87)	低能雷射	主要用於對付戰場上之敵戰鬥人員與武器輻射系統武器，武器射程可達3000呎	武警、特戰部隊、快反部隊
	戰術型	坦克(ZTZ-99)	高能雷射	主要用於對付戰場上之敵戰(甲)車與戰鬥人員	陸軍
	戰術型	低空衛士	高能雷射	在五秒內能精準攔截半徑2公里內，飛行高度500公尺時速180公里以下的小型航空器	陸軍、特戰部隊、快反部隊
	戰區型	891試驗艦	高能雷射	預計在2015年後可以具備量產化的能力，主要在對付摧毀敵各型飛機、海上船艦或戰車	海軍
	戰略型	殺手級衛星武器	高能雷射	主要在對付飛行於低軌道的各型衛星，如GPS衛星和間諜衛星	天軍部隊

資料來源:本研究自行整理。

雷射武器系統有別於一般雷射之處，在於其系統主要由四大部分所組成—亦即為「雷射器」、「瞄準追蹤系統」、「光束控制系統」及「發送系統」，其特、弱點分述如下（如表 2）：

一、特點：

1. 速度快及操作性靈活

速度快乃雷射武器主要特色之一，雷射武器所射出之“子彈”，其速度是以每秒高達 30 萬公里的光速飛行，比普通砲彈速度快約 40 萬倍，比導彈速度快約 10 萬倍[49]，若對 10 公里遠的目標發動攻擊，雷射光束的傳輸僅需 3 萬分之一秒便可擊中目標[50]；此外，雷射武器在操作上極為靈活，對於突發性之臨機目標亦能迅速做出反應，立即轉向新目標實施射擊，以功率為 20 萬瓦的機載雷射武器為例，它能在追蹤到目標後的 6 秒內將之擊毀，並能於 2 秒後接著對付另一個目標，連續射擊次數可高達 100 次。

2. 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。在射程方面，天基型高能雷射武器有效射程將可遠達 5,000 公里，而陸基型高能雷射武器射程亦可高達 600 公里；其次，有良好的方向性，對目標之攻擊，不但必計算前置量，只要瞄到那裡便可打到那裡，命中精度極高。

3. 無後座力

傳統的武器在射擊時，無論其型式的輕重，都會產生大小不一的後座力而嚴重影響到命中的精確度；唯獨雷射武器，其在射擊時，毫無一絲的後座力。

4. 不受外在電磁波的干擾

在電子戰環境中，雷射光束不會受到外界電磁波的干擾，故被鎖定的目標，難以用電子反制的手段去避開雷射武器的射擊。

5. 造價低廉與超高度之作戰效能

雷射武器最吸引人之處乃在於它的造

價低廉。據相關消息指出，雷射武器與現行最熱門的“刺針”及“愛國者”兩種防空飛彈相較下，雷射武器每發僅數千美元，而“刺針”每發要價為 2 萬美元，“愛國者”則高達 30~50 萬美元[51]；另在作戰效能上，“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. 擁有強大的殺傷力與破壞力

高能量的雷射武器具有極為強大的殺傷力與破壞力，單就其高達千萬度熱能的雷射光束就足以瞬間摧毀任何目標，除能有效剋制衛星與各型導彈外，對戰機、戰艦與戰甲砲車亦具相同效果。

7. 作戰平臺多樣化

雷射武器運用之範圍極為廣泛，它既可在地面使用，亦可於飛機、艦艇上運用，未來更能裝載於衛星、太空站上使用，可供用之作戰平臺可說是多樣化。

8. 具全天候作戰之能力

雷射武器在使用上並不受天候與時節的影響，全天候均可有效地遂行作戰。

9. 無放射性污染

雷射武器在使用時，不像核子武器一樣，事後會對環境造成放射性污染的後遺症。

二、弱點

1. 無法於水中使用

雷射光無法穿透深厚的海、江、河水，故在深水之中無法使用。

2. 易受不良天候之影響

雷射光束同所有光波一樣，具有穿透大氣能力差的弱點，故雷射武器在射擊時，其所產生的光束在大氣中傳輸期間，易受到雨、霧等大氣分子的吸收與散射而導致光束強度的減弱，影響對目標的殺傷效果。

