

陸
軍

砲

兵

季

刊

ARMY ARTILLERY QUARTERLY



M17陣地修正板運用之探討
淺談砲兵精準定位定向未來展望
TB-2無人機與投彈型四軸飛行器
職業安全衛生法探討裝備維保風險



第 203 期

宗旨

本刊定位為野戰砲兵及野戰防空專業論壇，採季刊方式發行，屬政府出版品，供專家學者、現（備）役官兵發表及傳播火力領域專業知識，並譯介國際砲兵新知。

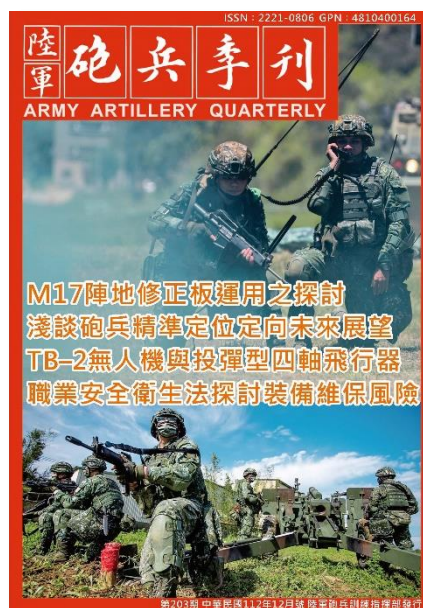
聲明

- 一、發行文章純為作者研究心得及觀點，本社基於學術開放立場刊登，內容不代表辦刊單位主張，一切應以國軍現行政策為依歸，歡迎讀者投稿指教。
- 二、出版品依法不刊登抄襲文章，投稿人如違背相關法令，自負文責。
- 三、新聞媒體引用本刊內容請先告知，如有不實報導，將採取法律告訴。

發行

陸軍砲兵訓練指揮部

發行人：何建順
社長：何永欽
副社長：杜明華 袁驛安 莊誌雄
總編輯：蘇亞東
主編：張晉銘
編審委員：林義翔 黃建鴻 楊俊陵
 李志傑 王保仁 黃坤彬
 郭春龍 錢宗旺 張啟明
 陳郁文 黃文聖
安全審查：蘇漢偉 侯勝源
法律顧問：高志強
創刊日期：中華民國 47 年 3 月 1 日
發行日期：中華民國 112 年 12 月 30 日
社址：臺南永康郵政 90681 號
電話：軍線 934325 民線 06-2313985
ISSN：2221-0806 GPN：4810400164
定價：非賣品



封面封底說明

陸軍關渡地區指揮部砲兵部隊於測考中心鑑測及訓練實況，官兵依序完成各階段狀況處置，對目標區聯合射擊，展現打擊能力。（轉

載自《中華民國陸軍臉書》民國 112 年 9 月 18 日《青年日報》記者黃宥縈、陸軍《忠誠報》民國 112 年 9 月 22 日第 3 版編輯涂俊緯、張漢賓）

本期登錄

- 一、國防部全球資訊網
<http://www.mnd.gov.tw/PublishMPPeriodical.aspx?title=%E8%BB%8D%E4%BA%8B%E5%88%8A%E7%A9&id=14>
- 二、政府出版品資訊網
<http://gpi.culture.tw>
- 三、國家圖書館
<https://tpl.ncl.edu.tw>
- 四、國立公共資訊圖書館
<https://ebook.nlpi.edu.tw>
- 五、HyRead 臺灣全文資料庫
<https://www.hyread.com.tw>
- 六、陸軍軍事資料庫
<http://mdb.army.mil.tw>
- 七、陸軍砲訓部砲兵軍事資料庫
http://web.aams.edu.mil.tw/dep/lib/aams_academic.htm

目錄

▲野戰砲兵技術研究

01 砲兵射擊指揮器材 M17 陣地修正板運用之探討／朱慶貴

射擊指揮所為砲兵指揮所之一部，由作業人員及所需器材所組成，射擊指揮依各部成員分工合作下達射擊諸元至任務完成，並藉火力支援協調與管制作為，實施戰鬥支援射擊作業技術。M17 陣地修正板為作業器材之一，通常運用在特別修正及彈幕射擊，然依筆者所見，如能善用器材，亦可運用於交會觀測、放列觀測射擊、應急射擊等任務。

13 從職業安全衛生法角度探討如何防範裝備維保風險 - 以 M101A1 式 105 公厘輕型牽引榴彈砲二級保養作業為例／許則澧

落實火砲保養工作，不僅可避免裝備損壞，更能有效維持部隊戰力，目前牽引砲二級保養安全防護要求與標準，大部分參考來源為技術書刊、單位段維保作業手冊及火砲保修工具操作手冊等，其內容著重裝備或機具操作安全實施說明，在人為因素、環境安全方面仍有補充詳述空間。筆者試以「職業安全衛生法」角度，探討人員、機具或環境相關易肇生之危害因素，進而採取必要預防措施，確保人員安全及避免裝備傷損。

26 淺談砲兵精準定位定向未來展望／林柏志

測地為陸軍砲兵部隊精確獲得目標、觀測所及火砲陣地相對關係位置的重要方法，筆者思考未來既有裝備可能發生妥善率逐年降低、重要維修料件無法獲得及維修代價不符成本效益等因素，加上未來戰場瞬息多變與作業人力不足的多種窒礙，砲兵測地裝備需預先構思更新及提升的需求，以符合新一代輕量化、操作容易及維修模組化等定位定向裝備發展趨勢。因此，筆者評估現行作業方式及科技發展趨勢，提出個人見解，期能為砲兵測地發展略盡棉薄。

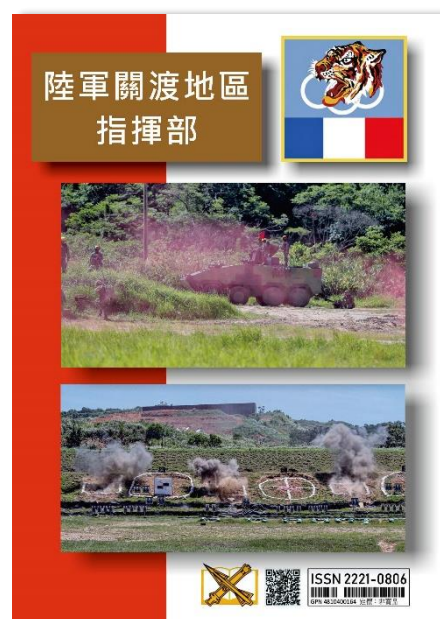
▲譯粹

40 拜拉克塔爾 TB-2 無人機與投彈型四軸飛行器：烏俄戰爭與納卡衝突凸顯現行防空弱點及無人機需求／劉宗翰

無人機與反無人機已成為當代戰場不可或缺之作戰工具，近期納卡衝突與烏俄戰爭兩場戰事正是最佳例證，本文從組織編制、武器配屬、教育訓練及戰略文件修訂等面向提出精進無人機與反無人機建議，國軍相關單位可將這些建議列入參考及精進方向。

▲徵稿簡則

▲撰寫說明



砲兵射擊指揮器材 M17 陣地修正板運用之探討

作者：朱慶貴

提要

- 一、砲兵火力支援是以射擊指揮為中樞，連繫各部完成火力支援任務殲滅敵軍，而射擊指揮之良窳，攸關作戰成敗之因素；「工欲善其事，必先利其器」，射擊諸元求算，必須運用射擊指揮器材量取獲得。
- 二、射擊指揮所為砲兵指揮所之一部，由作戰、情報、通信等人員及作業器材組成；射擊指揮之作業及程序，係依上級單位射擊及觀測官射擊要求命令，由射擊指揮所成員作業算得射擊諸元下達至陣地，並藉火力支援協調與管制作為，實施戰鬥支援射擊作業技術。
- 三、M17 陣地修正板為射擊指揮傳統作業器材，依準則條文所列，通常運用於特別修正及彈幕射擊等 2 項任務；然依筆者教學經驗，如能善用此項既有作業器材，亦可轉而運用於交會觀測、放列觀測射擊、應急射擊等準則所列以外之任務，故藉本研究提出個人見解。
- 四、射擊指揮器材之裝箱名稱，為 16 號射擊器材箱，在連隊編裝表均有記載相關品名與料號，然現行後勤單位未製作相關器材供射擊指揮運用，上級後勤補給單位需重視此兵工主件裝備，建立足夠後勤存量。

關鍵詞：M17 陣地修正板、特別修正、放列觀測、應急射擊

前言

現代戰爭，決勝於分秒之間，故須掌握時效，於決勝時、地，集注戰力，指向關鍵，方能克敵制勝。¹砲兵火力支援是以射擊指揮為中樞，連繫各部完成火力支援任務殲滅敵軍，而射擊指揮之良窳，攸關作戰成敗之因素；「工欲善其事，必先利其器」射擊諸元求算，必須運用射擊指揮器材量取獲得，其基本工具與射擊指揮專業知識，視為砲兵射擊指揮諸元獲得重要之準據；在目前砲兵射擊指揮作業仍以人工作業為主，砲兵幹部必先懂得各器材獲得與運用方式。筆者藉「M17 陣地修正板」探討射擊指揮器材之配賦、獲得與運用，並提出精進作為，以提升射擊指揮作業效能。

射擊指揮作業與器材介紹

一、射擊指揮作業

射擊指揮所為砲兵指揮所之一部，由作戰、情報、通信人員、所需器材共同

¹李尚儒，〈提升野戰砲兵射表計算尺運用效益之研析〉《砲兵季刊》（臺南），第 175 期，陸軍砲訓部，民國 105 年第 4 季，頁 17。

組成。²射擊指揮乃依各部成員分工合作下達射擊諸元至任務完成，並藉火力支援協調與管制作為，實施戰鬥支援射擊作業技術；其目的在有效運用砲兵火力，確保射擊精度與準度，適時適切支援戰鬥，以完成火力支援任務。

二、M17 陣地修正板器材介紹

(一) 由底盤、圓盤、固定螺釘組合而成。

(二) 底盤上刻有方格網，其比例可依陣地面積與目標寬度之大小而適宜決定，通常每一小方格代表 2 或 5 公尺即可應用。底盤右緣刻有英吋直尺，上緣刻有公分直尺，下緣刻有各種比例尺，可作為換算圖上距離之用，箭矢上方刻有左右各 10 密位之化微尺，用以裝定 10 密位以下方位角或方向。

(三) 圓盤之外緣刻有 6400 密位之分劃，每一短刻線為 10 密位，每百密位有數字註記，內層與外層為順時針之黑色數字註記，是為方位角分劃，中層反時針之紅色數字註記為方向分劃（M17 陣地修正板如圖 1）。

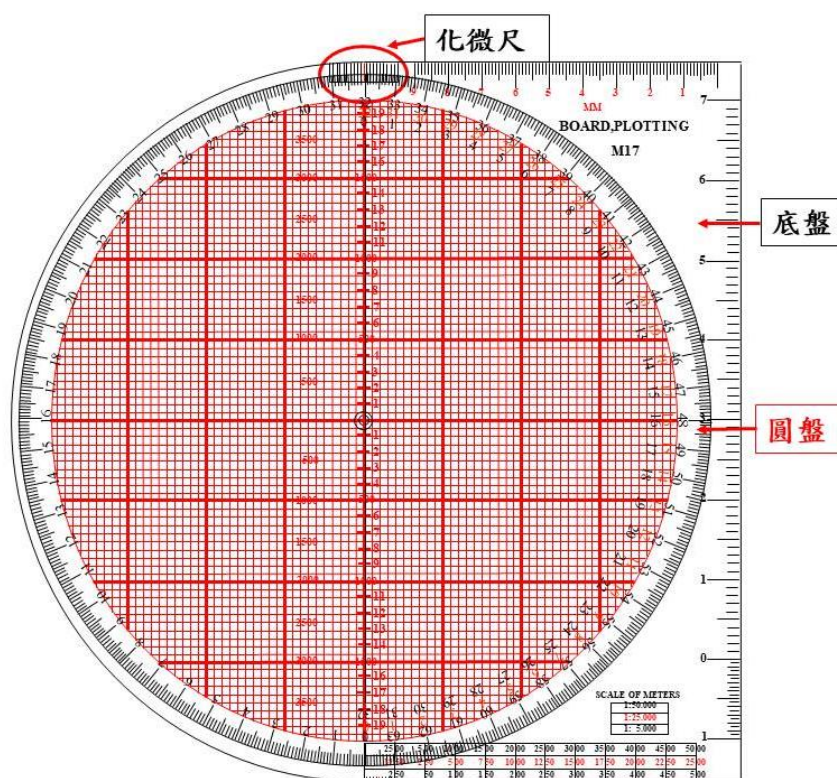


圖 1 M17 陣地修正板

資料來源：《陸軍野戰砲兵射擊指揮教範（第三版）》（桃園：國防部陸軍司令部，民國 103 年 10 月 30 日），第八章。

M17 陣地修正板用途

M17 陣地修正板準則所列運用在特別修正及彈幕射擊，其實善於運用器材，亦可運用於交會觀測、放列觀測射擊、應急射擊指揮作業，作業方式分述如次。

²《陸軍砲兵部隊指揮教則》（桃園：國防部陸軍司令部，民國 106 年 11 月 21 日），頁 7-2-3。

一、特別修正

砲兵對射擊目標，欲獲致最有效火力分佈及火力密度時，可運用 **M17** 陣地修正板圖解各砲間隔、縱深修正公尺數，計算各砲修正量，行特別修正射擊。

（一）運用時機

1.各排（連）對特殊形狀目標、狹窄目標、接近友軍目標應實施試射；如時間餘裕，則可使用特別修正量，以使火制正面涵蓋目標形狀。

2.預期火制正面所形成之涵蓋面太寬、太窄，或彈著欠均勻時，則應使用特別修正量以修正各砲炸點，期使能獲得適當密度之火力分佈。

3.可對無法觀測射擊效果之目標逕行效力射。

（二）特別修正量計算作業

1.特別修正量為各砲單獨修正量，是否使用由射擊組長決定，乃基於可使用時間、目標接近友軍程度、目標形狀及陣地配置狀況而定，通常由營射擊指揮所計算。

2.特別修正量為原級修正量及陣地修正量總和。如需使用特別修正量，射擊組長應於命令中規定使用火制正面。例如特別修正集火射擊（圖 2），或特別修正分火射擊火制正面 **XXX** 公尺（圖 3），在射擊口令中「特別規定」項內下達「特別修正」。

3.**M17** 陣地修正板歸零：使圓盤外層方位角分劃「**32**」對正底盤箭矢，圓盤縱線與底盤縱線重合。

4.描繪方位指標：依陣地賦予射向方位角（內或外層分劃），在底盤上畫一黑色短線，即為方位指標。

5.描繪方向指標：在中層紅色分劃，依火砲標定分劃，於底盤上畫一紅色短線，即為方向指標。

6.定各砲砲位：以圓盤中心為陣地中心，底盤箭矢為射向，依陣地正面與目標寬度適宜決定方格網之比例，根據副連長陣地射擊準備報告之各砲間隔縱深（公尺），使用黑色筆定各砲砲位於圓盤橫線上。

7.集火射擊定目標位置集火點於修正板中央，分火射擊依目標橫寬公尺數，使用紅色筆訂於修正板橫線，以圓盤格線每一格為 **2** 或 **5** 公尺各定一點，各點位置即為預期彈著點。

8.依修正板上判得方向密位、距離公尺數，換算射擊諸元下達陣地，陣地火砲係將方向修正量裝定於瞄準具方向修正分劃上（或由射擊指揮所直接加在圖上方向），距離修正量換算為密位數應用於高低或射角上，時間修正量則應用於信管時間上。

9.範例：使用編制六門火砲計算分火射擊：

105 榴砲營砲一連，奉命對座標 27026-45827，標高 63 公尺之目標準備火力，適時依要求射擊，該目標寬 300 公尺，目標長軸方位角 2000 密位已知有關各項諸元如下：

(1) 砲一連賦予射向方位角：1421 密位

(2) 砲一連陣地報告各砲間隔縱深：

#1 右 65 後 2 #2 右 40 前 10 #3 右 14 後 0

#4 左 20 前 14 #5 左 44 後 14 #6 左 70 前 5

(3) 砲一連各砲比較原級初速誤差：

#1：0 呎／秒、#2：-3 呎／秒、#3：-6 呎／秒。

#4：-9 呎／秒、#5：-10 呎／秒、#6：-12 呎／秒。

(4) 於 M17 陣地修正板上，判各砲位至彈著點間隔及縱身修正公尺數，填入特別修正量計算表內（表 1），算得各砲高低、時間修正量，亦可遂行各砲執行特別修正射擊。



圖 2 集火射擊

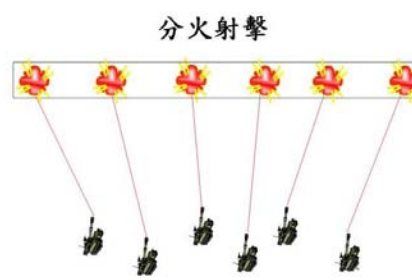


圖 3 分火射擊

資料來源：作者參考《陸軍野戰砲兵觀測訓練教範》（桃園：國防部陸軍司令部，民國 92 年），第 4-78 頁。

表 1 特別修正計算表

砲別	方 向		高 低						時 間
	間隔修正量 (公尺)	方向修正量 (密位)	原級 (英尺／秒)	原級差 (英尺／秒)	原級修正量 (公尺)	縱深修正量 (公尺)	合併修正量 (公尺)	高低修正量 (密位)	時間修正量 (秒)
#1	左18	<3	0	增6	$(-7.6) \times 6 = -46$	+67	+21	$+21/10 = +2.1 \div +2$	$+21 \times 0.6/100 \div +0.1$
#2	左13	<2	-3	增3	$(-7.6) \times 3 = -23$	+30	+7	$+7/10 = +0.7 \div +1$	$+7 \times 0.6/100 \div 0$
#3	左5	<1	-6	0	0	+14	+14	$+14/10 = +1.4 \div +1$	$+14 \times 0.6/100 \div +0.1$
#4	右9	>2	-9	減3	$+9.3 \times 3 = +28$	-28	0	0	0
#5	右17	>3	-10	減4	$+9.3 \times 4 = +37$	-26	+11	$+11/10 = +1.1 \div +1$	$+11 \times 0.6/100 \div +0.1$
#6	右22	>4	-12	減6	$+9.3 \times 6 = +56$	-71	-15	$-15/10 = -1.5 \div -2$	$-15 \times 0.5/100 \div -0.1$

資料來源：《陸軍野戰砲兵射擊指揮教範（第三版）》（桃園：國防部陸軍司令部，民國 103 年 10 月 30 日），第八章。

二、彈幕射擊

砲兵彈幕射擊，為預先整備之計畫性火力，主在形成火力彈幕，以阻止、掩護、封鎖或殺傷敵軍通過或接近重要地區、防禦地區、水域或防線。³彈幕射擊為最高優先火力，每個砲兵連（排）賦予一個彈幕任務，擔任彈幕射擊之砲兵單位，若無其他射擊任務，須先期完成射擊諸元計算並將火力指向預定彈幕位置。其運用 M17 陣地修正板作業方式如次。

（一）作業方式依特別修正作業步驟 3 至 6 點順序。

（二）接續裝定目標長軸方位角：轉動圓盤，使目標長軸方位角對正方位指標。

（三）定各砲預期彈著點：以圓盤的圓心為目標中心，在縱線上（箭矢線）向上及向下，按各砲間隔、縱深，以圓盤格線每一格為 2 或 5 公尺各定一點，各點位置即為各砲預期彈著點。

（四）定彈幕長軸方位角：轉動圓盤使彈幕長軸方位角，對正方位指標。

（五）裝定目標方向：轉動圓盤，使射擊方向（中層紅色分劃）對正方向指標。

（六）看讀各砲修正間隔、縱深：以底盤箭矢為射向，利用底盤上方格網看讀各砲砲位至預期彈著點前（後）距離、左（右）方向公尺數，即為各砲應修正間隔、縱深公尺數。

（七）求各砲原級及各砲縱深公尺數之合併影響，而後換算為密位數及信管時間秒數，在彈幕修正計算表上，分別修正各砲高低與時間修正量。

（八）範例：使用編制 4 門火砲計算：

105 榴砲營 3 連 1 排，奉命對座標 26890-43110，標高 67 公尺之灘岸地區二號彈幕準備火力，適時依要求射擊，以阻敵通過。該彈幕寬 120 公尺、100 公尺縱深，彈幕長軸方位角 2360，已知有關各項諸元如次。

1、3 連 1 排射向方位角 1611 密位。

2、3 連 1 排各砲間隔縱深：

#1 右 50 後 20 #2 右 24 後 4 #3 左 20 前 16 #4 左 48 後 12

3、第 3 連 1 排各砲比較原級初速誤差：

#1：-23 呎/秒、#2：-24 呎/秒、#3：-25 呎/秒、#4：-27 呎/秒

4、計算各砲彈幕修正量如表 2。

3 《陸軍野戰砲兵射擊指揮教範（第三版）》（桃園：國防部陸軍司令部，民國 103 年 10 月 30 日），頁 8-13。

表 2 彈幕修正計算表

砲 別	方 向		高 低						時 間
	間 隔 修 正 量 (公尺)	方 向 修 正 量 (密位)	原 (英尺/秒) 級	原 (英尺/秒) 級 差	原 級 修 正 量 (公尺)	縱 深 修 正 量 (公尺)	合 併 修 正 量 (公尺)	高低修正量 (密位)	時間修正量 (秒)
#1	左39	<7	-23	增1	(-7.9) × 1=-8	+43	+35	+35/9=+3.8≐+4	+35 × 0.5/ 100≐+0.2
#2	左19	<3	-24	0	0	+9	+9	+9/9=+1.0≐+1	+9 × 0.5/100≐0
#3	右19	>3	-25	減1	+9.8 × 1=+10	-21	-11	-11/9=-1.2≐-1	-11 × 0.6/100≐-0.1
#4	右25	>4	-27	減3	+9.8 × 3=+29	-12	+17	+17/9=+1.8≐+2	+17 × 0.5/100≐+0.1

資料來源：《陸軍野戰砲兵射擊指揮教範（第三版）》（桃園：國防部陸軍司令部，民國 103 年 10 月 30 日），第八章。

三、交會觀測射擊

交會觀測射擊係由兩個或兩個以上觀測官實施觀測之射擊。⁴射擊指揮方式，以單砲試射各觀測官報告射彈方位角或偏差密位數，由射擊指揮所依交會法要領圖解彈著位置，決定其修正次發諸元，構成方向、仰度判定尺，決定效力射諸元。以下所述以未知觀測所位置，交會觀測面積射擊作業要領：

（一）使用單砲試射。

（二）將目標標繪於射擊圖上，量取初發射擊諸元，並下達射擊口令。

（三）爾後之仰度及方向修正，均依 M17 陣地修正板決定，根據位於砲目線兩側觀測官之觀測結果，將每發射彈均標繪於 M17 陣地修正板上。

（四）目標位置則標繪於 M17 陣地修正板之概略中央處，雖未知兩觀測所位置，但可假設其對目標之交會角為 1600 密位，此種假設，不致改變各射彈及目標間之關係。

（五）左觀測官之觀目線，乃假設其為通過目標之水平軸線，而右觀測官之觀目線，則假設其為通過目標之垂直線，M17 陣地修正板上每一格所代表 2 或 5 之密位數。

（六）方向及仰度之修正，依目標之彈著位置可概略判定此發射彈之遠近或左右，若第一發為近（遠）彈，即不變方向，加多減少約 400 公尺相應之仰度發射第二發，以期構成仰度夾叉。根據第一及第二發彈著位置之連線判定為偏左

4 同註釋 3，頁 10-64。

(右)，即不變仰度，向右(左)修正約 400 公尺相應之方向密位值，發射第三發，後二發期構成方向夾叉。

(七) 描繪方向及仰度判定尺，求得效力射諸元。

(八) 範例：

1. 105 榴砲以 6 號裝藥，瞬發信管，距離 6140，第一發射彈以方向 2630 密位、仰度 340 密位發射後，右觀測官報告偏左 62 密位，左觀測官報告偏右 16 密位。

