

防衛作戰創新與精進－以陸軍野戰防空通資鏈結為例

作者：陳文質

提要

- 一、共軍近年特別強調於複雜電磁環境下作戰演練，戰時可對我實施電子干擾，癱瘓我指揮管制及資訊通信能力。另外，近年加強發展配備於定翼機、直升機和無人機上之機載電子戰裝備，並陸續換裝新式戰機、防空飛彈等主戰裝備，火箭軍持續對臺部署飛彈，重點提升遠程投射力量，規劃完備攻臺可恃戰力。
- 二、筆者觀察野戰防空指管通資能量，主要範圍為有、無線電系統（無線寬頻通信機）及防情顯示器等通資鏈結狀況，並提出個人見解，例如有無線電、防情顯示器資訊鏈結、營連間通資指管能量、通資幹部晉任及經驗傳承、機動電子偽冒欺敵、整合防空戰術共同圖像、反制無人機攻擊能力等議題；筆者同時也適切提出創新精進作為，例如無線電整體規劃、防情顯示器資訊鏈結措施、增加營連間防空通資指管、提升編缺傳承專業、配賦機動電子偽冒欺敵設施、迅安系統空情圖像納入野戰防空、具備反制無人機攻擊能力等項目，使得通資鏈結規劃完善，確保野戰防空作戰順遂。
- 三、未來野戰防空任務成功與否，通資鏈結順暢實為作戰成敗關鍵，尤其是中共發展迅速，目前列裝之各式新型戰鬥機、巡弋飛彈及無人飛行載具，均具備快速、精準及匿蹤等能力，對我野戰防空威脅甚大，故在時間緊迫、戰況緊急下，通資鏈結能否提供穩定及安全的防空指管，其重要性更是有增無減。因此，在創新作為方面，筆者提出建立野戰防空智慧雲、有無線電語音整合、建構「網狀化作戰」成為現在作戰新型態、發展量子通訊及雷達、籌建反匿蹤雷達及多樣式通資系統防空指管車、落實電子戰訓練、轉用民間行動寬頻通信能量、防空預警情資網路化等八項建議作法。

關鍵詞：複雜電磁環境、無線寬頻通信機、防情顯示器、智慧雲、網狀化作戰、量子通訊及雷達、反匿蹤雷達、反制無人機

前言

通資支援是以達成野戰防空情報傳遞、射擊指管、空域管制及勤務等工作需求為目的，運用戰術區域通信系統、有線電、野戰無線電網路、防情顯示系統及無線寬頻通信機等通資設備，對上與空中管制中心（JAOC/ACC）及作戰區防空作戰中心（TAAOC）構連，對下掌握地區防空作戰中心（AAOC）及連指揮所（CP），以獲得空中情資及管制命令，掌握即時空情，適時下達作戰命令至各射擊單位，確保早期預警之效益，以利遂行野戰防空作戰任務。雖有眾多通資

系統設置，在執行野戰防空任務時，仍存在諸多值得探討的議題，如有線電規劃、無線電網路、防情顯示器機動載台、營連間通資手段等因素，均影響野戰防空任務遂行。

因此，筆者研究動機係以野戰防空為例，探討陸軍指管通資鏈結創新與精進作為，期望未來野戰防空提升整體指管效能；另外，本研究資料蒐集以準則、期刊及網路為主，雖參考依據不多，惟研究著重於個人專研野戰防空通資系統實務見解及經驗分享，冀望能精進野戰防空指管通資鏈結效能。

敵情威脅

共軍近年特別強調複雜電磁環境作戰演練，戰時可對我實施電子干擾，癱瘓我指揮管制及資訊通信能力。近年來加強發展配備於定翼機、直升機和無人機上之機載電子戰裝備；加速研製電磁脈衝彈等電磁攻擊武器；積極研發低頻電磁脈衝、動能攔截器等創新概念武器，以搶先奪取戰場制電磁權，發揮主動攻勢作戰效能，並陸續換裝新式戰機、防空飛彈等主戰裝備，火箭軍持續對臺部署飛彈，並重點提升遠程投射力量，規劃完備攻臺可恃戰力。影響我野戰防空任務之各類型裝備概述如次。¹

