

NCC NEWS 8

月號

NATIONAL COMMUNICATIONS COMMISSION • 第10卷 第4期 • 中華民國105年8月出刊



<http://www.ncc.gov.tw>

頭條故事 · 本會卸、新任主任委員交接典禮紀實

- 國家頻譜的秩序守護新世代電波監測之挑戰與規劃

專欄話題 · 軟體定義無線電技術應用於電波監測系統之探討

- 今天訊號通不通-太空天氣與無線電波通訊

會務側寫 · 電波監測系統對防範電子舞弊勤務效率之提升

- NCC無線電波監測系統之發展與運作成效

目 錄 ▶ CONTENTS

頭條故事

- 01** 本會卸、新任主任委員交接典禮紀實
- 04** 更快、更寬、更靈敏
國家頻譜的秩序守護：
新世代電波監測之挑戰與規劃

專欄話題

- 11** 頻譜管理的眼睛及耳朵
軟體定義無線電技術應用於電波監測系統
之探討
- 15** 世界上不再有最遙遠的距離
今天訊號通不通-
太空天氣與無線電波通訊

會務側寫

- 21** 天網恢恢、疏而不漏
電波監測系統對防範電子舞弊勤務效率
之提升
- 24** 跨越空間、迎向新世紀里程碑
NCC無線電波監測系統之發展與
運作成效
- 32** 委員會議重要決議

為瞭解NCC News讀者之閱讀型態，請撥冗填寫問卷，問卷連結如下：
http://www.ncc.gov.tw/chinese/vote.aspx?site_content_sn=378
感謝您提供協助。

出版機關 國家通訊傳播委員會
發行人 詹婷怡
編輯委員 翁柏宗、何吉森、洪貞玲
郭文忠、陳憶寧、陳耀祥
編輯顧問 陳國龍、鄭泉萍
總編輯 王德威
副總編輯 紀效正
執行編輯 黃睿迪、劉秀惠、林淑娟
電話 886-2-3343-8798
地址 10052 臺北市仁愛路一段50號
網址 www.ncc.gov.tw
美術編輯 奧得設計顧問股份有限公司
電話 886-2-2365-0908

展售處
國家書店 - 松江門市
104 臺北市中山區松江路209號1樓
電話：886-2-2518-0207
五南文化廣場
臺中市中區綠川東街32號3樓
電話：886-4-2221-0237

中華郵政臺北雜誌第1102 號
執照登記為雜誌交寄
歡迎線上閱讀並下載本刊
網址：www.ncc.gov.tw

GPN : 2009600628
ISSN : 1994-9766
定價新臺幣 : 100 元
創刊日期 : 96.4.28
著作權所有 本刊圖文非經同意不得轉載



本會卸、新任主任委員交接典禮紀實

交接典禮

本會石主任委員世豪、虞副主任委員孝成、彭委員心儀及江委員幽芬任期於本（105）年7月31日屆滿，依據本會組織法第4條規定，由行政院院長於本年4月29日提名詹婷怡為委員並為主任委員、現任委員翁柏宗並為副主任委員、何吉森、洪貞玲、郭文忠及陳耀祥為委員，經立法院於本年7月5日完成人事同意權之行使後任命之，並於本年8月1日就任。

卸、新任主任委員交接典禮係於8月1日上午9時30分假交通通訊傳播大樓5樓集會堂舉行，並由行政院吳政務委員政忠擔任監交人。除本會同仁100餘人外，並有各界人士蒞會觀禮。新任詹主任委員婷怡在行政院吳政務委員政忠之監交下，由卸任石主任委員世豪手中接下印信，典禮在莊嚴隆重的過程中順利完成。



新任主任委員及委員簡介



詹主任委員婷怡

詹主任委員係英國倫敦大學Queen Mary and Westfield College智慧財產權法及國立政治大學商學院經營管理碩士學程科技管理組經營管理碩士，專精智慧財產權法、科技法律、高科技產業、數位匯流及網際網路產業政策與趨勢分析、創新創業相關法規與政策、文創產業政策與趨勢分析、電子商務及新媒體等創新應用領域產業之規範、娛樂及文化創意產業規範與經營、影視產業製作、企業經營與投資規劃、其他之法律/科技/創意產業之跨領域整合，曾任執業律師、正崴精密工業（股）董事長特別助理暨集團法務長、電影製片、財團法人資訊工業策進會秘書室主任、資深顧問暨董事會特別助理、產業支援處處長、科技法律研究所所長。於擔任財團法人資訊工業策進會科技法律研究所所長期間，帶領科技法律研究所成為政府科技法律重要智庫。詹主任委員任期自105年8月1日起至109年7月31日止共計4年。



翁副主任委員柏宗

翁副主任委員係現任委員獲任命為副主任委員，為國立成功大學電機工程學系碩士，專精微波工程、頻譜監測及通訊傳播監理等領域，曾任本會南區監理處處長、主任秘書及委員。於任職委員期間督導完成行動寬頻業務2次釋照作業，加速我國行動寬頻網路建設；推動有線電視數位化普及計畫，創造有利全面數位化的環境；督導推動完成廣電三法修正草案三讀程序，對促進數位匯流、強化市場競爭秩序及確保消費者收視選擇權等，有立竿見影的功效。翁副主任委員任期自105年8月1日起至107年7月31日止共計2年。



何委員吉森

何委員係世新大學傳播博士，專精傳播政策、傳播規範及網路規範等領域，曾任本會原傳播內容處處長、法律事務處處長及主任秘書。於主任秘書任職期間積極與通訊傳播產業公協會、國會各政黨黨團進行政策溝通，協助完成有線電視數位化比率達90%、推動廣電三法完成立法程序及行動寬頻業務(4G)釋照等業務，並協助立法院完成國會問政訊息轉播(國會頻道)事宜。曾當選為本會99年模範公務人員。何委員任期自105年8月1日起至107年7月31日止共計2年。



洪委員貞玲

洪委員係美國賓州州立大學大眾傳播學博士，專精傳播法規與政策、傳播政治經濟學、數位落差、媒介全球化、新聞實務與倫理、原住民傳播、公民新聞等研究與教學，曾任記者、輔仁大學影像傳播學系助理教授、國立臺灣大學新聞研究所原住民族傳播與文化研究中心主任、國立臺灣大學新聞研究所教授、所長、國立臺灣大學多媒體製作中心主任。100年獲科技部補助及富爾布萊特(Fulbright)訪問學人獎助赴美研究進修；近年來和學界、媒體工作者及公民團體等合作，推動反新聞置入、反媒體壟斷等改革行動，促成預算法修改、反媒體壟斷法草案之制定。洪委員任期自105年8月1日起至109年7月31日止共計4年。



郭委員文忠

郭委員係國立臺灣大學經濟學系博士，專精電信經濟學、媒體經濟學、財務經濟學、公共經濟學等領域，曾任臺灣經濟研究院助理研究員、元智大學財務金融學系助理教授、美國史丹福大學訪問學者、國立臺灣大學國際企業學系兼任助理教授、國立臺北大學經濟學系副教授。於任教期間研究成果良好，共發表多篇國際知名期刊論文，其中包括4篇科技部經濟學門推薦列名A+類優良期刊，並獲得多項研究獎勵，包括論文獎、校內研究論文獎助及科技部與國科會大專校院特殊優秀人才獎勵。郭委員任期自105年8月1日起至109年7月31日止共計4年。



陳委員耀祥

陳委員係德國海德堡大學法學博士，專精憲法、行政法、資訊科技法、媒體法、經濟法、國家學等領域，曾任執業律師、銘傳大學法律系助理教授、國立海洋大學海洋法律研究所、中央警察大學、輔仁大學法律系、國立臺北教育大學文教法律研究所等校之兼任助理教授、國立臺北大學公共行政暨政策學系助理教授，除獲聘擔任國防部等行政機關法規及訴願委員、臺中市政府法律顧問及中華民國電視學會新聞自律委員會委員外，並擔任社團法人台灣法學會、社團法人台灣國際法學會、中華民國公共行政學會之監事、社團法人台灣永社副理事長、社團法人台灣運動休閒法學會理事長。於任教期間曾獲國立臺北大學101、103學年度績優導師。陳委員任期自105年8月1日起至109年7月31日止共計4年。



更快、更寬、更靈敏

國家頻譜的秩序守護： 新世代電波監測之挑戰與規劃

射頻與資源管理處 北區監理處

壹、前言

無線通訊技術發展迅速，帶動行動寬頻服務創
新，行動寬頻網路已成為未來數位匯流發展重要基
礎，使得無線電頻率需求日益增加，也給無線電波監
測技術帶來幾個必須面對的新問題。現今無線通訊在
帶給大眾諸多便利的同時，亦使得電波傳播環境因多
個不同無線系統而變得日益複雜，這將造成系統間極
大的訊號干擾。前交通部電信總局為維護電波秩序及
提升無線電通訊品質，並排除非法電波干擾，於民國
91年陸續建置了包含全臺灣36處監測站之「全國無
線電波監測網」，不僅可確實掌握電波頻譜的使用狀
況，也可適時處理電波干擾問題，並且提升頻譜使用
效率。然而，現有電波監測網自建置迄今已歷時十餘
年，相關系統設備皆逾使用年限，多數維修備用材料
已停產，系統維護不易，其監測功能亦無法滿足目前
寬頻通訊傳播技術。另一方面因臺灣地區係屬多山地
形，地勢起伏極具變化，易因地形高低起伏而造成監
測死角，且近年來大量無線電臺建設及地形地物快速
變化，與初期規劃顯為不同，部份站臺環境已不符合

原始規劃條件，情況嚴重者甚或影響監測效能。有鑑於此，實有必要進行系統與硬體之汰換、升級，並且就監測站位置與其覆蓋範圍作優化作業。

行政院為建構我國行動寬頻完善環境，提供民眾多元優質高速行動寬頻服務，提升國家總體競爭力之目標，積極推動「加速行動寬頻服務及產業發展方案」，為配合推動「加速行動寬頻網路佈建」項下之「建置新世代電波監測系統」工作，國家通訊傳播委員會參照國際電波監測最新作法及技術發展趨勢，並根據我國通訊傳播產業實際發展需要，辦理新世代電波監測系統之規劃建置工作。同時，透過新系統與時俱進提升我國電波監測技術能量，俾以有效維護我國電波秩序，保障合法通信品質。

貳、「全國電波監測網」現況

一、系統架構

目前「全國電波監測網」執行臺灣地區頻率範圍從10kHz至2.7GHz無線電頻譜之監測任務，確實掌握電波使用狀況，隨時處理電波干擾問題。全國電波監

測網是由「無線電頻譜監測系統」及「無線電定向系統」兩大系統建構而成，該系統於臺北設置全國管理中心統籌指揮全國頻譜監測作業，另依電信監理處管轄區域之劃分，分為北、中、南三個監測網，並分別設置區域管理中心指揮轄區內之監測作業。系統架構示意圖如圖1所示：

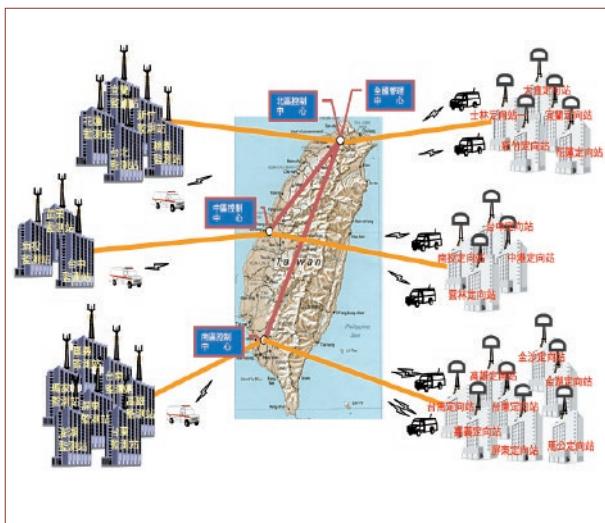


圖1 「全國電波監測網」系統架構示意圖

二、各區域站臺現況

既有電波監測站臺為民國91年所建置，多年來在面對四周環境丕變下，其監測與定向精確度逐漸減低。另一方面，由於部分監測站位處山區，易受土石流肆虐造成坍方，導致進場道路極為險峻難行；部分監測站位處易遭雷擊之區域，即使裝設雷擊計數器、突波吸收器及避雷隔離變壓器保護，仍多次遭受雷擊而毀損相關設備，導致營運維護成本不斷增加。目前各站臺依地理環境、涵蓋範圍、維運考量、監測功能等因素評估結果如表1。

綜合表1，在永續維運的考量上，更極需改弦易轍以重新思考與擬定「固定站的建置」以符合新世代電波監測系統之需求。

參、電波監測任務面臨新挑戰

隨著無線電技術的進步，頻譜需求程度日益增加，高速、寬頻是近年來無線通信技術的發展趨勢，

伴隨而來的是工作頻段越來越高，單一頻道使用頻寬越來越寬，調變技術也越來越複雜。因此，面對日益複雜的電波環境中，既有的電波監測系統也面臨了新的挑戰：

一、監測任務的擴展

以往電波監測系統主要工作在於確認合法電臺之使用合於技術規定、查處電波干擾與協助取締非法電臺，近來已逐漸增加在重大活動時電波環境之掌握及頻率占用度之量測等工作，因此對於電波監測系統的機動性及覆蓋範圍，有了更嚴格的要求，這將有賴於具有高機動性之電波監測車與可運載式監測臺來協助彌補固定站臺涵蓋不足之處。

二、對於突發短訊號的監測與定向

目前的電波監測系統對於長時間持續發射信號的掌握已不是太大的問題，但是突發性的、跳頻等短時間發射信號越來越多，如何快速掌握這些訊號，就有賴具有快速掃描及寬頻接收能力的新世代電波監測接收機。

三、對於數位調變信號的掌握

傳統的電波監測系統僅可處理包括調頻（FM）、調幅（AM）等類比調變訊號，隨著無線通訊新技術的數位化與寬頻化之發展趨勢，如何在快速擷取該信號後，還能迅速識別這些信號，將都倚賴接收信號後的強大數位訊號處理，以提升信號識別之能力。

四、對於微弱信號的監測與定向

隨著各種免執照的無線電信射頻器材種類及數量日益增加，電子設備所產生的干擾案件逐年增加，且由於電子設備大多位於建築物內，而且發射功率小，要如何偵測這類型之弱訊號，便有賴高靈敏度的接收機。

肆、新世代電波監測系統規劃藍圖

新世代電波監測系統整體架構規劃重點如下：

表1 電波監測站設置影響因素評估比較表

區域	編號	縣市別	站名	地理環境	旁有高樓 鄰近鐵塔 大訊號 電波雜訊	涵蓋服務	營運維護	交測需求	監測功能 評估	定向功能 評估
北區	1	臺北市	士林	◎	△	◎	◎	◎	◎	◎
	2	新北市	次格山	◎◎	◎◎	◎	△	◎	◎	◎
	3	新北市	大棟山	◎◎	◎	◎◎	◎	◎	◎	◎
	4	桃園市	高原	◎	◎◎	◎	◎	◎	◎	◎
	5	新竹縣	六家	△	◎	◎	◎◎	◎	◎	◎
	6	新竹縣	尖筆窩山	◎◎	◎◎	◎	△	◎	◎	◎
	7	宜蘭縣	美城	△	◎◎	◎	◎◎	◎	◎	◎
	8	宜蘭縣	冬山	△	◎◎	◎	◎◎	◎	◎	◎
	9	花蓮縣	吉安	◎	◎◎	◎	◎◎	◎	◎	◎
	10	花蓮縣	月眉山	◎◎	◎◎	◎	△	◎	◎	◎
中區	11	苗栗縣	大埔	△	◎	△	◎◎	◎	◎	◎
	12	苗栗縣	九華山	◎◎	◎◎	◎	◎◎	◎	◎	◎
	13	臺中市	豐原	△	◎◎	◎	◎◎	◎	◎	◎
	14	臺中市	大肚山	◎	◎◎	◎	◎◎	◎	◎	◎
	15	彰化縣	溪湖	△	◎◎	◎	◎◎	◎	◎	◎
	16	南投縣	鳳鳴	◎	◎◎	◎	◎◎	◎	◎	◎
	17	雲林縣	莿桐	△	◎◎	◎	◎◎	◎	◎	◎
南區	18	嘉義市	金龍	◎	◎	◎	◎◎	◎	◎	◎
	19	嘉義縣	六腳	△	◎◎	◎	◎◎	◎	◎	◎
	20	嘉義縣	尖凍山	◎◎	◎◎	◎	△	◎◎	◎◎	◎◎
	21	臺南市	嘉民	△	◎◎	◎	◎◎	◎	◎	◎
	22	臺南市	安平（健康）	◎	△	◎	◎◎	◎	◎	◎
	23	高雄市	茄萣	△	◎	◎	◎	◎	◎	◎
	24	高雄市	東照山	◎◎	◎	◎◎	◎◎	◎◎	◎◎	◎◎
	25	高雄市	枕頭山	◎◎	◎	◎◎	◎◎	◎◎	◎◎	◎◎
	26	高雄市	大坪頂	◎	◎	◎	◎◎	◎	◎	◎
	27	屏東縣	泰山	△	◎	◎	◎◎	◎	◎	◎
	28	屏東縣	南州	△	◎	◎	◎◎	◎	◎	◎
	29	屏東縣	後村	△	◎	◎	◎◎	◎	◎	◎
	30	屏東縣	崇明	◎	◎	◎	◎◎	◎	◎	◎
	31	屏東縣	笠頂山	◎◎	◎	◎◎	△	◎◎	◎◎	◎◎
	32	臺東縣	馬蘭	△	◎	◎	◎◎	◎	◎	◎
	33	臺東縣	利嘉山	◎◎	◎◎	◎	△	◎◎	◎◎	◎◎
	34	澎湖縣	澎南	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎
	35	澎湖縣	馬公	◎	◎	◎◎	◎	◎	◎	◎
	36	金門縣	金湖	△	◎	◎	◎	◎	◎	△

