

以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

作者／王清安中校、黃基楨上校

提要

- 一、地空作戰始於美國參與越戰後，所體認出立體化作戰新型態。隨著科技的進步，地空作戰通資系統也從語音通信，提升為兼具通信及數據功能。同時，地空作戰也在第一次波灣戰爭後，朝向「網狀化作戰」發展。
- 二、為提升本軍地空作戰整體戰力，自2013年便陸續完成AH-64E、UH-60M直升機接機。由於資訊優勢是「網狀化作戰」的倍增器，故參考美軍地空作戰通資系統，有助於發掘本軍地空作戰通資系統的不足。
- 三、研究發現，本軍地空作戰通資系統，存有新、舊直升機與地面部隊數據鏈路無法整合，以及舊式直升機地、空通連保密不佳等問題。基此，提出優先確定地空作戰通資需求，籌建適宜通資系統等4項建議，俾利精進本軍地空作戰通連成效。

關鍵詞：地空作戰、網狀化作戰、通資系統、數據鏈路。

前言

未來地空作戰致勝的兩大關鍵，分別為以資訊優勢勝過敵人及建構一支能快速反應，且立即投入的戰略機動打擊部隊。¹此外，美陸軍為提高科技現代化通資裝備，已於2014年增加國防預算約3.87億美元(約100億台幣)，投資現行商規資訊設備與通用地面通資系統。²由此得知，地空作戰通資系統將對美陸軍能否打贏未來戰爭，佔有重要關鍵因素之一。

2013年9月4日，我國國防部《五年兵力整建及施政計畫報告書》指出，國軍應構建多功能無人飛行載具(UAV)及具備灘岸打擊能力之攻擊直升機，並以全頻段電子偵搜、反制及網路戰，爭取「以小敵大、以弱擊強」的不對稱作戰優勢。³同年12月13日，時任總統的馬英九，在主持本軍「AH-64E 阿帕契直升機」接機典禮時強調：「在AH-64E直升機優異性能及強大攻擊能力加入，將可大幅提升我國戰力。」⁴此外，

¹國防部史政編譯室譯、Bernard Loo，《武裝衝突-現代戰爭的啟示(Armed Conflict - The Lessons of Modern Warfare)》(台北：國防部，2006年8月)，頁201-202。

²“Army asks for funds to boost WIN-T, among other projects,” C4ISR & networks, <http://search.c4isrnet.com/sp?skin=1000&keywords=ah-64>, 2017/2/27.

³楊繼宇，〈5年兵力整建計畫，建構精實戰力〉《青年日報》，青年日報社，2013年9月4日，版2。

⁴黃一翔、謝宗憲，〈戰鷹翔空衛空邦〉《青年日報》，青年日報社，2014年12月14日，版1。

2015 年國軍「漢光 31 號」實兵演練，亦將陸航部隊配合地面部隊，納入地空作戰重點驗證項目。⁵此舉凸顯出地空作戰對本軍遂行國土防衛作戰任務，將是愈來愈重要。

總而言之，地空作戰將是本軍未來遂行「台、澎防衛作戰」重要項目，而通資系統也將成為影響地空作戰勝敗關鍵。本軍自籌購直升機以來，均為美軍裝備，參考美軍地空作戰通資系統發展，將有助於本軍未來地空作戰通資系統發展與運用，這便是本文研究動機。

雖然，地空作戰通資系統如此重要，但截至2017年4月中旬，國內所探討地空作戰通資系統文獻卻寥寥無幾，這點對本軍未來要建構數位化「網狀化作戰」通資系統，無疑是項隱憂。故本文首先探討地空作戰起源與發展。進而，瞭解美軍地空作戰通資系統如何演進？並藉由文獻分析、比較，以探討本軍地空作戰通資系統不足之處？最後，提出策進本軍未來地空作戰通資系統發展建議事項，這亦是本文研究的目的。

地空作戰緣起與發展

「軍以戰為主，戰以勝為先」，通資系統的責任就是滿足作戰需求-「看得到、聽得見、指揮得動」之目標。故瞭解作戰型態，對通資系統發展就格外重要。

一、地空作戰定義

地空作戰是由美國1970年代利用直升機優勢，超越地理限制所發展出的戰術。藉由美國與我國的觀點，有助於瞭解未來地空作戰發展所需通資系統需求規劃。

(一)美國觀點

地空作戰(Air Land Battle)強調，藉由陸軍部隊與空軍部隊的密切協調，由空軍部隊支援陸軍部隊，向敵後方部隊發起攻擊，以儘早獲得戰爭勝利。⁶

(二)我國觀點

地空作戰即為地面部隊統合運用地、空兵力之作戰型態。據我國1999年出版的《陸軍作戰要綱》⁷之地空作戰(本軍稱為地空整體作戰)指出，陸軍各級部隊指揮官，應有效協調、管制作戰區有、無人駕駛飛機等航空器，防空、地面火炮及飛彈等系統，期能在決勝時空下⁸，集中地、空優勢戰力以獲取勝利。另外，地空作戰乃是以地面作戰部隊為主，在陸航部隊低空及超低空高度之作戰空間飛行下，由陸航部隊配合軍團(含)以下之火力支援機構，協調空軍管制單位完成空域管制，所遂行之作戰。⁹故本軍地空

⁵呂欣懋，〈漢光演習 眼鏡蛇參與地空整體作戰操演〉《中央通訊社》，<http://www.cna.com.tw/news/aip/201509090468-1.aspx>(2015 年 9 月 9 日)，2017 年 2 月 27 日。

⁶“AirLand Battle,” wikipedia, https://en.wikipedia.org/wiki/AirLand_Battle, 2017/2/27.

⁷陸軍教育訓練暨準則發展委員會，《陸軍作戰要綱》(桃園：陸軍總司令部，1999年)，頁22-23。

⁸決勝時空為部隊指揮官集中決勝戰力，在所望的時間及地點，向進犯之敵發起攻擊的時間與空間。

⁹何麟，〈地空作戰指揮管制運用之研究〉《武漢部隊學術科刊》，第31期，陸軍航空特戰指揮部，2007年5月，頁21。

作戰乃為地面部隊統合運用空中兵力，於決定性時空下，在界定戰場空間內，向突入之敵人發起反擊。

因此，地空作戰就美軍而言，即是運用直升機對敵後方縱深目標實施攻擊。而相對於本軍地空作戰，即以作戰區地面部隊為主導，依敵情威脅，派遣陸航部隊擊滅進犯之敵。換言之，空中火力對美陸軍地空作戰為迂迴追擊部隊，主動支援主攻對敵後目標實施攻擊，而對本軍地空作戰，則是在遭受敵軍武力犯台時，在海、空軍積極爭取局部海、空優勢及聯合防空火力支援下，運用空中火力協助地面部隊，擊滅進犯之敵。這點差異，對本軍地空作戰之通資系統產生巨大衝擊，因為通資系統是未來作戰首要攻擊目標，一旦遭受「第一擊」摧毀後，通資系統戰力尚存多少，便令人擔憂。

