



淺談21世紀中國人民解放軍 通信技術與運用思維

作者／曾子軒少校、李勝義上校、蔡蕙逢

提要

- 一、通信是指揮者訊息傳遞的主要手段，中國人民解放軍近年來隨著通信保障（Communi-cation Support）裝備不斷精進改良，更在通信技術研發上不遺餘力，已不像從前單只靠有、無線電機實施語音通聯，而是朝數位化發展並著重於跨系統、跨軍種一體化整合運用。
- 二、期望憑藉彙整有限的資源來分析，將針對中國大陸近年來幾種技術，包含量子通信技術、對流層散射通信運用、動中通通信設備及天狼空天地一體化等技術實施資料蒐整、原理研究與諸元探討。
- 三、本文期以客觀角度來蒐整並評析中國大陸近來通信裝備系統發展與運用的思維，以及討論可能帶來對我國軍的威脅，進而有效強化我通資電幹部通信素養，以達有效防衛固守台灣。

關鍵詞：量子通信、動中通、天狼空天地一體化系統。

前言

通信技術的發展，是各國軍事投資項目中不可或缺的項目，在武器裝備日新月異的時代，通信系統的發展已成為必要項目之一，在過去許多戰役中，通信信號只要遭敵偵測、截收及解析，戰役勢必走向失敗一途。所以，現今各國皆不斷研發新式的通信技術，主要是增強其訊息傳送能力及保密的功能。近年來共軍各式武器發展迅速，且一體化技術新式裝備也陸續在解放軍各階層單位服役運作中，期望藉由多重管道情資蒐整、分析與研討後，進而探討共軍新式通信技術及運用方式，相對的我軍必須知己知彼，了解共軍通信技術發展程度，並有機會進一步發掘其弱點或不足之處，以利我國軍後續發展。

中國人民解放軍通信發展

一、通信發展單位



1927年8月1日南昌起義中，誕生了解放軍軍隊的通信兵¹，是中國大陸軍隊最早建立的兵種之一。1934年1月，中華蘇維埃共和國中央革命軍事委員會（簡稱「中革軍委」）成立一、二、三、四局。其中二局主管無線電偵察，由無線電總隊展開偵蒐工作的人員及電台組建，四局（後改為三局）主管通信（包括無線電通信、有線電通信、簡易信號通信）。1950年5月，中央決定成立中央人民政府人民革命軍事委員會通信部，由中央人民政府人民革命軍事委員會直接領導。1954年，改稱中國人民解放軍總參謀部通信部。1959年3月，改稱中國人民解放軍總參謀部通信兵部。1975年3月，改稱中國人民解放軍總參謀部通信部。2011年，經前國家主席胡錦濤和中央軍委批准，中國人民解放軍總參謀部通信部改編為中國人民解放軍總參謀部信息部，又稱總參五部²。

解放軍的C⁴I系統現代化建設很可能由總參信息部具體組織實施³，該部負責建立、操作和保護解放軍的通信基礎設施。1999年，前總參通信部部長袁邦根少將在《中國軍事科學》雜誌上撰文指出⁴，他所領導部門的主要任務是通信網路建設、操作和安全防護。在執行這些任務時，總參信息部沒有建立與美軍類似部門相對應的組織機構，而是採取一種將美國政府多個部門的相關職能加以綜合的組織方式。據研究中國人民解放軍通信組織體制的專家—前美國海軍分析研究中心中國大陸研究部主任戴維·芬克爾斯坦(David M. Finkelstein)介紹，總參信息部的職能、任務和活動可能包括以下幾個方面：發展、建設、操作和維護解放軍分布於全國的軍事指揮和控制系統以及解放軍的信息管理系統。芬克爾斯坦推測，總參信息部可能管轄著下述部隊及擁有相應的職責：通信部門可能管轄著大量下屬機構和部隊，其中既有固定部署的部隊(如高頻微波、衛星通信、電話自動交換台以及進行對流層散射通信連絡的部隊)，又包括機動部署的戰略通信部隊。這可能代表著總參信息部擁有站、庫一級的後勤維修部隊，專門為通信裝備及放置這些裝備的建築物提供保管、維修、供給、維護、測試、校準等服務。如果有人能確切掌握這些部隊的數量，那麼將不會對總參信息部能直接控制數千名不屬於各軍區管轄的通信作戰人員感到驚訝。上述情況如能被證實，它們將有力地證明總參信息部在制定解放軍C⁴I系統發展政策和實施作

¹ 〈中國人民解放軍總參謀部信息部〉《維基百科》，<https://zh.wikipedia.org/wiki/%E4%B8%AD%E5%9B%BD%E4%BA%BA%E6%B0%91%E8%A7%A3%E6%94%BE%E5%86%9B%E6%80%BB%E5%8F%82%E8%B0%8B%E9%83%A8%E4%BF%A1%E6%81%AF%E5%8C%96%E9%83%A82>，2015年9月4日。

² 同註1。

³ 新浪網軍事，〈特稿：解放軍的C⁴I系統〉《世界安全》，<http://mil.news.sina.com.cn/2004-07-02/0858207987.html>，2015年9月4日。

⁴ 〈美軍2004年中國軍力報告：中國軍隊的現代化〉《中華網軍事》，http://military.china.com/zh_cn/head/83/20040603/11713337_7.html，2015年9月4日。

戰行動方面的核心領導地位。

總參謀部還負責管理著下屬的C⁴I系統各式相關研究機構。其中第54研究所長期以來一直是通信和監視技術的研究中心，該所建造了中國大陸第一個全數位化衛星通信地面站、第一個大型船載衛星通信地面站、第一個區域防空通信網路和第一種衛星監視設備等。第56研究所重點研製分散式和並行式電腦系統。據報導，第61研究所負責研製指揮自動化系統和C⁴I系統，並在1997年組織召開了國防信息現代化建設研討會。第62研究所負責研製通信裝備、電腦和指揮自動化設備。據報導，原位於南京的第63研究所(現已併入解放軍國防科技大學)正在實施微波研究。另外中國電子系統工程總公司(China Electronics System Engineering Corp, CESEC)在解放軍C⁴I建設方面發揮著關鍵性的作用，該公司隸屬於總參信息部，其業務範圍包括移動通信、電話線路安全、電腦網路、密碼編制、微波、電腦應用及專用的軍事C⁴I系統等。CESEC在很大程度上負責設計、融合和操作解放軍的通信和電腦網路，它還負責研製應用軟體，並與總參所屬重點研究所進行密切合作，專門從事C⁴I系統、微波和密碼編制等方面的研究。更為重要的是，CESEC及其所屬機構與國外通信公司建立了密切聯繫，為中國大陸採購高性能的信息安全設備提供了機會。

二、通信發展概念

中國大陸領導階層一直關注解放軍C⁴I系統的現代化建設⁵。前國家主席江澤民還曾擔任過電子工業部部長，強調電子技術對經濟建設和國防通信具有至關重要的作用。在1991年的波灣戰爭後，江澤民進一步指出，軍事電子技術對國家安全具有重要影響，必須放在首位。此後10年間，解放軍發展了其C⁴I系統現代化建設的戰略和政策。1993年《解放軍報》刊登的一篇文章內容更加具體，指出解放軍正努力發展基於光纜線路、數位微波和衛星通信的C⁴I系統。《解放軍報》在1995~1997年間發表的一系列文章描述解放軍的C⁴I系統至少由4個主要網路系統組成：軍用電話網路、保密電話網路、全軍資料通信網路及野戰綜合通信系統。這種描述將前者加以綜合，合理判斷解放軍的地下光纜通信網路、太空通信衛星、微波和短波通信設施等組成了軍用電話網路、安全電話網路、全軍資料通信網路及野戰綜合通信系統的基礎設施。藉由對波灣戰爭的研究，解放軍早已認識到以高科技電子技術為核心的C⁴I系統，已成為現代軍隊與武器裝備的神經中樞，是高科技戰爭的戰略保障和物資基礎。但更切身感受的一次遭遇則是在1995年夏季某日，當時中國大陸東南沿海及數百公里縱深的雷達和

