

出國報告（出國類別：考察）

國防部整合評估司赴英執行 114 年「國防創新交流」出國報告

服務機關：國防部整合評估司

姓名職稱：簡任司長苗蕙芬女士、國防淨評估處簡任
處長史奇良先生、李旺樹上校、顏富山中
校、賴俞樺中校、張立德研究員

派赴國家/地區：英國

出國期間：114 年 9 月 7 日至 13 日

報告日期：114 年 10 月 29 日

目 錄

壹、目的	1
貳、DSEI 介紹	1
參、參訪重點	1
肆、心得與建議	12
伍、結語	14

壹、目的

為掌握國防新創技術發展及現貨產品商情資訊，本部由整評司簡任司長苗蕙芬女士率國防創新小組(DIO)於9月7至13日，赴英國倫敦參觀「2025年國際國防與安全裝備展(Defence and Security Equipment International, DSEI 2025)」，以獲得國防最新發展趨勢及資訊，俾利後續國軍戰力籌建參考。

貳、DSEI 介紹

DSEI 是國際性的國防與安全裝備展覽會，自1999年開始由英國 Clarion 國防與安全公司舉辦第一屆展會，以英國倫敦展覽最為知名，並在其他國家(如德國、日本)設有分展，該展會每兩年舉辦一次，匯集了來自全球的軍事與安全產業，展示最新的陸、海、空防衛技術，也提供軍事代表、產業、學術界交流及採購的平臺。

本次展會於英國倫敦 ExCeL 國際會展中心辦理，吸引來自世界各國國防廠商約1,700家參展，展覽範疇涵蓋各方面領域，包括航空太空、陸地作戰、海上作戰、網路與資訊安全、製造、科技及醫療等展區，並設有國際展區(International Pavilions)，各國政府機構與貿易協會均設攤位展現國防實力，進而推展國際市場。

DSEI 雖為民間公司主辦的商業展，但與英國政府及國防部合作緊密，官方色彩濃厚，亦吸引世界各國政府及軍方代表參與，並邀請英國國防部、北約等高階官員親自致詞，且舉行多場專題論壇與產品展示，活動匯聚全球軍工業決策者與供應商之間交流，提供與盟友及合作夥伴溝通平臺。

參、參訪重點

DIO 除針對與國防創新事務相關領域之產品、技術及研究發展等進行蒐集，並著重於新興科技領域不足之處探詢強化項目，以利國軍未來建軍發展；考量作戰需求，裝備籌獲可能性，及創新技術發展對我裝備研發與籌獲之啟示，本次參訪著重蒐整有關：整體防空、各類反無人機系統、無人系統、新式精準打擊彈藥、通訊韌性、指管系統與反裝甲彈藥等國防創新技術與裝備資訊。

一、整合式防空飛彈系統

由近期以伊戰爭、俄烏戰爭經驗，及戰時我可能面臨之共軍聯合火力打擊，防空系統須能在合乎成本效益前提下，同時接戰大量來襲之短程彈道飛彈與遠程火箭。

本次觀展蒐整以色列與德國兩款防空飛彈系統資訊，分述如後：

(一)系統簡介

1、以色列 IAI 公司 BARAK MX 整合防空飛彈系統

- (1) BARAK MX 為整合式防空飛彈系統，配備旋轉式 360°主動相列雷達、射控車、飛彈發射車等，其 BARAK ER、LR、MR 系列飛彈射程分為 150 公里、70 公里、35 公里，射高分為 30 公里、20 公里、20 公里，其 ER、LR 飛彈採雙脈衝火箭技術，可延伸射程並增強末端攔截動能。
- (2) BARAK MX 可採不同類型飛彈接戰戰機、直升機、巡弋飛彈、掠海反艦飛彈（艦載版）、短程彈道飛彈、遠程火箭、無人機等各類目標，具較佳運用彈性，並能降低接戰成本。

2、德國 Diehl Defense 公司 IRIS-T SLM 防空飛彈系統

- (1) IRIS-T SLM、SLX(開發中)為 IRIS-T 空對空飛彈衍生之防空飛彈，經強化火箭發動機射程分達 40 公里、80 公里，前者可攔截戰機、巡弋飛彈、無人機，後者還可攔遠火、彈道飛彈。
- (2) 依烏軍實戰操作經驗，IRIS-T SLM 已能成功攔截遠程火箭或短程彈道飛彈，攔截距離約 20 公里，採用發射 1 枚接戰 1 枚方式，命中率達 95%，單枚價格 50 萬美元，低於愛國者二型或三型飛彈之 200-300 萬美元。