二、地空作戰發展

戰場空間限制地面兵力運動發展。空中兵力的興起，已改變雙方兵力態勢，加快作戰節奏，誰擁有優勢空中兵力，誰就具有主宰戰場的主動權。

(一)地空作戰初期(立體化作戰形成，直升機火力強化地面部隊作戰效能)

戰爭是兵、火力的結合。誰掌握較優勢的兵、火力，誰就掌握較多的勝利優勢。美國參與越戰與韓戰其作戰方面最重大的改變，即為運用直升機從空中直接包圍攻擊敵人，使作戰空間從平面化提升到立體化。¹⁰此外，美軍已從對越戰的經驗教訓中體認出，地面部隊的武器優勢，將無法抵消敵人人數上的優勢，發展新型態的作戰構想，才能贏得戰爭勝利，如「擴大戰場」(Extended Battlefield)及越過前沿作戰區進行「縱深作戰」(Fighting Deep)等。¹¹因此地空作戰，已成為美陸軍要打贏未來戰爭最重要的作戰型態。

(二)地空作戰發展顛峰(藉由科技優勢，加速整合地空作戰火力發揮)

隨著科技發展，戰爭已朝向精準火力打擊目標發展。1991年美、伊波灣戰爭中，美國能迅速贏得戰爭勝利，其關鍵便是戰場透明度的提高。作戰過程中，美軍充份掌握衛星科技優勢，靈活運用無人機及空中兵力對敵方實施偵察、火力制壓，待確保目標周圍空域安全後，再由AH-64E直升機協同地面部隊發起攻擊，直搗敵人作戰重心。¹²隨後，於2003年，美伊自由作戰及夏卡山谷(Shah-e-Kot Valley)蟒蛇行動證實，美陸軍地面部隊依賴AH-64E直升機則是越來越高。¹³直升機的發展，將提供陸軍地面指揮

¹⁰同註1，頁203。

¹¹飛雲，〈美國軍事戰略大轉變-發展空海一體作戰概論〉《全球防衛雜誌》(台北)，第324期，全球防衛雜誌社，2011年8月，頁38-39。

¹²王添丁，〈本軍地空整體作戰指管通聯精進規劃之研究〉《陸軍通資半年刊》(桃園)，第117期，陸軍通信電子資訊學校，2012年4月1日，頁27。

¹³邁克爾·約翰遜(Michael H. Johnson, USMC)，〈消除差異協同作戰-提升空地聯合近距離空中支援效能(Cleared to Engage: Improving the Effectiveness of Joint Close Air Support)〉《空天力量雜誌》，春季刊第3卷第1期，美國空軍大學出版社，2009年1月，頁31。

官一種建制內的火力支援平台。¹⁴故地空作戰已成為美陸軍獲取作戰勝利的成功保證。換言之，在未來地空作戰中，如何運用直升機以提升偵察與火力，已成為美陸軍必須思考的重要問題。

(三)地空作戰未來發展(有、無人機整合，提供偵察、攻擊合而為一)

隨著資訊網路科技的發展，使得敵、我雙方作戰空間更加廣大。美國偵察直升機(OH-58D)偵察任務，已被 MQ-1C、RQ-7 和 Raven UAV 等無人機所取代。此外，美陸航部隊更是逐年增加 RQ-7 無人機數量，在目前直升機營 29 架飛機中，就有 8 架是無人機。¹⁵同年，美軍陸航專案執行官克羅斯(Tim Crosby)少將更是強調，未來攸關作戰勝負，將是有、無人飛行機的組合。¹⁶最新報導證實，美軍未來地空作戰，將朝向由攻擊直升機進入掃蕩及掩護，並搭配步兵及悍馬車搭乘運輸機，向敵後方實施突擊，最後再運用直升機協同地面部隊實施肅清與佔領陣地。¹⁷因此，未來地空作戰作戰將是地面部隊，統合運用有、無人飛機，向敵人發起攻擊。

總而言之，地空作戰就是陸軍地面部隊統合運用空中兵力於決勝時空下，在界定的戰場空間內，向突入之敵人發起反擊。雖然，就地空作戰作戰型態而言，美國與我國大同小異。然而，因用兵方面的不同，美國為能力導向，我國則是威脅導向。在地空作戰所界定的戰場空間、特性、攻擊的目標及特點，兩國亦有不同之處。(如表一)

表一 地空作戰美、台比較

國名 項目	美國	中華民國
用兵方式	能力導向	威脅導向
定義	在陸軍與空軍部隊密切協調下，由空軍部隊支援陸軍部隊，向敵後方部隊發起攻擊，以儘早獲得戰爭勝利。	由陸軍地面部隊統合運用空中兵力，於決定性時、空間下，向敵人發起攻擊。
戰場空間	依作戰單位所賦予的敵軍縱深目標，所界定的戰場空間而定。	在聯合防空火網及地貌掩護下，所遂行的戰場境內。
特性	主動權	海、空軍積極爭取局部空優，且聯合防空火網支援下的主動權。
攻擊目標	敵方縱深火力、指揮所	由海、空軍積極爭取局部空優，且聯合防空火網支援下，對敵前沿、側翼部隊實施攻擊。

¹⁴J. Kristopher Keener, "The Helicopter Innovation in United States Army Aviation, Cambridg," e.,MA:Massachusetts Institute of Technology Security Studies Program, 2001,13, http://web.mit.edu/SSP/Publications/working_papers/wp_01-1.pdf.

¹⁵James F. Dunnigan, "The Perfect Soldier:Special Operations, Commandos, and the Future of Us Warfare," Strategy page, <https://www.strategypage.com/dls/articles/It-Just-Works-9-25-2013.asp>, 2017/2/27.

¹⁶林啟文譯，Dan Parsons，〈有人與無人飛機組合：戰場趨勢(More Drones Become Helicopter Sidekicks)〉《國防譯粹》(台北)，第 40 卷第 8 期，國防部，2013 年 8 月，頁 27。

¹⁷黃竣民，〈美國密拉瑪基地，航空展〉《青年日報》，青年日報社，2014 年 10 月 13 日，版 3。

作戰特點	在衛星科技全程支援，全面掌握制空權、制天權、制海權，由地面部隊與空中武力密切協調，向敵發起攻擊。	有限度衛星支援，且地面通資系統可能遭受「第一擊」摧毀下，並在海、空軍積極爭取局部空優，由作戰區統合運用空中兵力，向進犯之敵發起反擊。
------	--	--

資料來源：作者整理。

美軍地空作戰通資系統發展背景與經過

「作戰靠指揮、指揮靠通信」，要贏得勝利，必先取得戰場空間的主動權。如何破除戰場空間迷霧獲取主動權，關鍵在於通資系統能否有效支援。

一、美軍地空作戰通資系統發展背景

「立體化、數位化、機械化」是美陸軍發展目標，要發揮立體化作戰效能，就必須建構「網狀化作戰」新型態，而支撐作戰新型態的關鍵在於資訊優勢。

(一)「網狀化作戰」已成為未來新作戰型態

要成功遂行立體化作戰，在戰場空間就必須呈現「網狀化作戰」。自第一次波灣戰爭後，指、管、通、資、情、監、偵（C⁴ISR）系統，即被公認為最有效之「戰力倍增器」。建構C⁴ISR系統目的，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。¹⁸「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。同時，「網狀化作戰」的核心理念是運用先進資訊科技，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，¹⁹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 C⁴ISR 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」。作戰方式，也由以往的「武器平臺中心戰」朝向未來的「網狀化化戰」。在波灣戰爭中，即證明以科技為後盾的火力，取代了以人力為主的傳統戰爭。²⁰因此，「網狀化作戰」亦是符合不對稱作戰的戰略思維。

