

戰場頻譜管理運用之研究

作者/吳至善

提要

- 一、電磁頻譜是軍事活動不可或缺的資源，對軍隊來說電磁頻譜資源不足意味著軍隊總體作戰效能降低，美軍現行頻譜管理人力、裝備與作法能整合資源並適用本地與外地作戰，因此在文章中引用美軍並與我軍人員、裝備及作法相對應比較，探討電磁頻譜管理之必要性。
- 二、美軍頻譜管理運用各階層操作人員與整合軟體，透過龐大的資料庫並結合作戰程序擬定頻率分配計畫，而國軍頻譜管理系統建置至作戰區，再由作戰區運用頻管理軟體分配所屬，由通信裝備操作人員執行，頻譜管理人員編制較少。
- 三、頻譜管理軟體與指管系統相結合，方能發揮通信鏈路最的大效益，並能掌握部隊即時之動態。

關鍵詞：頻譜管理、頻譜管理作戰、電磁作戰環境、指管系統

前言

在現代戰爭中，電磁頻譜管理是取得戰爭勝利的保證，美軍認為電磁頻譜是軍事活動不可或缺的資源，對軍隊來說電磁頻譜不足意味著軍隊總體作戰效能降低，因此加強電磁頻譜管理在現代戰爭中極其重要。相比國軍發展電磁頻譜管理作法已行之有年，在部隊實務運用中，亦有編制頻率管理單位執行頻率管理與分配之流程，為滿足後續作戰運用需求，將頻率申請指配及干擾申訴作業朝「資訊化」發展，並結合國軍頻譜專案管理系統電子化功能，縮短作業時程，以確保國軍通信及電子等裝備有效運用電磁頻譜，發揮軍事頻譜運用之效益；但使用層級僅在作戰區運用，且各使用頻率之裝備仍然依照人工分配並公文下發，因此筆者藉由探討美軍頻譜管理作戰之作法，與國軍之頻譜管理作法相比較，本文主要之探討面相，為頻譜管理人員與編組、頻管系統運用及頻率管理作業流程，與國軍現行作法相比後，研討更為精進之作法與建議。本文研究內容主在針對美軍及國軍戰場頻譜管理系統與運作流程研討，頻譜管理應為國防部統一管理之資源，而在戰時頻譜管理與分配應以作戰區為主導，作戰區內使用之通信裝備需研討健全之頻率管理機制較不容易產生頻率資源不足或是系統互相干擾等問題；而頻譜管理系統內容為軍事機密，參數不公開，因此本研究針對戰場頻譜管理系統之運作機制、人員編制與技術討論。

戰場頻譜管理概述

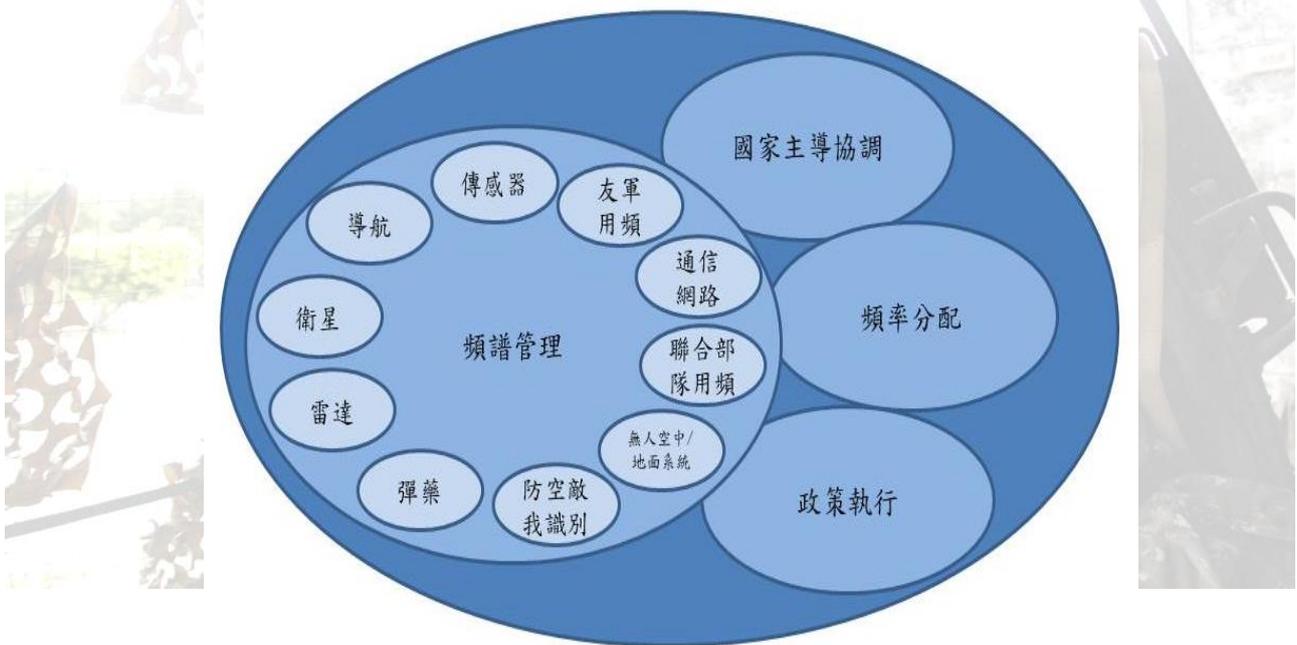
一、基本概念



所謂戰場頻譜管理(Battlefield Spectrum Management, BSM)¹係在作戰或演訓任務時，針對部隊間所使用之電磁通信頻段及其頻譜，所作的有系統規劃與管理，以及必要的干擾協調與相關工程。在管理工作的權責上，通常是由各階層的通資電軍官直接對主管其業務之頻譜管理指揮官負責，例如在軍團及軍團以上層級，其通資部門人員須負責完成日常的戰場頻譜管理工作，而頻譜管理者則是負責對其上級、下級與同級單位之間，以及其他參謀單位的協調工作。

戰場頻譜管理能支撐頻譜管理作戰 (Spectrum Management Operations, SMO)²，在電磁作戰環境下執行規劃、管理與執行作戰，各時期的軍事行動中都與電磁頻譜息息相關，而頻譜管理作戰致力於複雜電磁環境中，透過干擾分析能解決電磁干擾並有效管理頻率資源。大部分的裝備與活動都與頻譜管理密切相關，頻譜管理作戰包含：頻譜管理、頻率指配、國家主導協調及政策執行，如圖1，因此頻譜管理者在戰場上可使用頻率資源有限的條件下，必須能協調並與聯合作戰時各軍種及各單位之頻譜管理者共事及合作。

圖1 電磁環境下之頻譜管理作戰



資料來源：Techniques for Spectrum Management Operations

(一)頻譜管理

頻譜管理包含規劃、協調與管理，能提升與降低電磁環境之影響、管理頻率紀錄、頻

1 黃維熙，〈頻譜管理於電子戰作為之研究〉《陸軍通信兵九十三年度戰法研討會論文集》，民國93年，頁2-4。

2 JAMES C. MCCONVILLE, Techniques for Spectrum Management Operations ATP 6-02.70 (United States Army : 2019),p.1-1

率資料庫、干擾排除、降低干擾、頻率分配、頻譜支援效能評估及電子戰協調，以確保頻譜管理設施正常運作而不會導致電磁干擾；並對敵軍、中立單位、友軍、自然環境或人為資源執行有效的電磁干擾管理及逐案解決，並由使用者以最嚴格標準回報所有可疑活動。