2. 依兩觀測官之偏差量在陣地修正板上定點第 1 發，此時方向不變，而將仰度作適當修正(以 10 密位倍數行之)，使足以夾叉目標。其所需變換量之大小，由射擊組長依據地形及實際狀況決定之。

3. 第 2 發射彈方向仍使用 2630 密位、仰度則增加為 380 密位發射，右觀測官報告偏左 20 密位，左觀測官報告偏左 53 密位，依此在陣地修正板上標繪第 2 發彈著，此兩發射彈之連線，即為仰度變換 40 密位時，彈著點移動之距離，其方向即代表砲目線之方向，將其分成若干等份，即為距離判定尺。

4. 此時作方向之轉移(以 10 密位倍數行之)，使足以夾叉目標。仰度則與第 2 發相同，第 3 發方向 2590 密位，仰度仍使用 380 密位發射，右觀測官報告偏右 61 密位，左觀測官報告偏右 23 密位(如表 3)，依此在陣地修正板上標繪第 3 發彈著之後兩發射彈之連線，即代表方向變換 40 密位時，彈著點移動之間隔，將其區分為若干等份，作為方向判定尺效力射諸元。(修正板一格代表為 2 密位)

5. 另通過目標標繪兩直線，其一與仰度判定尺平行，另一則與方向判定尺平行則可分別判讀效力射諸元，方向 2613、仰度 368。(圖 4)

表 3 交會觀測射擊諸元表

射彈 發數	射擊諸元		觀測偏差		觀測結果
	方 向	仰 度	右 觀	左 觀	
1	2630	340	偏左 62	偏右 16	- 偏左
2	2630	380	偏左 20	偏左 53	+ 偏左
3	2590	380	偏右 61	偏右 23	+ 偏右

參考資料：作者自製

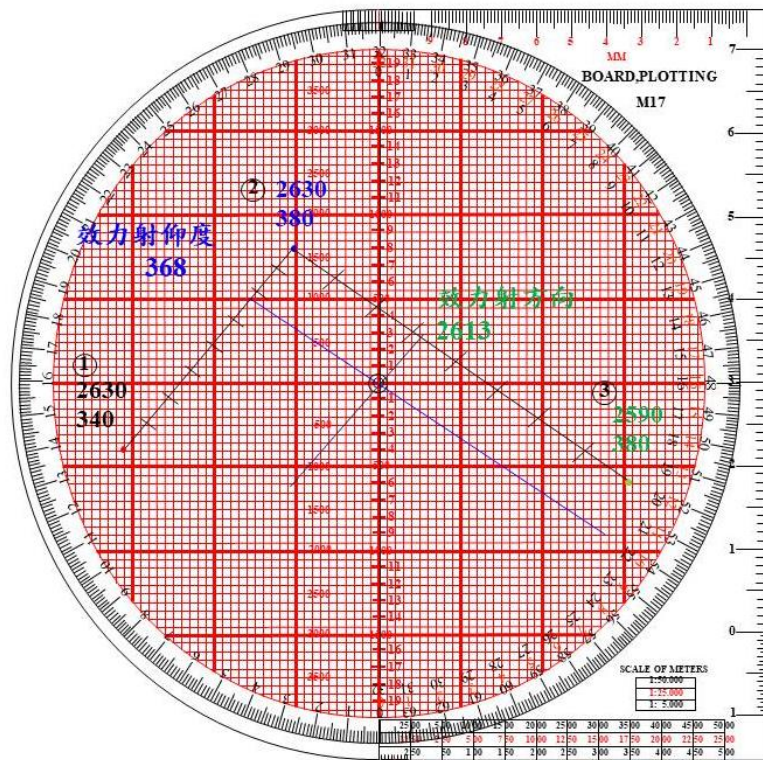


圖 4 M17 修正板交會觀測圖

參考資料：作者自繪

四、放列觀測射擊

(一) 放列觀測射擊，係在放列陣地附近設置觀測所，直接觀測射彈對於目標之偏差、距離及炸高，而逕行實施修正之射擊。

(二) 此法最大之特點，為觀測所必須靠近放列陣地，且射擊是在射擊指揮所無法指揮作業時，而由擔任觀測之人員，直接將口令下達至砲陣地。⁵故射擊作業簡單，指揮掌握確實，試射修正迅速，適於海島及急迫狀況下之作戰。

(三) 實施放列觀測射擊，通常以連為單位，在連長統一指揮下執行任務，其觀測作業可指派觀通組長、前進觀測官擔任。

(四) 依據陸軍野戰砲兵觀測訓練教範，其作業方式如次。

1. 觀測所：

(1) 在陣地附近設置觀測所，並能觀測前地目標及彈著，必須注意其觀測官需具有射表及 M17 陣地修正板，並與另一觀測官完成通信連絡作業。

(2) 觀測所由連長指揮觀測人員開設，使用現有之觀測器材（雷觀機）觀測彈著，並指定其中一觀測所為主觀，使用射表計算尺、高低計算尺或射表，求換算射擊諸元。

(3) 初發諸元使用地圖從陣地量測至目標，求得圖上諸元進而換算射擊諸

⁵《陸軍野戰砲兵觀測訓練教範》（桃園：國防部陸軍司令部，民國 92 年 10 月 1 日），第六章第十二節，頁 6-110。

元。

(4) 爾後之仰度及方向修正，均依 **M17** 陣地修正板決定，根據位於砲目線兩側觀測官之觀測結果，將每發射彈均標繪於 **M17** 陣地修正板上，每一格所代表 **2** 或 **5** 之密位數，定出第一發彈著點位置。

(5) 依第一發彈著點位置，判斷修正第二發方向或仰度之修正，可概略判定此發射彈之遠近或左右，若第一發為近(遠)彈，即不變方向，加多減少約 **400** 公尺相應之仰度發射第二發，以期構成仰度夾叉。根據第一及第二發彈著位置之連線判定為偏左(右)，即不變仰度，向右(左)修正約 **400** 公尺相應之方向密位值，發射第三發，後二發期構成方向夾叉。

(6) 描繪方向及仰度判定尺，使用萬能尺將通過目標標繪兩直線，其一與仰度判定尺平行，另一則與方向判定尺平行則可分別判讀求得效力射諸元。

2.陣地：

(1) 檢驗點顯明時，以方眼紙 **0-3200** 之線或標定分劃直接標定檢驗點。

(2) 若不能直接標定，則需修正觀至砲間隔後，以方位角法賦予射向要領，使方眼紙 **0-3200** 分劃與射向一致。

(3) 如連佔領陣地後須立即使用放列觀測射擊時，觀測官應先用觀測器材測定觀目方位角，並修訂觀至砲間隔，直接賦予火炮對目標之射向，並令其標定，然後即以此為準，控制射向之變換。⁶

(五) 運用 **M17** 陣地修正板作業方式，如文中第三項交會觀測射擊作業方式遂行，只是將射擊指揮所作業方式移至觀測所，必須注意其觀測官需具有射表及 **M17** 陣地修正板，並與另一觀測官完成通信連絡作業。

五、應急射擊

所謂應急射擊，即在狀況急迫下，射擊射擊指揮所無法正常的程序指揮射擊時，而所採用之射擊方法，謂之應急射擊。⁷以往射擊指揮之射擊諸元，皆由營或連射擊指揮所準備，下達至陣地，當射擊指揮所人員、器材一旦受摧毀，或有其他原因不能遂行任務時，戰砲隊應即採應急射擊之方法，繼續執行射擊任務，使火力不致中斷，應急射擊方法如次：

(一) 目前國軍所使用者，為「**M17** 陣地修正板」之應急射擊方法。此法之主要著眼，在於不變更觀測官與陣地之現行操作程序與技術，直接使用 **M17** 陣地修正板決定射擊諸元，操作簡便，無需使用射擊圖及整套射擊器材，故為較佳之應急射擊方法。⁸

6 同註釋 5，頁 6-111。

7 《陸軍野戰砲兵戰砲隊訓練教範》(桃園：國防部陸軍司令部，民國 90 年 12 月 24 日)，第三章第九款，頁 3-132。

8 同註釋 5，頁 3-133。

(二) 其作業方式同《陸軍野戰砲兵射擊指揮教範(第三版)》第十章第五節，未知觀測所交會觀測射擊作業程序，由陣地連長或副連長執行。

射擊指揮器材名稱與問題探討

一、器材名稱

射擊指揮器材之裝箱名稱，為 16 號射擊器材箱，計有 1 號繪圖(表 4)及其他器材(表 5)、3 號成套器材(表 6)、4 號成套器材(表 7)、52 號成套器材(表 8)，在連隊編裝表均有記載相關品名與料號，然現行後勤單位並未製作相關器材，供射擊指揮運用，需有待上級後勤補給單位，重視此兵工主件裝備，建立一定後勤存量，以利砲兵射擊指揮所作業遂行。

表 4 1 號繪圖器材

1號繪圖器材					
項次	庫 存 料 號	品 名 及 規 格	單 位	數 量	
1		攜行袋	個	1	
2		圖釘	盒	1	
3		插針	盒	1	
4		紅、黑、藍、綠色鉛筆	個	1	
5	6675-283-0018	座標梯尺	個	1	
6	6675-283-0020	木質直梯尺	個	1	
7	6675-283-0039	三稜直梯尺	個	1	
8	6675-641-3166	半圓儀	個	1	
9	6675-641-5710	16吋半圓儀	個	1	
10	6675-641-5709	12吋半圓儀	個	1	

表 5 其他器材

其他器材					
項次	庫 存 料 號	品 名 及 規 格	單 位	數 量	
1	1200-00-588-7282	M17陣地修正板	個	1	
2	6545-YE-679-8217	計時馬錶	個	1	
3		射表計算尺	個	1	
4		射表	本	1	
5		高低尺	個	1	
6		對數表	本	1	

表 6 3 號成套射擊器材

3號成套射擊器材					
項次	庫 存 料 號	品 名 及 規 格	單 位	數 量	
1	1290-694-5190	帆布攜行袋	件	1	
2	6675-00248-1244	交盤機水平桌(連架) 36"×48"	個	1	
3	1290-00266-6891	扇形射擊尺 (25KM)	個	1	
4	7530-656-0812	防水方格紙 35"×47"	張	12	
5	7530-272-9807	目標方眼紙	張	100	

表 7 4 號成套器材

4號成套射擊器材					
項次	庫 存 料 號	品 名 及 規 格	單 位	數 量	
1	1290-694-5190	帆布攜行袋	件	1	
2	6675-00248-1243	交盤機水平桌(連架) 36"×48"	個	1	
3	1290-00266-6890	扇形射擊尺 (15KM)	個	1	
4	7530-00656-0813	標定板防水方格紙 41.5"×30"	張	12	
5	7530-272-9807	目標方眼紙	張	100	

表 8 52 號成套器材

52號成套射擊器材					
項次	庫 存 料 號	品 名 及 規 格	單 位	數 量	
1	1290-694-5190	帆布攜行袋	件	1	
2	6675-248-1242	交盤機水平桌(連架) 31"×24"	個	1	
3	1290-266-6889	方向距離分割板 (12KM)	個	1	
4	7530-00281-4811	標定板方格紙	張	12	
5	7530-00272-9807	目標方眼紙	張	100	

參考資料：《野戰砲兵訓練教範(上)》(桃園：國防部陸軍司令部，民國 89 年 4 月 12 日)，第 2002 條。

二、問題探討

(一) 器材配賦項目：射擊指揮器材編裝表均有配賦或準則也有所述，惟裝備未納入主官裝備檢查，各級幹部僅知測考、演訓運用，未詳查配賦表資料，遇器材短缺或損壞也不熟悉申請補發流程。

(二) 器材申補作業：目前砲兵幹部對於射擊指揮器材獲得方式均採商購，然射擊指揮器材於編裝表均有所列，或可依循準則條文查閱品名料號，成套工具都能依循補保申請系統逐級申請。

(三) 納入測考項目：現行學校教育及基地測考，在射擊指揮器材均有運用，唯獨 M17 陣地修正板，砲測中心有測考彈幕射擊，但題卡設計並未作業 M17 陣地修正板，使其無法有效運用此板實施測考作業訓練。

(四) 納入演訓：訓練乃戰力之泉源，戰勝之憑藉，砲兵幹部完成學校教育後，應結合部隊駐地訓練，運用演訓時機，將特種射擊指揮方法納入，才能有效運用 M17 陣地修正板，行特種射擊指揮射擊。

(五) 建立後勤維保：射擊指揮器材為兵工主件，編裝表有列料號數量，但各級後勤單位，並未建立維修製作能量，以至於射擊指揮所人員運用器材，都以商購方式獲得，造成器材品名不全、規格不一。

精進作為之我見

一、強化學校教育

藉由射擊指揮及兵器課程，教育砲兵幹部明瞭射擊指揮器材為主件要項，熟悉品名與料號，及各項器材之用途。

二、投資製作器材

現行射擊指揮器材，可經由申請獲得只有如表 9 所列項目，對於射擊指揮作業運用不足，因此應全面檢討繪圖器材及成套器材之數量，由後勤單位製造或採購申補獲得。

三、納入砲兵基地測考

將 M17 陣地修正板運用各種射擊指揮方法作業，並納入基地測考科目實施實彈射擊，以使砲兵幹部均能熟稔相關作業模式，進而達到教、訓、測合一之目標。

四、建立後勤維修能量

砲兵射擊指揮器材，其不單僅僅是在購置作業上，其後續人員訓練、裝備保修、養護，均須妥善規劃；因此，亦須納入考量重點，可建立各級維修保養存量或委廠商製造。

建議

一、善用資訊化系統

針對 M17 陣地修正板運用方式，技射擊指揮儀均有運算方式，除課堂講授也能在各項演訓配合實彈射擊，強化訓練成效。

二、器材建立

射擊指揮器材為指揮所運作必要裝備，國軍可由軍備局 401 廠建立器材能量或委商製造合格器材統一標準，建立一定存量，以持恆射擊指揮作業需求。

表 9 現行可申請射擊器材

現行可申請射擊器材			
項次	庫 存 料 號	品 名 及 規 格	單 位
1	6675-00248-1244	交盤機水平桌（連架） 36" × 48"	個
2	1290-00266-6891	扇形射擊尺 （25KM）	個
3	7530-656-0812	防水方格紙 35" × 47"	張
4	7530-272-9807	目標方眼紙	張

資料來源：作者自製

結語

現代武器科技日益精密，為適應未來作戰需求，須依敵情威脅，戰爭形態與武器發展趨勢，不斷研究發展、創新戰術戰法，期能克敵制敵。砲兵訓練指揮部自民國 90 年迄今，經數次小型軍品研發，研製數項制式輔助器材，但對各砲兵部隊而言仍稍嫌不足，須持續精進人工作業，因此筆者不斷蒐整射擊指揮器材配賦資料，提議研改與獲得作業器材，期能以拋磚引玉方式，獲得更多共鳴，俾利射擊指揮作業流程速度快、精度佳，有效運算射擊諸元，使其火力支援任務更具效益。

參考文獻

- 一、《陸軍野戰砲兵射擊指揮教範（第三版）》（桃園：國防部陸軍司令部，民國 103 年 10 月 30 日）。
- 二、《陸軍野戰砲兵觀測訓練教範》（桃園：國防部陸軍司令部，民國 92 年 10 月 1 日）。
- 三、《陸軍野戰砲兵射擊指揮系統操作手冊》（桃園：國防部陸軍司令部，110 年版）。

作者簡介

朱慶貴雇員教師，陸軍官校 74 年班，砲校正規班 140 期，曾任排長、連長、教官、主任教官、雇員教師，現任職於陸軍砲兵訓練指揮部。

從職業安全衛生法角度探討如何防範裝備維保風險

以 M101A1 式 105 公厘輕型牽引榴彈砲二級保養作業為例

作者：許則澧

提要

- 一、「安全是一切的根本」、「沒有安全就沒有一切」，維保作業人員須建立「大莫大於安全」的觀念共識與共行，每個人都應有高度的「安全警惕」，不管是多麼細微末節的工作，都要以戒慎恐懼的態度去面對；不管是多麼無關緊要的問題，都要有高度的安全警覺，必能掌握風險，消弭危安。
- 二、現今基層部隊官兵的工安意識須持續精進，依勞動部公告（勞職授字第 1030201348 號）之規定，政府機關、民意機關、國防事務業（含部隊及軍事訓練機構）、國際組織及國外機構等事業，皆適用於職業安全衛生法部分規定之事業範圍，並於民國 103 年 7 月 3 日生效。
- 三、職業安全衛生法施行細則第五十三條法令更明確規定，各主管機關需配合國家職業安全衛生政策，積極推動職業安全衛生業務，惟國軍以往因任務性質不同，及勞工安全衛生法中對象只針對勞工實施說明，在安全衛生業務上依據之法源實屬不足，以至執行未確實落實，而肇生部隊多起危安；新法職業安全衛生法施行以後，將其保障範圍擴展至各行業，因此遵循相關法規，積極推動職業安全衛生業務，必須確實推動。¹
- 四、目前牽引砲二級保養安全防護要求與標準，多數參考相關技術書刊、單位段維保作業手冊及火砲保修工具操作手冊等，其內容僅就裝備或機具操作安全實施說明，人為因素、環境安全上並未詳述。筆者試以「職業安全衛生法」角度，探討人員、機具或環境相關可肇生之危害因素，以採取必要之預防措施，確保人員安全及避免裝備傷損。

關鍵詞：工作安全、風險分析、教育訓練

前言

「保養重於修理，修理重於購置」為後勤維保作業之信條，做好保養工作，不僅可避免裝備損壞，更能有效維持部隊戰力，惟現今部隊人力精簡，如何安全且有效率的執行保養工作實屬重要，部隊大多數工作災害的發生，不外乎是因作

1 黃聖政，〈從職業安全衛生法觀點，論自走砲駕駛訓練教學安全防護現況〉《砲兵季刊》（臺南），第 172 期，陸軍砲訓部，民國 105 年 3 月 20 日，頁 78。

業人員本身不安全的行為、無知或管理不當所致。筆者以 M101A1 式 105 公厘輕型牽引榴彈砲二級保養作業為例，藉由職業安全衛生法所相關條文和現行保養作業，比較其差異性及不足之處提供參考精進，以確保人員保養作業安全。

工作災害主要原因分析

職業災害發生的原因及種類繁多，可以從職業安全衛生相關法規及文獻中歸納出原因皆為工作中「不安全環境」、「不安全行為」所致，此兩種情況亦皆有可能因為在管理上的疏失所造成。²其影響職業災害之因素則普遍認為以「雇主之重視」及「勞工之意識」為首要。³

對照部隊許多工作災害，也大多數以人員不安全的行為、無知或管理不善為主要因素。另職業災害的發生可歸納為「不安全的環境設備、不安全的行為」及「兩者交互作用」。然不安全的環境設備可以經由工程的改善達到安全，但是不安全的行為則必須仰賴作業人員對職業安全知識與態度正確，才能獲得良好的改善成效。⁴

安全成果在三個一般域中呈現（環境、人及行為），其中環境部分最容易追蹤記錄。環境在安全的範圍頗廣，從購買較安全的裝備至修正環境危害及環境改善稽核；只有人與其行為才是決定安全成功與否之關鍵，也就是說人發自於內之安全觀念與其表現出之行為安全，才是建立事業單位安全文化成功與否之重要因素，由此可知行為安全對提升安全績效的重要性。⁵

職業災害的發生主要是由於雇主對安全衛生的不重視與政策管理缺失所致，即為職業災害之基本原因；勞工在工作時意外接觸到無法承受的能量或危害物，此乃災害之直接原因；而勞工本身做出不安全動作（或行為）和事業單位所提供的 unsafe 狀態（或環境），係職業災害發生之間接原因，其關係如次（圖 1）。⁶

（一）基本原因：雇主（管理者）在職業安全衛生政策與管理上之缺失。

（二）直接原因：勞工（保養人員）無法承受不安全動作或狀況肇生能量之接觸。

（三）間接原因：不安全的動作、不安全的狀況。

2 林豐賓、劉邦棟，《勞動基準法論》，修訂 5 版（臺北：三民書局，西元 2011 年），民國 100 年，頁 237。

3 林天成，〈由職災分析與知識化探討安全管理—以高雄市重大職災案為例〉《國立高雄第一科技大學環境與安全衛生工程系碩士論文》（高雄），西元 2009 年，頁 1。

4 林玲欽，〈護理人員的職業安全衛生知識、態度及行為之探討〉《亞洲大學健康管理研究所碩士論文》（臺中），西元 2007 年，頁 1。

5 文成龍，〈行為安全對降低營造業職災有效性之探討〉《長榮大學職業安全與衛生研究所碩士論文》（臺南），西元 2010 年，頁 11、15。

6 同註 4，頁 22。

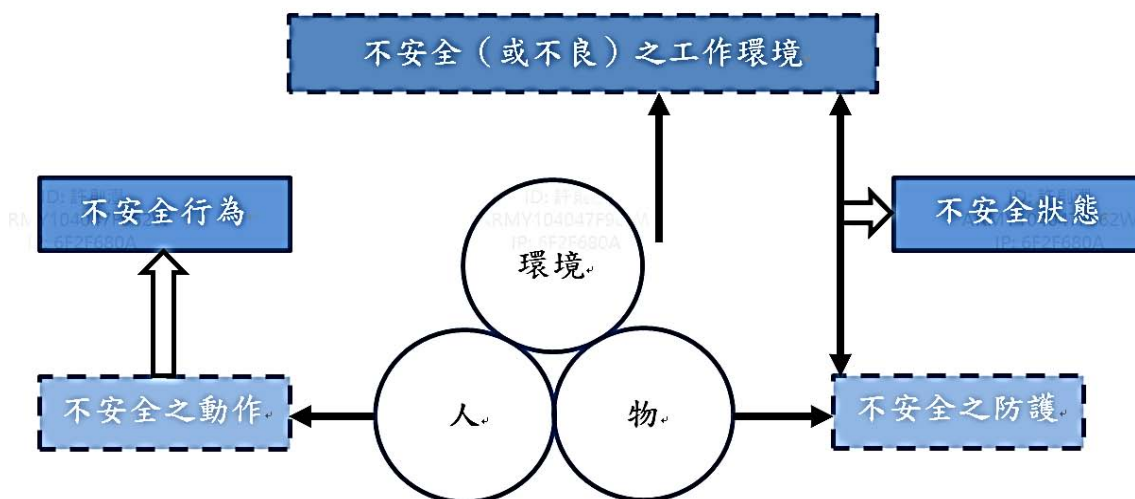


圖 1 職業災害關係圖

（資料來源：轉引自中國勞工安全衛生管理學會 cshh.org.tw，西元 2008 年）

職業安全衛生相關法規對環境、行為及機械設備之規範及安全要求

一、職業安全衛生法⁷

（一）第 2 條：職業災害指因勞動場所之建築物、機械、設備、原料、材料、化學品、氣體、蒸氣、粉塵等或作業活動及其他職業上原因引起之工作者疾病、傷害、失能或死亡。

（二）第 6 條：雇主對下列事項應有符合規定之必要安全衛生設備及措施。防止機械、設備或器具等引起之危害；防止電、熱或其他之能引起之危害；防止有墜落、物體飛落或崩塌等之虞之作業場所引起之危害；防止原料、材料、氣體、蒸氣、粉塵、溶劑、化學品、含毒性物質或缺氧空氣等引起之危害；防止通道、地板或階梯等引起之危害；防止未採取充足通風、採光、照明、保溫或防濕等引起之危害。

（三）第 18 條：工作場所有立即發生危險之虞時，雇主或工作場所負責人應即令停止作業，並使勞工退避至安全場所；勞工執行職務發現有立即發生危險之虞時，得在不危及其他工作者安全情形下，自行停止作業及退避至安全場所，並立即向直屬主管報告。

二、職業安全衛生設施規則⁸

（一）第 21 條：雇主對於勞工工作場所之通道、地板、階梯、坡道、工作台或其他勞工踩踏場所，應保持不致使勞工跌倒、滑倒、踩傷、滾落等之安全狀態，或採取必要之預防措施。