¹⁸吳嘉龍，〈現代國防資訊科技發展趨勢與資訊安全理論探討〉《危機管理學報》，第7卷第2期，中華民國危機管理學會，2010年，頁88。

¹⁹梁華傑，〈論網狀化作戰之戰場管理〉《國防雜誌》（桃園），第25卷第6期，國防大學，2010年12月，頁40-42。

²⁰李靖海，〈防衛作戰中陸軍網狀化作戰之研究〉《陸軍學術月刊》（桃園），第44卷第515期，陸軍總司令部，2011年2月，頁41。

(二)資訊優勢將支撐「網狀化作戰」成敗關鍵

隨著科技日益進步，兵、火力也逐步提升，未來作戰不再是接觸性的線性作戰，「網狀化作戰」已成為未來作戰勝利的保證。對古往今來偉大的軍事指揮官而言，戰場狀況的掌握，無論是視眼目睹、電子偵蒐或個人直覺，都是極為重要的能力。未來獲取作戰勝利的關鍵，在於雙方均具備資訊優勢，能夠主動獲取完整且充分資訊之決策支援系統，以提供指揮官迅速下達正確決策且能實現資訊優勢之通資系統。²¹第二次波灣戰爭中，美、英聯軍可以較低的傷亡代價，於3週內完成作戰任務，即證實資訊優勢所產生作戰優勢。²²因此，爭取資訊優勢的主動權，將為支撐「網狀化作戰」的勝敗關鍵。

二、美軍地空作戰通資系統發展經過

地空作戰成功關鍵在於，地面部隊能在決勝時空下，統合運用地、空中兵、火力所遂行之作戰。要能滿足地空作戰需求，通資系統依作戰模式，分別發展出單兵及車載地對空通資系統。

(一)單兵「地對空通資系統」

影響作戰勝利關鍵因素，在於第一線作戰部隊能運用各種通資系統手段，即時依需求向上級提出申請。隨著網狀化作戰發展，直升機的用途從攻擊角色，已擴充到偵察、攻擊合而為一的功能，相對所需的通資系統也應多頻道，才滿足作戰需求。據美國通用動力公司〈General Dynamics Mission Systems〉最新資料表示，該公司已研發的新型無線電機AN/PRC-155 Manpack，是美國陸軍第一個雙頻道無線電機，該無線電機亦可連接到衛星網路(Mobile User Objective System, MUOS)，為第一線部隊單兵提供語音通信。此外，該裝備亦可支持多種波形，如戰士無線電波形(Soldier Radio Waveform, SRW)，寬波網路波形(Wideband Networking Warform, WNW)與美國「單旁頻道地空無線電系統」(Single Channel Ground and Airborne Radio, SINCGARS)通連。²³因此，美陸軍在遂行地空作戰時，第一線部隊或是更前沿的滲透部隊，均可利用該裝備，直接請求火力支援。而不再像以往，藉由SINCGARS無線電機，循指揮體系統申請空中攻擊，到直升機臨空，再藉由地對空無線電機引導空中直升機，向目標發起攻擊。

值得注意的事，美陸軍無人飛行載具已於2008年安裝特高頻通信中繼器。²⁴此舉意謂著美陸軍地空作戰通資系統，就單兵而言，除可藉由AN/PRC-155 Manpack無線電

²¹同註1，頁202。

²²淡志隆，〈伊拉克自由行動中資訊作戰與快速掌控之實踐〉《國防雜誌》(桃園)，第20卷第3期，國防大學，2005年3月，頁73。

²³“The First Two-Channel Manpack Radio Connecting Soldiers To MUOS,” General dynamics Mission systems, <https://gdmmissionsystems.com/radios/networking-radios/prc-155-manpack-radio/>, 2017/2/27.

²⁴余忠勇譯，Aviation Expeditionary Enablers Branch, HQMC，〈美軍陸戰隊無人飛機系統的演進(Evolution of the Marine Corps UAS: A Future of Unimagined Advances)〉《國防譯粹》(台北)，第39卷第9期，國防部，2012年9月，頁32。

機，透過衛星系統轉發，與直升機完成通連，還可藉由空中無人機中繼轉換，強化特高頻通信範圍。此舉凸顯出，美陸軍第一線部隊將能運用複式通資手段，依需求向上級、友軍部隊提出申請。

除此之外，數據鏈路也成為通資系統支撐地空作戰成功的關鍵，透過數據鏈路將可使遠在後方的指揮官更容易清楚掌握第一線戰場實況。為能將聯合情、監、偵所獲之情報，傳送給戰場指揮官或分送給空、海軍的打擊載台，美軍已發展出能夠傳送「加密寬頻資料」的Link-16。²⁵但單靠Link-16數據鏈路是無法讓載台彼此相互通連，美軍還針對不同載台發展出相容的作業軟體，才使各軍種載台能相互鏈結、傳遞資訊。²⁶此外，美國AH-64E直升機已安裝波音(Boeing)公司與洛克希德(Lockheed)公司共同發展的「無人機視訊智慧共用系統(Video From Unmanned Aerial Systems for Interoperability Teaming System, VUIT-Level 2)」，該系統使AH-64E直升機鏈結無人飛行載具的感測器，並同時由飛行員直接操作及接收無人飛機現場視訊。²⁷析言之，美軍的數據鏈路的整合，亦與第一線戰場景況同步，在第一線部隊透過通資系統提出申請的同時，所屬的上級已清楚明白第一線戰鬥部隊所需，並能提供即時支援，滿足其作戰需求。

(二)車載「地對空通資系統」

「網狀化作戰」就是藉由通資系統將各載台、武器及單兵實施整合，使戰場更加透明化、火力精準化。美軍為推動「網狀化作戰」，於1997年發展出「聯合戰術無線電系統(Joint Tactical Radio System, JTRS)」²⁸，其目的是將全軍作戰管理階層、情報中心、防空和火力支援及空軍節點等數據鏈路整合在一起，並以多模式、多波形無線電取代傳統無線電系統。²⁹為克服第一部隊使用者無法與網路連線，於2003年伊拉克自由作戰期間，美陸軍使用銓衛星系統解決此問題。「戰鬥無線電系統」，是使用數位加密資訊系統，可確保通信安全。³⁰此外，2004年，美國聯合部隊司令部成立「聯合系統整合指揮部」(Joint Systems Integration Command, JSIC)，該系統架構使陸、海、空三軍分享資訊。該系統包括防禦資訊系統、全球指管系統及全球戰鬥支援系統。為能上網連線，各軍種也開發自己的架構系統，如美陸軍的計畫為「地面作戰網路」(Land War Net)系統。³¹

