

複雜電磁環境下遭敵 電子攻擊之處置作為研究

海軍少校 徐仁智、吳建道

提 要：

- 一、現代戰場各項電磁輻射裝備數量龐大、種類複雜、發射時間緊迫，功率參差不齊，使得戰場空間中的電磁信號非常密集，形成了極為複雜的電磁環境。
- 二、中共主要摧毀性電子攻擊能力有：反輻射飛彈(無人載具)、電磁脈衝彈、精準導引武器等；非摧毀性電子攻擊武器有：主、被動電子干擾系統、通信干擾系統、匿蹤技術、雷達反射器、電磁誘餌等。
- 三、反制敵電子干擾應掌握「瞭解弱點、詳細辨證、耐心作業及信號優勢」等4項要求，並依三R(辨認干擾(RECOGNIZE JAMMING)、報告干擾(REPORT JAMMING)及剋制干擾(READ THROUGH JAMMING)之程序實施反干擾作為。
- 四、本軍應於各項演訓中加強複雜電磁環境下之電子反反制技術演練，以利作戰部隊熟悉各裝備之電子反反制功能，並檢討適切可行之電子反反制技術及程序，進而提升戰時反干擾能力。

關鍵詞：複雜電磁環境、電子攻擊、電子頻譜

壹、前言

現今資訊科技日新月異，相對使得各項武器及電子裝備發展迅速，然而目前不論是武器的導引及控制、通信情報資料的傳遞，以及作戰指揮管制等等，仍跳脫不出「電磁頻譜」的運用，所以從以敘貝卡山谷戰役、英阿福島戰爭及美伊戰爭等歷史戰役中，不斷證明了「電子作戰」扮演著主導戰場勝負的重要關鍵角色，即誰能在戰場上掌握電磁優勢，誰可掌握勝算。

在21世紀的今天，我們環境中比以前更充滿許多電子設備，運用的電磁頻譜亦比以前更為廣泛及複雜，導致現今電子作戰中存在更多不確定的干擾因素，另外，由於各類型摧毀性的電子攻擊武器，不斷的推陳出新，諸如反輻射武器、電磁脈衝武器、高能量指向性武器(微波、雷射)等等，而這些電子攻擊武器，也將是未來在臺海戰役中，敵人極可能用來奪取制電磁權的殺手鐮武器，故我應深入瞭解敵人可能對我實施的電子攻擊能力，進而研析相關剋制對策，以有效防

制敵人各項電子攻擊作為，提升整體作戰能力。

貳、何謂複雜電磁環境

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¹；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，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）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²。其特徵與對作戰的影響情形說明如下：

一、中共複雜電磁環境作戰能力現況³

（一）裝備設備

中共除積極研發各種複雜電磁環境下作戰的各式攻擊性武器，如電戰干擾機、電戰夾艙、衛星干擾系統、GPS干擾系統及反輻射飛彈等，亦研發相關的防護性裝備。而共軍更為了不受限於外國，自行研發衛星定位系統（北斗導航系統）以結合航天、航空、地面等各式武器載台，都希望數位指揮管制系統不要受制於人。

（二）教育

透過加強複雜電磁環境下作戰教育訓練，使學校教育與部隊實況相結合。軍事院校中把複雜電磁環境下的訓練列入日常教學計畫，並採取短期培養訓練和集中輪訓的方式進行，部隊則是培養熟悉電子戰裝備性能、熟悉敵方電子戰作為，熟悉反干擾方法手段的人員。