(二)作戰運用分析

IRIS-T SLM 或 BARAK MX 等可搭配長程防空飛彈部署於作戰區，以較低成本攔截遠程火箭與敵機，維護重要軍事目標、關鍵基礎設施與戰術位置打擊部隊安全，可納整體防空戰力強化籌建或中科院科研專案開發之參考。

二、反無人機系統

各國反無人機手段除常見電子干擾外，近年亦擴大發展高能雷射、高能電磁反制、低成本精準彈藥、反制無人機彈藥等攔截方式，並逐漸獲得各國採購使用。

(一)高能雷射武器

1、系統簡介

目前有多家廠商推出功率從 3、30、50 至 150kW 不等的高能雷射（HEL）武器系統，顯見高能雷射武器其技術已日趨成熟，並獲多國採用。HEL 其接戰無人機與火箭、砲彈、迫砲彈（RAM）的距離由 1 公里至 5 公里不等，並可以在數倍距離外致盲甚或損毀無人機的 EO/IR 感測器。相關系統性能參見表 1：

表 1：反無人機高能雷射武器系統性能概述

美商 IPG-CROSSBOW 公司迷你雷射系統	·功率 3kW ·接戰300-1,300公尺範圍內第 1-2 類無人機，於數倍距離致盲其 EO/IR 感測器，·系統含電源重 182 公斤，可裝置設施周邊或車輛上
美商 AeroVironment 公司 Locust 雷射系統	·功率 20-30kW ·接戰1-3 公里範圍第1-2類無人機，於數倍距離致盲 EO/IR 感測器，·可裝置於輕型戰術輪車或 8 輪甲車上
英商 Qinetiq、Leonardo 、MBDA 公司 Dragonfire 雷射系統	·功率 50kW ·接戰 3-4 公里範圍內第 1-3 類無人機，於數倍距離致盲 EO/IR 感測器，·目前規劃裝置艦艇上，尚未開發陸基版本
澳商 EOS 公司 Apollo 雷射系統	·功率 50、100、150kW ·接戰 3-5 公里範圍內第 1-3 類無人機，於 15 公里致盲 EO/IR 感測器，·可以固定方式設置或安裝於中型戰術輪車
以商 Rafael 公司 IRON BEAM 雷射系統*	·功率 100kW ·接戰範圍可達 10 公里，然未列明目標性質，規劃裝於地面設施或艦艇，另有 IRON BEAM-M(250)、LITE BEAM，功率分別為 50kW 與 10kW，藉系統輕量化以強化其機動性。

2、作戰運用分析

- (1) 美軍已於中東地區部署 2 套 Locust 系統，裝置於輕型輪車並配備偵測雷達，伴隨營、連級部隊機動作戰。
- (2) 較高功率之 Apollo 雷射系統接戰距離較遠，可置於中型輪車機動移防，惟須配合雷達等感測器與相關支援設施，適合部署關鍵基礎設施、重要軍事目標與基地防衛。
- (3) CROSSBOW 裝設限制小，已被 Lockheed Martin 公司選為 Sanctum C-UAS 系統之定向能攔截器；可考慮提供關鍵基礎設施或海軍光六快艇、後勤艦艇運用；其接戰距離短，然光是致盲無人機 EO/IR 系統，即可發揮相當防衛效果。

(二)電戰干擾系統

1、美商 AeroVironment 公司 Titan 無線電干擾系統

- (1) Titan 系列自主無線電射頻干擾系統，可於 5 分鐘完成部署，快速偵測和反制第 1、2 類無人機；Titan 4 為其最新構型，可由單兵攜行，任務適應性強，其輸出功率達 540W，可同時干擾不同頻段的 6 架無人機。
- (2) 該干擾系統具人工智慧/機器學習 (AI/ML) 分析功能，可與其他指管平臺整

合，利用新興的射頻、軟體定義無線電（SDR）和演算法技術，提升干擾與防護效能。

2、以商 Elbit 公司 ReDrone 反制無人機系統

(1) ReDrone 無人機反制系統包括：全天候智慧雷達（DAiR Radar）、訊號情報（SIGINT）感測器、電戰反制措施與 EO/IR 系統等，可裝載於戰術車輛上機動部署。

