

Sistemas láser de alta energía y potencia ¿El arma del futuro contra objetivos aéreos?

高能與高功率雷射武器系統 – 未來反制空中目標之武器？

取材：2020 年 12 月西班牙砲兵歷代誌 176/2 號

Memorial de Artillería, Número 176/2 – Diciembre de 2020

作者：西班牙陸軍砲兵中校 D. Francisco González Arévalo

譯者：劉尊仁

譯者導讀

本文作者撰寫的目的是在透過介紹與分析當今雷射武器系統（HEL）之發展與突破，並簡短介紹分析美國、中共、俄羅斯等世界國防武器大國在雷射武器系統之投資研發的重視與堅持，且至今不管是在相關專、建案的作戰測評中，亦或是實戰中皆有顯著的進展與成就。精簡準確地提出未來雷射武器系統將會翻轉下一世代的戰爭戰略型態，並將成為下一世代想主宰世界霸權的國家不可迴避，甚至必須即刻面對的議題。

作者於文中透過比較分析各國在高能雷射武器系統的研發成就及實戰經驗，說明其對反制包含人造衛星之空中目標的低成本及高效益性，從而去探討高能雷射武器在反制火箭、砲彈及迫擊砲（C-RAM），以及反制空中無人飛行載具（C-UAV）的重要性，說明在未來新型戰爭型態中，陸海空軍要能達到上述之反制能力，高能雷射武器系統實為不可或缺之一環。

提要

Hasta hace unos años era impensable la utilización del arma láser en los conflictos actuales ; sin embargo, su versatilidad para hacer frente a diversas amenazas, su relación coste-eficacia, unida al avance tecnológico producido en su desarrollo, mejorando principalmente la potencia del haz de luz y el suministro de energía a través de generadores de menor tamaño han propiciado que las principales potencias mundiales aumenten sus inversiones en armas láser.

直到近幾年前，在現今的衝突中使用雷射武器都還只是想像而已；然而，如今雷射武器應對各種威脅的多功能性、成本效益等優點，以及其在提高光束

的功率以及藉由較小的發電機提供能源的技術進步，致使世界主要大國大幅增加在雷射武器系統上的投資。

關鍵詞：反火箭、砲彈與迫砲系統(Counter-Rocket, Artillery and Mortar System, C-RAM)、EL LÁSER 雷射、高能雷射器(High Energy Laser/HEL)、高功率雷射器(High Power Laser/HPL)、中紅外線高級化學雷射器(MIRACL)、雷射武器系統(LaWS)、HELIOS(具有整合光學眩目器和監視功能的高能雷射器)、SSL-TM(固態雷射科技的成熟度)、HEL MD(High Energy Laser Mobile Demonstrator) 高能雷射移動展示車)、YAL-1 機載雷射系統、反火箭、砲彈與迫砲系統(Counter-Rocket, Artillery and Mortar System, C-RAM)、沉默獵人(Silent Hunter)、短程防空(Short Range Air Defense, SHORAD)、無人機(Unmanned Aerial Vehicle, UAV)

INTRODUCCIÓN

前言

Las armas de energía dirigida son armas que transportan la energía a través de ondas electromagnéticas o partículas atómicas o subatómicas. Hasta ahora, el empleo de medios láser en el campo de batalla ha sido utilizado para calcular distancias y señalar objetivos, sin embargo, el desarrollo tecnológico de estos dispositivos podría convertirlos en el arma del futuro; siendo especialmente adecuados para la defensa contra objetivos de gran agilidad, tales como vehículos aéreos no tripulados, cohetes, proyectiles de artillería, mortero, misiles balísticos e incluso misiles intercontinentales y todo ello con enormes ventajas sobre las armas convencionales actuales. Su empleo también permitirá neutralizar o incluso destruir materiales blindados, desde plataformas terrestres, navales y aéreas.

能量導引武器是藉由電磁波、原子或次原子粒子傳輸能量的武器。直至今日，在戰場上仍使用雷射系統來計算距離和標示目標，然而，這些雷射系統的技術發展可能使它們成為未來的武器；特別在抵禦具有高度機動與敏捷的目標，如無人機、火箭、砲彈、迫擊砲、彈道飛彈甚至洲際導彈上，都比目前的常規武器具有更大的優勢。還能運用在陸軍輪車、海軍艦艇和空中載台上用以抵禦或摧毀敵裝甲材料。

EL LÁSER

雷射

El nacimiento de este tipo de armas podría tener su comienzo a finales del S. XIX cuando el ingeniero eléctrico, mecánico y físico estadounidense de

origen serbocroata, Nikola Tesla, durante la década de 1890 a 1906, dedicara gran parte de su tiempo y fortuna en una serie de proyectos para desarrollar la transmisión inalámbrica de energía. Fueron muchos los inventos y logros que se le atribuyen a Tesla, como la transferencia inalámbrica de energía eléctrica mediante ondas electromagnéticas, el generador de corriente alterna, la bombilla sin filamento o lámpara fluorescente, la turbina sin paletas, la bobina de tesla, la bujía para los motores de encendido de explosión y muchos más desarrollados en el campo electromagnético. Sin embargo, no fue hasta 1960 cuando el físico norteamericano, Theodore Harold Maiman, desarrolló y patentó el primer láser, que usaba un rubí rosa bombeado por una lámpara de flash para producir un impulso de luz coherente.

由於在 1890 年至 1906 年的十年間，來自塞爾維亞－克羅地亞的美國電氣工程師、機械師和物理學家尼古拉·特斯拉¹投入了大量時間和金錢在一系列的計畫與實驗中發展無線能量傳輸。因此推斷雷射武器的誕生可能始於 19 世紀末。在無線電力傳輸中，許多發明和成就都歸功於特斯拉，例如藉由電磁波無線傳輸電能、交流發電機、沒有燈絲的燈泡或日光燈的燈泡、無葉片渦輪機、特斯拉線圈、用於引擎爆炸點火的火星塞以及許多在電磁領域的發明。然而，直到 1960 年，美國物理學家西奧多·哈羅德·邁曼（Theodore Harold Maiman）才研製出第一台雷射器並申請了專利，該雷射器是由閃光燈和人造紅寶石來產生相干光脈衝。

El láser（proveniente del acrónimo inglés LASER, ight amplification by stimulated emisión of radiation, ‘amplificación de luz por emisión estimulada de radiación’）es un dispositivo que utiliza un efecto de la mecánica cuántica, la emisión inducida o estimulada, para generar un haz de luz capaz de transmitirse por el vacío a largas distancias y concentrar su emisión en un rango espectral muy estrecho.