（三）演訓

中共自2005年前後，即將複雜電磁環境

註1：蔡翼、蘭寧利、李貴發、韓岡明、劉遠忠、王長河、黃銘俊，《崛起東亞－聚焦新世紀解放軍》（出版地：臺灣，2009年10月）。

註2：謝德望、龔元興，《陸軍通資電兵 97 年度戰法研討會論文集》（出版地：臺灣，民國97年），頁1-4～1-5。

註3：同註2。

下之作戰列為各種演訓的重點，在各層級的演習及訓練中，都加入不同程度的演練科目，以增加其官兵對於複雜電磁環境下作戰的反應及熟練度，從基礎部隊訓練、進而聯合軍兵種訓練，從基本單項演練、組合訓練到聯合作戰。先期瞭解電磁特性，以建立科學的訓練內容，並採用不同的訓練手段，以創造逼真的電磁環境。對於專業訓練上，重點是在頻譜管理、電子欺騙、電子偽冒等，然後並再將指揮系統與電戰系統結合訓練。

綜合來看，共軍在第一次波斯灣戰爭後，經過阿富汗、第二次波斯灣戰爭及戰機與美海軍P-3C飛機擦撞等事件，積極發展相關電子戰系統，並努力從事於發展「複雜複雜電磁環境下作戰」之戰術戰法，以因應時代趨勢。

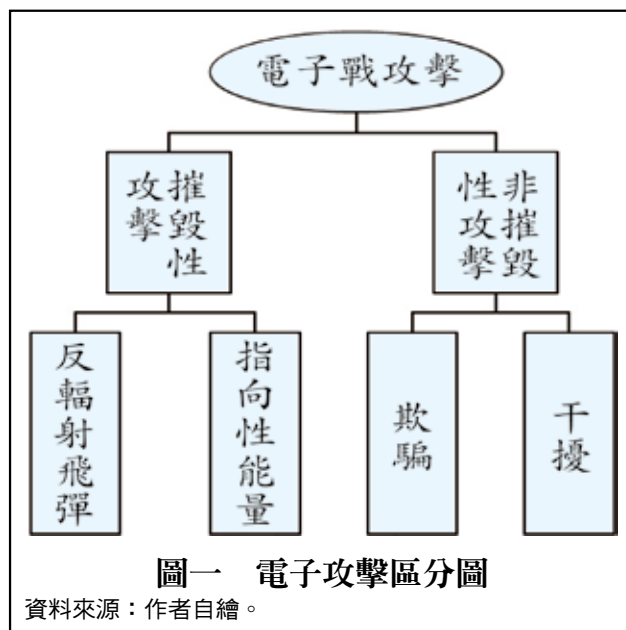
二、複雜電磁環境對作戰影響⁴

(一)在複雜電磁環境下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燬，無線電通信易遭受干擾破壞而無法有效運用或產生互相干擾。

(二)在複雜電磁環境下資訊設備、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)在複雜電磁環境下雷達射控導引系統、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)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。

參、中共電子攻擊作戰能力

所謂「電子攻擊(Electronic Attack簡稱EA)」，美軍電子攻擊(EA)的定義是：「利用電磁能或定向能攻擊敵方人員、設施或設備，旨在降低、削弱或摧毀敵方的戰鬥力」⁵。

「電子攻擊」可區分為非摧毀性及摧毀性兩種電子攻擊手段(如圖一)，現就依此分類概述中共的電子攻擊能力：

一、非摧毀性電子攻擊

(一)中共空軍及海航現有運電八等各型電子攻擊機，具備電磁式(主動式)及非電磁式(被動式)之干擾能力，具遠距干擾能力(

註4：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》，(臺灣)，第245期，陸軍步兵學校，民國101年9月，頁5。

註5：U.S. Air Force, "Air Force Document 2-5, p.23," http://www.dtic.mil/doctrine/jel/service_pubs/afdd2_5.pdf, 2005年1月11日。

依高度及雷達功率而效果不同)，可對本軍機、艦及岸置陣地等之對空、平面及射控雷達遂行電子攻擊作戰，另各型殲、轟機可配掛自衛式干擾器(莢艙)，遂行伴護式或自衛式電子攻擊作戰。

