

## 共軍近年來「複雜電磁環境下作戰演練」之研究



作者簡介：

王梓家少校，陸軍通信分科班87年班、空軍航空技術學校電子戰正規班91年班，曾任排長、副連長、連長、通信官，現為步兵學校特業組通化小組教官。

提要：

一、隨著戰爭形態的變化，戰場空間也擴展到無影無形又無所不及的第五維空間-電磁空間，而所謂複雜電磁環境，係指在一定戰場空間內，由空域、時域、頻域、能量上分布著數量繁多、樣式複雜、密集重疊動態交互的電磁信號構成的環境。

二、共軍為了打贏「信息化條件下的局部戰爭」，已律定未來戰爭必然是陸、海、空、天、電磁及網路的六維戰場，除將電磁干擾訓練納入「軍事訓練與考核大綱」外，並持續要求各部隊落實複雜電磁環境下訓練。

三、依美軍聯戰準則建議：「資電作戰無前線及後方之分，貫穿作戰全程」，也就是說，在每一個階段都必須運用電子戰的能力，與共軍搶奪「制電磁權」，以確保戰場有形戰力的優勢。

關鍵詞：複雜電磁環境、電磁脈衝、電子戰

## 壹、前言

隨著戰爭形態的變化，戰場空間也擴展到無影無形又無所不及的第五維空間-電磁空間，而所謂複雜電磁環境，係指在一定戰場空間內，由空域、時域、頻域、能量上分布著數量繁多、樣式複雜、密集重疊動態交互的電磁信號構成的環境；在科技進步及武器裝備更新，電磁活動更是被廣泛運用在軍事領域中，各種電磁輻射裝備(如雷達、通信等)輻射源的功率也越來越大，使戰場上的電磁環境變得更為複雜，而這種電磁環境效應直接影響武器裝備戰鬥效能的發揮和戰場的生存能力，因此現代戰爭中，誰掌握「電磁權」優勢，即可主宰戰場，電磁因素不再是傳統戰爭的輔助部分，而是整個戰爭中的重要組成部分。

共軍強調作戰初期取得電磁優勢，並積極強化「網電一體戰」作為，藉由電子戰及電腦網路作戰等手段，配合硬體擊殺之運用，對我通信電子訊號、設備及傳播途徑形成威脅，將有助其先期奪取戰場「制電磁權」。另外，自然環境或天然災害亦會影響雷達、通信、導航等電磁設備對作戰之支援效能，因此，未來如何因應複雜電磁環境下作戰，將是本軍通資電戰力整備之關鍵要素。

## 貳、複雜電磁環境重要因素與來源：

由電磁活動所構成的隱形電磁空間，成為了陸、海、空、天並存的第五維戰場，也就是我們所要探討的複雜電磁環境。軍事上所謂複雜電磁環境，係指在一定的作戰時空內，人為電磁發射和多種電磁現象的總合。而構成複雜電磁環境的主要因素有敵、我雙方的電子對抗，各種武器裝備所釋放的高密度、高強度、多頻譜的電磁輻射信號，以及民用電磁設備的輻射和自然界產生的電磁波等(如表一)，其來源區分如下：