(圖示說明：◎◎優 ◎佳 △可)

一、通信網路部分

各區域控制中心、固定監測站及遠端遙測設備之間，藉由虛擬私有有線網路（VPN: virtual private network）傳送監測資料、音頻錄音及集中監控等資訊，並進行遙控作業。固定監測站之間，藉由VPN進行通訊，而行動監測車及可運載式監測臺，則藉由3G/4G行動傳輸網路M-VPN與區域控制中心進行通訊，執行遙控作業。整體網路系統架構如圖2所示：

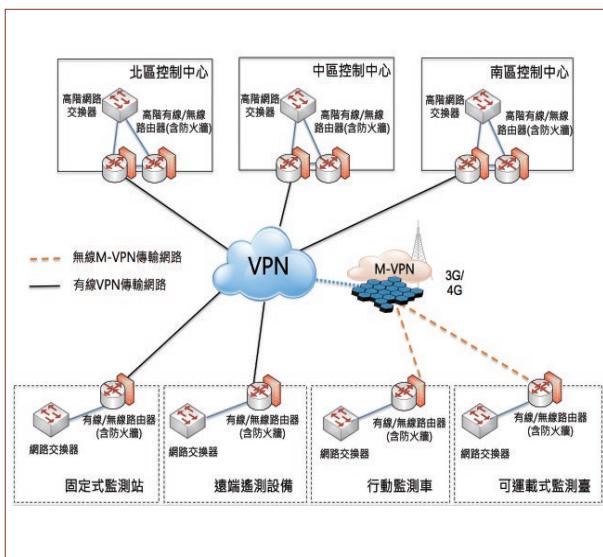


圖2 整體網路系統架構圖

二、站臺部分

(一) 區域控制中心

- 規劃北、中、南3座區域控制中心，負責遙控遠端各類電波監測站，進行干擾問題之處理、驗證合法發射臺訊號及監測干擾訊號發射臺等電波監測任務。
- 各監測站之監測資料，藉由網路傳回區域控制中心，進行管理及與資料庫系統進行比對。
- 以開放性之圖形監控軟體發展具備視覺化操作監控之運作平臺。固定監測站採事件主動觸發回傳各區域控制中心之圖型監控軟體展示以及提示，其中包含每日各站臺之自我運轉迴路測試監控如：網路設備，電源設備(市電及不斷電系統)、空調，門禁、環境等訊息。

- 規劃市電中斷後提供區域控制中心系統設備持續運轉一段時間之不斷電供應系統，以因應緊急情況運用所需。

(二) 固定監測站 (Fixed Monitoring Station)

- 固定監測站負責電波監測及定向任務，並與其他監測站共同定位出發射源之位置。固定監測站主要負責任務項目包含：
 - 監測MF/HF/VHF/UHF等頻段之訊號。
 - 測向VHF/UHF等頻段之訊號。
 - 頻譜占用量測與紀錄。
 - 訊號參數之量測（包含頻率、頻寬、電場強度及調變方式）。
 - 音頻錄音及播放。

2. 固定監測站系統架構如圖3所示：

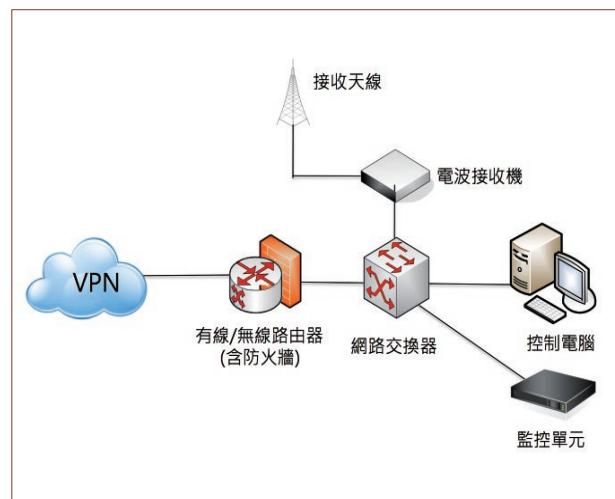


圖3 固定監測站系統架構圖

- 同時具AOA (Angle of Arrival，入射角定位法) 定向與TDOA (Time Difference of Arrival，時間差定位法) 定位之功能。
- 固定監測站能對本身設備進行偵錯，基本狀況能夠回報至區域控制中心，並作成紀錄及發出告警。
- 加大備用電力UPS容量，市電中斷後提供設備持續運

轉一段時間之不斷電供應系統，以因應緊急情況運用所需。

6. 接地防護系統：

- (1) 各站臺須設置避雷接地及設備接地設施，亦可利用原系統加以改善，其避雷接地歐姆值應小於10歐姆，設備接地歐姆值應小於5歐姆。
- (2) 於設備電源端加裝隔離式變壓器及突波吸收器，以保護設備避免遭雷擊突波而損壞。
- (3) 接至通訊設備上天線引線之同軸電纜均須加裝避雷保護裝置。

(三) 遠端遙測設備 (Remote Monitoring Sensor)

1. 遠端遙測設備為彌補固定監測站涵蓋不足或特定區域（如飛航助航臺及機場塔臺等位置）之需，透過現場或區域控制中心之控制、操作接收設備，進行不明訊號源之電波監測作業。主要負責任務項目包含：
 - (1) 監測MF/HF/VHF/UHF等頻段之訊號。
 - (2) 測向VHF/UHF等頻段之訊號。
 - (3) 頻譜占用量測與紀錄。
 - (4) 訊號參數之量測（包含頻率、頻寬、電場強度及調變方式）。
 - (5) 音頻錄音及播放。

2. 遠端遙測設備系統架構如圖4所示。

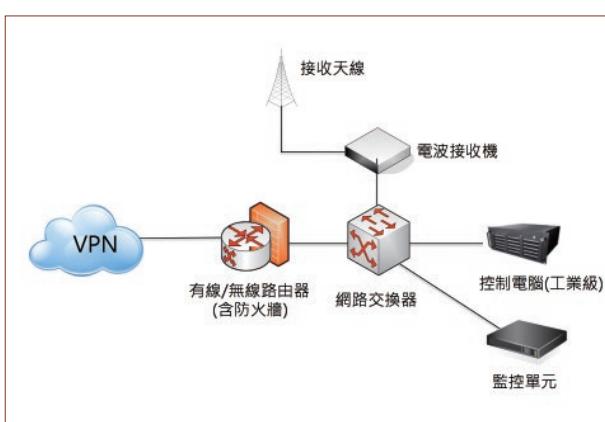


圖4 ► 遠端遙測設備系統架構圖

3. 具TDOA定位功能可與其他監測站臺交測並紀錄。

4. 設備之操作環境，允許在無空調下運作。

(四) 行動監測車 (Mobile Monitoring Station)

1. 藉由行動監測車之機動性，執行固定監測站無法監測範圍內之電波監測任務，監測車區分為3型：

- (1) 第1型行動監測車為適用於市區和道路崎嶇地區之小型監測車。
- (2) 第2型行動監測車為適用於郊區進行監測及測向任務。
- (3) 第3型行動監測車為用以執行SHF頻段之監測任務。

2. 行動監測車將依功能性區分成3種型式

- (1) 第1型監測車主要負責任務包含：
 - a. 監測VHF/UHF等頻段之訊號。
 - b. 測向VHF/UHF等頻段之訊號。
 - c. 頻譜占用量測與紀錄。
 - d. 訊號參數之量測（包含頻率、頻寬、電場強度及調變方式）。
 - e. 音頻錄音及播放。
- (2) 第2型監測車主要負責任務包含：
 - a. 監測MF/HF/VHF/UHF等頻段之訊號。
 - b. 測向VHF/UHF等頻段之訊號。
 - c. 頻譜占用量測與紀錄。
 - d. 訊號參數之量測（包含頻率、頻寬、電場強度及調變方式）。
 - e. 音頻錄音及播放。
 - f. 數位訊號分析。
- (3) 第3型監測車主要負責任務包含：
 - a. 監測SHF頻段之訊號。
 - b. 測向SHF頻段之訊號。
 - c. 頻譜占用量測與紀錄。

d. 訊號參數之量測（包含頻率、頻寬、電場強度及調變方式）。

e. 數位訊號分析。

3. 行動監測車系統架構如圖5所示。

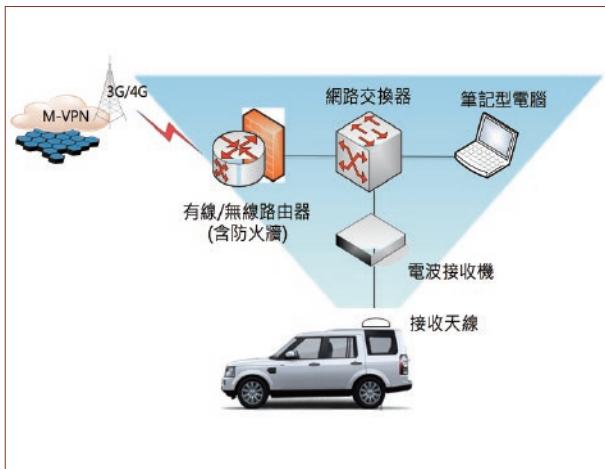


圖5 行動監測車系統架構

4. 車輛小型化並具四輪驅動功能。

5. 同時具AOA定向與TDOA定位之功能。

(五) 可運載式監測臺 (Transportable Monitoring Station) :

1. 可運載式監測臺為便於運載的電波監測設備，可機動地安裝於地面或建築物之頂樓，並經由區域控制中心遠端遙控進行本地端監測及定向任務。其主要負責任務包含：

(1) 監測VHF/UHF等頻段之訊號。

(2) 測向VHF/UHF等頻段之訊號。

(3) 頻譜占用量測與紀錄。

(4) 訊號參數之量測（包含頻率、頻寬、電場強度及調變方式）。

(5) 音頻錄音及播放。

(6) 同時具AOA定向與TDOA定位之功能。

2. 可運載式監測臺系統架構如圖6所示。

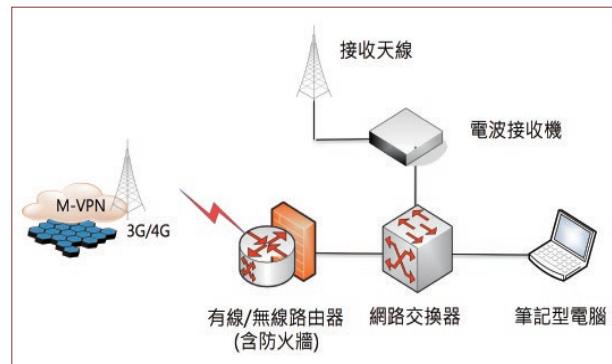


圖6 可運載式監測臺系統架構圖

三、資料備援部分

由於監測站臺之資料會儲存於本地之站臺，再透過網路將相關資料回傳至所屬區域控制中心及北區區域控制中心，因監測資料為重要資料，因此設計於北區區域控制中心收集全國本案建置站臺之監測資料，以利後續統計、分析及開放資料使用。

在系統備援規劃上，配合目前北、中、南三區組織架構及作業需求，並考慮在現行主機中透過應用系統篩選部份資料傳送至資料交換區，同時提供各地資料擷取應用。因此，在中介資料交換區（北區）、中介資料備份區（南區）、北區、中區及南區各自安裝一套資料庫，並各有一個Replication Agent在資料庫中讀取監測通訊資料的線上異動日誌（Transaction log），負責將資料庫中所有異動資料進行即時傳送至分散式系統複寫資料RS Server（Replication Server, RS）中，再由RS Server即時傳送至備援主機，在備援主機中即保有北、中、南三區電波資料。即由中介資料交換區（北區）透過虛擬機器（Virtual Machine）主機之RS Server在各區建置相同的軟體及系統架構，北、中、南三區平時自行備援至中介資料備份區（南區）亦於各區同地另機備份存放，在系統正常運作下，北區、中區及南區區域控制中心均可自行下達指令進行電波監測作業，若各區發生異常無法使用狀態下，可採用網路方式連線至中介資料備份區（南區）進行電波監測任務之作業，達到功能備援效用，並由各區自行備份存放資料快速回復，即平時備援區資料庫並不會使用，惟當北、中、南任一區有問題即可進行切換至備援區。在北、中、南三區每個資料

庫系統都可自動進行資料庫備份至各自磁碟陣列中不需人為介入操作，提供資料庫損壞回復作業。

綜上所述，電波監測規劃採用既集中又分散式系統架構，在網路頻寬有限下，提供服務不中斷效用，其系統架構如圖7所示。

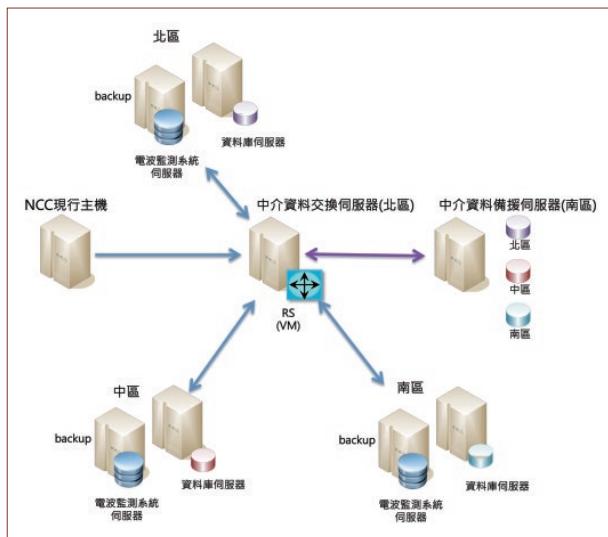


圖7 系統備援架構圖

伍、新世代電波監測系統整體效益分析

一、新增TDOA定位功能

在現今數據通信需求，特別是在市區的數據通信頻寬需求越來越寬。針對於寬頻的監測，目前TDOA技術之發展已盡成熟，TDOA所需的定位數據頻寬，因臺灣的光纖Fiber網路及無線4G數據通信發達而顯得便利。可於市區先行興建小區域的TDOA定位系統，以加強AOA定位不足之處，提升測向定位的精準度。本次規劃擬評估將遠端遙測站臺附加 TDOA 功能，可與固定站臺或可運載式監測設備、行動車監測設備形成交測定位功能。

二、低的電力／功率消耗

新世代的電波監測系統將更符合綠能時代的要求，除了降低監測設備能源消耗外，同時更可節約機房空調的要求。

三、更快的頻率掃描速度

傳統的電波監測系統僅可處理包括調頻（FM）、

調幅（AM）等類比調變訊號，隨著無線通訊新技術的數位化與寬頻化之發展趨勢，包括TDMA（Time Division Multiple Access，分時多重接取）、CDMA（Code Division Multiple Access，分碼多重接取）及OFDM（Orthogonal Frequency-Division Multiplexing，正交分頻多工）等調變技術不斷推陳出新，所以在新世代的電波監測系統提升更快的掃描速度，提升電波監測的效率。

四、更寬的中頻掃描頻寬

多年以來傳統調幅和調頻一直是類比無線通訊系統中最普遍使用的調變方式，這些系統的數據傳輸速率較低，需要的頻寬也有限。而依據Shannon所提出的通道容量理論，無線通道的傳輸容量和頻寬成正比。以行動通信系統為例，第一代類比式行動通信系統AMPS頻寬為30 kHz、第二代數位式行動通信系統GSM頻寬為200 kHz、第三代UMTS頻寬為5 MHz，及目前正如火如荼地發展中的第四代LTE頻寬最高為20 MHz為例，可看出使用頻寬朝向寬頻化的發展趨勢。在新世代的電波監測系統將更新舊有的10 MHz頻寬，擴建為 20 MHz以配合新世代的電波監測要求。

五、針對高頻域之監測由原系統之3GHz提高至SHF頻段，以順應世界通信設備高頻域潮流。

陸、結語

電波監測是頻譜管理工作的關鍵基礎，因應電信、傳播之技術與服務快速匯流，並確保通訊傳播服務普及與多元文化發展，建置新世代電波監測系統能有效支援電波監測業務之運作順遂，排除干擾合法通信之信號源及取締非法發射電臺，並有效管理及運用全國的無線電頻率資源。 ●

► 參考文獻

- [1] S. Dera, H. Mazar, R. B. Woolsey, O. Pellay, M. Al-Sawafi, A. Pavlyuk, and P. Tomka, ITU- Spectrum Monitoring Handbook. Switzerland Geneva, 2011.