²⁵ 國防部史政編譯室、艾利諾·史龍(Elinor Sloan)，《軍事轉型與當代戰爭(Military Transformation And modern Warfare)》(台北：國防部，2010年6月)，頁39。

²⁶ 同註29。

²⁷ 同註25，頁39。

²⁸ 「聯合戰術無線電系統」是使軟體無線電的手段運用於現存的軍隊和民用無線電系統，其中包括集中加密和寬頻網路軟體來建構機動無線電系統(Mobile and hoc networks, MANETS)。

²⁹ 羅琪，〈專家透露美軍C⁴I系統構成 強調無人機獨特〉《中國網》，<http://big5.china.cn/military/txt/2009-06/22/content.17992353.htm>，2014/6/1。

³⁰ Eric Johns，高一中譯，〈網狀化作戰應著重前線部隊(Boats in the water :Boots on the Groud)〉《國防譯粹》(台北)，第33卷第1期，國防部，2006年1月，頁27。

³¹ Darren Lake，陳台生譯，〈數位化整合(Keeping Bits and Bytes in Order)〉《國防譯粹》(台北)，第33卷第1期，

美陸軍為將全球資訊網路系統延伸至戰術層面，使機動部隊指揮官能進入高層級的指管通資系統。於 2004 年底，通用動力公司與洛克希德馬汀公司的聯合團隊，共同研發「聯合戰術無線電系統及戰士資訊戰術網路」(Joint Tactical Radio System and the Warfighter Information Network-Tactical, Win-T)系統，以作為陸軍的解決之道，並已於 2016 年底前完成服役。³²此外，美軍已於 2011 年，將 SINCGARS 與新型「聯合戰術無線電系統」(Joint Tactical Radio System, JTRS)戰鬥無線電網路完成整合，並於 2012 年由美軍第一裝甲師第二旅與坎貝爾堡(Ft Campbell)第 101 空中突擊旅部完成連線測試。自 2013 年起，美軍規劃將現階段「作戰人員戰術資訊網路」(Warfighter Information Network-Tactical, WIN-T)³³之戰術通信節點「Tactical Communications Nodes」由旅級通信延展至位於介接點(Point of Presence, Pop)的整合通信車上，延伸至第一線連級士兵(如圖一)。³⁴此舉凸顯出美陸軍單兵、武器載台、指揮所所需通資系統已完成整合。

圖一 聯合戰術無線電系統及戰士資訊戰術網路系統



資料來源：劉慶順，〈堅固連網全程連線〉《國防譯粹》(台北)，第41卷第1期，國防部，2014年3月，頁17。

此外，美軍為達成「網狀化作戰」，於各種單位、武器載台上完成通資系統鏈路提升。美軍在原來AH-64D直升機內的無線電通信裝備，搭載「MD-1295/A改良式資料數據機」(Improved Data Modem, IDM)及「美軍旅及旅級以下作戰指揮系統」(Force XXI Battle Command Brigade and Below, FBCB2)。其系統不僅可與其他直升機進行通連，還可與友軍J-STAR(偵察機)、地面機甲部隊、砲兵隊、指揮所等進行信息交換。美陸

國防部，2006年1月，頁14-15。

³² 同註31，頁15。

³³ WIN-T在未來將包括空降師乃至衛星通信的動態連網能力，並加強其整體穩定性、作業互通性(經由「聯合指管通資情監偵」C⁴ISR無線電)，以及安全性。增量1b型網路業已採用無色核心(Colourless Core)的IP加密協定層，作為機密與非機密資料的安全區域，並調節與現型的作業互通性。得益於新型的網狀化波型(Network Centric Waveform)而強化超視距通信之動態網路，同一款增量1b型網路將由通用動力指管通資系統公司依總計3億9,600萬美元的合約，持續提供至2016年。

³⁴ 劉慶順譯，Wesley Fox and Tom Withington，〈堅固連網：全程連線(Robust Networking:End-to-end Connectivity)〉《國防譯粹》(台北)，第41卷第1期，國防部，2014年1月，頁15-17。

軍已完成「地面作戰網路」部署，其功能連接現有的網路，使戰鬥部隊與戰鬥支援部隊資訊共享。³⁵換言之，美陸軍車載地空作戰通資系統，不僅可以相互通連，亦可藉由數據鏈路分享情資。如此一來，無疑對聯合情報、火力打擊提供關鍵需求。

不可諱言，為確保資訊優勢，運用無線電多頻道及跳頻干擾技術，將可防範敵人實施電子戰攻擊。2014年，美國伊克力西斯(Exelis)公司，獲得為期5年988億美元的合同契約(約30兆臺幣)，規劃提升SINCGARS無線電機系統功能，以提供四個通道(2個VHF及2個SRW)與「戰士無線電波形」通連。³⁶此外，美軍AN/GRC-240HQ(Have Quick)型超高頻調幅(UHF/AM)無線電機已安裝於M998/M1038悍馬車上，提供抗干擾性電子反反制超高頻調幅語音通信，能夠在單頻波道或跳頻活動模式操作，可與美軍所有武裝部隊通連。³⁷由此可知，為能確保地空作戰擁有資訊優勢，在未來無線電機發展上，將以含蓋UHF/VHF/HF等3頻段無線電機為主要通信裝備。

總而言之，美陸軍通資系統已在「網狀化作戰」需求下，完成地空作戰單兵、車載「地對空通資系統」整合，在未來作戰場景，美陸軍第一線作戰部隊，將可透過各波道整合的無線電機，依需求向上提出申請。而遠在後方的指揮所，亦運用數據鏈路的整合，同步獲取戰場景況，統合調度資源滿足第一線部隊作戰需求。不僅如此，美陸軍地面部隊，如打擊部隊、火力支援部隊，更可透過數據鏈路的整合，以避免誤擊事件發生。最重要的事，美陸軍的無線電機亦具有跳頻功能，對通資安全提供可信的保護。

本軍地空作戰通資系統現況與檢討

隨著科技的進步，通資系統性能也呈現快速進步。同時也造成新、舊通資裝備無法整合的困境，以及舊式通裝跟不上未來作戰需求。同理，本軍完成AH-64E直升機及UH-60M接裝後，同樣面臨通資系統整合的問題。

一、本軍地空作戰通資系統現況概述

據本軍2016年所出版的〈陸軍通資電部隊指揮參謀組織與作業教範(第三版)〉指出，地空作戰通資系統區分「地對地」與「空對地」兩部分。「地對地」通資系統是由陸航部隊運用建制內的通航連，透過有、無線電機，建立對上作戰區與友軍及對下所屬陸航戰鬥隊有6碼直撥、HF、VHF無線電及機動數位微波系統。並視狀況，由各作戰區資電群配屬小延伸節乙套，以擔任戰時旅部對上、下及友軍備援通資系統。另

