



俄羅斯電子戰發展趨勢及運用之初探

作者/吳又潔

提要

- 一、俄羅斯在全球軍武實力排行中始終與美、中併列前三，因此選擇探究俄國電子戰裝備、性能、戰略思維及部隊之籌建，除近期俄烏戰事外，回溯俄軍歷次於戰場上的應用及驗證，評估潛在的戰術威脅，祈能助於我國制定相應的電子戰發展策略。
- 二、面對現代戰場武器科技快速發展，電子戰已成為極具重要的一環，本文以俄軍電子戰發展為主軸，並將美軍、共軍作為研究參考，對照我軍制衡共軍電子作戰能力之相應處置與差異，作為後續調整電子戰防護與軍事戰略思維之酌參，以維國防安全。
- 三、在有限國防資源條件下，朝電子作戰方面穩步建軍整備與戰力發展，能夠向上支持戰略構想，向下指導軍種執行戰力整建，逐步精進網電戰力，形成綿密且完善的作戰部署，達成戰略目標。

關鍵詞：俄羅斯、電子戰、網電戰力

前言

新時代戰爭以高科技戰具左右戰場，利用精準制導武器攻擊，節約火力運用，強調高效速戰縮短戰爭時長，因此「制電磁權」已成為兵家必爭關鍵。美軍先於2016年提出多領域作戰(Multi-Domain Battle, MDB)概念，包含陸、海、空、網路、太空及電磁頻譜等多維空間作戰環境，以因應未來複合式威脅及戰場環境之挑戰，¹其後美軍於2020年頒布《JP3-85：聯合電磁頻譜作戰》準則也提到「『電磁頻譜』能夠左右戰場，掌控電磁環境就能主宰戰場」，因此「制電磁權」已成為兵家必爭關鍵，隨著高科技戰具、武器與時俱進，可以預想戰事中各型式電子裝備與自然輻場中之電磁現象，同時釋放高強度、密度與多頻譜之電磁波，彼此交互影響之下的電磁環境必然更加複雜。²

1 《淺析美國陸軍多領域作戰概念》(翁予恆，2019年)<https://indsr.org.tw/respublicationcon?uid=12&resid=696&pid=2532&typeid=3>

2 Joint Publication 3-85 Joint Electromagnetic Spectrum Operations JP 3-85, Joint Electromagnetic Spectrum Operations, 22 May 2020 (jcs.mil)



俄烏戰爭期間俄羅斯頻繁運用電子戰干擾、偵蒐等手段擾亂烏克蘭指管系統，多次造成局部戰事中斷，並將無人機作為新式載台，廣泛運用於通信、電子等領域，鑑此可驗證現代戰爭脫離不了電磁頻譜及資訊網路作戰，制電磁權優勢包括新式感測系統能夠快速掌握戰場環境、空載式預警與管制系統及多領域的指揮管制等。

近年共軍整合網路作戰與電戰能量，進行「網電一體戰」革新，發展戰系平臺對我國政經軍重要機關實施網路資訊攻擊，並伺機散播不實消息，以達癱瘓我重要目標及擾亂民心之目的，電子戰已成為各國不可或缺之軍事武力的一環，無論在攻擊或防禦情況下，我國都應做好萬全準備以應對未來多變複雜的戰場環境。

俄羅斯為電子戰發展歷程最悠久的國家，本研究撰稿期間因俄烏戰事仍持續進行，俄羅斯相關官方網頁及軍事文件因戰事影響多已關閉或下架，本文資料來源僅就當前可公開查閱及下載之論文及文獻實施參用。鑑於「他山之石，可以攻錯」，期以俄羅斯為借鏡，探討俄軍電子戰發展趨勢及運用於戰場上的作為，協助我國電子戰領域發展方針，並提供國軍於建軍備戰政策擬定之參據。

電子戰概述

一、電子戰基本概念

(一)電子戰定義

1.俄軍：初期對於電子戰一詞起源於日俄戰爭，當時俄軍認為僅限於無線電波頻譜運用及爭奪其使用權；近年俄軍軍事百科全書已將電子戰定義為目的在降低敵人的作戰效能，利用電子手段對抗敵指管系統或摧毀敵人武器、裝備，以改變通信品質或作戰環境之軍事手段，其概念類似近年我軍及美軍提出的「電磁頻譜作戰」。³

2.國軍：

(1)電子戰：電子戰係運用電磁與指向性能量，以削弱或摧毀敵使用電戰系列，同時確保我軍有效運用電磁頻譜所採取之軍事行動。⁴

(2)電磁頻譜作戰：電磁頻譜作戰一詞相較於電子戰，其電磁頻譜涵蓋範圍更廣，電子戰專注於雷達與無線電波之攻擊與防護，電磁頻譜作戰則擴展至

3 制電磁權（國防安全研究院，舒孝煌，2022年），<https://indsr.org.tw/respublicationcon?uid=16&resid=798&pid=2138>，檢索日期2024年9月20日。

4 張雪光，《陸軍作戰要綱》（桃園：國防部陸軍司令部，民國112年1月7日），頁1-5-58。



整體電磁頻譜範圍（例：紅外線、雷射、微波、衛星通信及網路空間通信），電磁頻譜作戰係指為確保戰場軍事武器與其他實體，能經由電磁頻譜獲得戰場狀況覺知與通信能力所進行之利用、攻擊、防護與管理電磁環境，以達成指揮官企圖之所有軍事行動，進而掌握「制電磁權」。⁵

3.美軍：

(1)電子戰：電子戰(Electronic Warfare，簡稱EW)係指涉及使用電磁和定向能量來控制電磁頻譜或攻擊敵人。

(2)電磁頻譜作戰：美軍於2020年頒佈《JP3-85：聯合電磁頻譜作戰》準則，同時廢止2012年頒佈之《JP3-13.1：電子戰》，⁶而後以電磁頻譜作戰(Electromagnetic Spectrum Operations，簡稱EMSO)廣泛包括電子戰、電磁頻譜管理、情報及制電磁權等，以確保電磁頻譜在軍事行動之利用、攻擊、防護與管理電磁環境。

4.小結：

綜上各國就電子戰之定義與我國比較，概可區分為「電子戰」及「電磁頻譜作戰」兩類，前者概念源起時間較早，因裝備及戰術運用受限於當時科技發展程度，僅就電磁與指向性能量用於軍事手段攻擊或遲滯敵方定義，隨通信電子技術日漸發展，除「電子戰」外，電子作戰能力已逐漸於現代戰場凸顯其優勢及必要性，遂衍生「電磁頻譜作戰」一詞，廣泛利用電磁頻譜早期預警戰場狀況，並有效實施攻擊、防護與管理電磁環境等軍事行動。

本研究為探討俄羅斯在電子作戰方面之發展及運用，包括「電子戰」與「電磁頻譜作戰」，為避免讀者混淆，統一以「電子戰」稱之。

(二)電子戰沿革及作用

1904年日俄戰爭普遍被認為是戰場上首次以現代通信電子技術進行通信對抗，⁷實現遠距離通信及情報傳遞，代表一種全新的作戰形式，也被認為是「電子戰誕生」⁸的初始。

直到第二次世界大戰初期(1939-1941)電子戰仍僅限於通信對抗，只運用了電子偵察與電子欺騙等手段。第二次世界大戰中期(1942-1943)雷達、導航與武器控制系統相繼問世，由單一的通信對抗發展到導航、雷達對抗等諸多種類，各國也相繼組建專業電子戰部隊。

5 張雪光，《陸軍作戰要綱》（桃園：國防部陸軍司令部，民國112年1月7日），頁1-5-58。

6 Joint Publication 3-13.Electronic Warfare JP 3-13.1, Electronic Warfare (publicintelligence.net)

7 《日俄戰爭之檢討與影響》（莊淙澍，2011年），file:///C:/Users/user/Downloads/A12001305.pdf，檢索日期2024年9月20日。

