

高科技環境下作戰確保我基層部隊通信安全之研究

作者/黃于玲上士



士官高級班 35 期；曾任無線電話士、組長、台長，現任職於本部部特業組教官。

提 要

- 一、共軍戰爭的演變從「人民戰爭」轉為「高技術下的局部戰爭」再演變成「以資訊戰為主的戰爭」，面對共軍高科技武器研發日新月異，現代化的戰爭對國軍先階段通信裝備造成威脅。因此，我軍若能先敵預置，超前佈署，即可掌握作戰先機。
- 二、所謂「知己知彼，百戰不殆」，了解我軍電子通信裝備優勢，熟稔非電子通信在戰場上的應用，為本論文主要研究課題；另將以基層部隊為主軸，探討如何靈活運用通信、發揮通信裝備最大效能，以達到「結合現地、臨機應變、克敵制勝」。
- 三、因應共軍高科技武器裝備，我軍採取欺騙、偽冒及干擾等多樣防護作為，使其混淆及通訊中斷，並強化非電子通信運用手法。部隊可利用平時操課、基地訓練等時機實施複雜環境狀況下作戰等狀況演練，訓練官兵如何靈活運用非電子通信進行命令傳達。

關鍵字: 人民戰爭、技術下的局部戰爭、非電子通信、複雜環境狀況

壹、前言

共軍武力犯台強調要跳脫傳統登陸作戰模式，企圖以聯合火力威攝、封鎖與癱瘓我關節要點的陸、海、空立體戰、點穴戰、電磁戰、網路戰、資訊戰、法律戰及特種作戰等打一場高科技的登島作戰，共軍對我軍事目標、軍民共用設施之目標與民用設施目標，共軍會針對不同目標性質進行設定(包含：目標性質、座標、攻擊方式、彈種、摧毀程度)癱瘓或摧毀我戰力，其中對我軍配賦之通信指管裝備影響最大的是，聯合火力打擊指揮所與武裝部隊，並使用鑽地彈、石墨彈及電磁脈衝彈等，可以破壞我地面部隊配賦之通信裝備，雖然我軍長期戮力戰備整備，強化戰力保存與降低戰損，但共軍已經完成世界上首創的行動中通訊移動衛星及電視接受系統「行動衛星通訊車」，此系統可以填補汽車、火車和船艦移動載體上追蹤同步衛星技術的不足，其搭載的偵察衛星對我國情報蒐集與軍隊部署更是不遺餘力。因此，我國對於現有通信裝備防護作為與恢復傳統通信指揮方式，如視、聲號或其他可以代用之通信方式，均應審慎考量。

貳、共軍高科技裝備對我威脅概述

由於現在高科技武器大多對人體幾乎沒有直接傷害，現在只對通資電系統實施嚴重破壞，高科技武器它的誕生已引起先進國家的極大興趣，專家認為：在未來戰爭會進行高科技戰爭，可以藉由中斷電力系統、電磁波武器、碳石纖維、衛星等等，就可以一舉摧毀對方整個軍事 C⁴ISR 系統(含民間商業)，其影響範圍極大，破壞威力強大，高科技武器運用可分為戰略型和戰術型兩種方式，戰略型針對廣大之目標設計，先期於敵境實施高空引爆，使其產生大區域範圍之電磁波效應，造成敵 C⁴ISR 系統被破壞(癱瘓)，使敵全面遭受斷電、斷訊之困境，進而動員困難、指揮失聯及民眾恐慌之目的。戰術方面針對小型之目標設計，運用衛星、飛機、船艦及車輛等方式酬載電磁波武器，對敵單一日標以具定向性之掃描，以電磁波能量強大干擾其電訊、電力系統無正常運作而進行摧毀之，而高科技武器對通資裝備影響程度概況如下：¹

一、北斗衛星

科技時代來臨進步及軍事應用發展，已經逐漸改變傳統式戰爭的型態與模式，並將戰場從地面、海上、空中甚至拓展至太空，人類不斷突破創新研發，資訊帶給人類便利，已經是瞬間就必須得到的，因此震撼全球的第二次世界大戰後，衛星截然而生。人類也將衛星結合軍事作戰地面網站、海上及空機艦，形成我軍作戰上之指揮、管制、通信、情報、監視、偵查及戰略預警，遂行資訊及戰場管理高度整合通信系統，成為共軍平時與戰時快速反應作戰能力。美國的兩位科學家發現這顆衛星的頻率發生了偏移而進行了研究發現，如果在地面上架上多部接收機，就可以根據接收到的信號的不同頻差推算出這個衛星的位置。既然，能夠發

¹ 施玟仔，〈電磁波干擾、應用與干擾、應用與防護作為之研究〉，《步兵季刊》，(鳳山)，第 272 期，108 年 5 月，頁 13。

現衛星的位置，衛星也可以發現地球上的指定位置。GPS 被率先應用到了美國的軍事領域，之後美國便將 GPS 衛星導航技術作為戰場導航和通信技術的主幹，精確炸彈、導彈，創造了一個個的“戰爭奇蹟”。²以北斗衛星而言，其組合是共軍獨立自主建設的一個衛星導航系統，北斗衛星導航系統由兩個獨立的部封包成。一個是 2000 年開始運作的區域實驗系統，另一個是已經開始面向全球服務的全球導航系統。³1988 年「2000 年的中共軍事導航」研究報告中，對建立衛星導航系統的必要性與可行性進行深入研討。共軍認為利用 2 或 3 顆靜止軌道通信衛星轉發器進行定位導航的方案比較適合，由於當時中共已具備製造與發射靜止軌道通信衛星的能力，兩顆靜止軌道通信衛星資源可被利用，也具備建立地面衛星追蹤網、有相當規模的衛星軌道處理中心、相關的數據傳輸鏈與時間同步系統，以及完成實用型 GPS 接收器的能力，終於在 2000 起陸續發射第一代北斗導航衛星，建構「北斗」雙星「二維」導航定位系統。⁴