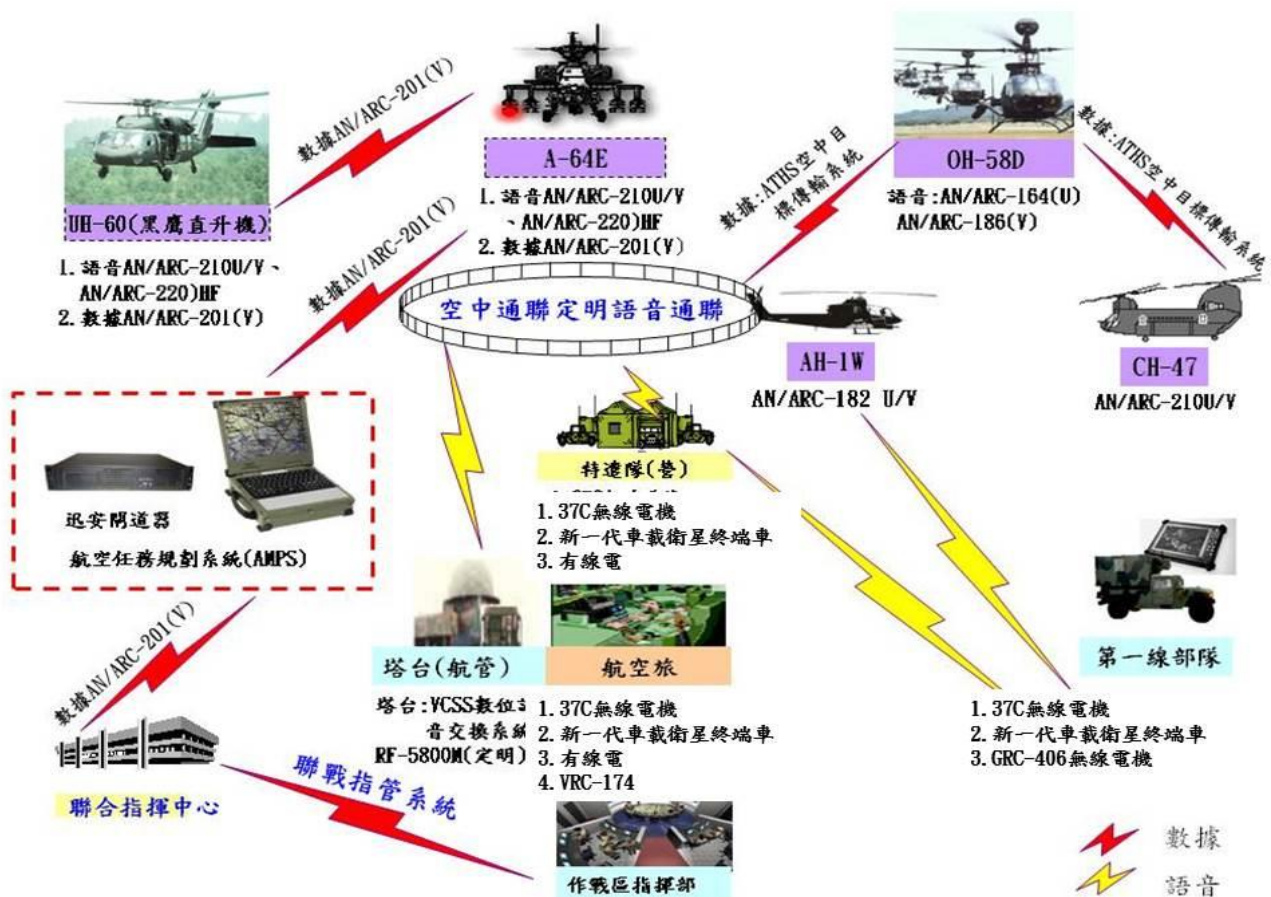
³⁵ 劉豐荃，〈新型攻擊直升機成軍後提升地空整體作戰效能之研究〉《陸軍學術雙月刊》(桃園)，第47卷第515期，國防部陸軍司令部，2011年2月，頁91。

³⁶ “Exelis wins combat radio contract worth nearly 1B,” <http://www.c4isrnet.com/article/M5/20140411/C4ISRNET06/30410021/Exelis-wins-combat-radio-contract-worth-nearly-1B>, 2017/2/27.

³⁷ 同註25，頁39。

外，「空對地」通資系統透過直升機內的無線電機，依空域管制權責及任務關係，與陸航塔台、友軍塔台、空軍戰管、民航單位及受支援單位建立起VHF、UHF通連。本軍AH-64E及UH-60M直升機配賦3頻段無線電機(HF、VHF、UHF)，可依任務需求，構成複式手段與受支援單位完成通連。此外，在數據鏈路方面，AH-1W直升機及OH-58直升機配賦機載無線電機ATHS空中目標傳輸系統，可與地面部隊現有偵搜裝備和射控系統鏈結。AH-64E及UH-60M直升機則可透過機載通資裝備，與機動地面控制站(MGS)、網路交換器(TES)、VRC(92-E)及數據機(UIDM)鏈結。³⁸析言之，本軍地空作戰通資系統，已具備初步規模將可支援「網狀化作戰」作戰需求，本軍地空作戰通資系統示意圖，如圖二。

圖二 地空指管通資系統示意圖



資料來源：整理自陸軍教育訓練暨準則發展指揮部，《陸軍空域管制作業手冊》（龍潭），2013年，頁5-15。陸軍教育訓練暨準則發展指揮部，《陸軍通信電子部隊指揮參謀組織與作業教範》，第3版（龍潭：國防部陸軍司令部，2016年），頁8-19~26。簡聰淵，〈阿帕契(AH-64D)攻擊直升機戰術運用之研究〉，航特部100年度戰法研討會，民國100年，頁11。

另外，本軍新一代車載衛星終端車將可與國防部聯合作戰指揮中心、司令部及作戰區、聯兵旅等單位構成通連，加速本軍通資系統整合。

³⁸ 陸軍教育訓練暨準則發展指揮部，《陸軍通資電部隊指揮參謀組織與作業教範》，第三版（桃園：國防部陸軍司令部，2016年），頁8-19~8-26。

但若要打贏未來「網狀化作戰」，在我國新、舊直升機各式通裝整合問題上，以及舊式直升機機載內的無線電機無法抗干擾等問題，將可能無法滿足本軍地空作戰所需的通連時間短及涵蓋面向廣的要求。(如表二)

表二 我國地空通連系統統計

區分	通連方式
空對地通資系統	UHF 無線電：陸航任務機隊指揮機，AH-64E 直升機及 UH-60M 語音 AN/ARC-210U/V、AW-1W(ARC-210 無線電機)、OH-58D(AN/ARC-164)、CH-47(AN/ARC-210U)及 UH-1(AN/ARC-51BX)超高頻頻段，與地面第一線部隊空管台開設之 GRC-406 無線電機構成通連。
	VHF 無線電：陸航任務機隊指揮機，AH-64E 及 UH-60M 直升機語音 AN/ARC-210U/V、AW-1W(ARC-210 無線電機)、OH-58D(ARC-186)、CH-47 AN/ARC-210U)之極高頻頻段，與地面各型部隊指揮官網開設之 VRC-37 系列無線電機構成定頻通連。
	ATHS 自動化目標傳輸系統：與地面部隊現有偵搜裝備和射控系統連線(如砲兵自動化射擊指揮儀)，使地面聯兵旅以上之火協機構能接收 O、A 型機偵搜、傳遞之資料，作有效之目標分配。
地對地通資系統	有線電 6 碼直撥為使平、戰時能結合並強化駐地通電設施，陸航部隊駐地纜線地下化，配合資電部花、北、高光纖系統，進入國軍 6 碼直撥，以達資源共享。
	HF 無線電：航空旅平、戰時依需要，以 VRC-174 無線電機開設 HF 調幅台參加國防部(空援)、本軍司令部、作戰區與航特部之作戰網。
	VHF 無線電：各作戰區航空旅擔任應急戰備部隊，以 VRC-37 系列開設 VHF 調頻無線電台，參加作戰區之指揮官網及對下開設施指揮官網。
	機動數位微波(VRC-518)裝備：用於戰術位置，以延伸原駐地既有電路設施，除進入 6 碼直撥系統，並可建立旅級(含以下)之資訊鏈路。
	戰術區域通信系統：航空旅地面指揮所配賦小延伸節點於戰術位置開設，透過作戰區資電群開設之戰術區域通信系統，與各型地面部隊構成語音、數據、傳真。