頻譜管理的眼睛及耳朵

軟體定義無線電技術應用於電波監測系統之探討

■ 陳文字

一、前言

隨著行動通訊的大量需求，使得無線電頻譜的使用相當擁擠。為了提高頻譜使用效益，電波監測系統，扮演舉足輕重的角色，它是頻譜管理的眼睛及耳朵，用以監測頻譜的使用情形，提供監管機關制定頻譜政策之重要依據，並進行必要的強制處置^[1]。

一個全國電波監測系統之建置成本相當龐大，而且建置後通常要運作至少10年以上。然而隨著通訊技術的快速發展，使得新的無線通訊服務及技術不斷推出市場，原有的電波監測系統，往往無法有效監測新世代無線通訊系統之電磁訊號。這突顯出可擴充性、易於更新維護，在頻譜監測系統的設計上，是必須要考慮之因素。

本文的主要目的，在簡介以軟體定義無線電（Software Defined Radio: SDR）技術，設計、實作頻譜監測之功能，以提供一個滿足可擴充性、易於更新維護之可行解決方案。

二、軟體定義無線電技術

所謂軟體定義無線電（SDR）係指，採用軟體實作傳統由硬體組成的無線電通訊模組。此一概念係由美國科學家Mitola於1992年提出^[2]。當時的主要目的是使用在軍事用途，在戰場上，需要一種無線通訊系

統，可以在不用更換硬體之情形下，有彈性且快速地改變無線通訊之運作模式及主要參數，如載波頻率、頻寬、調變方式、加解密、解編碼、多工接取方式等。因此產生以軟體方式來實作無線電相關功能之構想。經過超過20多年之發展，SDR技術已相當成熟，相關產品價格也十分便宜，相對於傳統以硬體為基礎的無線電，具有很強的競爭力。

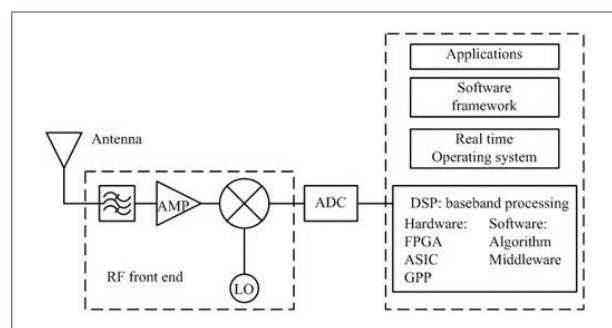


圖1 軟體定義無線電接收機架構

一個SDR系統，由一些軟體及硬體組成，大部分的無線電功能由可程式化的軟體或韌體負責，圖1所示為SDR接收機之基本架構^[3]。圖中，天線、射頻前端及類比數位轉換器（analog-to-digital converter: ADC）仍由硬體組成。射頻前端主要包含濾波器、低雜訊放大器、混波器及本地振盪器，此部分為無線電重要模組，用以將射頻訊號有效降頻到基頻範圍，以利後續的訊號處理。射頻前端輸出的類比訊號，經由ADC轉換成數

位訊號後，接著進入SDR最重要的部分：數位訊號處理模組，其主要功能為解調變、解碼、多工接取等。這些功能以軟體方式實作，並載入至現場可程式化閘陣列（Field-programmable gate array: FPGA）上執行。最後，經由軟體開發及整合平臺，實作出一個可在一般用途的電腦上執行的通訊系統。

目前普遍被使用的SDR接收模組為RTL2832U dongle，如圖2所示。內含由臺灣之Realtek公司所生產的RTL2832U晶片^[4]，可經由USB2.0輸出8位元的I/Q取樣資料，最高取樣速率為3.2MS/s，可接收之頻率範圍為25MHz -1.7GHz，這個範圍包括調頻廣播及數位無線電視廣播頻段。此模組配合適當的軟體，即可在電腦上收聽調頻廣播及收看無線電視節目。

另一個常用的SDR硬體裝置為USRP（Universal Software Radio Peripheral，萬用軟體無線電週邊裝置）B200^[5]，如圖3所示。USRP為一個以SDR為基礎的開發測試模組，可經由USB3.0輸出12位元的I/Q取樣資料，最高取樣速率為61.44 MS/s，可接收之頻率範圍為70MHz-6GHz，此模組配合開放原始碼且跨平臺的趨動程式，不管在Windows或Linux作業系統上，都提供合適的API（Application Programming Interface）以利系統開發。此模組之頻段，包含大部分行動通訊所使用之頻率，更有利於開發較高階之SDR通訊系統。目前較常用的SDR模組如表1所示，最高頻率可達6GHz。

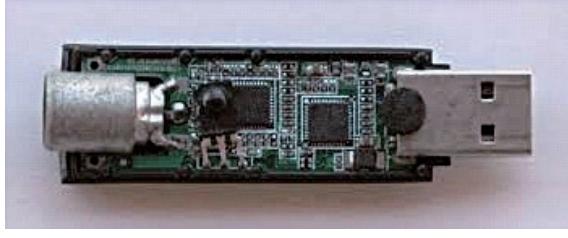


圖2 ◉ 軟體定義無線電接收機實體圖-RTL2832U dongle

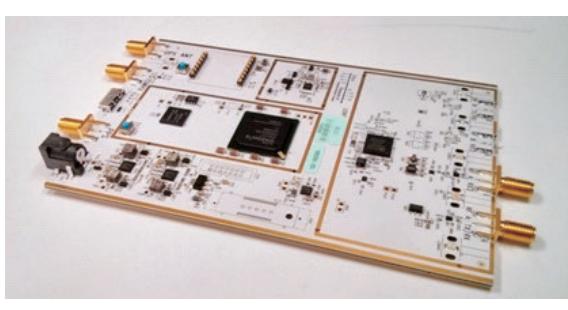


圖3 ◉ 軟體定義無線電實體圖-USRP B200

表1 ◉ 常用軟體定義無線電模組

型號	供應商	使用頻段 (MHz)	最高取樣率 (MS/s)	ADC位元 (bits)	備註
HackRF	Mike Ossmann	30-6000	20	8	RX / TX
BladeRF	nuand	300-3800	40	12	RX / TX
AirSpy	SDRSharp	24-1800	10	12	RX
USRP B200	Ettus	70-6000	61.44	12	RX / TX
RTL2832u	Realtek	25-1700	3.2	8	RX

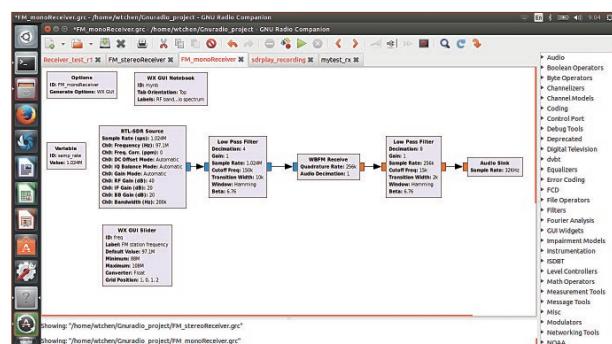


圖4 ◉ 軟體定義無線電開發整合平臺-GNU Radio Companion

為了設計一個SDR通訊系統，開發者需要一個軟體開發整合平臺。目前較常用的是GNU Radio，它是一個專為實現SDR而開發出來的開源軟體，通常較常安裝於Linux作業系統下^[6]。GNU Radio可從最基礎的通訊概念，以功能模組及流程圖的方式，設計一個實際的通訊系統。它使用圖型化介面如圖4所示，其中包含相當完整的通訊相關函式庫。圖中左邊的RTL-SDR Source 為無線射頻接收器所對應之模組，表示連接到實際的SDR硬體，圖中每一個方塊則表示此通訊系統的訊號處理模組，都是由軟體來實作。利用箭頭連結每一個方塊以達成一個完整的訊號處理過程。如圖4所示，電波訊號經由SDR模組處理後，接到濾波器，再接到調頻解調器，最後經過一個低通濾波器處理後，將訊號送到揚聲器（喇叭）輸出聲音。GNU Radio 提供了非常豐富的訊號處理模組，如圖4之右側所示，常用的模組包含下列幾個功能：

- 數學運算：如加、減、乘、除、平方等運算。
- 快速傅立葉轉換（Fast Fourier Transform, FFT）。
- 調變與解調變器：如AM、FM、FSK、QPSK、QAM、OFDM等。
- 濾波器：如高通濾波器、低通濾波器、FFT濾波器等。

三、軟體定義無線電技術應用於電波監測實例

由於SDR技術具有彈性調整通訊主要參數的優點，而且開發環境也相當完備，更重要的是，相關軟、硬體是採開放式的平臺，任何公司生產的SDR模組，只要提供趨動程式，皆可用這套平臺開發的程式來控制。因此，SDR技術很適合用來設計電波監測系統。本節將介紹兩個應用實例，即以SDR技術實作調頻廣播訊號之監測，及數位電視廣播訊號的監測與數位訊號解調變處理。

圖5為調頻廣播監測之架構^[3]，左邊可視為遠端之監測站，經由TCP/IP之網路將監測訊號及結果傳到控制中心（圖右之方塊）。SDR之RTL dongle為監測接收模組，用以偵測電波訊號，並將監測訊號取樣為I/Q資料，經由電腦網路送至控制中心，再進行訊號分析。控制中心的電腦需要安裝GNU radio平臺，並執行圖6之調頻廣播監測SDR程式，以進行監測任務。

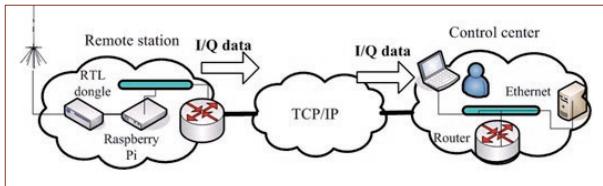


圖5 調頻廣播監測架構

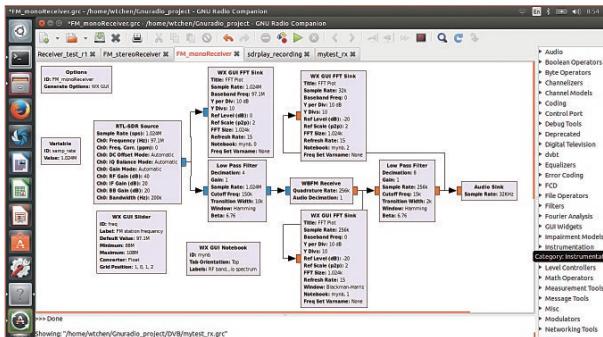


圖6 調頻廣播監測SDR流程設計圖

圖7為調頻廣播監測結果之頻譜圖^[3]，由圖可觀察到，在2MHz的範圍內，監測到3個電臺，分別為96.3MHz、97.1MHz、97.9MHz。進一步將97.1MHz的訊號進行解調變處理，結果如圖8所示，其中顯示，此系統可正確解出19kHz的導引訊號（pilot signal）。0-15kHz之訊號為音頻的R+L（左聲道加右聲道），23-53kHz之訊號為雙頻帶的R-L音頻。此外，經由圖6之audio sink方塊之功能，在控制中心也可監聽調頻廣播之聲音訊號。我們也可以利用控制中心的電腦，經由所開發的軟體，很有彈性的調整遠地端監測站的

SDR監測裝置之參數，例如藉由調整圖7左上角之FM station frequency參數，即可輕易設定監聽頻率。

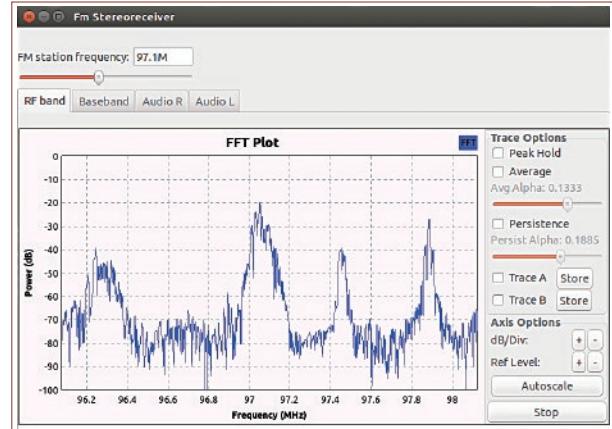


圖7 調頻廣播監測頻譜圖

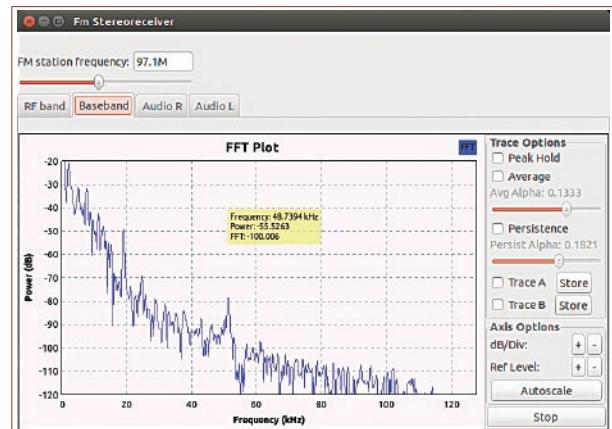


圖8 調頻廣播監測之解調變基頻訊號

圖9為無線數位電視廣播監測之架構^[3]，大致上和調頻廣播監測架構類似，差別在於多使用了較高取樣解析度的SDR模組，即USRP B200，而在控制中心執行的程式，為圖10之無線數位電視廣播監測SDR流程圖。

圖11為無線數位電視廣播監測結果之頻譜圖^[7]，由圖可觀察到，主要監測到2個電視頻道，分別為公視之channel 26，頻率542-548MHz，以及民視之channel 28，頻率554-560MHz。監測之頻譜瀑布圖，可由圖12觀察之。進一步將民視channel 28的訊號進行數位解調變處理，解調變後之星座圖如圖13所示，其中顯示，此系統可正確解出數位電視之64QAM調變訊號。最後，電視節目之視訊如圖14所示，此為民視的節目無誤。