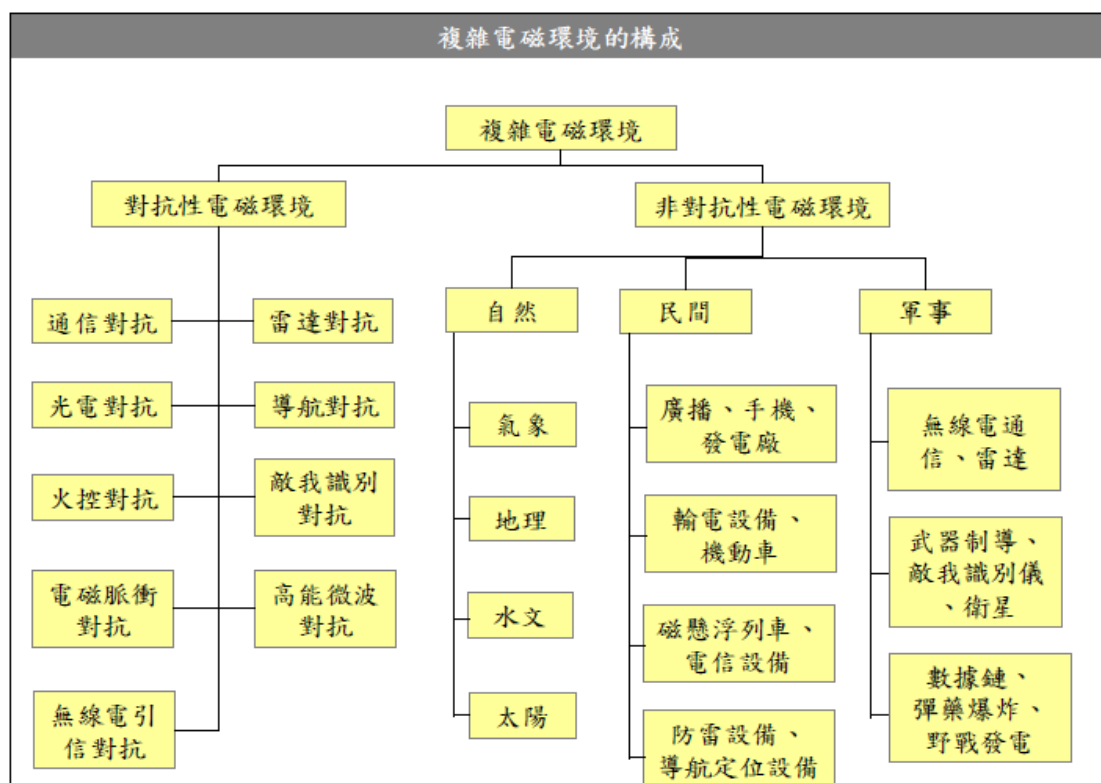
一、敵蓄意攻擊：共軍已積極研發各式遠距、低爭議性（較符合人道原則）的攻擊武器，如電磁脈衝武器（電磁脈衝炸彈E-Bomb）（如圖一）針對高精密電子設備進行破壞，造成我通信指管系統癱瘓、反輻射攻擊載具攻擊我雷達陣地、石墨彈癱瘓我電力系統、電子偵蒐/干擾、衛星、資訊戰攻擊及特攻破壞等。

二、自然因素：如太陽黑子、雷擊。太陽黑子為太陽活動週期內磁場的變化，除了會引起極光外，更會干擾無線電通信；而遭受到雷擊，則是一種燒毀災害，但只有在此落雷附近地區才受到電磁影響。另外，天災（大豪

雨、颱風、地震) 等皆可能造成裝備毀損或影響通信品質，甚至通信中斷，而地形地物(如高山、城市高樓等)對於無線電裝備電磁波均會產生反射與干擾的影響，更是不可輕忽。

三、裝備故障及自我互擾：通資設備或供電系統故障等，將造成系統停止運作而影響指管通聯；而人員訓練不足、裝備操作不熟悉或未依規定使用裝備及不當使用諸元等，會造成裝備或系統相互干擾等現象。

表一 信息化戰爭中的電磁環境構成



資料來源：劉偉，《信息化戰爭作戰指揮研究》（北京：國防大學，2009年1月），頁78。

圖一 電磁脈衝炸彈E-Bomb



資料來源:張連璧，《電磁脈衝學》(桃園：長庚大學，2004年)，頁4。

### 參、複雜電磁環境對作戰影響評估：

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)，就其來源對作戰影響層面分析(如表二)，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，並決定各系統存活力，其影響區分如下：

- 一、通信系統：有線電各式終端設備(如配線箱、交換機)易遭受電磁脈衝能量的衝擊而燒毀<sup>6</sup>；無線電通信均有賴電磁波傳遞，在複雜電磁環境下易遭受干擾破壞而無法有效運用或產生互相干擾。
- 二、資訊系統：資訊設備、網路遭破壞干擾而造成資訊處理與傳遞中斷，使指揮官無法迅速下達決心，而延誤