(二) 頻率指配

頻率指配包含規劃作戰期間必要之無線電網與相關無線電系統及重要設施運用之頻率需求，舉例來說，頻率指配運用於需要產生單一頻道與陸航無線電跳頻裝備、遠距離作戰航空系統與視距通聯無線電網之頻率需求，或指配頻率給戰術區域通信系統，針對特定裝備或是任務提出頻率申請，視為頻率指配。

(三) 國家主導協調

國家政府擁有地理區域內電磁頻譜使用之管理與協商權力，頻率管理部門提出頻率使用需求，基於已察覺之潛在電磁干擾可能性，軍用或商用頻譜系統之運用提出申請及協調後，才會產生正式使用之命令與使用同意證明。

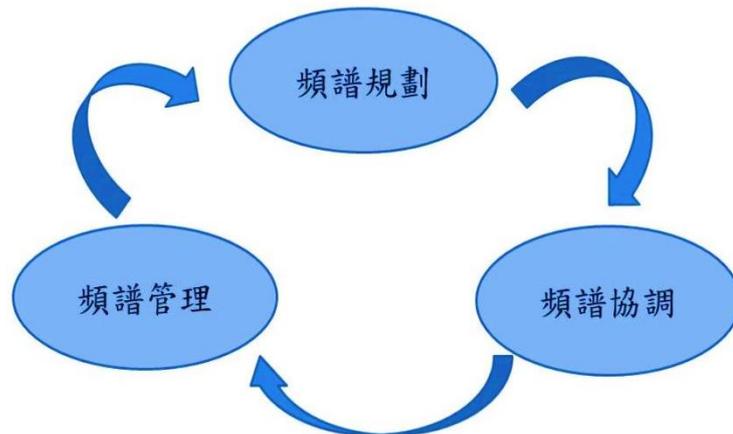
(四) 政策執行

政策涵蓋範圍從國家策略到戰術階層，產製頻譜管理、頻率指配與協調頻率的過程，指揮官能否運用頻譜接近或執行作戰之能力取決於政策；國家能使用的頻譜資源透過國際電信聯盟(International Telecommunications Union)及世界無線電通信大會(World Radio Communication Conference)之規範，部隊之指揮、管制、通信與資訊是頻譜申請的本體依據，政策的協議能在政府與軍隊指揮官之間建立通信鏈路，以協調頻譜資源支援訓練及作戰。

二、戰場頻譜管理的典型流程

頻譜管理作戰內部運作包含三個持續性的流程：規劃、協調與管理，此循環流程貫穿作戰各階段，在執行聯合地面作戰的過程中，頻譜管理同時進行，如圖2。

圖2 戰場頻譜管理流程



資料來源：Techniques for Spectrum Management Operations



(一) 頻譜規劃

頻譜規劃包含訓練時、部署前、部署中與陸軍部隊重新編組等狀況之頻率需求，頻譜規劃必須謹慎考慮動態支援聯合地面作戰，需要收集、儲備與保護重要頻譜資料，以確保頻譜管理人員可以全面性使用；此外，在頻譜規劃的過程中，通信鏈路的建立，與國家、國際政府、非政府組織協調頻率使用非常重要。頻譜管理人員之能力必須具備專業的規劃與縱、橫向協調，以支持聯合地面作戰，其主要的角色為在規劃作戰全程協助偵測電磁干擾與排除

(二) 頻譜協調

協調確保作戰中最初可獲取與能支援之頻譜資源，國家與國際層級之頻譜協調分配之通信鏈路是在規劃階段政策建立之首要事情，頻譜管理者協調項目包含領空、領海與領土可使用頻率及衛星用頻率，需要優先協調運用於各式用頻裝備之動態、即時合作，人員編組協調、通信保密協調、衛星通信協調、降低頻率衝突、頻率干擾之解決方法、聯合限制頻率清單(Joint Restricted Frequency List ,JRFL)及支援資訊與電子作戰之整合協調，為頻譜管理作戰中的頻譜功能。

(三) 頻譜管理

在頻譜作戰中的管理功能包含規劃、執行、協調與支持作戰，以確保有效運用分配頻譜資源與分配地區之頻率；頻譜管理者運用管理功能實施作戰區內之頻率動態指配、重新指配、降低干擾與頻率干擾排除。

三、小結

頻譜管理為有效規劃與使用頻譜，並使國軍裝備與武器系統在平、戰時不被人為或自然的電磁干擾，並使敵無法有效使用電磁頻譜，進而損其作戰效能，同時配合國軍戰略與戰術需求，提供頻譜相關資訊，支援國軍作戰，建立正確運用電磁頻譜觀念，先期取得克敵制敵先機，為達成作戰任務奠定基石；而有效頻率管理，是依據通信系統性能及部隊任務，檢討系統運作頻率需求，經申請獲得後，妥善分配與管制該系統各級通信網之頻率使用，特重各種不同功能之系統相輔相成，避免相互干擾，以期獲致最大作戰效益，確保該系統各級網路通信暢通³。

美軍戰場頻譜管理系統現狀

一、裝備與技術

全球電磁頻譜資訊系統(GEMSIS, Global Electromagnetic Spectrum Information System)在頻譜作戰中能預先規劃動態頻率指配、並且迅速且即時調整，以提供頻譜管理之能力，以更加有效運用頻率資源，此軟體包含多項頻譜管理服務⁴。

3林明武，《國軍通資電要綱（草案）》（國防大學，民國100年1月6日），頁1-11。

4GEMSIS SPECTRUM CAPABILITIES，《GEMSIS Contact Information》，

(一) 頻譜整合桌面 (Integrated Spectrum Desktop)

頻譜整合桌面提供頻譜管理工具之整合平台，提供網路連結至各類型、各部門頻管工具，提供使用者隨時點選使用。

(二) 聯合頻譜資料庫 (Joint Spectrum Data Repository, JS DR)

聯合頻譜資料庫為管泛儲存頻譜管理數據與網路資源，依照軍方通信電子部門統一標準頻譜資源格式，提供頻率指配、頻譜認證、干擾分析與平台掌握資訊之細節。聯合頻譜資料庫包含政府、國家、國際頻譜關聯性資訊，最高達機密等級，軟體服務介面可執行裝備間軟體內的資料交換。

(三) 聯合頻譜管理規劃工具 (Coalition Joint Spectrum Management Planning Tool, CJSMP T)

聯合頻譜管理規劃工具收集重要任務與演習中各單位、載台與裝備特性數據，分析及模擬以有效管理電磁環境，軟體能提供頻譜管理者作戰區域中更好的辨識能力與降低潛在的電磁干擾。

(四) 頻譜21 (Spectrum XXI)

頻譜21是政府機關或電台的聯合頻譜管理工具，能提供頻譜管理人員單一資訊系統，以處理頻譜管理自動化之需求，頻譜21提供當局頻譜管理自動化之需求、射頻分析、數據效率、管理一致性檢查與圖像化工具。透過軍售及北大西洋公約組織 (NATO) 支援，頻譜21也被廣泛運用在結盟之友軍，此軟體也是全球電磁頻譜資訊系統中官方致力於擴增功能與持續更新應用程式碼，以支持未來之運用。