雷射（通過受激輻射式光波放大，取其英文首字母縮寫詞 LASER）是一種裝置利用量子力學效應、誘導或受激發射來產生能夠在真空中遠距離發射傳輸的光束，並將光束集中在一個非常窄的光譜範圍內。

TIPOS DE LÁSER

雷射種類

Las dos grandes familias de láser son: los láseres de alta energía（High

¹ Dr. Ljubo Vujovic. (10 de julio de 1998).www.teslasociety.com.<https://teslasociety.com/biography.htm>

Energy Laser/ HEL) y los láseres de alta potencia (High Power Laser/HPL)²
雷射的兩個主要分類是：高能雷射器 (High Energy Laser/HEL) 和高功率雷射器 (High Power Laser/HPL)。

En el caso de los HEL, dependiendo del medio por el que propaga la energía se clasifican en armas de gas, de líquidos, de estado sólido, de electrones libres, de semiconductores y de energía nuclear. Los elementos básicos de un láser son : una cavidad óptica resonante, en la que la luz puede circular y que consta habitualmente de un par de espejos de los cuales uno es de alta reflectancia (cercana al 100 %) y otro conocido como acoplador, que tiene una reflectancia menor y que permite la salida de la radiación láser de la cavidad; un medio activo con ganancia óptica, que es el encargado de amplificar la luz y un bombeo, generalmente es un haz de luz (bombeo óptico) o una corriente eléctrica (bombeo eléctrico) .

就高能雷射 (HEL) 而言，依據傳播能量的介質，可以分為氣體、液體、固態、自由電子、半導體和核能等武器。雷射器的基本三元件是：一個光可以在其中循環的共振腔，它通常由一對反射鏡組成，其中一個反射鏡須具有高反射率（接近 100%），而另一個稱為輸出耦合鏡，具有較低的反射率並允許激光輻射從共振腔中射出；第二個元件是一種具有光學增益的活性介質，負責激發光電子；第三個元件，一個泵浦，通常是光束（光泵浦）或電流（電泵浦）。

En el caso de los HPL, se caracterizan por emitir un pulso, de elevada potencia de radio-frecuencia, dirigido por una antena. Los efectos de esta onda son comparables a los de un pulso electromagnético generado en una explosión nuclear. Principalmente, están constituidos por una fuente de energía, un generador de microondas de alta potencia, un modulador, un componente de microondas y un subsistema de control.

而高功率雷射 (HPL) 的特點是由天線引導發射高功率射頻脈衝。這種波的效果與核爆炸中產生的電磁脈衝相當。主要是由一個能量源、大功率微波產生器，調製器、微波元件和控制子系統組成。

² Ortega García, Julio (2011). Armas de tecnología avanzada.
<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=3835404>



圖1 在USS Ponce驅逐艦上的30kw級雷射武器系統. Foto US



圖 2 AN/TWQ-1 Avenger 復仇者地面戰術輪車

◆Las armas de energía dirigida son armas que transportan la energía a través de ondas electromagnéticas o partículas atómicas o subatómicas...

能量導引武器是藉由電磁波、原子或次原子粒子傳輸能量的武器……

◆Las dos grandes familias de láser son : los láseres de alta energía (High EnergyLaser/HEL) y los láseres de alta potencia (High Power Laser/HPL) ...

雷射分成兩大類：高能雷射器(High Energy Laser/HEL)和高功率雷射器(High Power Laser/HPL)

DESARROLLO Y VENTAJAS DEL SISTEMA LÁSER

雷射系統的發展和優勢

A pesar de las limitaciones que surgieron, hace más de cincuenta años, al inicio del empleo de las armas láser, como fueron su tamaño y peso, las elevadas temperaturas que alcanzaban y la gran cantidad de energía

necesaria para convertirlas en verdaderas armas eficaces; las grandes potencias armamentísticas mundiales, han seguido apostando por el inmenso potencial que esta tecnología podría ofrecer como arma estratégica. ¿Cuáles fueron los verdaderos motivos que incitaron a las potencias mundiales a la investigación y desarrollo de este tipo de armas? Son muchos y muy diversos los argumentos que se han expuesto a este respecto, proporcionando como vector de proyección la suma de toda una serie de ventajas en comparación con las armas convencionales actuales :

儘管在 50 多年前開始使用雷射時出現了一些瓶頸與限制，例如雷射器的尺寸和重量、使用上產生的高溫以及將它們轉化為真正有效的武器時所需的大量能量；世界武器大國仍繼續押注這項具有作為戰略武器潛力的技術。而促使世界列強研發這種武器的真正原因是什麼？在這方面有非常多不同的論點，然而與當前常規武器相比，這些論點皆為雷射系統提出了一系列優勢。

◇ Reducción de costes de fabricación, instalación y uso : en términos comparativos con cualquier multimillonario sistema de misiles, la fabricación de las armas laser es sencilla por concepto, su mayor o menor precio en la fabricación se verá condicionado por la amplificación de luz que se requiera alcanzar, medida en kW, y el gasto propiciado de su uso vendrá determinado por el precio de cada disparo de radiación, siendo éste actualmente menor de 1 dólar (\$1) .

◇ 製造、安裝和使用的低成本：與任何價值數百萬美元的導彈系統相比，雷射武器的製程很簡單，它在生產製造上的價格高低是取決於所需達到以千瓦為單位的雷射功率，以及因每次使用所產生的費用，而每次使用的價格，目前估計不到 1 美元。

◇ Reducción de tamaño y peso : este campo es en el que, quizás, se ha conseguido uno de los mayores logros y que por tanto augura un avance significativo en su empleo. De esta forma, para la instalación de un sistema láser, se ha pasado de necesitar un espacio volumétrico similar al de un Boeing 747, a unas dimensiones de tan solo 1,3 x 0,4 x 0,5 metros. En definitiva, algunos de los actuales sistemas HEL se mueven en cifras que suponen un peso máximo de 750 kg, para un volume máximo de 2 m³, lo que implica que claramente puedan ser instalados sobre una gran variedad de plataformas, fijas o móviles.

◇ 尺寸和重量的降低：在這個部分雷射系統也許已經取得了最偉大的成就

之一，因此這也預表著它的使用在未來將取得重大的進展。就此而言，雷射系統的安裝架設，從原本需要類似於波音 747 的體積，變成了僅需 $1.3 \times 0.4 \times 0.5$ 米。³確實，目前，一些可以輕易地安裝在各種固定或移動式的載台的高能雷射系統（HEL）中，其最大重量為 750 公斤，體積 2 m^3 。⁴

◇ Regulación de la intensidad: una de las mayores ventajas tácticas que ofrecen los sistemas láser es la posibilidad de regular la intensidad del haz y por tanto realizar un uso escalonado de la fuerza, lo que permite realizar desde advertencias luminosas o neutralizar un objetivo, hasta la destrucción del mismo en caso necesario.

◇ 強度調節：雷射系統提供的最大的戰術優勢之一，就是可以調節光束能量的強度並以此執行交錯武力的使用，使其能做到輕微的警告或是反制目標，甚至於必要時將其摧毀。

◇ Alta precisión: el avance tecnológico ha permitido desarrollar estos sistemas mejorando la estabilización del haz de luz, consiguiendo grandes avances sobre objetivos de reducidas dimensiones y en movimiento.

◇ 高精準度：科技的進步促使了雷射系統的發展，提高了光束的穩定性，並在對付小型目標及移動目標上取得了重大的進步⁵。

◇ Arma silenciosa: otra de las grandes ventajas que supone este tipo de armas es el nulo impacto sonoro que conlleva su empleo, en comparación con los sistemas de ataque o defensa convencionales, lo que en definitiva supone una gran ventaja táctica, así como una comodidad de uso para sus operadores, ya que estos no necesitan protectores auditivos.