作戰時效。

三、電子系統：雷達射控導引系統、衛星定位系統遭受干擾，而造成雷達或衛星所確定的目標位置與真正目標位置有所差異。

四、指管系統：C4ISR 指管系統遭受干擾後，偵察所獲敵情無法有效回傳，上級指揮命令無法下達，造成無法有效指揮部隊執行作戰任務。

表二 複雜電磁環境的來源對作戰影響分析表

來源區分	信號因子	作戰影響	備考
敵蓄意攻擊	電磁脈衝炸彈、反輻射攻擊載具、石墨彈、導彈、特攻破壞等	破壞我重要電力、通信中繼台，癱瘓我 C4ISR 系統降低我武器控制、導引效能。	硬殺
	無人飛行載具、電子偵蒐/干擾、衛星、資訊戰攻擊等	廣泛偵蒐我軍事部署與電子訊號運作情況，並利用各種假目標，混淆我電子偵察系統。	軟殺
自然因素	太陽黑子、雷電、天災(大豪雨、颱風、地震)	造成裝備毀損或影響通信品質，甚至通信中斷。	
裝備故障及自我互擾	人為疏失、裝備保養不當，或供電系統故障等	人員訓練不足、裝備操作不熟悉、未依規定使用裝備或不當使用諸元等，造成裝備或系統相互干擾等現象。	

資料來源:作者自行整理

#### 肆、共軍因應複雜電磁環境下作戰概況：

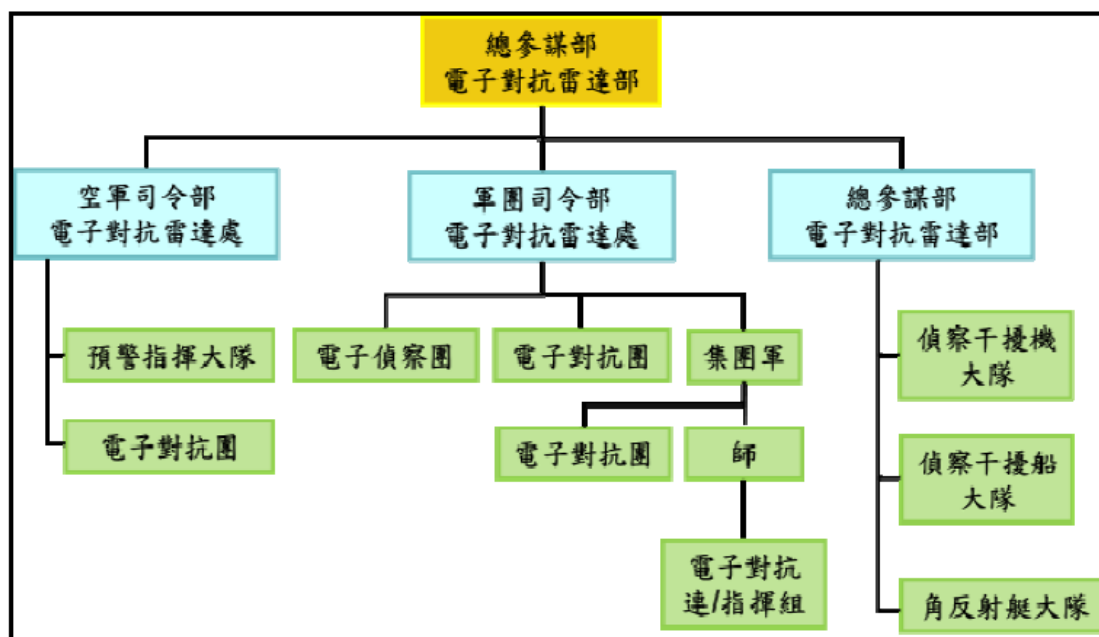
共軍為於作戰全程奪取戰場「制電磁權」，積極強化網

電一體戰作為，對戰場上的資訊獲取、傳遞、處理和運用過程，以「電子戰」干擾敵方資訊獲取，以「網路戰」癱瘓敵方資訊的處理和運用，並確保本身於此複雜電磁環境下資訊獲取、傳遞及裝備皆可正常使用，亦積極發展信息化條件下軍事訓練，於各大軍區組建信息作戰試驗部隊，經由引進、自研、仿製等方式展開信息化戰力整備，逐步建構在複雜電磁環境下具陸、海、空、天、電磁、網路綜合一體之信息作戰系統，並藉由各式演訓驗證，大幅提升部隊於複雜電磁環境下應變能力，進而增強部隊全方位信息作戰能力。