（一）巡弋飛彈：目前中共已經完成 600 至 2,500 里巡弋飛彈的研製，主要型號為鴻鳥、鷹擊及東海系列，數量約 200 餘枚。依據美國智庫蘭德公司的評估，共軍犯臺需要 60 至 200 枚導彈（彈道飛彈及巡弋飛彈）以制壓我機場、防空陣地及監偵設施，創造一個安全的空中環境，讓空中兵力可以對我其他設施實施精準打擊及地面轟炸。²另東風 11（DF-11）及東風 15（DF-15）短程彈道風彈，³亦能對我重要防空設施實施精準攻擊。中共 2019 年國慶展示 DF-17 彈道巡航導彈，他可以用於攻擊艦船目標及地面目標。⁴

（二）定翼機：共軍空軍及海軍擁有約 2,000 架餘各型作戰機，包含空防及多功能戰機、地面攻擊機、戰轟機、轟炸機，另有約 1,500 架舊型戰機、轟炸機、訓練機作為訓練及研發用途；此外擁有數量眾多運輸機及監偵機，具備情報、地面搜索及空中早期預警等能力，或在不須空中加油情形下，即可對臺進行軍事作戰任務之戰轟機；另外，二線飛機前進部署、降低酬載或調整任務模式等運用情形下，數量大幅增加，並可掛載空射型巡弋飛彈、電視導引、反輻射等精準導引或是傳統炸彈，足以對我實施飽和攻擊，或利用精確導引飛（炸）彈，

¹ 曹哲維，〈蜂眼短程防空系統戰備整備之研究〉《砲兵季刊》（臺南），第 179 期，陸軍砲訓部，民國 106 年 11 月，頁 57。

² 同註 1，頁 58。

³ 〈維基百科〉，<https://zh.wikipedia.org/wiki/%E4%B8%9C%E9%A3%8E-11%E7%9F%AD%E7%A8%8B%E5%BC%B9%E9%81%93%E5%AF%BC%E5%BC%B9>，檢索日期，109 年 1 月 14 日。

⁴ 平可夫，〈閱兵式的秘密武器〉《漢和防務評論月刊》（加拿大），第 181 期，漢和信息中心，2019 年 11-12 月，頁 7。

壓制、削弱我防空戰力，奪取制空權，創造爾後作戰優勢（中共現有戰機威脅能力評估表一）。⁵此外，中國航空工業集團公司成都飛機設計研究所總設計師王海峰，首次透露中共六代機的部分技術細節，並展望 2035 年將完成發展。⁶

（三）旋翼機：共軍現有直升機總量超過 700 架，屬現代化攻擊直升機的武直-10、武直-19 計有 70 架以上，可掛載反裝甲飛彈、對地火箭、機砲的多功能直升機（直-9、米-17 等）約 400 餘架，另有 200 餘架運輸直升機，作戰半徑均達 200 海浬以上，可直接飛越海峽實施「岸對岸」登陸行動，摧毀我地面部隊、奪取重要指揮所或投射兵力於我縱深地區迫使我顛倒作戰正面，癱瘓我防禦體系。⁷

（四）無人飛行載具：共軍鑑於美軍在高科技戰爭中成功運用無人飛行載具作戰經驗，陸續展開偵察、攻擊、電戰等多種型式無人飛行載具之研製與部署工作，除組建無人飛行載具於建制部隊外，亦積極向先進國家採購新式無人飛行載具。⁸中共無人機的發展 YL（翼龍）1D、YL2、YL1、雲影是 AVIC 研製主要執行圖像電子偵察、攻擊任務，CASC 集團公司 CH（彩虹）及 CASIC 生產 WJ700 及天鷹無人機系列，亦能遂行前項任務的無人機。⁹另中共 2019 年國慶展示「利劍」無人機作戰半徑 1200 公里，航程 4000 公里，內部彈艙攜帶 4 枚 500 公斤級的制導炸彈。¹⁰

表一 中共現有戰機威脅能力評估

戰機型式	數量(架)	最大速度/巡航速度(馬赫)	作戰半徑(公里)	武器裝備
殲轟7 殲7	JH-7: 90 J-7: 1000	JH-7: 1.7/0.8 J-7: 2/0.85	1,650	Kh-31A/P超音速反艦飛彈、YJ-88電視導引飛彈、YJ-91反輻射飛彈、LT-2雷射導引炸彈 雷石六型
殲8乙	200	2.2/0.83	800	Kh-31A反輻射飛彈及各式傳統炸彈
殲10	40	2.0	1,100	Kh-31A/P反輻射空對艦(地)