資料來源：作者整理自陸軍教育訓練暨準則發展指揮部，《陸軍通資電部隊指揮參謀組織與作業教範》，第三版(桃園：國防部陸軍司令部，2016年)，頁8-19~40。

二、本軍地空作戰通資系統現況檢討

要即時掌握戰場動態，通資系統就必須整合數據鏈路、具備電子戰防護能力及良好的助導航設施。基此，「地空戰力」整體戰力能否提升，關鍵在於各友軍間數據鏈路系統的整合。³⁹

(一)新舊直升機數據鏈路無法整合

要發揮「網狀化作戰」效能，第一線部隊與空中兵力通資系統就必須能相互鏈結。曾任本軍陸航部隊指揮官劉豐荃少將表示：「現行飛航管制以語音通連為主，地面塔台

³⁹宋徽譯，坂本明，《世界軍事大百科軍用直升機》(北京：中國民族攝影藝術出版社，2012年12月)，頁169。

及指揮中心無法即時正確掌握在空機位置及航向，而在空機與友機相互位置監控，除靠目視外，僅透過友機與塔台語音通連。」⁴⁰此外，現行「空域安全管制措施」仍以語音人工作業為主，此作法僅適用於計畫階段，無法用於作戰階段。若要更改，將影響部隊安全及協同作戰行動。⁴¹雖然，本軍OH-58D直升機及AH-1W直升機配備數據鏈路之空中目標傳輸系統⁴²，可遂行資料傳輸，但無數位資訊影像傳輸功能，仍無法滿足未來聯戰需求。⁴³另外，值得注意的事，未來UH-60M機載數據系統，也因數據機(IDM)鏈路無法與新購之AH-64E攻擊直升機鏈結。⁴⁴因此，本軍在新、舊直升機數據鏈路無法整合，將影響到地空作戰整體效能。

此外，AH-64E直升機是美軍第一種具備Link-16鏈結能力的旋翼機，其通信系統核心為聯合戰術無線電系統，是一種四頻道全雙工的無線電，藉由陸航部隊地面工作站(MGS)之無線數據鏈路(VRC-92E)，可與本軍AH-64E通信裝備(ARC-201E，SINGARS)實施數據鏈路整合，將可滿足本軍地空作戰情資整合需求。然而，由於未來作戰節奏的加快，地面機動部隊與空中兵力若無法藉由數據鏈結即時分享，就無法發揮地空作戰統合戰力，如本軍地面部隊主力戰車為「M60A3」及「CM11」配備我國自行研製的「37C跳頻無線電機」，因跳頻、跳密模式與美製通裝不同，故而無法與AH-64E通連。另外，本軍地面裝甲部隊因未購置美軍「旅及旅以下戰鬥指揮系統」(FBCB2)，亦無法即時接收AH-64E直升機IDM數據機所傳輸之資料。⁴⁵如「摩加迪休」戰史，美軍在戰區上空直升機，無法與接應車隊直接數據鏈結，而所有指管命令都要透過指揮所下達，致使部隊始終無法與突擊隊會合。⁴⁶綜合上述資料，本軍地空作戰通資系統，面臨地面部隊無法即時與空中兵力通連與情資分享的困境。

(二)舊式直升機與地面部隊通連語音保密不佳

地空作戰成功的關鍵，決取於在執行任務之前熟悉細節，惟現今地面與陸航部隊經常遇到頻率易遭干擾等問題。⁴⁷本軍現階段地空作戰主要通信裝備AN/GRC-406對空機為定頻語音通連，容易被敵偵蒐、竊聽。⁴⁸此外，本軍現行舊式直升機AH-1W及

⁴⁰同註 39，頁 96-97。

⁴¹同註12，頁48。

⁴²ATHS 可與車裝 ATHS 及砲兵戰術火力/火力協調支援組系統間使用無線電互通資料，ATHS 不具發射電波功能，但可提供一訊號至選定之無線電並將數位資料以聲波形式傳送，故作戰區各聯兵旅指揮所(含火協機構)應建立數據傳輸，指揮掌握部隊及空域管理，以發揮地兵、火力，達成殲敵目的。

⁴³張明德，〈阿帕契新世代：AH-64E 攻擊直升機(中)新功能與新特性〉《軍事連線》，第 58 期，胡桃木出版社，2013 年 6 月，頁 26。

⁴⁴陳仁傑、李育融，〈黑鷹(UH-60M)通用直升機戰術運用之研究〉《陸軍學術雙月刊》(桃園)，第49卷第527期，國防部陸軍司令部，2013年2月，頁102。

⁴⁵王偉賢，〈共軍第三代99式坦克戰力分析研究〉《陸軍學術雙月刊》(桃園)，第49卷第528期，國防部陸軍司令部，2013年4月，頁55-56。

⁴⁶同註1，頁180。

⁴⁷知遠、羅布、泰勒，〈美軍少校介紹如何與陸軍航空兵進行地空協同〉，<http://mil.shou.com/20100323/n271036063.shtml>。

⁴⁸陸軍通信電子資訊學校，〈AN/GRC-406對空機操作手冊〉(桃園：陸軍總司令部，2001年)，頁1-2。

OH-58D，配備無線電系統均不具跳頻功能，無法滿足地空作戰需求。⁴⁹無法跳頻、跳密的無線電機，將極易遭受到敵軍監聽，例如波灣戰爭期間，伊拉克監聽到聯軍語音通信，並立即通知被攻擊之飛機迅速逃離，最後致使聯軍無法成功執行任務。⁵⁰此外，2014年2月23日，國內新竹空軍基地塔台與幻象戰機的對話遭有心人士竊聽，經查獲後發現該員將每架戰機的型號、編碼、代號細節，鉅細地登記在筆記本上。⁵¹因此，定頻、定密無線電機將極易遭有心人所監聽。換言之，本軍舊式直升機與地面部隊通連語音，也將因保密不佳，衝擊到本軍地空作戰整體作戰效能。

不可諱言，本軍所購置的AH-64E、UH-60M直升機及本軍無線電機，均具備跳頻、跳密功能及可抗干擾，但在舊直升機上仍為舊式定頻系統，且尚未完成通資系統整合前，將成為本軍遂行地空作戰時的另一項隱憂。