#### 一、共軍電子對抗部隊編組概況（如表三）：

共軍總參謀部電子對抗雷達部下轄各軍種電子電抗雷達處，空軍司令部電子對抗雷達處下轄預警指揮大隊、電子對抗團；軍團司令部電子對抗雷達處下轄電子偵察團、電子對抗團、集團軍，各集團軍下轄電子對抗團、電子對抗連/指揮組；海軍司令部電子對抗雷達處下轄偵察干擾機大隊、偵察干擾船大隊、角反射艇大隊<sup>8</sup>等，總兵力約1 萬餘人。

表三 共軍電子對抗部隊體系



資料來源：王長河，〈解放軍複雜電磁環境下作戰能力之探討〉，《崛起東亞》（台北市：勒巴克顧問，98年9月25日），頁221。

## 二、共軍電子對抗作戰能力概況：

共軍近年來除積極部署人造衛星、配置新型通信干擾機裝備與各式干擾陣地外，並建置遠程干擾機(如圖二)、反輻射無人機及反輻射飛彈等，並強調複雜電磁環境下作戰概念。

(一)共軍現已擁有各式電子作戰能力的裝備有：背負式、車載/固定式電子偵測系統、干擾系統、火焰彈、干擾絲、空浮雷達干擾誘餌、反輻射無人載具、電偵機、電子戰干擾莢艙等。可實施雜波、點頻、帶頻、拂頻、連續波、調頻、調幅雜訊干擾，及多目標、距

離、速度、角度、閃爍等欺騙手段。

(二)於朱日和訓練基地建立複雜電磁環境應用系統，該系統具備通信、雷達、光電干擾和信號環境監測，電磁環境控制、電磁頻譜管理及電磁環境、電子裝備效能評估、火力打擊評估等多項功能，運用這個系統，使得原本無形的電磁空間變得真實有感。

圖二 共軍運八遠干機



資料來源:華廣網，<http://mypaper.pchome.com.tw/souj/m/post/1301614490>

三、共軍近年來於複雜電磁環境下作戰演練概況(如表四):

共軍於2007年提出「複電磁環境下作戰」的概念，並於2008年進行演訓驗證且逐步修訂，自2009年開始的多次軍事演習中，都在複雜電磁環境下作戰能力演練上加大其比重。

(一)在「跨越-2009」實兵檢驗性演習中，為充分

展現複雜電磁環境下雙方的激烈對抗，此次蘭州軍區某摩步師配發了機動衛星通信系統、北斗定位導航系統和其他電子干擾系統等新型指揮通信器材，並運用這些器材與瀋陽軍區某合同戰術訓練基地所組織的「藍軍」（如圖二）在戰場上展開電磁電抗，探索在複雜電磁環境下的電子對抗新戰法。

圖二 共軍電磁藍軍-複雜電磁環境設置



資料來源:華廣網, <http://big5.chbcnet.com:82/>

(二) 共軍代號為「使命行動-2010」的集團軍跨區機動實兵檢驗性演習，共有北京軍區、蘭州軍區、成都軍區下轄3個集團軍的部分部隊參演，總兵力約3萬餘人。演習重點置於指揮謀略和網電對抗(網路、電子戰等對抗)訓練，突顯出複雜電磁環境條件下聯合行動演練，提高部隊在資訊系統的組織下，其指揮、戰術戰法和綜合保障等作戰能力，推動部隊由區域防

衛作戰朝向全域機動作戰發展。

(三) 2011 年6 月下旬濟南軍區在確山合同戰術訓練基地，從事「前衛-211」信息化演練-旨在將資訊化知識、以資訊化裝備、練資訊化技能等為主要內容，進而推動各級幹部學習資訊化、研究資訊化等學習風潮；演練方式以資訊為主導，狀況設置朝複雜電磁環境為背景，組織信息化理論知識和運用一體化指揮平台操作技能考核比武方式，提昇整體運用效能。