(五) 點對點支援系統 (End-to-End Supportability System, E2ESS)

提供資料收集工具與頻譜支援資料庫，並能檢視全球可見的國家級頻譜裝備支援能力，點對點支援系統能整合與提升線上全球國家頻譜資料庫，以滿足全球電磁頻譜資訊系統的支援需求。

(六) 墊腳石 (Stepstone)

墊腳石是一個線上資源，能提供支援頻譜裝備參數資訊，頻譜認證與支援的處置過程，完成裝備應用的頻率指配，執行檢查以確保資料的品質、合作與工作流程的功能，以及認證過程的標準。

二、組織機構框架

(一) 人員編組

從軍團至營級均編制頻譜管理與裝備操作人員，均由士官階級擔任，主要區分為：指揮決策人員、頻譜管理人員、網路電磁頻譜管理員與裝備管理士官，管理人員均編制於通信組與電磁活動管理小組⁵：

www.disa.mil/~media/File/DISA/Service/DSO/GEMSISSpectrumCapabilities.pdf，110年2月3日。

5 同註2



1. 指揮決策人員

指揮決策人員主要針對頻譜管理對指揮官提出建議，所屬頻譜管理人員必須接收與頻譜管理作戰相關訓練，包括平日較少執行重要任務之旅級以下階層，指揮決策人員提供建議與協助所屬單位電磁頻譜作戰以達成任務，同時負責準備在規劃過程至作戰全過程中，向指揮官及幕僚報告之簡要頻譜簡報。

2. 頻譜管理人員

頻譜管理人員編制於通信部門，負責在頻譜管理作業中建議網路規劃及相關事項，協助決策人員與提供指揮官、幕僚複雜電磁環境中能發展共同作戰圖像之資訊，同時頻譜管理人員也是網路電磁活動部門之一員。

3. 網路電磁頻譜管理員

網路電磁頻譜管理員負責電子作戰中電子攻擊需求申請，並協助網路電磁活動中電子攻擊、防護、與支援需求之規劃、協調、評估與使用。

4. 頻譜整合士官

裝備管理人員由上士擔任，同時也是網路管理部門的一員，裝備管理人員協助頻譜管理人員運用於作戰區中，頻譜管理裝備之頻率需求，在旅級（含）以上層級，裝備管理人員協助網路電磁頻譜管理員辨識與解決電磁干擾，包含所屬單位無法解決的電磁干擾。

(二) 各階層編組

由軍團至營級均有頻譜管理小組之編制，軍團以上編制4員（指揮決策人員、頻譜管理人員、網路電磁頻譜管理員及頻譜整合士官）；旅級依特性區分：旅戰鬥部隊及航空旅編制2員（頻譜管理人員及網路電磁頻譜管理員）、機動旅編制1員（裝備管理士官）；營級區分機動營編制1員（頻譜整合士官）、通信營編制2員（頻譜管理人員及頻譜整合士官），如表1。

表1 美軍頻譜管理人員編制

單位	指揮決策人員	頻譜管理人員	網路電磁頻譜管理員	頻譜整合士官	合計人數
軍團以上	1	1	1	1	4
旅戰鬥部隊		1	1		2
航空旅		1	1		2
機動旅				1	1
機動營				1	1
通信營		1		1	2

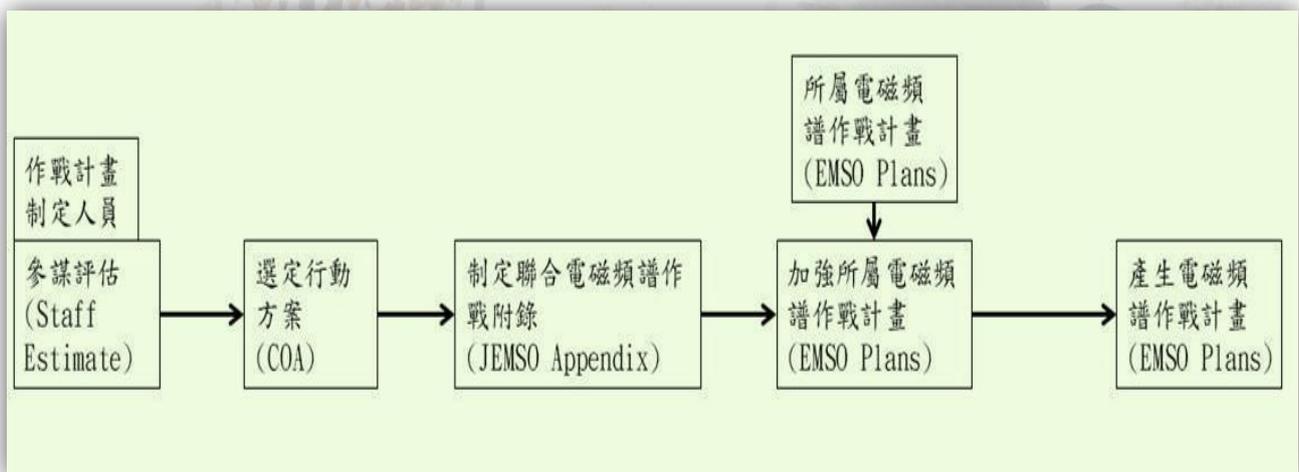
資料來源：作者自行繪製

三、系統運作機制

(一)計畫制定流程

聯合電磁頻譜作戰的組織機構負責為指揮官和司令部制定和發佈政策指示與行動指南，進行作戰計畫制定、作戰實施、行動協調和作戰評估。各軍種設立電磁頻譜作戰部門。在任務分析時，作戰計畫制定一份參謀評估方案，用於在制定和分析行動方案中，確定電磁頻譜的支持程度，作為達成電磁頻譜優勢的戰略基礎；行動方案選定後，制定聯合電磁頻譜作戰附錄，描述作戰全階段的使命任務、優先事項、政策策略、流程步驟和實施程序，同時，各單位報送各自電磁頻譜作戰計畫並集成到該附錄。在計畫制定與行動實施期間，聯合電磁頻譜作戰部門加強各分部電磁頻譜作戰計畫並參與各分部需求制定、優先事項確立、與行動協同，調整更新後的調整計畫並啟動電磁頻譜作戰實施的週期⁶，如圖3。