(2) 其模組化、多感測器、多任務特性，可超越一般主動與被動感測器的功能，能夠快速偵測、識別、定位與追蹤多架無人機，整合空中圖像，並對其遂行精確電子攻擊。

3、作戰運用分析

Titan 4 可伴隨部隊機動提供防護；ReDrone 系統功能完備，相對適用於關鍵基礎設施、重要軍事目標與基地防衛。而無人機若使用光纖導引，Titan 4、ReDrone 等射頻干擾系統即無法對其進行干擾，須以高能電磁干擾系統，使光纖無人機電子系統失效而墜毀。

(三)高能電磁干擾系統

德商 Diehl 公司推出之高能電磁（HPEM）干擾系統，可用於防衛重要軍事目標免於無人機攻擊；美商 Epirus 公司亦推出高功率微波（HPM）系統，其原理與功能類似，可於一定距離外使敵無人機之電子系統短路墜毀，相關性能特性如表 2。

表 2：反無人機高能電磁與高功率微波系統性能概述

德商 Diehl Defence 公司 Skywolf 高能電磁干擾系統	·發射高功率電磁波，於 0.5 公里距離內使敵無人機(蜂群)之控制電子元件短路而墜毀 ·可由卡車裝載或安置於拖車拖行
美商 Epirus 公司 Leonidas 高功率微波系統	·發射高功率微波，於 1-2 公里範圍使蜂群無人機控制電子元件短路墜毀 ·可組合不同數量模組成為不同規格發射器，由各類陸海空用載具攜行，已開發史崔克搭載型，接戰距離約在 1 公里內

(四)動能擊殺

無人機造價低廉，運用飛彈攔截不符成本效益，各國尋求發展不同之低成本硬殺反制手段，包含輕型飛彈、精準火箭、反無人機彈藥等，本次於展會所見相關裝備如下：

1、瑞典 SAAB 公司 Nimbrix 反無人機飛彈

(1) Nimbrix 輕量化反無人機飛彈係設計用來應對 5 公里範圍內之第 1-3 類無人機威脅。

(2) Nimbrix 飛彈長 1 公尺，重約 3 公斤，配備微型主動雷達尋標器，可多枚同時發射且射後不理，搭配空炸模式彈頭，可對抗蜂群無人機目標。彈體採 3D 列印方式製成，以降低成本。

2、英國 BAE 公司先進精準擊殺武器系統 (APKWS)

(1) APKWS 係以空射 2.75 吋火箭改裝之低成本半主動雷射導引彈藥，目前已被各國廣泛運用於反制第 2-3 類無人機。

(2) BAE 將用於反制無人機的 APKWS 火箭加裝近炸引信，可精準接戰 7 公里外時速 160 公里的無人機；APKWS 造價約為 2-3 萬美元。原廠亦開發改裝紅外線尋標器，可射後不理的 APKWS II 火箭，每枚造價約 5.5 萬美元。

3、德商 Diehl 公司 Sky Sphere 反無人機系統

(1) Sky Sphere 反無人機系統，主要包含射程 1 公里的 3 管 50 機槍、6 聯裝 CICADA 反無人機彈藥、偵測距離 10 公里的 Teledyne/FLIR 雷達及 EO/IR 等系統，並可結合 Skywolf 高能電磁干擾系統，兼顧軟殺與硬殺功能。

(2) CICADA 主要用以攔截 1-3 類無人機的裝備，其重量小於 10 公斤，採電力驅動，可供電飛行 5 分鐘，最高速度達 200 公里/小時，並具有自主飛行規劃、地形導航和避障等 AI 技術。

(3) CICADA 係透過 Sky Sphere 系統雷達獲得攻擊目標(偵蒐小型無人機距離約 5 公里)，發射後採小型主動雷達尋標器追蹤，可採軟殺或硬殺方式攔截無人機，軟殺係藉發射捕捉網捕獲小型無人機返回降落，硬殺則是以高爆彈頭搭配尋標器，在接近目標 10 公尺範圍內爆炸擊落目標。

4、澳商 EOS 公司 Slinger 反制無人機系統

(1) Slinger 反無人機系統係以 30 鍊砲對小型無人機進行硬殺，其系統配備偵蒐雷達、EO/IR，可偵測 1,400 公尺內之小型無人機，並透過 AI 系統辨識無人機及計算移動距離，以鎖定追蹤目標，提高命中率。

(2) Slinger 可整合於悍馬車或皮卡上，並採用高爆近炸引信，最小引爆距離為 30 公分，射擊速度為 100-200 發/分鐘，可於行進中射擊 1,500 公尺距離之目標。

5、作戰運用分析

Nimbrix 反無人機飛彈、APKWS 火箭彈、CICADA 反無人機彈藥及 Slinger 30 鏈砲均相當適合於執行反無人機作戰，可部署於重要設施周邊或伴隨部隊機動，亦可用極低成本獵殺敵執行空機降之直升機與運輸機。