◇ 靜音武器：與傳統常規的攻擊或防禦系統相比，這種武器的另一個巨大優勢就是其在使用上的零噪音影響，這零噪音影響的優勢提升了操作手在使用上的舒適度，因為他們不需要聽力保護器。而這最終會為戰術上帶來巨大的優勢。

◇ Reducida huella logística: otra de las grandes ventajas que supone un sistema HEL es que no necesita cargar ningún tipo de munición, por lo que no solo reduce su huella logística en cuanto a carga previa sino que además

³ ³HEL de tercera generación fabricado por General Atomics y certificado en abril de 2015 en EE.UU. mediante el Sistema Gubernamental de Diagnóstico (GDS) de la Oficina Conjunta de Tecnología (JTO)

⁴ Sistema HEL de la DARPA de EE. UU. de 30 kW sobre el USS Ponce

⁵ Vídeo disponible en <https://www.youtube.com/watch?v=sbjXXRfwrH>

elimina la necesidad de gestionar los residuos que generan los sistemas de armas convencionales diseñados para hacer frente a amenazas similares.

◇ 能減少後勤補給與裝載：高能雷射系統（HEL 系統）的另一個優勢是它不需要裝載任何類型的彈藥，因此它不僅減少了戰鬥前的裝載程序，而且還避免了一般應對同種威脅時所使用的常規武器系統會產生的廢棄物管理問題。

◇ Daños colaterales mínimos：la gran precisión de estas armas sobre sus objetivos las aproxima a causar cero daños colaterales, quedando estos reducidos a los que puedan producirse de la propia neutralización o destrucción del objetivo.

◇降低誤擊：雷射武器對目標的高精準度使攻擊時的附帶損害更能接近於零，這包含可能其系統使用本身或是於攻擊摧毀目標時造成的損害。



圖 3 高能雷射移動展示車



圖 4 新型 STRYKER 8x8 裝甲運兵車. AUSA 2016

◆... su mayor o menor precio en la fabricación se verá condicionado por

la amplificación de luz que se requiera alcanzar, medida en kW, y el gasto propiciado de su uso vendrá determinado por el precio de cada disparo de radiación, siendo éste actualmente menor de 1 dólar...

在生產製造上的價格高低是取決於其所需達到以千瓦為單位的雷射功率以及因每次使用所產生的費用，每次使用的價格，目前不到 1 美元（\$1）...

◆... Otra de las grandes ventajas que supone este tipo de armas es el nulo impacto sonoro que conlleva su empleo, en comparación con los sistemas de ataque o defensa convencionales...

與傳統常規的攻擊或防禦系統相比，這種武器的另一個巨大優勢就是其在使用上的零噪音影響...

LA APUESTA DE EE. UU.

美國

Si hay un país que ha creído y ha invertido enormes cantidades de dólares en los sistemas HEL es sin duda EE. UU. Su interés en las armas de energía dirigida y especialmente en los sistemas HEL, los ha convertido en una de las potencias interesadas en alcanzar la supremacía en el desarrollo e implementación de este tipo de sistemas de armas.

如果要說有一個國家看好高能雷射系統（HEL 系統）的未來並在其上投入了大量資金，那毫無疑問的就是美國。美國對能量導引武器，尤其是高能雷射系統（HEL 系統）十分感興趣，這使美國成為想在此種類型武器系統的開發與使用中獲取霸權的大國之一。

Tras los duros comienzos, allá por los años 80, en el campo de las armas de energía dirigida, los esfuerzos dieron su recompensa y EE. UU. logró el mayor láser químico en el hemisferio occidental, el láser Mid-InfraRed Advanced Chemical Laser (MIRACL). Una prueba, en 1997, contra un satélite norteamericano en desuso estropeó el láser, pero sirvió para mostrar posibles aplicaciones para cegar satélites. Posteriormente, en 2014, la Marina norteamericana restableció la oficina de programas de armas de energía dirigida, después de reconocer el potencial de dicha tecnología. La empresa Northrop Grumman fue la empresa elegida para liderar el proyecto de demostración láser de la Marina (Maritime Laser Demonstrator, MLD), quien probó la utilidad del láser contra pequeñas embarcaciones.

凡事起頭難，然而在 80 年代後，於能量導引武器領域中的努力終於得到了

回報，美國完成了西半球最大的化學雷射器 – 中紅外線高級化學雷射器（MIRACL）。在 1997 年對一顆廢棄的美國衛星進行的一次測試中因不當使用導致雷射器的損壞，但此測試亦顯示了用於致盲衛星技術應用上的可能性。隨後，2014 年，美國海軍在認知到這種技術的潛力後，重新建立能量導引武器計劃局。諾斯羅普·格魯曼公司被選為領導海軍雷射展示器（Maritime Laser Demonstrator, MLD）計畫的公司，該計畫測試雷射對抗小型船隻的實用性。⁶

Plataformas navales

海軍艦載平台

La oficina de investigación naval（ONR）de la Marina norteamericana（USN Office of Naval Research）proporciona la ciencia y tecnología necesaria a la Marina y al Cuerpo de Marines para mantenerse a la cabeza en tecnología avanzada. En el departamento de programas, la División 351, se encarga, entre otros, del programa de armas de energía dirigida. Enmarcado en el programa que se conoce como el Sistema de Armas Láser（LaWS, por sus siglas en inglés）y realizados los primeros test satisfactorios en 2009 y 2010, contra pequeñas embarcaciones en movimiento y UAV, desde plataformas navales, la Marina ha conseguido desarrollar un láser de estado sólido que está integrado en el sistema de armas Mk 15 Phalanx, como un arma defensiva y ofensiva para aeronaves. El LaWS tiene como objetivo derribar pequeños drones y dañar pequeños barcos a una milla de distancia aproximadamente. El éxito de los ensayos sirvió para equipar al USS Ponce con el prototipo del LaWS para su operación el Golfo Pérsico en 2014 durante su misión del control del estrecho de Ormuz. Ha estado operativo hasta octubre de 2017, año en el que se dio por finalizada la vida útil del USS Ponce.

美國海軍研究局（Office of Naval Research，ONR）提供海軍和海軍陸戰隊在先進科技方面保持領先所需的科學和技術。由計畫部 351 處負責能量導引武器專案。⁷2009 年和 2010 年該部在其雷射武器系統（LaWS）計劃中構建並與執行海軍首次的測試，此次測試是將雷射武器系統建置在海軍艦載平台上，並針對小型移動船隻和無人機進行的測試，此次測評成功的將固態雷射器整合

⁶ Tom Waldwyn, 08 de febrero de 2018, Fielding US Navy lasers: not quite speed-of-light. IISS. Facts. Analysis. Influence. <https://www.iiss.org/blogs/military-balance/2018/02/us-navy-lasers>

⁷ The Office of Naval Research (s.f.). <https://www.onr.navy.mil/Science-Technology/Departments/Code-35/All-Programs/aerospace-science-research-351/directed-energy-weapons-highpower-microwaves>

到作為抵禦空中航空器的 Mk15 方陣近迫武器系統 (Mk15 Phalanx) 中。LaWS 計畫目標是能擊落小型無人機並對一英里左右的小船造成損害。此項研發成功為 USS Ponce 登陸艦配備了海軍雷射武器系統 (LaWS) 計畫的原型機，以至於能在 2014 年執行波斯灣任務期間控制霍爾木茲海峽 (Ormuz)。此計畫原型雷射系統一直服役到 2017 年 10 月，也就是龐塞號登陸艦 (USS Ponce) 除役那一年。

Actualmente se encuentran en desarrollo dos programas : el HELIOS (High Energy Laser with Integrated Optical-Dazzler and Surveillance) y a más largo plazo el SSL-TM (Solid-State Laser Technology Maturation) cuyos programas difieren en plazo y objetivos.