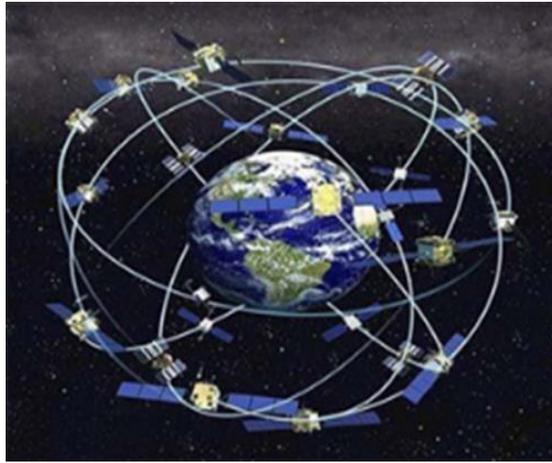
衛星透過衛星地面站來傳導數位訊息，(如圖一)美軍於 2008 年 2 月間以神盾艦上標準三型防空飛彈摧毀太平洋上空 214 公里處的失控間諜衛星，其標準三型防空飛彈原本設計並非針對反衛星而設計的，但是為了達成反衛星的任務，在有限的時間內立即更改設計，使得原本設計射擊飛機的防空飛彈可以射擊失控衛星，而且衛星本身並無熱源，無法用紅外線導引方式實施摧毀；我方研發提升雄風三型飛彈射程實施北斗系統節點攻擊，提升探空火箭的射程，先期掌握其北斗衛星運行軌道，以利實施反衛星手段，亦可利用上述地對地型導彈，針對地面站定位系統實施摧毀，必要時可達到癱瘓系統的目的。⁵

² 今日北斗，2017，〈全球四大衛星導航系統的前世今生〉，<http://www.jinrideidou.com/news/detail/f2576ef05cf6f368015d5ef2bac85941>。(檢索日期：108 年 6 月 19 日)

³ 維基百科，2018，〈北斗衛星導航系統〉，<http://zh.m.wikipedia.org/zh-tw/>。(檢索日期：108 年 6 月 19 日)

⁴ 王崑義，〈中國大陸發展北斗衛星系統對台灣安全的威脅與因應之道〉，《國立中興大學國際政治研究所出版》，(台中市)，第三十四期，2011 年 4 月，頁 41-70。

⁵ 田大威，〈中共北斗導航衛星發展對我防衛作戰影響之研究〉，《步兵季刊》，(高雄市)，第二五四期，2014 年，頁 15。



圖一 四大衛星導航系統

資料來源：每日頭條，2015，〈全球有哪四大衛星導航系統？〉，<https://kknews.cc/zh-tw/tech/kzoprkq.html> (檢索日期:108年10月25日)

二、鑽地彈

鑽地彈是一種空對地攻擊炸彈，(如圖二)由載體和侵徹戰鬥部組成，攜帶鑽地彈頭(又稱侵徹戰鬥部)，用對機場跑道、地面加固目標及地下設施進行攻擊摧毀。⁶據我們所知普通炸彈只要一觸地就爆炸，但鑽地彈卻有自己的絕活，當它打到地面時不會立即爆炸，而是一直往下鑽，當它鑽到一定的深度時才會行爆炸，將地底下深處目標進行摧毀。它的殼體一般使用高強度的材料製成，在殼體外表面敷上防熱層，殼體才不會撞裂，鑽地彈會依靠自身巨大的動能，順著尖銳的彈頭方向持續向下鑽去，直到鑽達到目標時爆炸。孫子兵法「善守者，藏於九地之下，善攻者，動於九天之上。」⁷意思就說也就是共軍的鑽地彈能攻擊地底下多深，我軍就要更精準地計算，建構防禦設施須以何種類型之複合材質，將設施規劃在若干深度的位置，才可以抵銷其彈藥之威力，以達成軍隊指揮與軍事物資囤儲能夠得到完整的效果，以發揮預期的運用目標。

現行國家，國軍重要指揮所地下化，因此許多重要指揮所可能已被共軍偵知，保密工作更加困難。共軍近年陸續發展鑽地彈，對我軍地下化指揮所將構成極大威脅，因此我軍指揮所應增設數個地下指揮所，假以亂真使敵人無法切確掌握目標確地位置，可強化工事亦可參考戰甲車防護系統在工事上加裝數層類似複合式裝甲防護層，使鑽地彈無法穿透至重要設施，保持最佳戰力。再可利用在敵軍未發射鑽地彈前，利用敵後組織特戰部隊、電腦病毒、干擾、反輻射飛彈等。將敵之投射系統、核彈儲存基地及機場給予摧毀、癱瘓及干擾投射系統。再者利用煙幕、濃霧中及易被吸收，期面積範圍大，若目標區佈滿煙幕或濃霧，則會使衛星判位能力將大幅降低，使配賦有雷射導引的鑽地彈如近視一般，失去打擊精度。⁸

⁶ 每日頭條-曾經的反跑道炸彈，如今的地下軍事目標終結者，<https://kknews.cc/military>。(檢索日期：108年10月19日)

⁷ 每日頭-鑽地彈原理：無須專研一讀就懂，<https://kknews.cc/zh-tw/military/r9xeq2v.html>。(檢索日期 2019.10.20)