三、地面無人載具

當前歐美各國已開始部署或大量測試地面無人載具（UGV），用於執行偵察、火力支援、運送、通訊中繼、無人機發射載臺及反無人機載臺等任務用途。本次蒐獲相關商情如後：

(一)系統簡介

表 3：地面無人載具系統性能概述

美商 TELEDYNE 公司 KOBRA 725 無人載具結合 AimLock 公司武器系統	·KOBRA 725 原為拆彈機器人，可於樓梯與崎嶇地形活動；重量小於 250 公斤，時速 13 公里，可透過抗干擾加密無線電遙控 AimLock 系統可自主瞄準與交戰，其武器架可安裝機槍、40 榴彈發射器或 4 聯裝 66 火箭彈，遂行火力支援及反無人機任務
德商 ARX 公司 Gereon 系統	·重 450 公斤，時速 15 公里，負載 500 公斤，航程 40 公里，充電需 2.5 小時 ·裝有 EO/IR 與機槍或榴彈機槍，具備自動駕駛、避障、路徑選擇等 AI 自主功能
美商 HDT 公司 Hunter Wolf 系統	·重約 1,600 公斤，時速 16 公里，可負載 1,000 公斤。 ·採油電混合動力系統，最大航程 300 公里 ·可選裝 30 鏈砲、導引火箭、刺針飛彈或標槍飛彈；亦可搭載雷達、電偵或物資、擔架等 ·除 6x6 外尚有 8x8 構型，具備自動駕駛、避障、路徑選擇等 AI 自主功能
愛沙尼亞 Milrem 公司 THeMIS 系統	·重 1,630 公斤，時速 20 公里，可負載 1,200 公斤 ·採油電混合動力系統，每次任務航程較遠，無須反覆停車充電 ·裝設多聯裝防空飛彈、反裝甲飛彈發射器；30 鏈砲或 50 機槍槍塔；或執行戰場彈藥運輸任務，具備自動駕駛、避障、路徑選擇等 AI 自主功能
德商 Rheinmetall 公司 Mission Master 系統	·重約 2,200 公斤，時速 40 公里，載重 1,000 公斤 ·採油電混合動力系統，最大航程 450 公里；內建鋰電池組，可執行 6 小時靜默監視 ·搭載雷達、EO/IR、聲響感測器及 2 門 6 管高射速機槍(含 6,000 發彈藥)，具備自動駕駛、避障、路徑選擇等 AI 自主功能

西班牙 DUMA 集團 Spectre 無人載具結 合	<ul style="list-style-type: none"> ·Spectre 8x8 無人地面載具使用 40 馬力燃油發動機，可於兩棲環境運作，可裝設機槍、機砲或反戰車飛彈 ·本次展示車尾裝設 5 聯裝 Q-SLAM-40 滯空彈藥，前方還可搭載 18 枚備射彈 ·Q-SLAM-40 滯空彈藥採電力驅動，打擊距離 15-20 公里，滯空 25 分鐘，可於 GPS 拒止環境下操作；除車載外 2 員士兵即可搬運發射，具備自動駕駛、避障、路徑選擇等 AI 自主功能
以商 Plasan 公司 全地形電動任務模 組 (ATeMM)	<ul style="list-style-type: none"> ·ATeMM 以 2 輪為一獨立模組，2 組串接可成 4 輪無人載具；除自主行駛，可由戰術輪車高速拖行，甚至於爬坡或車輛故障時協助推動或拖救車輛 ·ATeMM 採電力驅動，輸出動力達 230 匹馬力，其以車輛拖行輪胎滾動時，亦能再生充電，其 4 輪均可轉向，於狹隘複雜環境中機動性佳 ·可搭載不同裝備，執行偵蒐監控、反無人機、機動指揮所及運輸補給等任務

(二)作戰場景與適用性分析

小型 UGV 作戰系統可用於灘岸、道路、城鎮等地形偵察用途，並為班、排部隊提供火力支援；中型系統可搭載武器、無人機、滯空彈藥或感測器，輔助部隊遂行防空、反無人機、反裝甲作戰與戰場監視、彈藥運補等任務。

四、大型水下無人載具

(一)系統簡介

1、德商 EUROATLAS 公司 Greyshark 自主水下載具 (AUV)