目前持續開發的兩個項目：HELIOS (具有整合光學眩目器和監視功能的高能雷射器) 以及較長發展期的 SSL-TM (固態雷射科技的成熟度)，這兩個項目在研發時間和目標方面有所不同。

El HELIOS se propuso con la finalidad de conseguir como primer logro un deslumbrador y un láser de 60 kW, teniendo prevista su operatividad sobre un destructor en el 2021. Su objetivo final es alcanzar potencias de 150 a 300 kW y finalmente 500 kW. El nivel más alto de potencia permitiría combatir misiles crucero y subsónicos. Por su parte, el SSL-TM ha analizado las lecciones aprendidas del LaWS de 30 kW montado en el USS Ponce y las ha aplicado al láser de 150 kW del demostrador, ha elegido el USS Portland para albergar el láser de mayor potencia y su objetivo se ha centrado en conseguir la combinación del haz espectral y el haz director, lo que permitirá agrupar diferentes láseres de longitud de onda para obtener un haz mucho más potente.

當初提出 HELIOS 的目標就是計劃在 2021 年能於海軍驅逐艦上順利操作一個 60 kW 級雷射器，並以此作為其第一個成就。而其最終目標是能讓雷射器達到 150 至 300kW 的功率，甚至達到 500kW。更高功率的雷射器將能對抗巡弋飛彈和亞音速飛彈。而就 SSL-TM 的研發而言，它從安裝在 USS Ponce 登陸艦上的 30 kW 級雷射武器系統 (LaWS) 中汲取一些經驗教訓，並將其應用於研發中的 150 kW 級雷射器，並選定以 USS Portland 驅逐艦來承載這更高功率的雷射武器系統，這新研發之高功率雷射器，其目標集中在實現光譜光束和導向光束的組合，使其能將不同波長的雷射器整合在一起以獲得更強光束能量⁸。

⁸ Megan Eckstein, 30 de mayo de 2019, Navy to Field High-Energy Laser Weapon, Laser Dazzler on



圖 5 雷射擊落不同類型目標的估計功率範圍（Center for Strategic & Budgetary Assessments）

Plataformas terrestres

陸軍雷射武器載台

La recuperación de la capacidad de defensa aérea de corto alcance (SHORAD) por parte del ejército norteamericano se produjo durante la guerra fría. Con posterioridad, durante los años 1990 y los 2000, los aviones bombarderos y los helicópteros de ataque dieron paso a los explosivos improvisados detonados a distancia, por lo que EE. UU. decidió dismantlar la mayoría de sus unidades de defensa antiaérea y depender de la fuerza aérea para controlar los espacios aéreos⁹.

美軍在冷戰時期恢復其陸軍短程防空能力（SHORAD）。之後在 1990 年代和 2000 年代，因在戰場上敵軍的遙控引爆土製炸彈取代了轟炸機和攻擊直升機，這更促使美國裁編了大部分的防空部隊，並改靠空軍來維護領空⁹。

Sin embargo, las amenazas existentes cohetes, artillería y morteros (en inglés RAM : rocket, artillery and mortar) unidas a las nuevas amenazas tecnológicas desarrolladas e impulsadas principalmente por Rusia y China,

⁹ Ships This Year as Development Continues. USNI NEWS. <https://news.usni.org/2019/05/30/navy-to-field-high-energy-laser-weapon-laser-dazzler-on-ships-this-year-as-development-continues>

⁹ Sydney J. Freedberg Jr., 05 de octubre de 2016, Laser Stryker: Boeing & GD's Drone-Killing MEHEL At AUSA (VIDEO). BREAKING DEFENSE. <https://breakingdefense.com/2016/10/stryker-mehel-general-dynamics-at-ausa-video/>

como los drones o UAV, no solo para detectar objetivos, sino también para batirlos y su facilidad de adquisición por parte de grupos terroristas, pusieron en jaque la supremacía aérea de los EE. UU. Como consecuencia, el ejército norteamericano comenzó también a experimentar con sistemas de armas láser para su instalación en vehículos blindados.

然而，現有的威脅有火箭、火炮和迫擊砲（Rocket, Artillery and Mortar System, RAM）以及主要由俄羅斯和中國開發和推動的新型科技，例如無人機或遠端遙控武器系統等，這些新型威脅不僅有能力可以偵查目標，且能於必要時摧毀目標甚至為恐怖組織所用，進而破壞美國制空霸權。因此，美國陸軍也開始研發試驗如何將雷射武器系統安裝在裝甲車輛上。

Aunque los primeros prototipos se remontan a 2007 y 2008, no fue hasta el año 2009, cuando la empresa estadounidense Boeing desarrolló un sistema láser infrarrojo y lo montó sobre el vehículo táctico terrestre AN/ TWQ-1 Avenger, surgiendo así el denominado Boeing Laser Avenger, que integraba un arma de energía dirigida para la lucha contra IED（improvised explosive devices），con una kinética para la defensa del espacio aéreo.

儘管第一批雷射武器系統的原型要追溯到 2007 年和 2008 年，但不到 2009 年，美國波音公司就開發出紅外線雷射系統，並將其安裝在 AN/TWQ-1 Avenger 復仇者地面戰術輪車上，這也就是所謂的波音雷射復仇者，它成功地將一種用於對抗 IED（簡易爆炸裝置或稱土製炸彈）的定向能量武器以及用於空域防禦的武器整合在一起。

La proliferación de los UAV propició que en el año 2016, el Centro de Excelencia de Fuegos definió, en su Documento de Desarrollo de Capacidades, la necesidad, entre otras, de adquirir un sistema de armas láser que proporcionase, a bajo coste, una protección contra las amenazas RAM y los UAV.

無人機的普及使卓越火力中心在其 2016 年能力發展書中表示，除其他需求外，還必須獲取一種低成本的雷射武器系統，並以此來抵禦火箭、火炮和迫擊砲（Rocket, Artillery and Mortar System, RAM）及無人機的威脅。

Así es como a lo largo del año fiscal 2016, impulsado por los mandos estadounidenses de defensa espacial y misil, y estratégico（USASMC/ARSTRAT）；el ejército desarrolló el primer vehículo táctico con láser de alta energía, denominado HEL MD（High Energy Laser Mobile

Demonstrator)。

在美國太空與導彈防禦戰略司令部 (USASMC/ARSTRAT) 的推動下，最終於 2016 財年；美國陸軍開發了第一款高能雷射戰術輪車，稱為 HEL MD (高能雷射移動展示車)。

Tras las diversas pruebas realizadas en el HEL MD, también conocido como HEL MTT (High Energy Laser Mobile Test Truck), se encargó a General Dynamics su ensamblaje sobre una plataforma terrestre móvil. Fue en la convención de la Asociación de Reunión y Exposición Anual del Ejército de Estados Unidos (AUSA), celebrada en Washington DC, a finales del año 2016, donde General Dynamics presentó el nuevo modelo del vehículo de transporte de personal blindado 8x8 Stryker equipado con un láser de 5 kW bajo el nombre del proyecto Stryker MEHEL 2.0 (Mobile Expeditionary High Energy Laser), con capacidad C-RAM. Los avances permitirán mejorar el láser de estado sólido hasta llegar a los 50 y 100 kW con capacidad C-UAV.