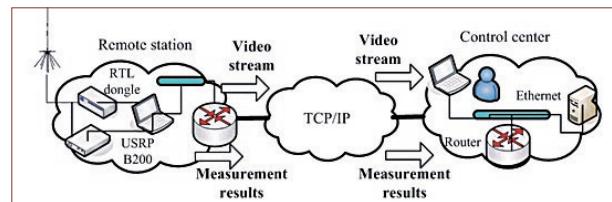


圖9 無線數位電視廣播監測架構

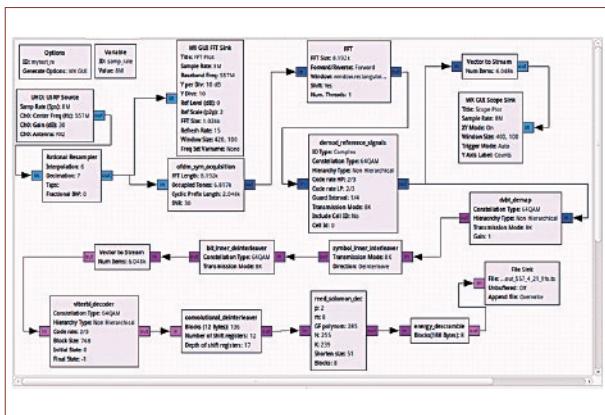


圖10 無線數位電視廣播監測SDR流程設計圖

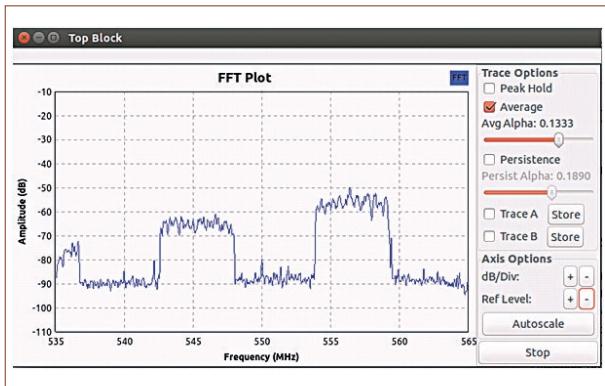


圖11 無線數位電視廣播監測頻譜圖

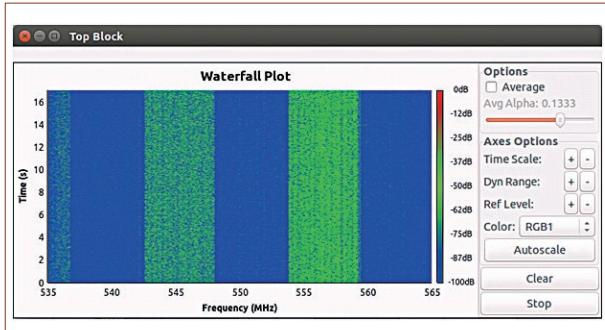


圖12 無線數位電視廣播監測頻譜瀑布圖

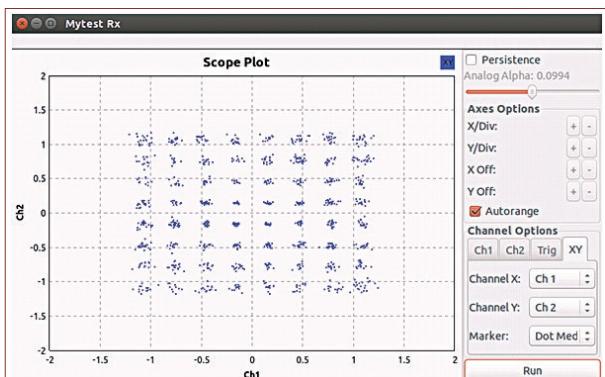


圖13 無線數位電視廣播監測數位解調變後之星座圖

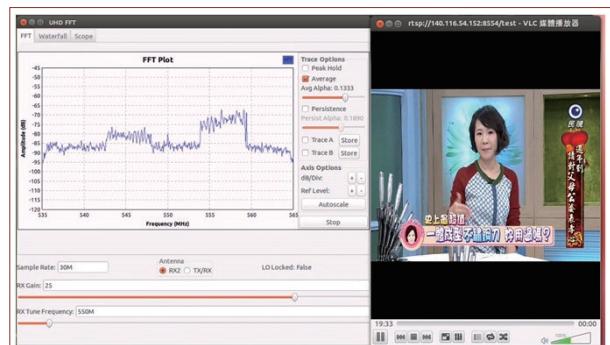


圖14 無線數位電視廣播監測數位解調變後之視訊

四、結語

本文介紹以軟體定義無線電技術設計頻譜監測功能，並以RTL2832U及USRP B200兩個SDR模組，實作調頻廣播及無線數位電視廣播之監測系統。經由實際測試得知，此設計可以有效監測電波訊號，並且進行訊號分析，特別是數位解調變。此外，它可以經由所開發的軟體，很有彈性的調整遠端監測站的SDR監測裝置之參數。透過SDR開發設計平臺，未來新的無線通訊系統之監測，皆可用軟體設計出來，滿足電波監測系統可擴充性及易於更新維護之需求。目前，應用SDR在監測系統之設計上，仍有些地方尚未成熟，如測向任務。此項功能要配合精準的天線陣列控制及時間同步，才可達到1-2度之測向需求。整體而言，以SDR為基礎的監測系統，將會是未來的主流趨勢。

(作者為國立成功大學電信管理研究所教授)

▶ 參考文獻

- [1] International Telecommunications Union, Handbook: spectrum monitoring, 2011.
- [2] J. Mitola, "Software radios-survey, critical evaluation and future directions" National Telesystems Conference, 1992, DOI: 10.1109/NTC.1992.267870.
- [3] Wen-Tzu Chen, Ku-Tung Chang, and Chung-Pao Ko, "Spectrum monitoring for wireless TV and FM broadcast using software-defined radio" Multimedia Tools and Applications, published online in July, 2015, DOI: 10.1007/s11042-015-2764-5.
- [4] Realtek Semiconductor Corp. [Online]. Available: <http://www.realtek.com.tw/>.
- [5] Ettus Research LLC. [Online]. Available: <http://www.ettus.com/products/>.
- [6] GNU Radio. [Online]. Available: <http://gnuradio.org/>.
- [7] 張古東“以軟體定義無線電實作頻譜監測系統”國立成功大學電信管理研究所碩士論文，2015。



世界上不再有最遙遠的距離 今天訊號通不通- 太空天氣與無線電波通訊

■ 李奕德

隨著通訊技術的發展，在今日的社會中不管是透過電話還是網際網路，都能夠輕而易舉地與遠方的親友聯繫。不單單只是清晰的聲音，連同高畫質的影像畫面，也能夠即時傳播到地球上兩個相距遙遠的地方。但畢竟不是處處都能夠享有電話或網路的服務，若是在郊山野谷之中或是遼闊的洋面上，最可靠的方式就屬歷史悠久的無線電通訊。

無線電通訊的發展，最早可以追溯到18世紀在法拉第（Michael Faraday）、麥斯威爾（James Clerk Maxwell）、赫茲（Heinrich Hertz）和特斯拉（Nikola Tesla）等多位科學家對電磁波研究的貢獻。透過電場與磁場的交互變換，發展出最早期的無線電通訊並逐漸增加通訊距離。西元1901年，馬可尼（Guglielmo Marconi）和他的團隊將無線電訊號從英國傳到現在位於加拿大的紐芬蘭，完成了首次的越大西洋通訊實驗後，無線電通訊逐漸廣泛的被人們所使用，並且成為長距離通訊的主要技術。但是，如同光線般具有直線傳播的無線電波，又是依靠什麼樣的方式改變了電波傳播的方向，才能夠達到越地平線通訊的目標呢？想必是天上有個可以影響電波傳播的區域，才能讓直線前進的電波轉換方向吧！在無線電通訊愈來愈發達的同時，更讓許多的科學家好奇大氣層中到底是哪個區域、是什麼樣的物理機制能夠影響著無線電波傳播的。西元1902年，

英國的科學家黑維塞（Oliver Heaviside）與美國科學家肯奈尼（Arthur E. Kennelly）分別假設了在大氣層中有一層能夠反射電波的層狀結構。西元1926年，蘇格蘭物理學家華生瓦特（Robert Watson-Watt）提出了電離層（ionosphere）這一名詞，並在隔年由科學家阿普頓（Edward V. Appleton）驗證了電離層的存在。因此，要能讓無線電波傳向世界各地，不單是無線電波通訊技術發展的功勞，更得仰賴電離層這個全天然的電波反射面才能辦得到。

電離層是地球大氣層的一部分，高度可自距離地球表面80公里以上一直延伸到數千公里之遠。當太陽光（輻射能）傳播至地球時，太陽光譜中的X射線所攜帶的能量便和高層大氣內的中性粒子（包括氧原子、氮原子、氧分子等）交互作用後，將能量轉移到了這些中性粒子。原本圍繞原子核外圍的電子獲得能量，進而游離（ionization）成自由電子並且留下帶正電的質子。這些游離的帶電粒子在地球上空大量的聚集，形成了影響電波通訊傳遞的電離層。電離層因為具有影響電波通信的特性而被科學家發現，也讓科學家可以利用無線電波開始探究這個區域中的特性及各種現象。科學家在多次的實驗中發現，使用不同頻率的無線電波垂直往天際發射時，僅僅只有特定頻率範圍內的電波訊號才會被電離層反射回來，而且不同頻率的訊號被反射回地面所需要

的時間也不盡相同。最終在物理公式推論及觀測資料的證明中，得到無線電波能被電離層反射的頻率是與電離層中的帶電粒子濃度有關。能夠反射愈高頻率的區域，相對具有的電子濃度也愈高。一旦頻率高過某一個臨界值之後，電波訊號就不再被電離層所反射回來，這個頻率稱之為臨界頻率（critical frequency）。科學家透過這樣的特性所建造出電離層探測儀（ionosonde），利用發射機自地面以掃頻的方式垂直朝向天際送出固定間隔頻率的電波訊號，再透過接收系統記錄下各個頻率訊號反射後傳回地面的時間。從訊號發射到反射後被接收的時間差，配合無線電波以光速傳播的假設條件，便可以概略得知電離層中反射電波訊號的高度。依所有頻率與電離層反射面高度對應關係所繪製的圖表，就是早期常用來研究電離層狀態的電離圖（ionogram）。最後，透過電波頻率換算出對應的電子濃度後，即可得到電子濃度隨高度的變化情形，而臨界頻率所換算得到的就是電離層最大電子濃度。

地球的大氣層若是透過溫度隨高度的變化，自地表開始往上可以區分成熟知的對流層（troposphere）、平流層（stratosphere）、中氣層（mesosphere）和熱氣層（thermosphere）4個主要區域。雖然在對流層中各種氣體的比例大致固定，但隨著高度逐漸上升後，因為對流混合作用逐漸減弱，中體氣體逐漸依照各自的分子量的差異形成上輕下重的分布狀態。同時，由於不同中性氣體被游離所需要的能量也不盡相同，因而讓電離層的電子濃度隨高度出現層狀結構，若利用電子濃度隨高度的變化區分，可以由底部向上分為D、E、F 3層。

電離層最底下的D層高度約距離地表60到80公里，這個區域在日間的最大電子濃度約為每立方公分 10^4 顆電子（#/cm³）。由於電子濃度較低，因此對於無線電波的影響較小。再往上為E層，距離地表約90到120公里，日間最大電子濃度約為 10^{11} #/cm³。120公里以上的部分則稱之為F層，最大電子濃度可達到 10^{12} #/cm³，是電離層中電子濃度最高的區域。白天的F層受到一些物理機制的作用，讓濃度的變化情形再細分成F₁與F₂層。日落後，缺少了太陽輻射持續供應游離中性大氣成帶電粒子所需要的能量，再加上D層和E層中的帶電粒子較為容易與中性大氣相互碰撞，造成帶電粒子再結合還原為中性氣體，導致電離層D層和E層的電子濃度在夜間會大量減少，甚至會在夜間消失不見。相對而言，在F層存在的高度，因為氣體的碰撞機率較低，帶電粒子不容易消散。即使是在夜間，電離層F層

仍然可以存在。也正因為F層日夜皆可存在，能夠持續反射電波訊號，因此對於無線通訊的應用相當重要。

能夠透過電離層F層反射的電波訊號主要多為高頻（短波）波段，頻率在3至30兆赫（MHz）之間，由於日夜幾乎都能夠進行通信而成為遠距離通訊的主力。當高頻電波訊號垂直朝向天頂發射時，受到電離層的反射後會垂直傳回地面。但若是將天線傾斜一個角度後再將訊號發射出去，透過電離層這個大自然的反射面，就能夠把訊號反射至更遠的距離形成越地平線通訊。如果電波訊號發射的功率夠強，當訊號經過電離層反射至地面後，還能夠再透過地表反射至電離層形成二次反射甚至是多次反射，訊息便可以傳播到更為遙遠的地方。如此一來，即使是遠在太平洋上空飛行的航機也可以透過這樣的特性，利用無線電訊號連繫在陸地上的飛航管制單位。如果你手上剛好有一台短波收音機，在臺灣也有機會接收到來自菲律賓、日本、韓國、美國或是俄羅斯的短波廣播訊號。

長時間的觀測資料顯示，電離層中的電子濃度可不是一年到頭都保持著同樣的分布狀態，高頻通訊的使用者可不見得時時刻刻都能夠與世界各地暢所欲言。電離層中的電子濃度除了隨著每天日出日落而有生成與消散的日變化以外，還會隨著季節的輪替及太陽活動的強弱而有著季變化、年變化與太陽活動週期變化。即便在同一個時間點，全球各地的電離層電子濃度也會因為地理經緯度差異而不同。使用無線電進行通訊的使用者需要掌握住電離層的變化情形，才能夠配合當時當地的電離層電子濃度適當地調整通訊所需的參數，達到最佳的通信品質。

由於電離層僅能夠反射特定電波頻率範圍，特別是受到電離層最大電子濃度的限制，而存在著通訊時可用的「最高可用頻率（Maximum Usable Frequency, MUF）」。當通信距離拉遠，訊號發射而去的方向與地面之夾角愈低時，最高可用頻率也會隨著角度減小而略微上升。實際進行通信作業時，為了要確保通訊品質，通常會改以最高可用頻率值的85%做為實際通信使用的頻率，稱之為「最佳運用頻率（Frequency of Optimum Traffic, FOT）」。例如：當兩地在某一個特定時間的最高可用頻率為10MHz時，則最佳運用頻率即為8.5MHz。利用電波通訊的使用者為了要知道某一特定時空的電離層狀態是不是適合進行通訊，多半會彙整過去的觀測資料，建構出一個概略的經驗電離層模型。像是常見的國際參考電離層模式（International

Reference Ionosphere model），就能夠藉由輸入幾個簡單的參數，模擬出特定時空的電離層概略狀態。透過這類經驗模式所得到的電離層概況，就能進一步計算出特定地區對於不同通信距離下「最佳通信運用頻率」以及「與世界各地最佳通信頻率」隨著世界時（Universal Time, UT）的變化，提供給無線電使用者參考。

電離層電子濃度的變化就如同天氣一般，屬於時間尺度較長或是範圍較大的一般性變化，能夠從長期觀測資料或是模式演算中找到一些變化趨勢，提早針對這些變化進行調整。但在通訊時刻當下的實際電離層狀態，還是得要透過電離層電子含量的觀測資料，才能夠提供最為即時的狀態。不過，由於地面的電離層觀測在設置上極為稀少，僅能夠提供相當有限的觀測資料，往往難以同時提供通信兩地的電離層狀態，甚至是建立即時的全球電離層電子濃度分布。

過去10年，臺灣國家實驗研究院國家太空中心所發射的福爾摩沙衛星三號，透過分散在任務軌道上的6顆人造衛星，提供了大量的電離層觀測資料。現階段雖然要累積數個月的觀測資料，才能夠讓科學家分析電離層電子濃度的長期變化，但也開啟了即時重建全球三維電離層電子濃度的可能性。未來幾年，國研院國家太空中心規劃以福爾摩沙衛星七號接替前述任務，送入太空的12顆人造衛星將要分布在2組不同傾角的任務軌道。預估可以提供比現今增加數倍的衛星觀測資料，讓作業單位有機會在較短的時間內建構出全球即時電離層電子濃度分布，甚至是配合發展中的數值模式進行電離層電子濃度分布預報，提供給使用者更為貼近實際狀態的參考產品。

除了一般性的變化以外，電離層中的電子濃度變化也是可能存在著空間尺度較小、變化時間較快的情形。電離層中這些類型的電子濃度變化，就像是天氣現象中的風暴、陣雨般的短暫而劇烈，因此被賦予「電離層太空天氣」的稱號。從過往的經驗與研究成果中發現，劇烈變化的電離層太空天氣，往往會對高頻無線電通訊造成顯著的影響。究竟控制著電離層太空天氣的主要因為何？而電波通訊又將會受到什麼程度的干擾呢？

在先前已經提到過，電離層中的帶電粒子是來自中性大氣粒子受到太陽輻射游離所產生，因此太陽輻射的強弱變化，也就成了直接影響電離層電子濃度的主因。除了太陽輻射的長時間的強弱變化，造就了電離層電子濃度的日、季與年變化以外，太陽輻射也

是會發生短暫且劇烈的增強造成電離層電子濃度瞬間上升。從每日的太陽觀測影像中可以察覺到，當太陽表面上出現太陽黑子時，意味著太陽表面上的活耀區也逐漸形成中。這些活耀區所釋放出的能量，會讓太陽輻射瞬間增強而形成所謂的「太陽閃焰（solar flare）」。在人造衛星觀測太陽的影像上，可以記錄到太陽閃焰發生時，留下一道明亮的光痕在畫面上。劇烈且短暫的太陽閃焰增強了太陽輻射，以光速的傳播速度前進，只耗費8分多鐘的時間，就能從太陽傳播到地球並影響電離層。