⁸ 單亦鈞，〈鑽地彈發展對我地面部隊作戰之影響〉，《步兵季刊》，(高雄市)，第二一七期，2005年，頁57-58。



圖二 鑽地彈

資料來源：每日頭條，2017，〈鑽地彈原理：無需鑽研 一讀就懂〉，
<https://kknews.cc/zh-tw/military/r9xeq2v.htmlkzoprkq.html> (檢索日期:108年10月25日)

三、電磁脈衝彈

電磁脈衝核彈核爆時，除了產生輻射塵、熱浪和震波外，電磁脈衝的能量強、涵蓋面積也較大，能量的影響範圍，會依炸點高度不同而有所差別，如以中國大陸為例，若於蘭州上空 400 公里高空處，引爆一枚 100 萬噸級核子武器，則全大陸將為電磁脈衝所涵蓋。電磁脈衝武器的彈頭佔投射載具絕大部份空間，其重量設計需考量投射載具（如導彈、巡弋飛彈、無人飛機），決定其投射方式及空炸高度；另由於投射誤差與殺傷半徑成反比，必須運用衛星定位（GPS）導引，以精準指向攻擊目標，提升投射精準度，擴大其影響範圍。⁹電磁脈衝對電子系統影響效應概可區分兩種：硬殺是完全被破壞電子設備；由於電子設備中的部分零件受到電磁脈衝的侵襲而破壞（如半導體絕緣層、積體電路及保險絲均因過熱被燒燬），從而引起整個設備之功能失效，造成永久性損壞，沒有經過修復是無法再使用。軟殺系統僅部分被干擾（短路）；由於電磁脈衝所引進能量使得設備功能紊亂、操作失常栓鎖等各種故障現象，暫時性的干擾，並造成部分裝備及電子零件損壞，只須將系統電源開關關閉後，重新啟動或修復後即可恢復正常運作。¹⁰通信系統是本軍指管通連的重要手段，若通信遭受阻斷勢必影響任務遂行，因此通信系統要如何做好電磁脈衝防護，是非常重要的環，而要如何防護我通信系統，其主要防護方法計有屏蔽及遮障務、接地或加裝突波抑制器及濾波器、通信線路及資訊網路地下化、通信裝備備品存量使用等主要措施；另加強訓練人員對電磁脈衝防護之認知，來強化各單位對電磁脈衝處置作為。¹¹

四、石墨彈

在現代社會，人們對電依賴已經不可或缺，也讓我們的世界變得特別脆弱。

⁹ 李景民，〈電磁脈衝武器對砲兵部隊影響之研析〉，《砲兵季刊》，(台南)，第 176 期，106 年 3 月 20 日，頁 81。

¹⁰ 陳國基，〈電磁脈衝對裝甲部隊所造成影響之探討〉，《陸軍學術雙數月刊》(桃園)，第 128 期，100 年 8 月，頁 115。

¹¹ 林逸璋，〈共軍電子戰發展對我威脅與因應作為之研析〉，《步兵季刊》(鳳山)，第 268 期，107 年 5 月，頁 13。

石墨炸彈也稱石墨纖維炸彈(軟炸彈、電炸彈)，對人體不會造成直接傷害，其攻擊目標是電力輸配系統，目的在於切斷城市（包括鄉村）的電力「生命線工程」。石墨炸彈是選用經過特殊處理的高純碳：石墨纖維絲製成，透過飛機把炸彈投放到電網或電話網上空 500 米處爆炸，每個小盒子中有一個小降落傘用以降低降落的速度，50 個小降落傘在電網上空如同飛舞的雪花，每根石墨纖維絲的直徑相當小，僅有幾千分之一厘米，(如圖三)因此可在高空中漂浮很長時間。由於石墨纖維絲經過流體能量研磨加工製成，且又經過化學清洗，極大地提高了石墨纖維絲的傳導性能，石墨纖維絲沒有粘性，但卻能附在一切物體表面如(停跑道上的飛機、電子設備、發電廠的電網等)也可進入不封閉的電子設備內，產生短路、電路中斷或電氣火災，甚至連續停電等，它擁有極大的破壞力，能夠摧毀敵人的抵抗意志，影響戰爭的勝負。¹²

重要地區指揮所、強網系統等各戰區三度空間的敵情監控系統均具配備有 UPS(不斷電系統)與發電機，民間供電網路一旦斷電，基地發電系統就會自動運轉維持系統運作。然而我聯兵旅級以下單位自備發電能力均不足，在戰時將會形成作戰中心有能力監控掌握敵情，避免電力產生間隙影響 C⁴ISR 系統運作。建議以採購最適合類型之發電機，部隊演訓將遭敵攻擊而電力中斷對作戰影響納入想定推演降低敵斷電武器攻擊之效應。¹³



圖三 石墨纖維

資料來源：每日頭條-石墨彈，<https://kknews.cc/zh-tw/military/lemjgg.html>。(檢索日期：108 年 06 月 15 日)

¹²每日頭條-國產石墨炸彈竟比核彈還厲害百倍：能讓紐約徹底癱瘓，<https://kknews.cc/military/16388z.html>。(檢索日期 108 年 06 月 15 日)