⁵ 同註 1，頁 58。

⁶ 王正平，〈第六代戰鬥機究竟什麼樣？訪西北工業大學航空學院王正平教授〉《兵工科技，聚焦中國六代機技術》（陝西），2019 年 4 月，頁 27。

⁷ 同註 1，頁 58-59。

⁸ 同註 1，頁 60。

⁹ 平可夫，〈閱兵式的秘密武器〉《漢和防務評論月刊》（加拿大），第 181 期，漢和信息中心，2019 年 11-12 月，頁 15。

¹⁰ 平可夫，〈中國無人機的發展 AVIC 的無人機〉《漢和防務評論月刊》（加拿大），第 174 期，漢和信息中心，2019 年 4 月，頁 32-36。

				飛彈
蘇愷27	140	2.35/1.14	1,500	AA-12主動導引 空對空飛彈、對地攻擊炸彈
蘇愷30	72	2.35/1.14	1,600	Kh-31P反輻射飛彈、Kh-59ME電視制導飛彈、Kh-29半主動雷達導引飛彈、反跑道炸彈、電視導引炸彈數枚
蘇愷35	24	2/0.95	4,000	R-60、R-27、R-73、R-77空對空導彈、Kh-15A空對艦導彈、Kh-31P反輻射飛彈、Kh-59ME電視制導飛彈、Kh-29半主動雷達導引飛彈、反跑道炸彈、電視導引炸彈數枚。
轟6	117	1.6/1.2	6,000	轟6H：YJ-63長程空對地飛彈 轟6K：Kh-55A（東海10號）空射型巡弋飛彈 轟6M：YJ-63、YJ-100空對地巡弋飛彈
強5	300	1.97/1.28	600	各式子母彈及反跑道炸彈
殲20	約50	2.5馬赫	2000	2011年底開始試飛，據推測可掛載PL-10、PL-15及PL-21空對空飛彈

資料來源：曹哲維，〈蜂眼短程防空系統戰備整備之研究〉《砲兵季刊》（臺南），第 179 期，陸軍砲訓部，民國 106 年 11 月，頁 59。

野戰防空指管通資能量

野戰防空通資支援以達成防空情報傳遞、射擊指揮管制、空域管制及勤務支援等通資需求為目的，通常綜合運用戰術區域通信系統、有線電、野戰無線電網路及防情顯示系統等通資手段，構成通資網路，並優先支援防空情報傳遞、射擊指揮及空域管制，其次支援戰術指揮及勤務支援，如圖一野戰防空部隊通資網路架構示意圖。現就有、無線電及資訊鏈結方面探討野戰防空指管通資現況與檢討。

一、有線電系統

野戰防空部隊有線電通信，首應建立防空情報傳遞及作戰管制與射擊管制線路；作戰及射擊管制線路均以直通線路為主，以確保野戰防空指管命令暢通。有線電裝備主要使用野戰式交換機及野戰話機，開設野戰防空營地區防空作戰中心及連指揮所軍線、會談及直通電話，提供野戰防空指管有線電語音通信。

另資通電軍指揮部資訊通信聯隊資通支援大隊陸區延伸節點配屬野戰防空營級指揮所，架設非保密電話與作戰區防空作戰中心、砲指部及友軍地區防空作戰中心相互構連。

二、無線電網路

無線電通信為防空營最主要通信方法之一，應優先建立作戰管制網、射擊管制網與雷達情報網，次為空域管制網之建立，須注意與自動化系統之連線，確保系統作業之暢通；再其次為指揮網及行政網之建立、作業與維護。

三、防情顯示器資訊鏈結

以作戰區防空作戰中心（TAAOC）為各站台指揮中心，作戰區防空作戰中心將接收自空管中心（ACC）防情資料與管制命令，下達至地區防空作戰中心（AAOC）與各連指揮所（連 CP），以遂行作戰任務。各連指揮所對地區防空作戰中心執行任務確認戰果、戰耗、戰損及部隊狀況回報，各地區防空作戰中心則對各連指揮所下達命令並向作戰區防空作戰中心回報戰果、戰耗及部隊狀況回報；防空作戰中心再將戰果回報軍團（作戰區）作戰指揮中心。主要裝備包括應用伺服器、指管操控台、防毒中控軟體伺服器、投影機、雷射印表機、集線器、乙太網路保密器、路由器、數據機、網路管理系統（NMS-Network Management System）與不斷電系統（UPS）等。