從美國大氣與海洋總署（National Oceanic and Atmospheric Administration, NOAA）的GOES人造衛星的X射線通量密度觀測資料中，也可以發現到在太陽閃焰發生後所造成的X射線通量密度增強情形。太陽輻射的增強，便能夠游離更多的中性氣體造成電子濃度的瞬間增強，影響電波傳播並造成通訊干擾。特別是波長介於0.1到0.8奈米（nm）的X射線，因為這個波段所具有的能量恰好能夠離化高度較低的中性大氣，造成電離層底部的D層電子濃度在短時間內瞬間增加。雖然電離層D層並不會直接反射高頻電波訊號，但是當電波訊號通過電離層D層時，還是會受到這個區域內的帶電粒子影響而衰減訊號強度。即便無線電波是透過電離層F層反射訊號，但因為電離層D層衰減了部分的電波功率，如果系統所發射的訊號功率強度不足，電波強度就有可能完全被衰減到無法順利被接收，造成通訊中斷的現象發生。隨著閃焰的強度逐漸增強，電離層D層中的電子濃度也會愈來愈多，會受到功率衰減影響的頻率也從較低的頻率逐漸增高，造成更為廣泛的使用者感受到通訊干擾。幸好，通常受到太陽閃焰影響的無線電通訊通常影響時間不會太長，一般影響的時間多半都在幾分鐘到數十分鐘（因通訊頻率不同而有所差異），只有極少數的事件才有機會干擾高頻通訊達數小時之久。

當電離層太空天氣產生劇烈變化時，也可以透過電腦模式計算出可能的影響的範圍與程度，讓使用者能夠評估高頻通訊所受到的影響。美國NOAA的太空天氣預報中心（Space Weather Prediction Center）就會提供即時的電離層D層電波吸收預測模式產品（D region Radio Absorption Prediction, DRAP）。這個模式是將GOES衛星所觀測到的X射線通量密度值輸入至模式中，配合太陽直射地球的位置即時計算出電離層D層電子濃度增加的情形以及對高頻電波通訊的影響。在全球產品中，圖上會顯示每個網格點上訊號強度有機會衰減

超過1dB的最高頻率。透過圖上的顏色變化，自黑紫色到黃紅色表示受到影響的頻率高低，說明在這樣的條件下高頻電波訊號受到太空天氣變化所影響的程度與範圍。對於一些例行性使用高頻電波通訊的作業單位或使用者，就可以藉由這樣的產品瞭解當下的通訊是不是受到太空天氣的干擾。也許可以適時地調整發射功率或嘗試切換成不同的通訊頻率，避免通信干擾或中斷，亦或是等待太空天氣的影響減弱之後再進行通聯。

除了高頻通訊以外，當頻率逐漸增加到超出了高頻波段的頻率後，電波訊號就不會再被電離層反射回地面，而是能夠穿透電離層朝向太空傳播而去。這樣的頻段，也就成了地面控制與太空中各種人造飛行器通訊的最佳選擇，讓人造衛星、太空梭、國際太空站和地面中心能夠相互溝通、傳輸指令或資料。雖然這些頻率較不容易受到電離層D層的電子濃度增加而衰減功率，但是當訊號通過電離層時，就如同光線入射至不同介質中而產生的偏折現象般，電波訊號也會受到帶電粒子的影響造成傳播路徑偏折。隨著電子濃度的增減，路徑偏折的程度也不相同，小角度的偏折可能會導致接收到訊號功率降低，大角度的偏折可能會讓設備完全接收不到訊號。更何況電離層裡的帶電粒子不管是在水平或是垂直方向上都不全然是均勻分布，有時候會出現濃度特別低而宛如空腔的結構，有時候也會存在著電子濃度高低交錯如同波浪般的不規則分布。前者的現象稱為電漿泡（plasma bubble）或稱電離層不規則體（ionospheric irregularity），後者則稱之為電離層移行擾動（traveling ionospheric disturbance）。兩種現象雖然在尺度和成因上不盡相同，但當無線電波穿過這類帶電粒子濃度劇烈變化的區域時，都會因為電子濃度的劇烈變化而讓電波傳播路徑發生多次的偏折，最後讓訊號無法直接傳播到接收端，導致接收到訊號強度忽強忽弱或是中斷消失。這樣的現象，就像抬頭仰望夜空時會看見天上星星的亮度受到大氣折射率影響而出現明暗交替的現象，因此又稱之為「閃爍現象（scintillation）」。

當然，太空天氣除了會影響一般所認知的語音與影像的無線電通訊外，也影響著一種與我們生活愈來愈相關的電波訊號—衛星定位訊號。全球導航系統衛星（Global Navigation System Satellite, GNSS）散布在地球外圍的軌道上，自兩萬多公里的高空不停的向四面八方發送帶有特殊編碼的訊號，當手上的衛星定

位設備收到這些可能來自美國的全球定位系統（Global Positioning System, GPS）、或是歐盟所發展的伽利略（Galileo）系統，亦或是俄羅斯的GLONASS系統的訊號時，就可以透過這些衛星所送出的編碼內容計算出訊息自衛星發射後傳至接收機所需要的時間。當接收機掌握多顆衛星的訊息後，便可以計算出接收機的所在位置並達到定位的效果，有的機器甚至還可以進一步計算出接收機的移動速度或是透過衛星訊息校正系統時間。

在沒有劇烈太空天氣影響時，現今的衛星定位設備多半能夠透過內建的晶片解算來避免電離層對於定位精準度的影響。但是當電離層受到太空天氣異常而出現劇烈變化時，由於電子濃度分布不均或迅速增強，訊號發生路徑偏折或是閃爍現象時，嚴重時還會造成接收設備無法持續鎖定同一顆GNSS衛星，造成定位失敗。就算能夠持續接收到定位衛星訊號，也會因為折射後傳播路徑增長，導致解算後的時間差量增加。增加的時間差，就會讓系統所計算出的定位資訊多出了數公分到數公尺的偏差量。帶著偏差量的訊息讓定位結果失準，無法提供精確的資訊。對於行駛在道路上的車輛、航行在洋面上的船隻或是即將降落的班機，都有可能因為這些增加的偏差量而發生意外。因此太空天氣不單單只是影響高頻通訊以外，也極有可能因為量測結果缺乏準確性而對運輸、國防、量測等作業造成影響與危害。

雖然在你我今日的生活當中，高頻無線電通訊已經鮮少會使用到，科學家卻利用這項技術發現了電離層，進而展開對太空環境與太空天氣的探索。太空天氣雖然是近十幾年來才新興的名詞，不只單單關注在電離層電子濃度的變化，還包括了太陽活動、高能粒子輻射、太陽風與行星際磁場等的變化現象，更包含了近地太空環境與地球磁層、電離層彼此之間交互影響後的結果。即便傳統的無線電通訊已不再扮演著主要的通訊的媒介，但在生活當中，當你打開電視、啟動車上的衛星導航、甚至是搭乘飛機時，還是有著許多需要用到無線電波通訊的事物。一般的天氣變化會直接讓人感受到對日常生活的影響，太空天氣變化也許對你我來說還只是個新奇且無關緊要的事件。不過，這些無法直接看到及感受到的現象變化，都有可能對通訊、定位與導航有著顯著的影響。下回要進行高頻無線電通訊或是要透過衛星定位導航前，除了確認好自己的裝備是否都已經妥善以外，也別忘了查

查看今天的太空天氣有沒有劇烈變化。萬一通訊或定位的過程中，受到嚴重的干擾而出現異常時，也別慌張地檢查設備有異常，說不定此時正有著劇烈地太空天氣變化影響著你。

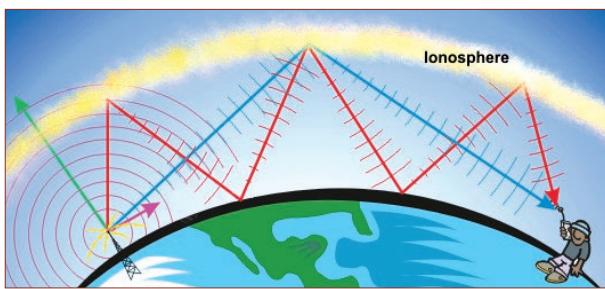


圖1 無線電波在大氣中傳播，可能會穿透大氣層，也可能會被電離層反射而傳播至更為遙遠的距離。訊號發射的角度與功率、電離層的濃度等等，都是影響電波傳播的關鍵。

資料來源：NOAA

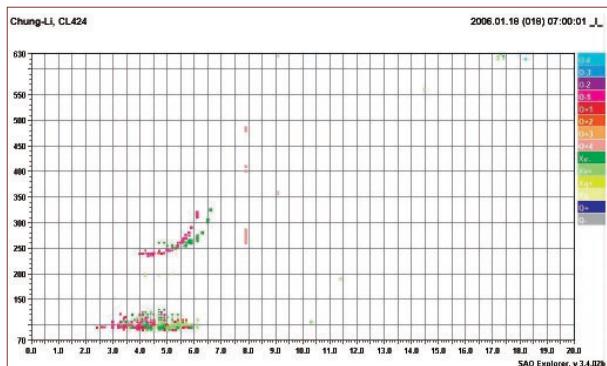


圖2 透過電離層探測儀所記錄的電離圖，圖為2006年1月18日世界時07時觀測到的臺灣地區電子濃度分布。電離圖中之高度稱為虛高，是假設無線電波以光速傳播，並藉由自發射後到電波反射被接收所需的時間差所得到的反射面高度。

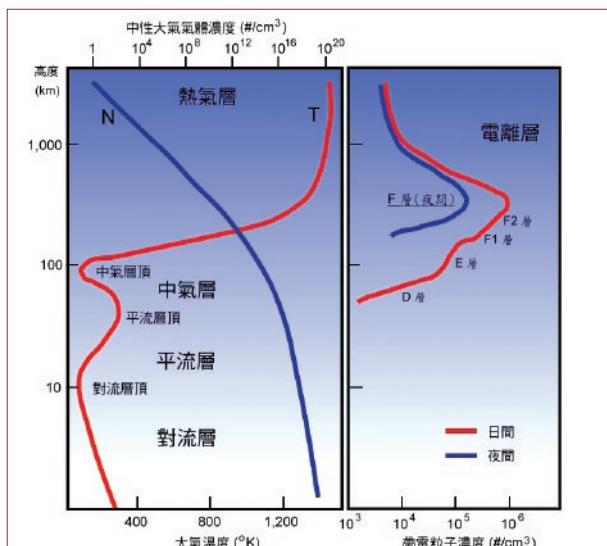


圖3 地球大氣層與電離層的分層示意圖。左側為中性氣體密度與按照溫度變化的大氣分層，右側則為日間與夜間的電離層分層情況。

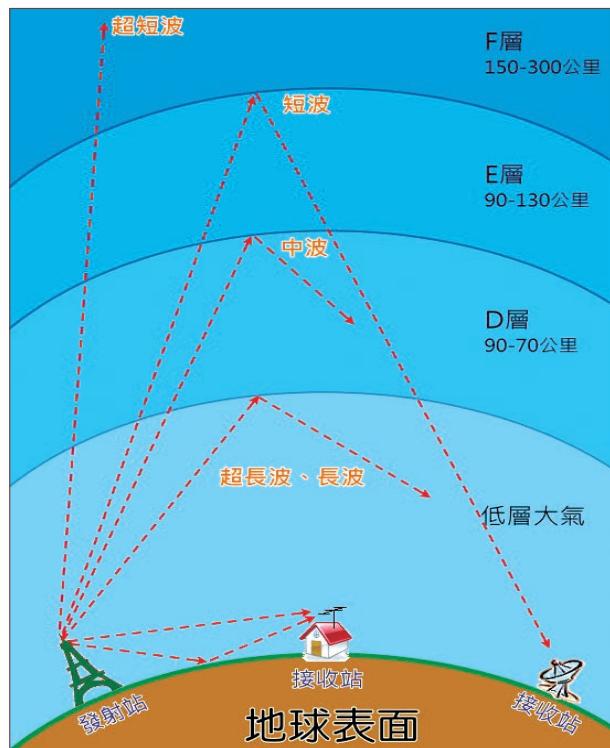


圖4 無線電通訊與電離層反射各波段示意圖。實際反射條件與發射傾角、電離層電子濃度分布有關。

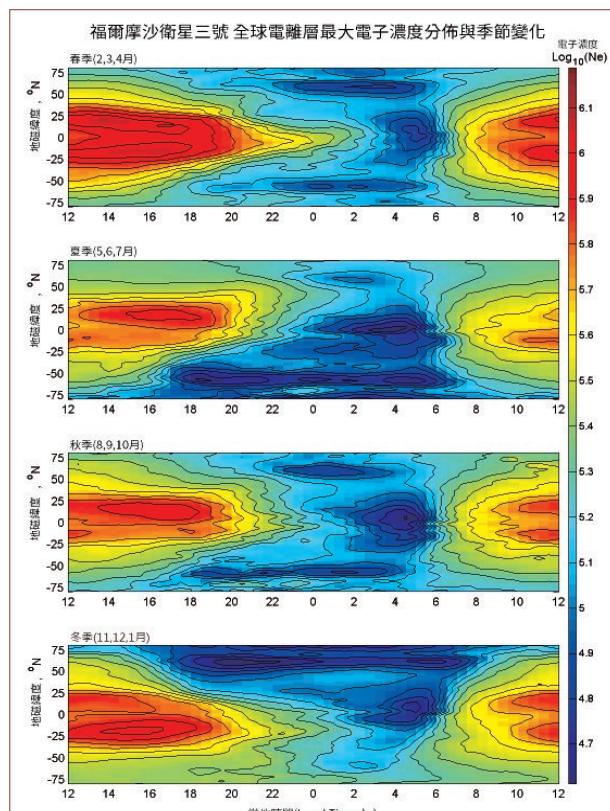


圖5 利用臺灣福爾摩沙衛星三號電離層掩星觀測資料，透過三個月累積的觀測資料所得到之全球電離層最大電子濃度隨地磁緯度與當地時間的分布狀態與隨季節之變化。

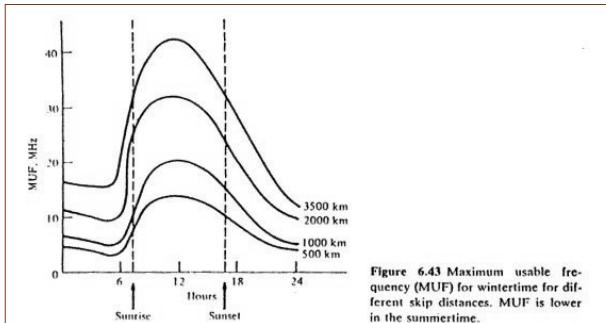


圖6 ◀ 不同通信距離下的高頻通信最高可用頻率範例。

資料來源：R. E. Collin, *Antennas and Radiowave Propagation*, McGraw-Hill, 1985

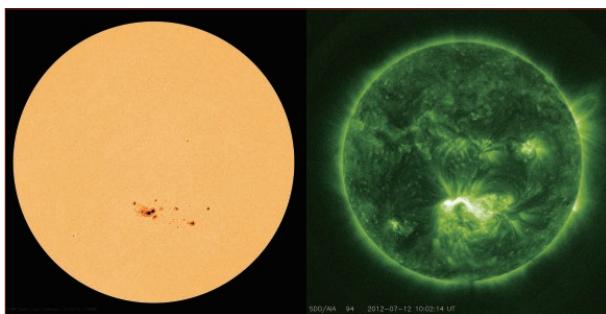


圖7 ◀ 美國NASA的SOHO（Solar and Heliospheric Observatory）人造衛星在2012年07月12日所觀測到的太陽黑子與利用19.1奈米波段所記錄到位於太陽黑子對應位置的太陽表面活耀區。

