



戰車偽裝及匿蹤技術發展介紹(下)

筆者：戴晨勳/陳少璋

肆、戰車匿蹤技術開發

主要針對裝備-防電子偵測，如童話故事「國王的新衣」，弄臣欺騙麻醉國王心理使其認為以具備隱形效果，裸身出了皇宮，匿蹤(Stealth)就是欺騙電子偵蒐裝備讓原本是一架飛機，在回波出現只是一隻鳥的大小，航空器匿蹤主要在於機身結構、匿蹤塗料及發動機尾管配置，然而戰車不具視距外攻擊能力，以 M68A1-105 公厘戰車砲有效接戰距離為 2,000 公尺內，軍用船艦與航空器匿蹤效果，是讓視距外偵蒐雷達，對其辨識困難，常有不明者以「隱形-Invisible」一詞實屬不妥，前述讓可見光看不見是遮光跟遮掩，讓不可見光找不到是降溫與吸收回波及干擾射頻，波蘭於 2013 年首度展出全球首款匿蹤戰車(媒體還是喜歡用隱形)-PL-01，¹為節約概念車開發成本底盤直接向瑞典購買 CV-90 步兵戰鬥車，(如圖 18)，進行改裝。

加裝與英商合作製造之匿蹤砲塔，成為 PL-01 匿蹤戰車之概念車，(如圖 19)，波蘭國防部對外宣稱將會在 2016 年完成卻樣及量產，2022 年換裝陸軍現有歐製及俄製戰車，從 2013 年推出後即不斷遭受外界質疑下列數點。

圖 18-瑞典 CV-90 步兵戰鬥車

圖 19-波蘭 PL-01 匿蹤概念戰車



資料來源：同註 23，(檢索日期：2023 年 05 月 02 日)

- 一、底盤直接改裝 CV-90，迫使砲塔縮裝，在緊緻空間內容納乘員、自動裝彈機其攜彈量有限，且砲塔內部空間亦未對外展示。
- 二、匿蹤設計於原戰車防護裝甲襯裝一層非金屬瓦片式覆層可吸收雷達波與縮小回波截面積，砲管亦用三角形覆層包覆，對雷達有偵測效果，但對近距離紅外線或目視偵察，則屬無效，特殊構形偵察人員無需比對即可辨識。
- 三、火砲雖使用 120 公厘滑膛砲，但砲口裝置制退器(Muzzle Brake)研判更改復

¹ 強武堂，〈波蘭研製的 PL-01 戰車隱身性能好嗎？猶如空中閣樓一般？〉(台北市，每日頭條，2019 年 02 月 16 日)，<https://kknews.cc/zh-tw/military/65kb9xn.html>，(檢索日期：2023 年 05 月 02 日)。

進裝置，其砲彈初速與可用彈種，尚無資料可稽。

四、戰車為視距內接戰之直射武器，瞄不到即打不中，對於戰車偵蒐威脅原為遠紅外線之熱像儀而非雷達，因此戰車匿蹤設計，只是概念性發展，距離實戰尚待科研技術成熟，以當前作戰環境還是加強偽裝與防護力為要。

基於上述研析，結合近期波蘭陸軍戰車部隊次世代換裝，2022 年 4 月選中美製 M1A2，計畫採購 250 輛，²PL-01 並未如當年預期成為波蘭戰車部隊主力，也使波蘭繼烏克蘭之後成為第 2 個使用美製 M1 戰車國家，戰車匿蹤技術距離實戰化仍有一段漫長路要走。

伍、防衛作戰戰車偽裝具體作法

前述敵人如何運用多維空間偵蒐耳目，對我進行「監偵→定位→攻擊」精準打擊循環，而我戰車部隊必須妥為運用偽裝加上隱(掩)蔽手段，讓敵人監偵設備「看不到、找不著」，如此被定位而遭攻擊機率相對降低，戰力防護為達成保存戰力衍生諸多運用方式，在防衛作戰全程必須妥為運用，使戰車部隊成為打擊敵首波登(著)陸敵軍之主力，讓敵軍無法建立登陸場(縱深 6-8 公里，橫寬 3-5 公里)，使其後梯隊無法接續上陸，迫敵攻臺企圖失敗，以確保國土安全。

一、駐地進入抗炸掩體：

敵若發動侵臺作戰，先期預火打擊會使用彈道及巡弋飛彈，長程火箭，各式遠、中、近程「偵攻一體」無人機對我固定軍政指揮樞紐、通資情監偵系統、重要機(陣)地實施猝然攻擊，此一時期戰車部隊正處於平戰轉換階段，為防止敵人無預警攻擊，戰車於平時訓練及保養後進入掩體，(如圖 20)，因各裝甲部隊駐地距岸約 10-20 公里，以船艦起飛之無人機成為戰車最大威脅，如金雕 500 旋翼無人機可掛載 8 枚藍箭反裝甲飛彈，(如圖 21)，無掩蔽之戰車將成為攻頂武器最佳目標，而掩體上方抗炸結構可提供戰車極佳防護，因無人機掛載為輕量、錐孔裝藥飛彈，其侵澈力不若彈道飛彈以重返大氣層以 9 倍音速對目標攻擊時，產生重力加速度可貫穿堅固建物或穿透地下掩體，再以延遲引信於內部引爆，駐地期間及戰鬥整備時戰車務必進入掩體內，以防止遭敵先制火力攻擊，損失戰力。

² 即時新聞，〈抗俄!波蘭打造北約「最強陸軍」採購 250 輛美國 M1 戰車〉，(台北市，自由時報電子網，2022 年 04 月 05 日)，<https://news.ltn.com.tw/news/world/breakingnews/3883320>，(檢索日期：2023 年 05 月 01 日)。