⁵ 同註2。



通信系統幾乎全部失靈，軍方根本弄不清楚到底發生了什麼事，南京軍區與濟南軍區對北京總參謀部的無線電訊連絡也被干擾到無法正常工作，混亂長達數小時。經過調查，當日曾有三架E-6電子戰機從日本那霸空軍基地起飛，並曾在中國大陸領空附近短暫徘徊，隨即離開。此事令解放軍高層大為震驚，深感指管控制系統的電子防護技術落後及其嚴重後果，遂決心投下巨資加速C⁴I系統的現代化建設。《解放軍報》⁶1997年發表的一篇文章揭示了該政策六項核心原則：

- (一)模擬技術向數位技術轉變。
- (二)電纜向光纜轉變。
- (三)機電交換向程式控制交換轉變。
- (四)單一功能終端向多功能終端轉變。
- (五)單任務網路向多工網路轉變。
- (六)人工作業向自動化和智慧化網路管理轉變。

到了2000年，上述發展戰略又增加了另一些改革原則，包括：

- (一)靜態通信技術向移動通信技術轉變。
- (二)陸基和空中通信技術向天基通信技術轉變。
- (三)支援通信技術向指揮控制技術和信息戰技術轉變。
- (四)窄帶通信網路向寬頻通信網路轉變。
- (五)地區或地區間通信網路向全球通信網路轉變。
- (六)專用軍事通信網路向專用和公用綜合通信網路轉變。
- (七)軍用通信網路向軍用信息網路轉變。

多年來，中國人民解放軍軍事戰略以本土防禦為重心，以內線作戰為基礎，準備打大規模的人民戰爭，打世界範圍的核子戰爭，對指管系統的要求相對簡單。但是，隨著軍事戰略重點由內陸向海洋，由準備打大型傳統戰爭、打核戰爭，朝向高科技局部戰爭的轉移，邊境地區和東南沿海的大範圍外線作戰，對其軍隊的作戰能力和C⁴I系統都提出了更多新的挑戰。

除此之外，中國人民解放軍重點發展的武器系統，是以彈道和巡航導彈為核心的遠程精準攻擊戰力。而這種攻擊戰力運用的基礎，就是現代化的情報、導航和通信，也就是C⁴I系統。104年度我國國防報告書中指出，解放軍運用各類型衛星，結合空中預警、無人飛行載具等組成數據化鏈路，大幅提升早期預警、指揮管制、戰場偵搜、機艦導航、通訊保密和武器精準打擊效能，現已具備第一島鏈以西海空域全時段監偵能力⁷。而中國大陸軍方也已認識到，在未來可能

⁶ 〈解放軍報〉《中國軍網》，http://www.81.cn/jfjbmap/content/2015-11/07/node_2.htm，2015年9月4日。

⁷ 〈國防部：2020年中共完備攻台能力〉《中央通訊社》，<https://www.cna.com.tw/news/firstnews/201510260294->

發生的台海或南海局部戰爭中，美國很可能是直接軍事介入的一方。尤其是美國海軍，將從太平洋和印度洋同時對中國大陸軍隊實施兩面夾擊或封鎖。對於隨時準確掌握美航母戰鬥群動向的要求顯得比以往任何時候都來得重要和緊迫。在這種形勢的作用下，中國大陸已將C⁴I系統建設作為軍事現代化的最優先項目之一。在武器裝備方面，第一項就是在本世紀內建成現代化的C⁴I系統，因此中國大陸與以色列及俄羅斯簽約，耗資10億美元訂購了4架A-50主桅（Mainstay）空中預警管制機(如圖一)。這種空中預警管制機的載台為俄羅斯製造的IL-76大型運輸機，機載電子設備為以色列研製的高性能新一代相位陣列預警雷達，用以補足解放軍海空軍運八⁸、空警⁹系列電戰機電子能量的不足。

圖一 A-50「主桅」(Mainstay)空中預警管制機



資料來源：https://en.wikipedia.org/wiki/Beriev_A-50, 2015/9/4.

2012年11月，中央軍委主席交棒至習近平手中。2013年11月12日，十八屆三中全會通過《中共中央關於全面深化改革若干重大問題的決定》¹⁰，專闢章節闡述深化國防和軍隊改革的內容，全面深化改革、加快現代軍事力量體系¹¹。習近平擔任中央軍委深化國防和軍隊改革領導小組組長，堅持以軍事鬥爭準備為龍頭，堅持問題導向，把改革主攻方向放在軍事鬥爭準備的重點難點問題上，放在戰鬥力建設的薄弱環節上。武器裝備體系，按照作戰功能大致由綜合電子信息系統（主要包括偵察監視、信息傳輸、指揮控制及輔助決策等分系統）、

1.aspx，2015年12月28日。

⁸〈運八〉《維基百科》，<https://zh.wikipedia.org/wiki/%E8%BF%90-8>，2015年9月4日。

⁹〈空警-2000〉《維基百科》，<https://zh.wikipedia.org/wiki/%E7%A9%BA%E8%AD%A6-2000>，2015年9月4日。

¹⁰〈解讀中共中央關於全面深化改革若干重大問題的決定〉《人民網》，<http://politics.people.com.cn/BIG5/8198/371536/index.html>，2015年9月10日。

¹¹〈解放軍大力強化聯合一體作戰理念〉《紫荊網》，<http://www.zijing.org/htmls/dujia/616580.shtml>，2015年9月10日。



信息化武器平台、精確制導武器、信息作戰裝備，以及作戰保障、後勤保障、技術保障等綜合保障裝備等組成。其中，綜合電子信息系統是形成基於信息系統體系作戰能力的核心中樞和關鍵基礎。信息化武器裝備體系的綜合集成和作戰運用，對現代作戰產生了全面而深遠的影響，拓展了作戰空間，提高了作戰效能，強化了體系對抗，從而使聯合作戰得以實現並發展成為現代戰爭的基本作戰形式。

現代化戰爭皆為聯合化作戰，解放軍無戰而不聯，無聯而不勝，聯合作戰，重在力量聯合。構建聯合作戰的物質技術基礎在於武器裝備體系。武器裝備體系是指由相互關聯、功能互補的各種武器系統及裝備，按照作戰要素的內要邏輯聯繫綜合集成的全般整體。武器裝備信息化、體系化和一體化，是現代武器裝備發展的必然趨勢，也是信息時代戰爭工具的潛在要求。

解放軍一體化聯合作戰指揮是聯合作戰的中心環節，一體化的系統可區分為幾個方面，一是偵察監視裝備，主要獲取各類戰場情資，包括各類目標情資、戰場環境情資和社會環境人文情資等。情報是作戰的先導，是指揮決策的基本依據。各種先進的偵察監視裝備在聯合作戰中得到廣泛運用，基本涵蓋空間上全方位、技術上全手段、時間上全天時及環境上全天候，實現了戰場偵察監視的立體化、及時化和精確化，同時也使得戰場偵察與反偵察、探測與反探測、監視與反監視的綜合對抗變得更加激烈、強度更高。二是信息傳輸裝備，信息傳輸是指信息在空間的傳遞和流動過程，現代軍事通信裝備是信息化武器裝備體系的重要組成部分，是信息化戰爭的神經中樞，為形成聯合作戰體系的紐帶。快捷、高效、可靠、保密及不間斷，是現代軍事通信的基本要求。當結合至武器裝備，即可將個別單一系統，例如：地面火砲雷達、防空雷達、預警雷達及海空載台雷達，將情資整合一體化後，建構成一巨大整體情資資料庫，產生的資訊再透過資料鏈路(例如衛星)分送至各終端使用平台，如武裝直升機、戰機、艦艇或解放軍火箭軍部隊¹²等，發揮出一加一大於二的戰力，構成一個全新整體系統，將戰場系統化、一體化，可稱之為現代戰爭戰力倍增器也不為過。