(二)中共海軍作戰艦艇仍以自衛式電戰裝備為主，主要用途為反飛彈電子作戰(軟殺)，其電磁式(主動式)電戰裝備具有雜波干擾及轉發、偽冒等電子欺騙能力，而非電磁式(被動式)干擾裝備方面則具備箔條、火焰彈、水、煙幕等干擾手段，可反制射頻及紅外線等飛彈尋標器系統。

(三)旅洋二型(052C)飛彈驅逐艦、滬北級(022型)飛彈快艇及殲二十戰機等，採低RCS(雷達截面積)之匿蹤設計，有效降低被雷達偵知距離，影響我雷達偵搜能力。

(四)中共東南沿海所配屬「漁政船大隊」，各漁船均可加裝雷達反射器，可適時對我實施混淆干擾，降低本軍對海上目標鑑別能力。

(五)中共陸岸電子戰部隊多結合車載系統，具備高度機動性，可支援實施通信電子干擾，對我部分HF、VHF、UHF通信系統造成威脅，另各觀通雷達站也多具備電子干擾能力，可對我艦艇實施干擾作為。

二、摧毀性電子攻擊

(一)中共空軍「哈比反輻射無人攻擊載具」，續航時間可達6-8小時，另可搭配無人機，組成高、低空(速)配置，以有效摧毀或制壓我重要陣地及部分雷達系統，奪取臺海局部電磁優勢。

(二)中共二砲部隊配屬各型戰術導彈，

除可於作戰初期對我實施重點打擊外，並可攜帶微當量核彈頭對我實施電磁脈衝攻擊，癱瘓我指管通情及各項重要武器系統。

(三)中共航空部隊可配掛YJ-91及KH-31P反輻射飛彈，可對我具輻射源載台、基地實施摧毀性攻擊，並壓制我防空武力運用。

肆、中共電子攻擊防制作為

依前述中共電子攻擊之能力，以及中共近年演訓情形實施分析，中共可能運用於攻臺作戰行動中之電子攻擊手段有下列幾種：

一、先以遠距導彈攻擊方式，並攜帶高爆及電磁脈衝彈頭，癱瘓我政、經及軍事重要中樞與設施。

二、運用電偵機、電戰機及無人機等，結合反輻射攻擊，迫使我軍開放電磁頻譜使用，以利其截收及分析本軍電磁頻譜使用情形，進而提供電子攻擊目標參數資料。

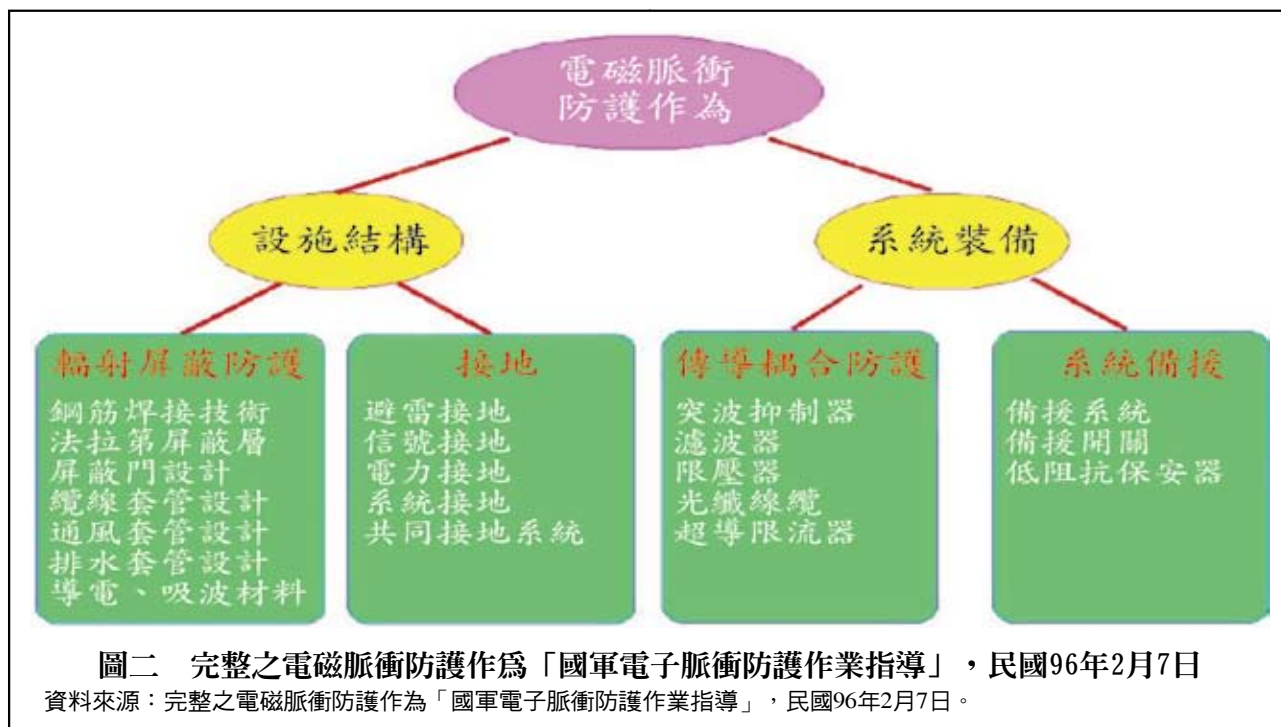
三、以電戰機、艦、無人載具及長程反輻射飛彈，對我雷達與通信設施，實施主動干擾或摧毀。