3.無法對付具有「匿蹤」功能的高科技產品。

雷射武器在遂行攻擊任務時，是必須先由其「瞄準追蹤系統」對目標鎖定後，方能發動攻擊而摧毀目標；然而，一旦遭遇具有「匿蹤」功能的高科技戰具（如英國之夜鷹、美軍 F-111、F-22 等戰轟機）時，再強悍的雷射武器亦將面臨「英雄無用武之地」的窘態。[52]

表 2：雷射武器系統特、弱點分析表

雷射武器系統特點及弱點分析表	
特點	速度快及操作性靈活
	射程遠與射擊精準
	無後座力
	不受外在電磁波的干擾
	造價低廉與超高度之作戰效能
	擁有強大的殺傷力與破壞力
	作戰平臺多樣化
	具全天候作戰之能力
	無放射性污染
弱點	無法於水中使用
	易受不良天候之影響
	無法對付具有「匿蹤」功能的高科技產品

資料來源：本研究自行整理。

參、強化我防衛作戰之效能運用

一、防衛作戰之作戰時期劃分與重要性

目前我作戰時期區分為經常戰備及防衛作戰時期，動員全民力量，投入各項國防建設，以支持軍事作戰任務，爭取防衛作戰的勝利，一直是防衛作戰的戰略思維，繫乎國家的存亡。[53]

「臺澎防衛作戰」區分為兩時期三階

段，經常戰備時期及防衛作戰時期，階段劃分為戰備整備階段、應急作戰階段及全面作戰階段，臺澎防衛作戰之遂行，依臺澎金馬地區之島嶼地略特性，進犯係按奪取制空權，繼奪取制海權及制電磁權，最後實施登陸，完成其作戰目的。

防衛作戰的範圍區分聯合制空、聯合制海與反登陸作戰，基於敵情威脅及防衛作戰環境，防衛作戰具備被動性、獨立性、總體性、速決性及殲滅性等特點，不同於一般的地面作戰，而國軍目前反登陸的作戰指導是以「獨立守備、分區擊滅，連續反擊、灘岸決勝」為基本概念，因此，如何避免敵軍實施登陸作戰是我中華民國必須深思熟慮的課題，經常戰備時期與防衛作戰時期的作戰模式與程序應考量當前重大政策、組織編裝及決策文化等多項因素，發展或購買有利於防衛作戰之雷射武器系統。

二、經常戰備時期之運用

雷射武器系統在經常戰備時期可落實駐地訓練及臨戰訓練等課程，迫使每位官兵都會操作雷射武器系統，此時部隊可運用「戰略型雷射武器」模擬器實施訓練，對敵實施反制及抗干擾作為，攻擊敵軍高價值目標，並對來襲之導彈、飛彈或電磁脈衝影響其準確性，增加初期的戰場存活率，並掩護動員部隊編成，完成備戰狀態。

運用天基的雷射武器系統模擬器進行訓練，在戰爭甫行發動，即將敵軍的衛星消滅，讓敵軍失去指管能力，降低敵軍的戰場透明度；在海基的雷射武器系統模擬器使用上，摧毀敵軍的航空器、UAV 等，使敵軍無法獲得戰場景況或取得絕對的空優。

陸基雷射武器系統模擬器可練習低空攔截來襲迫擊砲彈、火箭、飛彈與無人機，固定式的陸基雷射武器系統可取代傳統的防空飛彈陣地，移動式的雷射武器系統可搭載在戰車或自走砲等載具，具備快速與機動、精準且補給容易等特點，將會是未來戰場上的利器。