現代軍事通信已經實現了數位化、網路化、全球化、綜合化及個人化。更重要的是，以資料鏈為基礎的從感測器到射手的武器系統訊號交換，跨越了軍種之間、武器平台和戰場空間等諸多界限，有助於實現真正意義上的及時化與一體化作戰，敵人和目標在哪裡，打擊就指向何處。解放軍參酌國外軍隊戰史的經驗教訓，明確揭示了戰爭型態由過去陸地戰場為主的作戰行動，轉變為陸

¹² 火箭軍部隊原先名為二砲部隊，於2016年1月1日起更名。

海空天一體化的打擊方式¹³。

中國人民解放軍新型通信技術簡介

一、量子技術發展

量子資訊科學這個新興領域的原始構想起源於20世紀80年代初¹⁴，美國阿貢國家實驗室(Argonne National Laboratory)，Paul Benioff博士；而著名物理學家Richard Feynman，英國牛津大學David Deutsch教授及美國IBM公司Charles Bennett博士等人則試探如何將量子力學的概念應用到電腦的建構中。而量子資訊科學取得突破性的進展則是發生在近十年內的事。1994年AT&T公司的Peter Shor博士證明，量子電腦(Quantum Computer)能有效快速地進行大因數分解，這在傳統資訊領域裡被認為是一個無法有效計算的問題。正是Shor博士對量子計算的開創性工作，進而導致了今天量子計算(Quantum Computation)和量子資訊(Quantum Information)的迅速發展。

而迫使科學家們投入量子資訊科學這一新興領域研究的另一主要原因，是現有資訊處理系統的功能已逐漸接近於極限。半導體工業在過去30年的發展幾乎每隔兩年，處理器處理速度就增快一倍。而每個晶片上整合的電晶體數目也隨時間呈指數增長。這個被稱為摩爾定律(Moor's Law)的經驗法則預示，數年後，一個晶片上的電晶體數目將超過10億個，而電腦的存儲及處理單元將是單個原子及單個電子。在以原子為基石的微觀世界裡，光與電的行為將不再服從古典物理規律，取而代之的是量子物理規律。毫無疑問，資訊科學的進一步發展勢必要借助於量子力學的基本原理和方法。這是產生量子資訊科學的另一個原動力。概括的說，量子資訊科學是物理學與資訊科學相結合的一個新興交叉領域，涉及物理、電腦、通訊、工程和材料等多門學科。它是以量子態疊加原理及量子子系統間量子態的糾纏性為其理論基礎，研究資訊處理和電腦運算的一門新科學。由於量子特性在資訊領域中的獨特功能，在增大資訊容量、提高運算速度、確保資訊安全等方面將遠遠突破現有傳統資訊系統的極限，它的未來發展勢將對整個基礎科學和工程科學，包括電腦科技、通訊科技、材料工程、精密測量技術、量子基礎科學及資訊理論科學帶來一次巨大的變革。

(一)中國大陸量子技術組織架構發展

中國大陸量子通信產業化的進程，受到中國大陸國家領導人的重視和關

¹³ 張蜀誠，〈剖析共軍軍事戰略演變及其意涵〉《海軍學術雙月刊》，第40卷6期，2006年12月，頁128。

¹⁴ 張為民，〈量子資訊科學：可能成為二十一世紀工業發展的核心〉《自然科學簡訊》，第15卷第4期，國立成功大學物理系，民國92年11月，頁1。



注¹⁵，正在快速發展。2009年11月，時任國務院總理溫家寶在參加中國科學院院慶60週年成果展時，聽取了關於量子通信網路工作的會報，對量子通信成功參與國慶閱兵通信保障感到非常振奮；2013年7月，中國大陸中央總書記習近平在中國科學院考察工作時發表重要講話中指出，量子通信已經開始走向實用化，這將從根本上解決通信安全問題，同時將形成新興通信產業。2013年9月，中國大陸中央政治局舉行第九次集體學習，集體來到中關村國家自主創新示範區展示中心參觀創新成果展示，並在現場進行中央政治局集體學習。在活動過程中，習近平、李克強等中央領導人物詳細瞭解了量子通信技術原理、進展與歐美等競爭對手的技術對比，以及中國大陸在這一領域的下一步規劃情況，聽取了空間量子科學衛星、量子通信京滬幹線等項目的進展會報，並給予支持與肯定。

2009年5月，以中國科學技術大學微尺度物質科學國家實驗室量子物理和量子資訊研究部的技術力量為基礎，安徽量子通信技術有限公司成立，以推展量子通信技術的成果轉化。2010年3月，山東省政府和中國科學技術大學簽署科技成果轉化合作協議，在濟南成立山東量子科學技術研究院有限公司，將量子通信技術引進山東開展應用研究。2011年5月，在中國科學院的規劃及山東省政府的大力支援下，中國科學院量子技術與應用研究中心在濟南成立（如圖二）。同時，濟南市設立濟南量子技術研究院，作為中國科學院量子技術與應用研究中心在山東開展工作的日常辦事機構。中國科學院量子技術與應用研究中心依托中國科學院在前沿科技研究上的集群優勢，並結合山東省在促進科技型戰略新興產業方面的規劃，對包括量子通信在內的量子技術應用研究方向進行引導，加快量子技術領域的成果轉化，進而推展新興高科技產業的形成和發展。2012年，中國科學技術大學牽頭，聯合南京大學、國防科技大學、中國科學院上海技術物理研究所、中國科學院半導體研究所等單位共同成立了「量子資訊與量子科技前沿協同創新中心」，開展全面深入的量子科學前沿和量子資訊技術前沿研究。2012年9月，為把握量子通信實用化技術的發展方向，山東省政府批准建立山東省量子科學技術院士工作站，指導量子通信技術團隊進行科技創新和技術攻關。在「十二五計畫¹⁶」期間，山東資訊通信技術研究院委托山東量子科學技術研究院有限公司建成了量子通信研發平台，主要面向量子通信元器件、設備研發測試及技術服務。2013年5月，建成的週期極化鋁酸鋰波導研製平台是世界上三個逆向質子交換鋁酸鋰波導研發機構之一，主要為量子通信系

¹⁵ 〈安全通信的未來-量子通信〉《中國科學院網路化科學傳播平台》，http://www.kepu.net.cn/gb/special/quantum_communication/mysteries/201412/t20141225_8332.html，2015年9月10日。

¹⁶ 〈大陸十二五規劃綱要全文〉《中國大陸經濟研究學會》，http://www.aces.org.tw/?page_id=648，2015年9月10日。

統研製國際領先的核心關鍵器件，以打破國外對中國大陸的技術封鎖。

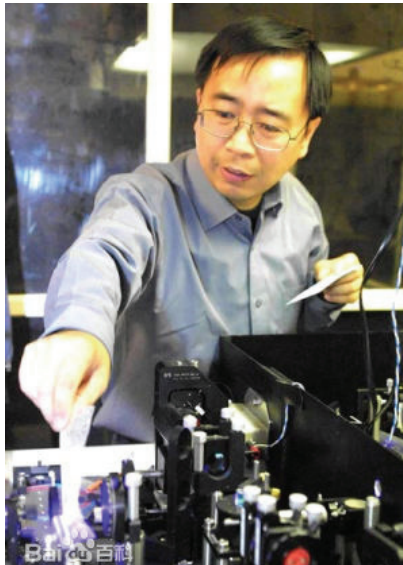
2014年1月，中國科學院量子資訊與量子科技前沿卓越創新中心成立，這是中國科學院首批啟動實施的五個卓越創新中心中第一個揭牌的中心。中心主任由潘建偉¹⁷院士擔任(如圖三)，以中國科學院在量子資訊與量子科技前沿領域已取得的領先優勢為基礎，著力於突破推展量子科技革命的前沿科學問題和戰略性高技術問題。

圖二 中國科學院量子技術與應用研究中心在濟南成立



資料來源：<http://baike.baidu.com/view/5770967.htm>, 2015/9/10.