圖3 聯合電磁頻譜作戰計畫制定流程



資料來源：作者自行繪製

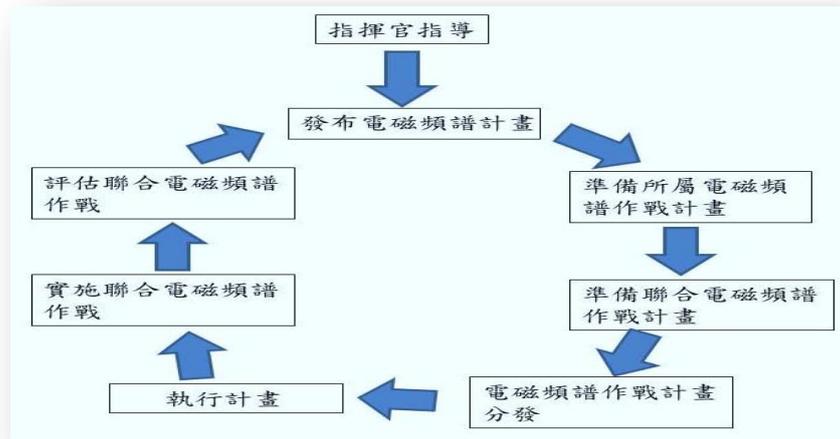
(二)作戰實施方式

電磁頻譜作戰是一個計畫、實施和評估的流程，頻譜分配單位完成電磁頻譜計畫，經負責人批准後，向各分部作戰部門發佈並組織實施，頻譜管理單位全週期參與聯合部隊關鍵戰鬥過程，並根據作戰時段內各所屬單位作戰需求和戰場電磁頻譜環境調整，有效生成、下達和執行。基本過程為：制定與發佈控制計畫、更新各分部控制計畫、準備作戰計畫、產製和分發、執行和調整作戰實施計畫、監測與指導作戰進程，作戰實施週期如圖4。

⁶戰略前沿技術，〈美軍電磁頻譜作戰發展綜述〉《微文庫》，www.luow.com/dc_hk/106785631，2018年5月13日



圖4 聯合電磁頻譜作戰實施週期



資料來源：作者自行繪製

四、小結

美軍作戰策略為境外作戰與攻勢作戰，因此在頻率資源分配與規劃朝向國際化發展，必須掌握其他國家之頻率資源，以利境外作戰時之頻率運用與分配。人力配置除了在聯合作戰指揮部設立頻譜管理部門，在各軍團、旅及營級也因應單位特性編制不同之頻譜管理人員，編制決策、管理與執行人力，一切以戰時運用為考量；軟體操作除了結合頻率資料庫以外，頻率分配亦整合站台、裝備特性與環境資訊，以克服電磁干擾；頻譜管理在作戰中的每一段進程均需參與作戰計畫之討論，並隨時修訂頻譜運用規劃，以達成頻率運用之循環原則。

國軍戰場頻譜管理系統現狀

頻率為各種通信網之必要條件，然而在使用上具有排他性，因此該如何分配規劃頻率及如何發揮其功效，均為頻率管理運用之重要議題。筆者將探討陸軍目前實施作法，對比美軍之編制、裝備與運用，探討各作戰區如何管制與分配所屬各級部隊頻率(含友軍部隊)，提出現行管理做法精進空間，來確保頻率和諧共用，強化部隊指管通聯。

一、政策制定

(一) 國家協調

國家通訊傳播委員會 (NCC, National Communication Commission) 處理與通訊傳播相關之事項，平時擔任國內軍方、民間各機關之頻率分配與協調之角色，而在戰時 (應急戰備階段)，戰備各階段公民營機關與軍事機關 (部隊) 共用之通信系統，以軍事通信之傳輸優先處理。⁷

國軍平時可運用的頻率資源較少，大多數的頻率資源分配至商業、船舶、廣播、業餘

7 〈戰備各階段公民營通信設施支援軍事管制運用辦法〉，民國95年10月11日。

、航空…等各領域之頻率需求⁸，作戰時頻率資源回歸至國軍優先使用，國軍能獲取更多頻率資源，然而目前所使用之無線電機頻率範圍卻無法因應作戰時所獲取更多的頻率資源。

(二)聯合限制頻率清單 (JRFL, Joint Restricted Frequency List)⁹

作戰區作戰、情報部門配合通資部門調製所屬聯合限用頻率清單，作為作戰時期頻率運用與分配的考量依據。

1.保護頻率(Protected Frequencies)

國軍重要任務使用之無線電頻率，依作戰任務（目標）調整與更新，國軍各部隊及友軍單位無線電發射均須避免對其造成干擾。

2.戒護頻率(Guarded Frequencies)

敵（或他國）軍事無線電頻率，為我方作戰情報蒐集之用途。依不同作戰進程頻率清單將隨之改變，在指揮官完成作戰效益與情報蒐集效益評估比較後，將採取適當決策對所列頻率實施干擾。

3.禁用頻率(Taboo Frequencies)

為國際災害防救、民用警報器及軍事安全和緊急救難等管制頻率，此頻率平時嚴禁遭受任何干擾，惟交戰或緊急狀態時，為自我防禦或確保關鍵任務達成，得由作戰指揮官改變禁用限制。

二、裝備與技術

(一)戰場頻管暨電戰決策支援系統¹⁰

「戰場頻管暨電戰決策支援系統」整合國軍電磁資料及動態電偵情資，掌握戰場電磁動態，適時提供部隊更新電磁參數，支援國軍執行戰場頻管及電子戰規劃，輔助指揮官下達電子戰決策，全系統主要執行聯合頻率管制、頻管業務作業、電子參數編建作業、任務規劃與工程分析及動態電磁環境顯示等軟體功能，各軍種節點硬體為一臺桌上型個人電腦及連結系統，搭配所需之網路交換器與保密器提供相關系統軟體服務。透由電子化管理，避免國軍各項設備用頻互擾，並透由資料庫建置及充實參數資料，進而將電磁環境透明化，掌握作戰環境電磁頻譜，如圖5。

戰場頻譜管理為無線電頻率管理之資訊系統，以集中管理及統一管制軍事無線電頻率，並能合乎國際規範與技術標準，使能有效和諧運用，避免相互干擾，確保國軍通信順暢及安全。其主要項目標包含：聯合頻率管制，係提供使用者建置與管理聯合限制頻率清單；及頻管業務電子化，係提供國軍進行頻率管理相關行政業務之資訊管理作業平台，使用者依據不同頻管權限可執行聯合頻率管制（JRFL 表維護作業）以及頻管業務作業（頻率申請、干擾申訴、通信諸元申報、頻譜資料維護），如圖6。