在經過對 HEL MD (高能雷射移動展示車) 也稱為 HEL MTT (高能雷射移動測試卡車) 一連串의各種測試後，通用動力公司正式受委託將高能雷射系統組裝在機動輪車上。在 2016 年底，於華盛頓特區舉行的美國陸軍協會年度會議兼博覽會 (AUSA) 大會上，通用動力公司於 Stryker MEHEL 2.0 (移動遠征高能雷射器) 專案中，展示了配備了雷射 5 kW 級，且具有反火箭、砲彈與迫砲系統 (Counter-Rocket, Artillery and Mortar System, C-RAM) 能力的新型 Stryker 8x8 裝甲運兵車。這些進展將使固態雷射器升級到 50 和 100Kw 級，且具有反制無人飛行載具 (Counter-Unmanned Aerial Vehicle, C-UAV) 的能力。

Ahora bien, para alcanzar la capacidad contra misiles crucero y balísticos se necesitan potencias de láser mayores por lo que el Ejército norteamericano continúa con el proyecto del actual HEL-TVD (High Energy Laser Tactical Vehicle Demonstrator), desarrollado por Dynetics y el subcontratista Lockheed Martin, para alcanzar una potencia de 250 kW en el láser integrado para el año 2022.

然而，為了達到能對抗巡弋飛彈和彈道導彈的能力，需要更高的雷射功率，這也就是美國陸軍繼續推進當前由萊多斯公司 (Dynetics) 和分包商洛克希德馬丁公司 (Lockheed Martin) 所研發的 HEL-TVD (高能雷射戰術展示車) 的原因，

以期達成於 2022 年能實現 250 kW 級的集成雷射這項目標。¹⁰

En el marco de la nueva estrategia energética dirigida, el Ejército está aprovechando los progresos realizados en ese esfuerzo para fusionar el HEL-TVD con tecnologías similares que están desarrollando la Marina y la Oficina del Secretario de Defensa. El objetivo del Ejército es entregar cuatro de estos prototipos de láser integrados en vehículos tácticos, para una capacidad conocida como Capacidad de Protección contra Incendios Indirectos por Láser de Alta Energía (HEL-IFPC), a un pelotón para el año fiscal 2024.

為要使定向能量武器作為新型戰略的一部分，美國陸軍正努力將海軍和國防部長辦公室正在研發類似定向能量武器的技術應用在其 HEL-TVD 上。美國陸軍的目標是在 2024 財年交付其中四個雷射武器戰術車輛原型，¹¹以實現高能雷射間接火力保護能力（High Energy Laser-Indirect Fires Protection Capability, HEL-IFPC）的能力。



圖 6 AH-64 阿帕契直升機裝載高能雷射武器（HEL） 新墨西哥 2017

...la Marina ha conseguido desarrollar un láser de estado sólido que está integrado en el sistema de armas Mk 15 Phalanx, como un arma defensiva y ofensiva para aeronaves...

...海軍成功的將固態雷射器整合到作為抵禦空中航空器的Mk15方陣近迫武器系統（Mk15 Phalanx）中...

Actualmente se encuentran en desarrollo dos programas : el HELIOS

¹⁰ Joe Lacdan, 19 de Julio de 2019, Laser weapons that pack greater punch coming to Army. US ARMY. https://www.army.mil/article/224661/laser_weapons_that_pack_greater_punch_coming_to_army

¹¹ Claire Heininger, 02 de agosto de 2019, Army awards laser weapon system contract. US ARMY. https://www.army.mil/article/225276/army_awards_laser_weapon_system_contract

(**High Energy Laser with Integrated Optical-Dazzler and Surveillance**) y a más largo plazo el **SSLTM** (**Solid-State Laser Technology Maturation...**)
目前正在研發的兩個項目：**HELIOS** (具有整合光學眩目器和監視功能的高能雷射器) 和較長發展期的 **SSL-TM** (固態雷射科技的成熟度) ...

Plataformas aéreas

空軍雷射武器載台

Por otro lado, la Fuerza Aérea norteamericana (USAF) también está interesada en ensamblar láseres a aviones de combate, aviones no tripulados y aviones de carga para atacar objetivos terrestres y aéreos. Los primeros experimentos con un láser aerotransportado de alta energía (HEL) fueron realizados por la Fuerza Aérea de los EE. UU. entre 1975 y 1984, utilizando una máquina modificada NKC-135A con un láser de dióxido de carbono (láser dinámico de dióxido de carbono, GDL). A pesar de sus limitaciones técnicas, se dice que el sistema del antiguo Laboratorio Láser Aerotransportado de la Fuerza Aérea de los EE. UU. destruyó varios AIM-9 Sidewinder voladores y un avión no tripulado BMQ-34^a.

另一方面，美國空軍 (USAF) 也有意將雷射武器組裝到戰鬥機、無人機和運輸機上，以攻擊地面和空中目標。美國空軍在 1975 年至 1984 年間以一個改良的 NKC-135A 機器並使用二氧化碳激光 (動態二氧化碳激光) 進行了第一次機載高能雷射 (HEL) 實驗。儘管存在技術上的限制，但據說前美國空軍機載雷射實驗室研製的系統已經有成功摧毀數枚 AIM-9 響尾蛇飛彈和一架 BMQ-34 無人機的紀錄。

Con el paso del tiempo, la USAF ha continuado con sus investigaciones desde el nacimiento en el año 1996 del Boeing YAL-1 y su puesta en funcionamiento bajo la Missile Defense Agency en el año 2001, basado en un láser químico de un megavatio de potencia e instalado a bordo de un avión de carga Boeing 747-400F y que forma parte del sistema de interceptación del escudo antimisiles de los EE. UU., diseñado para derribar misiles balísticos e intercontinentales en su fase de ascenso, hasta el proyecto más reciente, HELLADS (High Energy Liquid Laser Air Defence System) que consiste en un láser de 150 kW para proporcionar capacidad C-RAM a las aeronaves de ala fija y rotatoria. En 2017 la contratista Raytheon montó un HEL sobre un helicóptero de ataque Apache AH-64 adquiriendo y derribando un avión no tripulado.