- (1) 在水下以 4 節航速航行時，可續航 16 週，航程達 10,700 哩，潛深可達 4,000 公尺；若以最大任務航速 10 節航行，航程則降為 1,100 哩。
- (2) 運用人工智慧技術，可實現自主航行、防撞、自動目標辨識與動態任務調整，並依交戰規則調整行為。多艘 Greyshark 可透過水下聲學、衛星、戰術無線電，聯網互動、資料共享，透過作戰雲端則可實現陸海空多域協同。
- (3) 適合執行水下關鍵基礎設施監控、反潛任務、水雷反制、遠距或本國海域情監偵等任務。

2、英商 BAE 公司 Herne Mk3 超大型自主水下載具 (XLAUV)

- (1) Herne Mk3 配備鋰電池與氢能燃料電池，可續航 45 天，航程大於 5,000 公里，潛深可達 5,000 公尺。

(2) Herne 載具的可伸縮 ISR 桅杆配備低成本雷達、EO/IR 等系統，另可配備拖曳陣列聲納與聲納浮標等水下偵測裝置，並具備執行安全通信、數位網路、精準導航、水下攝影任務之能力；Nautomate 自主系統使其可實現自主航行、防撞與任務規劃等能力。

(3) 艇內大型模組化任務艙可裝載多種裝備或武器，包括水下遙控載具、中小型自主水下載具，3-4 枚 Sting Ray 反潛魚雷、新式深水炸彈、水雷等，適合執行水下關鍵基礎設施監控、反潛任務、遠程海域情監偵等任務。

(4) 可置於 40 呎貨櫃內，由港口、船艦或潛艦部署。2026 年底可完成研發測評，供英國海軍與國外客戶採購。

(二)作戰運用分析

大型自主水下載具成本較低，適合擴展水下感測範圍、增加部署密度及分攤高風險任務，執行海纜等水下關鍵基礎設施監控、反潛、反水雷等任務；傳統大型潛艦因航行速度快、偵蒐範圍廣及武器射程遠等優點，適合進行遠程反制作戰，且有人潛艦具有立即決策能力、戰略打擊功能，具有不可取代性，與水下無人載具互補，未來亦可發展人機協同，採混合編組方式作戰，以建置水下整體防衛戰力。

五、攜行武器之無人飛行載具

(一)系統簡介

本次蒐整具代表性的 1 款光纖線導無人機及 2 款可掛載精準導引彈藥的大型 4 軸無人機，分述如下：

表 4：攻擊用途無人機性能概述

立陶宛 BALTIC VIPER 公司 VIPER 10 光纖線導 FPV 無人機	·採光纖線導，光纖長度(即航程)10-18 公里，飛行時速 60-100 公里，搭載 2.5 公斤彈頭可續航 20 分鐘 ·光纖線導不易受到干擾，無射頻信號使其不易被偵獲及反向定位操作手位置
挪威 Teleplan 公司 Griff Hybrid 無人機 結合 MBDA 公司 Akeron MP 飛彈	·其由運輸用 Griff 60 無人機升級而來，採油電混合動力，強化感測與任務系統以能發射精準導引武器 ·Akeron MP 飛彈含發射管重 15 公斤、長 1.3 公尺，可使用光纖線導與 EO/IR 尋標器，射程 4 公里；彈頭可穿透 1,000 公厘 RHA 鋼板或 2,000 公厘水泥

英商 BAE 旗下 Malloy Aeronautics 公司 T-400* 大型無人機	·負載達 180 公斤，視酬載多寡航程約 40-60 公里，最大飛行時速率大於 140 公里，可執行重要物資補給，或以擔架後送傷患 ·本次展示中，T-400 無人機機腹下掛載 3 枚 APKWS 精準導引火箭，可執行火力支援或反無人機任務
*Malloy Aeronautics 公司技發展 T-150、T-400、T-600、T-650 系列大型無人機，酬載重量分別為 68 公斤、180 公斤、200 公斤、300 公斤，前 3 款之構型類似一般 4 軸 8 旋翼機，T-650 型改為 H 構型，且具內部酬載艙間；另款 Pedigree 型可攜帶 1 枚魚雷遂行反潛任務，刻正由英美海軍測試中。	

(二)作戰運用分析

面對日益增強的電子干擾技術，運用光纖線導無人機可在敵干擾下，有效打擊 10 公里範圍內之敵軍，且敵難以電偵手段標定操作手位置，為灘岸與縱深作戰利器，相較於臨空投彈易遭擊落，運用大型無人機發射精準彈藥可在遠距攻擊敵軍，提升自身存活率與打擊效果。