單兵雷射槍射擊模擬器可訓練個人戰鬥技巧的提升，利用虛擬戰場以雷射槍進行接戰，讓部隊模擬戰場景況實施作戰，甚至是日間、夜間、城鎮作戰等環境；若以射擊模擬器進行訓練，各單位採輪訓方式，可大幅減少彈藥的消耗，且雷射槍無後座力又擁有強大的殺傷力與破壞力，可導致敵軍麻痺或暫時失明。

三、防衛作戰時期的運用

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恆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[54]。

雷射武器系統在防衛作戰時期可優先攻擊敵軍的指管系統，舉凡使用天基雷射武器系統攻擊敵軍衛星，癱瘓敵軍的C4ISR，再利用搭載在飛行器上的雷射武器系統來取得制空權，若以美軍的AC130武裝運輸機進行攻擊，可擊毀巡航導彈、低空艦飛彈等，防護重要目標及友軍安全；若以美軍搭載在龐賽號的艦載高能雷射為例，海基可協助空軍取得制空權及摧毀船隻或無人飛行載具，取得絕對的制海權。

陸基雷射武器系統若是以色列的鐵梁系統為例，不僅可低空攔截迫砲、火箭、飛彈或飛機，還可配合德軍研發的移動式陸基系統(S7-110)，強化我防空的能力，

並迅速控領各戰略要域及地形要點，武器效能輕者可使目標(如衛星、飛彈、飛機、船艦、戰甲砲車等)內部光電系統燒毀而喪失功能，重者則會使目標瞬間產生高溫而爆炸。

單兵使用的雷射槍可對空降之敵或特戰人員發射致僵性或致盲性的光束，迫使飛機飛行員、戰甲砲車駕駛、火砲射手及官兵之眼睛暫時失明、昏眩、身體灼傷或肌肉僵硬而失去知覺，甚至內出血而死，且雷射武器具備全天候作戰的特點，不會受到天候與時節的影響，在作戰全程亦不受外在電磁波的干擾，就算敵軍使用電磁脈衝，我軍依然可使用雷射武器系統進行攻擊，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。

肆、結論與建議

一、結論

孫子兵法曰：「知彼知己，百戰不殆，知天知地，勝乃可全」，我們不僅要瞭解共軍激光武器的發展，更要籌畫如何運用雷射武器強化台澎防衛作戰，現代化戰爭多數為不對稱作戰，正因如此，運用與發展雷射武器進行軍事事務革新是有其必要性的，它將導致各國作戰型態與戰略環境之改變。對此，國軍在高科技武器求新求變的時代當中，更應積極投入，確實掌控其發展。

特別最近幾年來共軍戰力不斷提升，在九三閱兵時展示國防武力，或在南海填海造陸，構築機場及港口等設施，其目的在向外擴張版圖及勢力範圍，實現強國夢之目標，共軍若對我發起猝然攻擊，在預警時間不足及作戰縱深短淺的限制下，應變時間也大幅減少。

鑑於雷射武器具有遠距與快速、靈活與精準、造價低與高度之作戰效能等特性，若能與現行防空武器密切結合，將強化整

體之防空戰力。因此國軍應深思各型式雷射武器之重要性，並將其列為未來應獲得之重要防衛性武器，不僅能滿足未來作戰的需求，更能對中共產生威嚇效果，確維國防安全。

精準雷射武器系統日趨多元發展，性能特質、運用方式各異，須長短相輔、高低搭配、選擇運用，非但可降低敵方反制效能，並可增加雷射武器存活機率與打擊效果，作戰期間三軍精準火力密切協調，三軍不同精準雷射武器之運用，統一協調規劃分配，設計多重識別機制，避免浪費火力與誤擊友軍，擴大打擊效果，在火力支援協調中心精確效果評估與計算再攻擊時間，攻擊實施後，立即分析目標破壞效果，評估打擊效能；如未達預期，迅即運用再次攻擊能力，達成計畫摧毀作戰目標。多層部署，積極與消極手段併用：並運用層層綿密防護部署，防制敵以傳統正規或不對稱手段破壞我戰力完整，威脅我軍安全。