精進現行野戰防空指管通資鏈結之我見

一、有線電整體規劃

（一）補足野戰線路架設人力：為確保野戰防空營連指揮所相關有線電線路暢通，營部連編制通信組及防空連作戰通信組等有線電兵建議增加，以分別負責交換中心及指揮所內部線路開設及負責營連交換機中繼線路架設及故障查修，就足以應付開設交換中心及營連間總機中繼線路、情報及管制直通線、指揮所內部局部線路等相關各式線路及話機，以確保防空射擊指揮時效。

（二）交換機異質系統介接整合：資通電軍資訊通信聯隊應先期依作戰區砲兵部隊營級交換機介接陸區延伸節點規畫局碼設定，且須與地區總機完成測通作業，連級指揮車配賦語音整合器應研改可與野戰交換機介接整合，增加通信指管彈性。另未來新式野戰交換機已將無線電機及網路納入整體構型，使得交換機與異質系統整合介接，增加各式通信手段運用彈性。

（三）戮力通信戰場經營：野戰防空部隊依年度作戰計畫應連繫原配屬陸區延伸節點組長一同召開圖上推演，針對預選陣地實施推演，所屬通信組則規畫各類線路架設作業。若遇延伸節點無法構連地點，依地區防空戰備任務需求，先期向砲兵指揮部轉呈至軍團通資組申請軍租語音及資訊電路（如戰備電路型

態)，投落至預定戰術位置，並銜接 JAOC/ACC 或 ROCC 情報及管制電路，以落實野戰防空戰場通信經營。

二、無線電網路建構

（一）結合作戰區無線電中繼台

1.作戰區無線電中繼台：為克服作戰區防空作戰中心（TAAOC）與地區防空作戰中心（AAOC）受通信距離及地形地物影響，結合作戰區通信高地開設中繼台，確保野戰防空無線電語音指管暢通，以因應野戰防空作戰任務遂行。

2.營連絡官編制通裝：依空域管制任務需求，新增連絡官通信裝備，分別對防空營及受支援防空連實施空域安全工作管制，符合實際空域指管需求。

3.營區廣設無線電通信鐵塔：為確保作戰區無線電通信品質及信號涵蓋面，規劃適切營區廣設無線電通信鐵塔至少 100 公尺高，作為各式天線架設使用。野戰防空部隊可透過這些 HF、VHF、UHF 無線電機將各類防空信號轉發至固定或機動指揮所，提供即時穩定防情資料。

（二）研改制式無線電機：寬頻無線電機是蜂眼雷達指管資訊鏈結主要通裝，偶受地形影響傳輸穩定度，故應考量研改寬頻無線電機發射電波具備繞射或穿透能力，以應付都市建築物稠密複雜環境，以利寬頻無線電機資訊鏈路鏈結穩定，野戰防空自動化傳輸順暢。另考量野戰防空部隊能接收遠距 JAOC/ACC 防空情報，可參考美軍 Harri Falcom AN/PRC-160（V）寬帶 HF/VHF 無線電機，該裝備寬帶數據速率高達 120kbps，¹¹因 HF 屬天波傳遞，通信距離至少 50 公里以上，且通信品質穩定，可滿足遠距防空情報語音及數據傳輸能力。

（三）管理頻譜：作戰區各類通信裝備所發射電磁頻譜眾多，若無整體頻譜管理可能造成相互干擾通信及雷達。基此，作戰區通資組應妥善管理頻譜，定期召集各單位業管頻率參謀綜整及審查區隔劃分各使用頻段及功率，避免重疊及干擾，確保裝備使用頻譜安全。

三、防情顯示器資訊鏈結

（一）建立主備援專線網路：因應戰場瞬息萬變，若地區防空中心依任務需求轉移、遭敵破壞或營區專線光纖電路中斷時，導致防情顯示器損壞或電路故障無法連結系統，應先規劃預置開設防空中心地點，先期完成專線電路申請、架設作業及測通，以利爾後野戰防空接戰指管任務遂行。

（二）籌建機動式載台：為符合現代野戰防空作戰需求，應積極籌建防情顯示器機動載台於中型戰術輪車或悍馬等機動車輛，作為機動遠程防空情資，其傳輸方式可結合現有機動微波載台，與地區資通電軍高山資通站台鏈節進入

¹¹ L3Harri, <http://www.harri.com./solution/harris-falcon-ii-an-prc-160v-wideband-hf-manpack-radio>, 檢索日期, 109 年 1 月 14 日。