¹³郭忠禎，〈碳纖維與石墨武器對地面作戰之影響與因應之道〉，《步兵季刊》(鳳山)，第 232 期，2009 年，頁 15-17。

參、高科技作戰下我軍通資裝備之概況

高科技武器是影響戰爭勝負的關鍵，現代尖端科技發展日新月異，尤以太空偵監、電磁頻譜及數位資訊等科技之軍事運用，對戰爭產生重大影響；加上現階段戰場環境複雜、作戰節奏快速，且作戰行動已朝向非接觸、非對稱型態發展，作戰空間同時亦為全天候、全方位之立體作戰等特性，¹⁴如果，我們能即時掌握現代尖端科技與資訊技術之運用、提升戰場透明度及發揮聯合作戰效能，勝利之神終將站在我們這一方。我軍高科技通資裝備區分為有線電、無線電與資訊設備，以下內容我們將分項進行概況分析。

一、有線電

我軍有線電通信裝備以交換機為主軸，延伸電話設備及有線電線路達成通信鏈結，其特性為保密性佳、負荷量大、接轉迅速與直接交談。現役交換機為數位式交換機(KY-1000A、KY-32MA)，(如圖四)其特性為多工、體積縮減、分散控制、可靠性高及應用範圍廣等；有線電通信受距離限制、線路架設費時，易遭敵破壞維護困難及機動性差。倘若，有線電線路受到電磁脈衝¹⁵的影響而感應出超過其容忍度時，電壓值易遭受電磁脈衝能量的衝擊而燒毀，會產生火花破壞線路上各式終端設備(如交換機、通信設備、電源供應器)等，也會在複雜電磁環境情況下易遭受電磁波而產生相互干擾，且無法有效傳遞訊息。¹⁶



圖四 KY-32 交換機面板

資料來源：陸軍旅、營、連野戰數位電子交換機操作手冊月 3 日，頁 2-1。

二、無線電通信

無線電通信是將訊息或資訊經過適當的電路處理，藉由電磁波的傳遞，達到訊息傳的目的。¹⁷無線電機的大型天線、饋線及銜接線，都是電磁波良好的傳導體，

¹⁴陸軍通資電部隊指揮參謀組織與作業教範(第三版)，國防部陸軍司令部頒印，105 年 10 月 14 日，頁 3-1。

¹⁵電磁脈衝，是一種電磁波物理現象，區分為爆炸、閃電、太陽黑子、導管效應等狀況產生的電磁輻射。

¹⁶李建邦，〈因應電磁脈衝攻擊光纖網路系統運用能力之探討〉，《陸軍通資半年刊》，(桃園)，第 114 期，99 年 9 月 1 日，頁 3。

¹⁷無線電電子通信訓練教範，國防部陸軍司令部頒印，91 年 10 月 15 日，頁 1-1。

在強大電場影響下，將使無線電系統遭受到嚴重破壞電子元件而將電源設備、模組或通訊系統破壞，成為嚴重的破壞手段。現行無線電機大多數均無將電磁脈衝防護專門元件納入無線電裝備中，但在現行陸軍各級(班、排、連、營、旅、作戰區)龐大數量的無線電通信設備也均無 EMP 防護能量，所以藉此打造 EMP 防護天線匹配器的產生。(如圖五)EMP 防護天線匹配器是運用在背負型 CS/PRC-37C 跳頻無線電機上，為連接鞭型短天線或魚竿長天線兩款天線作使用，組裝方式與一般型匹配器相同，¹⁸且能阻絕電磁脈衝的干擾及破壞。



圖五 CS/PRC-37C 背負型跳頻無線電機匹配器

資料來源：曾子軒，〈37C 跳頻無線電機 EMP 防護天線匹配器原理之研究〉，《陸軍通資半年刊》，(桃園)，第 128 期，民國 106 年 9 月，同註；頁 89。

機動數位微波系統、(如圖六)傳統多波道及陸區節點通信系統，通信車在局部外箱上有做電磁脈衝攻擊防護的能力，可以減少電磁波干擾，但在遭受電磁脈衝攻擊時車廂必須將所有通風孔完全實施封閉才能有效防止電磁脈衝。通信裝備不僅配賦發電機外，在通信設備本體也上加裝不斷電系統，當電力設備遭遇攻擊或斷電時，不斷電系統電瓶提供約 30 分鐘儲蓄之電力，確保作業不中斷、防止通信機組及電氣設備當機損毀。我軍無線電裝備防護特性分析表。(如表一)

¹⁸ 曾子軒，〈37C 跳頻無線電機 EMP 防護天線匹配器原理之研究〉，《陸軍通資半年刊》，(桃園)，第 128 期，民國 106 年 9 月，頁 87。



圖六 機動數位微波系統

資料來源：陸軍 CS/VRC-518 機動數位微波系統訓練手冊(第一版)，國防部陸軍司令部印頒中華民國 104 月 11 月 11 日。

表一 我軍無線電裝備特性分析

我軍無線電裝備防護特性分析					
項目	通信距離 (Km)	頻率範圍 (MHz)	發射功率 (W)	防護能力	適用部隊
機動數位微波	40	1350~2690	4	1.車廂具防電磁脈衝 2.具有不斷電系統	營、旅
CTM-218 多波道機	40	1350~1850	4	車廂具防電磁脈衝	營、旅
戰術區域 通信系統	40	1350~2690	低 0.25 中 1 高 4	1.車廂具防電磁脈衝 2.具有不斷電系統	旅
37C 背負式 跳頻無線電機	低 0.5 中 5 高 15	30~87.975	低 0.01 中 0.5 高 5	EMP 防護天線匹配器	班、排、連

資料來源：參考自陸軍 CS/VRC-518 機動數位微波系統訓練手冊(第一版)，國防部陸軍司令部印頒中華民國 104 月 11 月 11 日

三、資訊裝備

在現今的軍事作戰中情報、資訊是最重要的，資訊設備、網路遭破壞干擾而造成資訊處理與傳遞中斷，讓指揮官無法第一時間傳達指揮官決心，而延誤作戰時效。迅速而確實之情報資訊，對作戰而言極為重要，其對「搶先」和「控制」在時效上已達分秒必爭之程度，惟有靠容量大且快速的資訊(電腦)系統來分析、研