（二）第 22 條：雇主應使勞工於機械、器具或設備之操作、修理、調整及

7 《職業安全衛生法》（行政院勞動部），民國 108 年 5 月 15 日，第 2、6、18 條。

8 《職業安全衛生設施規則》（行政院勞動部），民國 111 年 8 月 12 日，第 21、22、54、92、227、280、313 條。

其他工作過程中，有足夠之活動空間，不得因機械、器具或設備之原料或產品等置放致對勞工活動、避難、救難有不利因素。

(三) 第 54 條：雇主對於機械開始運轉有危害勞工之虞者，應規定固定信號，並指定指揮人員負責指揮。

(四) 第 92 條：雇主對於起重機具之運轉，應於運轉時採取防止吊掛物通過人員上方及人員進入吊掛物下方之設備或措施；從事前項起重機運轉作業時，為防止吊掛物掉落，應依下列規定辦理：吊掛物使用吊耳時，吊耳設置位置及數量，應能確保吊掛物之平衡；吊耳與吊掛物之結合方式，應能承受所吊物體之整體重量，使其不致脫落；使用吊索（繩）、吊籃等吊掛用具或載具時，應有足夠強度。

(五) 第 227 條：雇主供給勞工使用之個人防護具或防護器具，應依下列規定辦理：經常檢查，保持其性能，不用時並妥予保存；防護具或防護器具應準備足夠使用之數量，個人使用之防護具應置備予作業勞工人數相同或以上之數量，並以個人專用為原則。

(六) 第 280 條：雇主對於作業中有物體飛落或飛散，致危害勞工之虞時，應使勞工確實使用安全帽及其他必要之防護措施。

(七) 第 313 條：各工作場所需有充分之光線。

三、職業安全衛生教育訓練規則⁹

(一) 第 3 條：雇主對擔任職業安全衛生業務主管之勞工，應於事前使其接受職業安全衛生業務主管之安全衛生教育訓練。

(二) 第 12 條：雇主對擔任下列具有危險性之機械操作之勞工，應於事前使其接受危險性之機械操作人員之安全衛生教育訓練：吊升荷重在三公噸以上之固定式起重機或吊升荷重在一公噸以上之斯達卡式起重機操作人員；吊升荷重在三公噸以上之移動式起重機操作人員。

(三) 第 18 條：雇主對擔任下列工作之勞工，應依工作性質使其接受安全衛生在職教育訓練：職業安全衛生業務主管；具有危險性之機械及設備操作人員；急救人員。

環境－當前單位二級廠作業場所現況

職業安全衛生法對於作業場所安全有明文律定，且《陸軍單位段維修作業手冊》第五章－工廠作業安全內容提到，「工作前須開啟門窗，啟用通風設備，確使通風好、工廠內溫、濕度宜適中，採光、照明應充足，以維護人員健康」、「工廠地面保持整潔及暢通，並於主要走道及危險區設置明顯標誌」、「作業區以安全

9 《職業安全衛生教育訓練規則》（行政院勞動部），民國 110 年 7 月 7 日，第 3、12 條。

標示帶、安全錐或護柵圈出作業區域，防止非作業人員誤入作業區發生意外」等，¹⁰對作業場所規範皆有明確律定，惟當前部分單位二級廠因廠房設計老舊及場地空間限制等因素，進而影響維保作業安全，若無法改善，則須另以強化標示(識)或安全防護等措施，以確保人員作業安全(工廠廠房作業場所安全及危害範例，對照如圖 2 及圖 3)。

一、有作業危害風險的作業場所



圖 2 有危害場所(示意圖)

二、符合安全低風險的作業場所



圖 3 符合安全場所(示意圖)

圖片來源：圖 2 及圖 3 為作者拍攝

¹⁰《陸軍單位段維保作業手冊》(桃園：陸軍司令部，民國 110 年 11 月 26 日)，頁 5-233 至 5-236。

人－教育訓練及工安觀念養成

「訓練」的定義是去引導或指導人類的發展，以便能熟練或能勝任或去教授一個理想的結果，訓練就必須包括測驗、教導、經驗和引導，所以充分的教育訓練是讓一個對於本身工作完全不嫻熟的人，透過上述的方式，使其進入狀況，進而能勝任份內工作，而工作安全的教育也包含在內，並於開始訓練及過程中時時刻刻提醒學者安全的重要性，讓觀念潛移默化深植心中。¹¹

關於工作上的教育訓練及管理，相關法規也有明定，如「職業安全衛生法」第 23 條：雇主應依其事業單位之規模、性質，訂定職業安全衛生管理計畫；並設置安全衛生組織、人員，實施安全衛生管理及自動檢查。第 32 條：雇主對勞工應施以從事工作與預防災變所必要之安全衛生教育及訓練。第 33 條：雇主應負責宣導本法及有關安全衛生之規定，使勞工周知。¹²「職業安全衛生教育訓練規則」第 3 條：雇主對擔任職業安全衛生業務主管之勞工，應於事前使其接受職業安全衛生業務主管之安全衛生教育訓練。第 12 條：雇主對擔任下列具有危險性之機械操作之勞工，應於事前使其接受具有危險性之機械操作人員之安全衛生教育訓練（吊升荷重在三公噸以上之固定式、移動式起重機操作人員）。¹³

一、陸軍現行訓練及送訓方式

陸軍目前牽引砲二級保養專長班責由砲訓部負責專長訓練，單位送訓人員除取得專長證書外，維保人員視作業需求獲得與職業安全衛生相關證照，如「三公噸以上固定式（移動式）起重機操作人員」，另保養排排長（二級廠廠長）及副排長依《陸軍單位段維保作業手冊》、陸軍司令部《危險性機械及設備管理暨安全衛生督考實施計畫》要求，需獲取「甲種職業安全衛生業務主管」證書，以強化工作安全管理職能，惟「三公噸以上固定式（移動式）起重機操作人員」及「甲種職業安全衛生業務主管」因法規有明定，其分別須於「每三年實施三小時」及「每二年實施六小時」安全衛生在職訓練，以達精益求精、獲得新知應用於作業上，同時增進及強化安全觀念。

二、教育訓練建議及精進作法

審視安全衛生教育於砲訓部專長訓練課程為 2 小時（工廠作業安全），人員具備基本概念，其返回部隊後，應指派單位具有職業安全衛生專業人員（如保養排排長或副排長）針對保養人員加強定期在職教育訓練，以增進相關學能，除同步檢視工作環境與流程是否符合保養人員需求，也可針對保養作業之安全防護實施檢討，以做為改善精進之參考；另旅級後勤科應完善相關預算編列申請，使

11 伍純瑩，〈大專院校學生安全衛生教育評量成效與認知態度之研究-以南部大專院校為例〉《高雄醫學大學健康科學院職業安全衛生研究所碩士論文》（高雄），民國 95 年 6 月，頁 16。

12 《職業安全衛生法》（行政院勞動部），民國 108 年 5 月 15 日，第 23、32、33 條。

13 《職業安全衛生教育訓練規則》（行政院勞動部），民國 108 年 5 月 15 日，第 3、12 條。

其人員訓練及所見缺失能有效提升及改進。

行為 – M101A1 式 105 公厘輕型牽引榴彈砲二級保養作業具風險項目及現況

「M101A1 式 105 公厘輕型牽引榴彈砲」為目前國軍陸軍使用之基本型火炮，其主要編制於砲兵部隊，其具有體積小（長 5.94 公尺 x 寬 2.21 公尺 x 高 1.73 公尺）、重量輕（2,260 公斤）、操作便捷等特性，同時其二級保養具危安風險項目也相較其它牽引式火炮多（各式牽引砲具危安風險保養項目比較表如表 1），目前單位段二級保養主要參考依據為砲訓部編之《國軍裝備【二級預防保養】裝備保養卡（M101A1 式 105 公厘輕型牽引榴彈砲）》及《TM9 - 1015 - 203 - 12 M101A1 式 105 公厘輕型牽引榴彈砲操作及單位保養手冊實施》。

一、技術手冊及通報作業要求

「M101A1 式 105 公厘輕型牽引榴彈砲操作及單位保養手冊」內容述明，「砲身重約 485.3 公斤。安裝時，應使用起重機。如無起重機，則需 8 名人員安裝砲身，並應小心以防人員受傷」¹⁴，惟手冊及相關技令內容關於起重機應使用幾公噸以上、吊掛方式及要領使用均無記載。

M101A1 式 105 公厘輕型牽引榴彈砲砲輪輪轂重約 26 公斤、砲門重約 33 公斤，於拆卸作業時應穿著鋼頭安全鞋，以避免重物不慎掉落時，可有效防護手、腳避免砸傷。砲輪洩、充氣及鋼圈拆卸作業時，應依技術公報 96 - 09 - 009「各式輪胎拆卸打氣標準作業程序暨注意事項」及技術公報 101 - 09 - 008「輪胎充氣使用防爆籠範圍、時機、程序及注意事項」之要求實施，避免輪胎或鋼圈因壓（外）力因素，造成突然彈起砸傷作業人員。

二、勞動部現行法規作業要求

起重機吊掛作業中要充分注意作業環境的安全，並且要按照明確的指揮，以正確的吊掛方法來進行安全的作業，應注意的有荷物的重量（心）、吊鉤附屬零件安全係數、起吊方式、吊掛方法、運搬路徑誘導等事項¹⁵；搬運、置放物品應置備適當之手套、安全鞋（帽）等防護具，其要求在「職業安全衛生法施行細則」、「職業安全衛生設施規則」、「危險性機械及設備安全檢查規則」及「職業安全衛生教育訓練規則」等法規條文均有規範。

三、作業風險排除及觀念建立

執行二級保養作業前，應由現場作業主管（督管幹部）針對工作前實施勤前教育及機具檢點（查），完成作業環境確認無危害風險因子後，始得進行裝備保

14 《M101A1 式 105 公厘輕型牽引榴彈砲操作及單位保養手冊》（桃園：陸軍司令部，民國 90 年 12 月 12 日），頁 257。

15 《吊升荷重在三公噸以上之固定式起重機操作人員安全衛生教育訓練教材》（台灣省工商安全衛生協會），民國 107 年 4 月 17 日，頁 6-28。

養作業，若發現有人員精神狀況不佳、機具檢點後發現運轉問題或明顯之潛在危害風險因子，應當下實施排除及解決，否則若因人員、機械造成危害，其傷害結果是不可逆的，輕則為虛驚事故，重則造成人員傷亡，故強化觀念實為重要，最終希望能將安全行為變成自動化、常規性行為，把「所有人員必須養成安全行為習慣，以確保工作地點之安全性」轉變為自己價值觀之一部分。¹⁶

表 1 各式牽引砲具危安風險保養項目比較表

項目 \ 火砲	105 公厘榴彈砲	155 公厘榴彈砲	155 公厘加農砲	8 吋榴彈砲	240 公厘榴彈砲
砲輪及輪胎拆卸更換	☆	☆	☆	☆	△
砲管拆卸	☆	△	△	△	△
砲門拆卸保養	◎	◎	△	△	△
制退復進機拆卸	☆	△	△	△	△
砲架拆卸保養	○	○	○	○	○
平衡機總成調整	◎	△	△	△	△
砲輪輪轂拆卸保養	○	○	○	○	△
○具輕度危安風險 ◎具中度危安風險 ☆具高度危安風險 △毋須執行					

資料來源：作者自行整理



圖 4 使用起重機實施吊掛作業

16 文成龍，〈行為安全對降低營造業職災有效性之探討〉《長榮大學職業安全與衛生研究所碩士論文》（臺南），西元 2010 年，頁 6。



圖 5 拆卸砲門、砲輪輪轂及鋼圈示意圖



圖 6 現場作業主管針對工作實施勤前教育及機具檢點（查）

圖片來源：圖 4 至圖 6 為作者拍攝

陸軍歷年災害實例分析

筆者參考陸軍歷年執行修護保養作業所發生之災害實例，並就災害概況、人員罹災程度及發生原因實施分析及屬性歸納，藉以找出主要緣由，並供各單位於執行相關裝備保養作業時參考，以完善且審慎針對作業人員實施教育訓練及相關防護作為。

表 2 歷年修護保養作業所發生之災害實例¹⁷

項次	案例	災害概況	罹災程度	發生原因	屬性
一	陸軍第○軍團 ○旅砲兵營二 級廠拆胎工作 失慎案	執行 155 榴砲砲 輪鋼圈拆卸，未 依技令完成輪胎 洩氣，致使內胎 高壓外洩輪胎彈 起，造成 4 員受傷 送醫。	4 人輕傷	維保人員執行 155 榴砲 輪胎拆卸時，未依技術 公報 (103 - 09 - 004 - 輪胎拆卸、組裝 、充氣程序及注意事 項)，於防爆鋼籠內實 施內胎洩壓、螺帽拆卸 ，致產生單邊受力不 均、氣壓失衡爆胎，人 員受傷。	不安全的行為
二	○單位吊掛作 業危安人員受 傷案	執行天車吊掛器 材安裝作業時， 因吊掛 U 型環固 定螺桿斷裂器材 掉落，致吊掛架 及裝備部分組件 受損，作業人員 2 員受傷。	2 人輕傷	吊掛 U 型環固定螺桿 長期使用受外力撞擊 螺牙尖端產生裂紋，復 經反複受力影響金屬 疲勞荷重斷裂，領班人 員未管制吊掛作動時 操作區下方人員及物 品淨空，潛存危安因素	不安全的環境
三	陸軍○指揮部 上兵李○○， 實施故障甲車 拖吊時，右手 掌不慎遭 A 字架拖勾與拖 環夾傷。	單位執行週保養 裝備動力測試， 動測 CM21 甲 車乙輛故障無法 立即修復，另調 派 CM23A1 甲 車乙輛，規劃將 故障車輛拖吊至 二級廠實施檢修 ，拖吊時人員手 握 A 支架拖桿 環，當車輛結合 時，右手掌不慎 遭 A 字架拖勾 與拖環夾傷。	1 人輕傷	未使用相對應裝備成 套工具之 A 字架，且拖 車桿重量較 A 字架重， 增加作業不確定之風 險，人員未依規範站 立於 A 字架內側，並 將 A 字架抬起完成 拖救前整備，督導 幹部作業前雖下達 安全規定，惟未能 查覺人員右手置 放於錯誤位置而肇 案。	不安全的環境及行為交互作用

資料來源：作者整理

17 《國防部工安通報第 106001 號》(國防部後勤參謀次長室)，民國 106 年 1 月 11 日。
《國防部工安通報第 107002 號》(國防部後勤參謀次長室)，民國 107 年 5 月 11 日。
《國防部工安通報第 109004 號》(國防部後勤參謀次長室)，民國 109 年 5 月 28 日。

民間重大職災實例分析

筆者蒐整民間重大職災實例及罰則，並就災害概況、人員罹災程度及發生原因實施分析及屬性歸納，以提供部隊各級主官（管）瞭解雇主（管理者）應負之責任及勞工（作業人員）應注意之事項。

表 3 重大職業災害之實例¹⁸

項次	案例	災害概況	罹災程度	發生原因	屬性
一	實施鋼捲吊掛作業不慎致死案	罹災者黃○遭用動C形吊鉤撞擊，造成頭部外傷及併肋骨多處骨折致創傷性休克死亡。	1人死亡	罹災者黃○未曾接受吊升荷重3公噸以上固定式起重機操作人員安全衛生教育訓練，亦未經技術士技能檢定合格，逕自操作固定式起重機，操作時疑起重機吊鉤不慎勾到鋼捲受吊鉤拖拉瞬間滑動，使另一吊鉤甩動撞擊黃○致死。	不安全的行為
	罰則參考法規條文	一、依職業安全衛生法第24條，雇主應僱用經中央主管機關認可之訓練或經技能檢定之合格人員充任之，若違反者，可處新臺幣三萬元以上三十萬元以下罰鍰。 二、依職業安全衛生法第46條，勞工對於安全衛生教育及訓練，有接受之義務，若勞工未配合，可處新臺幣罰鍰3,000元。			
二	實施吊掛作業發生物體飛落致死案	罹災者陳○遭砂模壓擊並掩埋，造成頭胸部鈍挫傷而多重器官損傷送醫不治。	1人死亡	○公司實施砂模吊掛作業時，以吊舉物離地約1公尺方式，將鐵斗及砂模吊運至放置區，罹災者至吊舉物下方查看時，砂模突然完全崩落，致遭壓擊致死。	不安全的行為
	罰則參考法規條文	依職業安全衛生法第6條第5項，雇主應對下列事項有符合規定之必要安全衛生設備及措施：防止有墜落、物體飛落或崩塌等之虞之作業場所引起之危害，若違反致發生死亡災害者，可處三年以下有期徒刑、拘役或併科新臺幣三十萬元以下罰金。			

18 勞動部職業安全衛生署/職災案例下載，<http://www.osha.gov.tw>，檢索日期：2023年7月24日。

三	BOX 構件吊掛作業發生物體飛落致死案	罹災者遭夾於BOX構件內，造成肋骨骨折併胸腔損傷致死。	1人死亡	罹災者操作起重機位於運轉時採取防止吊掛物（BOX構件）通過人員上方及人員進入吊掛物下方之設備或措施，罹災者接著行走於BOX構件堆放區間，欲進行西側BOX構件鍊條勾掛前，操作開關器未標示動作種類及方向，疑似誤觸開關器之翻轉功能按鈕，導致東側以微升的BOX構件飛落並使得吊掛物重心偏移，致罹災者遭夾於構件內傷重死亡。	不安全的環境及行為交互作用
	罰則參考法規條文	依職業安全衛生法第6條第1項，雇主應對下列事項有符合規定之必要安全衛生設備及措施：防止機械、設備或器具等引起之危害，若違反致發生死亡災害者，可處三年以下有期徒刑、拘役或併科新臺幣三十萬元以下罰金。			
附註	罰鍰：指違反行政法上義務的處罰，屬於行政罰，由行政機關依據行政法律來處罰，並不會有刑事上的前科紀錄，若逾期不履行罰鍰，將會移送行政執行署所屬各行政執行處執行。 罰金：指違反刑法上義務的處罰，屬於刑罰，由法院宣判，會有刑事上的前科紀錄，由各地方檢察署負責執行。				

資料來源：作者整理

小結：藉由以上災害分析，工作災害的發生，多數與環境、人、物有密切關係，各級督管幹部（現場作業主管）應貫徹執行工作勤前教育（提示），提醒裝備保養人員從事各項工作，須全程掌握作業環境風險，妥採安全防護措施，並提升防險觀念，消弭潛存危安因子。

結語

現今陸軍除五級基地廠庫（如兵工整備發展中心、汽車基地勤務廠等）及地區聯保廠，其工安文化較為健全外，基層單位二級廠作業人員對於安全上認知與前述單位比較恐有落差，然保養作業為部隊不可中斷及維持戰力之重要工作，且唯有加強人員教育訓練（深植觀念）、機具設備檢查（操作防護）與廠房設施改善（環境安全），針對保養作業前、中、後所發現的缺失，實施定期或不定期檢討與修正，並採取適當防範措施，始可將危安風險降到最低，以確保人員安全及避免裝備傷損。

參考文獻

- 一、《職業安全衛生法》（行政院勞動部），民國 108 年 5 月 15 日。
- 二、《職業安全衛生法施行細則》（行政院勞動部），民國 109 年 2 月 27 日。
- 三、《職業安全衛生設施規則》（行政院勞動部），民國 111 年 8 月 12 日。
- 四、《職業安全衛生教育訓練規則》（行政院勞動部），民國 110 年 7 月 7 日。
- 五、黃聖政，〈從職業安全衛生法觀點，論自走砲駕駛訓練教學安全防護現況〉《砲兵季刊》（臺南），第 172 期，陸軍砲訓部，民國 105 年 3 月 20 日。
- 六、荊世壘，〈國軍人員對職業安全認知、態度及行為之探討〉《陸軍後勤季刊》（桃園），陸軍後訓中心，民國 108 年 8 月。
- 七、林豐賓、劉邦棟，《勞動基準法論》，修訂 5 版（臺北：三民書局，西元 2011 年），民國 100 年。
- 八、林天成，〈由職災分析與知識化探討安全管理－以高雄市重大職災案為例〉《國立高雄第一科技大學環境與安全衛生工程系碩士論文》（高雄），西元 2009 年。
- 九、林玲欽，〈護理人員的職業安全衛生知識、態度及行為之探討〉《亞洲大學健康管理研究所碩士論文》（臺中），西元 2007 年。
- 十、文成龍，〈行為安全對降低營造業職災有效性之探討〉《長榮大學職業安全與衛生研究所碩士論文》（臺南），西元 2010 年。
- 十一、伍純瑩，〈大專院校學生安全衛生教育評量成效與認知態度之研究－以南部大專院校為例〉《高雄醫學大學健康科學院職業安全衛生研究所碩士論文》（高雄），民國 95 年 6 月。
- 十二、《陸軍單位段維保作業手冊》（桃園：陸軍司令部，民國 110 年 11 月 26 日）。
- 十三、《M101A1 式 105 公厘輕型牽引榴彈砲操作及單位保養手冊》（桃園：陸軍司令部，民國 90 年 12 月 12 日）。
- 十四、《吊升荷重在三公噸以上之固定式起重機操作人員安全衛生教育訓練教材》（台灣省工商安全衛生協會），民國 107 年 4 月 17 日。
- 十五、勞動部職業安全衛生署/職災案例下載，<http://www.osha.gov.tw>，檢索日期：2023 年 7 月 24 日。

作者簡介

許則澧士官長，陸軍專科學校常備士官班 92 年班、技勤士官高級班 95 - 1 期、保修士官長正規班 96 - 3 期、中華民國勞工教育協進會附設中區職業訓練中心職業安全衛生管理員、職業安全管理師安全衛生教育訓練結業，歷任野戰砲修護士、重兵器修護士、兵器技術士、後勤管理督導士及火砲修護組組長，現任職陸軍砲兵訓練指揮部。

砲兵測地定位定向裝備未來發展可能性之我見

作者：林柏志

提要

- 一、砲兵測地為陸軍砲兵部隊能精確獲得目標、觀測所及火砲陣地相對關係位置的重要方法，且為砲兵部隊在未換裝新型武器系統的狀態下，能協助完成精準火力打擊的重要關鍵之一。
- 二、隨服役時間進展，國軍砲兵測地使用的裝備漸屆壽期，藉由傳統測量方法，以及服役多年的 ULISS-30 定位定向系統，仍可獲得目標、觀測所及火砲陣地的座標，然傳統方法耗時且 ULISS-30 定位定向系統妥善率維持不易，在這樣的情況下，砲兵必須考慮新的裝備及方法，來提升測地效率。
- 三、在科技演進的發展條件下，利用全球衛星定位的方式來獲取座標資訊，的確為較為便利之方式，然我國並無自主研發之衛星訊號，在戰時運用狀況下，必有隱憂。

關鍵詞：定位定向系統、精準火力打擊

前言

國軍砲兵部隊自民國 87 年獲裝 ULISS-30 定位定向系統，¹裝備已使用多年，然目前裝備性能穩定，可提供精確定位定向資訊的特性，仍為我陸軍砲兵部隊測地作業倚賴的可靠測地成果來源；惟考量往後裝備妥善率可能逐年降低、重要維修料件無法獲得，及維修代價不符成本效益等因素，併同未來戰場瞬息多變與作業人力不足的多種窒礙，陸軍砲兵測地裝備需預先構思更新及提升的需求，必須考量新一代輕量化、操作容易及維修模組化等多項特點的定位定向裝備。因此，筆者評估現行作業方式及科技發展趨勢，提出個人研究見解，期能為砲兵測地發展略盡棉薄。

定位定向系統

現行採不使用傳統測量方法獲取位置座標的方式，大致區分為慣性導航系統及衛星定位系統兩種方法，簡述如次。

一、慣性導航系統²

慣性導航是利用陀螺儀和加速度計這兩種慣性感應器，藉由測量載具加速度和角速度而產生的自主式導航方法，其優點及缺點如次。

(一)優點：1.不依賴於任何外部資訊，也不向外部輻射能量的自主式系統，

1 《ULISS-30 定位定向系統操作手冊》(陸軍司令部，民 87 年 11 月 30 日)，頁 1-1。

2 華人百科，慣性導航系統特性，<https://www.itsfun.com.tw/%E6%85%A3%E6%80%A7%E5%B0%8E%E8%88%AA/wiki-8844846-3601726>，檢索日期：民國 112 年 5 月 5 日。