四、大編隊戰鬥機群、水下潛艇、機載反輻射飛彈以及無人機，攻擊我海、空主戰兵力、基地及尚存之戰管系統及雷達。

五、以伴護式干擾機隨伴轟炸各戰略目標，瓦解我制空、制海戰力及指管能力。

現就前述中共可能對我之電子攻擊作法實施分析，提供本軍下列在複雜電磁環境下之平、戰時之因應處置建議：

一、中共先以遠距導彈攻擊方式，並攜帶高爆及電磁脈衝彈頭，癱瘓我政、經及軍事重要中樞與設施



(一) 平時戰備整備

本軍於平時即應對各重要陣地、艦(機)執行電磁脈衝防護評估，並完成各項輻射屏蔽防護、接地、傳導耦合防護及系統備援等各項作為(如圖二)，以提高防護能量、減少裝備之損壞⁶。

(二) 戰時處置作法

1. 被攻擊前各項主要指、管、通、資、情、監、偵系統，應仍依電磁波發射管制計畫執行裝備運用，若研判將遭敵電磁脈衝攻擊時，立即將各裝備關機，各電力、通信線路及天線脫離及接地。

2. 各項備援系統與電力及線路應保持脫離，並與接地系統連接，裝備移置於防護能力較佳處，以利緊急時啟用應援。

3. 針對電磁脈衝攻擊路徑，如人孔、進

出通道、通風氣門孔隙、煙囪、天線、外露電力線路等，應加強完成甲級防險措施。

4. 攻擊期間慎防人員接觸裝備，執行搶修時，應先行完成放電作為。

5. 遭攻擊後仍應儘速整合可用之雷、截情及通信裝備，加強目標偵搜，掌握後續敵情狀況並適時回報。

二、中共以長程反輻射飛彈或無人載具，對我雷達設施，實施摧毀及實施主動干擾或摧毀

(一) 平時戰備整備

1. 平時本軍應持續建立各類機動C4ISR車載系統，如機動雷達、飛彈車載及指管系統等，戰時可有效防制敵對我遂行點穴精準打擊，並可擴增指管作業之機動、靈活與彈性，提升戰時指管陣地之存活率。