二、建議

未來的戰爭係以不對稱作戰為主，高科技武器運用為主導，故本研究建議國軍可發展雷射武器或自主技術的研發，以較低廉的武器成本，獲得較大的防衛作戰效能，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戰略運用，防敵第一波的導彈攻擊；亦可將戰術型雷射武器直接配於載具、工事設施、武器裝備，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，以肆應多元化之作戰型態，以下提出二點建議，提供參考。

（一）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，本研究藉目前各國雷射武器發展及運用，未來若可結合我防衛作戰使用，相信俾能對我防衛作戰發揮嚇阻作用。

（二）自行研發雷射武器系統

雷射武器可輕易擊毀各型戰機、飛彈與衛星，可謂是新世紀中最具殺傷力與威脅性之武器。為強化我國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及中研院，發展戰略、戰術及戰鬥性雷射武器，強化我國防衛作戰之能力。

未來作戰中係以小博大、以寡擊眾、以弱擊強，憑藉著高科技的雷射武器系統在未開戰前，即對敵指管及雷達系統進行破壞，使敵無法順利指揮與管制部隊，並可同步實施反電磁戰，使敵無法偵知我軍動態。現代戰爭由於科技、資訊、武器快速發展，使作戰型態由傳統的地面決戰轉為多維化的戰場角力。國軍在既有「防衛固守，有效嚇阻」的軍事戰略指導下，增加運用雷射武器系統勢必可強化臺澎防衛作戰之能力，確保國土之安全。