(四) 瀋陽軍區「聯合-2011」演習中，展現信息化作戰理念，各級作戰會議及作戰任務，均透過資訊網路召開及下達。在聯合指揮所電腦螢幕上，較以往增加了數據鏈資訊流程圖、網址動態管理圖、電磁頻譜規劃圖等資訊和情報內容圖表並適時更新，為作戰指揮官提供了精確的參數和決心下達依據。在實兵演練的現場，雙方電子對抗和電磁干擾不斷，「紅軍」部隊在奪取戰場局部電磁控制權後，利用其航空兵、砲兵、防空兵等集中優勢火力，輪番對「藍軍」各通資節點要害實施精確打擊。

(五) 濟南軍區「確山決勝-2011」演習中，兩個精

銳師「紅軍師」與「猛虎師」依照信息化及複雜電磁環境條件下的作戰構想，驗證部隊指揮效能、戰場主動權的掌控及部隊整體作戰能力。並在作戰態勢的對抗中，比信息控制、電磁環境控制、兵火力控制，看誰對作戰態勢掌握好；在指揮的對抗中，比指揮機構、指揮關係、指揮手段、指揮結果，看誰的組織指揮效率高，並深入探討在信息化及複雜電磁環境條件下「偵、控、打、評」的作戰能力。

表四 共軍近年來於複雜電磁環境下作戰演練概況分析表

演習代號	演練重點
跨越-2009	以偵察與反偵察、干擾與反干擾、欺騙與反欺騙、摧毀與反摧毀等狀況設置，探索在複雜電磁環境下的電子對抗新戰法。
使命行動-2010	以網路、電子戰等對抗訓練，突顯出複雜電磁環境條件下聯合跨區機動演練，推動部隊由區域防衛作戰朝向全域機動作戰發展。
前衛-211	以資訊化裝備、練資訊化技能，組織信息化理論知識和運用一體化指揮平台操作技能考核比武方式，提昇整體運用效能。
聯合-2011	以資訊系統的構建與運用、戰場態勢的感知與共享、指揮模式與作戰模式的創新與轉變，探索資訊系統作戰力量構成。
確山決勝-2011	以兩個精銳師「紅軍師」與「猛虎師」的實戰性進程，來檢驗部隊在信息化及複雜電磁環境條件下「偵、控、打、評」的作戰能力。

資料來源:作者自行整理

## 伍、優、缺點分析研究：

共軍為適應未來戰爭型態發展，強調信息條件下的一體化聯合作戰必先爭取電磁與網路作戰空間，除積極發展相關電子戰、網路戰及通信指管系統外，並努力從事於發展「複雜電磁環境下作戰」之戰術戰法，而針對共軍複雜電磁環境下作戰優(缺)點作以下研究：

### 一、共軍因應複雜電磁環境下作戰演練之優點：

(一)共軍藉由朱日和訓練基地所建立的複雜電磁環境應用系統，奠定複雜電磁環境下訓練、實現多維戰場模擬、提升信息化訓練的重要基礎。

1. 訓練方法由單一兵力對抗邁向電磁對抗。
2. 訓練環境由以場地訓練為基礎邁向以環境訓練發展。
3. 訓練評估由人工概略評估邁向系統精細裁決轉變。

(二)共軍在複雜電磁環境下的作戰訓練實現三大轉變，使人員對於無形戰場-電磁空間的運用能力顯著提升。

1. 由理論研討向實地實裝操作轉變。

2. 由單方面頻譜運用籌劃訓練向全過程對抗式頻譜運用決策轉變。

3. 由區域管控頻譜向全域管控頻譜轉變。

## 二、共軍因應複雜電磁環境下作戰演練之缺點：

### (一)缺乏實戰經驗，裝備對抗能力檢驗困難：

共軍於複雜電磁環境下作戰並無太多經驗可參考，多數的演練均在自行設置的電磁環境中進行，再加上對於假想敵電子戰裝備、戰術戰法等情況難以掌握及本身裝備對抗能力檢驗困難等限制下，使其在「近似實戰」的複雜電磁環境下訓練成效有限。