8 百年電子戰(袁文先，2008/09/01，軍事科學出版社) ISBN13：9787802371880，頁42。



在「以敘貝卡山谷」⁹及「英阿福島」¹⁰戰役中，電子戰迅速發展，波斯灣及科索沃戰爭後更驗證了高科技與不接觸的時代來臨，主張電子戰貫穿作戰全程，這也彰顯電子戰在戰略及軍事價值有不可或缺之重要性。

當今普遍認為電子戰是主宰現代戰場決勝關鍵及最佳武力，如能在戰事初期甚至作戰整備階段即在短時間內取得制電磁權癱瘓敵人指管能力，¹¹便能掌握敵、我電磁頻譜活動，主導戰場主控權，為後續戰事奠定良好基礎。

電子戰在於運用電磁頻譜掌握戰場活動及敵軍部隊動態，另結合戰鬥部隊作戰任務，適時干擾、遲滯或阻斷敵指管通聯運用，擾亂其作戰節奏，以策應主力部隊作戰，為爾後戰事開創有利態勢。

(三)電子戰類型

依據美軍《JP3-85：聯合電磁頻譜作戰》準則及我國國防安全研究院報告顯示，目前普遍將電子戰分為以下類型：

1.電子攻擊（Electronic Attack，EA）

目的為削弱或剝奪敵方戰鬥能力，使用電磁能量減少或拒止敵人電磁頻譜的使用，其手段包括電磁干擾（如自我保護干擾裝置或距外干擾）、定位、導航及即時拒止，利用電磁欺騙、直接能、反輻射飛彈、消耗性(如熱焰彈、干擾絲)等方式遮蔽和破壞敵方的電子系統(如干擾雷達、通信、導航系統等)。

2.電子支援（Electronic Support，ES）

目的在於以電子戰形式提供情報支援給指揮官，用於監測、蒐集和分析電磁信號(包括識別敵我雷達及通信系統)，以保護我軍部隊，或發展拒止敵方運用電磁頻譜的計畫，並防止敵方獲得完整戰場圖像。

3.電子防禦（Electronic Protection，EP）

目的為保護我軍人員、設施、裝備，利用加密或跳頻等通訊技術，以防對我電子系統的干擾，避免敵我軍因使用電子手段致使我方戰鬥能力下降、中斷或摧毀，常見手段包括電磁頻譜管理、電磁強化及傳輸器管制等。

4.電磁頻譜管理（Electromagnetic Spectrum Management，ESM）

目的為確保電磁頻譜的合理有效運用，利用電磁環境進行監控和管理，以助於降低干擾與確保我方電磁活動順利執行。

二、近年電子戰發展趨勢與限制

9 貝卡山谷之役重創敘軍防空武力(滕昕雲，青年日報，2020/11/15)

10 福克蘭群島戰爭現代海空作戰典範(滕昕雲，青年日報，2020/5/10)

11 制電磁權（國防安全研究院，舒孝煌，2022年），<https://indsr.org.tw/respublicationcon?uid=16&resid=798&pid=2138>，檢索日期2024年9月20日。



(一)電子戰之技術發展

新世代感測系統為現代戰場的基礎，¹²相關技術包括未來雷達系統(電子掃瞄雷達系統)、導入機器學習、人工智慧等技術，將多重感測器融合，使得新一代雷達功能較強於舊式雷達，以儘早掌握戰場狀況。

1.未來雷達系統(電子掃瞄雷達系統)：

拜微波、資訊、半導體、大型積體電路等領域快速發展，也同時提升雷達系統的工作頻率、頻寬及解析度，目前以主動電子掃瞄雷達(AESA)為發展趨勢，因其使用氮化鎵(GaN)元件較矽元件能更高效傳導電子及承受更高電場，已逐漸取代矽元件，運用在射頻系統上，如F-22的APG-77、F-16E/F的APG-80、F-35的APG-81等戰鬥機雷達，及最新APG-83雷達，皆為主動電子掃瞄雷達。在確保最佳輸出功率條件下，使用氮化鎵元件，可縮小雷達尺寸，並減少冷卻需求，可大幅提高飛行員對戰場環境之覺察能力。

2.空載無人感測器平台：

地面雷達系統常受地形地貌，或地表曲率限制而無法完整偵知空域情況，需另以電子偵察機執行偵察、電戰、空中預警、巡邏等任務；因無人機相較有人機可長時間滯空特性，提供周邊海、空域不間斷的空中監控任務，且機體改裝彈性大，逐漸成為新一代電偵或巡邏機之適當選項。

(二)電子戰擴展應用領域

1.無人系統(UAS)和無人載具(UAV)：

隨著無人系統快速發展，電子戰開始應用於無人載具，包括無人飛機和無人地面載具。目的在於保護UAS免受敵方電子攻擊，同時可能使用電子攻擊手段擾亂敵方的UAS通信和控制。

2.太空戰：

隨著太空活動增加，太空已成為軍事行動和國家安全的關鍵領域，電子戰也擴展到太空領域。這包括對太空通信和衛星系統之保護，同時可能涉及對敵方太空系統的攻擊。

3.網路戰：

電子戰在網路空間應用日益重要，包括對網路通信的保護和攻擊，這有助於確保數據安全性，同時可能採取電子攻擊手段擾亂敵方網路。

4.5G技術：

隨著5G技術普及，電子戰在這一領域的應用也日益增加，包括對5G網

12 〈多領域作戰：21世紀兵種協同(Multi-Domain Battle: Combined Arms for the 21st Century)〉(黃文啟，2017年)，https://www.mnd.gov.tw/NewUpload/201712/%E5%A4%9A%E9%A0%98%E5%9F%9F%E4%BD%9C%E6%88%B0%EF%BC%9A21%E4%B8%96%E7%B4%80%E5%85%B5%E7%A8%AE%E5%8D%94%E5%90%8C_500061.pdf西元2022年9月。



路保護，同時可能使用電子攻擊手段擾亂或破壞敵方5G通信。

5.人工智慧（AI）應用：

人工智慧及機器學習的應用使電子戰系統更加智能化，能夠更迅速地分析和適應不斷變化之電磁環境，提高了電子戰的效能和靈活性。

(三)電子戰使用規範

因應電子戰使用範圍及手段日益擴增，電子戰使用也受到國際法和國際協定的約束，各國內部在使用上也都有其相關限制，以確保電子戰使用是合法和符合人道主義，有關電子戰使用的主要規範：

1.國際人道法：

電子戰使用必須符合國際人道法，這包括《日內瓦公約》和《補充議定書》。這意味著在電子戰中不能使用會對平民產生不必要痛苦或造成不必要傷亡的手段。

2.外太空法：

隨著太空戰崛起，電子戰在太空中應用也受到《外太空條約》的約束。這項條約規定，太空應該為和平利用，不得在太空中部署、測試或使用任何大規模毀滅性武器。

3.通信法：

在進行電子戰時，需要尊重國際通信法，這包括不干擾合法的無線電通信和避免妨礙民用通信設施之正常運作。

4.國家內部法律：

每個國家都有自己的法律體系，其中可能包括特定於電子戰之法律規定，這些法律可能規定電子戰的使用條件、程序和責任。

5.國際人權法：

《世界人權宣言》、《國際公民及政治權利公約》等國際公約保障人民生命、言論自由等權力，如果電子戰(監聽、情蒐等)使用可能影響到上述人權，則因需要保護個人的隱私權，而予以禁止。