資料來源：NASA&ESA/SOHO

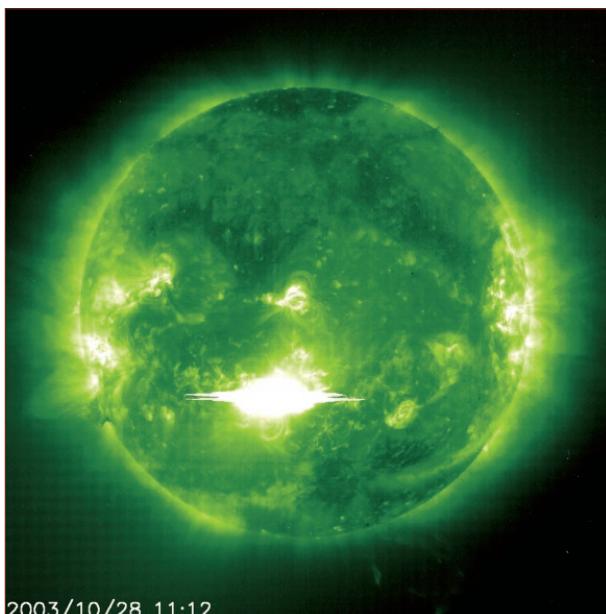


圖8 ◀ 美國NASA的SOHO（Solar and Heliospheric Observatory）人造衛星在2003年10月28日所觀測到強度等級為X17.2的太陽閃焰，此為有觀測紀錄以來第二強的太陽閃焰事件。

資料來源：NASA&ESA/SOHO

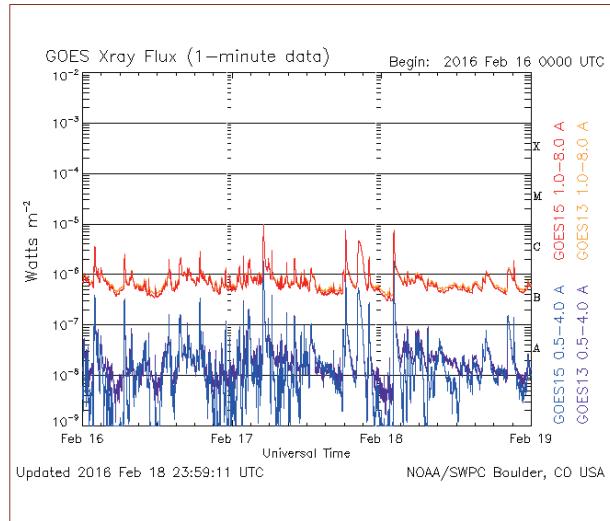


圖9 ◀ 美國NOAA的GOES-13和GOES-15兩顆人造衛星所記錄到的X-ray輻射通量密度變化。左側座標為輻射通量密度值，右側座標值為對應的太陽閃焰強度等級。

資料來源：NOAA/SWPC

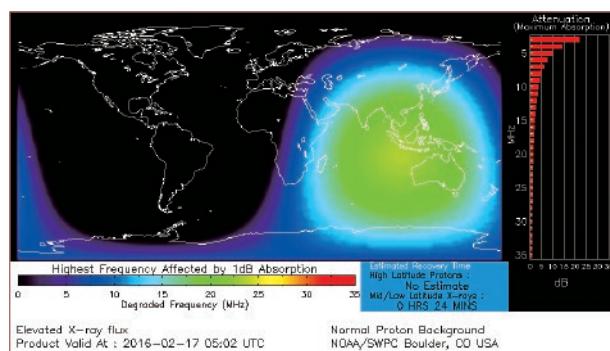


圖10 ◀ 隸屬美國NOAA的太空天氣預報中心（SWPC）所提供的電離層D層電波吸收預報產品。此為對應2016年02月17日臺灣時間13時所發生的太陽閃焰事件，可以從顏色分布的範圍，得知影響的範圍與頻率。以臺灣地區為例，影響的頻率可達20MHz，幾乎涵蓋了常用的高頻通訊頻率範圍。

資料來源：NOAA/SWPC

（作者為中央氣象局科技中心 博士後研究員）

天網恢恢、疏而不漏

電波監測系統對防範電子舞弊勤務效率之提升

■ 陳敏雄

一、前言

隨著無線電技術日新月異，設備推陳出新，器材小型化，易於攜帶隱藏，無線電通信器材遭不法之徒利用於考試舞弊，考試單位為求考試公平，且因無專業電波偵測技能及設備，故常洽請國家通訊傳播委員會（以下簡稱本會）協助電波偵測，以杜絕考生投機舞弊之不法行為。本會基於行政一體與行政機關相互協助精神，配合指派電信監理人員攜帶手持式電波偵測設備，並出動電波偵測車，偵測考場異常電波，以防杜透過無線電通訊從事考試舞弊。以下就防範電子舞弊勤務作業介紹如下：

二、本會防範電子舞弊勤務設備之演進

- (一) 利用頻譜分析儀事前記錄考場電波背景，列印紙本頻譜圖（如圖1），考試當天持續比對考場有無異常訊號，此種方式純屬人工作業，除比對速度慢外，操作人員亦容易疲勞，故效率無法提高。
- (二) 為增進考場電波背景比對之效率，電波監測車升級後具備建立電波背景波罩及自動比對，並有告警功能（如圖2），大大提升勤務效率。
- (三) 對新世代電波監測系統之期許

本會新世代電波監測系統在處理電波干擾及防範電子舞弊勤務上，預期將能設定頻率分段自動掃描、比對、告警及記錄信號調變方式及解調（若可解調）

錄音，達到精確偵測異常訊號頻率、分析訊號內容之目的，可提升勤務效能。

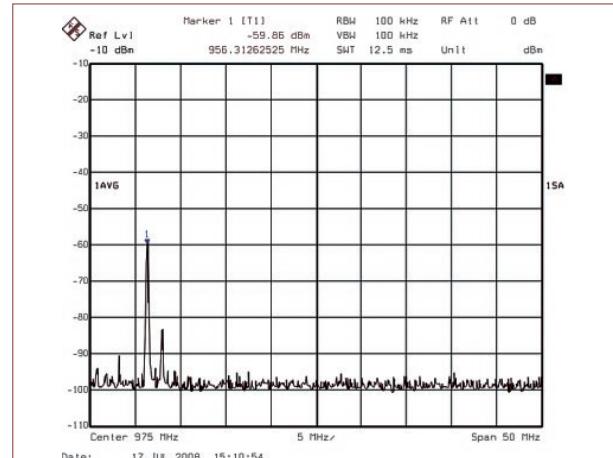


圖1 ◀ 考前記錄考場背景並列印以供考試期間比對



圖2 ◀ 電波背景波罩及自動比對之操作畫面

三、電子舞弊的流程

(一) 利用無線電針孔攝影機、發射器，於考試開始時將考題以影像方式傳出，或利用槍手，將選擇題答案或申論題試題抄寫，於考試出場時間一到，即迅速離場（如圖3）。

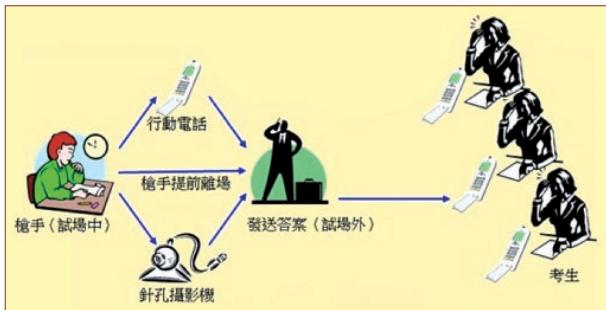


圖3 ◀ 各種將考題傳出方式

(二) 資料彙整送至舞弊集團後，經舞弊集團接收解答後再將答案利用無線電發射器傳給考場內的考生作答（如圖4）。



圖4 ◀ 答案傳知考生方式

四、電子舞弊使用之器材

(一) 使用針孔攝影機舞弊（如圖5）可在考場外接收傳出考題



圖5 ◀ 無線針孔攝影機

(二) 利用行動電話網路（如圖6）接收解答

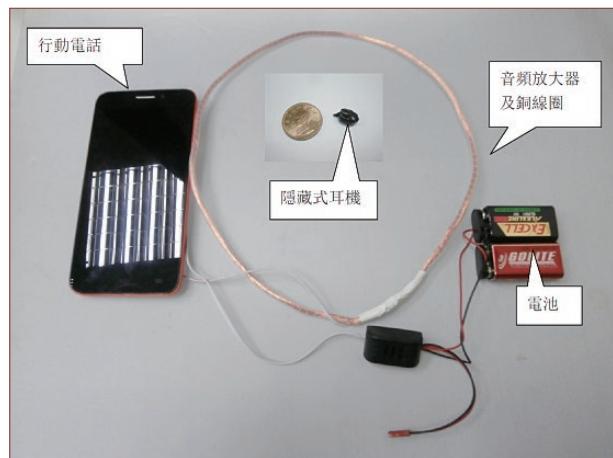


圖6 ◀ 利用行動電話網路舞弊物品

五、本會協助防制措施

(一) 本會勤務人員派駐以各考區（北中南等區）主考場為原則，同考區其他考場視考試主辦單位「狀況通報」輔以機動支援（如圖7）。



圖7 ◀ 電波監測車考試期間監測異常電波

(二) 勤務人員利用電波監測車於考前先至各考區之主考場量測電波背景環境，並記錄頻譜圖、頻道占用等資料，考試當日隨時監測並做交叉比對有無異常訊號。

(三) 若疑有電子舞弊情況，將巡場進行訊號偵查工作（如圖8）。

(四) 實例：使用手持式設備至試場進行訊號偵查若發現有可疑行動電話手機信號時（如圖9），立即予以信號測向，並適時輔以耳機信號偵測器偵

測，來找尋信號的來源，曾發生舞弊之案例如98年中油考試、99年基層特考（如圖10、圖11）。

六、結語

無線電波偵測僅是防範考試舞弊之一部分，由於行動通信終端設備可以做到相當精巧短小，所以在資料蒐集傳遞都很不容易偵測，考試主辦單位除透過本會協助遠場偵測外，應加強對監考人員的訓練，要

求監考人員細心觀察，一旦發現考生舉止有異，立即通知執勤人員進行近場偵測，考試主辦單位亦宜針對考生的背景資料進行分析，對於已通過考試者、屢次報考者及異常提早交卷者進行研判、情蒐、觀察、監控，方能有效打擊舞弊，維持考試的公平性。●

（作者為北區監理處技正）



圖8 ◀ 使用手持式設備至試場進行訊號偵查工作



圖9 ◀ 考場不應出現行動電話手機信號



圖10 ◀ 98年中油考試舞弊器材（感應式線圈、音頻信號放大器及束腹帶）

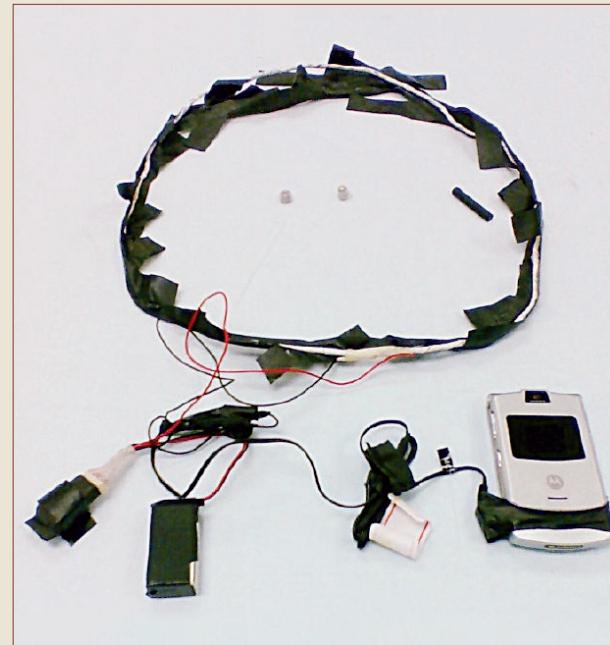


圖11 ◀ 99年基層特考舞弊器材（線圈、行動電話及隱藏式耳機）



跨越空間、迎向新世紀里程碑

NCC無線電波監測系統之發展與運作成效

■ 北區監理處電波監測科

一、前言

無線電波因具有機動便利及無需布線即可輕易跨越空間傳播等特性，因此成為近代通訊科技發展極為重視之技術。我國於電信自由化後，各式無線電產品推陳出新，因各類無線通信應用皆需使用頻率資源，如何有效分配及管理電波頻率，並求得無線電波之有效和諧共用，以發揮頻譜資源之最大效益，則成為極重要之議題。

為因應電波及頻譜管理需求，前電信總局乃依據國際電信聯合會之規範，著手規劃辦理「電波偵測能量計畫」，致力建立我國電波監測能力。藉由建立全國電波監測網及配合頻譜管理分配，掌握全國電波使用之動態，維護電波使用秩序，避免相互干擾及保障合法使用，並透過國際電波監測系統積極參與處理國際性之電波干擾事項。電波偵測能量計畫主要目標如下：

- (一) 維持我國空中電波秩序，維護合法無線電通信品質。
- (二) 監測無線電臺之作業及電波品質是否合於規定，以免干擾其它電臺。
- (三) 偵測非法電臺並予以取締，解決電波干擾問題。

(四) 掌握全國電波使用狀況，提供頻率指配必要之資料，提高無線電頻譜之使用率。

(五) 協助處理國際電波干擾事件，克盡國際義務，提升我國國際形象。

(六) 配合國際間電波科學之合作觀測及研究事項，藉以提昇我國監測技能及國際地位。

該計畫規劃之初預計設立34處電波監測站，為爭取時效以期早日完成全國無線電波監測系統，因此將計畫分為5階段循序進行：

- (一) 第一階段建立無線電頻譜監測系統主架構：包括15處固定監測站、3部行動監測站、3處區域管理中心及1處全國管理中心。
- (二) 第二階段建立無線電定向系統輔助架構：於適當地點架設無線電定向系統，包括3處區域中心、14處固定監測站及6部行動監測站。
- (三) 第三階段建立頻譜管理系統：藉由各種科學技術及管理方法，增進無線電頻譜之管理與重覆使用，使有限的頻譜資源發揮最大使用效率。
- (四) 第四階段完成高頻電波監測系統：於臺灣本島北部及南部興建高頻電波監測站各一處，辦理高頻電波監測任務。

(五) 第五階段完成電波監測站集中安全監控系統：建置自動化監控系統，以維護各電波監測站安全，確保系統正常運作。

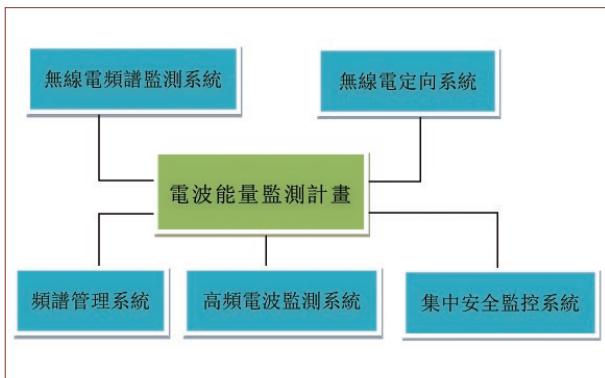


圖1 電波能量監測計畫5階段工作內容

國家通訊傳播委員會（以下簡稱本會）於民國95年正式成立之後，通訊傳播相關法規及業務，其職權原屬交通部、行政院新聞局、交通部電信總局者，主管機關均變更為本會。因此，與無線電波監測系統相關之業務與維運續由本會辦理，期能藉由此系統之有效運作，確保無線電頻譜資源之合法、有效運用。

二、無線電頻譜監測系統介紹

(一) 系統介紹

本系統在臺灣本島及澎湖地區共設置1處全國管理中心、3處區域管理中心、15處固定監測站及3處行動監測站，站臺位置設置於臺灣本島及離島。全國管理中心負責系統監督、控制與管理，北、中、南三區管理中心則負責監督、控制轄區內固定監測站及行動監測站之運作，站臺位置及系統架構如圖2、3。