### (二)觀念理論不足，無法提出架構清晰指導：

官兵對於複雜電磁環境理論研究不足，缺乏作戰裝備其電子對抗等知識；對於複雜電磁環境下演練，缺乏有效的具體規範，尚無法提出架構清晰的指導理論。

### (三)缺乏全域演練，不利評估部隊對抗成效：

演練多以電子欺騙、電子偽冒、干擾等手段對系統造成暫時性部分失能實施訓練，缺乏由點延伸至面的全域系統的演練，不利於評估部隊電子對抗訓練品

質。

陸、我軍作戰各時期因應作為與對建軍備戰之建言：

依美軍聯戰準則建議：「資電作戰無前線及後方之分，貫穿作戰全程」，也就是說，在每一作戰階段都必須運用電子戰的能力，與共軍搶奪「制電磁權」，若喪失了制電磁權，將導致指揮失靈，通信中斷，導彈失控，雷達迷茫，難以發揮作戰效能，且未來戰爭若發生於城鎮中，其電磁環境勢必更為複雜，因城鎮中地形錯綜複雜，高大的建築物、各種電力傳輸線、高壓電線、民用通信基地台、廣播電台等，均會影響通信距離及品質。共軍聯合登島戰役之實施，勢將積極採取偵察及反偵察、干擾及反干擾、摧毀及反摧毀等電子對抗手段奪取制電磁權，獲得先制奇襲之目的，建議我軍作戰各時期因應作為如下：

#### 一、經常戰備時期：

本時期在如何有效運用既有裝備，針對共軍電子戰裝備特性與限制、人員素質等研究具體作戰構想，同時避免我軍各式雷達及無線電電磁參數受敵偵獲，建議在「經常戰備時期」因應作為如下：

##### (一)落實電磁頻譜管理，嚴格發射管制：

電磁頻譜管理為「複雜電磁環境作戰」中極重要之一環，須妥善規劃與分配，避免產生相互干擾，各單位更須依上級規劃之頻率妥善運用，嚴禁私設頻率、呼號，並採嚴格之電磁波發射管制措施，嚴禁使用戰備頻率，以反制共軍之電偵作業。

(二)強化通資電路骨幹，建立通信備援手段：

因應電磁信號易遭共軍偵獲，而在戰時又可能遭受「電磁飽和」攻擊，造成無線通資系統全面癱瘓，故依固安作戰計畫，建立各部隊戰術位置及各級指揮所間之通資系統骨幹網路，不僅可提升保密效果，亦可為無線電通信備援手段。

(三)強化系統設施防護，防敵電磁脈衝攻擊：

各指揮所及重要設施強化防護措施(屏蔽、濾波及接地功能)，並落實各式通資設備接地措施及通資備援裝備接替運用手段。

(四)強化電力系統防護，確保C4ISR 指管暢通：

現代化的戰爭，各式情資處理與命令下達傳遞均有賴電腦作業，若電力系統遭敵以石墨彈或特工人員攻擊，將嚴重影響我C4ISR 指管系統，延誤作戰時效，

故應建立良好的電力備援系統，以確保C4ISR 指管系統暢通。

## 二、防衛作戰時期：

本時期共軍利用主、被動干擾相結合的方式，對我軍通資系統進行干擾，並以反輻射飛彈及區域性電磁脈衝導彈實施第一波點穴攻擊，癱瘓我C4ISR 系統，爭取其「制電磁權」。我軍於此時期應避免其阻斷指管通資系統，並加強防護重要軍事設施，建議在「防衛作戰時期」因應作為如下：

### (一)加強戰備措施，確保指管通聯：

嚴格採無線電靜止及緊急變頻、快速通信等手段，在複雜電磁環境下有效管理及運用頻譜特性，確保指管系統運作及通聯，各項情資訊息、命令傳遞以有線電為主，無線電通信（含數據傳輸）為輔。

### (二)設置防護系統，維護通資能量：

設置GPS 干擾機於相關重要戰術位置指揮所，使敵發射之導彈失去攻擊效能確保指揮所安全；若遭共軍導彈或特攻人員攻擊後損毀之設施，必須依「因應複雜電磁環境標準處置作為」搶修並運用備援裝備替