8 〈中華民國無線電頻率分配表〉，民國109年。

9 Gordon R.Sullivan, *Spectrum Management FM24-2 (United States Army : 1991)*, Appendix J.

10 林楓昇,《資通電軍頻譜管理作業手冊》(資通電軍指揮部,民國109年11月6日),頁5-47。

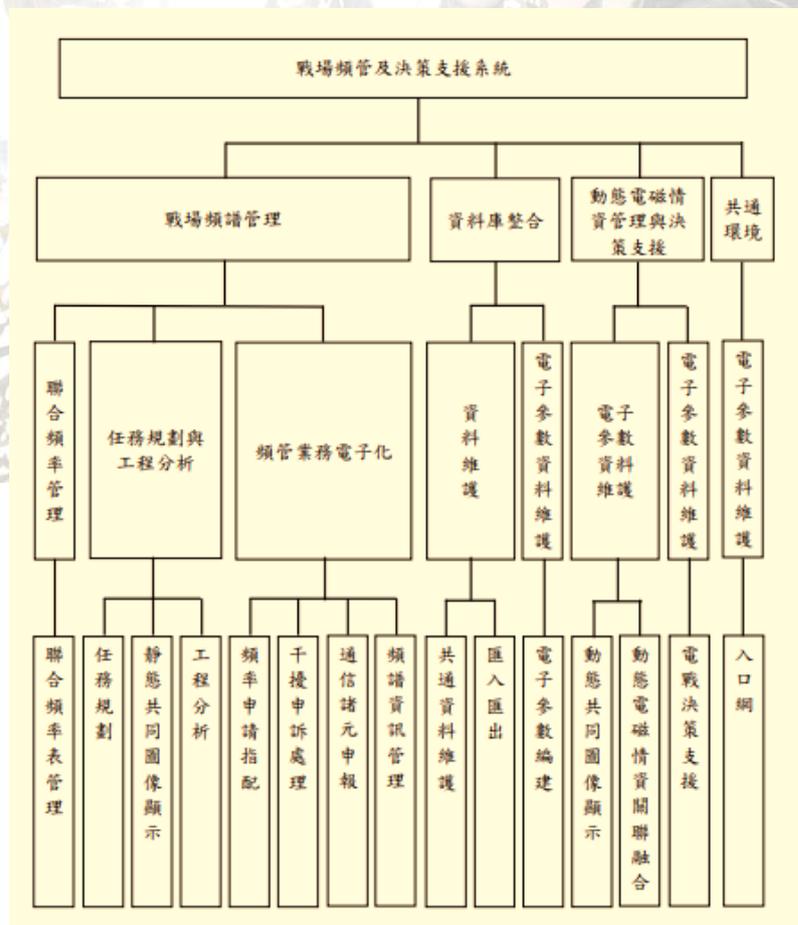


圖5 戰場頻譜管理決策支援系統畫面



資料來源：資通電軍頻譜管理作業手冊

圖6 系統軟體功能項目架構圖



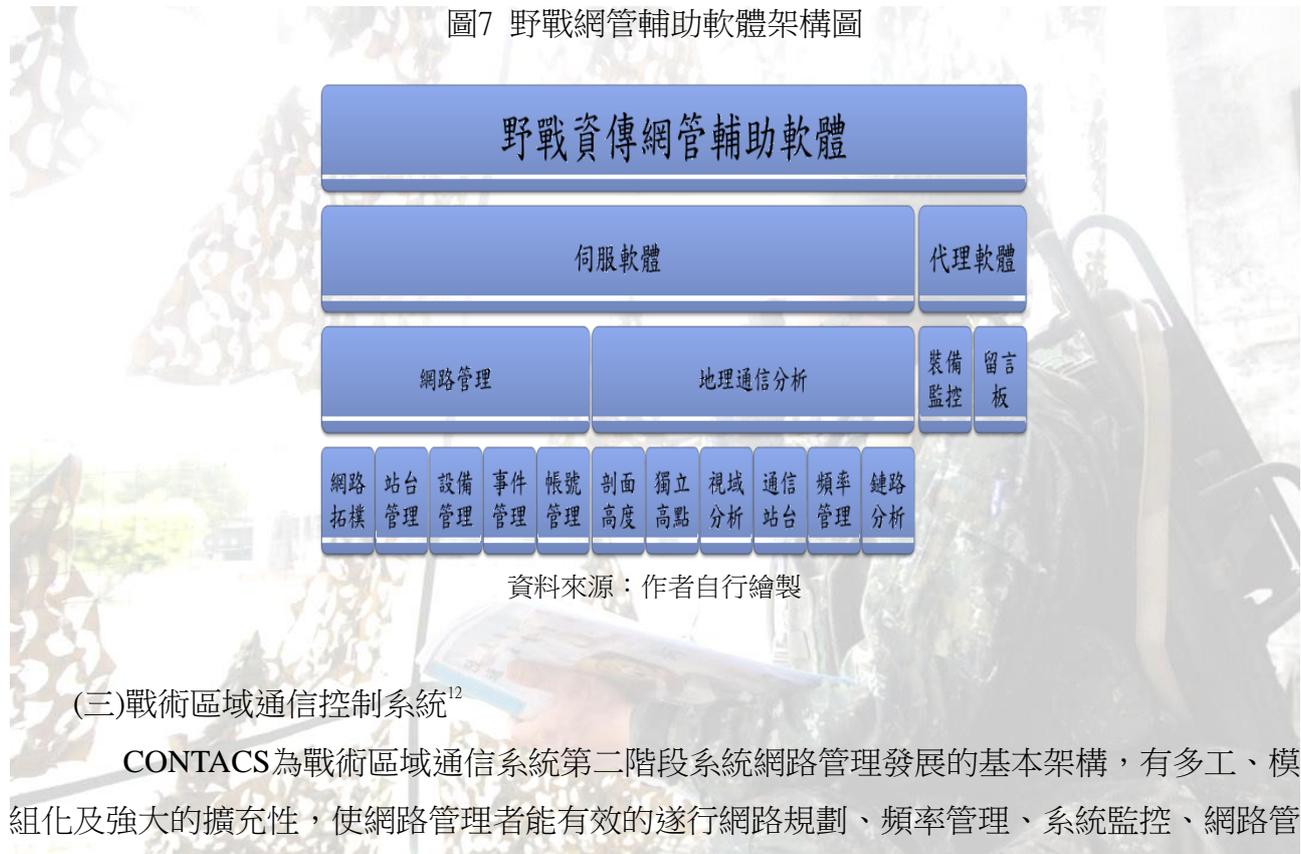
資料來源：資通電軍頻譜管理作業手冊

(二)機動數位微波¹¹

於各旅級微波車中配有野戰網管輔助軟體伺服器端，各營級微波車配有用戶端，旅級端具網路管理及地理通信分析二大功能，在網路管理中可執行網路拓樸、站台管理、設備管理、事件管理、帳號管理等功能，在地理通信分析中可執行剖面高度、獨立高點、視域分析、通信站台、頻率管理、鏈路分析等功能，營級為用戶端具有裝備監控及留言板功能，網管輔助軟體架構如圖7所示。

機動數位微波因使用者少，且能運用之頻率數量僅夠分配至所有電台各一組，因此使用者在接收到頻率資源後，直接將頻率參數設定於裝備，並未使用頻率管理輔助軟體。

圖7 野戰網管輔助軟體架構圖



資料來源：作者自行繪製

(三)戰術區域通信控制系統¹²

CONTACS為戰術區域通信系統第二階段系統網路管理發展的基本架構，有多工、模組化及強大的擴充性，使網路管理者能有效的遂行網路規劃、頻率管理、系統監控、網路管理及其它各項管理機制。

規劃人員利用作業狀況描繪軟體(ClearView)及無線電頻率網路規劃管理軟體(ClearWave)可在戰術區域通信規劃階段前，預先行動方案輸入電腦由電腦進行輔助行動方案分析，並預期通信鏈路狀況；使用ClearView(如圖8)及ClearWave(如圖9)為預先規劃系統網路先行評估，以先期了解通信環境及部隊對任務的執行率。

11 賴恆隆，〈從「頻率資源限制」談陸軍未來通資裝備發展及部隊訓練因應之道〉《通資半年刊》(桃園)，第133期，國防部陸軍司令部，民國109年3月。

12 同註10



圖8 規劃顯示系統軟體ClearView示意圖



資料來源：陸軍戰術區域通信控制系統訓練手冊

圖9 頻率網路規劃管理軟體ClearWave示意圖



資料來源：陸軍戰術區域通信控制系統訓練手冊

系統開設完成後，透過監測軟體(What's up Gold)進行通信流量的監控，並找出通信需求量較高或通信瓶頸所在，機動調度交換機來支援或調整交換機頻寬。亦可根據單位作戰需要選定適合類型的交換機以滿足需求。戰術區域通信控制系統配賦ClearView，可透過及時監控系統對已部署的小組進行裝備管理，若遇特殊狀況需立即規劃新增任務，系統亦可透過指管回報軟體(C2 Message)傳遞最新規劃，要求作業小組立即執行。