圖 20-戰車抗炸掩體



圖 21-金雕 500 無人機



資料來源：聯合兵種營火力連編裝與作戰運用精進之芻議，頁 26，(檢索日期：2023 年 05 月 29 日)。

二、戰車抗紅外線塗料：

任何高於絕對溫度(-273°C)物體都會散發熱輻射，紅外線波長介於 $0.75\text{-}1,000\mu\text{m}$ 之間，為能克服大氣中雲、霧、雨、雪所產生之水蒸氣吸收而散射紅外線，軍用紅外線使用 3 個波長段亦稱之為「大氣窗口」，近紅外線($1\text{-}2.7\mu\text{m}$)、中紅外線($3\text{-}5\mu\text{m}$)及中遠紅外線($6\text{-}20\mu\text{m}$)，前述均可作為熱影顯像用途，遠紅外線($20\mu\text{m}$ 以上)則屬尚待技術克服波長，波長愈長則熱能辨識效果愈佳，目前第三代焦平面 (3^{rd} Generation Focal Plane Array, FPA) 已可使用達 $16\mu\text{m}$ 波長，解析度成像效果極佳，(如圖 22)，³而抑制戰車熱輻射的新型魔爪塗料(TALON)，可大幅降低熱輻射散發，美軍已塗裝於 M3 布萊德雷步兵戰鬥車，(如圖 23)，相較國軍戰車塗裝仍以一般平光磁漆噴塗綠、褐、黑 3 色叢林迷彩，但在熱像鏡日、夜間觀測熱能仍大量輻射，成為明顯標的，M1A2T 戰車則採抗化劑塗料(CARC)，其效果待返國後測試，為增強抗紅外線偵測效果，抑制熱輻射塗料亟需研發讓戰車披上一層降溫的披風。

圖 22-高解析度熱能成像



圖 23-TALON 塗料之 M3IFV



資料來源：對症下藥-美軍戰車觀點，頁 2、5，

https://www.benning.army.mil/armor/earmor/content/issues/2020/Winter/ARMOR_Winter_2020_editio
n.pdf (檢索日期：2023 年 05 月 29 日)。

³ 百度知識·〈軍用紅外線〉，(香港特區，百科百度，2019 年 03 月 21 日)，

<https://baike.baidu/item/%E8%BB%8D%E7%94%A8%E7%B4%85%E5%A4%96%E6%8A%80%E8%A1%93/5500462>，(檢索日期：2023 年 05 月 29 日)。

三、戰演訓加掛偽裝網：

抗紅外線偽裝網，(如圖 24)，國內已完成科研製作，經實測可有效降低熱輻射源散發，目前已逐步配發各級部隊使用，⁴戰車於各項戰演訓中，亦應要求披覆偽裝網，以達戰鬥欺敵之效，偽裝網顏色應區分灘岸、淺山丘陵與城鎮等用途別，以臺灣密集化建物群，叢林迷彩以不適合於城鎮及灘岸地區戰鬥使用，融入環境為偽裝首先要求，不突兀不成為暴露目標為重點，可研究將偽裝網以雙面不同顏色製作，結合各戰車部隊未來作戰地區，可迅速變換與天然環境結合，行進間偽裝網往搭設車頂以陽傘式，砲管破壞輪廓可以不規則網紮，車首及引擎室則採披覆式，進入集結地區，則將網紮砲管及車身偽裝網張開，使全車覆蓋於偽裝網之下，遮蔽敵偵蒐之眼，以防護戰力之完整，(如圖 25)。

圖 24-高抗紅外線偽裝網

圖 25-戰車全披覆偽裝網



四、集結 防衛 與 擊

堅毀灘與掃雷破障外，並以海、空及火箭軍火力飽和攻擊登(著)地段，此際戰車部隊必須注意不要暴露位置，戰車陣地(掩體)上方不透空，結合抗炸掩體掩蔽，抗紅外線偽裝網隱蔽，全天候管制燈光及熱輻射散發，(如圖 26)，同時以戰車車長遙控武器工作站完成對空射擊準備，以排為單位構成內層向心式防空火網，(如圖 27)，⁵人攜式防空飛彈配發後，構成營外層防空網，

⁴ 中科院研發多頻譜偽裝網(抗可見光、紅外線及雷達波偵測)，區分城鎮、叢林與灘岸不同色塊，由國內和友紡織承包製作，每件單價約新台幣 5,500 元。

朱明，〈獨家-國軍偽裝網標案「完全 MIT」和友紡織報價 11.2 億搶單成功〉，(台北市，上報，2021 年 11 月 12 日)，https://www.upmedia.mg/news_info.php?Type=1&serialNo=129544，(檢索日期：2023 年 05 月 29 日)。

⁵ 高正熙、林維洸，〈摧毀敵多維登陸戰鬥載具及無人機戰法之研究-以 M1A2T 戰車為例〉，(新竹縣，裝訓部，裝甲兵季刊第 266 期，2022 年 12 月 06 日)，頁 51，(檢索日期 2023 年 05 月 30 日)。

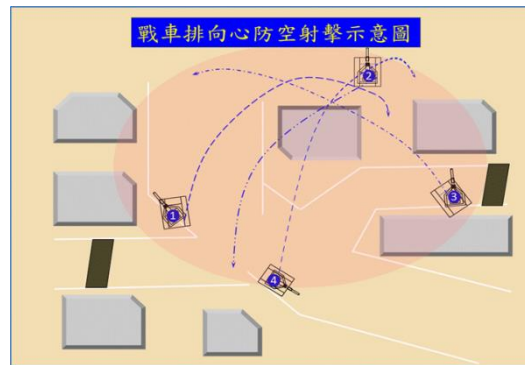


相機擊落低空偵察飛行器(含無人機)，對空射擊命令由戰車連連長及營火協組下達，不可因局部射擊而暴露位置。

圖 26-戰車對空隱蔽



圖 27-戰車向心式防空火網



資料來源：同註，頁 51，(檢索日期 2023 年 05 月 30 日)

五、運用建物掩蔽戰車：

戰車部隊離開駐地已無抗炸掩體作為戰力防護之憑藉，在平日兵要調查、戰備偵巡及作戰計畫驗證，將機動道路沿線及戰術(含預備陣地)與待機位置相加標示可用之加油站、大型倉儲、高大建物及地下室(可供戰車進入)，預先與業主完成協調，並於年度物力動員簽證，向地區後指揮部完成申報，由國防部核定徵用，防衛作戰時在動員令生效同時，啟動設施徵用計畫，完成民眾疏遷後即可運用，惟公、民營建物設施若武裝部隊進入，將被敵視為軍事目標可以加以攻擊，因此在運用上必須謹慎，配合野戰設施，不定時變換陣地位置，進入地下樓層須注意進出入口，並預為開通緊急出口，以免遭攻擊後進出口坍塌，阻礙戰車進出，預備(輔助)陣地備周則防護力強，當我戰車部隊得以多保存一分戰力，灘岸殲敵成功公算則加一分，運用建物保存戰力億為全民國防之具體實踐，平時需完備整備措施，戰時方能即徵即用，(如圖 28)。