判、處理，才能達成上述之目的；但電磁波及大量電流量卻能夠破壞（消除）儲存在半導體記憶器內的資料，或者將裝置有「微處理器」控制系統的功能破壞。¹⁹ 依目前軍團新建立之地下指揮所，於構建初期即將複雜電磁環境的防護能力加入必要選單中，如自走道起通往進出入大門間的區域進行多轉角設計、指揮所對內及對外電信線均佈設光纖電路及若有電磁脈衝或高空核爆敵情威脅時，指揮所立即斷開外部電力供電(採用 500KW 發電機供電)等，以提升伺服器機房及終端用戶的戰場存活性。

肆、因應共軍高科技裝備我基層部隊之防護作為

現今的戰場已可以看見資訊戰、電子戰、光電戰、高科技武器戰爭，電磁波及資訊化充分被運用於國軍中，所有科技武器運作都均以電磁及光電做為媒介，高科技武器透過定位系統來精準算出攻擊目標位置，未來的戰爭幾乎可以說是以電子設備息息相關，並以電子戰主宰戰場，未來將以電子取勝的戰爭。現代化的戰爭，多是從電磁空間拉開序幕，實施寬頻域、多樣式、多層次的電子干擾(軟、硬殺)，就對作戰影響層面分析，且戰場上電磁環境效應更是直接影響武器裝備效能的發揮，並決定各系統存活率。近年共軍透過許多高科技裝備施加對我壓力與威脅，國軍戰略構想為「防衛固守、重層嚇阻」、「戰力防護、濱海決勝、灘岸殲敵」，為配合現代化戰爭的趨勢，仍應以鞏固通資網路及強化通資作戰能力為目標。²⁰

一、我軍作戰下之防護作為

結合現地、臨機應變，國內重要軍事設施(如飛彈、雷達站及各通信站台等)在中共偵察衛星的偵照下可能大多已被鎖定。我軍大多軍事設施外觀偏向於灰色、綠色或是數位迷彩系列，與周邊地區現況無法搭配融合，而這些營區設施在衛星定位下已被一覽無遺，故我軍事重地將成為中共高科技武器下威脅之目標。因此，我們可利用大自然(包括天候、雲層、降雨、高山、丘陵等)或人為技術(煙霧、偽裝、隱匿等)與鄰近地形地物相容，將武器、裝備給予隱蔽與偽裝，可使衛星偵察難以發現我軍重要設施，亦可仿造真技術(如偽營區、偽戰車、偽火砲等)製造假的偵察設施，達成隱匿效果，混淆中共偵查判斷能力，因而無法精準瞄準目標。

知己知彼、百戰不殆：一般而言，偵察衛星於所需偵查目標上空停留之時間很少，大約每天僅有 10 餘分鐘，其餘時間就無法偵察其目標。若結合產、關、學界相關科技人員與技術，針對衛星系統用戶端的識別碼實施破解作業，如解碼成功，除了可截取各用戶端之間與地面控制互傳的資訊外，還可發送假資訊欺敵及

¹⁹ 同註 3，頁 13。

²⁰同註 17，頁 10。

誤導，並實施偽冒信號飽和攻擊，以癱瘓衛星系統；國軍通資專與民間專業人士合作，研發相關干擾裝備，無線電波干擾其通訊衛星系統，使其通訊中斷喪失通聯能力，以利我作戰任務之遂行。

層層干擾、有效嚇阻：我國軍現行部隊中，已具備有電子干擾或訊號干擾裝備，如資電部電戰部隊具備對合成孔徑雷達之干擾裝備及軍團級配屬之 GPS 干擾器，均屬於干擾裝備。可靈活運用於作戰、演訓期間，適時結合各項衛星情資，避開其偵照衛星偵察及干擾，將可大大降低敵精準的打擊能力。²¹在電磁波破壞的程度，主要是取決於電磁波能量傳遞到目標的多少而定。由於電磁波是以電磁波的型態發射與傳播，因此任何金屬導體（如飛機、軍艦、電纜線，天線等）均能接收電磁波並將能量傳輸至物體內，內部電子系統（記憶體、積體電路、邏輯電路）都有可能因為超載而燒毀，以致無法正常運作，對於愈先進、複雜的裝備影響程度愈大。²²要進行電磁波防護首先做好電磁波干擾對敏感設備的各種耦合途徑，通過對電磁脈衝能量的反射、吸收、隔離和洩漏時，使其衰減到設備能夠承受的程度，其防護方法主要有屏蔽、濾波、接地、終端保護及網路加固等。²³在防護建立流程中，亦應考量防護措施的成本效益、施工性等，以便在有限的預算達到最大的防護效能。²⁴敵我電子戰能力之分析表(如表二)

表二 敵我電子戰能力之分析表

敵 我 電 子 戰 能 力 之 分 析 表		
項目	國軍（陸軍）	共軍
編制	資通電軍	戰時以電子對抗團、營、連配屬於
攻擊能力	通信電子頻段干擾、監聽、偵蒐、雷達偵蒐	短波、超短波通信偵察、干擾及雷達偵察、干擾
防護能力	跳頻、雷達、光學、紅外線防護	跳頻、雷達預警、紅外線防護