圖三 中國科學技術大學常務副校長潘建偉教授



資料來源：<http://baike.baidu.com/subview/168575/6036407.htm>, 2015/9/10.

(二)中國大陸量子技術實際研究成果

1997年，在奧地利留學的中國大陸青年學者潘建偉和荷蘭學者波密斯特

¹⁷ 〈潘建偉〉《百度百科》，<http://baike.baidu.com/subview/168575/6036407.htm>，2015年9月10日。



等人合作，首次實現了未知量子態的遠端傳輸¹⁸。這是國際上第一次在實驗上成功地將一個量子態從甲地的光子傳送到乙地的光子上。實驗中傳輸的只是表達量子資訊的「狀態」，作為資訊載體的光子本身並沒有被傳輸。

2006年夏天，中國科學技術大學教授潘建偉小組、美國洛斯阿拉莫斯國家實驗室、歐洲慕尼黑大學，維也納大學聯合研究小組各自獨立實現了誘騙態方案，同時實現了超過100公里的誘騙態量子金鑰分發實驗，由此打開了量子通信走向應用的大門。誘騙態量子密碼理論主要是針對竊聽者分束攻擊的解決方案，2008年底，潘建偉的科研團隊成功研製了基於誘騙態的光纖量子通信原型系統，在合肥成功組建了世界上首個3節點鏈狀光量子電話網，成為國際上報導的絕對安全的實用化量子通信網路實驗研究的兩個團隊之一（另一小組為歐洲聯合實驗團隊）。2009年9月，潘建偉的科研團隊正是在3節點鏈狀光量子電話網的基礎上，建成了世界上首個全通型量子通信網路，首次實現了及時語音量子保密通信。這一成果在同類產品中位居國際先進水準，標誌著中國大陸在城域量子網路關鍵技術方面已經達到了產業化要求。

2010年，中國科學技術大學和清華大學的研究人員完成了一項創舉，他們的自由空間量子通信實驗將通信距離從先前的數百米記錄一步跨越到16公里。此刻，中國科學技術大學上海研究院的研究人員再次創造了新紀錄，他們將通信距離擴大到了97公里¹⁹，橫跨中國大陸的一個湖泊。報告發表在預印本網站上。研究人員在海拔約4,000米的青海剛察湖上完成了這次自由空間通道量子實驗，他們不是在湖這邊發射光子，然後讓它在湖對岸重新出現，而是利用量子糾纏（即兩個量子態互相影響的粒子）在新地點重新創造出相同的量子位元（又稱為Q位元或量子比特）。他們在4個多小時內，向97公里外遠距傳輸了1,100多個光子。將量子通信距離延長到近100公里意味著可以從地面與衛星進行通信，跨全球範圍的量子通信正在變成現實。

量子資訊因其傳輸高效和絕對安全等特點，被認為可能是下一代IT技術的支撐性研究，並成為全球物理學研究的前沿與焦點領域。基於中國大陸2001年以來在量子糾纏態、除錯、儲存等核心領域的系列前瞻性突破，中國中科院於2011年啟動了空間科學戰略性先導科技專項，力爭在未來搶先發射全球首顆量子通訊衛星。實驗證明，無論是從地面指向衛星的上行量子隱形傳輸型態，還是衛星指向兩個地面站的下行雙通道量子糾纏分發均可行，為基於衛星的廣域

¹⁸ 〈量子通信〉《百度百科》，<http://baike.baidu.com/view/380282.htm>，2015年9月10日。

¹⁹ Alexandra Witze, m, "Quantum Teleportation Takes Leap: Two Teams Improve Long-Distance Information Transmission," *Science News* 181, no. 13 (June 30, 2012), P 10.

量子通信和廣域量子力學原理檢驗奠定了技術基礎。在高損耗的地面成功傳輸100公里，意味著在低損耗的太空傳輸距離將可能達到1,000公里以上，基本上解決了量子通訊衛星的遠距離資訊傳輸問題。量子通訊衛星核心技術的突破，也表明未來構建全球量子通信網路具備技術的可行性。2013年10月，中國科學技術大學郭光燦²⁰領導的中科院量子資訊重點實驗室在高維量子資訊存儲方面取得重要進展，該實驗室的研究小組在國際上首次實現了攜帶軌道角動量、具有空間結構的單光子脈衝在冷原子系綜²¹中的存儲與釋放。

在軍事上，目前解放軍並未正式有量子科技相關運用的設備列裝，如果未來傳輸距離夠，解放軍將可能運用量子資訊傳輸的安全性，進行以衛星為核心的陸海空天一體式情資信息交換，屆時解放軍戰場的信息整合將可能是迅速又安全的作為，值得我們密切注意。

二、動中通通信

動中通是「移動中的衛星地面站通信系統」的簡稱。透過動中通系統，陸上車輛、海上輪船、空中飛機等移動的載體在運動過程中可及時同步衛星等平台，不間斷地傳遞語音、數據、影像等多媒體訊息，可滿足各種軍民用應急通信和移動條件下的多媒體通信的需要。動中通系統有效的解決了各種車輛、輪船等移動載體在運動中透過地球同步衛星，及時不斷地傳遞語音、數據、高清晰的動態影音畫面、傳真等多媒體訊息的困難技術，是通信領域的一次重大的突破，是當前衛星通信需求旺盛、發展迅速的應用領域，在軍民兩個領域都有極為廣泛的發展前景。

中國人民解放軍已經從1990年之後在它的C⁴I系統中使用衛星通信（衛星通信）（如圖四、五），現下解放軍地面部隊部署一種機動衛星通信指揮站，能從全國各地回饋語音和數據到指揮部。新一代指揮站能被當作綜合衛星通信指揮和控制網路的一部分。指揮站安裝在一輛8X8越野甲車的車廂內（如圖六、七）。車箱分隔，設備隔間在後部，乘員隔間裝有空調為設備和人員提供適合的環境。

一具衛星通信天線罩安裝在車廂頂上。指揮站由許多子系統組成，包括衛星通信、天線控制、視頻會議、監視電視、VoIP電話和電源。車輛能視為一套標準單獨機動指揮站，或當做一套C⁴I終端去傳送語音和數據到戰場C⁴I中心。它也能夠使戰場上部隊長在不同的位置去交換訊息和接收來自戰場指揮部的命令，以達戰場信息一體化目的。

²⁰ 〈郭光燦〉《百度百科》，<http://baike.baidu.com/subview/219804/12668012.htm>，2015年9月10日。

²¹ 〈科學家首次證明原子系綜間的量子遙傳〉《Only Perception》，http://only-perception.blogspot.tw/2013/02/blog-post_2811.html，2015年9月10日。



圖四 中國大陸動中通輪型通訊車



資料來源：<http://news.qq.com/a/20140523/027509.htm>, 2015/9/26.