六、衝壓精準導引打擊彈藥

美商 Tiberius 公司展示兩款衝壓超音速精準導引打擊彈藥，其射程可達 150-200 公里，且成本相對便宜，屬創新概念武器，說明如下：

(一)系統簡介

表 5：衝壓精準導引打擊武器系統性能概述

美商 Tiberius 公司 Sceptre 超音速衝壓導引砲彈	美商 Tiberius 公司 INVICTUS 超音速衝壓導引火箭彈
·155 公厘口徑衝壓砲彈，由 155 榴砲發射，內含 5.2 公斤高爆、高爆穿甲或動能穿甲彈頭 ·飛行速度 3.5 馬赫，最大射程 150 公里，未來可提升至 180 公里 ·採 GNSS/IMU 導引，CEP 約 3.5 公尺；未來規劃加裝半主動雷射導引或 EO/IR 尋標器 ·目前少量生產價格 5.2 萬美元	·168 公厘口徑衝壓火箭彈搭配助推火箭，由 60 聯裝貨櫃中發射，內含 8 公斤彈頭 ·速度 3.5 馬赫，最大射程 200 公里 ·GNSS/IMU 導引，CEP 5.5 公尺；未來規劃加裝半主動雷射導引或 EO/IR 尋標器，並整合 MESH 無線通信，以用少量高價彈藥引導其餘低成本導引彈藥協同攻擊 ·預期先期生產價格約 10 萬美元

(二)作戰運用分析

與同等射程飛彈相較，Sceptre 超音速衝壓砲彈讓傳統火炮以相對低廉成本執行遠距精準打擊；INVICTUS 衝壓導引火箭彈可安置於 60 管垂直發射器，於 30 秒內全部發射，形成涵蓋 1,000x1,000 公尺之彈幕，打擊 200 公里外目標，以兼顧降低

成本、提升精確度之需求。

七、通信韌性系統

(一)無人機高空通訊平臺系統（HAPS）

1、系統簡介

無人機高空通訊平臺系統（High Altitude Platform Station, HAPS, HAPS）係利用太陽能供電，部署於距地表約 15 至 25 公里的平流層，可長時間滯空，因飛行高度高、雷達截面積小，不易遭敵反制，可執行大範圍監偵及通訊中繼任務，本次展會蒐整 Airbus、BAE 及 Aerovironment 等三家廠商所發展之無人機高空通訊平臺系統，分述如下：

表 4：無人機高空通訊平臺系統性能概述

法商 Airbus 公司 Zephyr 系統	美商 BAE 公司 PHASA-35 系統	美商 Aerovironment 公司 Sunglider 系統
翼展 25 公尺、重 75 公斤， 酬載 5 公斤，飛行高度 70,000 呎，可持續飛行 64 日 除搭載通信中繼系統外， 亦可選用雷達、光達與紅 外線情監偵設備	翼展 35 公尺、重 150 公斤， 酬載 15 公斤，其平均飛行 高度約為 66,000 呎，可持 續飛行 180 日 可搭載通信中繼系統與各 種 ISR 感測器	翼展 78 公尺，酬載 68 公 斤，測試飛行高度約為 62,500 英尺，可持續飛行 96 日 可搭載中繼與衛星通信、 ISR 感測器，並具空域感 知、精準定位與導航等功 能

2、HAPS 運用分析

- (1) 無人機高空通訊平臺飛行高度高，偵測與反制相對不易，在我方有更多通信衛星可供運用之前，在本島周邊空域飛行的 HAPS，可發揮低成本之類通信衛星功能。
- (2) 可安裝輕量化、抗低溫之 EO/IR、SAR 莢艙、電子偵察等情監偵配備，執行海空監視與電偵任務，例如 Airbus 公司使用 Strat-Observer 光學酬載，可提供即時影像及地理資訊。

(二)英商 QinetiQ 公司雷射光通訊（FSOC）

- 1、雷射通訊具通信容量高、不易偵測、不易干擾、低功耗之優點。QinetiQ 公司研究以雷射光通訊滿足臺灣本島軍事通信需求，並能依據大氣條件即時動態

優化及調整雷射光束，降低氣候對雷射光通信之影響。

- 2、在運用方面，透過 Mesh 及 AI 技術自動找尋品質最佳通訊路徑，將可評估作為無線電通訊設施遭敵破壞時之備援手段。

八、指管系統

(一)系統簡介

1、以色列 Elbit 公司 Torch-X 系統

該系統為以色列國防軍採用，且經戰場驗證的指管架構，可整合感測器、通信系統、有人與無人作戰載臺及自動化武器系統，提供強化的跨部隊協調、戰略與戰術規劃、全面戰場管理、部隊兵火力與殺傷力管理，並運用 AI 演算法，提供戰場決策輔助，以利作戰規劃及決策。