²¹ 梁瑞麟，〈中共衛星發展對我危害評估〉，《學術(戰法)研討會》，第 268 期，102 年 11 月，頁 26。

²² 同註 2，頁 14。

²³ 李建邦，〈因應電磁脈衝攻擊光纖網路系統運用能力之探討〉，《通資半年刊》，第 114 期，99 年 9 月，頁 2。

²⁴ 同註 2，頁 14。

衛星運用	福衛五號、七號	星載合成孔徑雷達、CCD 照相衛星
長程預警能力	地面雷達	衛星為主、地面雷達為輔
C ⁴ ISR系統	有、無線電為主	衛星為主，有、無線鏈路持續建置中

資料來源：參考自陳岳揚少校，〈中共陸軍電子戰發展之研析〉，《陸軍學術雙月》，第 528 期，102 年 4 月，頁 59。由作者自行製作彙整。

二、通資裝備缺損備輔助作為

作戰成功不但要有優秀戰術外，也要有良好的通訊品質，基於對國防安全的迫切性，國軍通電設備之防護措施理當優先考量，²⁵現在化戰爭，電磁脈衝對人體不會有直接傷害影響，但對電子產品會進行摧毀(硬殺或軟殺)手段，來癱瘓指揮、管制、通信、資訊、情報、監視、偵察系統為目的，對未來在軍事行動日益依賴於電子設備及武器系統的趨勢，面對高科技武器作戰下，如何保護我軍電子設備安全運作將是一大挑戰。因此，如何在高科技武器造成裝備損壞狀況下仍可就地取材使用通信手段，將是下面段落我們所要討論的議題，針對高科技武器造成裝備損壞之分析，我們製作了相關表格。(如表三)

通信設備損壞或干擾：通信設備皆為精密元件，內部構造亦層層構連，對外而言，易受敵之電磁干擾武器影響；對內而言，人員訓練不足、裝備操作不熟悉或未依規定使用裝備及不當使用諸元等，都會造成通信裝備或系統相互干擾及故障等現象。²⁶

供電系統故障或遭破壞：將造成系統停止運作而影響指管通聯，防止供電系統(市電)遭受破壞或嚴重干擾，可在電力與電訊線加以防護(如屏蔽、接地等方式)來防制，平時也可藉由太陽能、風力、水力來發電及儲存光源，再利用備援手段實施供電如電瓶、發電機、電池等，也可使用太陽能板將能量儲存適時提供光源所需。²⁷

整合大眾通信資源：「軍力有限，民力無限」，防衛作戰乃全民作戰，各守備區內均配賦大量通資資源待開發與整合(如民營電信、警訊、有線電視系統、計程車電臺及固網光纖、鐵路線路、林務線路等)，平時與民間機構多加聯繫，善加利用並有效整合資源，形成多重通信網路，將可達成軍民通連之目的。²⁸

增加複雜電磁環境下作戰：近幾年國軍已將複雜電磁環境下作戰的演練狀況下達

²⁵ 陳勝昌，〈電磁脈衝運用及防護之研究〉，《陸軍雙數月刊》，第 505 期，107 年 5 月，頁 142。

²⁶ 王梓家，〈共軍近年來「複雜電磁環境下作戰演練」之研究〉，《步兵季刊》，第 245 期，107 年 9 月，頁 3。

²⁷ 同註 21，頁 11。

²⁸ 劉德彥，〈論中共電子戰戰力與我因應之道〉，《陸軍月刊》，第 481 期，94 年 9 月，頁 62-63。

到各指揮部的戰情室，要求各戰情官除了應有敵情威脅觀念外，更需了解電磁脈衝對單位的影響及其因應作為，各項重要演訓(漢 O、長 O、聯 O 或基地等)在模擬複雜電磁環境下資電攻防演練課目時，應採全程電子欺騙、偽冒、干擾及偵察監視等方向實施，提升部隊於複雜電磁環境下的資電攻防作業能量。²⁹

表三 高科技武器造成裝備損壞分析表

高科技武器造成裝備損壞分析表			
	成因	防護作為	解決方案
無	電子元件損壞	配置穩壓器	穩壓器可以有效控制電量瞬間導入造成元件燒毀。
		制定車裝通信 SOP	強化人員教育訓練，提升通信裝備妥善率。
線	電子線路 (導線、天線)	EMP 防護 天線匹配器	可有效分層並且快速疏導阻絕一定額度的突波，降低或防止低能量電磁脈衝影響之通信主機。
		接地	電源透過防護元件，搭配良好接地，可將電磁能量有效引入大地中，僅留下系統可負載之電壓電流通過。
		濾波器	濾波器可以有效抑制非必要之頻寬，避免雜訊過多影響通訊品質。引入的電磁波能量，減少電磁波通過電源線導入系統。
		金屬屏蔽阻隔	在實體空間上，將電磁波阻絕隔離在外，漸少電磁脈衝對設備及系統耦合影響。
有線電	人為因素	增加訓練時數	在各訓練中心及部隊非電子練應增加訓練時數，並配合無線電子複雜環境下實施組合訓練。
		鞏固有線電架設	實體線路地下化，加強有線電裝備固定及上鎖。
資訊系統	電腦病毒	強化防火牆設定	隔絕中毒電腦與軍網連線，找出病毒來源並實施重灌。
		落實專網專用	
	網頁漏洞	執行落點偵測	重新撰寫程式修補漏洞。

資料來源：參考自林逸瑋少校，〈共軍電子戰發展對我威脅與因應作為之研析〉，《步兵季刊》，第 268 期，107 年 5 月，頁 11-14。作者自製

²⁹ 同註 18，頁 16。

伍、強化非電子通信

非電子通信擁有良好抗干擾性，適合基層部隊使用，在重要場合有著小兵立大功的優點，國軍歷年配合年度聯合作戰操演、三軍綜合演練以及國防展演時機，皆會實施地對海通信訊息交換(手旗、閃光、煙火等方式)與地對空通信訊號傳遞(布板、飛行姿勢、信號彈等方式)，本章內容將就非電子通信使用手法加以分析，以加快讀者對非電子通信之認知，並了解其在戰爭中仍扮演著不可或缺的重要性。