利用戰術區域控制系統的各式裝備及軟體對交換機作適切的指揮調度，有效利用通信資源來滿足各單位對通信的需求。對於某個網路計畫之執行成果，系統可對各作業小組執行能力加以分析，對網路規劃運用狀況實施評估，檢討精進缺失，期使系統部署更具效率。透過許多網管工具整理、記錄這些來自各交換機的報告，作各項的分析能協助通信幕僚人員對

戰場上通信狀況掌握，達到即時及詳細的要求。

(四)37系列跳頻無線電機

為提升地面部隊無線電指管運用效能之目的，充份發揮37系列跳頻無線電機功能及有效管控現有特高頻(VHF)無線電頻率，運用頻管器、注碼器及網路識別碼以迅速調整網別，律定由司令部頻管辦公室及作戰區通資組，統一運用頻管器產製本軍編制及戰備37系列跳頻無線電機頻率計畫，運用注碼器逐級轉發單位使用，另律定各作戰區(含友軍)網路識別碼範圍，以網路識別碼(NET ID)替代調整頻率方式區隔網別，俾利各級無線電網路可快速切換，強化各級指揮官指管幅度與彈性，發揮裝備最大效能，如圖10。

37系列無線電機頻率運用由司令部分配指揮官網系並產製注碼檔分配至所屬單位，各旅級單位所使用之無線電網、非指揮官網系(含戰、演訓或專案任務所需)則由作戰區產製注碼檔，旅級(含)以下無參與頻率分配過程，為使用單位，旅級通信官領取無線電網之注碼檔，再行分配至下級單位使用¹³。

圖10 頻管器畫面



資料來源：陸軍37系列跳頻無線電機操作手冊

三、組織機構框架

(一)作戰區以上人員編組

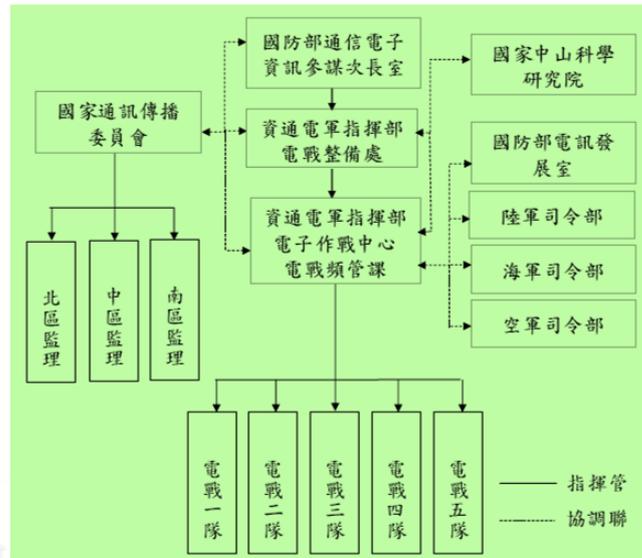
本軍之頻率管理由國防部通信電子資訊參謀次長室主導，納編資通電軍指揮部電戰整備處及電子作戰中心電戰頻管課協助辦理頻率管制、分配、申請、修改、註銷及干擾申訴等相關事宜，並協調聯繫國家中山科學研究院、國防部電訊發展室、陸軍司令部、海軍司令部、空軍司令部及國家通訊傳播委員會辦理頻率審議及技術指導，另指揮所屬各電戰(中)隊執行無線電信監察任務，以維用頻安全，如圖11。¹⁴

13 〈陸軍VHF無線電網整合運用作業規定〉，民國108年12月02日。

14 林楓昇，《資通電軍頻譜管理作業手冊》(資通電軍指揮部，民國109年11月6日)，頁2-5。



圖11 國軍頻率管理作業編組



資料來源：資通電軍頻譜管理作業手冊

國軍頻譜管理人員由司令部業管單位統一規劃或下授軍團（作戰區）由專人依單位、地區特性實施規劃，製定無線電通信系統及設備參數標準、頻率電台管理、無線電監測等，各軍團（作戰區）除第三作戰區外，無編制頻率管理職務，由頻管人員負責每年度接收司令部業管所分配之頻率資源，並編發分配頻率給下級，發佈年度頻率管理實施計畫，旅級之頻率管理業務由通信官負責，將頻率資源指配下發營級，營級（含）以下無編制頻率管理人員，僅各頻率管理裝備操作手協助業管頻率分配之流程。

(二)作戰區(含)以下人員編組

1.戰場頻管暨電戰決策支援系統

由作戰區承辦人運用，僅第三作戰區編制頻率管制官負責頻率分配與管制，每季戰備任務訓練月以及隔年度之頻率清查均會使用頻管系統，或是專案任務時特別輸入頻率資料查詢及頻率申請使用。

2.機動數位微波¹⁵

機動數位微波配發至第二至五作戰區所屬旅級(地區指揮部)、營級單位，以運用及操作方面著眼，其人員編組可區分為系統指揮決策人員、計畫管理人員及裝備管理、操作等階層，其任務如下：

(1)指揮決策人員：負有機動數位微波系統佈署命令批示與下達之責(旅長)。

(2)計畫管理人員：承指揮決策人員命令執行機動數位微波系統規劃、管制與監控，以確保作業命令及任務之遂行(通信官及資訊官)。

(3)裝備管理、操作人員：由多波道排負責執行系統操作及協助計畫管理人員執行機

15同註 10

動數位微波系統規劃、管制與監控(無編制人員)。

3.戰術區域通信系統

戰術區域通信控制系統設置於資通電軍網管中心組，以運用及操作方面著眼，其人員編組可區分為系統指揮決策人員、計畫管理人員及裝備管理、操作等階層，其任務如下：

(1)指揮決策人員：負有陸區系統作業命令批示與下達及作業人員派遣之責(軍團指揮官、通資組組長及資通電軍相關部隊長)。

(2)計畫管理人員：承指揮決策人員命令執行陸區系統規劃、管制與監控，以確保作業命令及任務之遂行(軍團作戰處、通資組及資通電軍相關參謀)。

(3)裝備管理、操作人員：執行戰術區域通信控制系統操作及協助計畫管理人員執行陸區系統規劃、管制與監控(合計6士2兵實施操作)。

4.37系列無線電機

頻管器由司令部及軍團業管統一操作及分配，每季將注碼檔分發至各單位，各旅級通信官至軍團領回後，再行將注碼檔注入各台無線電機。

四、系統運作機制

無線電頻譜為國家珍貴且有限之資源，軍事無線電為國家整體資源分配之要項，平時於保密安全前提下精簡使用，戰時透過國防動員機制協商後調整民用無線電頻率支援；經通信傳播委員會核配國防部使用之頻率屬軍事專用頻率，必須保留完全自由使用權，國防部以外單位均不可涉入使用。以「分頻部署」、「分時作業」、「分區用頻」、「功率管制」做為用頻指配原則，充分發揮頻率可使用率，節約頻譜資源。