參考文獻：

- [1] < 維 基 百 科 > , <https://zh.wikipedia.org/wiki/激光>。
- [2] < 科 技 大 觀 園 > 雷 射 武 器 <https://scitechvista.most.gov.tw/zh-tw/articles/c/0/6/10/1/999.htm>。
- [3] < 科 技 大 觀 園 > 雷 射 武 器 <https://scitechvista.most.gov.tw/zh-tw/articles/c/0/6/10/1/999.htm>。
- [4] < 雷 射 與 電 磁 砲 > , <http://mypaper.pchome.com.tw/souj/post/1303795214>。
- [5] < 雷 射 與 電 磁 砲 > , <http://mypaper.pchome.com.tw/souj/post/1303795214>。
- [6] 「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。
- [7] 「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。
- [8] 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。
- [9] 《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。
- [10] 〈科技大觀園〉雷射武器
[https://scitechvista.most.gov.tw/zh-tw/ar
ticles/c/0/6/10/1/999.htm](https://scitechvista.most.gov.tw/zh-tw/articles/c/0/6/10/1/999.htm)
- [11] 〈科技大觀園〉雷射武器
[https://scitechvista.most.gov.tw/zh-tw/a
rticles/c/0/6/10/1/999.htm](https://scitechvista.most.gov.tw/zh-tw/a
rticles/c/0/6/10/1/999.htm)
- [12] 〈科技大觀園〉雷射武器
[https://scitechvista.most.gov.tw/zh-tw/a
rticles/c/0/6/10/1/999.htm](https://scitechvista.most.gov.tw/zh-tw/a
rticles/c/0/6/10/1/999.htm)
- [13] 《全民國防教育 9-國防科技》(桃園：
國防部總政治作戰局，民國 100 年 12
月)，頁 52。
- [14] 〈雷射砲今夏於美軍艦投入戰鬥任務〉，
[http://beyondnewsnet.com/20141119-la
ws/](http://beyondnewsnet.com/20141119-la
ws/)
- [15] 〈牽制伊朗 美波灣部署雷射武器〉，
[http://blog.sina.com.tw/cnear/article.ph
p?entryid=660970](http://blog.sina.com.tw/cnear/article.ph
p?entryid=660970)
- [16] 《全民國防教育 9-國防科技》(桃園：
國防部總政治作戰局，民國 100 年 12
月)，頁 53。
- [17] 〈科技大觀園〉雷射武器
[https://scitechvista.most.gov.tw/zh-tw/ar
ticles/c/0/6/10/1/999.htm](https://scitechvista.most.gov.tw/zh-tw/ar
ticles/c/0/6/10/1/999.htm)
- [18] 〈雷射 A+ 醫學百科〉，
[http://cht.a-hospital.com/w/%E6%BF%
80%E5%85%89](http://cht.a-hospital.com/w/%E6%BF%
80%E5%85%89)
- [19] 〈雷射與電磁砲〉，
[http://mypaper.pchome.com.tw/souj/pos
t/1303795214](http://mypaper.pchome.com.tw/souj/pos
t/1303795214)
- [20] 〈特定常規武器公約〉，
[http://www.twword.com/wiki/特定常規
武器公約](http://www.twword.com/wiki/特定常規
武器公約)
- [21] 〈昨天的船塢登陸艦〉，
[http://sophist4ever.pixnet.net/blog/pos
t/28441042-昨天的船塢登陸艦大隅
級與 071 級](http://sophist4ever.pixnet.net/blog/pos
t/28441042-昨天的船塢登陸艦大隅
級與 071 級)
- [22] 〈YAL-1 機載雷射系統〉，
[https://zh.wikipedia.org/zh-tw/YAL-1
YAL-1 機載雷射系統](https://zh.wikipedia.org/zh-tw/YAL-1
YAL-1 機載雷射系統)
- [23] 〈美國發展高能雷射武器〉，
<http://blog.udn.com/leifho/2327593>
- [24] 〈未來長空中的新霸主－雷射武器
〉[http://www.gamez.com.tw/thread-322506-
1-1.html](http://www.gamez.com.tw/thread-322506-
1-1.html)
- [25] 〈美陸軍首批雷射武器 2023 年部署〉，
[https://tw.money.yahoo.com/美陸軍
首批雷射武器-2023 年部署-
121031887.html](https://tw.money.yahoo.com/美陸軍
首批雷射武器-2023 年部署-
121031887.html)
- [26] 〈衛星致盲戰-中美大門法〉，
[http://news.ltn.com.tw/news/world/pa
per/93841](http://news.ltn.com.tw/news/world/pa
per/93841)
- [27] 〈精確導引武器剋星－高能雷射〉，
[http://www.youth.com.tw/db/epaper/e
s001007/eb0642.htm](http://www.youth.com.tw/db/epaper/e
s001007/eb0642.htm)
- [28] 〈自由時報網路新聞 2014/11/16〉
[http://news.ltn.com.tw/news/world/pa
per/830596](http://news.ltn.com.tw/news/world/pa
per/830596)
- [29] 〈美艦首度裝雷射武器 巡弋波灣〉，
[http://news.ltn.com.tw/news/world/pa
per/830596](http://news.ltn.com.tw/news/world/pa
per/830596)
- [30] 〈波音發表雷射武器 可隨軍攜帶〉
[http://www.mesotw.com/bbs/viewthre
ad.php?tid=51881&extra=page%3D1](http://www.mesotw.com/bbs/viewthre
ad.php?tid=51881&extra=page%3D1)
- [31] 台灣醒報 104 年 8 月 31 日網路新聞
〈[https://anntw.com/articles/20150831-P
XnW](https://anntw.com/articles/20150831-P
XnW)〉
- [32] 台灣醒報 104 年 9 月 20 日〈
[https://www.anntw.com/articles/201509
20-CYjM](https://www.anntw.com/articles/201509
20-CYjM)〉
- [33] 大紀元 104 年 12 月 29 日網路新聞
〈[http://www.epochtimes.com.tw/n1529
77/](http://www.epochtimes.com.tw/n1529
77/)〉
- [34] 台灣醒報 104 年 9 月 20 日網路新聞
〈<http://www.msn.com/zh-tw/money/top>〉