圖 28-戰車利用建物與偽裝網隱蔽



六、加裝偽裝機件飾板

將戰鬥車輛加裝飾板以改變車輛外觀，使敵人難以分辨，讓真戰車化身為工程車輛，類似作法在北非隆美爾指揮的「非洲軍」常利用此一欺敵作法讓「隱真示假及化假為真」兩面手法交替運用，德軍在裝備居於劣勢，必須將真戰車變成卡車或工程車，進行快速側翼迂迴與包圍，而部分運輸車輛則在木材與金屬飾板偽裝下變成戰、甲、砲車，以眩惑英軍判斷，達到戰力防護之目的，本軍近年各項演訓也採取類似作法，在虛實奇正交互運用下，掠空而過敵機霎時難以判斷真偽，無法下達攻擊命令，而逸失戰機，化假為真的裝備可以吸引敵人精準彈藥，相對減少戰車部隊的損壞，此一作法特別是在機動進入戰術位置機動階段，特別注意加以運用，過去曾以工程車樣式加以改裝，此為拋磚引玉之發端，各級戰車部隊可以多發揮想像力，以易施工及獲得之材料如水管、竹管，板材，繩索等不一而足，歲不如變形金剛(Transformers)般變幻將車輛變為戰鬥機器人，然戰力防護手段變化多端，將天真似想法化為具體作法，往往可收奇效，(如圖 29)。

圖 29-化身為工程車之 CM33 步兵戰鬥車



資料來源：第五作戰區 2018 戰備任務訓練紀實，(檢索時間：2023 年 05 月 30 日)

七、搭配假戰車以欺敵

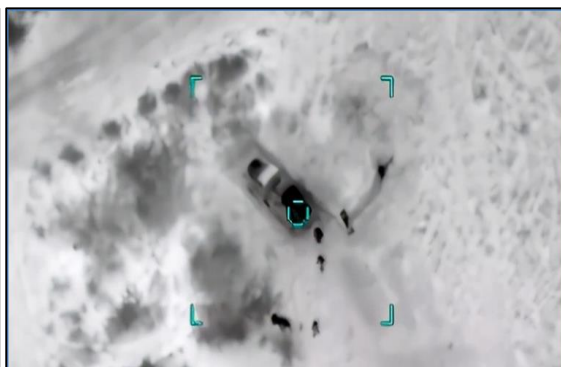
1944 年 6 月盟軍發動大君主作戰(Overlord Operation)之前，於靠近法國加萊(Calais)英國對岸多佛(Dover)地區開始佯動與欺敵計畫，充氣式的假戰車經鐵運進入多佛港集結，同時影子軍團由盟軍悍將巴頓上將(George S Patton)擔任指揮官，使得德軍研判盟軍會以直為迂，由加萊地區登陸，可是 21 世紀的戰場偵蒐器材發達，假戰車要能達到欺敵效果，不僅只有外觀，還要能發光發熱與製造射源(頻)，並且要披覆偽裝，(如圖 30、31)，暴露於外的假戰車不會吸引敵人偵測耳目注意，假戰車在防衛作戰中運用，以 1 個聯兵營戰車連約需四套，並以真、假 混合配置於各集結位置，變換陣地時跟著走，久留一地易為敵眼識破而喪失假設施功能，因此時對戰車威脅



最大是敵各式偵攻一無人機、徘徊式攻頂彈藥及自毀行無人攻擊機，以假戰車吸引敵之目獲與攻擊，而真戰車可以迴避敵空中攻擊，保存完整戰力。

圖 30-國內自製充氣式假戰車

圖 31-無人機夜間熱像儀偵蒐畫面



資料來源：28-風傳媒，<https://www.storm.mg>。29-

<https://min.news/military/d88581ea47142b701c64696adf6130b8.html>。(檢索時間：2023 年 06 月 05 日)

八、融入環境難以辨識：

防衛作戰為守勢作戰行動，戰車部隊為達成守勢防衛的攻勢機動打擊部隊，因此在敵有生戰力為登(著)陸前，我軍必須加強防禦準備，防禦韌性與強度隨時間而增強，即「備週而力強」，傳統陸上作戰防禦一方會藉由陣地前方警戒與偵蒐幕構成掩護，由遠至近配置火力、阻絕與障礙，並由防禦陣地前沿及側、後方構築主(預備及輔助)陣地，交通壕與掩蔽部，預備隊(機動打擊部隊)則分區集結待命實施逆襲或反擊，野戰狀況下可藏之山林鄉野但在防衛作戰中，則特別注意作戰環境是在連互建物群中作戰，孫子兵法第四章-軍形篇：「善守者，藏於九地之下，……；故能自保而全勝也。」⁶當然孫子不是要求所有設施、部隊全部要地下化，而是利用地形五大要素之一，隱蔽與掩蔽，將戰車融入環境之中，加以掩蔽以防護戰力完整，當發動攻擊時就能有足夠戰力以殲滅敵人，換言之即為「全軍破敵」，近來戰車部隊已開始訓練各種「隱身術」，融入作戰環境之中，(如圖 32)。