(三)助導航設備老舊，影響飛行安全

助導航設備良窳，將直接影響各型航空器對各機場離、到場及過境的安全，缺乏助導航設施，將導致飛行員僅能以目測方式降落。⁵²2014年4月25日，本軍阿帕契直升機失事原因，其中一項為因龍潭地區近山多變，機組員未注意維持高度，最後因錯覺而無法掌握方向導致失事。⁵³此外，2014年7月23日復興航空空難，其中一項失事原因為航空班機在惡劣天候下降落，亦因缺乏儀器導引進場，且塔台未能及時目視要求修正致使災難發生。⁵⁴

此外，本軍助導航設備(太康台及歸航台)於2000年部署於各航空旅基地，截至2017年已近17年，其妥善率及效能均未能符合維修成本及數位化需求。當裝備發生故障、系統調校及演訓期間，也因現今助導航設備僅1套，致使無備援裝備可接替使用。另因應未來地空作戰戰術需求，各型直升機將部署於各淺山要隘地點。因此，機動助導航設備就更顯其重要。

隨著科技的進步，通信技術已成為一個國家在經濟、軍事等各方面爭取的優勢。⁵⁵地空作戰通資系統能否滿足作戰需求，其關鍵在於通資系統的功能是否在足夠的頻寬下，完成數據鏈路整合，且具備抗干擾功能。故針對美陸軍與本軍在通資系統現況(單兵地對空、車載地對空)、整合系統、頻寬問題及電子戰防護等實施比較，以利發掘本軍地空作戰通資系統不足之處，美國與我國地空作戰通連系統比較分表，如表三。

⁴⁹林岳皇，〈機步旅對陸航特遣隊作戰管制之研究〉，陸軍步兵訓練指揮部暨步兵學校 100 年度戰法研討會，民國 100 年，頁 38。

⁵⁰同註 39，頁 22。

⁵¹蔡彰盛，〈無電台監聽空軍塔台，戰機迷送辦〉《自由時報》，自由時報社，2014 年 2 月 24 日，版 3。

⁵²羅添斌，〈太平島將建助導航塔〉《自由時報》，<http://news.1tn.com.tw/news/politics/paper/558578>。

⁵³陳文信，〈空間迷向〉《中國時報》，2014 年 7 月 16 日，版 11。

⁵⁴謝明俊、戴志揚，〈飛安會：該機引擎葉片有缺陷〉《時報周刊》，第 1902 期，時報周刊，頁 22-25。

⁵⁵畢心安，〈論中國民航通信信息基礎設施的建設-航空電信網建設簡論之四〉《民航經濟和技術》，第 175 期，民航經濟和技術雜誌社，1996 年 7 月，頁 48。

表三 美國與我國地空作戰通連系統比較分表

國家 區分	美國	中華民國
單兵地對空 通資系統	第一線部隊可透過無線電機(超高頻及衛星)與空中載台實施語音通連。另外，還可透過空中無人機將超高頻無線電延伸通信距離，與上級及友軍通連。	本軍地空通資系統因跳頻、加密模式無法與購置美方武器系統構連，其地空通連裝備(GRC-406無線電機)仍為傳統單頻波道，且目前國內未將相關作業軟體予以整合，造成各武器載台無法連網。另外，地空通信裝備為 AN/GRC-406對空機定頻通連，無法抗干擾。
車載地對空 通資系統	地空通信裝備已與「戰鬥無線電系統」完成整合，其頻道含蓋HF/VHF/UHF。	本軍陸航部隊地空以語音實施通連；另外，在阿帕契直升機(AH-64E)相關情資可透過 AMPS 系統介接指管系統(雙向傳遞)，達到共同作戰圖像整合，並可提供作戰區含以上單位，掌握在空機位置及方位及相關目獲情資。
整合系統	於2011年前，面臨地空作戰單兵無線電機(SINGARS)無法與「戰鬥無線電系統」整合。基此，於2011年，美陸軍委由民間公司發展出「聯合戰術無線電系統及戰士資訊戰術網路」將該系統完成整合，並於2016年底開始服役。	新式直升機，可透過陸航部隊開設地面工作站(MGS)之無線數據鏈路(VRC-92E)，與 AH-64E 直升機通信裝備(ARC-201E，SINGARS)實施數據鏈路整合。然而，我國因新、舊直升機裝備性能不同，且目前尚未開發出作業系統予以整合，故本軍地空作戰仍面臨數據無法整合的困境。
頻寬問題	美陸軍地空通連系統雖已藉由數位化訊號整合三軍訊息，甚至將影像回傳阿帕契直升機，但相對出現頻寬問題。	本軍亦有此問題。
電子戰防護	美陸軍已發展跳頻無線電機，具有抗干擾系統。	本軍地空通信系統，GRC-406 為單頻，易遭干擾。

資料來源：作者整理。

本軍地空作戰通資系統策進具體作法

未來戰爭中，誰能掌握戰場「資訊優勢」(Informaiton Superiority)，誰就掌握勝利，聯合作戰的成功有賴各參與部隊充分瞭解作戰任務與場景。⁵⁶故本節將優先確定地空作戰需求，籌建適宜通資系統、強化數據整合、提升塔台人員訓練及促進軍、民產業合作等四項提出建議。

一、優先確定地空作戰需求，籌建適宜通資系統

⁵⁶國防部，《未來聯合作戰構想》(台北：國防部，1998年)，頁67。

由於美國與我國地空作戰型態不同，通資系統宜發展適合我國作戰型態。地空作戰就美軍而言，即是運用直升機對敵後方縱深目標實施打擊。而相對於我國地空作戰，即以作戰區地面部隊為主導，依敵情威脅，派遣陸航部隊擊滅進犯之敵。換言之，美陸軍地空作戰通資系統，是在制空權的保護下，有衛星系統支撐下通連。然而，本軍無美陸軍優勢條件，如何滿足未來作戰通資需求，便是值得探討的重要課題。

隨著電子戰威脅俱增，建購跳頻無線電機已是時代趨勢。2015年12月31日，中共已將網軍、天軍及電子部隊整合成合中共戰略支援部隊。這無異宣告中共將在未來第四空間的電子戰場及第五空間的網路空間取得制高點。面對如此壓力，在未來地空作戰通資系統方面，須集中資源，優先汰換舊式不符合未來戰場的通裝(如AN/GRC-406無線電機)，並參考歐美軍地空作戰發展，首先積極籌購跳頻、抗干擾全頻地空通連裝備，並協請中科院與美軍完成新、舊直升機數據鏈路整合。惟有克服第一線部隊與空中兵力通連及直升機數據鏈路整合，才能提升本軍地空作戰整體能力。