隨著時間的推移，美國空軍持續於雷射武器系統之研究，並於 1996 年發表波音 YAL-1 機載雷射系統，於 2001 年開始在導彈防禦局下服役，該飛機搭載功率達 1 兆瓦級的化學雷射器，並裝設在改裝的波音 747-400F 機上，旨在擊落處於上升階段的彈道導彈和洲際導彈，包含最近由 150 kW 級雷射組成的 HELLADS（高能液體激光區域防空系統）研究計畫，為定翼機和旋翼機提供反火箭、砲彈與迫砲系統（Counter-Rocket, Artillery and Mortar System, C-RAM）能力，皆構成美國導彈護盾攔截系統的一部分。2017 年，承包商雷神公司在一架 AH-64 阿帕奇攻擊直升機上安裝了高能雷射系統（HEL），成功捕獲並擊落了一架無人機。¹²

Asimismo, se ha le ha otorgado otro contrato a Lockheed Martin para que la empresa trabaje en una nueva torreta láser para aviones, en la que se implemente un haz que controle 360 grados para derribar los aviones y misiles enemigos que se encuentren arriba, debajo y detrás del avión. El sistema ha sido sometido a muchos exámenes y surgió en el proyecto SHIELD, cuyo objetivo es generar un arma láser de alta potencia para aviones tácticos de combate para 2021 con la finalidad de conseguir sistemas pequeños, ágiles y poderosos para fortalecer sus capacidades de defensa tierra-aire y aire-aire.

此外，洛克希德·馬丁公司還與美空軍簽訂了另一份合約，由該公司負責開發一種新型的飛機雷射砲塔，其中具備能 360 度運行的雷射光束以擊落上方、下方及後方的敵機和導彈。為達到 SHIELD 計畫目標，該系統經過多次的測試，此計畫是以 2021 年為戰術戰鬥機生產高功率且小型、敏捷和強大雷射武器系統為目標，以增強空對空和地對空防禦能力。

La proliferación de los UAV propició que en el año 2016, el Centro de Excelencia de Fuegos definió, en su Documento de Desarrollo de Capacidades, la necesidad, entre otras, de adquirir un sistema de armas láser que proporcionase, a bajo coste, una protección contra las amenazas RAM y los UAV.

無人機的普及使卓越火力中心在其 2016 年能力發展書表示，除其他需求外，還必須獲取一種低成本的雷射武器系統，並以此來抵禦火箭、火砲和迫擊砲（Rocket, Artillery and Mortar System, RAM）及無人機的威脅。

¹² El Radar de la Georealidad, 11 de julio de 2017, Raytheon monta un láser en un helicóptero de ataque Apache.

Por otro lado, la Fuerza Aérea norteamericana (USAF) también está interesada en ensamblar láseres a aviones de combate, aviones no tripulados y aviones de carga para atacar objetivos terrestres y aéreos...
 另一方面，美國空軍（USAF）也有意將雷射武器組裝到戰鬥機、無人機和運輸機上，以攻擊地面和空中目標...

LA APUESTA DE OTROS PAÍSES

其他國家

Como es lógico, no solo EE. UU. se ha interesado en el potencial que proporcionan los HEL debido a su relación coste-eficacia. Destacamos a continuación algunos de ellos :

當然，不只有美國有意投資具有潛力且成本效益性高的高能雷射系統（HEL）。以下將重點介紹其他願意投資在此項目的國家。

Israel

以色列

Un país en continuo conflicto con HAMAS y en continua tensión, ha prestado siempre especial atención a los sistemas HEL. De hecho, financió junto con EE. UU. el Mobile Tactical High Energy Laser (MTHEL), enmarcado en el proyecto NAUTILUS, pero que finalmente fue abandonado por ambos países.

以色列是一個與哈馬斯組織一直存在衝突且關係持續緊張的國家，因而對於高能雷射系統（HEL）特別關注。事實上，它與美國一起資助了 NAUTILUS 專案中設計的移動式戰術高能雷射器（MTHEL），但此計畫最終被兩國放棄。

Más recientemente, el Ministerio de Defensa israelí forzó a sus dos empresas gigantes de la defensa, Rafael y Elbit, a desarrollar conjuntamente un sistema de defensa aéreo basado en láser¹³. De esta manera, en el Singapore Air Show 2014, se presentó el sistema HEL móvil, bajo la denominación de Air Beam como la capacidad de defensa israelí contra cohetes de corto alcance, proyectiles de artillería, morteros y drones.

最近，以色列國防部要求其兩大國防公司 Rafael 和 Elbit 聯合開發一種雷射防空系統，並在 2014 年新加坡航空展上，展示了以 Air Beam 為名的移動高能雷射系統（HEL），以此展現以色列防禦短程火箭、砲彈、迫擊砲和無人機的

¹³ Israeli firepower, 06 de enero de 2020, Israel's latest Laser air defense – what is it exactly? How is it a breakthrough?. [https:// www.israelifirepower.com/2020/01/18/israel's-latest-laser-airdefense- what-is-it-exactly-and-how-is-it-a-breakthrough/](https://www.israelifirepower.com/2020/01/18/israel's-latest-laser-airdefense-what-is-it-exactly-and-how-is-it-a-breakthrough/)

能力。

China

中國大陸

Durante los últimos quince años, apoyado por su elevado PIB, China ha desarrollado un proceso de modernización de su equipo militar que se ha convertido en fuente de preocupación para sus rivales estratégicos. De hecho, han existido diversas confrontaciones diplomáticas al respecto. Con dicha modernización, China ha desarrollado un sistema de láser químico de cinco toneladas que se ubicará en la baja órbita terrestre para 2023.

在過去 15 年中，在高 GDP 的支持下，中國大陸開啟了軍事裝備現代化的發展進程，這樣的轉變業已成為其戰略對手的擔憂之源。事實上，在這方面已經出現了各種外交對抗。伴隨著這樣的現代化，中國大陸已研製出 5 噸級的化學雷射系統，將在 2023 年之前將其置於近地表的地球軌道上。

China divide su sistema de armas láser en dos grupos: estratégicas y tácticas. Las primeras son de alta potencia, aéreas o terrestres que tienen como objetivo interceptar ICBM y los satélites a miles de kilómetros de distancia. Las segundas son de bajo poder, generalmente utilizadas para defensa aérea de corto alcance o defensa personal. Estos objetivos son vehículos aéreos no tripulados, misiles y aeronaves de vuelo lento y con rangos de efectividad entre pocos metros y 12 kilómetros de distancia.

中國大陸將其雷射武器系統分為兩類：¹⁴戰略雷射系統和戰術雷射系統。前者是大功率、機載或陸基的，用在攔截數千公里外的洲際彈道導彈和衛星。後者是低功率，一般用於近程防空或個人防禦，這些目標是無人機、導彈和慢速飛行的飛機，有效射程在幾公尺到 12 公里之間。

Entre las innovaciones chinas más llamativas, se encuentra el Silent Hunter, un arma láser de 30 a 100 kW, basada en vehículos, de 4 kilómetros de alcance, capaz de cortar acero de 5 mm de grosor a una distancia de un kilómetro. Este sistema fue utilizado por primera vez en la Cumbre del G20 de Hangzhou como medio de protección.