註6：「國軍電子脈衝防護作業指導」，民國96年2月7日。

2. 雷達陣地設置軟、硬殺多重防護系統，如反輻射飛彈誘標防護系統或火炮武器系統等，除可防制反輻射武器攻擊外，並可對複合式導引飛彈遂行摧毀攻擊，確保雷達陣地安全。

3. 發展大功率GPS干擾技術，以期戰時可對GPS導引之武器系統實施積極的反制作為，干擾其GPS定位系統，使其功能失效。

4. 各陣地應加強偽裝、隱蔽、欺敵、掩蔽、抗炸、消防各項作為，以提升在敵精準點穴打擊下，戰場之存活率。

(二)戰時處置作法

1. 反制「哈比」反輻射無人載具：中共「哈比」反輻射無人載具最高飛行速度為170公里/小時，故對移動中之艦艇攻擊不易，而固定陣地影響較大，建議處置作法如下：

(1)靈活調整電磁波發射管制計畫，岸置雷達陣地除在其攻擊頻段外之雷達保持開機外，餘未配置「反輻射飛彈誘標防護系統」之雷達應保持關機，而艦艇雷達及防空武器可俟「哈比」反輻射無人載具接近至2海浬內，即採雷達關機加速脫離。

(2)艦艇及雷達陣地運用指管系統掌握空中情資，並檢派具攻擊頻段外對空雷達之艦艇擔任對空警戒艦，俾早期掌握敵目標情資，妥採至當反制作為。

(3)具「反輻射飛彈誘標防護系統」雷達陣地則開啟防護系統，保持雷情作業。

(4)由於「哈比」反輻射無人載具，具有長時間巡弋滯空能力，可有效壓制我防空、雷達系統運作，分析其主要攻擊目的：係藉其長時間壓制我防空武力系統之時機，進

而結合各型殲、轟擊機突穿我防空系統，摧毀我重要陣地設施，故本軍實應藉諸般手段，儘量保持完整防空能力，以防制敵後續之空襲作戰。

(5)執行干擾及摧毀作為，即於其巡航階段實施GPS干擾或開啟雷達誘標系統、降低雷達旁波帶等手段干擾其定位能力，另艦隊則可利用戰術運動，展開編隊距離及加速航行，同時將雷達間歇開關，並利用火炮實施攻擊，俟其接近至2浬內時，再將射控雷達系統關機，並仍以光指儀等導引火炮執行攻擊。

2. 反制「高速反輻射」飛彈：

(1)軟殺干擾：利用GPS干擾系統、雷達誘標系統，並結合偽裝、隱蔽、欺敵、掩蔽等作為，以阻擾GPS、輻射源等各型精準導引飛彈之定位能力。

(2)硬殺摧毀：利用各型防空飛彈、火炮系統執行硬殺摧毀。

(3)靈活調度：適時調動機雷、機彈車至預備陣地，以接替戰損部隊之作戰任務。

三、中共以電戰機、艦、無人載具，對我雷達與通信設施，實施主動干擾

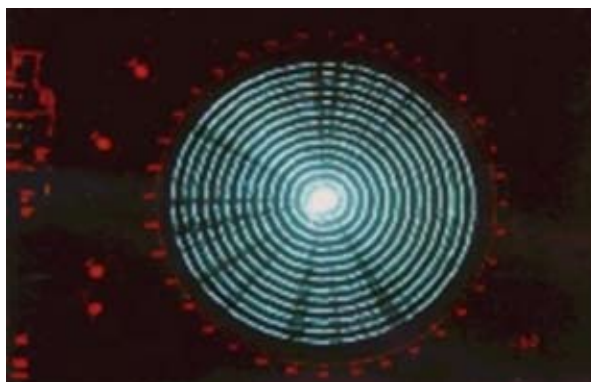
(一)平時戰備整備

1. 落實電磁頻譜管理政策：電磁頻譜管理之良窳，攸關電子作戰之成敗，本軍各單位應落實執行「電磁波發射管制作業規定」，並加強電子參數防護作為，確保各項電子參數安全，以降低敵先期偵知我電子參數並供其干擾運用之機率。