專線網路，提供即時遠程防空情資及接收攻擊敵機指管命令，使得地區空域獲得較佳安全防護。

3.健全作戰區整體防空情資圖台：作戰區情報部門應盡速整體規劃作戰各部隊簡易遠程防空圖台，如防情副載波，能透過專門廣播電台附載防情資料，經通裝解調後顯示目前空中即時圖資，以便各部隊早期預警備妥野戰防空應處作為，以有效疏散隱蔽裝備及建立對空火網，殲滅空中來犯之敵，確保我有生戰力爾後發揚。

4.營連級編制資訊作業人員：部隊資訊作業是現在戰場必備之工具，營（連）級現行編裝表通信組（作戰通信組）均須編制資訊作業人員，使得營連資訊化鏈結所需架設之網路及參數設定能第一時間即時連線構網，達成即時防空情資傳遞。

5.單兵佩掛簡易型防情顯示器：目前雙聯裝刺針飛彈及 20 機砲班使用有、無線電接收連指揮所防情通報，再由目視方式搜尋目標實施追瞄，筆者認為可進一步提升接戰效率，將固定式防情顯示器研改成簡易型防情顯示器，使用短距離有、無線數據傳輸功能，鏈結連指揮所防空指管命令及顯示目前敵機航向、航高及航速，迅速鎖定目標待命擊落。

四、增加營連間防空通資指管

野戰防空營級建置寬頻無線電機及蜂眼雷情裝備，透過寬頻無線電機與連指揮所構聯，使得上下級相互鏈結交換各項資訊情資，以增加營連間防空通資指管手段。

五、提升編缺以利傳承專業

為考量防空單位通資幹部防空通資專業培訓不易、長留久用及經驗傳承，各單位防空部隊通信官應提升編階，以利晉任及專業能保留單位種能。

六、配賦機動電子偽冒欺敵設施

為防範野戰防空雷達遭反輻射或巡弋飛彈攻擊，運用中科院研製之角反射器反射雷達波及發射假雷達波信號源，使敵誤判為真實雷達位置，誘引空中火力攻擊假設施，以確維防空戰力保存，待機創造地區有利空中優勢防護地面部隊安全。

七、具備反制無人機攻擊能力

無人機除發射武器對敵攻擊之外，還可對飛機、指揮通信系統、地面雷達和各種電子設備實施電子干擾。¹²2017 年 10 月舉行的美國陸軍協會展，BAE 系統公司展示了以 M2A2 布雷德雷履帶裝甲車為平台的 M-SHORAD 機動短程防空

¹² 同註 14，頁 92。

項目，砲塔安裝一套「反無人機防禦系統」(AUDS, Anti-UAV Defence System)，具備電子干擾能力，可對八公里內的無人機目標，進行偵測、追蹤、識別、干擾與反制。據 2018 年美國陸軍協會展時 BAE 系統公司人員介紹，M-SHORAD 履帶野戰防空系統裝備的升級版「反無人機防禦系統」，可有效對抗無人機群集。

¹³ 另防空營連指揮所反制無人機確保防空指管設施安全，可考量反制無人機裝備現貨市場容易購得、人員攜行方便及操作簡單，因此各國軍方所研製的反制無人機多半以可攜式無人機干擾系統來因應，這類系統由於外型酷似步槍，因此一般以干擾槍來稱謂。干擾槍方便單兵使用，當發現不明無人機後，士兵或是警衛只需將干擾槍對準概略方向，射出高頻電磁波後干擾不明無人機，先一步阻斷無人機對外發送影像或是 GPS 訊號的輸出，接續再讓不明無人機失去訊號源後落地。¹⁴

創新未來作為建議

未來野戰防空成功與否，通資鏈結順暢實為作戰成敗之關鍵，尤其是中共能力日益精進，就目前列裝之各式新型戰鬥機、巡弋飛彈及無人飛行載具，以具備快速、精準及匿蹤等能力，對我野戰防空之威脅甚大，故在時間緊迫、戰況緊急時，穩定及安全之通資鏈結其重要性更是有增無減，筆者提出建議如次。