圖2 無線電頻譜監測系統站臺位置圖

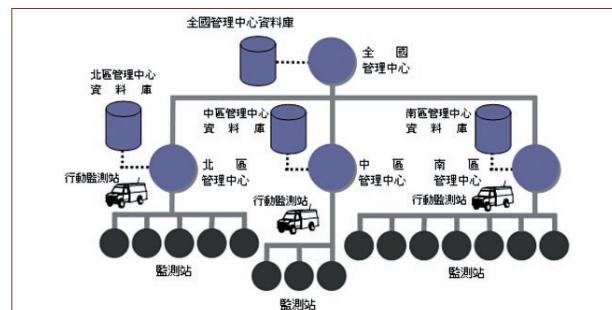


圖3 無線電頻譜監測系統架構圖

(二) 系統功能

- 監測頻率範圍：甚低頻至特高頻（10 KHz ~ 2.7 GHz）。
- 固定監測站全天候監測轄區內之電波使用狀況，藉由電信網路連結，將頻譜監測資料傳送至各區域管理中心。
- 行動監測站提供固定監測站電波無法涵蓋之區域及地形特殊狀況下之監測資料，以彌補系統監測死角。
- 管理中心自動分析監測資料，辨別監測信號之場強值、調變方式、頻帶寬度等相關通信特性，製作頻譜監測報表，供頻譜規劃之參考。
- 經由監測信號之通信特性與無線電頻譜證照資料庫比對，檢驗合法電臺作業是否符合規定，必要時即刻通知改善，以維持無線電通信品質，避免干擾其他電臺。
- 配合地理資訊系統，於地圖上標示偵測目標之位置，提供電波干擾源或非法使用者之訊息並適時處理，以維護電波秩序。
- 頻率監測：針對已知頻率之無線電站臺，自空中截取信號後，量測頻率之偏移量，占用頻寬、電場強度以及發射功率。於管理中心可監測電臺作業是否符合規定，並可經由Audio Matrix將音頻信號輸出以研判該頻段之通信是否有干擾現象。



圖4 頻率監測功能操作畫面

8. 頻率掃瞄：針對特別選定之通訊頻率，可長期監測其信號強度，並以不同顏色之動態螢幕顯示。監理人員可輕易掌握信號特性，研判該信號是否來自持續性發射之站臺，以及該站臺之發射功率是否符合核定之標準。

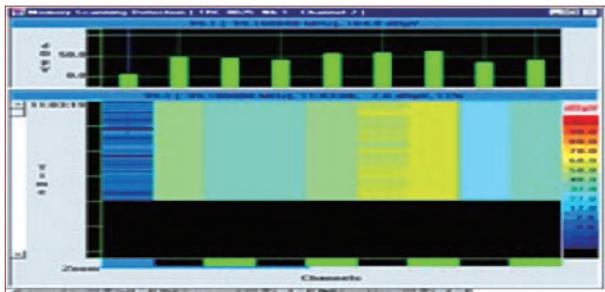


圖5 ◉ 頻率掃瞄功能操作畫面

9. 即時定位：頻譜監測系統除了具備監測功能外，亦可執行定位任務。固定監測站量測目標物之方位角資料經網路回送至區域中心後，利用三角定位之方式可估算出目標物之位置，並於監控螢幕上以電子地圖之方式顯示出遙控站臺及目標物之位置。

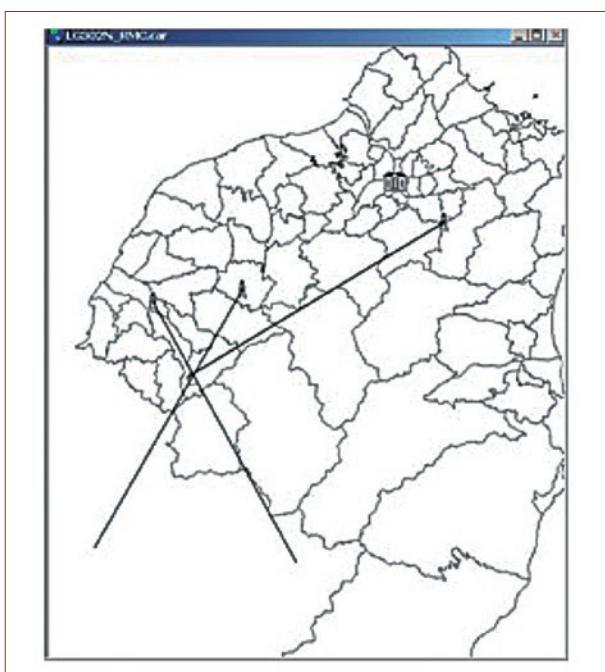


圖6 ◉ 即時定位功能操作畫面

三、無線電定向系統介紹

(一) 系統介紹

本系統於設計之初共規劃臺灣本島及澎湖、金門

離島地區設置17個固定監測站及6部行動監測站，並於北、中、南三區各設立區域控制中心以監督、控制轄區內固定監測站及行動監測站之運作，站臺位置及系統架構如圖7、8。

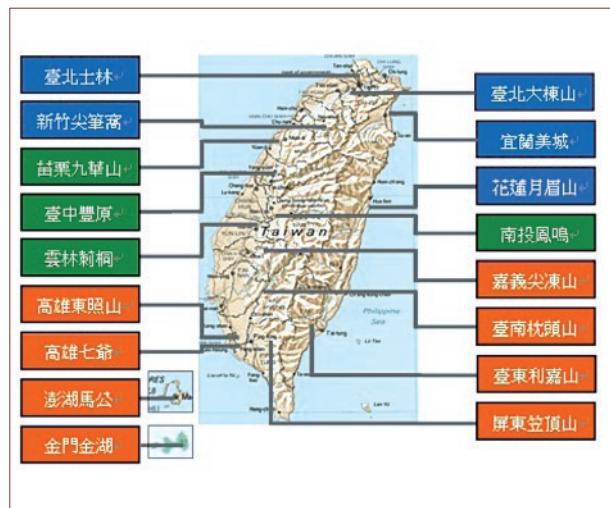


圖7 ◉ 無線電定向系統站臺位置圖

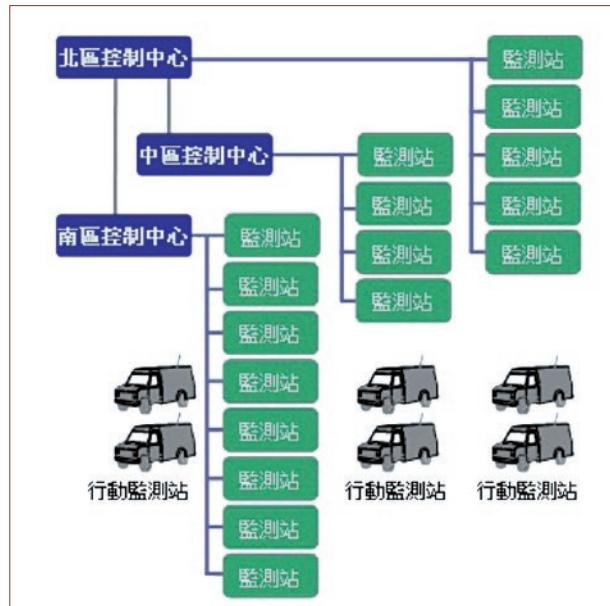


圖8 ◉ 無線電定向系統架構圖

無線電定向系統功能：

1. 監測頻率範圍：高頻至特高頻（20 MHz ~ 3 GHz）。
2. 訊號量測：利用一個固定或行動監測站針對特定頻率來量測其頻率、調變、場強、頻寬及方位角。

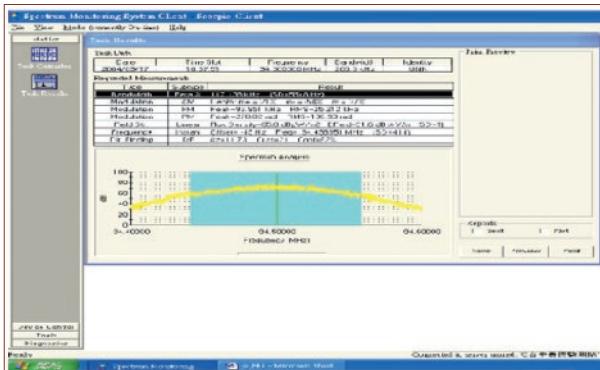


圖9 訊號量測功能操作畫面

3.方位定位：利用一個固定或行動監測站針對特定頻率之信號源來量測其發射方位。

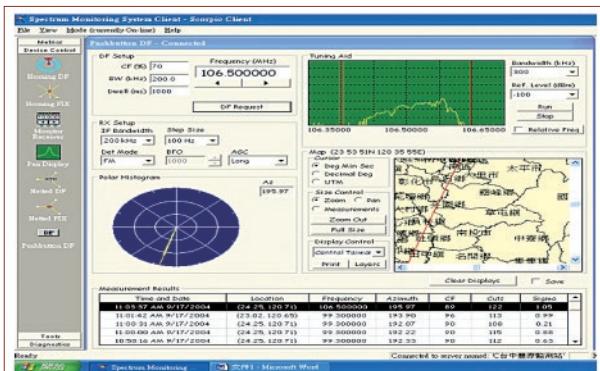


圖10 方向定位功能操作畫面

4.固定監測站交測定位：同時指派兩個以上之固定監測站，針對欲監測之頻率執行定向作業以偵測發射源之方向，待控制中心接收到固定監測站所回報之發射源方向資料後，即可利用三角定位法估算發射源之可能位置。

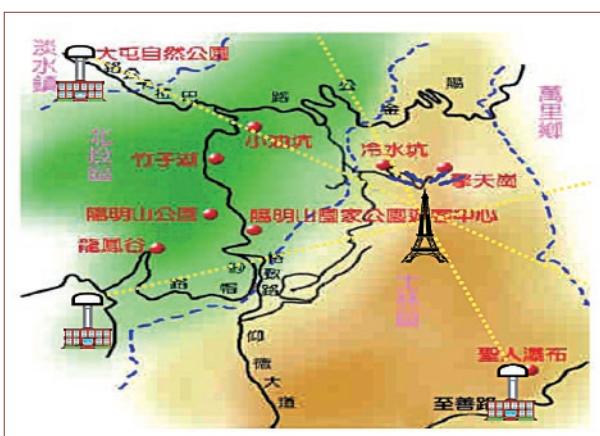


圖11 固定監測站交測定位功能操作畫面

5.固定監測站及行動監測站聯合定位：信號源受地形遮蔽無法以二個以上之固定監測站執行交測定位時，利用一個固定監測站配合一部行動監測站，藉由行動監測站之機動性以克服地形障礙執行交測定位。



圖12 固定站及行動站聯合定位功能操作畫面

6.行動監測站信號源定位：由一部行動監測站連續移動兩個以上之偵測點，並於其停留之處對同一頻率進行定向作業，每一偵測點所測得之發射源方向線，可估算出發射源之可能位置。行動監測站並可依據所估算出之發射源位置逐步趨近以縮小偵測範圍直到找到發射源為止。

7.移動信號源追蹤：利用固定或行動監測站對移動信號源連續偵測來追蹤其移動軌跡進而找出發射源所在位置。

8.自動違規偵測：利用固定或行動監測站對其所監測到之發射源與資料庫中已立案之電臺資料做比對，自動判斷出所監測到之發射源是否為合法電臺或非法電臺。

9.頻譜占用：監測所設定頻段內之各頻道，其占用對時間、占用對頻道、訊息對頻道及場強對頻道之資訊，以作為未來執照核定之參考。

四、頻譜管理系統介紹

(一) 系統介紹

頻譜管理之目的在於維護頻率之使用秩序，增進頻率使用效率、確保通信品質，並進一步積極開發頻譜所蘊含的經濟價值。因此頻譜管理在資訊時代中，代表的不僅是通信媒介管理上的意義，更有積極促進資訊化社會的功能。

電波監測網之建立雖可掌握全國電波使用狀況，但仍須與現有的合法使用頻譜資料進行比對，研判監測到的電波是否為已註冊使用之合法電波。頻譜管理系統即是藉由各種電波科學技術及管理方法以建立頻譜管理機制，增進我國無線電頻譜之管理與重覆使用，使有限之頻譜資源發揮最大效率，進而達到頻譜和諧共用目的。

本系統之管理架構包括頻譜規劃、設備認證、證照管理等資料庫之建立，頻率指配、電波傳播、干擾模擬分析等技術項目，並包含電波監測資料處理與證照、認證、頻率使用費等電信監理相關事項之處理。

(二) 頻譜管理系統功能

1. 頻譜規劃：依據國際電信聯合會之規範及我國頻率指配之程序，從事相關頻率指配之規劃、編輯、存取等管理作業，建立管理我國頻譜分配、頻道指配等頻譜規劃事宜，並可繪製我國頻譜分配圖。
2. 微波鏈路、衛星、點對點通信業務之技術分析：微波通信網是最經濟之網路通信架構，微波點對點通信鏈路分析包括路徑損失、可行性評估、微波通道指配、干擾分析等功能；並可於螢幕上直接顯示鏈路分析結果，經由互動式之人機介面達到最佳之微波鏈路規劃。
3. 廣播業務之技術分析：今日廣播頻率之規劃不僅要達成單一站臺場強或干擾評估，更進一步需要在高度占用之廣播頻譜中找出可用之頻段，配合人口分布資料，地形、地物特性；並引入適當的電波傳播模式及協調機制，有效規劃廣播電臺的播音範圍，充分利用廣播頻譜。
4. 陸地行動臺業務技術分析：行動通信是目前發展快速的無線通信技術，基地臺之分布及電波涵蓋範圍攸關行動通信品質之好壞。本分析模組係依據行動通信頻率規劃原則，通信網效益，結合地形、地物資料與電波傳播模式，從事行動通信網之頻譜規劃作業。
5. 電波監測分析：頻譜管理系統除了處理頻譜規劃、頻率指配、干擾分析外，亦可分析監測系統之監測資料，瞭解空中電波之實際運作情形，研判無線電使用者之電波發射特性是否符合規定，並且可作為頻譜規劃與頻率指配成效評估之參考，供做修正頻譜規劃及頻率指配之依據。

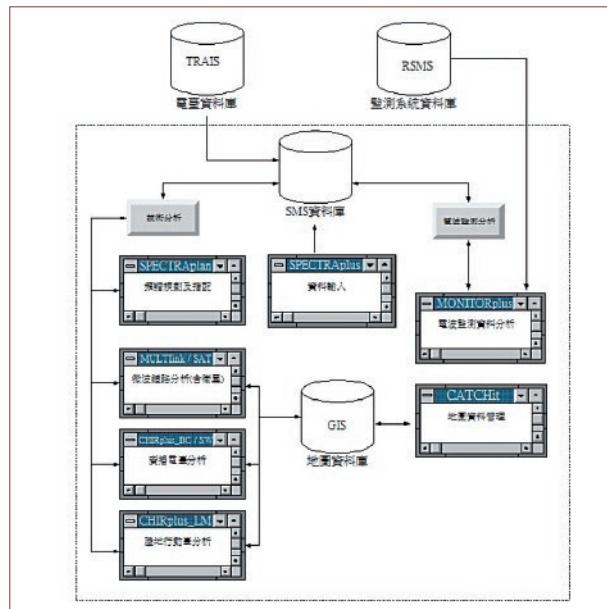


圖13 ◉ 頻譜管理系統功能及架構

五、高頻電波監測系統

(一) 系統介紹

本系統係針對高頻（HF）頻段之掌控及維護電波使用秩序而建置之監測及定位系統，提供有效掌握臺灣地區高頻無線電波之使用狀況，並確保我國頻譜資源及維護高頻通信環境。

高頻電波監測系統包含二個監測站，分別設於桃園市觀音區崙坪里及屏東縣潮州鎮南州。監測站依據任務需求，從事電磁波訊號之擷取、監測、量測及測向等作業，並將蒐集到之資料回報區域管理中心；各區域管理中心則從事系統作業管理、監測及測向任務指派，資料彙總與電波發射源定位等工作。