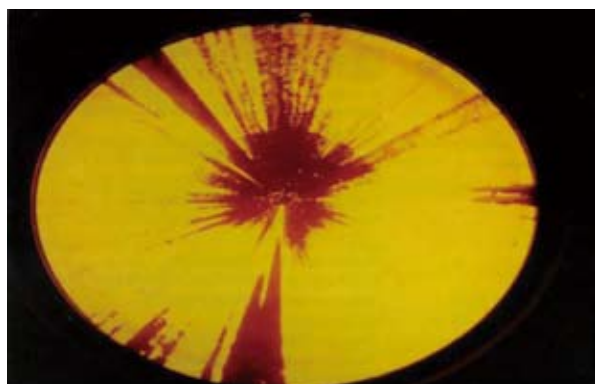
2. 研擬具體可行之電子反反制技術：本軍應於各項演訓中加強複雜電磁環境下之電



同頻(跑兔型)干擾



脈波或欺騙型干擾



連續波干擾一



連續波干擾二

圖三 雷達干擾型示圖

資料來源：作者整理。

子反反制技術演練，以利作戰部隊熟悉各裝備之電子反反制功能，並檢討適切可行之電子反反制技術及程序，進而提升戰時反干擾能力。

3. 研製反輻射武器：為有效防制中共海、空軍所配置大功率干擾設備，國軍應研製反輻射武器，期使在敵干擾或雷達鎖定下，運用反輻射武器，執行硬殺摧毀。

4. 提升指管通情系統安全：儘速整合及精進各項戰術數據鏈路系統，提升一般作戰部隊跳/展頻之通信能力，以有效防制中共

通信干擾作為。

(二) 戰時反干擾處置作為

反電子干擾處置是以適當的電子技術及戰術戰法，使敵人對我所實施之雷達干擾(亂真)及欺騙之效果失效、減弱或被壓制，其作法可分為系統技術、頻率管制與功率管理，而系統技術又細分為反干擾(亂真)設計與修改、操作與技術程序以及戰術行動與運用，頻率管制含固定頻率、頻率跳變(多變)及頻率敏變(捷變)，功率管理有固定高、中、低功率，展頻功率及功率可調變等。

本軍反制敵人電子干擾應依三R(辨認干擾(RECOGNIZE JAMMING)、報告干擾(REPORT JAMMING)及剋制干擾(READ-THROUGH JAMMING)之程序實施，並結合各型通、雷系統之反反制功能，律定各型作業程序檢查表，以獲取電磁對抗之優勢，現區分為雷達、通信及GPS等項目詳列各項3R之處置建議程序：