故隱蔽性好且不受外界電磁干擾的影響；2.可全天候全球、全時間工作於空中、地球表面乃至水下；3.能提供位置、速度、航向和姿態角資料，所產生的導航資訊連續性好而且噪聲低；4.資料更新率高、短期精度和穩定性好。

(二)缺點：1.由於導航資訊經過積分計算而產生，定位誤差隨時間而增大，長期精度差；2.每次使用之前需要較長的初始校準時間；3.設備的價格較昂貴。

二、衛星定位系統³

衛星定位系統是使用衛星對物體進行準確定位的技術，從最初的定位精度低、不能即時定位、難以提供及時的導航服務，發展到現如今的高精度 GPS 全球定位系統，可於任意時刻、地球上任意一點同時觀測到衛星，達到導航、定位、授時等功能，其優點及缺點分析如次。

(一)優點：1.可即時迅速獲得位置座標；2.系統接收裝置可迅速切換不同座標系統；3.接收裝置造價低廉。

(二)缺點：1.座標易受外在環境影響其精度（如複雜電磁環境、天候不佳等）；2.訊號易被攔截偽冒錯誤訊號，導致洩密及提供錯誤資訊；3.座標資訊為單點訊息，較不易辨別真偽。

獲取精確座標之目的

目前砲兵部隊，為求平時火炮射擊訓練安全、戰時精準打擊敵人有生力量之需求，精確座標測量，為必需之手段；然平時可利用建制測地裝備，如測距經緯儀、ULISS-30 定位定向系統等，對所需之各設施或訓練目標區域，實施座標定位及方位定向。

然以砲兵現有裝備，於平時實施防區測地，對作戰地區範圍內實施戰場經營，雖所耗費的時間及人力，為能正常實施戰備任務的現有砲兵部隊，在任務重疊情況下，略顯吃力；且在都市化發展快速的狀況下，座標與方位資料常被迫隨時更新，無法長期維持戰場經營成果，如遇定位定向系統妥善率不佳狀況下，部隊測地人員將被迫耗費更多時間及資源來完成任務。

再者，戰時轉換後，部隊雖可依賴平時防區測地產製的各目標及設施之座標，作為戰鬥前準備之依據，然一旦需依戰況變換陣地的狀況下，在非作戰計畫內之陣地、目標位置，若無法快速獲得精確之目標、陣地等座標情況下，將會大幅降低砲兵部隊火力支援的效果。

在此時空背景下，如何有效提升測地精度及速度，在耗費最少人力及時間的狀況下，不論平、戰時，均能有效快速獲得精確之座標資訊，提供射擊指揮所及陣地運用，為砲兵迫切解決的問題。以下先就砲兵現有測地裝備及技術實施探討。

3 中文百科，衛星定位系統，<https://www.newton.com.tw/wiki/%E8%A1%9B%E6%98%9F%E5%AE%9A%E4%BD%8D>，檢索日期：民 112 年 5 月 5 日。

一、傳統測地⁴

砲兵在實施傳統測地作業時，必須以精度良好的已知點作為測地統制點，使用建制測距經緯儀及方向盤等測量器材，使用導線法、前方交會法或三角（三邊）測量等測量技術，對所望之目標、觀測所及火砲陣地等位置，實施火砲射擊時所需各必要諸元及座標之測地作業，在《陸軍野戰砲兵測地訓練教範》中載列，若以測距經緯儀實施作業，作業所需耗費時間為每小時○公里之速度，方向盤則為每小時○公里之速度，且依據作戰計畫內之各設施位置距離遠近，其作業時間並非定數，以砲兵最小口徑 105 公厘榴彈砲為例，通常完成營全部測地時間，約需○分鐘，且所獲得座標及方位角等諸元，不易檢查其精度。

二、定位定向系統測地⁵

在使用 ULISS-30 定位定向系統，相對於傳統測地更加便利且快速，在臺灣地區道路交通網便捷的環境下，以較常道路速限 40 公里來推算，以砲兵最小口徑 105 公厘榴彈砲為例，完成營全部測地時間可以壓縮在○分鐘內完成，然因其必須花費時間（通常為○分鐘⁶）在精度良好的已知點完成初始校準後，才能開始作業，且易受地形因素（如高樓、無道路可供車輛通行的地區等）影響，增加作業時間，但所求得的座標及方位角精度相對穩定，且易於檢查。

三、小結

目前砲兵部隊所使用之裝備及測地技術，均可滿足平時防區測地及戰場經營成果，但若轉換成真實作戰時，以現有的裝備與技術而言，在不考慮成果精度的狀況下，每次實施營砲兵全部測地所耗費時間就需要○分鐘，且時間計算以砲兵最小口徑 105 公厘榴彈砲為例，若為射擊距離更遠的火砲，其陣地與目標及觀測所的距離將會更遠，其作業時間也會變長，在瞬息萬變的戰場，為提高戰場存活率又要兼顧精確定位定向，確保射擊效果，在新型火砲及彈藥尚無法獲得的狀況下，提升測地作業效率，絕對是增加砲兵射擊效果及戰場存活率的手段之一。

定位定向系統裝備介紹

精確定位定向，為各國軍事單位無不重點研發之科技，前段介紹現今定位定向系統大致區分為慣性導航及衛星定位兩種，但以軍事運用而言，兩種技術缺一不可，大部分先進武器系統，為求其能精確不間斷提供正確座標及方位，通常將慣性導航及衛星定位兩種技術同時設置於武器系統內，確保不會因其中一種系統損壞或被干擾而喪失其作戰優勢。

4 《陸軍野戰砲兵測地訓練教範》（桃園：陸軍司令部，民 111 年 10 月 5 日），第七章第二節第一款，頁 7-527。

5 中文百科，衛星定位系統，<https://www.newton.com.tw/wiki/%E8%A1%9B%E6%98%9F%E5%AE%9A%E4%BD%8D>，檢索日期：民 112 年 5 月 5 日

6 《ULISS-30 定位定向系統操作手冊》（桃園：陸軍總司令部，民 87 年 11 月 30 日），頁 1-9。

一、美軍 IPADS 慣性測量系統⁷

IPADS 為美國 L3 通訊公司之太空與導航部門所研發，由小型定位測量（導航）儀、控制顯示器、电瓶充電器、單柄（波羅）稜鏡與裝車設備等五大部分組成（圖 1），其特點如次。

（一）IPADS 系統採用先進之「雷射陀螺儀」：慣性系統需要「陀螺儀」(Gyros) 在慣性空間內維持一固定角度，使「穩定參考平台」(Platform) 保持水平，並提供「加速儀」(Accelerometers) 測量水平加速度，採用先進的「環狀雷射陀螺儀」(Ring Laser Gyros, RLG)，係以一般相對論觀念，利用兩束在封閉環路中以相反方向行進之雷射光波彼此間之頻率差，已獲得角速度之裝置。因 RLG 具備瞬間反應快、穩定性高、壽命長與價格低等優點，致成為軍用測量與導航系統之主流。

（二）增進戰場存活力：IPADS 藉由減少校準時間、增大作業區域與作業時間，以及經由數位地圖提供狀況預警等優異性能，可增進戰場存活力。

（三）提升測地統制能力：IPADS 可儲存 65,535 組測地資料，除可將作業地區可用之控制點、測地統制點先行儲存，作為初始校準或位置更新使用外，亦可儲存測地成果或測點諸元，俾利成果整理與傳輸作業。

（四）不依賴 GPS：IPADS 為「獨立自主」之慣性測量系統，運用既定之作業模式與零速更新時隔，無須依賴 GPS 或差分 GPS (DGPS) 之輔助，即可建立測地統制與提供目標獲得設施、射擊單位等符合精度要求之測地成果。

（五）多元化顯示功能：IPADS 使用之「控制顯示器」(CDU) 使用 6.4 英吋 VGA 彩色點矩陣液晶顯示，除可清晰顯示操作狀態與測地成果外，並可在數位地圖上顯示「指北（羅經）度盤」(Compass Rose)，可增進車輛導航與尋找控制、統制點效能。



圖 1 美軍「改良式位置與方位決定系統」(IPADS)

資料來源：耿國慶，〈美軍砲兵「導航與定位系統」運用與發展之研究〉《砲兵季刊》，取自 L3 Communications Space & Navigation, www.L-3Com/Spacenav.15/2/2005。

7 耿國慶，〈美軍砲兵「導航與定位系統」運用與發展之研究〉《砲兵季刊》（臺南），第 173 期，陸軍砲訓部，民國 105 年第 2 季，頁 2。

二、美軍 MAPS-H「整合式模組化定位定向系統」⁸

MAPS-H 系統(圖 2)為美軍 M109A6 式自走砲、AN/TPQ-36 與 AN/TPQ-37「反火力戰目標獲得雷達」所裝置的定位定向系統,採用美國「漢尼威爾公司」(Honeywell)自行研發 GG1342 雷射陀螺儀,具備瞬間反應快、數位式輸出信號、較不受環境干擾與結構堅固、成本低等優點,其特點如下。

(一)適應火炮射擊震動:火炮射擊震動為及特殊之環境考驗,其中低頻、高熱能脈衝來自火炮發射與制退復進產生之共振,對裝置於砲耳之「整合動態參考器」(DRU-H),造成持續 100 至 150 公尺/秒之寬頻音爆。1991 年 MAPS 設計之初即考慮此一問題,將特殊之電路基板組成與結構介面納入 DRU 之機械設計內,俾適應火炮射擊震動。

(二)提高精確性與自主性:MAPS-H 作業時,DRU 輸入已知點諸元後,即可精確顯示位置與方位資料,作業中「里程計」(Vehicle Motion Sensor,VMS)可抑制 DRU 之距離誤差。當砲車行駛時間與距離超過 DRU 之精度範圍時,可藉由系統內建「精確輕型 GPS 接收機」(PLGR)或手動「位置更新」方式,俾消除累積誤差,提供砲車更長時間與距離之任務執行能力。

(三)增進戰場存活力:M109A6 式自走砲已將 MAPS-H 整合至「自動射控系統」(Automated Fire Control System,AFCS)內,可於機動中迅速佔領陣地,利用 AFCS 自行計算射擊諸元執行射擊,待射擊後即刻迅速變換至新陣地,可避免敵方「反火力戰」危害,增進戰場存活力。

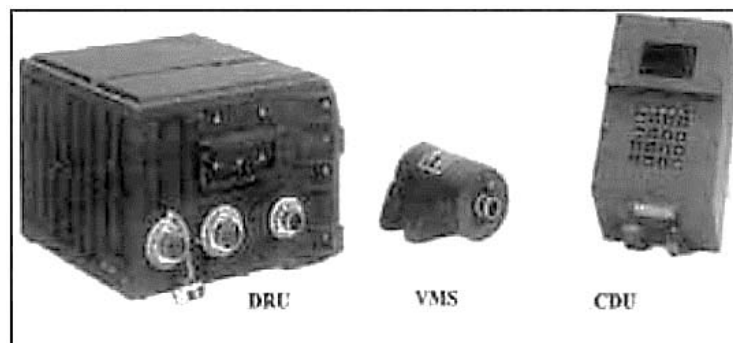


圖 2 美軍 M109A6 式 155 公厘自走砲配備之「模組化定位定向系統」
(MAPS)

資料來源:耿國慶,美軍砲兵「導航與定位系統」運用與發展之研究,砲兵季刊,取自 MAPS The Modular Azimuth Position System,Military Avionics Division Honeywell Inc,1992 年簡報。

三、LINAPS「雷射慣性砲兵指示系統」⁹

LINAPS 為配備於 M777 式 155 公厘與 M119 式 105 公厘牽引榴砲之導

⁸耿國慶,〈美軍砲兵「導航與定位系統」運用與發展之研究〉《砲兵季刊》(臺南),第 173 期,陸軍砲訓部,民國 105 年第 2 季,頁 5。

⁹耿國慶,〈美軍砲兵「導航與定位系統」運用與發展之研究〉《砲兵季刊》(臺南),第 173 期,陸軍砲訓部,民國 105 年第 2 季,頁 8。

引系統，包括慣性導航單元(含 GPS 天線)、瞄準手顯示 與控制單元、里程計、電力供應模組與導航顯示器等組成(如圖 3、4)。各組成與功能，分述如後。

(一) 慣性導航單元(INU)與 GPS 接收機：

1.FIN3110L 慣性導航單元(Inertial Navigation Unit,INU)：為 LINAPS 提供導航與定位資料，基於針對砲兵需求特別設計之「固裝式」(Strap-down)環狀雷射陀螺儀，可提供不受干擾的導航信號。INU 以 Selex' EO 所製造之「環狀雷射陀螺儀」(RLG)為基礎，並附加 12 頻道之 P(Y)碼或 C/A 碼 GPS 接收天線，可直接提供射向賦予與導航資料。

(1) INU 具備整合各種(如 GPS、載具里程計等)感測器之能力，經由「卡曼濾波器」(Kalman filter)混合導航解析，獲得持續與更精確之導航資料。當 INU 使用 GPS 為主要導航模式時，如 GPS 因故無法使用(信號干擾或系統判定其精度不佳時)，即可捨棄 GPS，改用里程計資料，俾達到精確「備援導航」之目的。

(2) INU 可提供精確之角度資料，如俯仰角、側傾(兩輪)角與方位角，亦有能力承受火炮射擊震動。經實驗證明，FIN3110L 可適應空中吊掛或空投，且在火炮射擊超過 300G 之爆震強度下，仍可穩定運作。¹⁰

2.瞄準手顯示與控制單元(LDCU)：「瞄準手顯示與控制單元」(Layers Display and Control Unit, LDCU)如同 LINAPS 結構的心臟，為高性能量產型組合 8.1 英吋觸控、電子冷光人機介面，單一組成即可透過介面針對系統中所有附加感測器之需求，有效率的同步執行彈道計算程序與射擊控制。另一特點則為可透過單元內之微型硬體提供導航與射擊控制能力，滿足與提供重要武器管理功能。

(二) LINAPS 特性：英軍 L118 式 105 公厘輕榴砲為最早配備 LINAPS 之火砲，由於美軍肯定配備 LINAPS 提升之效益與戰場驗證結果，亦計畫配備於 M777A2 式 155 公厘與 M119A3 式 105 公厘牽引榴砲，將牽引砲性能提升至「極致」的層次。

1.基本特性：

(1) 無需測量火炮砲位：安裝 LINAPS 之火砲放列後，可直接測量砲位(座標、標高與射向方位角)，基此英國皇家陸軍砲兵團之 L118 式 105 公厘輕榴砲部隊並無測地編組，可精簡測地裝備與員額。¹¹

10耿國慶，〈美軍砲兵「導航與定位系統」運用與發展之研究〉《砲兵季刊》(臺南)，第 173 期，陸軍砲訓部，民國 105 年第 2 季，取自“LINAPS Artillery Pointing System”(United Kingdom：SELEX Sensors and Airborne System Ltd,2005)，p2。

11耿國慶，〈美軍砲兵「導航與定位系統」運用與發展之研究〉《砲兵季刊》(臺南)，第 173 期，陸軍砲訓部，民國 105 年第 2 季，取自“LINAPS Artillery Pointing System”(United Kingdom：SELEX Sensors and A

(2) 無需設置瞄準標竿或選定遠方瞄準點：伊拉克作戰時，經常由於砲口爆震風或沙塵暴遮蔽火炮使用之「傳統度盤式瞄準鏡」，射擊任務僅能交由 L118 式 105 公厘輕榴砲執行。作戰期間共計射擊超過 10,000 發彈藥，且從未接獲故障回報¹²。

(3) 可迅速完成射擊準備：伊拉克作戰期間，安裝 LINAPS 之 L118 式 105 公厘輕榴砲由直升機載運，即使在沙塵暴中亦可於 2 分鐘內迅速變換射擊陣地，¹³並完成射擊準備。

(4) 提升射擊精度與改進複雜操作程序：2002 年 2 月實施 10 天可靠性驗證中，英軍四門參加測試的火砲每砲射擊三天，射擊總數超過 1,560 發，其中 900 發為強裝藥，系統射擊操作能力與火炮射擊精度均通過驗證¹⁴。

(5) 有利於放列、隱蔽與日、夜間運用：LINAPS 提供 L118 式 105 公厘輕榴砲定位、射向方位角與射角等數位資料，火炮可迅速、疏散放列於有利地形，不論任何天候「瞄準手顯示與控制單元」(LDCU) 皆可執行彈道計算與射擊控制。

(6) 僅需實施最小限度之訓練，即可操作：安裝 LINAPS 之 L118 式 105 公厘輕榴砲可支援自動化單砲操作與免除「傳統覘視系統」(Conventional sighting system，即瞄準鏡或週視鏡)，故減少單砲操作訓練時間約 30%¹⁵。



圖 3 雷射慣性砲兵指示系統」(LINAPS)

資料來源：耿國慶，〈美軍砲兵「導航與定位系統」運用與發展之研究〉，《砲兵季刊》，取自“Additional orders for Selex’EO/LINAPS”, <http://10.22.155.9/intraspex/intraspex.dll> StarPage > 檢索日期 2014 年 1 月 6 日。

irborne System Ltd,2005), p1

12耿國慶，〈美軍砲兵「導航與定位系統」運用與發展之研究〉，《砲兵季刊》(臺南)，第 173 期，陸軍砲訓部，民國 105 年第 2 季。

13耿國慶，〈美軍砲兵「導航與定位系統」運用與發展之研究〉，《砲兵季刊》(臺南)，第 173 期，陸軍砲訓部，民國 105 年第 2 季，取自 Rupert Pengelley，〈重新評估火炮的未來角色〉，《國防譯粹》，第 31 卷第 9 期，國防部史編局，民國 93 年 9 月，頁 86。

14耿國慶，〈美軍砲兵「導航與定位系統」運用與發展之研究〉，《砲兵季刊》(臺南)，第 173 期，陸軍砲訓部，民國 105 年第 2 季。

15耿國慶，〈美軍砲兵「導航與定位系統」運用與發展之研究〉，《砲兵季刊》(臺南)，第 173 期，陸軍砲訓部，民國 105 年第 2 季。



圖 4 安裝於英軍 L118 式 105 公厘輕榴彈炮左砲耳之新型瞄準手顯示與控制單元 (LDCU)

資料來源：耿國慶，〈美軍砲兵「導航與定位系統」運用與發展之研究〉《砲兵季刊》，取自“Additional orders for Selex EO / LINAPS”，<http://10.22.155.9/intraspx/CACHE/00058176/p1455637>〈檢索日期：2014 年 1 月 6 日〉。

四、坎姆考特普 S-100 無人機 (Camcopter S-100 UAV)¹⁶

(一)設計與開發：由奧地利 Schiebel 公司生產，於 2003 年至 2005 年開發；2012 年 3 月 12 日，Schiebel 宣布成功測試了公司開發的可與標準 Diamond 發動機互換的重燃料發動機。這種重燃料發動機允許使用 JP-5、Jet A-1 或 JP-8 噴氣燃料。這些燃料是船舶的標準燃料，比汽油更安全地儲存和處理；2013 年 2 月 7 日，Schiebel 在奧地利維也納新城的工廠對 Camcopter 上的 Thales Group I-Master 監視雷達系統進行了飛行測試，I-Master 系統重 30 公斤 (66 磅)，提供地面移動目標指示和合成孔徑雷達操作。

(二)裝備性能：¹⁷：最大起飛重量 (MTOW) 為 200 公斤 (440 磅)，續航時間為 6 小時 (可通過可選的外部 AVGAS 燃料箱延長至 10 小時以上)。它的最高速度為 220 公里/小時 (140 英里/小時)，升限為 5,500 米 (18,000 英尺)，作戰半徑 180 公里。它由 41 千瓦 (55 馬力) 鑽石發動機提供動力，可以攜帶各種有效載荷，例如光電和紅外傳感器。地面站之間的主要無線電鏈路佔用 5030-5091 MHz 頻段。UHF 頻段中的輔助鏈路將在 433.2125 MHz 至 434.4625 MHz 範圍內運行。

(三)特性：¹⁸

1.S-100 是一種多功能通用型無人機系統，主要由一個可根據不同使用者需求配備多種有效荷載的小型旋翼無人飛行器組成，可垂直起降，不需要發射與回收設備。操控人員一般採用兩種模式控制：一種是預先設定飛行程式自動飛行；另一種是手動操作。在這兩種模式下，無人機採用慣性導航和全球定位定向系統

16 詹氏年鑑電子資料庫，Schiebel Camcopter S-100，檢索日期：民國 112 年 5 月 5 日。

17 同註 16。

18 王強，《世界軍用無人機圖鑑》(臺北)，第 208 頁，四塊玉文創，2015 年。

雙重導航，可獲取精度較高的座標與方位。

2.S-100 無人機尺寸小，但卻具有相對較大的航程和有效載荷能力。無人機可以自動完成起飛到降落的整個飛行任務，僅由一部三重飛行控制電腦根據已有的飛行控制方法和演算法進行操控。

3.S-100 機身採用碳纖維硬殼式結構，具有優良的強度及重量比，能達到載荷能力與續航能力的最大化，在標準配置的情況下，能附載 **34 公斤** 連續飛行 **6 小時**。

4.S-100 裝備配有紅外線攝影機、可見光攝影機及雷射測距儀，不用增加其他裝置就可以完成大範圍的一般搜索任務，也適用於砲兵目標觀測，具備有精準定位及識別目標能力。



圖 5 坎姆考特普 S-100 無人機

資料來源：詹氏年鑑電子資料庫，Schiebel Camcopter S-100，檢索日期：民國 112 年 5 月 5 日。

五、無人機慣性導航系統¹⁹

筆者蒐整研究國內公開網站相關發展商情簡介，已有多家廠商經營此領域，舉例訊聯光電公司研發的無人飛行器慣性導航系統（**DG for UAVs**），模組化且輕量化的裝置，可搭載於無人飛行器上，其作業原理方式為利用無人機裝備設數位相機或光學雷達，搭配 **GNSS** 接收器、**IMU** 慣性導航儀及雷射測距儀等裝置，在不需地面已知參考坐標的條件下，直接對地面位置實施測量。

（一）直接地理定位：直接地理定位（簡稱 **DG**）直接測量空載測繪傳感器（例如數位相機或光學雷達）的位置和方位角。從而可以將地球上的地理位置分配給來自相機影像的像素或來自光學雷達的雷射點，而無需地面控制點或任何額外的測量。

¹⁹ 訊聯光電，**DG for UAVs** 無人機慣性導航系統，www.linkfast.com.tw，檢索日期民國 112 年 5 月 5 日。

(二) 地理定位解析 (圖 6)：為了以非常高的準確度和精度計算酬載的位置座標和方位，系統裝置搭配使用多頻、多星 RTK 即時衛星定位裝置和後處理載波相位差分的 GNSS 接收裝置，並與慣性傳感器互相確認位置座標，獲得精確諸元。

(三) 測量之應用：無人機搭載定位定向系統及光學相機 (雷達)，可由地面控制站人員操作，不須抵達現地實施作業，即可於空中或無人機降落於目標位置，可直接於控制顯示器上獲取所需座標，可減少作業時間與人力；且在點位匹配或平差階段之前，預先計算每個影像的外方向，且在擁有相機的完整位置和方位的狀況下，可消除點位匹配失敗和減少航帶側向重疊等問題，確保座標精度。

(四) 光學雷達之運用 (圖 7)：光學雷達的直接地理定位直接測量光學雷達相對於地球的位置和方位，這意味著從光學雷達測距和角度計算出的點雲的 3D 座標可以直接參考到地球上的地理位置，而無需地面控制點或任何額外測量，即可獲得目標位置座標。

(五) 慣性導航無人機：因慣性導航及衛星定位之裝置，已可達到體積小、重量輕、功耗低及模組化等特性，可將所有類型的測繪傳感器如：相機、光學雷達、高光譜相機、熱成像相機等，裝載於體積較小的無人飛行載具上，且藉由技術及裝備性能等條件，緊湊型單板 OEM 模組，配有低雜訊、測量級多頻、多星 GNSS 接收器和 MEMS 慣性組件，可提供直接地理定位功能，無需依賴地面控制點提供正確座標。