三、小結

拜科技進步所賜，多數先進國家已將4G、5G、衛星通信等手段納入國防軍事通信手段，電磁頻譜成為更加重要的兵家必爭之地，電子戰逐漸因電磁頻譜運用廣泛，已非單一地域或通信系統之干擾、偵蒐，進而需考量更廣域層面的電磁頻譜運用或是切斷更為重要的通信指管鏈路，例如影響敵方太空衛星通信、干擾網路基地台或是造成大規模且持續時間長的通信中斷等，並且配合火力摧毀、心理戰或是資訊戰等交互運用，以達事半功倍效果，縮短戰爭時間、減少資源消耗。



俄軍電子戰概述

一、俄軍電子戰起源

馬可尼於1895年發明無線電，¹³並在1902年開通英國與加拿大之間的越洋無線電，成為國際間無線電通信之始，也開啟無線電遠距離通信的劃時代革命，其後無線電通信技術也被廣泛使用在軍事行動中。

日俄戰爭(1904年2月-1905年9月)也是自無線電發明以後第一個大規模的國際間軍事衝突(雙方皆使用無線電作為通信手段)，當時因俄軍無意間發現能透過無線電偵聽日軍無線電內容，俄軍太平洋艦隊司令馬卡羅夫(Степан́ О́сипович Мака́ров)簽屬其27號作戰命令：「應將敵人電報內容全數記載，由指揮官採取各種手段辨別敵軍所使用的各種呼號，並且盡可能破解電報內容」，顯見當時俄軍已對無線電通信有了偵聽及電子作戰預警的概念，日俄戰爭促使電子戰萌芽基礎，因此普遍認為電子戰起源最早可追溯至此，同時俄軍也是對電子作戰覺知相對較早的國家。

然而馬卡羅夫中將在日俄戰爭過程中殉職，俄國最終也以失敗收場，不僅為此損失其維持其帝國的常規軍事力量，戰後俄國內部也面臨嚴重動盪及爆發多起革命，重創俄軍海軍實力及軍事發展。

俄軍真正開始有規劃性發展電子戰是直到第二次世界大戰(1939年-1945年)結束後，才開始發展電子戰相應的技術和戰略。

二、俄軍電子戰部隊組織沿革

蘇聯時期(1922年-1991年)至俄羅斯時期(1991年至今)，因應各時期戰事及科技發展，其軍事理念及發展重點均不同(如表1)。

表1 俄羅斯軍事理念及發展重點

時間(西元)	軍事理念及發展重點
1900-1920	以發展海軍對海外戰事為主
1920-1940	以前線陸軍決戰為目標
1940-1953	強調以大規模優勢火力取得戰場優勢
1954-1985	致力發展核子武器及飛彈
1985-2000	專注於精準導引武器的運用
2000-2023	將非軍事、非傳統手段融合正規軍事行動，尤重電子戰及網路(資訊)戰的發展

資料來源：作者整理(參考資料：百年電子戰(袁文先，2008/09/01，軍事科學出版社)ISBN：13 9787802371880)

¹³百年電子戰(袁文先，2008/09/01，軍事科學出版社)，百年電子戰(袁文先，2008/09/01，軍事科學出版社) ISBN 13：9787802371880，檢索日期2024年9月20日，頁14。



然第二次世界大戰至俄喬戰爭前，俄軍認為電子戰作用只是癱瘓敵方某類武器的技術手段，直到俄喬戰爭後(2008年8月)，俄軍「新面貌改革」(2008年11月)中優化其編制、指揮體制及培訓管道，俄國將該次軍改重點致力於籌建因應科技時代可面對資訊、網路及電子戰部隊，將國家區分為4大戰區(西部軍區、東部軍區、南部軍區和中部軍區)並發展陸軍、海軍、空軍3個軍種和戰略導彈兵和空降兵2個獨立兵種的軍兵種結構。

為與改革後新體制相符，促進俄軍裝備發展，據『2011至2020年國家武器綱要』顯示，俄軍新裝備所佔比例目標要在2015年前達到整體30%(俄軍在2015年時超額達成目標)；2020年前達70%，且在國際金融危機和俄羅斯經濟整體下滑之條件下完成，顯示俄國政府對軍改的重視及決心。¹⁴

軍改後俄軍正式籌建電子戰部隊(如圖1)，指揮單位為俄國參謀本部所屬電子戰指揮官總部(其下轄一個直屬電戰旅及電子戰訓練中心)地面電子戰部隊各軍區均籌建1個電子戰旅(其中南部軍區編制之電子戰中心與電子戰旅相等)。

地面部隊電戰旅下轄各一個「電戰連」、「無人機(UAS)連」和「情報支援排」。其中電戰連透過電子方式測向、定位、遲滯並破壞敵方高頻、超高頻和特高頻通信，包括模仿GPS位置定時、對無人機通用數據鏈路的干擾。¹⁵

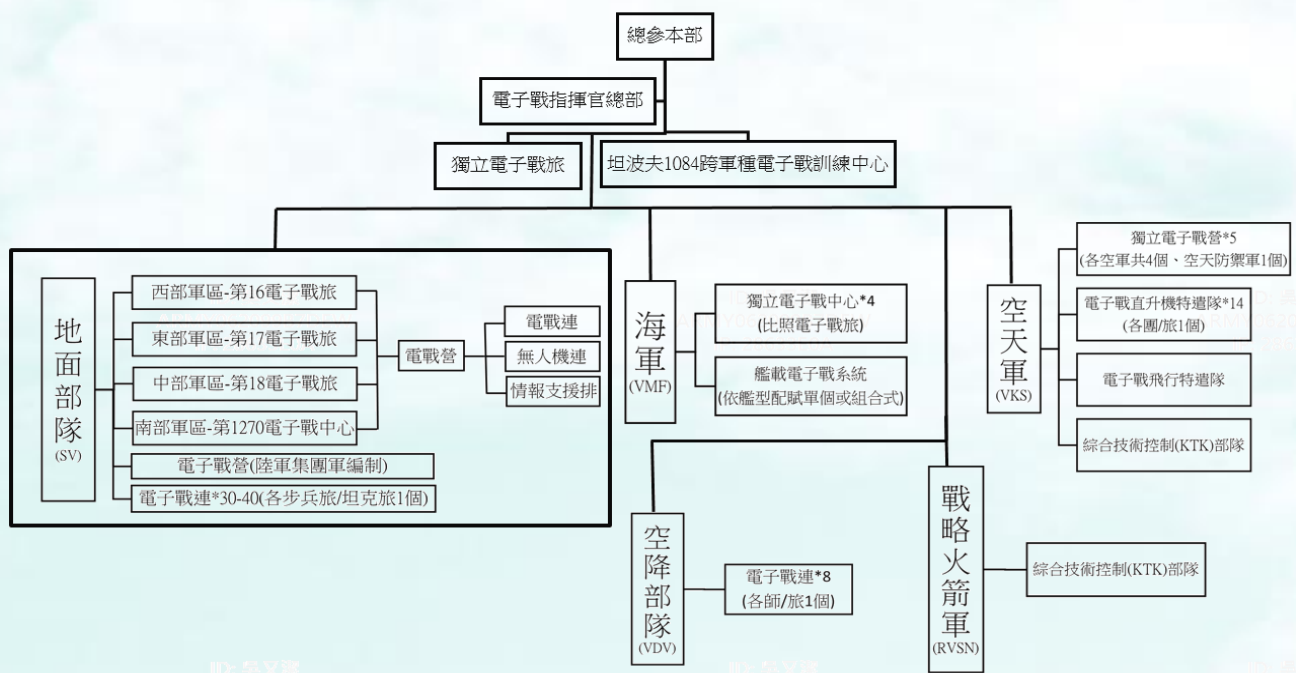


圖1 俄羅斯電子戰部隊組織

資料來源:作者繪製，參考 <https://www.secrss.com/俄羅斯電子戰發展及現狀概覽>

14 〈俄羅斯聯邦武裝力量〉《中國軍工信息網》，<http://www.jungong.info/information/Baike/InfoID=3362>

15俄軍電子戰能力穩步提升(中國國防報，2021年)，<http://military.people.com.cn/BIG5/n1/2021/0517/c1011-32105290.html>，檢索日期2024年9月20日