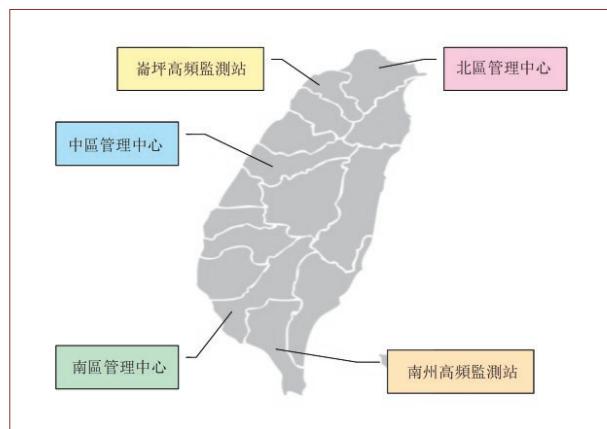


圖14 ◉ 高頻電波監測系統站臺位置圖

(二) 系統功能

1.電波監測及定位：針對臺灣地區及四周1500公里以內之高頻電波頻率進行頻譜監測及發射源定位。

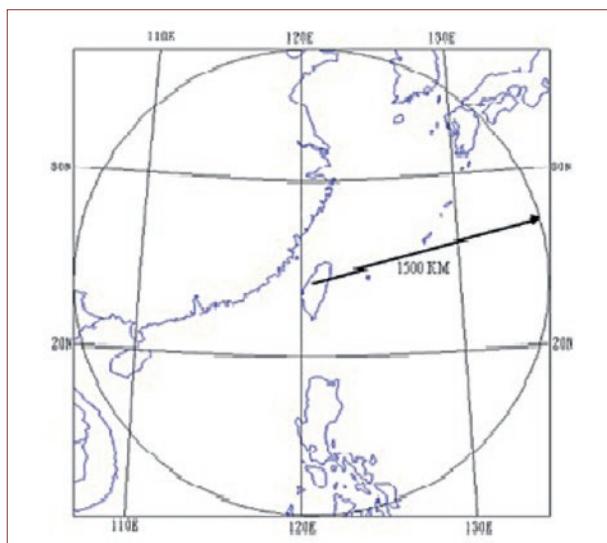


圖15 ◉ 高頻電波監測涵蓋範圍示意圖

2.可配合監測國際間之高頻電波訊號，協助干擾源之查測及排除。

六、電波監測站集中安全監控系統

(一) 系統介紹

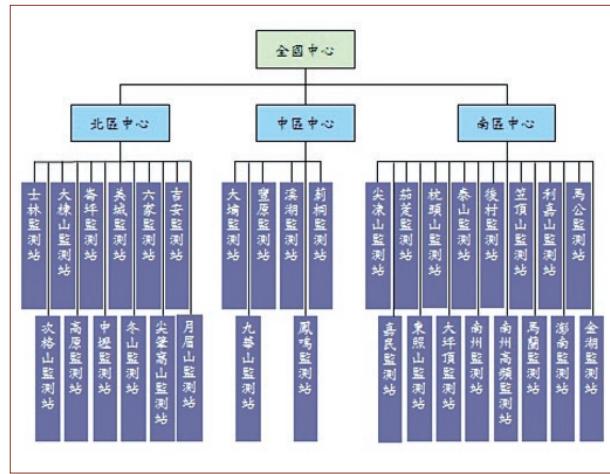


圖16 ◉ 電波監測站集中安全監控系統架構圖

因電波監測站臺遍布全國各地，多處站臺更處山區偏遠地區，交通極為不便而造成維護困難。為節省維運之人力物力暨考量站臺安全維護，乃建置電波監測站集中安全監控系統，將遠端站臺相關門禁、火警、煙霧、

溫溼度及監視影像等訊息傳送至各處監控中心集中監控管理，並依現場狀況適時發出告警資訊，以確實掌握各地機房實際運作情形，有效管理並保障站臺安全。集中安全監控系統係採階層式架構，包含1處全國安全監控中心，3處區域安全監控中心及34個遠端站臺系統。

(二) 系統功能

由遠端站臺系統24小時全天候監視機房運作狀態，並將各監控項目經由通訊網路傳送回監控中心進行集中式安全管理，依設定條件適時發出告警訊息，提供及通知站臺維護管理人員作必要之處理。其主要監控內容如下：

- 一般監控項目：火警、煙霧偵測、門窗狀態感知、門禁警報管理、溫溼度偵測、市電偵測、不斷電系統監控、網路狀態偵測、機房門禁攝影等。
- 特殊監控項目：溫溼度控制、發電機狀態偵測、油槽液位偵測、既有監測設備之不斷電系統控制、既有攝影系統整合等。



圖17 ◉ 集中安全監控系統即時告警畫面

七、無線電波監測系統效益

各電波監測系統於正常維運下，可發揮之效益說明如下：

- 掌握空中電波動態，維護電波秩序：藉由各監測站臺及管理中心之運作，可隨時監測空中電波動態，量測電波頻率、頻寬、場強、調變等電波特性，掌握全國電波之使用狀況，提供頻率分配之必要資訊，遇有違規使用無線電波狀況時，可參考監測結果予以糾正，維護電波使用秩序。

- (二) 偵測異常電波，減少電波干擾：異常之無線電波不但干擾無線電通信，嚴重者亦會影響社會治安及飛航安全。本系統於電波監測網中查測到異常電波訊號時，可利用天線陣列及信號分析技術，偵測出異常電波發射源位置，即時糾正違法者之行為，確保合法電波使用者之權益。
- (三) 頻譜規劃、分配及指配之自動化：藉由電波科學技術及管理方法建立頻譜管理機制，結合理論與實測資訊，於高度占用之頻譜中規劃出完善的頻譜分配與指配，增進我國無線電頻譜之管理與重覆使用，使有限之頻譜資源發揮最大之效益，進而達到頻率和諧共用之目的。
- (四) 協助處理國際電波干擾，提升國際形象：無線電頻譜為世界共有之資源，且電波之傳播無國界之限制，國際電波監測系統除可積極參予協助處理國際性之電波干擾事項，克盡國際成員義務，並可促進國際電波監測合作測試與交流，提升我國電波管理之國際形象。
- (五) 協助犯罪偵查，維護社會治安：警方於犯罪偵查過程中，如已查知嫌犯藏匿之可疑地區時，可利用本系統進行無線電通信發射源之偵查，取得必要資訊，縮小警方偵查範圍。

八、電波監測任務執行成果

電波監測系統建置完成後，使主管機關在偵測非法使用電波及干擾案件之查處效率大為提升。尤其在90年初，未立案電臺之非法播音行為，不僅損害社會大眾及合法廣播電臺業者權益，更影響飛航安全，干擾軍警勤務通信，挑戰政府執法公權力。本會三區監理處利用電波監測系統，協助定向、偵測，並取締了1仟多臺次非法電臺，保障民眾權益。

該系統亦可針對航空頻道、調頻及調幅廣播電臺、無線電視頻道、飛航頻道等進行嚴密監測，即時掌握有無異常電波干擾等狀況。

此外，憑藉著高頻電波監測系統絕佳靈敏度（涵蓋臺灣1500公里內之150瓦以上發射源皆可達定位及監測），本會監理處協助查處多件國際電波干擾案件，不僅維護高頻通訊環境，並適時處理國際電波干擾事件，善盡我國國際責任。

表1 ◉ 91~102年度本會對未立案電臺取締臺數

年度	取締臺數	累計取締臺數
91	193	193
92	74	267
93	53	320
94	96	416
95	70	486
96	139	625
97	171	796
98	105	901
99	98	999
100	34	1033
101	18	1051
102	1	1052

自102年3月5日起即無非法廣播電臺播音情事

九、結語

隨著科技設備日新月異的演進，且配合因應通訊傳播數位匯流發展趨勢，電波監測的功能及監測內容亦邁入另一階段，本會「電波能量偵測計畫」所建置之電波監測系統，即將交棒給新世代電波能量監測系統，期待能因應時代需求，建構一新型且符合數位化、寬頻化及超高頻化功能取向之電波監測系統，以利形塑優質的無線寬頻資訊社會，並促進通訊傳播產業之健全發展。◆

表2 ◀ 98~104年度本會三區處辦理監測及干擾案件數量

監測項目	單位	98年	99年	100年	101年	102年	103年	104年
航空頻道監測	次	8009	19740	21473	21454	22648	22630	21059
調頻廣播電臺監測	次	2392	6990	6912	6489	6291	6312	6391
調幅廣播電臺監測	次	4017	11296	11032	10796	10535	10623	10711
無線電視臺監測	次	1287	1327	1221	1067	894	882	896
飛航頻道干擾協助處理	次	57	68	43	29	30	29	23
軍用頻道干擾協助處理	次	14	7	1	0	2	0	1
專用業餘民眾申告頻道干擾處理	次	296	640	439	758	317	353	523
各類考試電波偵測行政協助	次	31	53	94	91	86	77	70
調頻廣播頻段測向掃瞄	次	96783	183741	215915	197250	382578	381521	473687

表3 ◀ 本會各年度處理國際電波干擾相關案件執行情形

監測受干擾頻率	協助單位及事件	監測處理期間
1008KHZ	海巡署-中國南海之音多種語言廣播	102/5/21
航空與水上業務頻段	國際電信聯盟-未立案電臺（希望之聲）違法使用航空與水上業務頻段	101/6/28~7/4
17916KHZ	瑞典郵政與通訊傳播管制局-斯德哥爾摩航空通訊疑似受未立案電臺（希望之聲）干擾	101/4/3~4/21
11384.8KHZ	美國聯邦通訊委員會-飛航頻道受臺南地區不明信號干擾	100/11/17
13.3MHZ	民航局-民航管制頻道受大陸同頻電臺干擾	99/6/2~6/9
14.1515MHZ 14.32MHZ	臺東市安神父-業餘頻道受大陸發射之反制廣播電臺信號干擾	97/9/17 97/10/27
14~14.35MHZ	中華民國業餘無線電促進會-業餘電臺受干擾	97/6/17~7/21
837KHZ	臺南廣播業者-勝利之聲廣播電臺受大陸地區同頻電臺（中華之聲）干擾	97/2/15~3/5
18.16MHZ	中華民國業餘無線電促進會-業餘電臺受干擾	96/5/14~5/30
11.56MHZ	外交部、新聞局-該頻道受未立案電臺干擾	94/9/19~9/26
15.68MHZ	外交部、新聞局-未立案電臺利用該頻道播音散布反動越南政府訊息	94/8/22~8/28

委員會議重要決議

105.7.1-105.7.31

日 期	事 項
105年7月6日	照案通過依本會委員會議審議事項及授權內部單位辦理事項作業要點第5點、第7點所列案件清單計601件及第4點、第6點所列業經本會第546次分組委員會議決議案件計7件。
	審議通過訂定「申請經營有線廣播電視服務履行保證金繳交辦法」草案，並依本會法制作業程序辦理法規預告並進行對外意見徵詢及公開說明會等事宜。
	審議通過訂定「有線廣播電視營運計畫評鑑辦法」草案，並依本會法制作業程序辦理法規預告並進行對外意見徵詢及公開說明會等事宜。
	審議通過訂定「有線廣播電視系統經營者營運計畫變更申請許可或報請備查辦法」草案，並依本會法制作業程序辦理法規預告並進行對外意見徵詢及公開說明會等事宜。
	許可嘉南廣播電台股份有限公司、屏東之聲廣播電台股份有限公司、高屏溪廣播電台股份有限公司、潮州之聲廣播電台股份有限公司、寶島新聲廣播電台股份有限公司、財團法人台東知本廣播事業基金會及中台灣廣播電台股份有限公司換發廣播執照。
	核發台灣佳光電訊股份有限公司臺中市有線廣播電視系統第2、3期之經營許可執照。
105年7月13日	審議通過「有線廣播電視法施行細則」修正草案，並依本會法制作業程序辦理法規預告並進行對外意見徵詢及公開說明會等事宜。
	照案通過依本會委員會議審議事項及授權內部單位辦理事項作業要點第5點、第7點所列案件清單計375件及第4點、第6點所列業經本會第547次分組委員會議決議案件計21件。
	審議通過「行動寬頻業務終端設備技術規範」第2點及第5點修正草案與「第三代行動通信終端設備技術規範」修正草案，並依本會法制作業程序辦理後續預告事宜。
	審議通過「以應用程式(APP)提供網路電話服務，涉未經許可擅自經營第二類電信事業案件審理原則」辦理後續公聽會事宜。
105年7月20日	審議通過「電視節目分級處理辦法」修正草案，並依本會法制作業程序辦理法規預告並進行對外意見徵詢及公開說明會等事宜。
	照案通過依本會委員會議審議事項及授權內部單位辦理事項作業要點第5點、第7點所列案件清單計324件及第4點、第6點所列業經本會第548次分組委員會議決議案件計44件。
	核准全球光網電訊股份有限公司換發國際海纜電路出租業務特許執照。
	一、許可亞洲衛星電視股份有限公司所屬「寰宇HD綜合台」頻道及龍華數位媒體科技股份有限公司所屬「龍華影劇」頻道換發執照。 二、許可台灣伊藤忠股份有限公司經營「WAKUWAKU JAPAN」頻道。
	審議通過「低功率射頻電機技術規範」修正草案，並依本會法制作業程序辦理後續發布事宜。
	審議通過訂定「衛星廣播電視事業及境外衛星廣播電視事業評鑑審查辦法」草案，並依本會法制作業程序辦理後續發布事宜。
	麟福科技有限公司未經許可設置電信管制射頻器材，違反電信法第49條第1項規定，依電信法第67條第3項規定處罰緩新臺幣1萬元。

日 期	事 項
105年7月20日	<p>行政院函請立法院撤回匯流五法草案、電信法第20條之1修正草案及廣播電視壟斷防制與多元維護法草案之後續處理：</p> <p>一、電信法第20條之1之修正，係為配合新通用頂級網域名稱（New generic Top Level Domains, New gTLDs）開放申請，且其修正內容相對單純，修法過程中亦無爭議，本次僅係配合立法院要求行政院撤回新任總統就職（本年5月20日）前所送未審結法案並重新檢討其必要性所致，應無須俟新任委員再經合議重新確認，考量頂級域名管理機構即將開始運作，為避免相關時程延宕，爰決議本法案循行政流程逕送行政院核轉立法院審議。</p> <p>二、「廣播電視壟斷防制與多元維護法草案」固然係基於避免意見管道淪入少數人控制或影響等疑慮之立法目的，惟本草案制定時因特定個案爭議糾葛，導致公共輿論一時激昂，致無法充分理性討論相關議題，本會為解除當時行政院因回應輿論捉襟見肘之窘境，於短期內參照各先進國家類似法制，針對國內之問題迅速研擬對案而完成法律草案之研擬；如今時移事往，相關產業條件已有所變化，尤其在數位匯流加速進展之際，所謂廣播電視及其關聯之產業價值鏈已發生本質性變化，而政治議題亦已如滄海桑田非當時可比，爰將本草案發還綜合規劃處續行研議，並建請新任委員審酌當前國內之政治、經濟、社會、文化情境及國際同類議題發展之趨勢，重新起草適合我國之法律。</p> <p>三、至於匯流五法草案，依行政院林院長於本（7）月5日主持政務會議之結論，係請本會檢討後儘速送行政院核轉立法院審議，考量本案所涉範疇甚廣，事關未來本會及相關部會執行各法案時之精準度俾符合其立法目的，並有助於通訊傳播監理實務之穩健發展，宜使新任委員有參與表達意見之機會。然而，有鑑於匯流五法草案研擬及行政院審查階段，皆已充分諮詢並廣納產、官、學、研各界參與，多次修訂各草案條文使其周密嵌合，無論方法目的、管制措施、行為規範均體系化而相應配套，恣意抽換、刪改個別規定恐牽一髮而動全身。且我國推動匯流立法經年未果，致現行法律已與國內實務及國際趨勢嚴重脫節，爰建議行政院宜以原草案版本儘速核轉立法院審議，惟新任委員如認為法案有未周延或須特別調整之處，仍得於本會內部研議、行政院審查或立法院審議各階段，比照草案前此研擬過程，辦理公開意見徵詢及公聽會等程序，審慎決定之後，再行調整修正。</p> <p>四、請法律事務處就電信法第20條之1修正草案及匯流五法草案依本會第702次委員會議指示，分別檢附相應之說帖送行政院及新任委員審閱。</p>
105年7月27日	<p>勤崴國際科技股份有限公司向行動寬頻業務經營者統包4G門號轉售民眾提供聯網服務，依現行法規應屬第二類電信事業中之行動轉售服務。惟所有車聯網並非全如勤崴公司之服務型態，而現行電信法及其授權法規已無法妥適規範各類創新應用之各種變化情形，因此，本會未必皆比照勤崴公司之模式認定為第二類電信事業而要求其事先取得執照始得經營。對於不涉及路權、頻率、號碼等資源之各類通訊傳播創新應用服務，其與電信事業之網路品質、民眾依賴程度與網路穩定要求相較下仍可鑑別異同，未必均須比照第一、二類電信事業施予高密度管制，亦即，不具上述電信網路服務特色者應解除管制，俾各種技術及服務創新不斷推陳出新，讓民眾享有更多、豐富及便利之通訊傳播服務。</p> <p>照案通過依本會委員會議審議事項及授權內部單位辦理事項作業要點第5點、第7點所列案件，截至105年7月26日止計1,093件，及第4點、第6點所列業經本會第549次分組委員會議決議案件計26件。</p>



國 郵 資 已 付

板橋郵局許可證
板橋第01489號
中華郵政台北雜誌
第1102號

無法投遞請退回



國家通訊傳播委員會

NATIONAL COMMUNICATIONS COMMISSION

地址：10052臺北市仁愛路一段50號

電話：886-2-33437377

網址：<http://www.ncc.gov.tw>

為地球盡一份心力，本書採用環保紙印製。

ISSN : 1994-9766



9 771994 976008

GPN : 2009600628

定價：新臺幣 100 元