一、我國非電子通信

傳令通信是大家耳熟能詳的非電子通信基礎，時至今日，基層部隊的傳令通信從舊有的徒步傳令或機車傳令，演化為輕型戰術輪車傳令，這樣的改變能有效提高訊息傳遞的效率；另外，聲、視號傳遞亦屬於非電子通信的一環，此類型的傳遞方式受距離、地形及周邊環境影響，只能在特定範圍內運用，若能結合地區特性(聲號：鄉里廣播系統、心戰大隊喊話器)、視號(手旗、布板等；燈塔等常設性燈光建築等)，將能擴大傳遞距離及範圍。我基層部隊通信以電子通信為主，然因非電子通信有良好抗擾性，且部隊層級愈小，其重要性有時甚至超越電子通信，故於平時訓練仍需勤加練習，不可荒廢。³⁰基層部隊可利用平時操課、基地訓練等時機實施電力中斷、通信蓋臺及地下指揮所遭破壞等戰況演練，訓練官兵如何靈活運用非電子通信進行命令傳達。³¹針對我國基層部隊非電子通信手法，作者依據傳遞內容、方式及使用時機等要項劃分，以使讀者能快速了解並作出正確選擇。(如表四)

表四 非電子通信分類表

非 電 子 通 信 分 類 表				
區分	傳遞內容	通信手段	傳達方式	使用時機
視號	多元、有變化	手旗	將手旗傳達、數字、英文字母符號，利用國語傳音，實施通信傳遞效果。(如圖七)	戰車相互通聯時；陸面部隊對船艦或船艦對船艦相互通聯時。
		人工傳令	是傳令通信可以改變以往徒步傳令或機車傳令方式，以現有的輕型戰術輪車取代，可以增加命令傳遞的效率。	運用於陸軍部隊的命令傳達。

³⁰劉德彥，〈論中共電子戰戰力與我因應之道〉，《陸軍月刊》，第 481 期，94 年 9 月，頁 62-63。

³¹陸軍非電子通信訓練教範(第二版)國防部陸軍司令部頒印 99 年 7 月 26 日。

固定意義、無變化	閃光	利用光線，以行較遠距離之通信，如島嶼間、艦艇間、艦與近岸間之聯絡。例如摩斯密碼、閃光次數等。	讓船艦與近岸部隊間相互連絡；島嶼或船艦間相互連絡時。	
	識別記號	利用識別帶、臂章、服裝作為識別或聯絡方式。	連以下部隊，以目視近距離適用，為伍、班常用之聯絡方式。	
	手勢信號	利用手臂信號以達成通信連絡。	部隊於戰鬥時利用手勢來指示停止、前進及散開等行動。	
	布板	布板可須分為信號布板及位置布板，信號布板地面人員以布板編排成有限之符號，對友機顯示識別與聯絡信號用。	可讓友機明瞭部隊番號與行軍位置並對友機指示攻擊目標、方向、距離等。	
	煙火	煙火系可利用燃物引燃，發射光與煙以顯示特殊意義或特定之通信聯絡方式。	當發現敵情狀況、友機求救試放煙火使飛機發現目標；地面作戰敵我不分時可釋放煙霧區分。	
	信號彈	利用彩色光或煙，以傳達命令，指揮動作，達成通信聯絡之目的，發煙者常用於白晝，發光者多用於夜晝。	在地面作戰部隊敵我識別、遭遇敵攻擊等連絡方式或陸、空連絡方方式。	
	飛行姿勢	飛行姿勢為飛機對地面或海上艦艇通信連絡。	對陸、空、軍相互識別連絡時。	
聲號	多元、有變化	單音	以單純音階傳遞特殊之意義，藉由各種機械及能發之物體，以發生次數與長短，分別代表預定之意義，以實施通信如警鐘、警報旗、哨子、鼓、摩斯密碼等。(如圖八)	用於地面部隊警告或緊急事項之通報，如空襲、毒氣、空降等。
		複音	以複雜音階傳遞特殊之意義，依其音階高底，編成各種聲調，代表不同之意義，以行通信。如軍號、喇叭、人聲等。	

資料來源：參考自陸軍非電子通信訓練教範(第二版)國防部陸軍司令部頒印 99 年 7 月 26 日，作者自製。



圖七 手旗

資料來源：參考自陸軍非電子通信訓練教範(第二版)國防部陸軍司令部頒印 99 年 7 月 26 日

字母	英文讀法	摩爾斯符號	字母	英文讀法	摩爾斯符號
A	ALEA	..	N	NOVERMBER	..
B	BRAVO	... .	O	OSCAR	---
C	CHARLIE	- . . .	P	PAPA	. - . .
D	DELTA	- . .	Q	QUEBEC	- - . .
E	ECHO	.	R	ROMEO	. . .
F	FORTROT	. . . .	S	SIERRA	. . . .
G	GOLF	- . .	T	TANGO	-
H	HOTEL	. . . . .	U	UNIFORF	. . .
I	INDIA	. .	V	VICTOR	. . . -
J	JULIETT	. ---	W	WHISKEY	. - -
K	KILO	- . -	X	X-RAY	- . . .
L	LIMA	. . . .	Y	YANKEE	- - -
M	MIKE	- -	Z	ZULU	- - . .