中國大陸在這一領域最引人注目的創新研發是沉默獵人（Silent Hunter），是一種 30 至 100 kW 的車載式雷射武器，射距達 4 公里範圍，能夠在公里的距

¹⁴ Zi Yang, 05 de junio de 2018, CO18093 | China's Laser Weapons: Future Potential, Future Tensions?, RAJARATNAM SCHOOL OF INTERNATIONAL STUDIES. <https://www.rsis.edu.sg/rsis-publication/rsis/co18093-chinas-laser-weapons-future-potentialfuture-tensions/#.Xq9Pzm5Uliv>

離內切割 5 公厘厚的鋼板。該系統首次任務就是在杭州 G20 高峰會上擔任維安系統的一環。

Rusia

俄羅斯

Es presumible que Rusia posea un extenso campo de investigación en esta materia, ya que su política y comportamiento relacionado con las armas ha sido de constante competencia y rivalidad con Estados Unidos. Según algunas fuentes podría haber instalado ya este tipo de armas láser en sus MIG-35 y estaría desarrollando un sistema láser estratégico con capacidad para derribar satélites en órbita. En similitud al YAL-1 estadounidense, Rusia ha desarrollado su láser de mayor capacidad y lo ha montado en el avión de transporte IL-76

俄羅斯與國防、武器有關的政策和行為一直是與美國互為競爭和角力的對手，由此可以推測俄羅斯在雷射武器這方面的研究領域應該也很廣。據一些消息來源稱，俄羅斯可能已經在其米格-35 戰機（MIG-35）上安裝了這類型的雷射武器，並且正在開發一種能夠攻擊軌道衛星的戰略雷射武器系統。就如美國的 YAL-1 一樣，俄羅斯亦開發了高能雷射器並將其安裝在 IL-76 運輸機上。

Asimismo, el ejército ruso, a través de la corporación rusa Astais ha desarrollado un furgón, diseñado para emplazar el nuevo sistema láser de combate Peresvet puesto en servicio desde diciembre de 2018 y que realizaría las mismas funciones que los sistemas de defensa antiaérea y antimisiles.

同樣的，俄羅斯陸軍為能在車上放置新的 Peresvet 戰鬥雷射系統，透過俄羅斯 Astais 公司開發了一種貨車，並已自 2018 年 12 月投入使用，¹⁵將擔任執行與防空和反導彈防禦系統相同的任務。

Países europeos

歐洲國家

En el caso de los países europeos, Alemania, a través de la compañía Rheinmetall Defense Electronics, es la encargada de la fabricación de este tipo de sistema armamentístico y la que tiene fijada una línea de investigación avalada no solo por sus equipos de científicos sino por la posibilidad de

¹⁵ 05 de junio de 2018, Desarrollan la plataforma para el nuevo sistema láser de combate ruso Pere svelt. ACTUALIDAD RT. [https:// actualidad.rt.com/actualidad/274385-rusia-desarrollar-plataforma- sistem a-laser-peresvet](https://actualidad.rt.com/actualidad/274385-rusia-desarrollar-plataforma-sistem a-laser-peresvet)

contar con hardware de calidad, ya sea de la propia empresa o de otras del ámbito europeo. Su sistema HEL está basado en la superposición de láseres, logrando de esta manera que, con cuatro de ellos de 20 kW de potencia cada uno, se pueda obtener una potencia final focalizada de 80 kW.

而歐洲國家中，德國透過萊茵金屬國防電子公司來製造雷射武器系統，並建立了一系列研發，不僅得到其科學團隊的認可，而且有可能獲得該公司本身或歐洲其他公司的高品質硬體。¹⁶它的高能雷射系統（HEL 系統），用四個每台功率為 20 kW 級系統，以雷射疊加的方式，最終達到了 80kW 級的聚焦功率。

También la empresa MBDA Missile Systems, que cuenta con operaciones en Reino Unido, Alemania, Francia e Italia ha desarrollado un generador de efectos láser giratorio, diseñado para desplegar en diversos terrenos y las plataformas basadas en el mar. Con un sistema de orientación de haz que cubre un hemisferio completo, el sistema puede adquirir los objetivos en un arco de funcionamiento de 360 grados, realizar su seguimiento y destruir objetivos específicos utilizando un rayo láser.

MBDA Missile Systems 公司也為英國、德國、法國和義大利開發了一種旋轉雷射效果發生器，用於部署在各種地形和海基平台上。若用光束切換系統覆蓋整個半球，即可以弧形操作原理在 360 度中搜索及追蹤目標，並使用雷射光束摧毀特定目標。

EL FUTURO DE LAS ARMAS LÁSER

雷射武器的未來

Hasta hace unos años era impensable la utilización del arma láser en los conflictos actuales; sin embargo su versatilidad para hacer frente a diversas amenazas, su relación coste-eficacia, unida al avance tecnológico producido en su desarrollo, mejorando principalmente la potencia del haz de luz y el suministro de energía a través de generadores de menor tamaño han propiciado que las principales potencias mundiales inviertan y apuesten por este tipo de sistemas de armas para ir sustituyendo los actuales empleados en la defensa aérea.

直到近幾年前，在現今的衝突中使用雷射武器都還只是想像而已；然而，

¹⁶ 25 de febrero de 2015, Sistema HEL de Rheinmetall Defence Electronics. <https://www.youtube.com/watch?v=KUGpCUkFwYI&feature=youtu.be>

如今雷射武器應對各種威脅的多功能性、成本效益等優點，以及在其開發過程中在提高光束的功率以及藉由較小的發電機提供能源的技術進步，致使世界主要大國增加在雷射激光武器上的投資。

Nos encontramos en un mundo en continua evolución, donde los sistemas de armas antiaéreos no son una excepción. Las potencias mundiales sólo pueden preservar su hegemonía permaneciendo a la cabeza en los procesos de experimentación, sustentados mediante sus programas de investigación, desarrollo e innovación; por lo que podemos afirmar que la carrera en la evolución tecnológica de los sistemas de armas láser ha comenzado.

我們發現在一個不斷變化的世界中，世界大國只有在其研究、發展和創新計劃的支持下，穩站在科技實驗進程的最前端，才能保持其霸權地位，而其中防空武器系統也不例外；所以我們可以說，雷射武器系統技術發展的競賽已經開始了。

En el caso de los países europeos, Alemania, a través de la compañía Rheinmetall Defense Electronics, es la encargada de la fabricación de este tipo de sistema armamentístico y la que tiene fijada una línea de investigación avalada no solo por sus equipos de científicos sino por la posibilidad de contar con hardware de calidad...

就歐洲國家而言，德國透過萊茵金屬國防電子公司來製造雷射武器系統，並建立了一系列研究，不僅得到其科學團隊的認可，而且有可能獲得該公司本身或歐洲其他公司的高品質硬體...