三、俄軍電子戰裝備

俄陸軍電子戰裝備齊全，目前大部分電子戰裝備約為2008年軍改後籌建，目前約有450多種電子戰裝備，目前以Moskva-1、Borisoglebsk-2、Krasukha-2、Krasukha-4、Murmansk-BN、Svet-Ku、Rtuts-BM、Leer-3、SHipovnik-aero、Zhytiel和Khibiny等為主要裝備(如表2)。

表2 俄陸軍電子戰裝備概況

裝備名稱	裝備功能簡介		
	載台	主要功能	圖片
Moskva-1 (莫斯科-1)	車載式	可實施探測、定位、干擾 (作業頻段 30MHz-18GHz)	
Borisoglebsk-2 (鮑里索格-2)		偵查無線電及防空雷達， 並實施干擾 (作業頻段 3MHz-30MHz， 發射功率 400KW)	
Krasukha-2 (克拉蘇哈-2)	車載式	主要干擾飛機雷達、預警 系統、無人機 (作業頻段1GHz-2GHz、8. 5GHz-18GHz)	
Krasukha-4 (克拉蘇哈-4)		對抗機載雷達飛機、低軌 衛星、地面雷達站 (作業頻段 1GHz-2GHz、 8.5GHz-18GHz)	



Murmansk-BN (莫曼斯-BN)	車載式	干擾及偵查無線電信號 (可自動判斷最有效目標 實施干擾) 作業頻段3MHz-30MHz	
Svet-Ku (披肩-Ku)		點對點干擾無線電、衛星 中繼站、手機 4G 通信 作用距離約20公里	
Rtuts-BM (水銀-BM)		主要干擾精準導彈(使其 提早引爆或失效) 作業頻段 95MHz-420MHz	
Leer-3 (里爾-3)	車載式	干擾行動基地台，阻斷 2G、3G、4G 移動通信、 發送假訊息 作用距離 100Km、工作頻 段 30MHz-3GHz	
SHipovnik-aero		無人機干擾武器，隱藏性 佳且有模仿功能(不易被 偵測和反制)，具備多樣反 無人機能力 攻擊範圍約 10Km	
R-330Zh Zhite		移動式電子戰干擾站，監 測、追蹤及干擾火星衛 星、GPS 導航系統 作用波段 100Mhz-2000MHz	
Khibiny (希比內)	機載式	外掛式電子戰吊艙，掩護 地面人員、車輛、船艦免 受敵方電子干擾，同時對 敵方指管系統實施反制 作用距離可達 100Km	

資料來源:作者整理



四、小結

俄國自20世紀初期起即因戰事需求，極力研究通信電子戰術戰法，並且因應當時情勢，獨立發展具系統性的電子戰運用手段及相關規範，可視為世界運用電子作戰的先驅，歷經百餘年發展，俄國組織多次變動，然其科技及軍事武力發展始終略先於國際發展。21世紀後中共亦投入許多資源開發通信網路及資訊科技領域，俄、美、中在各自擁有衛星通信科技系統的條件下，發展電磁頻譜作戰亦是近十數年之國防重要課題，俄羅斯本次於俄烏戰爭中展現其堅不可摧的電戰部署網路，若非美、歐等國援助烏克蘭重啟基地台，恐怕以烏克蘭一己之力，難敵俄軍快速且猛烈的攻勢。

俄軍電子戰運用

一、俄軍電子戰技術發展

俄軍在第二次世界大戰(1939年-1945年)結束後，意識到電子戰在現代戰爭的重要性，開始發展相應技術和戰略，也讓俄軍在電子戰技術發展一直處於國際領先地位，其演進過程反映了不同時期的戰爭需求、科技進步，並與其軍事戰略變革息息相關，以下依各時期實施說明(如表3)。

(一)冷戰時期(1947年-1991年)：

此時俄國對外政治及軍事關係緊張，面臨與美國之間的軍備競賽，初期主要國防發展重點仍以核子武器為主，到1990年電子戰成為戰略平衡的一部分，葉爾欽政府調整國家對外軍事技術合作目標，其中鼓勵發展以科學技術為主之國防工業，¹⁶投入大量資源主要發展以破壞對手通信、雷達和導航系統為主的電子戰技術，包括電子攻擊和電子支援及電子防護措施。

(二)Serpukhov-15計畫：

蘇聯於1960年代實施代號為「Serpukhov-15」的計畫，目的為改進和部署電子戰系統，加強電子戰能力，以應對西方國家(美軍)的技術發展，當時著重於發展防空系統及早期預警雷達系統，其中較為知名系統為Oko(預警衛星-US-K和US-KMO)，於1982年起投入俄軍作戰任務。

(三)蘇聯解體後：

1991年蘇聯解體後，俄羅斯面臨經濟衰退，軍事預算受到限制，雖仍在電子戰領域保持了一定的投資，但發展相對緩慢，僅能維持了既有技術水平。

(四)2000年代初期：

¹⁶重返強權-俄羅斯國家安全政策變革之研究(1898-2019)(鄭欽模，2016/05，翰蘆圖書出版)ISBN:978-986-5860-950



隨著俄羅斯經濟逐漸回穩，尤其在普丁執政後(2000年起擔任俄國總統)，俄軍進行了全面的現代化計畫，電子戰技術再次成為焦點，致力於投資研發高度先進的電子戰設備和系統。其中2008年俄喬戰爭是關鍵，俄軍在此次衝突中展現了強大的電子攻擊和電子支援能力，引起國際社會關注。

(五)2010年代：

隨著現代科技進步，俄羅斯進一步強化了其電子戰體系結構，這一時期加強對現代化電子戰器材的研發和部署，包括電子攻擊機、發展無人機和車載電子戰系統，同時電子戰正式納入整體作戰體系，以提高軍事效能。

(六)2020迄今：

近年來俄羅斯持續致力發展電子戰技術，除對現有系統升級，以應對不斷演進的戰場環境，尤其在2022年俄烏戰爭爆發時，俄軍也展示其強大的電子戰作戰能力，成功地使用電子戰手段來破壞敵方通信和雷達系統。此外，因應美軍及中共於太空的軍事發展，俄軍也朝太空電子戰方面投資，同時反映了太空在現代軍事中也是新興科技的一環。

表3 俄軍電子戰電子戰技術發展概要

時間	電子戰技術發展概要
冷戰時期 (1947 年-1991 年)	主要發展以破壞對手通信、雷達和導航系統為主的電子戰技術
1960 年代	Serpukhov-15 計畫，重於發展防空系統及早期預警雷達系統
1991 年-2000 年	1991 年蘇聯解體後，此時發展相對緩慢，僅維持以往發展水平
2000 年代初期	致力於投資研發高度先進的電子戰設備和系統，俄軍在 2008 俄喬戰爭中展現了強大電子攻擊和電子支援能力
2010 年代	俄軍加強電子攻擊機、發展無人機和車載電子戰系統，電子戰正式被納入整體作戰體系，以提高軍事效能。
2020 迄今	對現有系統升級，尤其在 2022 年俄烏戰爭時俄軍也展示其強大的電子戰作戰能力，太空在現代軍事中也是新興科技的一環。