圖 32-隱身於資源回收場內的戰車



資料來源：2020 年第 3 作戰區戰備任務訓練月，(檢索時間：2023 年 06 月 05 日)。

⁶ 羅順德編，《孫子兵法-中英對照本》，(台北市，黎明文化事業股份有限公司，1991 年 05 月初版)，頁 80。

九、製造熱源眩惑敵眼：

中遠紅外線波長製成之熱能成像儀，在軍事用途上可搭載於單兵夜視鏡至衛(機)載偵測器上，以被動式掃描偵蒐區域目標，利用熱輻射溫差比對找出目標，而戰車雖可利用前述抑制熱能輻射散發量，然無法全面迅速降溫，戰鬥機找到的方法，以熱焰彈製造更高溫度，以干擾或誘標敵偵蒐系統與追熱飛彈攻擊，但這招在陸上作戰系統，無法採用，因此在進入防衛作戰階段，在戰車部隊集結地區附近可以製造熱源，以混淆敵熱能偵蒐器偵察與判斷，此一方式為伊拉克游擊隊與索馬利亞武裝民兵所使用，由其以直昇機在夜間使用頭盔是熱能顯示器時，多處連續強烈眩光對飛行員視覺產生混亂與暈眩，對目標搜索攻擊能力降低，相反若僅有少數熱源，對飛行員而言較易執行任務，無人機搭載的熱像系統雖不會有人因影響，但他要找哪一個熱源攻擊，俄烏戰爭烏軍自毀式攻擊無人機要摧毀無偽裝輔助設施的俄國戰車，是輕而易舉的事，大批俄軍戰車被擊毀於道路上，城鎮街道巷弄間，欺敵戰法多樣多變，製造熱源可以讓找上門的敵熱像偵蒐器要花費更多時間，辨識出真目標，多讓他盤旋就知道他無法下手攻擊，(如圖 33)，熱像夜視系統偵察→辨識→攻擊，(影像為啟動紅外線攝影機，因此會產生煙塵與火光顏色變化，而非由熱像鏡所攝錄)。

圖 33-戰車於夜間遭無人機攻擊炸毀過程



資料來源：kknews 新聞網，<https://kknews.cc/military/e5mlz3r.html>，2020 年 10 月 8 日，
(檢索日期：2023 年 06 月 05 日)。

十、利用橋涵隧道掩蔽：

臺灣道路開發與建設，由過去依地形修築，在有限土地面積上要造出更多鋪設道路(鐵、公路系統)，近年來建構施工方式改採地下與高架化，並於部分難以克服山地丘陵地區，採取鑽鑿方式，開闢直通式隧道，如西濱快速道路，高速鐵路，國道 3、5 號道及東西向快(高)速公路採取高架，雪山、



觀音山及八卦山隧道，如貫穿基隆河谷的 62 快速道路，沿途多處隧道，為實施北部地區作戰重要孔道，桃園-新竹高鐵下方同步修築的臺 31 號道，更為湖口地區戰車部隊通往桃中決戰地區最佳接近路線，台北都會區地下捷運系統，一如二戰「不列顛之役」德軍無差別狂轟濫炸倫敦市區時，成為民眾避難所，戰車部隊要利用這些地下道路與隧道及高架橋下所形成之對空隱(掩)配合偽裝輔助設施(偽裝網或改變外觀)，融入環境之中，使敵難以搜尋，(如圖 34)，惟須注意圖 34 非正確作法，偽裝網顏色突兀與現地環境無法相容。

圖 34-戰車利用高架橋涵實施掩蔽



資料來源：中時新聞網，

<https://www.chinatimes.com/realtimenews/20200716003769-260417?chdtv>，

(檢索時間：2023 年 06 月 05 日)。

十一、變換陣地機動偽裝：

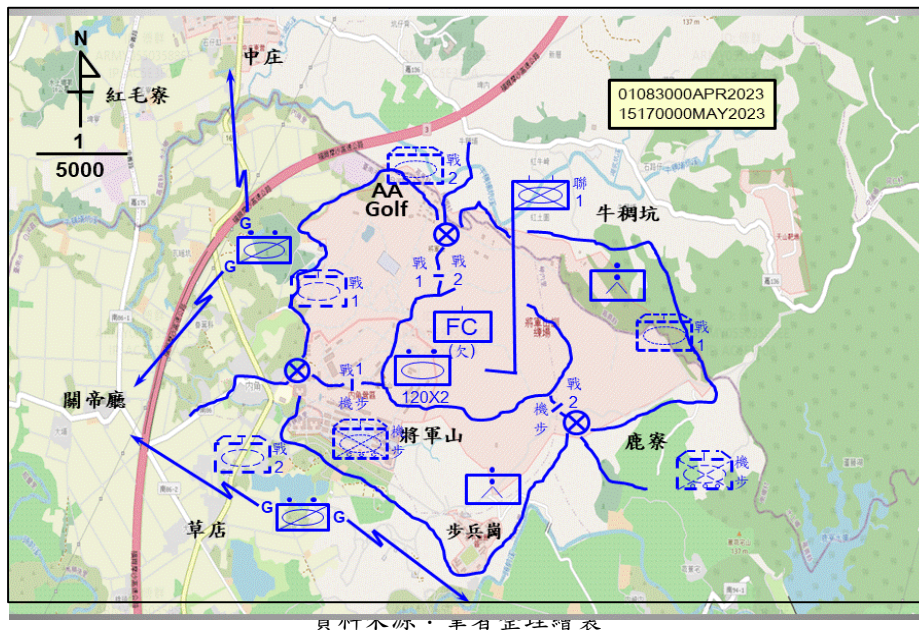
中國成語「狡兔三窟」，比喻多準備一些避難處所，躲避災禍時可以有藏身之處，⁷，另外一個就是「猜杯子遊戲」，桌面放上 3 個杯子及 1 枚硬幣，作莊的開始移動變換杯子，待莊家停止移動變換，由參與者自己選擇藏有硬幣的杯子，猜中機率為 33.3%，而同前被發現機率是一樣的，要把被猜中、發現機率降低就是讓藏身處與杯子多一點，戰車雖可藉偽裝與輔助設施進行戰力防護，然久居一地終非良策，戰車有腳會跑，因此採用不定時變換隱(掩)避位置，筆者稱之為「機動偽裝術」，或許有人會問：「戰時部隊都進入戰術位置，兵力密度高地區，如何選定預備位置」

⁷ 此一典故由來為戰國時期，齊相孟嘗君因失寵，返回故居薛地，門客馮諼對他說：「狡猾的兔子通常有三個家，這樣才能保證您的安全，現在雖然已有一地可棲身，但仍不安全，我可以替您多找幾個棲身地方，萬一薛地不安全，還有其他地方可去。」

Admin，〈成語故事-狡兔三窟〉，(新北市·BookMarks，2013 年 02 月 15 日)，
<https://bookmarks.tw/idiom/archives/304>，(檢索日期：2023 年 06 月 05 日)。