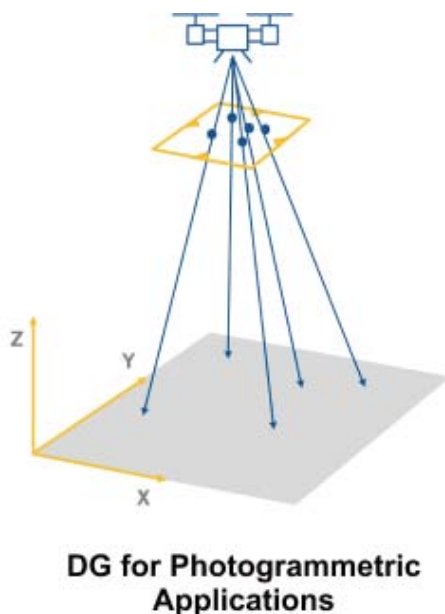


圖 6 地理定位解析示意圖

資料來源：訊聯光電，DG for UAVs 無人機慣性導航系統，www.linkfast.com.tw，檢索日期：民國 112 年 5 月 5 日。

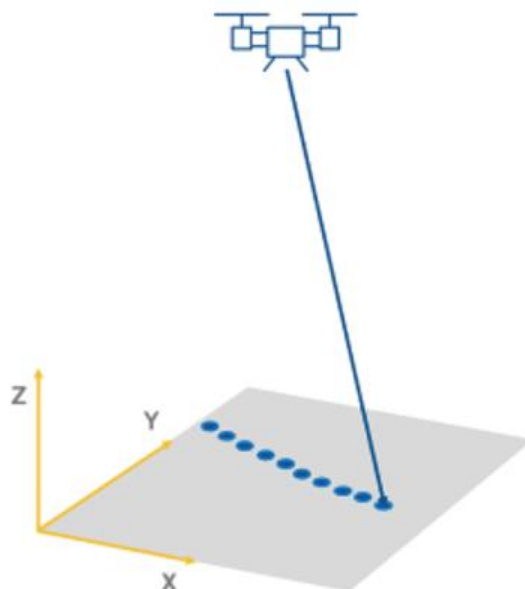


圖 7 光學雷達測量示意圖

資料來源：訊聯光電，DG for UAVs 無人機慣性導航系統，www.linkfast.com.tw，檢索日期：民國 112 年 5 月 5 日。



圖 8 APX-15 UAV 單板 GNSS 裝置

資料來源：訊聯光電，DG for UAVs 無人機慣性導航系統，www.linkfast.com.tw，檢索日期民國 112 年 5 月 5 日。



圖 9 APX-15 EI UAV 外部 IMU

資料來源：訊聯光電，DG for UAVs 無人機慣性導航系統，www.linkfast.com.tw，檢索日期：民國 112 年 5 月 5 日。



APX-18

圖 10 APX-18 UAV 用於光學雷達的低速/懸停的雙 GNSS 天線

資料來源：訊聯光電，DG for UAVs 無人機慣性導航系統，www.linkfast.com.tw，檢索日期：民國 112 年 5 月 5 日。



APX-20

圖 11 APX-20 UAV 用於最高精度和更高航高製圖的外部 IMU

資料來源：訊聯光電，DG for UAVs 無人機慣性導航系統，www.linkfast.com.tw，檢索日期：民國 112 年 5 月 5 日。



圖 12 四軸無人機系統

資料來源：訊聯光電，DG for UAVs 無人機慣性導航系統，www.linkfast.com.tw，檢索日期：民國 112 年 5 月 5 日。

測地方法及裝備革新

以現今臺灣土地面積雖腹地不如其他國家大，但都市化程度高，戰場變動幅度大，必須要有更快速且精確獲得所需座標及方位的方法，在測量方法侷限狀況下，筆者認為能就裝備提升後，改良測量方式，提高測地速度與精度。

一、慣性導引及衛星定位技術結合

慣性導引技術其最大優點即為較不受天候及外在電磁環境干擾的狀況下，能持續提供精確的座標及方位，但會因作業時間及距離過長，導致座標及方位精度不佳，故需要有短暫零速更新，或需尋找已知點作位置更新等需求，因此作業時間無法有效縮短，若能配合衛星定位技術，結合系統內資料隨時更新，兩者系統交叉比對，能更有效率完成測地作業。

二、運用無人載具提升作業速度

除統合慣性導引及衛星定位技術外，現有科技技術已能製造出重量輕、體積小及模組化的慣性導引系統，若能結合無人載具，在人員不移動的狀況下，僅於地面控制站，操作無人載具直接對所需座標（如目標區座標）實施測量，能更快速且精確獲得座標。

三、廣泛建立測地統制網

防區測地作業為砲兵戰場經營其中之一要項，由於各部隊作戰地區範圍已與部隊數量不成比例，且除常備部隊外，另有後備部隊也需要完成測地作業任務，然編制上並無法滿足測地任務需求，導致作戰區常備部隊作業量不堪負荷，故若能廣泛建立與調查「已知點」，不以同一「已知點」開始的作業模式，採選取距離作業區域較近之「已知點」，分段實施作業，在無定位定向系統的單位而言，其作業模式也較符合實際需求，且更能夠便於檢查作業精度，確保所得座標與方位的正確性。

結論

陸軍砲兵部隊負有地面火力支援的重要任務，在作戰地區火力支援範圍及部隊數量已喪失平衡的狀況下，火力必須能精準且有效率的打擊敵人的重要戰力，在此戰場瞬息萬變的狀況下，要能夠快速且精確地獲得目標座標，必定為迅速完成射擊準備，精準打擊目標的關鍵。另外，在武器採購與獲得上的窒礙，能夠以較少經費與裝備國產化的需求，絕對是現階段我軍提升精準火力打擊的不二法門。筆者在文中介紹的慣性導航及衛星定位裝置搭配無人機系統，極有可能為砲兵不論是座標及方位等諸元獲得的便利性，再者更可用於偵察敵情或觀測射彈等任務，值得作為未來建軍發展討論。

參考文獻

- 一、《ULISS-30 定位定向系統操作手冊》(桃園：陸軍司令部，民 87 年 11 月 30 日)。
- 二、華人百科，慣性導航系統特性，<https://www.itsfun.com.tw/%E6%85%A3%E6%80%A7%E5%B0%8E%E8%88%AA/wiki-8844846-3601726>，檢索日期：民國 112 年 5 月 5 日。
- 三、中文百科，衛星定位系統，<https://www.newton.com.tw/wiki/%E8%A1%9B%E6%98%9F%E5%AE%9A%E4%BD%8D>，檢索日期：民 112 年 5 月 5 日。
- 四、《陸軍野戰砲兵測地訓練教範》(桃園：陸軍司令部，民 111 年 10 月 5 日)。
- 五、耿國慶，〈美軍砲兵「導航與定位系統」運用與發展之研究〉《砲兵季刊》(臺南)，第 173 期，陸軍砲訓部，民國 105 年第 2 季。
- 六、Rupert Pengelley，〈重新評估火砲的未來角色〉《國防譯粹》，第 31 卷第 9 期，國防部史編局，民國 93 年 9 月。
- 七、LINAPS Artillery Pointing System” (United Kingdom : SELEX Sensors and Airborne System Ltd,2005)。
- 八、Additional orders for Selex EO / LINAPS”，<http://10.22.155.9/intraspex/CACHE/00058176/p1455637>。
- 九、MAPS The Modular Azimuth Position System, Military Avionics Division Honeywell Inc,1992 年簡報。
- 十、L3 Communications Space & Navigation，www.L-3Com/Spacenav.15/2/2005。
- 十一、詹氏年鑑電子資料庫，Schiebel Camcopter S-100。
- 十二、王強，《世界軍用無人機圖鑑》(臺北)，四塊玉文創，2015 年。
- 十三、訊聯光電，DG for UAVs 無人機慣性導航系統，www.linkfast.com.tw。

作者簡介

林柏志，陸軍官校 96 年班、陸軍飛彈砲兵學校野砲正規班 202 期，曾任旋翼機飛行官、副連長、連長、訓練官、後勤官、教官，現任職於陸軍砲兵訓練指揮部。

拜拉克塔爾 TB-2 無人機與投彈型四軸飛行器：

烏俄戰爭與納卡衝突凸顯現行防空弱點及無人機需求*

Bayraktars TB-2 and Grenade-Dropping Quadcopters: How Ukraine and Nagorno-Karabakh Highlight Present Air and Missile Defense Shortcomings and the Necessity of Unmanned Aircraft Systems

取材：美國《軍事評論》雙月刊，2023 年 7-8 月號

(Military Review, July-August 2023)

作者：Josef “Polo” Danczuk 上尉

譯者：劉宗翰

The increased use of unmanned aircraft systems (UAS) in modern war is no surprise. Modern drones provide outstanding aerial capabilities at all echelons, from a frontline infantry soldier using a small, commercial quadcopter to surveil enemy positions, to large UAS equipped with advanced precision munitions and the ability to operate beyond line of sight from its operator. Necessarily, armed groups seek to counter their adversaries' UAS capabilities by destroying, disabling, or negating them and their effects on the battlefield.

前言

在現代戰爭中，無人機系統使用率日益增加並不令人意外，因為現代無人機可為各層級部隊提供卓越的空中能力，舉凡從前線步兵使用小型、商用四軸飛行器來監視敵位置，乃至配備先進精準彈藥，以及在視距外操作的大型無人機系統。武裝團體必然會在戰場上運用硬殺摧毀、阻斷信號、或讓無人機運作失效等手段，從而反制對方的無人機系統能力。

While we can look to almost any conflict fought in the last decade for important lessons on the use and countering of UAS, two of the most recent conflicts provide numerous examples of how modern militaries are fighting the

* 本文屬於公開出版品，無版權限制。

UAS fight. The 2020 Nagorno-Karabakh war between Armenia and Azerbaijan saw widespread use of UAS but also the weaponization of information about that use. The ongoing war in Ukraine reinforces many observations from Nagorno-Karabakh, but it also shows how modern warriors not only would prefer to have, but inherently require, UAS at the lowest echelons. Russian's full-scale invasion of Ukraine reveals how small UAS (sUAS), sometimes purchased commercially or even donated through crowdfunding campaigns, can provide an offensive capability against a larger, technologically capable adversary.

雖然我們可以從過去十年間各場衝突中獲致運用與反無人機系統的經驗教訓，但毋須捨近求遠，近期兩場戰事即已提供眾多實際例證說明當代軍隊如何應對無人機戰爭：一是 2020 年亞美尼亞與亞塞拜然兩國在納戈爾諾－卡拉巴赫地區（簡稱納卡區）武裝衝突中，我們可以看見無人機不僅獲得廣泛使用，還作為資訊宣傳的武器；二是當前烏俄戰爭強化許多從納卡區得到的觀察，說明當代戰士不僅希望擁有、也需要無人機支援基層部隊的作戰行動。俄羅斯對烏克蘭的全面入侵凸顯小型無人機系統之重要性，不管是經由商業管道購買，甚或透過群眾籌資所捐贈，它們的攻勢能力足以對抗強大科技能力之敵。

The numerous lessons could likely fill an entire journal, so this article focuses on four lessons: First, we saw the effective use of one specific UAS platform in both conflicts: the Turkish-produced Bayraktar TB-2. The TB-2 flew into popular war songs and crowdfunding campaigns as the world watched clip after clip of TB-2s effortlessly destroying enemy air defenses, tanks, command posts, and supply convoys.¹ With its lethal effects on the battlefield, the TB-2 and similar UAS will undoubtedly be ubiquitous in future conflicts. Second, all sides of the conflicts have used UAS in information operations. The abilities of UAS on the battlefield have captured the public mind, and government information outlets have capitalized on that by publishing video feeds from their UAS or sharing statistics and footage of their forces destroying an enemy's UAS. Third, more specifically in Ukraine, military forces have acquired drones outside their military procurement channels to equip frontline forces with sUAS to execute the tactical fight, often with strategic effects. While not a new tactic in war, Ukrainian and Russian forces alike have made widespread use of modifying commercial sUAS to drop munitions on enemy forces, providing their forces with an accurate, immediately correctable offensive weapon. Fourth,

despite the widespread use and success of UAS, both conflicts reveal how present air defense systems and tactics currently fail to provide adequate counter-UAS (C-UAS) defense against these threats.

本文囿於篇幅並無法探討納卡衝突與烏俄戰爭中眾多的經驗教訓，因此著重於以下四項重點：

一、我們在兩場戰事中看見有效運用特定的無人機系統，也就是土耳其製拜拉克塔爾 TB-2 無人機，該型無人機已成為現代戰爭中的元素，還是群眾募資購置武器的首選，它輕易摧毀敵防空、戰車、指揮所及補給車隊等諸多影片，不斷在網路世界流通並為人觀看。¹ 由於 TB-2 無人機在戰場上的致命成效，無疑將讓其與同類型無人機在未來衝突中為人所青睞。

二、兩場戰事中的各方都將無人機系統運用於資訊戰上，不僅無人機在戰場上表現已吸引公眾目光，而且政府資訊媒體管道也獲益於發布自家無人機影片，或是公布摧毀敵無人機的統計數據。

三、值得一提的是，烏克蘭軍隊已經從非軍事採購管道獲得 TB-2 無人機，供前線部隊運用於戰術作戰，這種無人機作戰方式將帶動大規模戰略效應。雖然這並非戰爭中的新戰術，但不管是烏軍或俄軍都大量使用經構改的商用小型無人機向敵軍施放彈藥，也成為各自部隊一種準確、可即時修正的攻勢武器。

四、雖然無人機在兩場戰事中廣泛為人運用與戰績顯著，但背後也凸顯目前防空系統與戰術不足以反制無人機這類威脅。

These lessons reveal critical shortcomings in the United States' C-UAS—specifically C-sUAS—capabilities, as well as the lack of organic tactical sUAS capabilities, training, and fielding for use by our forces. Future conflicts, regardless of the adversary, will inevitably require U.S. forces and our allies to protect against enemy UAS. As the conflicts show, any viable C-UAS program requires widespread air defense and force protection capabilities at all echelons, not just one short-range air defense (SHORAD) battalion per Army division that rarely, if ever, train together. It will require novel C-sUAS capabilities and tactics in addition to traditional SHORAD and C-UAS defense. And, just as important as negating an adversary's UAS is providing the benefits of such UAS to friendly forces at all echelons and for all types of units.

1 Mark Krutov, "'Show What You Can Do!' Lithuanian Citizens Raise \$6 Million to Buy an Attack Drone for Ukraine," Radio Free Europe/Radio Liberty, 1 June 2022, <https://www.rferl.org/a/ukraine-lithuanian-bayraktar-crowdfunding/31878797.html>; Сухопутні війська України [Land force of Ukraine], "Капа за українських дітей; грузинів, сирийців, чеченців; та кримських татар – Bayraktar" [Punishment for Ukrainian children; Georgians, Syrians, Chechens; and Crimean Tatars – Bayraktar], Instagram video, 28 February 2022, https://www.instagram.com/tv/CaiTrp_DMx5/?igshid=YmMyMTA2M2Y=.

這些經驗教訓也是在提醒美國反無人機能力遠遠不足，尤其是在反小型無人機能力方面，而且也應強化部隊的小型無人機建制戰術能力、訓練及實戰運用等。面對未來衝突之敵，美國及其盟友都須保護自家軍隊免受無人機之威脅。誠如這些衝突所示，任何可行的反無人機計畫都需要在各層級部隊廣泛部署防空兵火力能力，不能單靠每個美陸軍師中的短程防空營，更何況這些營鮮少有機會在一起共同訓練。除了傳統的短程防空與反無人機防禦外，美軍還需要新式反小型無人機能力與戰術，同樣重要的是，在對抗敵無人機的同時，也要為友軍各層級部隊和各軍兵種提供這類無人機的優勢作戰能力。

Bayraktars in Nagorno-Karabakh and Ukraine

For decades, the United States and other technologically advanced militaries were the only ones with the technical expertise and money to put unmanned aircraft in the sky. However, as both military-designed and commercial drones become cheaper, more plentiful, and easier to operate, they will continue to proliferate to militaries and armed groups around the world, bringing their deadly capabilities with them.²

在納卡區與烏克蘭的拜拉克塔爾 TB-2 無人機

過去數十年來，只有具備專業技術與資金的美國和一些軍事科技先進國家，才有能力發展無人機系統。不過，隨著軍用與商用無人機成本逐漸下降、種類眾多及操作更為便利，它們開始在各國軍方及全球武裝團體中廣泛使用，也帶給使用者致命的攻擊能力。²

Take the Azeri's Bayraktar TB-2s. When Azerbaijan launched its offensive against Armenian and Artsakh forces in 2020, it made effective use of the TB-2s. It destroyed Armenian air defenses, tanks, battle positions, and much more, thereby enabling ground forces to maneuver effectively against Armenian forces and rapidly advance through the territory of Nagorno-Karabakh.³ Armored assets in fortified battle positions with cover and concealment as well as air defense systems actively searching for air tracks were not safe from Azeri TB-2s.⁴ Yet, Azerbaijan had only just acquired the TB-2 a few months prior to the war. The government announced the acquisition in June 2020 and were employing them on the battlefield by November 2020.⁵ Similarly, Ukraine received its first TB-2s in July 2021 and used them

2 Michael C. Horowitz, Sarah E. Kreps, and Matthew Fuhrmann, "Separating Fact from Fiction in the Debate over Drone Proliferation," *International Security* 41, no. 2 (Fall 2016): 11–12, <https://www.jstor.org/stable/24916748>; Andrea Gilli, *Drone Warfare: An Evolution in Military Affairs*, NDC Policy Brief No. 17 (Rome: NATO Defense College, October 2022), 1.

for its first kinetic strike in the Donbas region against militants of the Donetsk People's Republic on 26 October, just three months later.⁶ Ukraine's acquisition and use of such an advanced UAS was a potential impetus, or at least a purported one, for Russian President Vladimir Putin's decision to begin building up forces along the Ukrainian border before the full-scale invasion on 24 February 2022.⁷

以亞塞拜然的拜拉克塔爾 TB-2 無人機為例，亞塞拜然在 2020 年運用 TB-2 無人機作戰能力向亞美尼亞與阿爾察赫共和國發動攻勢時，摧毀亞美尼亞的防空系統、戰車、作戰陣地，甚至還促成地面部隊直搗亞美尼亞軍事基地，加速向納卡區之推進。³即使是隱蔽與掩蔽在堅固作戰陣地的戰甲車，以及主動搜尋的防空追蹤系統，也都無法倖免於亞塞拜然的 TB-2 無人機攻擊。⁴亞塞拜然是在戰爭前幾個月預先籌獲 TB-2 無人機，也就是政府在 2020 年 6 月宣布採購計畫，緊接著在 11 月時將之部署於戰場。⁵同樣地，烏克蘭在 2021 年 7 月接收首批 TB-2 無人機，並僅在 3 個月後（10 月 26 日）就首度運用其硬殺打擊火力，對付位於頓巴斯地區的頓涅茨克人民共和國武裝份子。⁶俄羅斯總統普丁於 2022 年 2 月 24 日全面入侵前先在烏克蘭邊境集結軍隊，當時烏克蘭手上的 TB-2 無人機儼然成為嚇阻俄國的最佳利器。⁷

Both Azerbaijan and Ukraine were able to acquire, field, and employ the TB-2 in just a few months. While both militaries are relatively modern and well-equipped, they are not what the United States would typically consider near-peer or a comparable conventional adversary. This shows how easily modern militaries can acquire, train on, and effectively deploy a UAS comparable to the

3 Edward J. Erickson, "How Do We Explain Victory? The Karabakh Campaign of 2020," in *The Nagorno-Karabakh Conflict: Historical and Political Perspectives*, ed. M. Hakan Yavuz and Michael M. Gunter (New York: Routledge, 2023), 236–41; Gilli, *Drone Warfare*, 3.

4 See John Antal, *7 Seconds to Die: A Military Analysis of the Second Nagorno-Karabakh War and the Future of Warfighting* (Philadelphia: Casemate, 2022).

5 Burak Ege Bekdil, "Azerbaijan to Buy Armed Drones from Turkey," *Defense News*, 25 June 2020, <https://www.defensenews.com/unmanned/2020/06/25/azerbaijan-to-buy-armed-drones-from-turkey/>.

6 See "Ukrainian Military Gets First Turkish Bayraktar UAV Complex," *Ukrinform*, 15 July 2021, <https://www.ukrinform.net/rubric-defense/3281272-ukrainian-military-gets-first-turkish-bayraktar-uav-complex.html>; Tayfun Ozberk, "Turkey Delivers First Armed Drone to Ukrainian Navy, Much to Russia's Ire," *Defense News*, 26 July 2021, <https://www.defensenews.com/unmanned/2021/07/26/turkey-delivers-first-armed-drone-to-ukraine-much-to-russias-ire/>. 烏克蘭首度運用 TB-2 無人機，參見 Генеральный штаб ЗСУ [General Staff of the Armed Forces of Ukraine], "From 14:25 to 15:15, a battery of howitzers D-30 of the Russian terrorist forces fired on the positions of the joint forces in the area of the settlement of Hranitne," Facebook video, 26 October 2021, <https://www.facebook.com/watch/?v=467614907881638>; "Ukraine Uses Turkish Drone against Russia-Backed Separatists for First Time," *Radio Free Europe/Radio Liberty*, 27 October 2021, <https://www.rferl.org/a/ukraine-turkish-drone-separatists/31532268.html>.

7 Andrew E. Kramer, "How a Dispute over Groceries Led to Artillery Strikes in Ukraine," *New York Times*, 15 November 2021, <https://www.nytimes.com/2021/11/15/world/europe/ukraine-russia-war-putin.html>.

TB-2's capabilities. While such systems are surely not impervious to current air defenses, video feeds from both conflicts show a startling ability to fly directly above enemy air defenses unthreatened, targeting and destroying them instead.

雖然亞塞拜然與烏克蘭都能在短短幾個月內獲得、使用和部署 TB-2 無人機（如表 1），兩國軍隊也都相對現代化且裝備精良，但它們實力卻不是美國所界定的近乎匹敵者或足以較量的常規對手。不過，從另一角度而言，現代化軍隊都有能力輕易獲得、從事訓練並有效部署與 TB-2 無人機作戰能力相當的無人機系統。儘管無人機系統並不一定能完全免疫於防空系統，但來自這兩場戰事的影片畫面顯示，無人機有能力在不受敵情威脅下直接突破敵防空系統，鎖定並摧毀任務目標。

UAS like the TB-2, which are larger and require more logistical and communications support to operate, are classified as Group 4 or 5 UAS.⁸ They often provide an organic kinetic strike capability in addition to reconnaissance, intelligence, surveillance, and target acquisition (RISTA). As a result of real-time information sharing, these UAS can also perform immediate battle damage assessment (BDA) and provide data for prompt correction of artillery or other fires on a target, as Azerbaijan and Ukraine have done.⁹ The proliferation of Group 4 and 5 UAS will give many militaries and armed groups the abilities that Ukraine and Azerbaijan employed to great effect. The TB-2 has already seen use in various African states, and worldwide sales show no signs of slowing down.¹⁰ United States and allied ground forces and their leaders should expect any adversary to effectively employ such UAS against them. Even if a potential adversary does not possess such UAS now, Ukraine and Azerbaijan's rapid acquisition and deployment of the TB-2 demonstrate that any modern military can, and likely will, acquire Group 4 and 5 UAS and use them to great effect, often sidestepping current air defense platforms. Such UAS may even soon become a C-UAS weapon in its own right.¹¹

TB-2 屬於第四或五類較大型規模的無人機，其在運作時將需要更多後勤與通信支援，⁸除了作為情、監、偵、獲用途使用外，也為建制單位提供硬殺打擊能力。TB-2 無人機不僅具備即時資訊共享能力，還能執行即時戰損評估，並提供即時目標修正數據供火炮或其他打擊火力運用，誠如亞塞拜然與烏克蘭所做的

8 Army Techniques Publication (ATP) 3-01.81, Counter-Unmanned Aircraft Systems Techniques (Washington, DC: U.S. Government Publishing Office [GPO], April 2016), para. 1-9–1-10, fig. 1-1.