2、美商 Leonardo DRS 公司 BMS 整合系統

為新一代車載 C4I 戰場管理系統，係依美陸軍、陸戰隊及英軍戰鬥車輛實戰經驗而研發，可強化車輛的態勢感知、作戰識別及指揮控制能力，透過網路連接至地面作戰人員的 ATAK 裝置，有效進行地面協同作戰。

(二)運用評估

- 1、依當前掌握商情，美商 Palantir 公司 Smart Maven 指管系統及美商 Anduril 公司 Lattice 指管系統，與前述 Elbit 公司之 Torch-X 指管系統，均具備情資融合、戰場管理與 AI 作戰決策輔助功能，類同之功能及系統架構應為我方導入 AI 指管系統參照。
- 2、Leonardo 公司 BMS 系統現用於協助地面部隊情資融合與作戰管制，已獲美軍部隊大量採用；後續可考量整合於陸用裝備，以強化地面部隊火力協調及協同作戰效能。

九、精準反裝甲彈藥

(一)系統簡介

1、美商 Textron 公司 XM204 攻頂雷

- (1) XM204 攻頂雷重 38 公斤，2 名士兵即可搬運，內含 4 具攻擊模組(DLM)，攻擊範圍為半徑 50 公尺，其聲響與震動感測器偵測周邊有戰甲車通過時，即將 DLM 彈射至 90 公尺高空，自上空偵測目標位置並以自鍛破片彈藥攻擊目標。

(2) XM204 啟動後即無法關閉，然可選擇 4 小時、48 小時、15 天後自毀引爆；為滿足美陸軍需求，原廠後續規劃開發可依即時戰況遙控啟動之組件，大幅提升其作戰運用彈性。

2、TDW 公司 PARM 自動化反裝甲武器

(1) PARM 自動化反裝甲武器 (Automated Anti-Tank Weapon) 於冷戰期間即已完成開發，近期因俄烏戰爭對反裝甲武器之需求，經原廠改良後再次推出。

(2) PARM 重量輕，可由單兵布放於敵戰甲車可能通過之路徑兩側，其早期型號 DM12 係當戰甲車通過並輾壓光纜時，啟動發射反裝甲彈頭（彈徑 128 公厘，可穿透厚達 600 公厘之 RHA 鋼板），亦可由士兵遙控發射；新型號 DM22 則增添運用震動、聲響與 IR 感測器選項，其射程由早期型之 40 公尺增為 60 公尺，但待機運作時間則由早期型 40 天減為 30 天，因為新增感測器消耗更多電力。

(二)作戰運用分析

1、XM204 布放快速簡易，可設置灘岸、城鎮道路、橋樑兩側，阻敵機甲部隊通行，PARM 武器運用限制更少，街角、橋樑兩側、甚至設置於廢棄建物窗口內，使敵防不勝防。

2、兩型武器運用最大考量與限制，就是如何避免誤傷路過之友軍與民人車輛；未來若欲引進，應強化其遙控開啟(當敵迫近)、關閉(友軍或民車通過)，及 AI 聲響、影像感測辨識功能。

肆、心得與建議

一、心得

(一)本次展會的技術發展趨勢，已從強調「單一武器性能」走向重視各項技術的融合與協同，藉由模組化設計與開放式架構，整合為整體作戰體系，例如 AI 指管系統能整合來自各感測器與公開情報的數據，進行邊緣運算、即時分析、預測敵方行動，為指揮官提供作戰方案，實現更精準的「感知－決策－行動」循環。

(二)國防展中展出許多先進且具成本效益的裝備，建議建立更廣泛的國際軍事合作網絡。初期以軍民通用技術為切入點，如通訊韌性、無人載具、人工智慧等領域，以突破輸出許可限制，並採取國內外廠商合作開發方式推動，加速技術升級與建立自主供應鏈。