- stories/ar-AAewxOn>
- [35] 大紀元 104 年 12 月 29 日網路新聞
<<http://www.epochtimes.com.tw/n152977/>>
- [36] <英發展艦載雷射>，
<http://sunponyboy.pixnet.net/blog/post/436785025-英發展艦載雷射-德首展出雷射砲>
- [37] 中華日報 103 年 2 月 16 日網路新聞
https://www.facebook.com/permalink.php?story_fbid=214072795463896&id=148211855383324
- [38] 中華日報 103 年 2 月 16 日網路新聞
https://www.facebook.com/permalink.php?story_fbid=214072795463896&id=148211855383324
- [39] <以色列鐵光束，雷射攔截砲彈>，
<http://www.storm.mg/article/26687>
- [40] 中華日報 103 年 2 月 16 日網路新聞
https://www.facebook.com/permalink.php?story_fbid=214072795463896&id=148211855383324
- [41] <雷射武器，以光學技術為基礎，運用感應器、電腦與望遠鏡>，
http://www.tutordo.com/modules/xhnewbb/viewtopic.php?topic_id=1244
- [42] 中華日報 103 年 2 月 16 日網路新聞
https://www.facebook.com/permalink.php?story_fbid=214072795463896&id=148211855383324
- [43] <中國和世界最新型激光武器大車拚>2009 年 2 月 2 日
<http://big5.3mt.com.cn/g2b.aspx/ido.3mt.com.cn/Article/200902/show1270132c30pl.html>
- [44] <中國和世界最新型激光武器大車拚>2009 年 2 月 2 日
<http://big5.3mt.com.cn/g2b.aspx/ido.3mt.com.cn/Article/200902/show1270132c30pl.html>
- [45] 《大陸萬瓦級激光攔截系統「低空衛士」，5 秒滅敵於無形》
<http://www.ettoday.net/news/20150121/456543.htm>
- [46] <大陸研發雷射炮低空小型航空器殺無赦>，《中時電子報》，2014 年 11 月 3 日，
<http://www.chinatimes.com/>（檢索日期：2015 年 3 月 10 日）。
- [47] <解放軍大力發展反衛星武器艦載激光炮緊追美國>，《多維新聞網》，102 年 9 月 17 日，
<http://military.dwnnews.com/>（檢索日期：2015 年 4 月 1 日）。
- [48] 曾銘義，《中共定向能武器研發現況探討》（國防雜誌，2006 年第 21 卷第 6 期），頁 151。
- [49] 雷射武器及其在軍事上的運用，
<http://www.ccit.edu.tw/~g880401/9912/1aser.htm>.
- [50] 雷射武器及其在軍事上的運用，
<http://www.ccit.edu.tw/~g880401/9912/1aser.htm>.
- [51] 雷射武器及其在軍事上的運用，
<http://www.ccit.edu.tw/~g880401/9912/1aser.htm>
- [52] 龔建強《未來長空中的新霸主—雷射武器》
<<http://www.gamez.com.tw/thread-322506-1-1.html>>
- [53] 沈明室，《從台澎防衛作戰探論「全民國防教育」》，頁 27
- [54] 王健民，陸軍學術雙月刊 P113 頁 第五十二卷第 546 期，2016 年 4 月

The research of laser weapon systems are used to enhance defensive operation

Wang Chin-Min 1, Liao Shih-Hao 2

¹Army Command and Staff College Joint Defence Operation Team, NDU ,Taiwan, R.O.C.

²Army Command and Staff College, NDU ,Taiwan, R.O.C.

Abstract

Laser weapon system with anti-electromagnetic interference, strong lethality and destructive power, flexibility and high speed, precision shooting and long range of features, its advantages can be used in a variety of combat platforms, and all-weather combat capability.

Currently the high-tech weapons with rapid innovation and development, resulting in modern warfare and the complexity of the war more than ever to enhance, therefore, in the face of the impact of high-tech military-led war, research on the use of high- efficient weapons, strengthen the combat capability, to strengthen operations ability.

Laser Weapon System will open a new military revolution, military should consider laser weapons as soon as possible as an important weapon to obtain or development projects currently, directing future battlefield may face the situation of battlefield for the countermeasures to promote the ability of defense operational effectiveness.

Keywords: laser weapons 、 laser weapons system 、 defensive operations.