一、建立野戰防空智慧雲

近年來，人工智慧 (Artificial Intelligence, AI) 是耳熟能詳的名詞，係電腦系統透過不斷學習、感知、推理與自我修正，進而展現出具有近似人類思考邏輯與行為模式能力。¹⁵ 軍事智能化發展是未來戰爭型態，關鍵在推動大數據、人工智慧、物聯網等技術，而智慧雲端運算市容和以上技術的虛擬運算新科技，可以將敵情威脅、數據分析、兵火力部署運用等複雜演算流程作有系統、智能化處理，演算成果建議指揮者決策依據，以適應未來機動快、反應快、打擊快、轉移快戰爭場警。基此，野戰防空在防空智慧雲運作下，當對岸敵機於升空，就開始雲端運算產生各種接戰方式及武器分配，可將整體防空資源作有效率分配及執行，以避免浪費人力及武器。另積極蒐整敵各式類型飛機威脅參數建置於雷達系統內，先期偵蒐敵機判明何種型式，經過野戰防空終端電腦運算分析，迅速選定防空武器接戰，以避免人工誤判及浪費彈藥，有效精確擊毀敵機。

二、有無線電語音整合

¹³ 劉川、鄧濤，〈重建野戰短程防空能力美國陸軍 M-SHORAD 計畫〉《軍事連線》(臺北)，第 133 期，粵儒，2019 年 9 月，頁 54-55。

¹⁴ 波布蘭，〈機場無人機的防範軍事營區整體安全防護〉《全球防衛雜誌》(臺北)，第 417 期，全球防衛，2019 年 5 月，頁 13。

¹⁵ 謝游麟，〈共軍對於人工智慧 (AI) 之發展與政策建議〉《陸軍學術雙月刊》(桃園)，第 55 卷第 568 期，陸軍教準部，民國 108 年 12 月，頁 62。

目前現用無線電機主要作語音通信為主，數據傳輸及 GPS 功能則為附加功能，若能研改數據頻寬、穩定傳輸信號及 GPS 定位誤差值縮減等技術特性，使指揮管制效能與武器系統整合更趨完善，符合戰需。若能以無線電網際網路通信協定（Radio over Internet Protocol, RoIP），加以整合特高頻無線電機，以建立更彈性的無線電通信環境，將可提供快速、安全、可靠、靈活的通信能力，增加多重路徑之選擇，以便能迅速的取得戰場資訊，爭取更多的作戰反應時間，進而增強通資電戰力，提升無線電機整體效能，透過數位交換機、機動數位微波系統及陸區系統整合，更增加裝備運用彈性。

三、建構「網狀化作戰」成為現在作戰新型態

為成功遂行作戰立體化，必須在戰場空間就呈現「網狀化作戰」型態。「網狀化作戰」發展趨勢，實則賦予戰爭另一種新型的作戰方式，對作戰指揮決策，上至指揮官至戰場上的各武裝戰鬥員，在目標獲得、資訊處理、影像擷取、敵我識別，均產生重大改變。建構指、管、通、資、情、監、偵（C4ISR）系統公認為最有效之「戰力倍增器」，即在透過通資系統的整合，預先掌握敵軍部署動態，提供指揮官能即時下達作戰命令，並統合運用各項資源，及時提供作戰單位所需的兵、火力及後勤支援，所遂行之作戰。另 C4ISR 系統已新增 Combat system（戰鬥系統）、Cyber security（網路安全）及 Kill（擊殺）為 C6ISRK 系統，將戰鬥系統、網路安全及軟硬殺火力（武器）納入，使得「網狀化作戰」更具完善，運用先進資訊科技及擁有網路安全環境，將許多感測器與電腦鏈結一起，以減少指揮官下達決心的不確定性，提高戰場的透明度，並使戰場指揮層級扁平化，加速作戰決策處理時效。除此之外，「網狀化作戰」不僅是 C6ISRK 系統的整合，在作戰效率上，更是講求低成本、高效率模式。由於戰爭方式已從傳統的高投入、高耗費的「高耗型戰爭」，轉向力求以最快的速度、最低的成本達成戰略目標的「效果型戰爭」。因此，「網狀化作戰」亦是符合不對稱作戰的戰略思維。¹⁶

四、發展量子通訊及雷達

量子通訊室 1993 年美國科學家貝內特（C.H. Bennett）首先提出量子通訊理念，量子通訊的發展使得傳輸無遠弗屆，且量子的獨特性質（不可分割、不可複製）使量子傳輸具有絕佳的保密特性，從根本上解決國防、金融、商業等領域的資訊外洩問題，大幅滿足商業及軍事需求，如今量子傳輸技術以發展制遠程傳輸及密碼通訊等領域。¹⁷