其實這項戰法非常簡單，在單維空間可以做方向部署、隊形(環形配備可改為不規則，直、橫斜線變換)，每變換 1 次被發現機率降低，同樣敵以高密度火力攻擊損壞率也隨之降低，(如圖 35)。

圖 35-聯兵營機動變換隱蔽位置



十二、輔助動力降溫降噪：

戰車發動引擎，聲響吵雜，內燃機散發著驚人熱輻射，未裝置輔助動力系統(Auxiliary Power Unit,APU) 戰車若於靜伺狀態，必須以車上鉛酸電池(lead Acid Battery)供給戰車無線電、射(砲)控、觀瞄所需 24 伏特直流電，隨著戰車戰鬥系統日趨數位化，電力需求量增加，為避免貯存電力耗盡，指揮官會以排組為單位，分批、分時發動引擎啟動附帶發電機為電瓶充電，保持戰車隨時保持電力備便，另 M41 系列戰車及 CM-26(M577) 通信指揮車裝置副發電機，一為便於啟動戰車，另一為指揮所開設時提供照明與多部無線電機操作所需電力，鑒於戰車非處於攻擊戰鬥前進狀態，必須長時間不啟動引擎，以保持冷車狀態，電力輔助動力系統(Electrical Auxiliary Power unit,EAPU)，引擎改換為轉子引擎(Rotary Engine)，具備低噪音、油耗與可控制熱輻射(可藉延伸電源線將 EAPU 從車上移往他處)成為第四代戰車標準配備，並將電力供應區分為高(砲「射」控及觀瞄)、低(照明、車燈及引擎啟動)動力分區供電，高動力供電貯能電池改換為鋰鐵電池(Lithium Iron Battery)，未來國軍來自軍購、科研及委製三款新式戰車將全數配備電力輔助動力系統，在引擎靜伺下可維持 4 小時以上作戰，將使戰車主引擎在不重覆啟動狀態下，保有較佳隱避效果，(如圖 36)。



圖 36-M1AT2 熱管理及電力輔助動力系統位置



資料來源：洪哲政，〈美售臺第 1 輛 M1A2T 型戰車首度曝光〉，(台北市，聯合新聞網，2022 年 09 月 13 日)，
<https://udn.com/newa/story/109301/6605116>，(檢索時間：2023 年 06 月 06 日)。

伍、結語

隨著紅外線熱像偵測器，除現常用中級中遠波長段外，遠紅外線技術日益突破，加上掃描矩陣密度與速度增加，解析度與辨識效果會越來越好會，以中共對外宣稱可運用 $16\mu\text{M}$ 遠紅外線技術，那解析與辨識度將會是 $5\mu\text{M}$ 的 $4(4096)-8(8182)$ 倍，我軍被動式偽裝裝備將面臨極為嚴峻考驗，戰場匿蹤、隱(掩)避輔助戰力防護手段，也必須從塗層技術發展，裝甲模組塊的吸收與降低偵測光電波反射率，使每一層金屬與塗料層具備不同波長拒止與抑制效果，以達匿蹤基本防護要求，另外偽裝一如防衛作戰中不對稱戰力運用，科技對抗科技固然為好方法，光電科技進步神速每 3-5 年便進入次世代發展，對於敵我皆為相同條件，必須保持研發能量，保持現狀，便是落伍，在防衛作戰中我先處戰地，在熟悉家園力抗強敵入侵，必須讓戰車部隊運用更多偽裝戰法，利用天然地形、地物與植被，融入作戰地區環境，並保持戰車機動變換陣地，永遠記得陸軍作戰要綱-防衛作戰篇提及：「防衛作戰成功關鍵，在敵先期攻擊下，保持完整戰力。」而偽裝、欺敵與戰力防護手段交互運用，一支戰力完整的戰車部隊，有可能迫使敵推遲或取消三棲登(著)陸行動，登陸後也會遭受重裝打擊部隊合圍攻擊，而導致奪臺任務失敗。

附件：新式塗料對我軍偽裝重大變革-新式塗料重要譯文之啟發

一、資料來源

(一)專文名稱：：對症下藥-美軍戰車觀點

Work the Problems: Tanker Thought

(二)原文出處：

https://www.benning.army.mil/armor/earmor/content/issues/2020/Winter/ARMOR_Winter_2020_edition.pdf

二、內文摘要

(一)源起：

美國陸軍表示，已經為其 M1 艾布蘭戰車和其他裝甲車開發了一種新型塗料，可以幫助減少紅外線特徵使其更難被發現。塗層也對目前使用的總體維修保養實施改進，其應用範圍可能遠遠超過地面車輛。

The U.S. Army says it has developed a new type of paint for its M1 Abrams tanks and other armored vehicles that can help reduce their infrared signature and make the harder to detect. The coating is also a general improvement over what the service uses now and could have applications well beyond ground vehicles.

(二) TALON 塗料：

根據 2019 年 3 月 20 日的官方新聞，陸軍的地面車輛系統中心，陸軍研究實驗室以及部門的製造技術(ManTech)計劃致力於開發命名為地面車輛塗裝系統(GVCS)的產品。塗料本身被稱為"TALON"，但該首字母縮寫所代表的含義尚無定義。

The Army's Ground Vehicle Systems Center, the Army Research Laboratory, and the service's Manufacturing Technology (ManTech) program worked to develop what is officially known as the Ground Vehicle Coating System (GVCS), according to an official news item on Mar. 20, 2019. The paint itself is known as "TALON," but there is no definition available yet for what this acronym stands for.

(三)匿蹤塗料使用範圍

我們不知道塗層的工作原理，但它必須減少車輛內部零件的熱量散發(例如發動機、輔助動力裝置和電子設備)吸收的熱能。現代裝甲車，特別是戰車和步兵戰鬥車輛，需要穩定增加的動力來支援不斷改進的感應器、通信與其他系統，這只會增加其熱信號。在正常操作下，或只是坐在陽光下，熱量也會在承載系統和履帶等地方聚積。

We don't know how the coating works exactly, but it would have to lessen the absorption of thermal energy from a vehicle's heat-generating internal components, such as engines, auxiliary power units, and electronics. Modern armored vehicles, especially tanks and



infantry fighting vehicles, have required steadily more significant amounts of power to support ever-improving sensors, communications systems, and other systems, which only increases their thermal signature. Heat builds up in places, such as the suspension and tracks, from normal operation, too, as well as just sitting out in the sun.