譯者心得

短程及超短程防空能力未來勢必成為不論歐洲還是美洲的西方世界國家，在境外作戰或境內作戰所不可或缺。如文中作者提到美軍曾經一度因當時戰爭型態的改變而裁編甚至放棄防空部隊，一直到後續才又開始重視遠、中、近程的防空能力，是因為從後續反恐等境外戰爭中得到相關的經驗教訓以及意識到當前國際戰爭的急速轉變及現代戰爭的詭譎多變，也因此開啟了對於高能雷射系統這類似的定向能量武器的研發投資與重視。雖說到 21 世紀初才真正大量挹注各方資源於該武器系統的開發，但在短短的幾年均在軟體硬體的技術上有顯著的突破，更與後續持續挹注於三軍的投資研發，以期能整合不論艦載、車載還是機載等各式武器裝備，以此達到在戰場上三軍聯合防空實際能量。

除西方世界歐美國家外，中共過去 20 年間在國家 GDP 急速成長下，也大量挹注各項資源在研發改良其國內軍事裝備現代化進程，此一變革已影響世界

國防武力分配之原有版圖與勢力分布。再者，中共在上述之軍事裝備現代化進程中亦囊括了高能雷射武器系統之研發，其中最引人注目的是已正式執行任務的沉默獵人（**Silent Hunter**）車載式雷射武器系統。此外中共目前已研製出 5 公噸級化學雷射系統，且具備人造衛星致盲級摧毀能力，並宣稱將在 2023 年完成太空部署，此項目標的達成將超越美國原定 2030 年在太空部署高功率雷射砲的目標。在中共科研平台出版的《深度》定向武器報告－雷射武器的優劣與未來研究重點一篇中表示，未來戰爭模式就是大量應用人工智慧和定向能量武器，且定向能量武器將主宰戰場至少 50 年。而無庸置疑的，中共要將太空武器化的消息也引起了美國和盟國的關注，因為這些技術將改變全球穩定和力量對比。

反思我國在面對共軍現有之各式有人及無人飛行載具等空中威脅，如空對地飛彈、導引炸彈、反輻射飛彈、巡弋飛彈、無人飛行載具等，再加上定向能量武器系統之快速發展，這無疑地將對我國構成全面性的軍事威脅，面對此一威脅及國際趨勢發展，再次提醒讀者我國在面對未來建軍規畫時，除應重視整體聯合防空能力，亦須務實考量雷射武器之各項優點，以思考我短程防空部隊武器系統在整體防空體系中是否能更上一層樓，並著手投資研發，並期盼在不久的將來能將雷射武器系統結合我國三軍各式武器裝備及 C4ISR 指管系統，方能真正有效的在不對稱作戰中取得相對優勢。

BIBLIOGRAFÍA

參考文獻

- ◇ Dr. Ljubo Vujovic. (10 de julio de 1998). www.teslasociety.com. [https : / /teslasociety.com/biography.htm](https://teslasociety.com/biography.htm).
- ◇ Ortega García, Julio (2011) . Armas de tecnología avanzada. [https : / /dialnet.unirioja. es/servlet/articulo?codigo=3835404](https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=3835404).
- ◇ Tom Waldwyn, 08 de febrero de 2018, Fielding US Navy lasers : not quite speedof- light. IISS. Facts. Analysis. Influence. [https : //www.iiss.org/blogs/military-balance/ 2018/02/us-navy-lasers](https://www.iiss.org/blogs/military-balance/2018/02/us-navy-lasers).
- ◇ Ruiz Domínguez Femando, Diciembre 2016, ieez, Artículo de Opinión. ARMAS DE ENERGÍA DIRIGIDA : ¿EL FIN DE LAS PROMESAS INALCANZADAS Y EL BAJO RENDIMIENTO DE LOS SISTEMAS HIGH ENERGY LASER (HEL) ?
- ◇ Estrategia de Tecnología e Innovación para la Defensa ETID – 2015. Diciembre de 2015.
- ◇ León, Isabella, 22 de marzo de 2019, Las armas láser pueden restar utilidad a misiles y drones. Universidad de Navarra. Global Affairs and

- Strategic Studies. <https://www.unav.edu/web/global-affairs/detalle/-/blog/s/las-armas-laser-pueden-restar-utilidad-a-misiles-y-drones>
- ◇ The Office of Naval Research (s.f.). <https://www.onr.navy.mil/Science-Technology/Departments/Code-35/All-Programs/aerospace-science-research-351/directedenergy-weapons-high-power-microwaves>
 - ◇ Megan Eckstein, 30 de mayo de 2019, Navy to Field High-Energy Laser Weapon, Laser Dazzler on Ships This Year as Development Continues. USNI NEWS. <https://news.usni.org/2019/05/30/navy-to-field-high-energy-laser-weapon-laser-dazzler-on-ships-this-year-as-development-continues>.
 - ◇ Sydney J. Freedberg Jr., 05 de octubre de 2016, Laser Stryker: Boeing & GD's Drone-Killing MEHEL At AUSA (VIDEO). BREAKING DEFENSE. <https://breakingdefense.com/2016/10/stryker-mehel-general-dynamics-at-ausa-video>
 - ◇ Joe Lacdan, 19 de Julio de 2019, Laser weapons that pack greater punch coming to Army. US ARMY. https://www.army.mil/article/224661/laser_weapons_that_pack_greater_punch_coming_to_army
 - ◇ Sydney J. Freedberg Jr., 18 de octubre de 2017, BREAKING DEFENSE. <https://breakingdefense.com/2017/07/armyboosting-laser-weapons-power-tenfold/>
 - ◇ Claire Heininger, 02 de agosto de 2019, Army awards laser weapons system contract. US ARMY. https://www.army.mil/article/225276/army_awards_laser_weapon_system_contract
 - ◇ El Radar de la Georealidad, 11 de julio de 2017, Raytheon monta un láser en un helicóptero de ataque Apache. <https://www.elradar.es/raytheon-monta-laser-helicoptero-ataque-apache/>
 - ◇ Israeli firepower, 06 de enero de 2020, Israel's latest Laser air defense – what is it exactly? How is it a breakthrough?. <https://www.israelifirepower.com/2020/01/18/israels-latest-laser-air-defense-what-is-it-exactly-and-how-is-it-a-breakthrough/>
 - ◇ Zi Yang, 05 de junio de 2018, CO18093 | China's Laser Weapons: Future Potential, Future Tensions?, RAJARATNAM SCHOOL OF INTERNATIONAL STUDIES. <https://www.rsis.edu.sg/rsis-publication/rsis/co18093-chinas-laser-weapons-future-potential-future-tensions/#.Xq9Pzm5uLIV>
 - ◇ 05 de junio de 2018, Desarrollan la plataforma para el nuevo sistema láser de combate ruso Peresvet. ACTUALIDAD RT. <https://actualidad.rt.com/>

actualidad/274385-rusia-desarrollarplataforma- sistema-laser-peresvet
◇ 25 de febrero de 2015, Sistema HEL de Rheinmetall Defence Electronics. <https://www.youtube.com/watch?v=KUGpCUkFwYI&feature=youtu.be>
◇ Noticias BBC NEWS/Mundo. 16 DE DICIEMBRE DE 2014. Cómo funciona el rayo láser, el arma

作者簡介

Francisco González Arévalo pertenece 中校，砲兵軍官班 287 期，現為西班牙 NASAMS 防空飛彈系統大隊大隊長。

譯者簡介

劉尊仁中尉，中正預校中 35 期 102 年班、陸軍官校 86 期、宏都拉斯國防大學陸軍官校 55 期 107 年班、野砲正期軍官分班 108 年班、野戰防空作戰軍官班 109-1 期，歷任排長、戰術教官，現任職於陸軍砲兵訓練指揮部防空組防空戰術小組。