二、建構共同圖像，強化數據整合

面對一個優勢的敵軍，本軍必須充分運用科技優勢，以發揮不對稱作戰的特點，補足本軍數量上的劣勢。運用適當兵、火力在決勝時空下，已獲得局部作戰區域的優勢，積小勝為大勝，俾獲致全面性勝利。⁵⁷UH-60M直升機已採購可與指管系統結合之空中任務計畫系統(AMPS)，藉即時資訊傳輸，可遂行空中與地面指揮管制。⁵⁸另外，本軍無人飛行載具上除通訊裝備(37C無線電機)，亦可提供地空部隊無線電中繼轉換，另情傳鏈路已可將偵照的影像與目標回傳作戰區，大大提高地面部隊執行任務成功率。⁵⁹基此，本軍應運用本島高山站台陸區系統與AH-64E直升機實施系統整合，以有效提供地空作戰數據整合。

此外，美軍與地面打擊部隊所建購的「美軍旅及旅級以下作戰指揮系統」，可提供直升機與地面部隊數據整合，因本軍已將所需的要項，納入未來本軍「網狀化作戰」通資系統發展，只是未來頻寬的限制仍值得關注。另外，參考美陸軍2012年「建置超低空監控雷達」經驗，委由民間專業團隊或國外團體實施針對本島各航空旅基地建置「超低空監控雷達」實施評估，俾利提升訓練空域數量，提升飛安係數。

三、落實空管人員通連訓練

不論裝備的新穎及各項制度的完善，最後執行任務的勝敗關鍵仍在人為操作。鑒於，美軍前線部隊地空通連，是以語音建制為主要架構，並善用跳頻與加密機制，以

⁵⁷同註 19，頁 57。

⁵⁸UH-60M 空中指揮管制機(Army Airborne Command and Control System, A2C2)，主要指管系統包括資料分析、先進野戰砲兵戰術資訊、空中及彈防禦工作站與 21 世紀戰士旅級以下戰場指揮等系統，主要功能為整合戰場資訊、監控任務執行情形、提供空中及地面部隊指揮官戰場即時圖像及戰場警知，以利戰況掌握與決心下達。

⁵⁹蘇育德，〈無人飛行載具(UAV)運用於國土安全與防衛作戰運用之研究〉，航特部民國 100 年度戰法研討會，民國 100 年，頁 33。

及本軍地空空管通資能量，在於各作戰區支援營、各航空旅通航連及聯兵旅通資連，因募兵制導致空管人員空缺。基此，就必須落實空管人員通連訓練，以提升本職學能。在本職學能方面，亦應將航管法規、各基地特性、網路安全及特別天氣應處作法納入實際納入施訓，以滿足作戰需求。

除此之外，也須落實空管人員考核及評鑑制度，除加強空管人員於戰備任務訓練及基地訓練外，對於未達標準人員，各聯兵旅通資連長應定時追蹤考核，持續瞭解該人員情況，若仍未達訓練及安全標準，也須適時調整職務，以避免徒增訓練成本。

四、配合國防政策轉型，統合發揮整體資源

未來「網狀化作戰」的通資系統，將會是空、地網的通資系統整合。以美陸軍為例，為強化地空作戰效能，平均每年約200億美金(約新臺幣約6仟多億)投資在通資系統裝備，相當於我國2年國防預算。但值得注意的事，美陸軍通資裝備已大部分委由民間部門開發，其所帶動將是一筆龐大的商機。

在面臨龐大的國防預算需求下，本軍若能配合現階段國防產業政策，藉由軍、商規等國內通訊及資訊產業能力整合，開發出新型的跳頻、跳密無線電機，或是開發其數據鏈路的次系統，及作業軟體將現行美軍與本軍的通資系統予以整合，相信更可滿足地空作戰通資系統需求。

結論

隨著中共武力提升，本軍所面臨的威脅亦是逐年增長。在未來局部海、空優及聯合防空火力支援下，地空作戰如何提升整體戰力，避免誤擊，將有賴於本軍通資系統的提升。從美軍近年來，提高相關經費在「網狀化作戰」的通資裝備就可證明其重要性。但令人驚訝的發現是，美陸軍發展地空作戰通資系統，仍面臨著頻寬不足與作業系統整合的問題。這無疑對本軍發展地空作戰的通資系統，給了最佳的借鏡。此外，本軍不可忽視未來「台、澎防衛作戰」中，由於無法完全掌握絕對制空權及制海權，且部署於高山站台的無線電中繼台戰力將遭受第一擊的威脅下，地空作戰通資系統面臨極大的威脅，故建構適宜的通資系統，將攸關未來本軍地空作戰整體戰力的提升。

參考文獻

- 一、國防部，《中華民國93年國防報告書》(台北：國防部，2004年)。
- 二、國防部，《中華民國97年國防報告書》(台北：國防部，2008年)。
- 三、國防部，《中華民國102年國防報告書》(台北：國防部，2013年)。
- 四、國防部，《中華民國102年四年期國防總檢討》(台北：國防部，2013年)。
- 五、陸軍航空特戰指揮部，《陸軍航空兵部隊(航空旅作戰)指揮教則》(桃園：國防部

陸軍司令部，2006年)。

- 六、陸軍通信電子資訊訓練中心，《陸軍通資電部隊指揮參謀組織與作業教範》，第3版(桃園：國防部陸軍司令部，2016年)。
- 七、陸軍通信電子資訊學校，《通資電部隊指揮教則》，第2版(桃園：國防部陸軍司令部，2009年)。
- 八、國防部史政編譯室、韓力(Eric L.Haney)、湯姆生(Brian M.Thomsen)，《超越震撼威懾(Beyond Shock and Awe:Warfare in the 21st Centruy)》(台北：國防部，2010年3月)。
- 九、國防部史政編譯室、盧福偉(Bernard Loo)，《軍事轉型與戰略：軍事事務革新與小國(Military Transformation and Strategy:Revolutions in Military Affairs and Small States)》(台北：國防部，2011年8月)。
- 十、王建基譯，Demetrios J.Nicholson，〈洞燭機先 作戰指揮、決策、不確性及資訊綜合優勢的藝術(Seeing the Other Sider of the Hill)〉《國防譯粹》(台北)，第33卷第5期，國防部，2006年5月。
- 十一、陳克文譯，Manjeet Singh Pardesi，〈無人飛行載具/無人戰鬥飛行載具-未來政策的可能任務挑戰(Unmanned Aerial Vehicles/Unmanned Combat Aerial Vehicles-Likely Missios and Challenges for the Policy-RelevantFuture)〉《國防譯粹》(台北)，第33卷第5期，國防部，2006年5月。
- 十二、山本進一、曼谷平，〈中國陸軍數據鏈，使用更多加固式電腦〉《漢和防務評論》，第101期，紘健發展出版社，2013年3月。
- 十三、洪健元，〈立委認同國防政策，三預算案解凍〉《青年日報》，青年日報社，2011年11月11日，版3。
- 十四、諶悠文，〈陸衛星拍到殘駭？馬國：錯誤線索〉《中國時報》，中國時報社，2014年3月15日，版18。
- 十五、陳家倫，〈陸首支資訊化旅，戰法多達50種〉《旺報》，中國時報，2014年3月18日，版6。
- 十六、洪健元，〈軍費投注不對稱戰爭、電磁武器、網路戰〉《青年日報》，青年日報社，2014年3月21日，版5。
- 十七、方正，〈立委考察AH-64E整備盼研析戰法提升戰力〉《青年日報》，青年日報社，2014年12月26日，版3。