資料來源:作者整理，參考:重返強權-俄羅斯國家安全政策變革之研究(1898-2019)(鄭欽模，2016/05，翰蘆圖書出版)ISBN:978-986-5860-950、俄軍電子戰能力穩步提升(中國國防報，2021年)，<http://military.people.com.cn/BIG5/n1/2021/0517/c1011-32105290.html>，檢索日期2024年9月20日



二、俄軍電子戰運用實例

(一)車臣戰爭

1.第一次車臣戰爭(1994-1996年):

俄軍主要以電子戰系統破壞車臣武裝分子通信，但當時電子戰裝備技術體制落後、人員缺乏訓練、戰術手段運用不足等原因，限制其電子戰發展。以1996年8月的衝突而言，俄軍無法在武裝分子襲擊格羅茲尼時有效干擾敵方通信；但在戰爭後期，俄軍以電子對抗偵察手段截獲了車臣恐怖武裝頭目杜達耶夫的衛星電話無線電信號，迅速定位並引導戰機發射2枚空對地導彈，對杜達耶夫進行打擊，使其成功實施「斬首」行動。¹⁷

2.第二次車臣戰爭(1999-2009年):

俄軍為彌補在第一次車臣戰爭電子戰失利教訓，第二次車臣戰爭中引進了新的電子戰裝備、組建電子戰指揮中心，並充分利用RP-330KP自動指揮站，即使在山地環境的限制下，俄軍仍順利壓制武裝分子通信系統。此外，為實現對敵通信不間斷監視，電子戰部隊改進了干擾和測向設備的使用模式，成功干擾武裝分子無線電控制型爆炸裝置。儘管當時俄軍電子戰運用、指揮協同等能力提升，但面對先進武器系統或複雜防空系統時，俄軍電子戰仍處於弱勢。¹⁸

(二)俄喬戰爭(2008.08.08-08.12)

本場戰事僅持續5天，俄軍作戰行動以電子戰為主，從兩次車臣戰爭獲得經驗，提升俄軍電子戰裝備的發展。俄喬戰爭初期，因俄軍輕估喬治亞，導致未即早運用電子戰防空系統預警並對喬治亞施以電子反制，致使俄軍3架「蘇-25」戰鬥轟炸機和1架「圖-22M」遠端轟炸機被喬軍擊落，付出慘痛代價。

其後俄軍利用「安-12PP」巡邏機實施偵察，支援在南奧塞梯和阿布哈茲的作戰行動，並將「米-8PPA」和「米-8PSM-PG」直升機部署靠近前線，對喬軍之軍、民用雷達進行電子戰壓制，同時再利用電子對抗手段對喬治亞無人機、偵察設備和其他電子系統進行干擾壓制。

俄軍多數電子戰裝備為車載式，為克服電子戰受限於山地地形的運用，俄軍將「希比內」(Khibiny-M)電子戰吊艙系統掛載在俄軍原有的定翼機(如「蘇-25」、「蘇-34」)和直升機(如「米-8PPA」、「米-8MTPR」)上，產生了機載式的電子戰干擾系統(如圖2)。在俄喬戰爭時，俄軍將「蘇-34」戰鬥機加掛上「希比內」系統，賴於「蘇-34」原有的優異飛行性能加上「希比內」的電子干擾奏效，

¹⁷第一次車臣戰爭俄軍輕敵慘敗(溫培基，青年日報，2020/06/21)

¹⁸第二次車臣戰爭俄重奪勝局(溫培基，青年日報，2020/07/05)



有效壓制了喬軍防空系統，為作戰行動的勝利奠定了良好基礎。¹⁹



圖2 掛載希比內的米-8MTPR-1直升機

資料來源: <https://mil.in.ua/en/news/the-russians-lost-an-ew-helicopter/>

(三)克里米亞和烏克蘭衝突(2014年)

2014年2至8月的衝突過程中，俄軍為有效應對烏克蘭武裝力量，此戰採取靈活多樣戰術行動，共變換4種(政治攻勢、非常規作戰、混合戰、常規作戰)不同作戰模式，其中以電子戰廣泛而有效支援發揮關鍵性作用。

戰事初期即利用電子戰切斷烏克蘭前方部隊與主指揮所的指揮通信，並對烏克蘭武裝部隊實施猛烈之電子戰攻擊，以支援地面部隊和空中部隊大規模行動。俄軍全程運用電子戰，使用大量高技術、高機動性的電子戰裝備，且試驗電子戰新戰法，大規模、多手段運用電子戰支援作戰行動之模式。

俄軍在作戰區域附近部署了大量電子戰系統，如「里爾-3」系統、「水銀-BM」、干擾GPS信號及無人機數據鏈干擾站、壓制敵方情報監視偵察的「克拉蘇哈-2」、「克拉蘇哈-4」及「鮑里索格-2」自動干擾系統等，以壓制敵方戰術級、作戰級無線電通信，通過電子偵察定位敵方部隊，破壞敵方指管系統、干擾敵方手機網路、散布心理戰假消息。

衝突中，俄軍運用電子戰系統為火力打擊提供目標定位與瞄準及輔助心理戰，先利用電子戰系統破壞敵方移動通信網路和數據傳輸能力，再通過「里爾-3」等電子戰系統向烏克蘭人員的手機發送負面短消息以削弱其士氣。

¹⁹俄烏戰爭中電子戰運用與影響(高志榮，自由軍武頻道，2023/10/22)



這些電子戰使用模式之成功運用，使得敵方士氣受挫，此戰後也奠定電子戰在俄軍的戰術運用的決勝關鍵。

(四)俄烏戰爭(2022年2月迄今)

俄軍電子戰裝備較烏克蘭先進，然因俄軍敵我識別能力不充分，經常發生作戰能力及部隊互相干擾甚至攻擊友軍之情況，電子戰和其他作戰單位很少不發生衝突，使得原本應互相成為戰力加乘器的作戰單位，必須分開運用。

烏克蘭鑑於2014年克里米亞衝突之經驗強化其空防能力，開戰初期因俄軍作戰計畫發生嚴重錯誤，導致俄軍入侵後數天發現烏克蘭空防系統仍能運作，方使俄軍改變戰術，以反輻射飛彈等對烏克蘭進行防空制壓，並系統性部署電子戰部隊。俄羅斯雖鞏固對烏克蘭東部和南部的控制權並使用電子戰系統引導砲兵和火箭彈襲擊取得初期優勢，但俄軍直至採取圍攻戰術之後電子戰才發揮作用，發揮成效並不如預期。

烏克蘭未獲得西方援助武器前，俄軍在武器彈藥性能及數量上都取得絕對優勢，電子戰也限制烏軍精準武器打擊效果。俄軍控制頓巴斯地區後便大量部署電戰單位，破壞該區域導航，對烏軍戰機及無人機發起火力或電子攻擊。

烏東戰事轉變成火砲對決後，俄烏雙方都廣泛運用無人機快速獲得目標的重要性大增，而戰線接近使人力偵察變得不可行，無人機在偵蒐上便發揮重大效果。至2022年7月，烏軍無人機遭俄電子戰干擾使其失控、造成感測器失靈，或是地面控制站遭毀，導致烏克蘭90%的無人機失效或損壞。

烏軍精準武器數量仍少時，俄軍電子戰可有效阻止其發揮作用，且俄軍習慣依賴無導引武器進行飽和攻擊，因此對烏軍影響更大。但俄軍綜合式電戰系統仍無法解決自己也被干擾的問題，其作戰計畫弱點，多少也因誤擊問題而擴大。例如俄軍開始干擾通訊，但其Leer-3車載式電戰系統，以海鷹10（Orlan-10）無人機作為干擾訊號發射源，用於干擾GSM通訊，卻無法與電戰效應同步，結果使俄軍本身的無人機使用也變得困難，加上俄軍戰機的「希比內」電戰莢艙，可自動偵測雷達並加以干擾，但它同樣也會干擾俄機自身的雷達，使得飛行員不得不在開啟干擾和確保雷達運作之間做出選擇，因此在實際作戰時，導致大量混亂及相互干擾，也造成能讓敵軍有突破的機會，而俄軍雖可干擾導航系統，但對精準武器系統本身的干擾則很少有效。