¹⁶ 王清安、黃基楨，〈美軍地空作戰通資系統探討本軍地空作戰通資系統之發展〉《陸軍通資半年刊》（桃園），第 128 期，陸軍通信子資訊訓練中心，民國 106 年 9 月，頁 63。

¹⁷ 李佩蓉、何應賢，〈中共量子科技發展與軍事運用〉《海軍學術雙月刊》（左營），第 52 卷第 6 期，海軍教準部，民國 107 年 12 月 1 日，頁 110。

另雷達的誕生將我們的視野大幅拓展，運用雷達測量出目標的位置，與移動方向等資訊，進而增加我方反應時間。量子雷達運用量子特性，進行目標狀態感應與訊息獲取，將發射何接收端導入量子技術，大幅提升觀測的靈敏度與精確度，不但具有全天候、全天時工作能力，還有許多實用與出色的特點，歸納如下：系統靈敏度顯著提升（量子雷達具有極低的雜訊，可實現匿蹤目標偵測）、成像分辨率突破極限（成像更精確，可用作精準打擊及遙感目標）、抗干擾能力增強（量子信號具有強烈干擾及抗監聽能力）、訊息獲得更精準（量子微觀量測能力，提升雷達整體性能）。量子雷達得出線掙脫傳統雷達無法突破的枷鎖，解決過去在偵測及成像方面的技術瓶頸，對反匿蹤作站及空間探索，開啟光明的未來。¹⁸

五、籌建反匿蹤雷達及多樣式通資系統防空指管車

共軍新式戰機具備雷達匿蹤功能，為我野戰防空反匿蹤作戰必要面對的問題。中科院已研製「收發分離多基雷達」，此型雷達為被動式雷達，可結合相列雷達，構成主、被動得多基架構雷達，放大不明飛行物的雷達截面積，進而持續追蹤及鎖定。未來應積極籌建野戰防空反匿蹤雷達，確保作戰區地面部隊作戰行動安全及防空預警措施。作戰區防空作戰中心應積極籌建營連級多樣式通資系統野戰防空指管車。如空軍機動通信指揮車構型，以中型戰術輪車為載台，車廂內裝備 U/VHF 背負式無線電機、HF 無線電機、通信整合系統、機動數位微波、錄放音機、衛星電話，另設有一具不斷電系統，¹⁹使得野戰防空情資接收及指管命令，有多重通資手段對外聯繫，另在各高山通信站台、營區通信鐵塔及公家機關（如警察、台電、林務局、海巡署、縣市政府部門）等場地廣建防情無線電及微波中繼轉發設施，讓作戰區野戰防空部隊及部隊防空能及時獲得空情警報，及早備便應變作為，以殲滅進犯敵機，維護部隊安全。

六、強化電子戰訓練

國防部及司令部指導資通電軍指揮部所屬電子作戰中心，結合野戰防空部隊於每季戰備任務訓練及基訓期間，以實兵實裝模擬演練（測考）雷達、通信偵蒐及干擾科目，強化操作人員電戰觀念，提升現有裝備運用效能。²⁰另電子戰的操演需要充足的訓練，而訓練的環境亦應盡可能接近預期的場景，並在逼真的干擾情形下，對裝備可用度、安全性、保密性及限制性進行最大限度的訓練。如利用模擬器、模擬信號雖可補強訓練，但仍不能取代實際操演。因此，籌建

¹⁸ 同註 21，頁 111。

¹⁹ 全球防衛雜誌，〈空軍機動通信指揮車〉，https://m.facebook.com/120901238019568/photos/623941877715499?locale2=zh_TW，檢索日期，109 年 1 月 14 日。

²⁰ 洪御祥，〈海軍電子戰戰術戰法研討-以未來證備方向為例〉《海軍學術雙月刊》（左營），第 53 卷第 2 期，海軍教準部，民國 108 年 4 月 1 日，頁 82。

符合複雜電磁環境之電子戰訓練場，具備模擬我所望作戰電磁環境特性能力，並從干擾強度、干擾方式、干擾頻率等方面，建立與中共的電子戰部隊能力及作戰模式吻合的對抗體系，驗證電子戰攻、防作業程序及操演規範，以累積實戰經驗與蒐整作戰參數，²¹以作為我野戰防空電戰戰術作為研析依據。