圖五 中國大陸動中通輪型通訊車



資料來源：<http://news.qq.com/a/20140523/027509.htm>, 2015/9/26.

圖六 中國大陸動中通8輪型通訊車



資料來源：http://bbs.tiexue.net/post_5765850_1.html, 2015/9/26.

圖七 中國大陸動中通履帶型通訊車



資料來源：<http://www.dingsheng.com/portal.php?mod=view&aid=3484>, 2015/9/26.

三、對流層散射應用

地球大氣層一般分為電離層、平流層和對流層。對流層是大氣層的最低層，其下界與地面相接，上界即對流層頂（與平流層的交界處），一般定義為溫度不再隨高度增加而下降之處，中緯度地區平均高度為10~12km，低（高）緯度地區較高（低）些，且一般夏季高於冬季。對整個大氣圈而言，對流層只是很薄的一層，但它集中了90%的大氣質量，主要天氣現象如風雨、雷電、雲霧等都發生在這一層。

因為大氣不能吸收太陽短波輻射，但地面能吸收太陽輻射而升溫並放出長波輻射，大氣主要透過吸收地面的長波輻射和透過對流、湍流等模式從地面吸收熱量才能升溫。因而，愈接近地面的大氣得到的熱量愈多，造成對流層的氣溫隨高度升高而降低，平均每上升100m，氣溫約降低0.65℃。低層空氣由於從地面得到熱量而上升，高層冷空氣下沉，導致逆溫現象，造成對流層內存在強烈的垂直混合作用。熱帶地面溫度高，垂直混合能到很高的高度，對流層頂高度高；極地地面溫度低，垂直混合作用弱，對流層頂高度低。

由於各地緯度和地表性質的差異，地面的受熱不均，地面上空空氣在不同高度上具有不同物理屬性，壓強、溫度、濕度等氣象要素水準分布不均，導致發生大氣環流，從而產生各種天氣過程。由於對流層的上述特徵，造成對流層中分布著大量的不均勻體（或稱散射體）。因此，對流層是一種隨機不均勻介質。散射體的具體表現為體積、形狀、運動速度、溫度、壓強、濕度等，都與周遭空氣明顯不同。雲團邊際的渦旋和漸變層，其折射指數也與周遭空氣有差異。無線電波透過這種不均勻介質時，除遭受折射外，還被不均勻體再次輻射，



即對流層散射²²。

對流層散射傳播現象是20世紀30年代發現的，對流層散射通信作為一種通信手段付諸使用在國外已有幾十年的歷史。對流層散射通信的發展大體區分為三個階段²³：

(一)20世紀60年代中葉以前是類比散射設備的開發與發展時期，在此期間對散射傳播機理進行了大量研究，並研製出類比散射通信設備，建立了大量的類比散射通信線路。

(二)20世紀70年代初到70年代中葉，數位對流層散射通信技術發展較快。20世紀70年代中葉以後，各國針對傳輸數位信號的有關技術問題，主要研究適合於散射通信通道傳輸的調製解調技術、編解碼技術、分集合併技術、失真自適應技術及裝車技術，並在高可靠性、實用性上取得了明顯進展。

(三)20世紀80年代後，美、英、法、蘇等國相繼研製出一些數位對流層散射通信設備，並建設了多條對流層散射通信線路。

進入20世紀80年代以來，散射通信在軍、民各個領域愈來愈多地被採用，車載移動散射通信系統的問世又為散射通信設備拓寬了應用領域。20世紀90年代，中國人民解放軍散射通信設備已推展銷售到國外。自50年代末開始研究散射通信理論和對流層散射通信設備，40多年來，已先後研製出GS-110、GS-111、GS-112、GS-113、GS-310、TS-398、TA-506、TS-504、TS-510等多個型號的對流層散射通信設備。

TS-510(如圖八)、TS-504(如圖九)是一種窄頻帶、多通道數位式對流層散射(TROPOSCATTER)通信系統，去提供遠 通信距離局部戰術通信網路。系統用於超地平線(Over-the-horizon)數據和數位化聲音通信，當選擇適當的地形時具有最大200公里水準距離。系統攜帶在一輛6x6越野卡車上²⁴。二台發射機和二台高功率放大器安裝在車箱頂上。對流層散射通信系統用於遠距離數據語音傳送，給衛星通信提供一個有用的補充。

但是對流層散射通信系統的穩定度及可靠度不如數位微波系統²⁵，適合預算不足仍需長距離通信軍事運用的國家。²⁶

²² 〈對流層散射通信〉《百度百科》，<http://baike.baidu.com/subview/5066340/5076293.htm>，2015年9月26日。

²³ 同註14。

²⁴ “TS-510 Digital Troposcatter Communication System,” GlobalMil, http://www.globalmil.com/Military/C4ISR/China_C4ISR/Ground_Systems/2010/0130/116.html, 2015/9/26.

²⁵ “Tropospheric Scatter Communications Systems,” Air Power Australia, <http://www.ausairpower.net/APA-Troposcatter-Systems.html>, 2015/9/26.

²⁶ 〈敘反對派稱繳獲中國 TS-504 散射通訊裝置〉《觀察者》，http://www.guancha.cn/military-affairs/2015_04_28_317632.shtml，2015年9月26日。

圖八 中國大陸TS-510對流層散射通信系統



資料來源：http://www.globalmil.com/Military/C4ISR/China_C4ISR/Ground_Systems/ 2010/0130/116.html, 2015/9/26.

圖九 中國大陸TS-504對流層散射通信系統



資料來源：<http://www.ausairpower.net/APA-Troposcatter-Systems.html>, 2015/9/26.

四、天狼系統

2014年4月14日，中共總書記習近平指出，要緊緊圍繞黨在新情勢下的強軍目標，全面加強部隊革命化、現代化和正規化建設，以新型作戰力量加強空間防禦，打造空天一體軍隊。而中國大陸自主研發的「天狼空天地一體化」北斗指揮系統是以綜合指揮車為搭載平台²⁷，整合各類技術資源，集合北斗定位系

²⁷〈打造空天地一體化綜合指揮系統通用平台〉《微信公眾平台》，http://mp.weixin.qq.com/s?__biz=MzA3ODMxNT



統、衛星通信系統、刑侦系統、偵查系統、維穩應急系統、軍事裝備等，透過技術整合，實現各系統模組化，以達到共用平台、減少重複投資、針對各行業應用快速組裝相對應產品，提升空天地一體化攻防綜合應用指揮能力的目的。

圖十 中國大陸天狼空天地一體化北斗指揮系統架構圖



資料來源：http://mp.weixin.qq.com/s?__biz=MzA3ODMxNTIxMA%3D%3D&mid=200164675&idx=2&sn=a563863d9c65ea9b79939e99606cae5e&scene=1&from=groupmessage&isappinstalled=0#rd, 2015/9/26.