戰時頻率分配由聯合作戰指揮中心的通資電中心頻譜審議小組負責頒定與更新聯合頻率限制清單，並分配至各戰略單位，頻率分配主導權在作戰區的通資電中心，其列出我方所需使用通訊網路、雷達與電戰系統頻率，彙整所屬部門所需頻率並標示於頻譜管制圖，實施頻率比對與環境量測，產製部隊頻率運用計畫，分發至主戰部隊運用，如圖12，在作戰的過程中遭遇干擾回報至作戰區電子暨網路作戰小組實施情形，若有需要申請頻率或查詢頻率資訊，可使用戰場頻管暨電戰決策支援系統，由通資電中心修正重新發佈給部隊使用，電子暨網路作戰小組持續管制與回報至聯合作戰中心，形成頻率管理之循環。

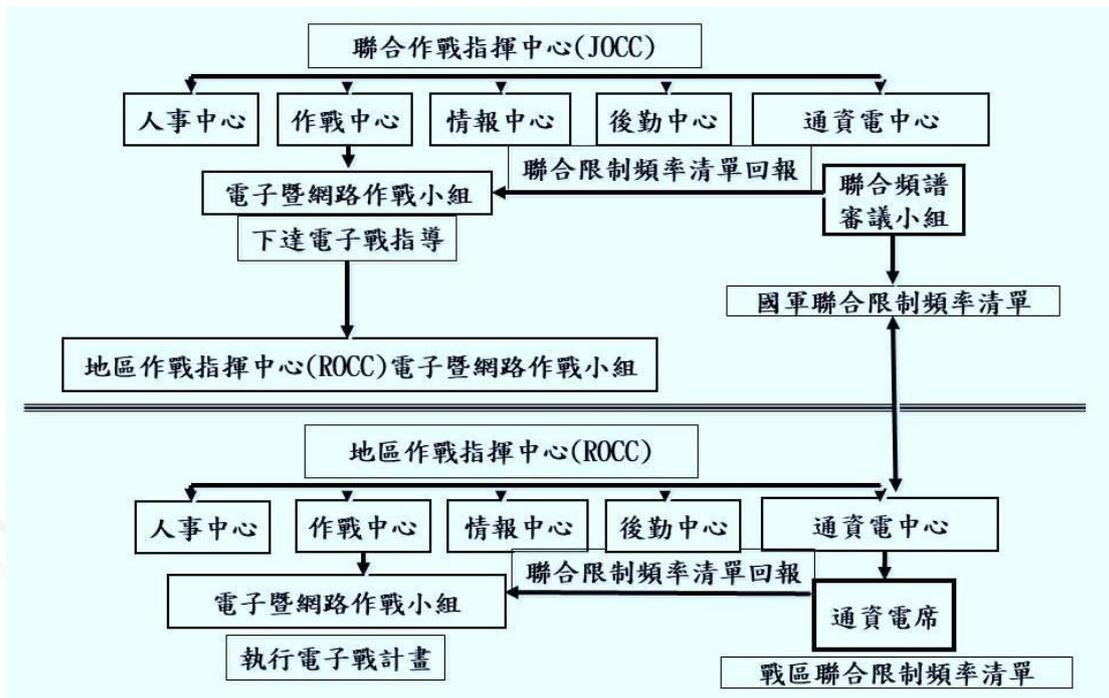
五、小結

我陸軍在作戰策略為守勢作戰，因此掌握戰場環境之頻率資源至關重要，平時與戰時的頻率資源與使用時機未明確律定，且戰時所獲取頻率資源，通信裝備卻無法滿足所有可用頻率範圍。頻譜管理人力配置僅編制到軍團及頻率管制官，或由其他幕僚兼任執行頻率分配業務，旅級以下裝備操作人員僅負責接收指配之頻率，及在作戰過程中回報干擾情形，顯見頻譜管理人力缺乏；戰場頻管暨電戰決策支援系統參與頻率申請與分配流程，再行分發至各系統網管軟體運用，惟頻管軟體各裝備網路管理軟體及頻率分配程序皆為獨立操作並無整合，若裝備為同頻段範圍，再加上頻率資源缺乏，裝備能使用之頻率常會重疊，肇生通信裝備互



相干擾情事。

圖12 國軍戰時頻率指配作業示意圖



資料來源：作者自行繪製

國軍頻譜管理問題與窒礙

一、頻譜管理人員編制較少

美軍頻率管理人員依照單位特性編制至營級，至少會有一員協助網路電磁頻譜管理員辨識與解決電磁干擾，顯見其對頻譜管理與電子戰之重視，觀念與編制落實至營級，且均能了解所需擔負之頻管業務與職責；國軍頻管人員編制至作戰區執行頻譜管理業務，然僅第三作戰區編制頻率分配管制官一員，其餘作戰區並無編制頻率管理職務，責由其他職務人員（如：電戰官）兼任，所屬旅、營級為通信官與裝備操作人員，負責頻率指配，或將所分配之頻率設定於通信裝備，因此國軍操作頻譜管理裝備人員層級為作戰區（含）以上。

國軍作戰區頻譜管理之任務為頻率資源分配，而作戰區並無全部編制頻譜管理人員，然而頻譜管理戰時在通資電小組為必要之席位，且須與電子暨網路作戰小組之電戰部隊管制官協調聯繫，平時則負責將頻率分配至所屬單位，旅級為通信官負責指配頻率資源給所屬營連級裝備操作人員，而營級（含）以下人員僅負責修正通信裝備頻率參數，無頻率管理操作之需求，因此亦無編制相關人員。

二、頻譜管理裝備無統一運用

美軍運用全球電磁頻譜資訊系統以及其頻譜整合桌面，後端備有資料庫供運用，使頻譜資源可以統一管理及運用；國軍目前從國防部至軍團級使用戰場頻管暨電戰決策支援系統搭配電子參數資料維護，分配頻率資源以及用頻申請，而其他無線電裝備皆有各自之頻管系統

各自指配頻率，尚無整合頻譜管理軟體之介面。

國軍目前頻率管理使用戰場頻管暨電戰決策支援系統，然而現行做法仍然是人力審查，再以紙本公文形式分配至各戰略單位，作戰區頻率管理人員分配至各旅後，由各裝備之網管軟體與頻管器指配頻率資源至所屬使用者，而資源分配時未考慮所屬用戶數或後續可能變動新增使用者之可能性，因此同頻段之通信裝備（如：機動數位微波與戰術區域通信系統）則可能面臨頻率資源不足及互相干擾之問題。

三、頻率分配流程未與作戰計畫相結合

在作戰運用中，美軍頻譜管理人員均需參與每一個作戰進程會議，並將頻率分配之結果加入作戰計畫的附錄中，隨時修正頻率分配計畫並重新發布；國軍由聯合作戰指揮中心將頻率資源分配給作戰區指揮中心，責由作戰區指揮中心統一分配至各三軍各單位，作戰區通資電中心須配合作戰計畫實施頻譜資源分配，不會另外產製頻率分配計畫附錄在作戰計畫中。

本軍所使用之戰場頻管暨電戰決策支援系統針對各裝備與頻率資源實施頻率分配，針對不同裝備與頻段實施劃分，並且頻率管理系統需結合頻率參數資料庫、天候地形參數、我軍及敵軍頻譜使用參數與其他影響電磁環境參數，更重要的是頻率分配時，須與作戰計畫相結合，配合作戰進程單位機動之位置、地形障礙物與環境等條件實施頻率分配。