這是從蘇聯時代的 2S3 Akatsiya 自走榴彈砲的熱像儀照片，此為裝甲車基本熱學特徵的一個很好的範例。該車輛具有前置發動機，但熱能從那裡散發出來。履帶和承載系統也會隨著車輛的移動而積聚熱能。額外的電子設備及系統只會放大此現象。

This capture from a thermal camera of a Soviet-era 2S3 Akatsiya self-propelled howitzer offers a good example of an armored vehicle's basic thermal signature. This vehicle has a front-mounted engine, but the heat radiates out from there. The tracks and suspension also build up heat as the vehicle moves. Additional electronics and additional systems only increase this signature.

這大幅增加具有熱成像或紅外線系統的敵人，能夠更快速且在更遠距離外發現到這些車輛且提前準備作戰的機會。這些類型的光學元件也成為許多車輛及便攜式武器系統(如反戰車飛彈)。

This has increased the risk that an opponent with thermal or infrared imaging systems will be able to detect those vehicles faster and at greater distances and then engage or avoid them. These types of optics are increasingly part of the fire control systems on vehicles and man-portable weapon systems, such as anti-tank guided missiles.

除了被偵測到的威脅外，這些熱能信號也會使各式制導武器更易於瞄準。若能減少車輛的熱能，將會使紅外線追蹤武器更難以瞄準鎖定。

Beyond the threat of detection, these thermal signatures also offer something for various guided weapons to home in on. Reducing the heat a vehicle gives off, could make it more difficult for a missile or a bomb with an imaging infrared seeker to spot it and lock on.

同時儘管美軍在光學方面一直保有領先優勢，在黑暗環境中可以利用熱信號實施偵測，但此優勢正逐漸減少中。這不僅僅發生在中國及俄羅斯這種強權競爭，諸如伊朗等小國家也有此現象，這些系統雖非最新的技術，但可以顯著提升其作戰效能。

At the same time, while the U.S. military has historically had an edge in optics that can exploit these heat signatures, especially after dark, this qualitative advantage is steadily eroding. This isn't limited to developments among "great power" competitors, such as Russia and China, or small nation states, such as Iran, either. Non-state actors increasingly have access to thermal and night vision systems that, while not examples of the latest generations of the technology, offer a significant boost in their capabilities.

隨著技術的進步及微型化，紅外線感應器因此變得更小更便宜，並且此技術比過往更加廣泛的應用。該領域特別顯著的案例就是搭載紅外線攝影機的小型無人機。

Technology advances and miniaturization are making infrared sensors smaller and cheaper all the time and the technology is much more widespread and accessible than it has been in the past. The affordability of Small drones capable of carrying infrared cameras is a particularly notable example of how far things have come in this realm.

裝甲車和其他地面車輛的發電需求只會在未來增加，這將需要更多的努力來掩蓋其熱信號。陸軍表示，GVCS 塗料工作只是應對這些威脅的更廣泛努力的一部分。

Power generation requirements for armored and other ground vehicles are only set to increase in the future, which will require even more efforts to conceal their thermal signatures. The GVCS paint jobs are only one part of a broader effort to address these threats, according to the Army.

到目前為止，陸軍已經在測試基礎上將這種新塗料應用於 M1 艾布蘭戰車和布蘭德雷裝甲車。圖示為現役塗裝車輛，包含一輛最新 M1 戰車系列原型、M1A2 系統強化 3.0 版戰車或是 M1A2 SEPV3，也稱為 M1A2C。該戰車的砲塔上似乎也有新裝甲的一部分，或者代表未來增加裝甲的代用重物，這種配置於 2019 年 2 月首次公開出現。

So far, the Army has applied the new paint on M1 Abrams tanks and Bradley Fighting



Vehicles on a test basis. Pictures the service released of vehicles with the coating included one showing a prototype of the latest M1 variant, M1A2 System Enhancement Package Version 3 tank, or M1A2 SEPV3, which is also known as the M1A2C. The tank in question also appeared to have part of a new armor package on its turret, or a surrogate weight representing future added armor, a configuration that first publicly emerged in February 2019.



美國陸軍說，M1A2 SEPV3 戰車有新的噴塗工作。底盤和砲塔兩側面的支架，用於安裝的被動反應式裝甲。

An M1A2 SEPV3 tank the Army says has the new paint job. The racks on the side of the hull and turret are for an explosive reactive armor package this isn't installed.

(四) TALON 和 CARC 的比較

這個現役的新塗料相對於現在使用的現有耐化學試劑塗層(CARC8)而言，也僅提供了重要的改進。顧名思義，CARC 與以前的塗料相比，主要的改進之處在於它能夠限制化學和生物製劑(尤其是液體)的吸收，從而加快攻擊後的淨化過程。

The service says the new paint also simply offers important improvements over the existing Chemical Agent Resistant Coating (CARC) it uses now. As its name implies, CARC's major improvement over previous paints was its ability to limit the absorption of chemical and biological agents, especially liquids, to speed up the process of decontamination after an attack.

TALON 具有和 CARC 相同的一般屬性，人員可以將 TALON 和 CARC 一樣，用於原來現有設施和設備。陸軍表示，在整個開發過程中，它能夠將每加

⁸ Chemical Agent Resistant Coatings 的縮寫簡稱，化學腐蝕藥劑塗層。

美國國防部 MIL-DTL-53072F 規範中 CARC 要求，在保護車輛免受腐蝕，戰時化學和生物武器侵害，並提供特殊偽裝特性以增加操作員額外保護和可延長車輛在現場操作之生命週期。

侖新塗層的成本降低 75%。

TALON has the same general attributes and personnel can apply it using existing facilities and equipment they use to apply CARC. Over the course of development, the Army says it was able to reduce the cost of the new coating per gallon by 75 percent.



布蘭德雷戰鬥車完成魔爪(TALON)塗層。

A Bradley Fighting Vehicle sits after having receiving the new coating.