(一)設計背景

基於空天地一體化設計思路，系統各組成部分採用模組化設計(如圖十)，在技術、安裝方式、軟體等方面充分考慮公安、應急維穩、救災、軍事等各應用領域的兼容性。通過模組組合和替換，可應用於各場合領域。達到減少重複

投資、快速形成產品、人機友善界面方便易用的目的。為未來中國大陸的空天地一體化網路系統打造通用平台。

(二)系統組成

天狼空天地一體化北斗指揮系統主要構成由兼容性車輛平台、北斗通信定位系統、衛星通信系統、無人機偵察跟蹤識別系統、單兵背負系統、電子圍欄²⁸系統、警務查報站系統及綜合指揮系統等組成。

1.北斗通信定位跟踪識別系統是利用北斗衛星進行定位導航，並利用北斗衛星中特殊的報文通信功能進行遠程通信。在車輛和終端設備上都配有北斗收發功能的模組，針對軍、民及特殊地域，其位置信息可分別通過3G、4G、WiFi、藍牙無線技術、北斗衛星即時傳到指揮中心或指揮車上，實現車輛位置信息的軌跡顯示及指揮。通過終端的無線短距離控制、通信可擴展成為更加智能化軟體控制平台。

2.無人機偵察跟蹤識別系統，具備語音視頻傳輸、遙控及網路地圖佈點等功能，無人機機體部分安裝有高精密度自動駕駛系統，通過地面控制站對飛機自動駕駛儀進行設置，然後通過數位傳輸電台傳送到無人機自動駕駛儀電腦內，無人機就可以隨時聽從現場指揮轉移到指定位置，然後通過無人機的可見光視訊採集資訊，並藉助圖傳系統就可以將清晰的現場畫面傳到地面動中通指揮系統內，進而實現及時高效指揮作戰現場監控。

3.手機通信及號碼識別跟蹤系統，利用偽裝基地站工作方式，實現在覆蓋的範圍內精確定位及通信數據採集，為行動部門提供方便。可進行信號阻斷，利用該設備的偽裝基地站工作方式，可實現在設備覆蓋的範圍內，有效阻斷所有中國大陸電信CDMA、GSM手機的輸出入通信，同時可截獲該範圍內任何一部CDMA、GSM手機的撥出號碼訊號。該項功能是在相關單位授權的情況下執行。

4.動中通衛星通信系統，可以實現及時遠程的圖像傳輸，可接收單兵、衛星、無人機等系統傳輸的音頻信息，在監控管理平台上進行控制切換。此系統基於衛星網路、無線微波及3G、4G無線網路的多通道數據傳輸，即時進行數據傳輸與處理、視訊、語音通信。確保在任何情況下，都可以利用多種通信線路，實現指揮中心 and 前線臨時指揮部之間信息、指令的上傳下達。手機定位、電子圍欄系統可在應急指揮車的周邊方圓五公里內所有的手機都搜索的到。在相關部門授權的情況下，實現及時定位、跟踪，看得到所有的通話和短信，通過軟體

²⁸〈什麼是電子圍欄，它的原理是什麼〉《問版主 Wenbanzhu》，<http://tw.wenbanzhu.com/%E4%BB%80%E4%B9%88%E6%98%AF%E7%94%B5%E5%AD%90%E5%9B%B4%E6%A0%8F%E7%BC%8C%E5%AE%83%E7%9A%84%E5%8E%9F%E7%90%86%E6%98%AF%E4%BB%80%E4%B9%88%E7%BC%9F>，2015 年 9 月 26 日。



系統完成對所有重點信息的蒐整監控。

5.單兵應急指揮系統，單兵作戰系統是將士兵和武器子系統、綜合頭盔子系統、計算機、無線電子系統、軟體子系統、防護服與單兵設備子系統，五個子系統一體化整合。從根本上全面提高士兵的攻擊力、生存力和目標捕獲能力。使用該系統後的戰士，將能同時擔負突擊隊員、空降兵、空中突擊人員、輕載和機械化部隊人員的作戰職能。視頻應急指揮系統，完成現場的電視電話會議與及時的遠程指揮作業，通過車載終端與指揮中心做精準交流。將多個子系統全部融合在一個指揮車內，做成一種貨架式的模式形成集中控制。可遠程通過軟體完成對系統的控制，包括圖像切換、衛星天線的自動展開等工作，實現一鍵式的應急效果。

6.公安警務查報系統，配合酒後駕駛查察、大型車輛超載重點盤查。中國大陸智能化警務查報站系統是城市防控體系的主要組成部分，該系統能夠對城市的各交通幹道和出城點的過往車輛、行人進行全天候、24小時的監控及檢測，實現警務查報站的追、查、堵、控等功能自動化，增強了城市防控體系的及時監視，網路連線分布控制，自動報警，快速反應，信息共享，監控、威懾、防範與打擊並重等綜合管理效能，有效提高警務查報站的工作效率。平台可針對軍、民及其他應用領域，採用不同的系統模組。在數據傳輸上，民用可加入3G、4G網路，並針對公安、軍事、救災防火等，平台可分別採用無人直升機及無人小型固定翼飛機。針對民用的北斗終端、軍用的抗干擾型及高動態型終端等。針對不同應用場合、可採用動中通、靜中通及不同的通信衛星等。

「天狼」北斗指揮系統整合了多種先進技術，實現了多系統整合和模組化設計，尤其是利用了中國大陸自主運用的北斗系統進行定位、通信，採用自主控制的定位技術。綜合考慮技術、產品及應用環境等因素，通過模組化組合，可應用於軍事、公安、維和、救災、應急通信等各行業和領域，打造空天地一體化的陸基移動式綜合指揮平台。

中國人民解放軍通信運用思維

一、五維一體

解放軍未來信息化條件下作戰是指陸、海、空、天、電（磁）五維一體聯合作戰，必須探索與相互適應的組訓形式。為此，各部隊根據各自擔負的不同任務，創新組訓方式，與軍兵種部隊開展多種形式的聯合訓練，形成軍兵種聯訓、聯考與聯演新機制。2014年4月14日，中共國家主席習近平在空軍機關調查研究時指出，從波灣戰爭、科索沃戰爭到阿富汗戰爭、伊拉克戰爭，從日本地

震到中國大陸汶川地震，從船隻遇險到馬航班機，利用天基信息系統已經實現了天、空、地、海、電多位一體。並在戰爭中實現了多縱深與多層次的戰略戰術打擊，最終使戰爭呈現出「三非」(非線性、非對稱、非接觸)的特點。但是，目前只有美國在天地一體化方面走在了世界前列。但是目前中國大陸空天地一體化系統建設仍有存在的問題²⁹：

(一)衛星覆蓋區域有限

中國大陸信息交換自動化程度低，尚未形成真正意義上的網路概念，高速數據傳輸鏈路資源也匱乏，基礎設施較歐美先進國家薄弱，地面終端接入能力不足，大量信息尚需人工解讀和轉換，時效性差，處理大量數據能力也低，地面應用設備靈活性差、無統一通用設計思路，後勤維保有一定程度困難。

(二)天地數據鏈

將傳感器、指揮控制系統和各個作戰、應急及其他應用平台鏈結到一起，實現信息獲取、有效調配及作戰資源共享的數據鏈，愈來愈受到各方的重視。天地一體信息傳輸與分發系統則是做為實現數據鏈遠距離作戰及全方位信息協同的重要保障設施，未來天地數據鏈使傳統的數據鏈更具備全球化和信息一體化優勢。

(三)天基系統網路化

解放軍與美軍相比，並不具備衛星全球布站條件、境外作戰及其他應用上對衛星信息的依賴程度極高。與美國「天星地網」的發展方式不同，中國大陸「天星國土網」的建設方式，需要依靠空間網路實現大範圍應用支持。因此，需要擴大現有衛星系統的網路化程度。

(四)信息整合與陸海空設備的通用化、模組化

通過上層協議設計，大幅降低底層鏈路差異，提供點到點的面向應用的業務保障。實現系統間的信息整合，通過對IP等上層協議研究，完成面向應用的服務體系建設。同時，還需要充分考慮一體化聯合應用條件下天基信息傳輸與分發系統與地面設備系統的一體化設計。美國國防部在2005年7月所作解放軍軍力評估強調，中共科技快速進步與衛星網路建立，並強調VoIP的現代通信網路對解放軍的C⁴I產生巨大且深遠的影響，乃至中共作戰指揮的系統整合也已開始逐漸產生效能³⁰。

圖十一中一名身穿全套數位化單兵作戰裝備的解放軍中校正在使用一具

²⁹ 同註6。

³⁰ 〈廖文中-中國人民解放軍現代化戰力分析〉《台灣人文及社會科學引文索引資料庫》，<http://tci.ncl.edu.tw/gs32/cookieins.htm>，2015年12月31日。



FN-6便攜式防空導彈³¹。他的左手佩戴著該套裝備的手持操作終端，頭盔上也有不少複雜設備。

圖十一 中國人民解放軍的數位化單兵作戰裝備



資料來源：http://web01.chinareviewnews.com/doc/1028/7/9/0/102879082_9.html?coluid=91&kindid=2710&docid=102879082&mdate=1121140538, 2015/9/26.