1. 反雷達干擾處置程序：

(1)辨認干擾(RECOGNIZE JAMMING)：

A. 發現雷達遭受干擾。

B. 研判干擾種類及型式：

a. 自然或非自然干擾。

b. 本機或機外干擾。

c. 蓄意或非蓄意。

d. 干擾型式(同頻干擾、連續雜波、欺騙式等)，如圖三。

C. 研判干擾源方位：

a. ESM系統測向。

b. 利用雷達幕上干擾源之主波帶方位實施交叉定位。

D. 研判敵干擾目的及後續可能行動。

(2)報告干擾(REPORT JAMMING)：

A. 回報干擾狀況(作戰中心及友艦)。

B. 無ESM系統艦(機)，請求干擾源測向。

C. 實施雷達照相(錄影)，並記錄干擾亂真報告表。

(3)剋制干擾(READ-THROUGH JAMMING)：

A. 執行雷達反反制系統功能。

B. 備援雷達系統協助偵蒐(導引)。

C. 其他單位協助偵蒐，加強目標情傳。

D. 調整電磁波發射管制作為：

a. 辨識敵干擾頻段，律定防空警戒艦。

b. 同型雷達分散配置。

c. 適時請求換頻作業(宜謹慎實施，避免遭敵窺透干擾成效)。

E. 確定干擾源後，申請支援兵力摧毀干擾源。

2. 反通信干擾處置程序：

(1)辨認干擾(RECOGNIZE JAMMING)：

A. 辨認通信遭受干擾。

B. 研判干擾種類及型式：

a. 機內或機外干擾。

b. 自然或人為干擾。

c. 蓄意或非蓄意干擾。

d. 何種干擾型式(上下調整頻段識別點頻、帶頻、拂頻、序頻干擾)。

C. 辨認受干擾頻段(HF、VHF、UHF)，研析干擾範圍。

D. 研判干擾意圖及目的。

(2)報告干擾(REPORT JAMMING)：

A. 回報及情傳干擾狀況。

B. 請求干擾源測向。

C. 紀錄通信干擾報告表。

(3)剋制干擾(READ-THROUGH JAMMING)：

A. 持續沉著繼續通信作業，避免中止通信或立刻換頻，以遭敵窺透干擾成效。

B. 調整發射功率，獲取較佳信號干擾比，以儘量穿透干擾工作。

C. 使用其他通信手段(視覺通信、指管系統等)執行通信，並加強通信保密、壓縮通信時間。

D. 如發現干擾源時，適時摧毀干擾源。

E. 實施假情報作為。

3. 反GPS干擾程序：

(1)辨認干擾(RECOGNIZE JAMMING)：

A. 研判干擾原因及型式：

- a. 故障或干擾。
- b. 雜波或欺騙式。

B. 定位受干擾範圍。

C. 研判敵干擾目的。

(2)報告干擾(REPORT JAMMING)：

A. 回報及情傳干擾狀況。

B. 請求干擾源測向。

C. 紀錄干擾報告表。

(3)剋制干擾(READ-THROUGH JAMMING)：

A. 改為雷達、目視定位。

B. 加強水面偵蒐，研析可疑目標。

C. 如發現干擾源時，適時摧毀干擾源。

前述各項反干擾作為處置均為基本程序，然而戰時軍事行動中，必須在作業人員熟練之技術下，並在指揮官正確決心下，靈活運用作業程序，落實電子戰運用之基本要求，方能發揮最高戰力。

老軍艦的故事

柳江軍艦 PC-123



PC-123，隸屬巡防艦隊，正式服勤，擔任臺海巡弋、護航及外島駐防等任務。柳江軍艦亦曾參加過多次重要戰役，其中以民國47年9月2日「八二三砲戰」期間與維源軍艦在金門料羅灣海域先後擊沉中共五艘快艇，締造輝煌戰績，震驚中外的「九二海戰」，此戰役的勝利不但振奮了當時的民心士氣，更使料羅灣海面的中共艦艇從此絕跡，奠定了以後金門運補安全的根基。

該艦於民國58年5月1日，在海軍服役12年後，由於艦體及機器均老舊，維修困難，且大部份裝備已不合現代戰爭需求，奉命除役。(取材自老軍艦的故事)

伍、結語

電子攻擊與防制可說是一種矛與盾之攻防戰，而以往國軍各項電子戰兵推，多屬防衛固守角色，故在未來國軍若仍僅發展自衛性電子攻擊手段，勢將永處劣勢，而想要於作戰全程掌握電磁權更屬困難，故國軍應創新電子戰用兵思維，發展主動性、攻擊性及摧毀性電子攻擊武器及手段，期於作戰初期，依「防衛固守，有效嚇阻」之戰略指導，重點打擊中共各重要陣地及壓制電磁頻譜之使用，另結合各項電子謀略手段運用，形成有利之戰略態勢，俾全程掌握臺海資電優勢，確保制海。

作者簡介：

徐仁智少校，國防管理學院93年班，美國匹茲堡大學資訊科學所碩士，現服務於國防大學海軍指揮參謀學院。

吳建道少校，海軍官校正87年班，高雄應用科技大學電子工程研究所96年班，現服務於海軍技術學校。