地面車輛系統中心的工程師托馬斯·瓦格納在一次正式採訪中說"與行業合作可以更快地實施製造技術，從而可以大規模生產該產品。" "並行技術公司採用工程產品，優化設計和工藝以降低單位價格的悠久歷史將使陸軍獲得原本可能沒有的優勢。"

"Working with industry allowed for quicker implementation of manufacturing techniques, which enabled the product to be produced on a larger scale," Thomas Wagner, an engineer at the Ground Vehicle Systems Center, said in an official interview. "Concurrent Technologies Corporation's long history of taking engineered products and optimizing designs and processes to reduce per unit prices will allow the Army to gain an advantage that it otherwise may not have."

關於 TALON 是否比 CARC 安全得多，CARC 所含的化學物質非常危險，需要專門的油漆室和耗時的施工程序，目前尚無定論。許多化學成分的毒性很高，以至於美國退伍軍人事務部開設了一個網站，專門處理在塗漆和固化過程以及某些維護任務中可能暴露於 CARC 的說法。長時間暴露於混合物中會導致呼吸系統疾病，例如慢性哮喘以及腎臟損害。

There's no word yet on whether TALON is any safer than CARC, which contains chemicals that are so hazardous that it requires specialized paint houses and



time-consuming application procedures. Many of the chemical components are so toxic that the U.S. Department of Veterans Affairs has a page dedicated to handling claims of potential exposure to CARC during the painting and curing process, as well as during certain maintenance tasks. Prolonged exposure to the mixture can result in respiratory problems, such as chronic asthma, as well as kidney damage.

(五) TALON 和 CARC 的應用

美國陸軍還認為已採用多種顏色的 TALON，具有聯合服務的應用。新塗層將為整個美軍的地面車輛提供相同的效果，其中許多車輛系統在增加其熱信號方面有很好的效果。

The Army also sees TALON, which already comes in a number of different colors, as having joint-service applications. The new coating would offer the same benefits to ground vehicles across the U.S. military, many of which are experiencing the same growth in systems that increase their heat signature.

這些應用程序也不一定僅限用於陸基系統。陸軍表示，在 2018 年，它向美國特種作戰司令部提供了灰色版本，專門用於美國海軍的隱形特種作戰船上。戰區過去曾詳細介紹過的這些船隻，新的系統不斷地增加他們的熱特徵。船上的紅外線特徵控制尤其重要，因它們在涼爽、穩定的背景下運行。

The applications wouldn't necessarily be limited to land-based systems, either. In 2018, the Army says it provided U.S. Special Operations Command with a gray version specifically for the U.S. Navy's stealthy special operations boats. These craft, which The War Zone has profiled in detail in the past, are also constantly adding to their thermal signature with new systems. Infrared signature control on boats is especially important as they operate against a cool, consistent background.

CARC 也已經在陸軍直升機上使用，在這種情況下，考慮到短程熱導地對空導彈(包括可攜帶型)的擴散越來越多，降溫變體在這種情況下尤其有價值。該服務已經在為其旋翼飛機增加定向紅外線對策的過程中，包括 AH-64 阿帕契和 CH-47 奇努克，以減輕這些威脅。全美軍方的其他旋翼機機隊都面臨著相同的威脅環境。

CARC is also already in use on Army helicopters and a heat reducing variant could be especially valuable in that context given the increasing proliferation of short-range, heat-seeking surface-to-air missiles, including man-portable types. The service is already in the process of adding directional infrared countermeasures to its rotorcraft, including the AH-64 Apache and CH-47 Chinook, to mitigate these threats. Other rotorcraft fleets across the U.S. military are facing the same threat environment.

目前，陸軍正計劃在其 M1 戰車、布蘭德雷裝甲車和史崔克輪式裝甲車中

使用這種塗料。該服務的目標是到 2021 年使第一台裝備齊全的車輛塗上新漆，但並未說明具體車輛是什麼。

Right now, the Army is planning to apply the new coating across its fleets of M1 tanks, Bradley Fighting vehicles, and Stryker wheeled armored vehicles. The service's goal is to have the first unit fully equipped with vehicles covered in the new paint by 2021, but it didn't say what the specific vehicle would be.

鑑於陸軍將能夠使用其現有的塗層基於設施來應用 TALON，以及新塗料的明顯效用，這一時間表很可能最終會加速執行。當然，這無疑是對戰車部隊和其他車輛、鑑隊的一個相對簡單的補充，可能會產生巨大影響，使這些車輛在未來的運用當中處於隱蔽狀態。

Given that the Army will be able to use its existing painting infrastructure to apply TALON, and the obvious utility of the new paint, this schedule could very well end up accelerated. It's certainly a relatively simple addition to the service's tank and other vehicle fleets that could have an outsized impact keeping those vehicles hidden during future operations.



參考文獻

中文

一、專書

- (一) Urs Tillmanns。徐聖裕譯。《Basic And Applications Creative Large Format -中譯本》。(台北市，祿來科技有限公司，1993年11月)。
- (二)李德哈特著。鈕先鍾譯。《戰略論-間接路線》。(台北市，麥田出版社，2007年09月18日)。
- (三)考里雷留斯.雷恩著。黃文範譯。《奪橋遺恨-A BRIGDE TOO FAR》。(新北市，燎原出版社，2020年11月18日，二版)。
- (四)羅順德編。《孫子兵法-中英對照本》。(台北市，黎明文化事業股份有限公司，1991年05月初版)。

二、期刊

高正熙、林維洸。《摧毀敵多維登陸戰鬥載具及無人機戰法之研究-以 M1A2T 戰車為例》。(新竹縣，裝訓部，裝甲兵季刊第 266 期，2022 年 12 月 06 日)，頁 51。