四、戰時無線電機無法對應頻率資源

平時國軍所使用之裝備，能對應與符合NCC分配之頻率資源，戰時國軍可能會遇到複雜電磁環境、電子干擾，進而導致該裝備原本所使用之頻率不可用，必須更換頻率之情形，因此戰時能獲得頻率資源的使用權，然而現行使用之裝備無法運用在全頻段的頻率資源，即使有更多的頻率需求，或是獲取新的頻率範圍，裝備的頻率範圍也不足以支應，造成在戰時有頻率資源也無法充分利用。

結論與建議

美軍與國軍之作戰方針雖有不同，然而只要有無線電裝備的運用，頻率資源的運用與管理都是必須，綜觀美軍戰場頻譜管理不論是在人員編制與工具運用，皆較我國軍人力編制完整，管理工具更完善，因此國軍在頻譜管理程序與人力規劃，仍有再規劃之空間，針對戰場頻譜管理相關建議如下：

一、落實頻管觀念，強化人員訓練

作戰區有頻譜管理之作業實需，因此作戰區應有專責編制人員執行頻率管理與分配的工作，所屬旅級通信官指配頻率，旅、營級裝備操作人員實施參數設定，凡執行與頻率相關工作人員應具備頻譜管理觀念，即使不是電子戰部隊，部隊電子戰在電子戰作業下仍然有必須學習之處置作為，以利頻率管理或頻率干擾發生時能迅速解決。

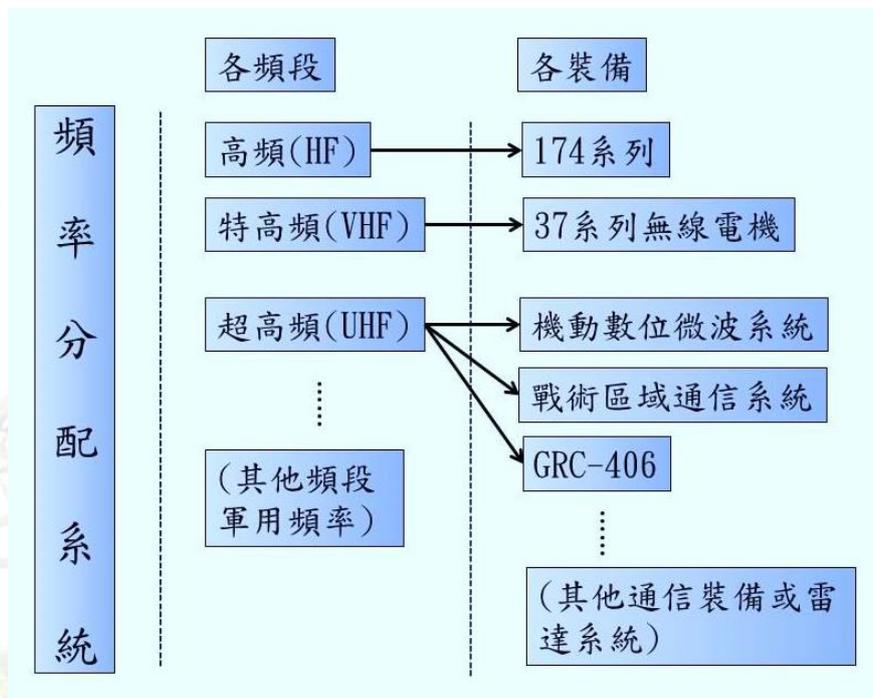
二、頻率統一分配，整合頻管系統

頻率管理系統應包含完整的地形、天候、頻率等參數資料庫與聯合限制頻率清單，結合



各通信系統之參數特性，方能完善分析並分配頻率資源，因此頻率管理軟體應囊括現行本軍使用之各頻段與各式無線電裝備，運用系統整合裝備之特性與工作頻段，以及裝備的傳輸距離限制之地域性條件，避開可能互相干擾的頻率範圍，同時透過頻管軟體能掌握所有使用者，做全盤的規劃與分配，較不易產生頻率資源不足之問題，如圖13。

圖13 頻率分配系統規劃



資料來源：作者自行繪製

三、頻率管理分配，結合作戰指管

頻率分配與管理的過程需配合作戰全程靈活調整與運用，分配結果下發至所屬單位，以及在作戰過程中，部隊轉移陣地時重新申請頻率使用，因此頻率分配需有相對應之程序，而頻管軟體亦需結合指管系統，掌握當下的戰況，配合作戰計畫，並能即時將頻率分配資訊分配給所屬單位，以維護指管鏈路暢通。

四、運用軟體通裝，活用頻率資源

軟體無線電能在廣泛的無線射頻範圍內捕捉、解調並取得射頻訊號，使用數位技術取代傳統的無線電硬體，直接對無線電訊號進行數位化，如此一來，相同的硬體可以用於多種無線電模式，無論是AM、FM、CW、單邊帶(SSB)、雙邊帶(DSB)，這將賦予無線電極高的靈活性，經過快速的重新配置後，便可應對不同訊號的傳送技術；因此在戰時的頻率資源掌握優先國軍，能使用的頻率範圍增加，使用軟體無線電通信裝備，能因應廣泛之頻率範圍與調變方式，方能有效運用頻率資源。

參考文獻

- 一、〈戰備各階段公民營通信設施支援軍事管制運用辦法〉，民國95年10月11日。
- 二、林楓昇，《資通電軍頻譜管理作業手冊》（資通電軍指揮部，民國109年11月6日）。
- 三、林明武，《國軍通資電要綱（草案）》（國防大學，民國100年1月6日）。
- 四、林楓昇，《資通電軍頻譜管理作業手冊》（資通電軍指揮部，民國109年11月6日）。
- 五、〈陸軍VHF無線電網整合運用作業規定〉，民國108年12月02日。
- 六、〈中華民國無線電頻率分配表〉，民國109年。
- 七、黃維熙，〈頻譜管理於電子戰作為之研究〉《陸軍通信兵九十三年度戰法研討會論文集》，民國93年。
- 八、賴恆隆，〈從「頻率資源限制」談陸軍未來通資裝備發展及部隊訓練因應之道〉《通資半年刊》（桃園），第133期，國防部陸軍司令部，民國109年3月。
- 九、戰略前沿技術，〈美軍電磁頻譜作戰發展綜述〉《微文庫》，www.luow.com/dc_hk/106785631，2018年5月13日。
- 十、JAMES C. MCCONVILLE ,Techniques for Spectrum Management Operations ATP 6-02.70 (United States Army : 2019)。
- 十一、Gordon R.Sullivan, Spectrum Management FM24-2 (United States Army : 1991),Appendix J.。
- 十二、GEMISIS SPECTRUM CAPABILITIES，《GEMISIS Contact Information》，www.disa.mil/~media/File/DISA/Service/DSO/GEMISISSpectrumCapabilities.pdf，110年2月3日。

作者簡介

吳至善少校，陸軍通信電子資訊訓練中心通資電正規班106年班。經歷：排長、資訊官、中隊長；現職為陸軍通信電子資訊訓練中心通信電戰組教官。