二、建議

(一)建構整合式防空飛彈系統

- 1、新式防空飛彈系統朝向多樣彈種選擇、分層防禦攔截為趨勢，如 NASAMS、Barak MX 及 IRIS-T 等防空飛彈系統，搭配 2 至 3 型不同飛彈，依來襲威脅不同選擇適切彈種攔截，在面臨敵軍飽和攻擊下，充分發揮最大使用效益。
- 2、不同系統間感測訊號及射控系統整合為發展關鍵，如美陸軍使用 Northrop Grumman(NG)公司整合戰場指管系統(IBCS)將哨兵雷達、愛國者雷達等多領域情資訊號整合至共同圖像，Diehl 公司亦與 NG 公司簽署協議共同整合 IRIS-T 至 IBCS 系統，並於展會表示未來可利用愛國者雷達偵蒐目標，發射 IRIS-T 飛彈反制，綜上所見發展趨勢，可納為國軍整合式防空飛彈系統未來整建參考。

(二)打造反制無人機重層架構

- 1、俄烏戰爭加速了無人機技術發展，亦促使各國研究新式的反制手段，從早期對單一目標的射頻干擾，到現今利用人工智慧整合多重防禦概念的系統，並將「低成本、高效率」視為反無人機的核心訴求，以面對敵人採飽和、蜂群或多種操控方式的無人機攻擊。
- 2、目前無人機反制手段種類繁多，從高能雷射、高能電磁、高能微波、無線電/定位干擾、30 公厘鏈砲及小型飛彈等方式，惟各有操作限制，故應朝向建構整體無人機防禦系統，並具備偵測、識別及多重攔截能力，以應對大量或蜂群攻擊為首要目標，籌建複合式反制無人機戰力。

(三)發展地面無人載具協同作戰

- 1、當前歐美各國均已開始部署或大量測試地面無人載具，具備 AI 自動駕駛、跟隨編隊、避障、路徑選擇等功能，可依需求整合不同酬載，運用於執行偵察、火力支援、運送、通訊中繼、無人機發射載臺及反無人機載臺等任務。
- 2、我國雖為海島國家，面對敵人侵略之最後手段仍為登陸後之地面作戰，且在少子化導致兵員短缺情形下，應逐步發展具 AI 功能之無人載具導入作戰運用。
- 3、小型 UGV 可於灘岸、道路、城鎮等地形負責前線偵察，或為班、排部隊提供火力及後勤支援；中型系統可搭載武器、無人機/滯空彈藥或感測器，可執行防空、反無人機、反裝甲作戰與戰場監視、彈藥運補等任務，建議未來將納入地面作戰評估，以強化城鎮戰與縱深防衛韌性。

(四)研製低成本精準衝壓彈藥

- 1、在俄烏戰爭中砲彈消耗極大，烏軍使用大量 155 公厘砲彈持續嚇阻俄軍推進，突顯了 155 公厘榴砲之重要性，雙方也使用各種導引砲彈提高精準度，顯見精準打擊之重要性。
- 2、美商 Tiberius 公司發展低成本的 Sceptre 超音速衝壓砲彈及 INVICTUS 導引火箭彈，可以低廉成本，執行遠距精準打擊，遂行跨作戰區火力支援，延伸砲兵作戰縱深。目前該公司亦獲美國 DIU 計畫，針對 Sceptre 精準砲彈調整參數，以滿足 DIO 射程達 180 公里要求，未來亦規劃研發半主動雷射導引或 EO/IR 尋標器等其他導引方式。
- 3、在我國規劃採購新式 155 公厘自走砲及發展遠距精準火力之際，應朝向以少量精準打擊取代傳統大量轟擊為發展目標，以確保彈藥補充無虞。

(五)籌建通訊韌性備援機制

- 1、在現代戰爭中，資訊與通訊系統已成為指揮管制與戰場決策的關鍵，面對敵方可能對通信指管攻擊威脅，若無完善備援機制，將嚴重影響部隊指管效能及戰場態勢掌握能力。
- 2、利用高空通訊平臺系統長時間部署於 15 至 25 公里平流層，可做為通訊中繼備援手段，亦可安裝輕量化偵蒐酬載，強化臺海周邊情資蒐整及監控能力。
- 3、另雷射光通訊系統提供長距離、高速度、高寬頻及低功耗的通訊傳輸管道，且具低偵測率、低攔截率及保密性高等優勢，建議可納入國軍中、長期整體通訊架構考量，完成可行性評估研究後，納為整體通信之一環，強化我國通訊韌性手段。

伍、結語

本次透過 DSEI 2025 觀展和蒐集資訊，掌握防空飛彈系統、反制無人機、地面無人載具、高空平台與精準彈藥等方面的發展趨勢，可為我國未來國防建軍規劃參考。面對中共嚴峻威脅，國軍將持續針對關鍵戰力缺口，研議導入武器裝備建案籌獲，以建立新興科技戰力，加速提升防衛能力，強化我不對稱作戰優勢。