那樣。⁹第四或五類無人機之普及化，將讓各國軍隊與武裝團體擁有作戰能力，類似於亞塞拜然與烏克蘭的成功運用案例，而且非洲許多國家已在使用 TB-2 無人機，全球市場也是銷售熱絡。¹⁰美國及其盟邦地面軍隊和軍方高層，都應預期敵人將運用此類無人機執行攻擊任務，即使是潛在之敵尚未獲得這類無人機的能力，但亞塞拜然與烏克蘭的快速籌獲與部署案例表明，任何現代軍事單位在獲得第四或五類無人機方面都沒太大問題，並能有效運用於規避當前的防空系統偵測。至於一體兩面的是，無人機也能成為反無人機的一種武器。¹¹

UAS in the Information Fight

As critical as the TB-2 and other UAS were to the parties of both conflicts on the battlefield, they were also a major factor in the information wars. Government media outlets shared drone feed footage of their UAS striking or surveilling enemy forces. In the face of such public fascination with the purported successful employment of UAS, the opposite side would often attempt to discredit such reports, usually by sharing footage or reports of shooting down UAS. Both conflicts clearly show how important UAS have become in the information domain, as the public perceives successful UAS use as crucial to battlefield success.

TB-2 無人機在資訊戰之運用

對兩場戰事的交戰方而言，TB-2 無人機或是其他無人機系統的打擊效用至關重要，此外，無人機還能在資訊戰上扮演重要角色，像是政府官方媒體可以透過無人機向外界分享對敵監視或打擊之畫面，這也導致大眾往往認知無人機理應有效達成任務，因此敵對雙方會盡其所能分享無人機遭擊落畫面或報告，藉此打擊對方士氣。由此可見，這兩場戰事凸顯無人機系統在資訊戰中的重要性，因為公眾已認知適切部署無人機將是任務成功之關鍵。

9 Ibid., para. 1-9.

10 Stijn Mitzer, "Drone Warfare Turns Hot over Ethiopia's Oromia Region," Oryx, 17 January 2022, <https://www.oryxspioenkop.com/2022/01/drone-warfare-turns-hot-over-ethiopias.html>; Stijn Mitzer and Joost Oliemans, "An International Export Success: Global Demand for Bayraktar Drones Reaches All Time High," Oryx, 2 September 2022, <https://www.oryxspioenkop.com/2021/09/an-international-export-success-global.html>; Tony Osborne, "Poland Takes Delivery of Bayraktar TB2 Drones," Aviation Week, 1 November 2022, <https://aviationweek.com/defense-space/aircraft-propulsion/poland-takes-delivery-bayraktar-tb2-drones>; "Turkey's Baykar to Deliver Drones to Kuwait in \$370 Million Deal," Reuters, 18 January 2023, <https://www.reuters.com/world/middle-east/turkeys-baykar-deliver-drones-kuwait-370-million-deal-2023-01-18/>; Selçuk Baykar, Baykar's chairman of the board and chief technology officer, has declared: "The whole world is a customer." Nailia Bagirova, "Exclusive: After Ukraine, 'Whole World' Is a Customer for Turkish Drone, Maker Says," Reuters, 30 May 2022, <https://www.reuters.com/business/aerospace-defense/exclusive-after-ukraine-whole-world-is-customer-turkish-drone-maker-says-2022-05-30/>.

11 "Turkish Drone Company Baykar to Develop Air-to-Air Missiles to Counter Kamikaze Drone Attacks in Ukraine," Kyiv Independent, 30 October 2022, <https://kyivindependent.com/news-feed/turkish-drone-company-baykar-to-develop-air-to-air-missiles-to-counter-kamikaze-drone-attacks-in-ukraine>.

In Nagorno-Karabakh, Azerbaijan published numerous clips of its TB-2 feeds and its Israeli-made Harpy drones, which are one-way loitering attack UAS that fly into their targets to destroy them.¹² These clips showed the destruction of Armenian vehicles, artillery, troop positions, and more. Azeri government outlets shared these clips on social media sites like Twitter directly on the official ministry of defense page for the world to access and view. Third-party sites like Funker530, a combat footage website, and other social media users and platforms reshared these clips, increasing worldwide viewership.¹³ Fascination with the Azeri's use of UAS presented an image that the Azeri military was highly successful and effective on the battlefield. The government's goal was clearly to paint a picture of battlefield success to ensure domestic support and international awe at the military's effectiveness.

在納卡衝突中，亞塞拜然發布眾多 TB-2 與哈比無人機（以色列製）從事自殺式遊蕩攻擊片段影片，凸顯成功瞄準並摧毀亞美尼亞目標物的戰果，其中包含各式車輛、火炮、部隊陣地等。¹²亞塞拜然藉由像推特這種社群媒體管道傳播這些影片，甚至直接在國防部網站上提供觀看連結供全世界瀏覽，除了像 Funker530 這類第三方網站可以找到與戰鬥相關短片外（如圖 1），其他社群媒體使用者與平臺也會轉傳這類短片，從而增加全球的觀看人數。¹³亞塞拜然在戰場上有效運用無人機的實況，已在世人面前塑造良好形象，而其政府目標也是在藉由公布無人機戰場成功畫面，以確保國內支持並引起國際對其軍事效能之刮目相看。

The Armenian government sought to counter this information, especially as the forces of their military and that of their ally, Artsakh, lost territory during the conflict. As domestic turbulence grew in light of Armenia's losses, the government published its own footage showing an air defense intercept and destruction of an Azeri UAS, a modified AN-2 Colt. Armenia shared this footage on its Twitter page as well, likely hoping for high viewability just as Azerbaijan was able to garner with its drone footage.¹⁴ Government accounts also tweeted photos purporting to show debris from Azeri TB-2s after being shot down. While Azerbaijan's injection of UAS footage dwarfed Armenia's C-UAS information

12 See an Azeri Ministry of Defense tweet with TB-2 feed footage: Azerbaijan Ministry of Defense (@wwwmodgovaz), "#Azerbaijan Army destroyed #OPs of armed forces of #Armenia located in Azerbaijan territory," Twitter, 9 October 2020, 12:40 a.m., <https://twitter.com/wwwmodgovaz/status/1314440465920528385>.

13 "Azerbaijani Kamikaze Drones Are Crushing Armenian Military Targets," Funker530, 2 December 2020, <https://funke530.com/video/azerbaijani-kamikaze-drones-armenian/>.

operations, it was still an interesting development. That Armenia felt the need to respond to the effects of Azerbaijan's drone information operations illustrates how important and effective they can be. The 2020 Nagorno-Karabakh conflict ushered in a new technique of state-sponsored UAS-related information operations that Russia and Ukraine have exploited.

亞美尼亞試圖反制這種資訊宣傳，尤其是與盟國阿爾察赫共和國軍隊在衝突期間失去領土的情況下，隨著亞美尼亞節節敗退也引起國內動盪不斷，政府為扳回劣勢便發布一則影片，展示自身防空系統成功對一架經改裝的亞塞拜然無人機進行攔截與摧毀。亞美尼亞之所以在推特網頁上發布無人機短片，可能是希望想跟亞塞拜然一樣藉此獲致高點閱率，¹⁴政府推特帳號還推文秀出遭擊落的亞塞拜然 TB-2 無人機殘骸照片。值得注意的有趣現象是，即使亞美尼亞做出反無人機的資訊宣傳，但亞塞拜然在網路上的無人機影片聲量仍遠蓋過亞美尼亞。亞美尼亞果斷做出反制亞塞拜然無人機影片的資訊宣傳，也說明這種資訊宣傳行動的重要性與影響力。2020 年納卡衝突的案例說明，由國家贊助支持的這種新式資訊宣傳行動逐漸成形，而且另一場烏俄戰事也是如此。

Ukraine's government outlets also quickly published TB-2 recordings on official government channels such as the messaging application Telegram. They included strikes on the Russian backed-up convoy outside Kyiv, thwarting Russia's attempt to topple the capital.¹⁵ These clips have also featured in Ukraine's recent counteroffensives such as showing the destruction of air defenses and boats on the strategically and symbolically important key terrain of Zmiinyi (Snake) Island, which forced Russia to withdraw on 30 June 2022.¹⁶ Just like in Nagorno-Karabakh, third-party sites republished these clips, increasing viewership and global fascination. The TB-2 became so famous that Ukrainian fighters wrote songs and shared videos of them dancing along.¹⁷

烏克蘭的官方媒體也迅速在 Telegram 等社群媒體平臺發布 TB-2 無人機相關影片，其中包含在基輔外圍向俄軍護衛支援車隊進行攻擊，阻止俄軍攻克首都之企圖，¹⁵這些影片還成為烏克蘭反攻宣傳的最佳代言人，如展示摧毀俄軍在蛇

14 Ministry of Defense of Armenia (@ArmeniaMODTeam), "Destruction of an #Azerbaijan'i drone," Twitter, 1 October 2020, 12:08 p.m., <https://mobile.twitter.com/ArmeniaMODTeam/status/1311699432132546564>; "Karabakh Air Defense Shoots Down Another Turkey-Made Bayraktar Drone of Azerbaijan," News.am, 8 November 2020, <https://news.am/eng/news/612134.html>.

15 Defense of Ukraine (@DefenceU), "Знищення з БПЛА 'Bayraktar TB2' російського ЗРК 'Бук' біля с. Іванків Київської області. Все буде Україна!" [Destruction of the Russian "Buk" air defense system from the "Bayraktar TB2" UAV near the village of Ivankiv, Kyiv region. Everything will be Ukraine!], Twitter, 28 February 2022, 10:47 a.m., <https://twitter.com/DefenceU/status/149832406>.

島這個戰略要地的防空設施與船艦，迫使俄軍於 2022 年 6 月 30 日撤軍。¹⁶納卡區與烏俄戰事的案例顯示，在第三方社群媒體平臺發布影片，除了讓更多人知道外，也增加全球的關注。TB-2 無人機變成常勝軍後，舉凡軍方的文宣或影片都少不了它的存在。¹⁷

And just as Armenia sought to counter this information effect, Russia shared stories of shooting down TB-2s. They even went so far as to stage a fake air defense kill of a TB-2, all to appear to be successfully countering Ukraine's UAS employment.¹⁸ Ukrainian government sites have also touted their own C-UAS capabilities, sharing videos of shooting down Russian UAS, posing with downed UAS, and sharing destroyed UAS counts in their daily briefings.¹⁹ While all sides oftentimes inflate such counts and reports in a conflict, the fact that they are so central and oft-reported reveals how important the conflict parties view them in their information operations.

俄羅斯當然也想跟亞美尼亞一樣做出反無人機的資訊宣傳，同樣也發布擊落 TB-2 無人機的影片，甚至弄出虛構的防空系統擊落 TB-2 無人機事件，無非是為了要讓自己看起來可以有效反制烏軍無人機。¹⁸烏克蘭政府網站也宣傳自身反無人機之能力，發布擊落俄軍無人機及其殘骸影片，並在每日簡報中公布摧毀俄軍無人機的數量。¹⁹各方在衝突中往往會誇大無人機的統計數據與報告，這也說明無人機是重要的新聞報導議題，可為各方在資訊戰行動中所用。

In future conflicts, the United States should expect that the success of UAS and C-UAS employment, whether real or purported, will be an increasingly important aspect of information operations. Successful UAS employment is therefore significant not only for the effects they bring to the tactical battlefield but also on mobile devices and social media platforms. The public is

16 Defense of Ukraine (@DefenceU), "Ukrainian Bayraktar TB2 destroyed another Russian ship. This time the landing craft of the 'Serna' project. The traditional parade of the Russian Black Sea fleet on May 9 this year will be held near Snake Island - at the bottom of the sea." Twitter, 7 May 2022, 7:15 a.m., https://twitter.com/DefenceU/status/1522897994701549573?s=20&t=uFJUQ_7q7RF2DgnwSTmp_A; Antonia Colibășanu et al., The Strategic Importance of Snake Island (Washington, DC: Center for European Policy Analysis, 27 September 2022), <https://cepa.org/comprehensive-reports/the-strategic-importance-of-snake-island/>.

17 Сухопутні війська України, "Кара за українських дітей."

18 David Axe, "The Russians Got Caught Faking a TB-2 Drone Shoot-Down," Forbes, 28 April 2022, <https://www.forbes.com/sites/davidaxe/2022/04/28/the-russians-got-caught-faking-a-tb-2-drone-shoot-down/>.

19 See 93-тя ОМБр Холодний Яр [93rd Mechanized Brigade], "Західна зброя в дії!" [Western weapons in action!], Facebook video, 28 July 2022, <https://www.facebook.com/93OMBr/videos/1396244900896667>. Today, the IAEA Mission Arrived at Zaporizhzhia NPP. Address by the President, 1.09.2022, YouTube, posted by "Office of the President of Ukraine," 1 September 2022, 7:45, <https://www.youtube.com/watch?v=Fx3YvAmCkU>.

increasingly fascinated with unmanned operations in conflict and associate UAS/C-UAS success with success in the overall war effort. This will apply to information consumers domestically, in allied nations, in a potential adversary's nation, and worldwide.²⁰ Finally, as unmanned ground and naval vehicles become increasingly capable and autonomous, there is little reason not to expect those platforms to impact the information domain as armed groups and state militaries begin employing them in combat.

在未來衝突中，美軍應預期無人機攻擊與擊落無人機事件的真實性，將成為資訊宣傳行動中的日益重要的層面，也就是說成功運用無人機不僅會帶來戰術作戰效益，也會在手機等移動裝置與社群媒體平臺發揮影響力。隨著大眾日益關注無人機在衝突中的表現，以及將無人機與反無人機成功與否視為影響整體戰爭成功的因素，這種影響力無疑將擴及於國內資訊受眾、盟國、潛在敵國及全球各地。²⁰最後，隨著陸用與海用無人載具愈來愈有能力與自主性，武裝團體與國家軍隊也逐漸在戰鬥中使用，可預期的是這些載具將影響資訊宣傳領域。

表 1 拜拉克塔爾 TB-2 無人機簡介

 	
系 統 簡 介	1.TB-2 無人機由土耳其拜克塔科技公司 (Baykar Tech) 生產製造，為中高度長續航力 (MALE) 無人機 (歸為第四或五類)，能提供情監偵和武裝攻擊任務。 2.每套 TB2 系統包括 6 架無人機、2 個地面控制站、3 套資料終端機、2 套遙控影像終端機，以及其他地面支援裝備，無人機單價介於 100 至 200 萬美元。 3.地面控制站是北約規格的防護型車廂，配備多重空調與核生化過濾器，具備交叉多重的指揮管制系統，操作組員分別為飛行員、酬載操作員和任務指揮官等 3 員。 4.配備光學攝影機、熱影像儀、雷射測距儀、雷射指示器；結合慣性導航／全球定位系統為基礎的飛控系統，失去全球定位訊號，可自動導航與返航降落。

20 Theodore W. Kleisner and Trevor T. Garmey, "Tactical TikTok for Great Power Competition: Applying the Lessons of Ukraine's IO Campaign to Future Large-Scale Conventional Operations," *Military Review* 102, no. 4 (July-August 2022): 23-43; Field Manual 3-13, Information Operations (Washington, DC: U.S. GPO, 6 December 2016).

性能諸元	長 6.5 公尺、翼展 12 公尺、高 2.2 公尺、油量 300 公升、105 匹內燃機、通信距離約 300 公里、巡航速度 70-120 節、續航力 27 小時、作戰高度 1 萬 8,000 呎、最高升限 2 萬 5,000 呎、載重 150 公斤、最大起飛重量 700 公斤。
武裝承載	TB-2 無人機可以攜帶雷射導引智慧微型彈藥系統 (MAM)，包含 2 枚熱壓爆彈式 (MAM-L) 或是多枚高爆彈式 (MAM-C) 飛彈；長程空對地反裝甲飛彈 (射後不理紅外線導引飛彈) 攜行量為 1 枚；希瑞特 (CIRIT) 70 公釐雷射導引飛彈可掛載 4 至 6 枚。
戰史	1.2020 年第二次利比亞內戰期間，使用 TB2 無人機的政府軍曾造成國民軍大量損失，短時間內曾一度橫行天空。 2.2020 年納卡衝突期間，亞塞拜然在 2020 年 6 月使用 TB-2 無人機摧毀多個亞美尼亞移動防空系統、戰車和其他車輛。 3.2022 年烏俄戰爭，烏軍使用 TB-2 無人機搭載 MAM-L 與 MAM-C 飛彈摧毀大量俄軍裝備，烏軍還用於為空襲和其他遠程火力打擊提供觀察射效及戰果確認。

資料來源：寧博，〈納卡衝突一戰成名，拜拉克塔爾 TB-2 無人機〉《青年日報》，2021 年 5 月 31 日，<https://www.ydn.com.tw/news/newsInsidePage?chapterID=1374331&type=military>；Bayraktar TB2, Wikipedia, <https://zh.wikipedia.org/zh-tw/%E6%8B%9C%E6%8B%89%E5%85%8B%E5%A1%94%E5%B0%94TB2>；〈無人機篇 Bayraktar TB2〉，臺北論壇，https://www.taipeiforum.org.tw/article_d.php?lang=tw&tb=3&cid=184&id=9814，由譯者彙整製表。說明：美國國防部將無人機由小至大區分為第一至五類(Group1-5)。

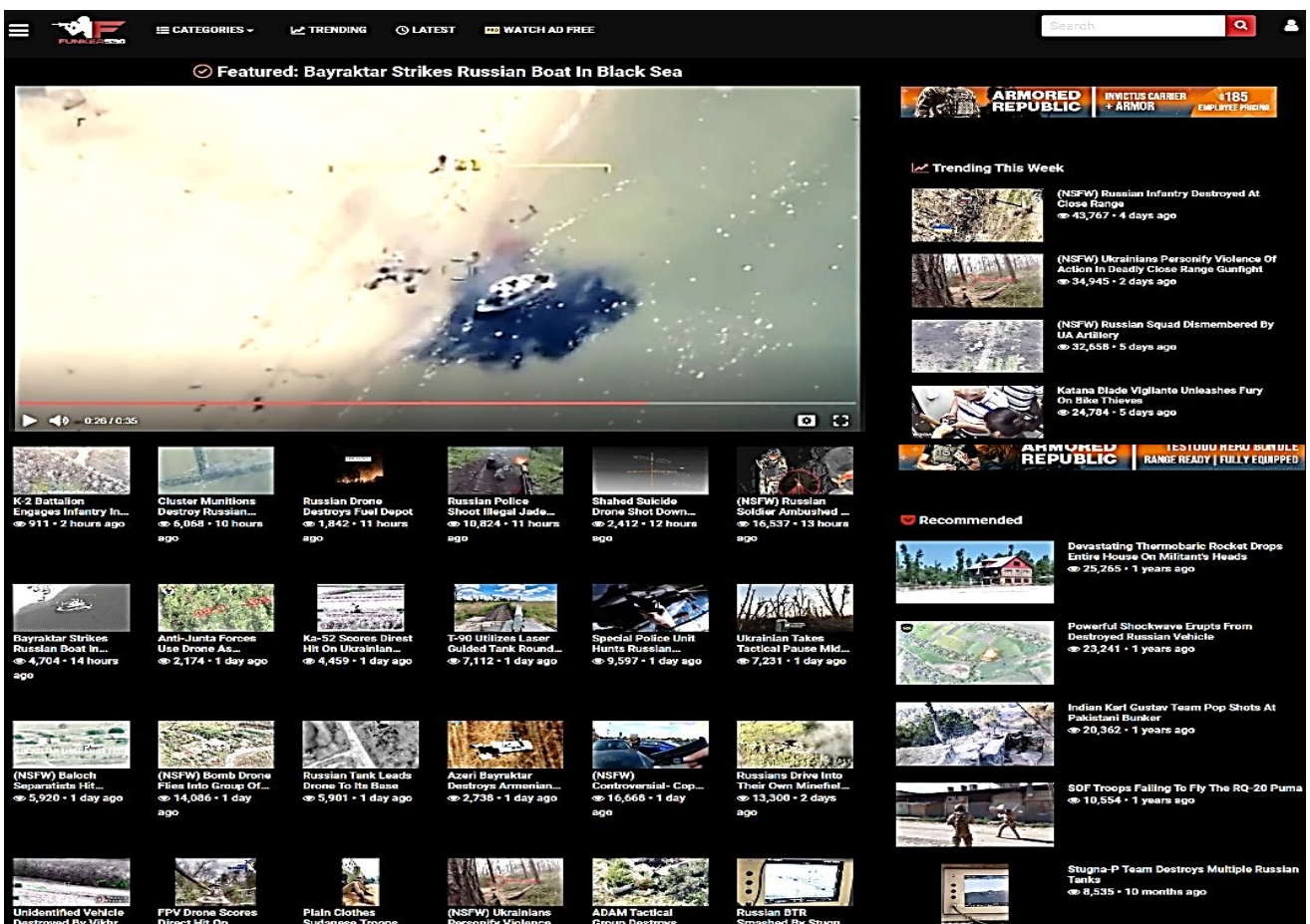


圖 1 Funker530 軍事新聞網

資料來源：<https://funker530.com/> 說明：Funker530 為專門提供戰場實況短片的國外軍事新聞網站，可供人檢
索眾多無人機執行打擊任務的影片。

Group 1–3 sUAS in Ukraine

While the Nagorno-Karabakh conflict lasted six weeks, the full-scale Russian invasion of Ukraine has continued for a year and a half. Further, the war in Ukraine has resulted in mass mobilization within Ukraine, resulting in hastily organized units such as the Territorial Defense Force and the Ukrainian International Legion for foreign volunteers.²¹ As the war continued, both the newly organized units and firmly established units began employing smaller, cheaper, Group 1–3 sUAS extensively. Ukrainian forces (and, to a lesser extent, at least in Western media, Russian forces) have purchased or received donations of commercial drones for their use. While not as large, capable, or long-range as standard military designed UAS, these drones can still provide an essential RISTA and BDA capability. Frontline personnel, such as at the platoon or squad level, can employ their own UAS rather than relying on UAS held as intelligence assets at the battalion-or-above level. This permits them and their leaders to see the battlefield in real time, make immediate adjustments, and better avoid ambushes or prepared enemy positions.²²

烏克蘭的第一至三類無人機

納卡衝突只維持六個禮拜就結束，但烏俄戰爭迄今為止已持續一年半以上仍未停歇，烏國因為戰事而發動國內大規模動員，出現一些如國土防衛隊和烏克蘭國際志願軍等暫時性單位。²¹隨著烏俄戰事持續進行，無論是新的或原有建制單位都開始廣泛運用更小型、更低廉的第一至三類無人機。烏軍（西方媒體或多或少認為俄軍也同樣）已採購或接受捐贈的商用無人機，雖然這些比不上軍規無人機系統的機型、能力及長續航力，但仍能提供重要的情、監、偵、獲和戰損評估能力，這讓前線的班、排級官兵可以使用自己的無人機，而不必依賴營級或營級以上作為情蒐功能的無人機。因此，班、排長就能靠無人機實地觀察戰場、進行即時調整，以及避免遭伏擊或知悉敵預備陣地。²²

Video footage from Ukraine also shows that Ukrainian forces modified

21 Maksym Butchenko, "Ukraine's Territorial Defence on a War Footing," International Centre for Defence and Security, 13 April 2022, <https://icds.ee/en/ukraines-territorial-defence-on-a-war-footing/>; Isaac Tang, "The Latest in a Long Line: Ukraine's International Legion and a History of Foreign Fighters," Harvard International Review, 2 September 2022, <https://hir.harvard.edu/the-latest-in-a-long-line-ukraines-international-legion-and-a-history-of-foreign-fighters/>.