單兵數位化裝備是士兵從事信息化戰爭，在數位化戰場上使用的攻擊、防護、觀察、通信、定位高度整合化、人機一體化的多功能裝備。它由一體化頭盔、單兵通信裝置、單兵武器和防護軍服等系統組成。一體化頭盔內裝有一體化的紅外線夜視儀、高分辨率平板顯示器和微電子系統。士兵可以接收指揮所傳送的各種信息，並能把偵察到的各種情況及時地報告給指揮所(如圖十二)。單兵通信裝置包括對講機和具有全球定位功能的超微型電腦，用於無線電連絡、方向定位和戰鬥識別。單兵武器包括電子電磁武器、高靈敏度反單兵雷達等，它們裝有紅外線探測器、高效能瞄準具，集觀察、瞄準、射擊於一體，能完成晝夜監視、跟蹤、精確射擊等任務。防護軍服包括護身甲、背負裝備、制式服裝和微型空調器，不僅可以使士兵防核生化沾染和砲彈碎片侵襲，還可抵禦嚴寒和酷暑，保持良好戰鬥狀態。目前解放軍正在向立足於打贏未來戰爭的數位化軍隊轉變，數位化單兵是未來的發展趨勢。

從目前的軍事新聞報導來看，解放軍部隊已經開始小批量裝備一些數位化單兵裝備，包括多功能夜視儀、北斗系統終端、頭盔綜合作戰系統等等。這些

³¹〈神祕解放軍數字化裝備終於露了一點「馬腳」〉《中國評論新聞》，<http://web01.chinareviewnews.com/doc/1028/7/9/0/102879082.html?coluid=91&kindid=2710&docid=102879082&mdate=1121140538>，2015年9月26日。

裝備常見於特種部隊的訓練作戰中，其中北斗定位衛星終端系統將是陸、海、空、天、電（磁）五維一體中重要媒介，從個人、地面、海上與空中的載具，透過衛星將信息整合，分享至各階層，未來戰場的及時化、透明化與同步化將會是解放軍對手最棘手的問題。

圖十二 中國人民解放軍的數位化裝備



資料來源：http://web01.chinareviewnews.com/doc/1028/7/9/0/102879082_9.html?coluid=91&kindid=2710&docid=102879082&mdate=1121140538, 2015/9/26.

二、制電磁權

1992年以來，共軍著力效法以美國為首的盟軍部隊對伊拉克所實施的電子封鎖戰術³²；以電子戰「軟殺傷」技術結合空中、地面部隊「硬摧毀」快速贏得戰爭勝利的戰例，使共軍深切了解「電子戰」在未來局部戰爭中的優勢地位，並逐步成為共軍在「第三波戰爭」中對於「點穴戰爭」的理論依據。因此，1992年以後，共軍在建軍計畫中，將與敵爭奪戰場「制電磁權」的重要性，置於與敵人爭奪「制空權」、「制海權」同等重要的地位。其裝備發展方向則有下列八項：

- (一)建立衛星接收設備的指、管、通、情系統。
- (二)發展具電子偵察、對抗與指揮合一的「多功能電子戰系統」。
- (三)改善電子防衛技術，尤其是主動式自我防衛的各式電子反制、電子反反制（ECCM）裝備，如解放軍火箭軍部隊基地、機場、雷達基地，以及軍港附近的

³² 同註1。



電子干擾系統。

(四)發展以雷射技術為主的精準武器技術，如雷射制導、雷射雷達、雷射引信、雷射陀螺儀，以及雷射制盲武器等。

(五)發展非核性強力電磁波武器、反輻射導彈，以及微波武器。

(六)發展各型遙感武器和紅外線偵察技術。

(七)發展各種電腦程式，以便未來在戰場上改變並破壞敵人的「指管通情」能力和各級通信神經中樞，達到未戰即癱瘓敵人作戰能力的目的。

(八)發展新一代互聯網IPv6，向美國思科公司（Cisco Systems）購入軟體，解決軍方通信頻寬不足、速度慢和保密不良的通訊問題。一旦完成，也可同時解決及時定位的技術，加快預警和備戰的速度。

2002年9月3～7日，4艘共軍北海艦隊由台灣東岸120海里處駛往南海區域，即證明中共海軍已在各式衛星協助下完成C⁴I作戰通信鏈的聯結，排除因台灣中央山脈所造成的通信雷達死角。該年舉行的軍事演習同時在5個不同地點以「多點同時」的方式發起攻擊，也證明共軍作戰指揮已進階至聯合作戰有效的初級階段。

共軍發展電子戰戰力至目前已投注十餘年的心血，但電子戰所牽引的周邊工業多屬高智慧、高精密的科學技術，無論設計、製造或使用方面的人才培訓，乃至於軟硬體技術設備的發明合成，中共都仍需藉助西方先進國家的科技和經驗才能逐項突破。美國國防部於2005年7月呈報國會的「中共軍力評估」說明，共軍將於10～15年內具備在戰場上對抗美國的電子戰能力。顯而易見，共軍積極發展「電子戰」裝備的目的和目標，正是依據未來「第三波戰爭」的特性籌備其「點穴戰爭」的應用基礎。至於「硬殺」型的電子戰武器，也自以色列引進Harpy反輻射無人載具³³，針對敵方戰場的C⁴I穴點作為直攻武器，而自行研製的多款無人載具在近年來的發展也受到國際矚目，並且設置專業電子戰部隊，除各戰區建制的電子對抗單位，也成立了專門擔任「假想敵」電子戰部隊的「電磁藍軍」³⁴，擔任各種演訓中與參演部隊過招的角色，尤其是各式有登島演練項目的演習，必將電子對抗列為演練重點，解放軍的用意，昭然若揭。

三、對我國軍威脅與因應方向建議

³³ 〈略談反輻射無人飛行攻擊機-哈比機〉《胡老爹的部落格》，<http://blog.xuite.net/alibudahu/twblog/135759077-%E7%95%A5%E8%AB%87%E5%8F%8D%E8%BC%BB%E5%B0%84%E5%93%88%E6%AF%94%E6%A9%9F>，2015年9月26日。

³⁴ 〈中國第二支 神秘瀋陽電磁藍軍曝光〉《中國數字時代》，<http://chinadigitaltimes.net/chinese/2011/06/%E8%87%AA%E7%94%B1%E6%99%82%E5%A0%B1-%E4%B8%AD%E5%9C%8B%E7%AC%AC%E4%BA%8C%E6%94%AF-%E7%A5%9E%E7%A7%98%E7%80%8B%E9%99%BD%E9%9B%BB%E7%A3%81%E8%97%8D%E8%BB%8D%E6%9B%9D%E5%85%89/?show=comments>，2015年9月26日。