圖八 國際摩斯密碼符號

資料來源：參考自陸軍非電子通信訓練教範(第二版)國防部陸軍司令部頒印 99 年 7 月 26 日

二、他國非電子通信

信鴿傳遞訊息自古以來流傳已久，亦是一種可以考量的傳統通信工具，軍鴿具有「簡便、靈活、快速、準確」的特殊技能辨別方向，軍鴿使用在第一次世界大戰時電子通信就已相當發達，在凡爾登要塞攻防戰爭中，法國凡爾登城被德國軍隊重重包圍下，通訊設施均遭到破壞，法軍靠信鴿與外界保持了聯繫，從戰中脫困，軍鴿為最大功臣。雖人類已進入了衛星通信時代，但世界各國軍隊的軍鴿仍保有重要地位，軍鴿較適用於在邊防、海防地區使用居多，當敵後偵察時，現代電子通信設備或有、無線電信可能被竊聽、破壞時的狀況下，軍鴿通信則是一種可以考慮選擇。³²

³²每日頭條-軍中通信兵—軍鴿，<https://kknews.cc/zh-tw/military/9y9rlzb.html>。(檢索日期：109 年 06 月 15 日)

陸、結語

「作戰靠指揮 指揮靠通信」這句話足以完善表達「通信」對作戰任務的重要性!現今科技發展快速，日新月異的翻轉戰場上的各種可能，科技武器儼然已是主導戰爭勝敗的重要關鍵，相對地，這些武器同時也限制了許多戰場上發揮的空間。當引爆科技武器的同時，也可能造成通信設備(電子產品)損壞、進而中斷指揮鏈結之窘境。非電子通信就是用來克服電子通信之瓶頸、達成訊息傳遞之目標。就如沿用至今「摩斯密碼」在早期無線電上舉足輕重，是每個無線電通訊者所必須知的，利用「物體撞擊」及「光的折射」來傳遞訊息(當然提前必須遵循代碼來傳遞)利用非電子通信來達到訊息的傳遞的效果。從過去二次世界大戰、波灣戰爭科技戰讓電子設備失效，所以應要求各教育訓練單位學員需落實要各級幹部了解非電子通信專業知識，積極朝向非電子通信當前建軍的重要指導方針，若是處於無動於衷的想法，未來將會面對敵人無情且嚴峻的打擊。³³

³³余永章，〈中共面臨高科技戰場環境下之作戰發展趨勢〉，《國防雜誌》，第6期，2006年12月，頁201。

參考資料

- 一、陸軍通資電部隊指揮參謀組織與作業教範(第三版)，國防部陸軍司令部頒印，105年10月14日。
- 二、電磁脈衝，是一種電磁波物理現象，區分為爆炸、閃電、太陽黑子、導管效應等狀況產生的電磁輻射。
- 三、李建邦，〈因應電磁脈衝攻擊光纖網路系統運用能力之探討〉，《陸軍通資半年刊》，(桃園)，第114期，99年9月1日。
- 四、無線電電子通信訓練教範，國防部陸軍司令部頒印，91年10月15日。
- 五、曾子軒，〈37C跳頻無線電機EMP防護天線匹配器原理之研究〉，《陸軍通資半年刊》，(桃園)，第128期，民國106年9月。
- 六、施玟仔，〈電磁波干擾、應用與干擾、應用與防護作為之研究〉，《步兵季刊》(高雄)，第272期，108年5月。
- 七、今日北斗，2017，〈全球四大衛星導航系統的前世今生〉，<http://www.jinribeidou.com/news/detail/f2576ef05cf6f368015d5ef2bac85941>。(檢索日期：108年6月19日)。
- 八、維基百科，2018，〈北斗衛星導航系統〉，<http://zh.m.wikipedia.org/zh-tw/>。(檢索日期：108年6月19日)
- 九、王崑義，〈中國發展北斗衛星系統對台灣安全的威脅與因應之道〉，《國立中興大學國際政治研究所出版》，(台中)，第三十四期，2011年4月。
- 十、田大威，〈中共北斗導航衛星發展對我防衛作戰影響之研究〉，《步兵季刊》(高雄)，第二五四期，2014年。
- 十一、每日頭條-曾經的反跑道炸彈，如今的地下軍事目標終結者，<https://kknews.cc/military>。(檢索日期：108年10月19日)。
- 十二、每日頭-鑽地彈原理：無須專研一讀就懂，<https://kknews.cc/zh-tw/military/r9xeq2v.html>。(檢索日期2019.10.20)。
- 十三、單亦鈞，〈鑽地彈發展對我地面部隊作戰之影響〉，《步兵季刊》，(高雄)，第二一七期，2005年。
- 十四、李景民，〈電磁脈衝武器對砲兵部隊影響之研析〉，《砲兵季刊》，(台南)，第176期，106年3月20日。
- 十五、陳國基，〈電磁脈衝對裝甲部隊所造成影響之探討〉，《陸軍學術雙數月刊》(桃園)，第128期，100年8月。
- 十六、林逸璋，〈共軍電子戰發展對我威脅與因應作為之研析〉，《步兵季刊》(高雄)，第268期，107年5月。
- 十七、每日頭條-國產石墨炸彈竟比核彈還厲害百倍：能讓紐約徹底癱瘓，<https://kknews.cc/military/l6388z.html>。(檢索日期108年06月15日)。
- 十八、郭忠禎，〈碳纖維與石墨武器對地面作戰之影響與因應之道〉，《步兵季刊》(鳳山)，第232期，2009年。
- 十九、梁瑞麟，〈中共衛星發展對我危害評估〉，《學術(戰法)研討會》，第268期，102年11月。