22 93-тя ОМБр Холодний Яр [93rd Mechanized Brigade], "Нічого особливого, просто точна робота холодоярських артилеристів по позиціях росіян" [Nothing special, just the precise work of the Holodoyarsk artillerymen on the positions of the Russians], Facebook video, 18 October 2022, <https://www.facebook.com/93OMBr/videos/639599104225843>; Sam Skove, "Near the Front, Ukraine's Drone Pilots Wage a Modern War on a Shoestring Budget," Radio Free Europe/Radio Liberty, 31 October 2022, <https://www.rferl.org/a/ukraine-drone-pilots-modern-war-shoestring-budget/32108994.html>.

such Group 1–3 sUAS to carry and drop munitions—often antitank rounds, grenades, or mortar rounds—onto enemy positions, vehicles, and personnel.²³ This is far from the first time we have seen commercial drones fitted to carry and drop such munitions; in Syria, militant groups like the Islamic State pioneered this technique as early as 2015.²⁴ However, Ukrainian forces appear to use them in large numbers and outside of formal military acquisition and development channels. Their effectiveness can be seen plainly in the published video footage. Furthermore, Ukraine has acquired purpose-built munitions-dropping sUAS. A Taiwanese-based producer, DronesVision, sent eight hundred purpose-built munitions-dropping UAS to Ukraine via Poland. The Revolver 860 system can carry eight 60 mm mortars to drop directly onto targets below.²⁵

來自烏克蘭的影片顯示，烏軍運用經改裝的第一至三類無人機，用以攜行如反戰車、手榴彈及迫砲等彈藥，向敵人陣地、車輛及人員進行攻擊，²³不過，這早就不是第一次看到商用無人機被改裝用於攜帶並投放彈藥，像是在敘利亞類似於伊斯蘭國的激進團體，早在 2015 年時就採取這種作法。²⁴烏軍顯然大量使用這類型無人機，相關採購與發展管道也不僅限於軍方體系，從網路上的影片可以看出這類型無人機的作戰效益，不僅如此，烏克蘭還獲得專門用於投放彈藥的無人機系統，如波蘭買家先向臺灣無人機製造商橙森國際購買 800 架「左輪 860」無人機（圖 2）後，輾轉交給烏克蘭，其能攜行 8 枚 60 公釐迫砲彈藥並對著底下目標物投擲彈藥。²⁵

Whether purely commercial sUAS conducting surveillance, jerry-rigged commercial drones carrying whatever munitions available, or purpose-built munitions-dropping sUAS, the United States must expect to face an ever-increasing quantity and variety of Group 1–3 sUAS on today's battlefield, no

23 "Lessons from Use of Drones in the Ukraine War," DroneShield, 13 July 2022, <https://www.droneshield.com/blog-posts/lessons-from-drones-in-ukraine-war/>; "Ukrainians Are Bombing Russians with Custom Drones," Vice News, 17 June 2022, https://video.vice.com/en_uk/video/ukrainians-are-bombing-russians-with-custom-drones/6267c399f85e1243221cd521?fbclid=IwAR3mY1U5MjrhYxToxGjUXzGTPVdA8vOI153tqxNczi98aliWIY5okl2xm8&latest=1.

24 Nick Waters, "Death from Above: The Drone Bombs of the Caliphate," Bellingcat, 10 February 2017, <https://www.bellingcat.com/news/mena/2017/02/10/death-drone-bombs-caliphate/>; Reuben Dass, "Militants and Drones: A Trend That Is Here to Stay," Royal United Services Institute, 6 September 2022, <https://rusi.org/explore-our-research/publications/commentary/militants-and-drones-trend-here-stay>.

25 "Revolver 860," DronesVision, <https://dronesvision.com/mortar-revolver-bomber-drone/>; Ashish Dangwal, "Ukraine Gets 800 Taiwan-Made 'Carpet Bomber' Revolver 860 Combat Drones to Thwart Russian Aggression," EurAsian Times, 29 August 2022, <https://eurasianimes.com/ukraine-gets-800-taiwan-revolver-860-drones/>; Keoni Everington, "Taiwan's Revolver 860 Combat Drones Being Used by Ukrainians on Battlefield," Taiwan News, 18 August 2022, <https://www.taiwannews.com.tw/en/news/4630475>.

matter the adversary.²⁶ Ukraine's rapid acquisition, proliferation, and employment of commercial sUAS shows that any potential adversary can exploit current technology similarly. Taiwan's Revolver 860 UAS is an example of one of the first, but certainly not the last, of a small munitions carrying UAS.

無論是單純用於監視的商用無人機，還是應急改裝後用以攜帶彈藥的商用無人機，抑或是專門用於投放彈藥的無人機，不管美國將面對的敵人是誰，都必須做好準備在戰場將須因應愈來愈多這種第一至三類小型無人機。²⁶烏克蘭既然有能力迅速獲得、擴大運用與部署小型無人機，想必敵方也可能在做同樣的事，前述「左輪 860」小型武裝無人機的購買只是其中案例之一，當然也不可能是最後一個案例。

These Group 1–3 sUAS have such a low radar cross-section that they can avoid detection by most modern U.S. Army air and missile defense (AMD) radars and are usually too small to counter with current U.S. Army SHORAD systems like the FIM-92 Stinger missile, whether fired in a Man-Portable Air Defense System (MANPADS) configuration or from the legacy Avenger or new Maneuver-SHORAD (M-SHORAD) platforms. While the United States has developed and acquired a litany of C-sUAS systems (e.g., Fixed Site-Low, Slow, Small Unmanned Aerial Vehicle Integrated Defeat System [FS-LIDS]; Mobile Low, Vehicle Integrated Defense System [M-LIDS]; and Mobile Air Defense Integrated System [MADIS]), they are not currently fielded to trained personnel across the force, especially our maneuver forces, in sufficient numbers to counter this exponentially growing threat. There is also an immediate need for highly mobile C-sUAS systems to accompany friendly forces that must remain agile to avoid detection and targeting by those same sUAS and other enemy collection techniques. If Ukraine and Russia are rushing “drone busters” to their forces, why aren't we?

第一至三類無人機具有低雷達截面積，可以躲避大多數現代美陸軍防空飛彈防禦雷達系統之偵測，由於體型較小，像是美陸軍 FIM-92 刺針飛彈（如人攜肩射式構型、或傳統復仇飛彈車、或新式機動型短程防空系統）之類的短程防空系統並無法有效因應。雖然美國已發展並獲得眾多反無人機系統（如定點的低空、慢速、小型無人空中載具整體打擊系統，低機動型載具整體防禦系統，機動

26 Andrew E. Kramer, “Homemade, Cheap and Lethal, Attack Drones Are Vital to Ukraine,” New York Times, 8 May 2023, <https://www.nytimes.com/2023/05/08/world/europe/ukraine-russia-attack-drones.html>.

型防空整體系統)，但這些系統目前尚未部署至相關單位，尤其是戰鬥部隊，這類能量尚不足以因應這種不斷增長之威脅，而且當前立即性需求為讓友軍配備高機動型反小型無人機系統，還須夠靈活運用才能避免被同類型小型無人機系統鎖定及被其他敵偵蒐科技偵測。若說烏克蘭與俄羅斯正在為其部隊提供「無人機剋星」干擾槍（圖 3），那為何美軍沒有呢？

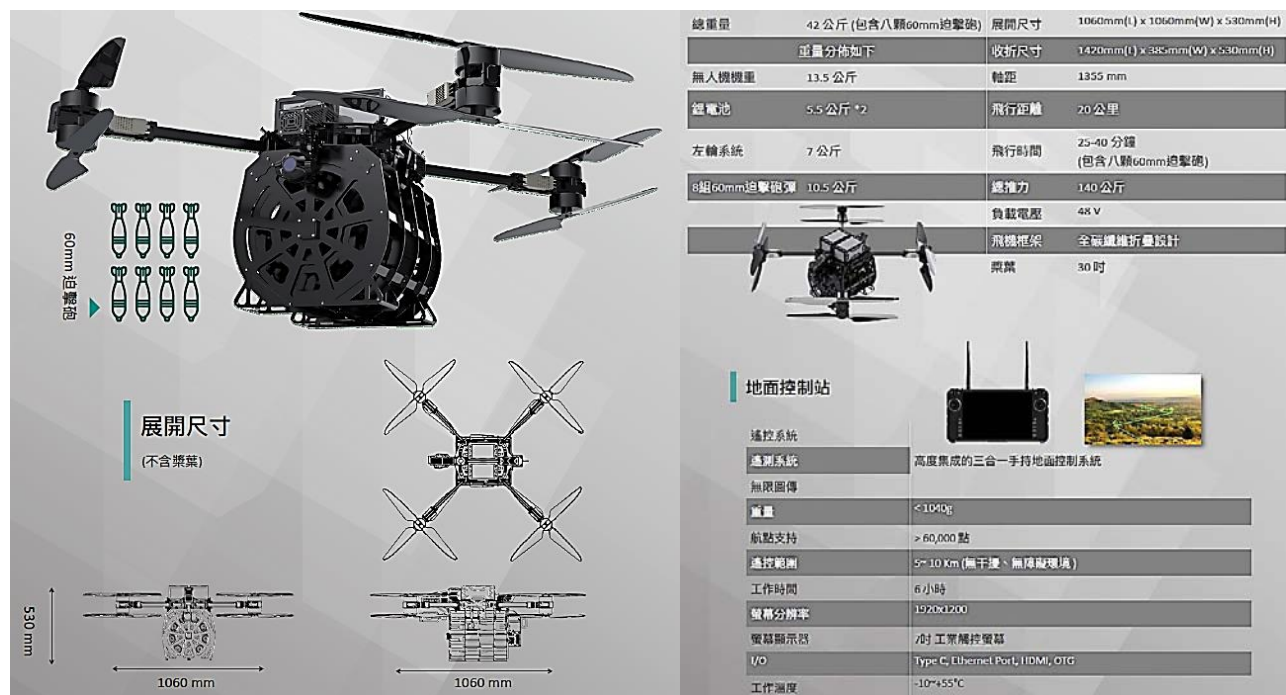


圖 2 左輪 860 無人機

資料來源：DronesVision, <https://dronesvision.com/download/tw/dronesvision-revolver-tw.pdf> 說明：Revolver 是一種軍用戰鬥四旋翼無人機，旨在通過投擲炸彈攻擊敵對的地面部隊，武器艙設計可容納多達 8 枚 60 公釐迫砲彈藥，另可為客戶量身訂制來滿足不同類型的戰爭需求。



圖 3 無人機剋星干擾槍

資料來源：Todd South, "The Army Is Adding the 'Dronebuster' to Its Set of Anti-drone Tools," *Army Times*, April 23, 2017, <https://www.armytimes.com/news/your-army/2017/04/23/the-army-is-adding-the-dronebuster-to-its-set-of-anti-drone-tools/> 說明：長寬高為 53x27x16 公分，重量 2.2 公斤，持續干擾時間為 3 小時，有效距離為 750 至 1,000 公尺，主要干擾機種為第一、二類無人機。

Providing Friendly sUAS Capabilities in the Tactical Fight

The lessons of Ukraine and Nagorno-Karabakh are not limited to C-UAS. They also reveal the necessity of all tactical units having a sUAS RISTA capability. In Ukraine, sUAS have become so essential to the battlefield that Ukrainian forces have sent sUAS on sUAS-recovery missions behind enemy lines—a drone rescuing a drone.²⁷ Maneuver platoons can employ sUAS to surveil an objective before occupying, conducting movement, or attacking. RISTA/BDA sUAS are clearly essential for correcting indirect fire of all types, whether used by forward observers or any frontline soldier.

提供友軍小型無人機戰術飛行能力

納卡衝突與烏俄戰爭的經驗教訓不是只有如何反無人機，也凸顯各個戰術單位都應具備小型無人機的情、監、偵、獲能力。在烏克蘭方面，小型無人機系統已變得如此重要，以至於烏軍甚至派遣小型無人機至敵後方進行搶救無人機任務，也就是用一架無人機救援另一架無人機。²⁷戰鬥排可以在佔領、行動或進攻前運用小型無人機來監視目標，而具備情、監、偵、獲和戰損評估能力的小型無人機，無論是由前方觀察員或前線士兵使用，它們對於修正各種間接火力至關重要。

sUAS benefits should not be limited to maneuver units only, however. The ability for real-time, on-demand aerial reconnaissance or surveillance is essential for all units. For example, a battery—whether air defense or field artillery—conducting a Reconnaissance, Selection, and Occupation of Position performs a ground reconnaissance of a potential new site and the routes there.²⁸ A sUAS would allow them to add a real-time air reconnaissance capability, protecting the ground element until they have surveilled the site and route. Any unit—logistics, medical, engineer, etc.—conducting a road march or occupying a new position can use a Group 1–3 sUAS to conduct an air reconnaissance of the route ahead of them, doing so even as they move. A sUAS RISTA capability at echelons lower than brigade combat teams will also reduce the number of priority intelligence requirements submitted to higher headquarters, thereby freeing up brigade-and-above intelligence assets.

小型無人機系統的好處不僅止於戰鬥部隊而已，還可以為所有部隊提供即時、備便的空軍偵察或監視能力，例如，不管是防空或是野戰砲兵營，當在執行

²⁷ “Ukrainian Drone Recovers Another Crashed Drone,” Funker530, 30 December 2022, <https://funker530.com/video/ukrainian-drone-recovers-another-crashed-drone/>.

偵察、選定及目標佔領任務時，都可以運用無人機對可能新陣地及前進路線進行地面偵察。²⁸小型無人機作為地面部隊的即時空中偵察，可以讓單位在對目標點與路線做偵察時避免遭受攻擊，所以不管是後勤、衛生、工兵等單位都可以在排除前進道路障礙或佔領新陣地時，運用無人機的空中能力對前方進行偵察。美軍旅級戰鬥隊以下各層級部隊若能具備小型無人機的情、監、偵、獲能力，不僅有助於提交給高層總部的優先情報需求（情報蒐集要項）工作，而且也能強化底下各層級部隊的情蒐能力。

Equipping units with Group 1–3 sUAS—ideally government-developed but, if necessary, commercial off-the-shelf as Ukraine has done—will also benefit the defense of fixed sites from ground attack. This includes command posts at all echelons, forward arming and refueling points, tactical assembly areas, communications relay sites, and many more. sUAS can monitor the site perimeter, entry control points, and routes in and out of the area with a live feed direct to the element tasked with site security or the local command post.

為部隊配備第一至三類無人機（理想是採用國產或是必要時像烏克蘭一樣採用商規現貨），將有助於防衛諸如各層級部隊指揮所、前方械彈油料補給點、戰術集結區及通信中繼站等固定設施避免遭地面攻擊。小型無人機不僅可以監控目標區四周、入口控制點及區域進出通道，而且還能將實況影像直接傳送給負責地點安全的部隊或當地指揮所。

Of course, the internal proliferation of sUAS would necessitate training in discretion; if I fly a small quadcopter over the brigade command post twenty-four hours a day, it will be quite easy for an enemy force to determine where we are and target us, both visually and based on electromagnetic emissions. But the benefits of having the capability of a sUAS for monitoring relatively fixed sites and conducting reconnaissance of new sites and routes, employed with proper discretion, far outweigh the risks, especially since the adversary is very likely to be using comparable sUAS to try to find our positions anyway. If Ukraine and Russia are rushing Group 1–3 sUAS to their forces, why aren't we?

當然，小型無人機要在單位內達成普及化，將需要進行審慎的培訓作業，像是一架小型四旋翼無人機每天 24 小時都可能不停飛越旅指揮所，則敵軍很容易透過目視或電磁輻射偵測就能發現並鎖定我方位置，至於擁有小型無人機之好

28 ATP 3-01.87, Patriot Battery Techniques (Washington, DC: U.S. GPO, August 2018), para. D-23–D-24.

處是可以監控相對固定的地點，並執行新陣地或路線的偵察任務，若能謹慎運用，好處將大過於風險，尤其是我們也要考慮敵人也可能同樣運用小型無人機來找出我方位置。烏克蘭和俄羅斯都不遺餘力為部隊配備第一至三類無人機，那為何美軍不這樣做呢？

Current AMD and C-sUAS Shortcomings

Both Nagorno-Karabakh and Ukraine show the inability of current AMD systems to defend friendly forces against new UAS like the Bayraktar TB-2 and Group 1–3 commercial sUAS adapted for military use. A number of videos released by both Azerbaijan and Ukraine during their respective conflicts show the TB-2 striking Soviet-era AMD platforms, still in use by a number of countries—including NATO countries—like the SA-8 “Gecko” or the Buk M-1/2 (SA-17 “Grizzly”), and others.²⁹ Russia also recently shared video of a Lancet one-way attack UAS striking and destroying an American-made Avenger system.³⁰ Ukraine and Russia’s use of commercial Group 1–3 sUAS demonstrates the requirement for a vast expansion in C-sUAS coverage, and combatants there have scrambled to rapidly equip their forces with C-sUAS weapons.³¹ Even if current AMD platforms could adequately intercept such sUAS (which they cannot), their high quantity, cheapness, ease of use, and proliferation among tactical-level units means modern militaries need a C-sUAS capability interspersed throughout their forces. From a warfighting function perspective, this is both a fires and a protection issue.³²

當前防空飛彈防禦與反無人機系統缺陷

從納卡衝突與烏俄戰爭兩場戰事顯示，當前防空飛彈系統並無法有效防禦友軍，以避免像 TB-2 無人機和專門用於軍事用途的第一至三類商用無人機之攻擊。根據許多公布的影片顯示，TB-2 無人機有效攻擊一些蘇聯時代的防空飛彈系統，諸如 SA-81 壁虎、山毛櫸-M1/2（北約代號 SA-17 灰熊）等，而這些系統仍在包含北約在內的許多國家中使用。²⁹俄羅斯近期還分享一段影片，顯示柳葉刀無人機在自殺式攻擊中摧毀美製的復仇者飛彈車。³⁰從烏俄雙方爭相使用第

29 In Ukraine: “Russian BUK-M2 Air Defense System Obliterated by Bayraktar TB2 Drone,” Funker530, March 2022, <https://funker530.com/video/russian-buk-m2-air-defense-system-obliterated-by-bayraktar-tb2-drone/>. In Nagorno-Karabakh: Azerbaijan Ministry of Defense (@wwwmodgovaz), “#Enemy’s combat ready anti-#aircraft #missile systems were destroyed,” Twitter, 10 October 2020, 10:07 a. m., <https://twitter.com/wwwmodgovaz/status/1314945583870816257>.

30 “Российский дрон «Ланцет» уничтожил в зоне спецоперации американский ЗПК Avenger” [Russian drone “Lancet” destroyed the American Avenger air defense system in the special operation zone], RT, 7 May 2023, <https://russian.rt.com/ussr/news/1145579-lancet-zrk-avenger>; “Lancet Kamikaze Drone Hits Ukrainian AN/TWQ-1 Avenger,” Funker530, 7 May 2023, <https://funker530.com/video/lancet-kamikaze-drone-hits-ukrainian-antwq-1-avenger/>.

一至三類商用無人機顯示，反小型無人機的需求不斷攀升，而參戰雙方更加緊為部隊配備反小型無人機的武器。³¹即使目前防空飛彈系統可有效攔截小型無人機（事實並非如此），但由於數量眾多、造價低廉、易於使用，以及在戰術層級日益普及，這意味著軍方須在單位內廣泛部署反小型無人機之能力。從作戰功能的觀點而言，這將涉及火力與防護兩項議題。³²

What does this mean for air defense and protection against sUAS? First, there is little doubt that modern militaries will require more air defense. As Group 4 and 5 UAS like the TB-2 increase in quantity and capability, militaries will need more C-UAS AMD systems to deny those systems airspace and, ideally, intercept and destroy them. AMD and the fires warfighting function, including incorporating nonlethal fires via electronic warfare capabilities, are best suited to counter Group 4 and 5 UAS. Indeed, Russia has reportedly vastly improved its ability to counter Ukraine's TB-2s, incorporating electronic warfare capabilities alongside traditional air defense systems to relegate the TB-2s to reconnaissance duties safely away from potential intercept.³³

這對反小型無人機的防空與防護系統具有何意義？第一，毫無疑問的是，現代軍隊將需要更多的防空系統，像是 **TB-2** 這種第四至五類無人機不斷在數量上增加與能力上強化，這意味著軍方將需要更多反無人機防空系統，以阻止無人機進入領空，並在理想情況下進行攔截和摧毀。防空飛彈系統與火力打擊功能，包含納入電子戰的非致命火力能力，這些最適合用來反制第四至五類無人機，誠如報導指出，俄羅斯已大幅提升反制烏克蘭 **TB-2** 無人機的能力，將傳統防空系統與電子戰能力相結合，讓 **TB-2** 無人機僅能在遠離攔截區之外的地方執行偵察任務。³³

Second, there is also an urgent need for a robust C-sUAS capability that can detect, identify, respond to (including engagement), and report the enemy sUAS, with the aim of negating the effects of the enemy's sUAS.³⁴ The current radars and weapon systems that most militaries, including the United States, rely upon were designed and maintained with a counter-aircraft mission, adept at detecting and destroying fighters, bombers, and helicopters, not small, slow

31 "Ukraine's Anti-Drone Rifle Takes Aim at Russian UAVs," Radio Free Europe/Radio Liberty, 23 June 2022, <https://www.rferl.org/a/ukraine-anti-drone-gun-russia-war/31912255.html>.

32 Glenn A. Henke, "Once More Unto the Breach: Air Defense Artillery Support to Maneuver Forces in Large-Scale Combat Operations," *Military Review* 103, no. 2 (March-April 2023): 74–75.

33 Alia Shoaib, "Bayraktar TB2 Drones Were Hailed as Ukraine's Savior and the Future of Warfare. A Year Later, They've Practically Disappeared," *Insider*, 28 May 2023, <https://www.businessinsider.com/turkeys-bayraktar-tb2-drones-ineffective-ukraine-war-2023-5>.

UAS. While the United States and other modern militaries possess capable C-sUAS systems such as M-LIDS and various “drone buster” guns, these systems must be available organically—not as a just-before-deployment attachment or fielding—for maneuver and support units alike. Just as all units can receive and deploy with antiarmor systems like the AT-4, or formerly deployed to Iraq and Afghanistan with counter-improvised explosive device systems, all units require a short-range C-sUAS capability to at least defend against Group 1–3.³⁵ Most importantly, they need this capability *now*. The next fight, whoever it is against, will see widespread use of sUAS by our adversary.

第二，單位目前迫切需要一個健全的反小型無人機能力，用以偵測、識別、應變（包含接戰），以及報告敵小型無人機位置，以利抵銷敵小型無人機所帶來的影響。³⁴當前包含美國在內的大多數軍隊，所使用雷達與武器系統之設計與運作，主要是針對飛機這種目標物，擅長偵測並摧毀戰機、轟炸機及直升機，而不是小型、慢速的無人機。雖然美國和其他現代國家軍隊擁有反小型無人機能力，諸如低機動型載具整體防禦系統及像「無人機剋星」一樣的各式干擾槍，但這些系統必須為建制部隊所運用（不是只作為部署前的展示裝備），尤其是戰鬥部隊與支援單位更應如此。誠如所有單位都配備 **AT-4** 反戰車火箭筒這種武器裝備，或是先前在伊拉克與阿富汗戰場普遍使用的反應急爆炸裝置，同樣道理，可以用來反制第一至三類無人機的短程反小型無人機武器，也應配備至各單位。³⁵重要的是，部隊「現在」就需要這種能力，無論下一場戰爭面對的是誰，敵人都將大量使用小型無人機系統。

Third, units must train with UAS, including Group 1–3, in mind. Tactics thought to be left to the history books—air guards, react-to-air attack, using small arms to fire at aircraft—need to return and adapt to the C-UAS fight.³⁶ Even if units cannot train with an air defense unit directly, trainers can provide their opposing forces with sUAS to conduct RISTA operations against the training audience. They can even rig them to drop foam Nerf footballs or tennis balls to mimic current battlefield tactics. And while these changes will come at a financial cost, they cannot exist solely at combat training centers.³⁷ Adversary UAS need to be incorporated into regular field training exercises, combined live-fire exercises, command post exercises, convoy

34 ATP 3-01.81, Counter-Unmanned Aircraft Systems Techniques, para. 1-11.

35 Kyle Rempfer, “Drones Are Biggest Tactical Concern Since the Rise of IEDs in Iraq, CENTCOM Boss Says,” Army Times, 8 February 2021, <https://www.armytimes.com/news/your-army/2021/02/08/drones-are-biggest-tactical-concern-since-ieds-rose-in-iraq-four-star-says/>.

training, small-unit training, and more.