換，盡速恢復指管通資作業能量。

(三)運用軟殺手段，發揮有限電戰能力：

以小兵力模擬部隊運動並組成專用通信網，模擬部隊作戰企圖等，經由電子欺誘與佯動，掩蔽我軍作戰行動，同時設置假電台信號，拍發假電報等方式，對敵實施通信電子欺騙。

(四)強化公民營通信，增加運用彈性：

若大部分電磁權已遭共軍奪取，可運用於平時建置之有線電骨幹網路及公民營業者資源，持續維持指管系統運作，以達通信備援之目的。

四、對建軍備戰之建言：

針對共軍攻台時，在複雜電磁環境下作戰各階段通資電之因應作為、作戰方式、特點及威脅研析，為確保本軍在複雜電磁環境下各項通資系統均可運作正常，可從以下幾個方向供各級參考：

(一)在教育訓練方面：

1. 建立相關專業教室：

設置複雜電磁環境模擬教室，模擬通信、民用基地台、高壓電線等相關電磁參數，使學員有親

身處於複雜電磁環境之體驗，使其回到部隊後能將複雜電磁環境下作戰觀念融入部隊訓練，進而提升部隊在複雜電磁環境下作戰能力。

## 2. 建置電磁環境訓場：

各兵監基地及假城鎮訓練場地籌建模擬「複雜電磁環境」之相關干擾、偵測裝備，以滿足部隊在仿真的現代化戰場環境中實施訓練，藉由模擬訓練器材或裝備，熟練其在複雜電磁環境下處置與應變能力，並結合戰術行動實施對抗，以達到仿真訓練之目的。

## (二)在部隊訓練方面：

### 1. 強化通資連電戰能力：

建議各旅級通資連增加電戰能力，於平時配合資電部電戰中隊實施對抗訓練，增加其「複雜電磁環境下作戰」狀況處置及應變能力熟練度。並區分四階段-定時、預警；定時、不預警；不定時、預警；不定時、不預警對各單位電台實施電子戰作為，以訓練部隊於複雜電磁環境下應變能力。

### 2. 增加複雜電磁環境下作戰演練比重：

將各項重要演訓(漢光、長勝、聯勇、聯興等)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。

### 3. 持續驗證、修訂「標準處置作為」查詢系統:

針對共軍電子戰攻擊模式，持續修訂「因應複雜電磁環境標準處置作為」查詢系統資料庫，納入部隊相關課程施教，藉以普及複雜電磁環境下作戰應變能力並熟練其處置作為。

## (三)在戰備整備方面:

### 1. 防敵電磁脈衝攻擊:

建立各級指揮所電磁脈衝防護工程，並研製配發各單位備援通資系統電磁防護箱，以防敵電磁脈衝攻擊並落實通資備援設備接替運用手段。

### 2. 建立電磁環境參數資料庫:

建立各作戰區電磁環境參數基本及分析資料，供各作戰區指揮所位置選定及通資系統開設參考運用，可有效增加部隊指管通聯能力，並發揮系

統效能。

### 3. 落實戰備頻率管理：

除加強使用中無線電裝備的管理，強化頻率有效使用，避免各單位相互干擾外，更應嚴格管制戰備頻率啟用時機，並嚴禁各單位私設頻率及呼號。

### (四)在裝備籌購方面：

#### 1. 籌購頻譜分析儀器，建立電磁頻譜參數：

各旅級於戰場經營時，可藉由頻譜偵測分析儀器建立駐地及戰術位置電磁環境參數，作為通資系統建立與作業參考依據，於戰時電磁環境參數驟變時，可提早預警並採取相關因應措施。

#### 2. 籌購電戰支援裝備，強化部隊電戰能力：

籌購各旅級電子戰干擾、偵測、定位等支援裝備，偵測敵人目標位置後，依據戰術主動對敵實施電子干擾；GPS、SAR衛星干擾器可配發至營級指揮所或重要設施周遭，可干擾敵GPS 導彈精準攻擊或干擾SAR 衛星之偵照。

## 柒、結語

現代戰爭離不開電磁環境，電磁波貫穿陸、海、空全部的戰場，複雜電磁環境下作戰已是不可避免之趨勢，資訊化條件下多軍種的聯合作戰、各作戰平台指揮機構間，皆有賴電磁波來偵蒐及傳輸情報、指令與共同資訊，因此我們可以大膽預言未來戰爭必定是在此複雜的電磁環境下展開，誰能確保通資系統正常運作與癱瘓敵人之通資系統，將成為決定作戰勝敗之最主要關鍵因素。