七、轉用民間行動寬頻通信能量

第三代行動通信（3G）相關設施已於 107 年 12 月 31 日依法屆期終止，原設置之基地台無線電波涵蓋密布全台灣，信號穩定且數據傳輸量至少 1Mbps 以上，若能運用這些良好通信設施切出軍事部分頻寬使用，再加上中科院研發加裝通資保密相關設備於傳輸系統作資料加密，作為野戰防空指管備援情傳系統，必能增加通資靈活彈性及複式配置指管手段。另第五代行動通信預計 109 年開始營運，屆時第 4 代行動通信亦可轉用為軍事用途強化野戰防空指管能量。

八、防空預警情資網路化

作戰區防空作戰中心（TAAOC）、野戰防空營（AAOC）及連（CP）等固定指揮所均有設置防情顯示器掌握所轄空域狀況，若將防情顯示器擷取及過濾而保留單純空情即時畫面，規劃設置於作戰區防空作戰中心網頁（設定帳密），依陸軍各營區網路普及且資安措施嚴密的現況，單位透過上網連線登錄帳密獲得即時空情圖像，可通報部隊預期作好防空戰備整備。

參考文獻

- 一、曹哲維，〈蜂眼短程防空系統戰備整備之研究〉《砲兵季刊》（臺南），第 179 期，陸軍砲訓部，民國 106 年 11 月。
- 四、王正平，〈第六代戰鬥機究竟什麼樣？訪西北工業大學航空學院王正平教授〉《兵工科技，聚焦中國六代機技術》（陝西省），2019 年 4 月。
- 五、平可夫，〈閱兵式的秘密武器〉《漢和防務評論月刊》（加拿大），第 181 期，漢和信息中心，2019 年 11-12 月。
- 六、平可夫，〈中國無人機的發展 AVIC 的無人機〉《漢和防務評論月刊》（加拿大），第 174 期，漢和信息中心，2019 年 4 月。
- 七、《陸軍砲兵部隊指揮教則（第二版）》，（桃園：國防部陸軍司令部，民國 106 年 11 月 21 日）。
- 八、《陸軍野戰防空砲兵營連作戰教範》，（桃園：國防部陸軍司令部，民國 106 年 11 月 1 日）。
- 九、吳姝璇，〈中共無人飛行載具發展對我防衛作戰威脅之研究〉《陸軍學術雙

²¹ 同註 24 頁 83。

月刊》(桃園)，第 55 卷第 568 期，陸軍教準部，民國 108 年 12 月。

十、L3Harri，<http://www.harri.com/solution/harris-falcon-ii-an-prc-160v-wideband-hf-manpack-radio>，檢索日期，109 年 1 月 14 日。

十一、劉川、鄧濤，〈重建野戰短程防空能力美國陸軍 M-SHORAD 計畫〉《軍事連線》(臺北)，第 133 期，雅圖創意，2019 年 9 月。

十二、波布蘭，〈機場無人機的防範軍事營區整體安全防護〉《全球防衛雜誌》(臺北)，第 417 期，全球防衛，2019 年 5 月。

十三、謝游麟，〈共軍對於人工智慧 (AI) 之發展與政策建議〉《陸軍學術雙月刊》(桃園)，第 55 卷第 568 期，陸軍教準部，民國 108 年 12 月。

十四、王清安、黃基楨，〈美軍地空作戰通資系統探討本軍地空作戰通資系統之發展〉《陸軍通資半年刊》(桃園)，第 128 期，陸軍通信子資訊訓練中心，民國 106 年 9 月。

十五、李佩蓉、何應賢，〈中共量子科技發展與軍事運用〉《海軍學術雙月刊》(左營)，第 52 卷第 6 期，海軍教準部，民國 107 年 12 月 1 日。

十六、全球防衛雜誌，〈空軍機動通信指揮車〉，https://m.facebook.com/120901238019568/photos/623941877715499?locale2=zh_TW。

十七、洪御祥中校，〈海軍電子戰戰術戰法研討-以未來證備方向為例〉《海軍學術雙月刊》(左營)，第 53 卷第 2 期，海軍教準部，民國 108 年 4 月 1 日。

作者簡介

陳文質中校，志願役預官 84 年班、通信正規班 166 期、陸院 95 年班，歷任排、連、營長、74 群參謀主任、副指揮官，現任職於陸軍砲兵訓練指揮部戰術教官組通信小組。