第三，單位須將第一至三類無人機系統納入訓練科目，而且曾被認為已是歷史的戰術，諸如空中護衛、空中攻擊反應及使用輕兵器對飛行器射擊等都應重新回歸至反無人機作戰的計畫作為。³⁶雖然部隊無法直接與防空單位共同訓練，但可以在訓練科目中納入假想敵無人機從事情、監、偵、獲活動，讓受訓人員體驗可能的戰場情景，甚或將無人機偽裝成橄欖球或網球外型，以模擬當前戰場的敵戰術行為，這些作為不能僅由戰鬥訓練中心來做，各單位都應付出這種訓練經費的成本。³⁷敵無人機想定也應納入常規野戰訓練演習中，如聯合實彈演習、指揮所演習、護衛訓練及小部隊訓練等。

The question quickly arises: How best to address these shortcomings? There are a variety of options available to policymakers and planners. The Army's current approach to counter armored threats provides a possible framework with multiple options. Ground forces could field C-sUAS weapons systems directly to lower-echelon units, just as we currently do with AT-4s and did for counter-improvised explosive devices in Iraq and Afghanistan. After Russia's illegal annexation of Crimea and support for separatists in eastern Ukraine in 2014, the Army began the Additional Skill Identifier A5 program, training infantry soldiers on the Stinger platform. One option is to expand this program or make such training standard, just like AT-4s, or supplement the current Additional Skill Identifier A5 program with additional C-UAS training and equipment.

接下來會浮現的一個問題是：如何有效解決防空系統在面對無人機時的缺陷？其實有各種不同選項供決策者或計畫人員採納。其中之一是讓地面基層部隊配備反小型無人機武器，這種作法類似於美陸軍在應對戰甲車威脅時所採取的眾多選項之一，讓基層配備 **AT-4** 反戰車火箭筒，也類似於先前在伊拉克與阿富汗戰場，部隊普遍使用的反應急爆炸裝置。在 2014 年俄羅斯非法併吞克里米亞並支持烏東分離主義者之後，美陸軍著手發展「附加技能識別項目 **A5**」計畫，旨在訓練步兵使用刺針飛彈，這個計畫擴大衍生之後也能成為解決缺陷的另一個選項，例如像 **AT-4** 作法一樣將反無人機的訓練標準化，或是在該計畫內額外增列反無人機系統的訓練與裝備等各項子計畫。

36 Ibid.; Andrew E. Kramer, "We Heard It, We Saw It, Then We Opened Fire," New York Times, 23 October 2022, <https://www.nytimes.com/2022/10/23/world/europe/ukraine-russia-drones-iran.html>; Henke, "Once More Unto the Breach," 74; ATP 3-01.81, Counter-Unmanned Aircraft Systems Techniques, Appendix A.

37 ATP 3-01.81, Counter-Unmanned Aircraft Systems Techniques, fig. A-1.

There is also an option to add a separate SHORAD/C-sUAS element to units organically. This would prevent haggling over command and support relationships and reduce demand for AMD/C-sUAS resources when, as is the current doctrine, U.S. SHORAD battalions are “potentially” distributed to Army divisions, not organically a part of the maneuver units.³⁸ An element organic to maneuver units could be a new type of SHORAD battery, minimally reliant on integration with other air defense sensors and shooters, in each brigade combat team, perhaps within the brigade engineer battalion. This battery might consist of a platoon of sensors, a C-sUAS platoon with electronic warfare weapons systems to counter Group 1–3, and a typical SHORAD platoon with weapons like the Stinger missile in MANPADS configuration to counter aircraft and Group 4 and 5 UAS.

為建制單位增設獨立的短程防空與反小型無人機系統也是一種可行選項，其好處不僅可以防止指揮與支援關係的爭論，而且也能減少對防空飛彈防禦與反小型無人機系統之需求，因為依現行美軍準則指導，美軍短程防空營可能會配屬至師底下，而不是成為戰鬥部隊的一個建制單位。³⁸若在戰鬥部隊增設一個新式的短程防空連，可以減少須依賴其他的防空偵打一體系統，或許可以考量在旅級戰鬥隊編制的旅工兵營內增設，這個連可以編制一個偵測排、一個反小型無人機排（配備電子戰武器系統來反制第一至三類無人機）、一個典型的短程防空排（配備如人攜肩射式構型的刺針飛彈，以反制飛行器或第四至五類無人機）。

Or, again looking to the example of antiarmor capabilities within maneuver units, every maneuver battalion could include a platoon within the battalion headquarters and headquarters company or weapons company dedicated to C-UAS, perhaps with two squads for C-sUAS and one squad of traditional SHORAD. After many decades of risk-averse air defense, the increased risk of decentralized air defense shooters is necessary in this emerging world of UAS. The Army could look to how Air Force tactical air control parties, embedded in Army maneuver forces, receive a tactical air picture as inspiration for how to integrate the necessary SHORAD/C-UAS capabilities in maneuver forces into the joint AMD fight. Whether this hypothetical C-UAS element resides organically at the battalion, brigade, or division level, with or without a C-UAS weapons system fielded directly to frontline personnel, or a mix of all of these, the key takeaway is that maneuver units need C-UAS organically and in

38 ATP 3-91, Division Operations (Washington, DC: U.S. GPO, October 2014), para. 1-11, 1-44, 1-52.

adequate numbers to defend their battlespace independent of external support. Better minds can determine the precise form of the solution—the *immediate* need, however, is all too apparent.

至於在戰鬥部隊的反裝甲能力運用方面，各個戰鬥營可以在營部、營部連或兵器連內增設一個排，用於執行反小型無人機任務，這個排的其中兩個班負責反小型無人機，另一個班負責傳統的短程防空防禦。美軍在數十年時間內防空系統都是處於低風險接戰模式，未來在面對新興無人機戰場時，分散式防空打擊的風險必然增加。美陸軍可以借鑑空軍戰術空中管制組編配於陸軍戰鬥部隊，從而獲得空中戰術圖像的作法，同樣道理，我們也可以將戰鬥部隊的短程防空與反無人機能力整合至聯合防空飛彈防禦的作戰計畫中。無論這個增設的反無人機單位是否能編制於營、旅或師，又是否能直接提供前線人員反無人機武器，還是兩者都能並行，其關鍵在於戰鬥部隊需要編制內的反無人機能力，以利在毋須靠外部支援下防衛自身作戰責任區。雖然反覆思考是為做出更佳解決方案，但這種「立即性」需求應無法再等待了。

Whatever the solutions, a few principles are evident, principles that the Joint Counter-Small Unmanned Aircraft Systems Office may consider in their strategies, particularly when updating the Department of Defense C-sUAS strategy that has not been updated since January 2021 despite the stream of lessons from Nagorno-Karabakh and Ukraine.³⁹ As mentioned, we need more air defense force protection assets, better equipped for C-UAS and specifically C-sUAS, dispersed to the lowest level, organic to maneuver and nonmaneuver units alike, and with more integrated and accountable training. The large-scale drone fight is already here; our ground forces need the equipment, knowledge, and training to counter and survive it.

無論解決方案為何，但有一些原則是顯而易見，這些是「聯合反小型無人機系統辦公室」在擬定策略時應納入考量，尤其是應著手更新美國國防部反小型無人機策略，因為該策略自 2021 年 1 月頒布以來尚未更新，但此期間已出現來自納卡衝突與烏俄戰爭兩場戰事的諸多經驗教訓。³⁹如前文所述，我們需要更多的防空兵火力系統，也就是更適合用於反無人機（尤其是小型無人機）的裝備，並將之配備至各個基層單位，成為戰鬥與非戰鬥的編制武器，同時進行更多整體可靠性訓練。大規模無人機作戰時代已然來臨，地面部隊需要無人機裝備、知識和

39 U.S. Department of Defense, Counter-Small Unmanned Aircraft Systems Strategy (Washington, D C: U.S. Department of Defense, 7 January 2021), <https://media.defense.gov/2021/Jan/07/2002561080/-1/-1/1/DEPARTMENT-OF-DEFENSE-COUNTER-SMALL-UNMANNED-AIRCRAFT-SYSTEMS-STRATEGY.PDF>.

訓練，才能在這個戰場下生存並有效制敵。

Conclusion

The wars of Nagorno-Karabakh and Ukraine show us the present and the future of UAS warfare. Whether it is the employment of Group 4 and 5 UAS like the TB-2 Bayraktar or ingeniously adapting and rigging commercial off-the-shelf sUAS for RISTA and offensive capabilities, the wars show that any potential adversary, and the United States itself, can and should rapidly acquire and employ such UAS. These drones have reshaped the battlefield, reshaped the information fight, and obviated or revealed gaps in older air defense systems. It has ushered in new urgency to a latent shortcoming in the U.S. Army and Department of Defense-wide—its C-UAS capability.

結論

納卡衝突與烏俄戰爭兩場戰事向世人展示無人機戰爭之現在與未來。無論是像 TB-2 這種第四至五類的無人機運用，或是巧妙改裝商規現貨無人機並用於情、監、偵、獲及攻擊，戰爭都表明不管是美國或是任何潛在敵人，都可以也應該迅速獲得並部署無人機系統。無人機已重塑戰場型態、改變資訊戰的運用方式，以及暴露老舊防空系統的缺陷，這不僅為美陸軍也為整個美軍帶來新的急迫性，即反無人機當前的潛在缺陷。⁴⁰

Just as the United States and allied ground forces should seek to distribute the benefits of small RISTA UAS to all units at low-level echelons, they must also rapidly add, improve, and integrate C-UAS force protection capabilities with all units down to the tactical-unit level. Failure to do so before the next conflict, whomever it may be against, will lead to public embarrassment in the information domain, tactical losses of materiel and personnel, and lost opportunities in the offense. Domination of the skies will not just depend on advanced fifth-generation aircraft—it will require the Group 1–3 quadcopters and C-sUAS weapons we are seeing proven on the battlefield every day in Nagorno-Karabakh and Ukraine.

誠如美國和盟邦地面部隊不斷致力於將具情、監、偵、獲等優勢能力的小型無人機配屬至基層部隊，他們還必須不斷持續精進，將反無人機兵火力整合至戰術層級的各個單位。在下一場衝突來臨之前，無論是與誰作戰，如未能做到這點，將在資訊宣傳領域喪失公共形象、面臨人裝的戰術損失，以及在攻勢中喪失先

40 John R. Hoehn and Kelley M. Sayler, Department of Defense Counter-Unmanned Aircraft Systems (Washington, DC: U.S. Congressional Research Service, 17 April 2023), <https://crsreports.congress.gov/product/pdf/IF/IF11426>.

機。美軍不能僅依賴第五代戰機來確保制空權，還需要在納卡衝突與烏俄戰爭中所見漫天飛行的第一至三類小型無人機。

譯後語

無人機與反無人機已成為當代戰場不可或缺之作戰工具，近期納卡衝突與烏俄戰爭兩場戰事正是最佳例證，本文從組織編制、武器配屬、教育訓練及戰略文件修訂等面向提出精進無人機與反無人機建議，國軍相關單位應將這些建議列入參考。世界各國已對無人機系統運用投入更多投資與關注，因為其已在各場戰事上經證明為不對稱戰力之一，更是世界軍事發展的一股趨勢，我國有能力也應持續強化無人機系統的運用與部署，相關成果已有騰雲、劍翔、銳鳶 I 型等無人機系統，並於 2022 年起交付陸軍戰術型近程無人機。

該型無人機提供國軍地面部隊高空偵察能力、即時獲取戰場情資與偵蒐敵軍部署、觀測火力效果並做數據修正，更重要的是，還可將戰場資訊整合傳送至指揮所，作為指揮官即時下達與修正作戰決策的依據。至於在反無人機方面國防部已擬定「遙控無人機防禦系統計畫」，編列經費為三軍籌購無人機防禦系統和干擾槍，以因應營區上空來路不明或共軍在外離島的無人機襲擾。鑒此，部隊在接裝後應妥善規劃人員的教育訓練、裝備維保與妥善率及飛行操作證照取得，才能讓無人機與反無人機系統發揮最大效能。

值得注意的是，單靠無人機的作戰效能仍有其限度，無人機若能與其他作戰職能整合，如三軍短程防空系統、資通電軍偵蒐及干擾系統、雷達情資整合後的共同作戰圖像等，才能成為戰力倍增器。⁴¹此外，在烏俄戰爭最新無人機發展趨勢上，烏克蘭國家安全局指出，烏國已派出網路作戰人員，部署在戰區前線，整合駭客、無人機、人工智慧（AI），用以強化前線攻防能量來對抗俄軍威脅。⁴²由此可見，無人機與各個作戰職能的搭配將成為未來戰場趨勢，這種趨勢是國軍未來在規劃無人機中長期戰略時應列入考量。

作者簡介

約瑟夫·丹楚克（別名「保羅」）上尉為紐約州陸軍國民兵 27 步兵旅級戰鬥隊旅部連連長，他兵科專長為防空砲兵官，海軍先進戰鬥機武器學校愛國者班隊結訓、防空砲兵射控軍官班。

譯者簡介

劉宗翰陸軍中校，國防大學管理學院 93 年班，政治大學外交系戰略所碩士；現服務於國防部政務辦公室史政編譯處，曾任《國防譯粹》月刊主編。

41 林俊賢，〈從一、二類無人機威脅談野戰防空之應處〉，《砲兵季刊》，第 197 期，2022 年 6 月，頁 62。

42 王光磊，〈烏整合駭客、無人機、AI 強化攻防〉，青年日報，2023 年 9 月 7 日，<https://www.ydn.com.tw/news/newsInsidePage?chapterID=1613318&type=universal>

陸軍《砲兵季刊》徵稿簡則

- 一、**刊物宗旨**：本刊定位為野戰砲兵及野戰防空專業論壇，採季刊方式發行，屬政府出版品，供專家學者及現、備役官兵發表及傳播火力領域專業知識，並譯介國際砲兵新知，歡迎各界賜稿及提供消息。
- 二、**發行及徵稿**：本刊為季刊，每年 3、6、9、12 月之 30 日各出版電子形式期刊，每期有一主題為徵稿核心，但一般論述性質著作仍歡迎投稿，每期出版前 3 個月截稿，稿件並送聯審，通過程序審查才予刊登。
- 三、**審查制度**：本刊採雙向匿名審查制度，學術論文委託本部各教學組長審理，審查結果分成審查通過、修改後刊登、修改後再審、恕不刊登等 4 項，審查後將書面意見送交投稿人，進行相關修訂及複審作業。
- 四、**投稿字數**：以一萬字為限，於第一頁載明題目、作者、提要、關鍵詞，註釋採逐頁註釋，相關說明詳閱文後（撰寫說明、註釋體例）。
- 五、**收稿聲明**：來稿以未曾發表之文章為限，同稿請勿兩投，如引用他人之文章或影像，請參閱著作權相關規定，取得相關授權，來稿如有抄襲等侵權行為，投稿者應負相關法律責任。
- 六、**著作權法**：投稿本刊者，作者擁有著作人格權，本刊擁有著作財產權，凡任何人任何目的轉載，須事先徵得同意或註明引用自本刊。
- 七、**文稿編輯權**：本刊對於來稿之文字有刪改權，如不願刪改者，請於來稿註明，無法刊登之稿件將儘速奉還；稿費依「中央政府各機關學校出席費及稿費支給要點」給付每千字 1,100 至 1,600 元，全文額度計算以每期預算彈性調整。
- 八、**授權運用**：文稿一經刊載，同意《砲兵季刊》採用創用 CC 「姓名標示-非商業性-相同方式分享」3.0 版臺灣授權條款，授權予不特定之公眾利用本著作，授權機制如下：
 - （一）姓名標示：利用人需按照《砲兵季刊》指定方式，標示著作人姓名。
 - （二）非商業性：利用人不得為商業目的而利用本著作。
 - （三）相同方式分享：若利用人將他人著作改變、轉變或改作成衍生著作，必須採用與本著作相同或相似、相容的授權條款、方式，始得散布該衍生著作。

授權條款詳見：<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/3.0/tw/>

九、**投稿人資料**：稿末註明投稿人服務單位、級職、姓名、連絡電話及通訊地址。

十、**特別聲明**：依監察院 103 年 6 月 19 日院台外字第 1032030072 號糾正案，政府對「我國國號及對中國大陸稱呼」相關規定如次。

（一）我國國名為「中華民國」，各類政府出版品提及我國名均應使用正式國名。

（二）依「我國在國際場合（外交活動、國際會議）使用名稱優先順位簡表」規定，稱呼大陸地區使用「中國大陸」及「中共」等名稱。

十一、**電子期刊下載點**

（一）國防部全球資訊網（民網）

<http://www.mnd.gov.tw/PublishMPPeriodical.aspx?title=%E8%BB%8D%E4%BA%8B%E5%88%8A%E7%A9&id=14>

（二）GPI 政府出版品資訊網（民網）

<http://gpi.culture.tw>

（三）國家圖書館

<https://tpl.ncl.edu.tw>

（四）國立公共資訊圖書館（民網）

<https://ebook.nlpi.edu.tw/>

（五）HyRead 臺灣全文資料庫（民網）

<https://www.hyread.com.tw>

（六）陸軍軍事資料庫（軍網）

<http://mdb.army.mil.tw/>

（七）陸軍砲兵訓練指揮部「砲兵軍事資料庫」（軍網→砲訓部首頁）

<http://web.aams.edu.mil.tw/dep/lib/砲兵軍事準則資料庫/WebSite1/counter.aspx>

十二、**投稿方式**：郵寄「710 台南市永康區中山南路 363 號砲兵季刊社－張晉銘主編收」，電話 934325－6（軍線）06-2313985（民線），電子檔寄「cjm8493@webmail.mil.tw」（軍網）、「cjm8493@gmail.com」（民網）「army_aatc@mail.mil.tw」（民網）。

撰寫說明

- 一、稿件格式為：提要、前言、本文、結論。
- 二、來稿力求精簡，字數以 10,000 字以內為原則，提要約 400 字。
- 三、格式範列如次：

題目

作者：○○○少校

提要 (3-5 段)

- 一、
- 二、
- 三、

關鍵詞：(3-5 個)

前言

○○○○○○○○○○○○○○○○○○○○○○○○○○○○○○
○○○○○○○○○○○○○○○○○○○○○○○○○○○○○○

標題 (新細明體 14、粗黑)

一、次標題 (新細明體 14、粗黑)

○○ (內文：新細明體 14、固定行高 21)
○○○○○○○○○○○○○○○○○○○○○○○○○○○○○○
(一)○○○○○○○○○○○○○○○○○○○○○○○○○○○○○○
1.○○○○○○○○○○○○○○○○○○○○○○○○○○○○○○
(1)○○○○○○○○○○○○○○○○○○○○○○○○○○○○○○
A.○○○○○○○，¹○○○○○○○○○。²
(A)○○○○○○○○○○○○○○○○○○○○○○○○○○○○○○

標題

標題

結語與建議

○○○○○○○○○○○○○○○○○○○○○○○○○○○○○○
○○○○○○○○○○○○○○○○○○○○○○○○○○○○○○

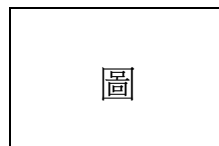
參考文獻 (至少 10 條)

作者簡介

注意事項：

- 版面設定：A4 紙張縱向、橫打，上下左右邊界各 2 公分。
- 中文為新細明體字型、英文及數字為 Arial 字型。
- 題目：新細明體 18、粗黑、居中。
- 作者、提要、前言、結論等大標題為新細明體 14、粗黑。
- 內文：新細明體 14、固定行高 21。
- 英文原文及縮寫法：中文譯名 (英文原文，縮語)，例：全球定位系統 (Global Position System, GPS)。
- 圖片 (表) 說明格式及資料來源：以註譯體例撰寫或作者繪製。標題位置採圖下表上。

表一 ○○○○



圖



表

圖一 ○○○○

資料來源：○○○○

資料來源：○○○○

- 註釋 (採隨頁註釋，全文至少 10 個)：本文中包含專有名詞、節錄、節譯、引述等文句之引用，請在該文句標點符號後以 Word/插入/參照/註腳方式，詳列出處內容，以示負責。

此編號為「註釋」標註方式。

凡引用任何資料須以 Word “插入/參照/註腳” (Word2007 “參考資料/插入註腳”) 隨頁註方式註明出處。

註釋體例

註釋依其性質，可分為以下兩種：

一、說明註：為解釋或補充正文用，在使讀者獲致更深入的瞭解，作者可依實際需要撰寫。

二、出處註：為註明徵引資料來源用，以確實詳盡為原則。其撰寫格式如下：

（一）書籍：

- 1.中文書籍：作者姓名，《書名》（出版地：出版社，民國/西元x年x月），頁x～x。
- 2.若為再版書：作者姓名，《書名》，再版（出版地：出版者，民國/西元x年x月），頁x～x。
- 3.若為抄自他人著作中的註釋：「轉引自」作者姓名，《書名》（出版地：出版者，民國/西元x年x月），頁x～x。
- 4.西文書籍：Author' s full name, Complete title of the book (Place of publication: publisher, Year), P.x or PP.x～x.

（二）論文：

- 1.中文：作者姓名，〈篇名〉《雜誌名稱》（出版地），第x卷第x期，出版社，民國/西元x年x月，頁x～x。
- 2.西文：Author' s full name, "Title of the article," Name of the Journal (Place of publication), Vol.x, No.x(Year), P.x or PP.x-x.

（三）報刊：

- 1.中文：作者姓名，〈篇名〉《報刊名稱》（出版地），民國x年x月x日，版x。
- 2.西文：Author' full name, "Title of the article," Name of the Newspaper (Place of publication), Date, P.x or PP.x-x.

（四）網路：

作者姓名（或單位名稱），〈篇名〉，網址，上網查詢日期。

三、第1次引註須註明來源之完整資料(如上)；第2次以後之引註有兩種格式：

（一）作者姓名，《書刊名稱》(或〈篇名〉，或特別註明之「簡稱」)，頁x～x；如全文中僅引該作者之一種作品，則可更為簡略作者姓名，前揭書(或前引文)，頁x～x。(西文作品第2次引註原則與此同)。

（二）同註x，頁x～x。

著作授權書及機密資訊聲明

- 一、本人_____（若為共同創作時，請同時填載）保證所著作之「_____」（含圖片及表格）為本人所創作或合理使用他人著作，且未以任何形式出版、投稿及發表於其他刊物或研討會，並同意著作財產權於文章刊載後無償歸屬陸軍砲訓部(下稱貴部)所有，且全權授予貴部將文稿進行重製及以電子形式透過網際網路或其他公開傳輸方式，提供讀者檢索、下載、傳輸、列印使用。
- 二、著作權及學術倫理聲明：本人所撰文章，凡有引用他人著作內容者，均已明確加註並載明出處，絕無剽竊、抄襲或侵害第三人著作權之情事；如有違反，應對侵害他人著作權情事負損害賠償責任，並於他人指控貴部侵害著作權時，負協助貴部訴訟之義務，對貴部因此肇致之損害並負賠償責任。
- 三、文稿一經刊載，同意《砲兵季刊》採用創用 CC 「姓名標示-非商業性-相同方式分享」3.0 版臺灣授權條款，授權予不特定之公眾利用本著作，授權機制如下：
- （一）姓名標示：利用人需按照《砲兵季刊》指定方式，標示著作人姓名。
- （二）非商業性：利用人不得為商業目的而利用本著作。
- （三）相同方式分享：若利用人將他人著作改變、轉變或改作成衍生著作，必須採用與本著作相同或相似、相容的授權條款、方式，始得散布該衍生著作。
- 授權條款詳見：<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/3.0/tw/>
- 四、刊登內容業經撰稿人校閱，均符合國家機密保護法規範，且未涉及機密資訊，如有違反規定，本人自負法律責任。
- 五、囿於發行預算限制及相關法令規範，同意依實際獲得預算額度彈性調整稿費計算標準（上限以一萬字為基準彈性調整）。

六、授權人（即本人）：_____（親簽及蓋章）

身分證字號：

連絡電話：

住址：

中華民國

年

月

日

陸軍關渡地區 指揮部



ISSN 2221-0806



GPN 4810400164 定價：非賣品