之後俄軍通訊受到烏軍電子戰干擾、本身通訊設備欠缺，以及運用烏克



蘭當地手機等通訊設備，導致烏軍能竊聽及監控大量俄軍戰術通訊。而烏軍對俄軍的欺騙手段也發揮廣泛效果，包括誘使俄軍消耗彈藥打擊假目標、同時其火力反而暴露部署位置，欺騙俄軍戰損評估，使得俄空軍遭受損失，因為誤以為烏軍防空能力已遭制壓。另外，俄巡洋艦「莫斯科號」被反艦飛彈擊中時，沒有跡象顯示其雷達正操作中，然而該艦應該是黑海艦隊的防空節點；在檢視被擊落的俄軍飛機殘骸時，也常發現其雷達電門處於關閉位置，這顯示其人員可能過度自信、訓練不足或是對任務缺乏瞭解。²⁰

三、俄軍實戰經驗

根據前述俄軍在戰事中電子戰運用(如表4)，歸納出3項造成俄軍電子戰運用失利的原因及經驗：

表 4 俄軍電子戰運用實例優缺比較

戰事	勝負	優點	缺點
第一次車臣戰爭 (1994-1996)	負	裝備部署多元、性能優異	技術體制落後、人員缺乏訓練、輕判敵人能力
第二次車臣戰爭 (1999-2009)	勝	靈活運用裝備及其指管體系達到協同作戰	對先進武器、防空系統無法有效攔阻
俄喬戰爭 (2008.08.08-08.12)	勝	研製機載式電子戰掛艙，克服地形及距離障礙，使其干擾涵蓋範圍更廣，運用層面更多元	主戰裝備以車載型式為主，防空作戰效益仍有限。
克里米亞和烏克蘭衝突 (2014.2月-8月)	勝	採取多領域戰術運用，利用電子戰造成致命且關鍵傷害	對於電子戰配合多領域戰術運用未臻成熟，屬於初期嘗試性階段。
俄烏戰爭 (2022 迄今)	未定	裝備部署多元綿密，性能優異	電戰系統自擾，且指揮管制凌亂及人員通信紀律不佳

資料來源:作者整理

(一)人員對裝備運用不熟悉

俄國在裝備科技上的研發成就相對領先，且持續挹注相當多資源於開發

²⁰Russia's Electronic Warfare Capabilities Have Had Mixed Results Against Ukraine(DR. THOMAS WITHINGTON, 2022年)，<https://www.thedrive.com/the-war-zone/this-is-whats-happened-so-far-in-ukraines-electronic-warfare-battle>，檢索日期2023年12月22日。



及建造相應之武器及載具，然而其對於人員訓練、裝備運用時機及戰術(略)缺乏完整的作戰構想，致使其無法靈活運用精良裝備，發揮其最大效能，創造戰場優勢，無法在戰時凸顯其電子戰裝備於戰事中取得關鍵或壓倒性的勝利，如：車臣戰爭中電子戰裝備僅用於干擾武裝分子之指揮通信。

鑑此，俄軍開始籌建電子戰指揮中心，並依照作戰經驗改變其干擾及測向設備運用模式，除提升人員對於裝備使用靈活度，也提升其指揮協同及電子戰戰術運用能力，逐漸建構電子戰作戰概念。

(二)對複雜多樣戰事掌控力不足

俄喬戰爭前，俄軍認為電子戰作用只是癱瘓敵方某類武器的技術手段，甚至是癱瘓敵方單一之指管系統，並未考量戰場多變因素與複雜武器系統，因此其在俄喬戰爭中空中電子戰的使用過於緩慢，並未對敵方防空系統造成有效壓制，造成俄軍多架戰機被擊落。

俄喬戰爭電子戰失利後，俄軍將電子戰作為軍事能力加成的重要內容，一併納入網路戰概念，走向「網電一體」之作戰型態，使其電戰與資訊、網路能力相輔相成，並奠定多領域作戰基礎，此項改變在2014年克里米亞戰事勝利中印證，俄軍除利用電子戰裝備作為其火力攻擊目標的定位及瞄準，更運用電子戰輔助心理戰，於戰時切斷敵指管手段，藉以發送負面訊息，打擊敵方士氣。

(三)敵我識別及計畫能力薄弱

俄軍在2014年克里米亞戰事勝利後，奠定俄軍在戰術運用電子戰已是不可或缺的一環，此後便致力於研發各層級電子戰武器運用模式及活用其戰術戰法，結合火力打擊、資訊戰、心理戰等，然而因烏克蘭及俄軍所用裝備相似，俄軍在2022年的俄烏戰爭中經常發生作戰部隊互相干擾甚至誤擊之情況，導致俄軍在戰事中並未發揮其綜合戰力，甚至因作戰計畫不周延縝密，並未在戰事初期癱瘓烏克蘭防空系統，使得原本俄軍引以為豪的電子戰策略失利。

本戰事中俄、烏電子戰能力相差懸殊，且初期烏克蘭在尚未獲得他國支援時，俄軍在火力系統及武器彈藥數量上取得絕對優勢，然而因俄軍無法克服其電戰系統自擾問題，造成俄軍在打擊、防空武力發揚上顯得混亂，雖武器精良、資源豐富，作戰效能卻不如預期，再度顯示俄軍在作戰上缺乏完整詳盡的計畫，使烏克蘭在以小搏大的戰事中得以喘息，甚至運用俄軍敵我識別之弱點反向欺騙，讓俄軍誤判烏克蘭的戰損情況，錯估作戰情勢，失去戰場主控權。

俄軍在俄烏戰爭第2年改變戰術，依電子戰裝備性能特點逐層按照交戰區域的遠近來實施部署(如表5)，使俄軍具備全方位監測、防禦及攻擊敵人電子戰系統之能力。²¹

21 共軍電子偵察能力發展與評估(國防安全研究院，杜貞儀，2022年)，<https://indsr.org.tw/respublicationcon?uid=16&>



表5 電子戰裝備性能部署層級

使用層級	使用距離	裝備名稱	作戰運用
戰術型	1-3km	Infauna干擾系統 Rtuts-BM干擾機 Leer-2干擾機	對敵機動通信網路(GSM)實施偵蒐、測向、干擾
戰術型	15-30km	Leer-3干擾機 Borisoglebsk-2干擾機 R-934UM干擾機 R-330ZH干擾機	干擾敵方指管系統並藉機散布假消息
戰術型	60-240km	Moskva-1干擾車 Krasukha-4S干擾車	對空監視支援及壓制敵方干擾
戰略型	遠距或跨境	Murmansk-BN偵查機 R-934B	針對境外及國境內遠距實施電磁頻譜監控

資料來源：作者整理，參考從近幾次局部衝突看俄軍電子戰能力的發展(許登榮，翁呈祥，楊慧君，鄭靜，空軍預警學院，2022年)，<https://m.fx361.com/news/2022/1110/10781292.html>，檢索日期2024年9月20日。