三、研討會

高正熙，《以近期衝突為例，探討未來作戰戰車部隊如何反制無人機偵察與攻擊》，(新竹縣，裝訓部，2022 年戰術戰法研討會)。

四、網際網路：

- (一)王尊信。〈可見光譜-Visible Spectrum〉。(台北市，教育部，高職自然科學資源平台，2009 年 08 月 29 日)。
<https://highscope.ch.ntu.edu.tw/wordpress/?p=2454>。
- (二)農林航空測量所。〈典藏儀器介紹-立體鏡〉。(台北市，林務局，2023 年 03 月 23 日)。<https://www.afasi.gov.tw/0000143>。
- (三)百科知識。〈紅外線波長與頻率〉。(台北市，中文知識百科，2011 年 05 月 21 日)。
<https://www.jendow.com.tw/wiki/%E9%9B%B7%E5%B0%84%E6%B3%A2%E9%95%B7>。
- (四)呂炯昌。〈中國太空科技偵察衛星威脅最大〉。(台北市，Yahoo 新聞網，2021 年 12 月 24 日)。
<https://tw.news.yahoo.com/news/%E4%B8%AD%E5%9C%8B%E5%A4%AA%E7%A9%BA%E7%A7%91%E6%8A%80-%E5%81%B5%E5%AF%9F%E8%A1%9B%E6%98%9F%E5%98%E5%A8%81%E8%84%85%E6%9C%80%E5%A4%A7-091025917.html>。
- (五)楊幼蘭。〈可偵測每 F-22 高分衛星升空織網用途多方〉。(台北市，中時新聞

網，2020 年 10 月 13 日)。

<https://www.chinatimes.com/realtimes/20201013004640-260417>。

(六)楊幼蘭。〈不輸殲 20!陸首曝攻擊-11 隱形(匿蹤)無人機可取空優〉。(台北市，中時新聞網，2022 年 10 月 24 日)。

<https://www.chinatimes.com/realtimenews/20221024001256-260417>。

(七)林挺生。〈希里芬計畫〉。(風傳媒，新新聞，2020 年 04 月 05 日)。

<https://www.strom.mg/category/k188713>。

(八)百度百科。〈托里斯維德拉防線〉。(香港，百度百科知識網，2018 年 04 月 12 日)。

<https://baike.daidu.hk/item/%E6%89%98%E9%87%8C%E4%BD%89%E4%BB%80%E9%98%B2%E7%B7%9A/10726850>。

(九)綜合外電報導。〈魔術斯搬走亞力山大港〉。(高雄市，人間福報社，2006 年 09 月 29 日)。<https://www.merit-times.com/NewsPage.aspx?unid=26628>。

(十)虎擊長空。〈飛虎隊傳奇 The Flying Tigers〉。(台北市，公共電視網，2014 年 12 月 24 日)。<https://www.pts.org.tw/theflyingtigers/ep2.htm>。

(十一)Csz9696426。〈“中國遠征軍”突擊”老虎繪 M4-薛爾曼戰車”〉。(北京市，78 動漫網，2014 年 12 月 15 日)。

<https://bbs.78dm.net/forum/post/353419.html>。

(十二)農業主題館。〈染料植物介紹〉。(台北市，市立植物園，農業知識入口網，2012 年 09 月 24 日)。

<https://Kmweb.coa.gov.tw/subject/subject.php?id=17331>。

(十三)朱明。〈國軍偽裝網標案「完全 MIT」和友紡織報價 11.2 億搶單成功〉。(台北市，上報，2021 年 11 月 12 日)。

https://www.upmedia.mg/news_info.php?Type=1&SerialNo=129544。

(十四)Unihora。〈Hei-Mex 聚氨酯水性塗料〉。Japan，Kobe H&K Limited 株式會社，2023 年 04 月 30 日)。<https://handk-heisengp.co.jp/index.html>。

(十五)李家同。〈科學專欄(87)談敵我識別器〉。(台北市，臺灣精密工程學會，2022 年 02 月 22 日)。

<https://www.jendow.com.tw/wiki/%E9%A3%9B%E6%H9%9F%E6%95%B5%E6%88%91%E8%AD%98%E5%88%A5%E5%99%A8>。

(十六)強武堂。〈波蘭研製的 PL-01 戰車隱身性能好嗎?猶如空中閣樓一般?〉(台北市，每日頭條，2019 年 02 月 16 日)，

<https://kknews.cc/zh-tw/military/65kb9xn.html>。

(十七)即時新聞。〈抗俄!波蘭打造北約「最強陸軍」採購 250 輛美國 M1 戰車〉。



(台北市，自由時報電子網，2022 年 04 月 05 日)。

<https://news.ltn.com.tw/news/world/breakingnews/3883320>。

(十八) 百度知識。〈軍用紅外線〉。(香港特區，百科百度，2019 年 03 月 21 日)。

<https://baike.baidu/item/%E8%BB%8D%E7%94%A8%E7%B4%85%E5%A4%96%E6%8A%80%E8%A1%93/5500462>。

(十九) 朱明。〈獨家-國軍偽裝網標案「完全 MIT」和友紡織報價 11.2 億搶單成功〉。

(台北市，上報，2021 年 11 月 12 日)。

https://www.upmedia.mg/news_info.php?Type=1&serialNo=129544。

(廿) Admin。〈成語故事-狡兔三窟〉。(新北市，BookMarks，2013 年 02 月 15 日)，<https://bookmarks.tw/idiom/archives/304>。

English-Internet

1. K&L。〈CARC-Approved suppliers〉。(U.S Huntingdon.PA.，K&L Plating. Inc.，01.May.2023)。<https://klplating.com/processes/carc-paint/>，(Retrieval Date 03.May.2023)。

2. Work the Problems: Tanker Thought。

https://www.benning.army.mil/armor/earmor/content/issues/2020/Winter/ARMOR_Winter_2020_edition.pdf。

筆者簡介



姓名：戴晨勳

級職：少校教官

學歷：中華大學工業管理研究所、陸軍官校 93 年班、裝甲正規班第 127 期

經歷：排長、副連長、連長、作戰官，現任職裝甲兵訓練指揮部指參組教官

電子信箱：軍網：army099001419@army.mil.tw

民網：Please690@yahoo.com.tw



姓名：陳少瑋

級職：中校研究教官

學歷：陸軍官校 94 年班、陸軍裝甲兵訓練指揮部正規班 122 期

經歷：排長、連長、裁判官，現任陸軍裝訓部作發室中校研究教官

電子信箱：軍網：chenshauwei@webmail.mil.tw

民網：shauwei629@gmail.com

民網：Please690@yahoo.com.tw