掌握及時敵軍動向，相關情資獲得乃是現代戰爭的首要任務。及早精確掌握對我方具威脅目標的動態，一方面可以達到嚇阻敵人採取冒進行動，亦可避免因誤判而引發地區的緊張或衝突，而於衝突不可避免時，藉由對敵軍動態的掌握，及早採取相對應的必要防備或反制措施，避免陷於措手不及態勢。但伴隨中共各式新式通裝陸續列裝，對於現代化戰爭的需求逐年進步增長，對於未來戰場上我國軍掌控戰場電磁頻譜的能量來說，如不與時俱進，可能就落後於目前的資電作戰環境中，所以敵人的進步可能就形成我們的退步，要積極掌握敵情並檢討自己，修正戰備整備需求與方向，以下幾點建議：

(一)增建機動電偵部隊

為避免戰時遭受敵人攻擊，除須加強各固定機動設施偽裝隱蔽及誘標外，預算允許狀況可進行國軍電偵站地下化防禦工事，同時持續發展現有國軍地面機動電偵部隊，以因應固定電偵站遭受損害時，仍可繼續執行電偵作業。

(二)強化電波反制系統

國軍旁立式電波干擾機數量過少及戰機自衛反制系統需要逐步升級，以反制共軍電波運用，方可先確保台海防衛作戰電子戰優勢，以達強化我制空、制海作戰之反擊掌握能力並發揮陸上作戰之統合戰力。

(三)整合電子參數資料庫

電子參數資料庫的整合運用一直是國軍所欠缺，各軍種針對敵威脅信號參數及電磁環境參數，進行各型電子系統所需電磁資料庫的建置時，需於跨軍種平台建立交換整合區域，並落實及時電磁情資蒐整與建置，並統一管理與分層運用，以利電子戰戰術、戰法發展基礎能量，充份支援三軍執行資電作戰。

(四)優化現行頻譜管理

電磁頻譜為電磁波運用中很重要的一環，須妥善規劃分配及專責機構負責管理，將來在戰場使用上不致相互干擾，於作戰區域電磁情資掌握度才能有更實質的提升。

(五)精進資電教育訓練

修編資電作戰各項準則要綱，律定作戰指導與戰術原則及行動要領，強化各教育訓練單位學員電子戰兵棋推演內涵，落實各級幹部資電專業知識。確實做好人才培育與任用是電子科技的較量，電子技術及工具為其指揮控制之神經中樞，但仍需以人為核心，故人是資電作戰戰力之決定因素，所以加強人才培育，將來才可在資電戰備整備工作上擔當重任。

(六)積極研究發展

針對未來作戰需要，引進尖端科技並擴大民間及學術機構合作，匯集軍民



力量，縮短研發期程，建立自立自主之資電戰力。由於國際政治環境的改變及軍事科技的發展，各國無不調整國防資源的分配與運用方式，使得民間所蘊含的國防潛力扮演更為積極的角色，此點對於國防資源相對有限的國家來說，顯得更為重要。民間力量也可說是重要的國防資產，完善的動員規劃，將可有效節省國防支出。全民防衛在未來將有更具危機及憂患的意義。在平時，將能有效支援軍用科技的發展，在戰時，全民防衛就是將民間力量轉為國防力量的主要機制。

結論

中國人民解放軍大力發展現代化戰爭所需的C⁴I一體化戰力，不僅為了阻絕外來力量馳援台灣，力圖在台海掌握絕對優勢，而且也為了制衡美國發展防禦系統。雖然，解放軍現有的衛星能力尚無法直接成為作戰武器，但已可勝任作戰支援使用。未來解放軍在軍事上，將以衛星結合陸、海、空平台，並整合相關軍公民設施形成完整的C⁴I系統，為解放軍提供及時預警、快速反應之作戰能力，將形成國防軍事上完整作戰之指、管、通、情、監、偵、戰略預警，遂行資訊及戰場管理之高度整合系統，為解放軍平時與戰時發揮快速反應之作戰能力。而我國目前陸海空太空電子整合仍有很大進步空間。必須加速我國太空、指揮、管制、通信、情報系統的建立，以因應未來多變的戰場情勢，做好防範解放軍武力犯台的準備。海島防禦作戰中，陸海空各軍種肩負不同之作戰任務。為求發揮整合反擊能力，須強化國軍指揮與管制作戰能量，協調整合各軍種因應威脅模式，強化整合各軍種共同接戰能力，以有效執行整體防衛作戰。對於現代戰爭中具有決定性與顛覆性的電子資訊作戰，國軍應提升C4ISR系統的整合，以發揮戰力倍增效果。並應積極購置電子作戰裝備進行電子資訊作戰的準則研發，強化對敵之壓制能力，藉由資電優勢的掌握，以有效掌握控制台海衝突規模的能力。

參考文獻

- 一、Roger Cliff、John Fei、Jeff Hagen、Elizabeth Hague、(Eric Heginbotham、John Stillion，〈21世紀中共空軍用兵思想〉(中華民國國防部，民國101年9月)。
- 二、張蜀誠，〈剖析共軍軍事戰略演變及其意涵〉《海軍學術雙月刊》，第40卷6期，2006年12月。
- 三、張為民，〈量子資訊科學：可能成為二十一世紀工業發展的核心〉《自然科學簡訊》，第15卷第4期，國立成功大學物理系，民國92年11月。

- 四、Alexandra Witze, “Quantum Teleportation Takes Leap: Two Teams Improve Long-Distance Information Transmission,” Science News 181, no. 13(June 30, 2012).
- 五、〈紅軍長征中左右兩路軍的歷史考察〉《中國網》 <http://www.china.com.cn/chinese/zhuant/cz/681460.htm>，2015年9月4日。
- 六、〈《世界安全》特稿：解放軍的C4I系統〉《新浪網軍事》，<http://mil.news.sina.com.cn/2004-07-02/0858207987.html>，2015年9月4日。
- 七、〈美軍2004年中國軍力報告：中國軍隊的現代化〉《中華網軍事》，http://military.china.com/zh_cn/head/83/20040603/11713337_7.html，2015年9月4日。
- 八、〈解放軍報〉《中國軍網》，http://www.81.cn/jfjbmap/content/2015-11/07/node_2.htm，2015年9月4日。
- 八、〈中國的 C4I系統，神秘嗎？〉《萬為讀者》，http://bbs.creaders.net/military/bbsviewer.php?trd_id=410853&language=big5，2015年9月4日。
- 九、〈解讀中共中央關於全面深化改革若干重大問題的決定〉《人民網》，<http://politics.people.com.cn/BIG5/8198/371536/index.html>，2015年9月10日。
- 十、〈解放軍大力強化聯合一體作戰理念〉《紫荊網》，<http://www.zijing.org/htmls/dujia/616580.shtml>，2015年9月10日。
- 十一、〈安全通信的未來-量子通信〉《中國科學院網路化科學傳播平台》，http://www.kepu.net.cn/gb/special/quantum_communication/mysteries/201412/t20141225_8332.html，2015年9月10日。
- 十二、〈大陸十二五規劃綱要全文〉《中國大陸經濟研究學會》，http://www.aces.org.tw/?page_id=648，2015年9月10日。
- 十三、〈科學家首次證明原子系綜間的量子遙傳〉《Only Perception》，http://only-perception.blogspot.tw/2013/02/blog-post_2811.html，2015年9月10日。
- 十四、“TS-510 Digital Troposcatter Communication System,” GlobalMil, http://www.globalmil.com/Military/C4ISR/China_C4ISR/Ground_Systems/2010/0130/116.html, 2015/9/26.
- 十五、“Tropospheric Scatter Communications Systems,” Air Power Australia, <http://www.ausairpower.net/APA-Troposcatter-Systems.html>, 2015/9/26.
- 二十五、〈敘反對派稱繳獲中國TS-504散射通訊裝置〉《觀察者》，http://www.guancha.cn/military-affairs/2015_04_28_317632.shtml，2015年9月26日。