俄軍電子戰發展與運用對我之啟示

探究俄軍電子戰發展及實戰應用，綜合出俄軍電子戰運用的優、缺點，據此提出對我之啟示，期對我軍未來建軍備戰發展有所建樹。

一、優點

(一)戰具武器具有突破性研改

俄軍研製之電子夾艙於俄喬戰爭中奏功，對敵之防空警戒系統發揮壓制威脅，且拓展其戰術運用範圍，有效克服地勢障礙，創造干擾優勢，並使其戰術運用更加靈活廣泛。

俄烏戰事中俄軍運用各類型無人機作為其通信、指管、電子戰之載台，甚至運用自殺式無人機對烏克蘭防空及通信指管造成威脅及擾亂作戰節奏，相較過去以陸上大型功率干擾信號武器而言，更加速有效且機動性高之武器載體，在戰事中為俄軍創造局部勝利。

(二)電子戰配合多領域戰術運用

俄軍戰事以電子戰貫穿全程，並運用電子戰創造出通信干擾、指管中斷等威脅，並配合心理戰、資訊戰及火力制壓造成敵軍多方受阻，有效擾亂其作



戰節奏及部隊行動，並運用電子戰定位測向技術，提供攻擊部隊更準確之目標，提高火力打擊精準度及殺傷力，在軟、硬殺相互配合下使其戰爭快速而有效，並屢屢對敵產生致命擊殺。

二、缺點

(一)作戰計畫不周延及戰場頻譜掌控不足

俄軍將電子戰貫穿作戰全程，在各場景、時域皆不間斷使用，然而裝備武器雖綿密部署，囿於作戰計畫不縝密使人員混淆，且裝備武器運用規劃未完備，屢次在俄烏戰事中發生自擾及自毀事件，削弱己方作戰資源，無端耗損人員裝備，讓敵方取得喘息空間予以反擊。

守衛制電磁權，確保通信指管能力已然成為戰爭關鍵，然而人員素質若未隨裝備演進相應提升，易造成以少數專業人才管控多數高科技裝備的窘境，恐無法有效將裝備性能發揮。

(二)通信紀律不佳及敵我識別不足

俄烏戰事中俄軍試圖以多領域大規模作戰取得勝利，然而因通信紀律不佳，多次暴露作戰行動使烏軍有機可乘，未落實指管機制並發揮其功能，在關鍵時刻未能有效指揮，且敵我識別能力弱，導致作戰毫無章法，造成「將帥無能，累死三軍」的局面。

三、對我之啟示

(一)培育國軍電子戰專才

目前電戰系統未統一整合運用，且各層級編制不完善(如作戰分區)，且電戰人才(如參數研析)養成不易，短期內恐無法提供足夠的相應職缺及訓練機會，囿於電子戰相關專業無法透過民間企業或學術單位直接獲得，難以滿足戰術情報產製需求；當前電戰裝備維修及保養多仰賴中科院及協力廠商執行，基層部隊缺乏野戰搶修能量。

建議建立專業電戰人才培訓流路，並規劃完整經管，以達長留久用之目的，針對相關專才給予相關補助，廣儲人才，使人員兼具系統操作及後勤自主為目標，增強國軍基層電子作戰能力。

配合年度操演，由專業電子作戰人員依敵情及假想狀況驗證縱向指揮、橫向協調，並結合多領域(如網路、情報、資訊、心理戰等)及火力部隊實施綜合演練，建立戰場仿真，提高部隊的快速反應能力，確保在突發事件和戰場變化中能夠靈活應對、迅速行動，結合火力發揚前、後實施心理戰及電子戰攻擊作為，強化人員指揮職能及作戰效能。



(二)綿密部署多元電子戰裝備

為達成電子戰貫穿作戰全程，我軍目前建置之電子戰裝備以車載式為主，加上現有雷達、電偵及干擾裝備多為固定式站台，因本島地狹山峻，亦不易選勘戰術陣地，對於淺灘、高山等困難地形機動性相對弱勢，各式載具宜採體積小、部署快、隱匿高方式設計，實現高機動化，並可快速機動部署，適應地形地物，以提升戰場存活率。

參考俄軍建置之希比內機掛電子戰系統，將來運用於航空器上，協助地面部隊作戰，造成規模更廣、涵蓋率更佳的電子戰裝備系統，在灘岸戰鬥或城鎮戰戰場更可有效發揮作戰效能；另針對不同屬性之載具及武器，針對其干擾、遲滯之電磁頻譜區分性能及層級部署，取代單一裝備對戰多元武器的窘境，以單一性能、廣泛部署為目標，在作戰各時期皆有相應手段及武器提供主力部隊運用，適時發揚火力，奠定勝戰之基礎。

(三)提升總體指管能力

將戰場資料透過圖像顯示或報告呈現，並檢視從戰場各種資源中提供現在、預期及計畫性位置，結合無線數據鏈路聯絡各戰鬥單元(水面/水下艦、航空器、衛星、車輛、個人終端等用戶)並運用地面廣域網路以支援國軍各級單位戰情、指管及其他作戰系統之構連並交換戰術資料為主要功能。

現代戰場為多領域聯合作戰，情報來源廣泛、戰場目標多元，在情資獲取及判斷上應有效提供各項作戰序列供我方研參，不同於過去以單以火炮論高低，在作戰準備階段就應將電子作戰全程納入探討，早期預警、提供敵我識別，避免各項戰具在作戰時因指管混亂造成我軍自擾或誤傷，以精準指導節約火力及資源浪費，創造致勝先機。

(四)建立有效的頻譜管理機制

因科技武器蓬勃發展，以致用頻裝備數量日益增多，容易發生頻率衝突造成頻譜壅塞，加上用頻數量龐大，現有技術、硬體及人力資源不堪負荷，導致頻譜管理不易，建議以「分頻部署」、「分時作業」、「分區用頻」、「功率管制」及「輻射通徑」為用頻指配原則，發揮頻率使用效能，節約頻譜資源。

(五)建立完善即時共享電子情報網

各情報蒐集設備和系統之間礙於系統相容性異質，難以有效整合，加上操作人員素質參差不齊，對於電子頻譜數據分析和處理能力不足，無法滿足大數據處理及分析需求，導致各單位電子情報共享機制不夠全面完整，建議升級整合各情報蒐集設備及系統，建立電子情報蒐集網，輔以系統分析數據，提升



情報處理時效和準確性，確保情報的即時性和可靠性。

結論

戰場環境在高科技影響下，已朝不對稱、不接觸、非線性的作戰型態逐漸成熟，²²「制電磁權」成為戰場綜合控制權之核心，關鍵在於網路空間、電磁頻譜(空間)所進行看不見戰爭，也是沒有煙硝的戰爭。為此我國同步整合各式通資部隊，編成「資通電軍指揮部」，成為現有陸、海、空三軍外，獨立的第四軍種，以提升我國整體網電作戰能力。

中共戰略指導方針由1993年「打贏高技術條件下局部戰爭」，由「被動反擊」走向「主動先制」，從「機動作戰、立體攻防」戰略轉變「區域防衛型」向「全域作戰型」，導入信息化作戰能力，加速戰場指揮與資訊管理升級，全面推動組建陸航及特戰等新型戰力。

美軍於2016年提出多領域作戰概念，朝電磁頻譜結合網路作戰優勢邁進，同時驗證及建立相關聯戰準則，且將電磁頻譜作戰及網路戰系統由上而下完成垂直整合，這有助於電磁頻譜作戰及網路戰，可將作戰單位、人員、組織做一系統的規劃，並且靈活運用，創造有利態勢。而國軍作戰區網電作戰小組，更應加強人才培育、專業知識等面向，使國軍可充分發揮本身優勢，克敵致勝。

電子戰可協助我國取得優勢，要獲得可觀效益，須具備高深而廣泛之專業知識。它的出現已經改變我們對網路作戰的思維，讓我們不得不用更寬廣、更前衛之看法來面對它，要在網路與電磁作戰這個領域贏得勝利，不但要在專業技術方面有嫻熟的技能，還必須熟知電子物理學、複雜的電腦網路行為，及如何將這些知識運用到作戰領域中的戰術、作戰、戰略等各個層面，以適應現階段複合式作戰環境及與日俱增之網路駭侵威脅。

參考文獻

一、書籍

國防部，〈聯合作戰網電教則〉，民國111年12月8日修訂。

二、網路

(一)fm3-36，<https://irp.fas.org/doddir/army/fm3-36.pdf>，檢索日期2024年9月2

²²掌控制電磁權 創造戰場制勝先機(翁予恆，2023年)，西元2022年4月14日，<https://www.ydn.com.tw/news/newsInsidePage?chapterID=1563956&type=forum>，檢索日期2023年12月22日。



0日。

(二)fm3-12，<https://irp.fas.org/doddir/army/fm3-12.pdf>，檢索日期2024年9月2

0日。

(三)Joint Publication 3-85 Joint Electromagnetic Spectrum Operations，JP 3-85, Joint Electromagnetic Spectrum Operations, 22 May 2020 (jcs.mil)。

(四)中華民國112年國防報告書，中華民國國防部網站，檢索日期2024年9月20日。

(五)<國家資通安全戰略報告-資安即國安>(總統府)，file:///C:/Users/user/Downloads/8f65b086-6be5-4481-b376-a4001204f003.pdf，檢索日期2024年9月20日。

(六)<國家資通安全戰略報告-資安即國安2.0>(總統府)，<https://watchout.tw/forum/IgH2vEjDy491NUfUlilM>，檢索日期2024年9月20日。

(七)百年電子戰(袁文先，2008/09/01，軍事科學出版社)，百年電子戰(袁文先，2008/09/01，軍事科學出版社) ISBN13：9787802371880，檢索日期2024年9月20日。

(八)《歷代戰爭中電子戰史實與評析》(錢高陞，2003年)，<http://top81.ws/show.php?f=6&t=107956&m=403606>，檢索日期2024年9月20日。

(九)Электронная война – мифы и правда，<https://topwar.ru/83856-elektronnaya-voyna-mify-i-pravda.html?ysclid=lq5as6n1ej971035167>，檢索日期2024年9月20日。

(十)Радиоэлектронная борьба，<https://bigenc.ru/c/radioelektronnaia-bor-ba-efe233?ysclid=lq5av8vsxt865315448>，<https://m.tvzvezda.ru/news/201503011641-cqdv.htm?ysclid=lq5axhn35k686885796>，檢索日期2024年9月20日

(十一)«USAID chief announces over \$500 million in assistance on Ukraine visit» (Daphne Psaledakis and Anna Voitenko •2016)，<https://www.reuters.com/world/europe/usaid-chief-announce-over-500-million-aid-visit-ukraine-2023-07-17/>，檢索日期2024年9月20日。

(十二)制電磁權 (國防安全研究院，舒孝煌，2022年)，<https://indsr.org.tw/respublicationcon?uid=16&resid=798&pid=2138>，檢索日期2024年9月20日。

(十三)《淺析美國陸軍多領域作戰概念》(翁予恆，2019年)，<https://indsr.org.tw/respublicationcon?uid=12&resid=696&pid=2532&typeid=3>，檢索日期2024年9月20日。

(十四)掌控制電磁權 創造戰場制勝先機(翁予恆，2023年)，西元2022年4月14日，<https://www.ydn.com.tw/news/newsInsidePage?chapterID=1563956&type=for>



um，檢索日期2024年9月20日。

(十五)〈多領域作戰：21世紀兵種協同(Multi-Domain Battle: Combined Arms for the 21st Century) (黃文啟，2017年)，https://www.mnd.gov.tw/NewUpload/201712/%E5%A4%9A%E9%A0%98%E5%9F%9F%E4%BD%9C%E6%88%B0%E5%BC%9A21%E4%B8%96%E7%B4%80%E5%85%B5%E7%A8%AE%E5%8D%94%E5%90%8C_500061.pdf西元2022年9月。

(十六)从近几年局部冲突看俄军电子战能力的发展(许登荣，翁呈祥，杨慧君，邓静，空军预警学院，2022年)，<https://m.fx361.com/news/2022/1110/10781292.html>，檢索日期2024年9月20日。

(十七)The Fall and Rise of Russian Electronic Warf <https://indsr.org.tw/uploads/indsr/files/202205/7e76a010-a686-4224-b418-6ad5c79887a6.pdf> are The Ukraine invasion has become an old-fashioned slog, enabling Russia to unleash its electronic weapons(Bryan Clark，2022年)，<https://spectrum.ieee.org/the-fall-and-rise-of-russian-electronic-warfare>，檢索日期2024年9月20日。

(十八)Russia's Electronic Warfare Capabilities Have Had Mixed Results Against Ukraine(DR. THOMAS WITHINGTON，2022年)，<https://www.thedrive.com/the-war-zone/this-is-whats-happened-so-far-in-ukraines-electronic-warfare-battle>，檢索日期2024年9月20日。

(十九)俄軍電子戰能力穩步提升(中國國防報，2021年)，<http://military.people.com.cn/BIG5/n1/2021/0517/c1011-32105290.html>，檢索日期2024年9月20日

(二十)《日俄戰爭之檢討與影響》(莊淙澍，2011年)，<file:///C:/Users/user/Downloads/A12001305.pdf>，檢索日期2024年9月20日。

(二一)論日俄戰爭俄國之戰爭指導(湘寧，1990年)，<file:///C:/Users/user/Downloads/A92028527.pdf><https://tpl.ncl.edu.tw/NclService/pdfdownload?filePath=1V8OirTfsslWcCxIpLbUfvnJVVyS2MdW1sozshUCoVwz2W4vWYH2HlPg8oHCy0YN&imgType=Bn5sH4BGpJw=&key=p0jYyl0ogqnP7nZvenF4edotyMMHBWijhawjhLu1uvMeVVU9OyINO4qBZJhLTxWd&xmlId=0005371638>。

(二二)美俄電子戰建設發展近況對比及啟示(空軍預警學院，2022年)，<http://m.fx361.com/news/2022/0322/19280523.html>。

(二三)俄乌冲突中的电子战运用分析(远望智库特约研究员 武坦然，2020年) <https://www.secrss.com/articles/49428>。

(二四)“新面貌” 改革以来俄军的建设与发展，<http://www.oyyj-oys.org/UploadFile/Issue/bfgz0xzv.pdf>，檢索日期2024年9月20日



(二五)共軍電子偵察能力發展與評估(國防安全研究院，杜貞儀，2022年)，<https://indsr.org.tw/respublicationcon?uid=16&resid=837&pid=1412>。

(二六)Advanced Trigger Based Multichannel Pulse Analysis to Characterize Radar Warning Receivers,”Rohde & Schwarz, , https://www.rohde-schwarz.com/ph/applications/advanced-trigger-based-multichannel-pulse-analysis-to-characterize-radar-warning-receivers-application_card_56279-1039004.html; Mario LaMarche, “Electronic Support: An Overview of Electronic Warfare Part 3,” Mercury Systems Blogs & Podcasts, November 2018,

(二七)烏克蘭啟示錄》中國正在學習的俄羅斯「混合戰」，究竟是什麼？資安快報，2022年，<https://infosecu.technews.tw/2022/03/14/how-russian-hybrid-warfare-works-in-russo-ukrainian-war/>

作者簡介

吳又潔上尉，國防大學管理學院資訊管理學系106年班，歷經通訓中心教勤連資訊排排長、通訓中心學員生總隊部區隊長、通信兵部隊測考中心人事官、通訓中心通信電戰組教官，目前任職於通訓中心計畫考核處通信官。