

森林防救災無線電通訊系統介紹

文／圖 ■黃麗萍 ■林務局林政管理組組長
 吳學平 ■林務局林政管理組科長
 向韻如 ■林務局林政管理組技士

一、緣起

臺灣地形以山區為主，山地面積約占全島 3 分之 2 左右，其中森林覆蓋面積約 210 萬公頃，林務局經管之國有林占臺灣全島森林面積約 87.8%，達 184.45 萬公頃，且大多位於人煙罕至之崇山峻嶺中，通訊聯絡不易，為掌握資訊傳遞，達成森林資源維護、森林災害搶救及救災防護等任務，林務局於 1992 年起，於山區架設無線電通訊系統，經逐年規劃推動，遂成山區聯繫業務之主要通訊設備。

二、數位化之契機

林務局森林防救災無線電通訊系統，從 1992 年建置以來，皆是應用類比式無線電通訊系統，期間歷經了 20 多年設備與軟體之間的更迭，類比設備於功能與應用上之限制逐漸突顯，概分如下：

（一）中繼台限制：

林務局中繼台建置位置，多位於高山制高點或三角點，大部分均無市電供應，電力需求仰賴太陽能光電板提供（圖 1），設備耗電

量多寡成為系統穩定度之因素。而同一中繼台因地理位置適當，涵蓋範圍廣闊，各工作站經常以此為通聯頻道，較易發生通訊繁忙及等待之情事。



▲圖1、太陽能供電系統

（二）設備相容性：

既有設備互不相容，新型電腦作業系統及輸出入埠已漸不支援舊式程式，又中繼機汰舊換新及頻率更動，機具未能完全有效介接，且早期建置之通訊範圍尚無法含括全島。

（三）通訊品質：

類比通訊系統通話品質，依通訊雙方接收及發射靈敏度高低而產生各項干擾、雜訊、

背景聲過大等語音辨識不清等問題，且執行盜伐、盜獵等查緝時，通話內容易遭有心人士竊聽及電波干擾。

另外保林資訊圖台顯示系統（圖 2），係護管人員於執行森林巡護工作時，藉由全球衛星定位 (global positioning system, GPS) 與無線電介面整合系統、無線電基地台接收系統，將衛星定位座標及個人編碼等訊息，傳送到工作站及林管處之伺服器，以彙整建置巡護資料庫，並於保林資訊圖台顯示。惟該系統 GPS 發送係利用無線電手提機外掛 GPS 配件使用，攜帶不便；又類比式無線電通訊系統在傳送 GPS 資料時，產生之語音干擾，影響原有無線電通話品質。



▲圖2、2006年建置之保林資訊圖台顯示系統，護管人員除應攜帶無線電對講機外，需外掛合電池之GPS手持麥克風。

（四）無線電系統介面及話機限制：

林務局類比式無線電通訊系統為純英文顯示介面，巡視人員在學習操作及使用設定上不方便，又使用之類比手提機無基本防水功能，在潮濕環境下易造成設備故障，形成使用困擾，且話機無法依權責個別設定群呼、組呼及單獨呼叫個別話機功能

三、森林防救災無線電通訊系統—轉型期

林務局於 2004 年起，持續關注著數位無線電在臺灣之發展狀況。2008 年，由臺東林區管理處進行試辦計畫— 6 年數位無線電建置計畫，並訂定系統選定之原則：採用可相容於現有類比式系統同時混用之數位系統，以無痛升級、汰換為目標；可整合資訊網路，進行遠端監控及通訊；減少系統設備耗電量及體積；具基本防水功能；設備具整合式 GPS 模組功能。

經多方評估後，採用「MOTOTRBO 數位式無線電通訊系統」（圖 3），期能透過該系統數位、類比共通之特性，以及與原類比系統



▲圖3、MOTOTRBO數位式無線電設備實體圖

和周邊設備皆相容之條件下，能以最低投入經費無痛升級；2008年至2013年間，林務局確立以不躁進、不守舊之方式，循序漸進，逐步測試並調整數位化無線電通訊系統之未來走向與相關功能之發展，除陸續進行各項系統功能整合測試與系統升級外，並整合使用者之意見，以建立保養流程與檢測數據之資料庫。

至2013年底，林務局訂定「森林防救災無線電通訊系統建置標準作業流程」、「無線電通訊系統維護保養標準作業程序」、「執行無線電通訊系統建置契約工作流程圖」、「無線電設備故障檢測、送修標準作業流程」等標準作業程序；2015年起，依林務局依各林區管理處轄區特性與任務需求，全面正式推動森林防救災無線電通訊系統數位化之建設。

至2017年4月，林務局建置之無線電通訊網路，已達70處中繼站、83處基地站、車裝台195台、攜帶式無線電對講機1,677台，數位化進度已達7成以上。

四、升級大躍進—數位化之優點

林務局使用之「MOTOTRBO 數位式無線電通訊系統」，係應用分時多工(Time-Division Multiple Access, TDMA)數位技術(圖4)，

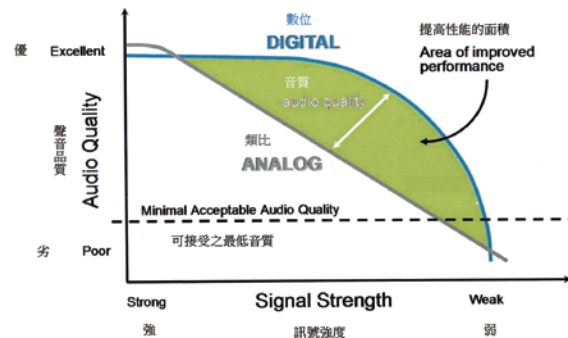


▲圖4、TDMA數位無線電系統，將現有12.5kHz頻道分為兩個時槽，透過轉播機提供2倍之使用能量，並可以同時支援語音或資料之傳輸。

將現有之12.5kHz頻道分割為兩個交替使用的時間槽，透過轉播機提供兩倍之使用能量，即代表一個數位台可以執行兩個類比台之工作，除增加頻譜效率，減少整體設備成本外，亦可同時支援語音及資料之傳輸；且該系統同時具備類比和數位兩種運作模式，支援林務局新、舊兩套無線電通訊系統，使輕鬆過渡數位化之移轉與升級。

新一代之數位無線電通訊系統具中文顯示介面，且能夠發送簡訊（基地台可直接連結電腦發送簡訊，手機與手機之間可互傳10筆已設定之文字簡訊功能），改變以往僅能用使用代號或英文縮寫的方式進行設定，縮短使用人員學習及熟悉系統之時間；且手機體結構通過IP57防水測試認證（可於水下1公尺浸泡30分鐘），在山區巡護或救災時，不用再擔心雨淋或涉水時進水故障。

在語音通訊方面，數位無線電通訊系統採用數位化處理技術，如抗靜電及數位雜訊抑制功能，能確保音質通訊清晰(圖5)，大幅降低山區強風、嚴苛氣候條件或環境所帶來之背景噪音，且在通訊臨界點依然通訊



▲圖5、數位無線電通訊系統提供了數位雜訊抑制功能，可以讓整個覆蓋範圍內之音訊都非常清晰。類比系統則依訊號強度產生各項干擾、雜訊、背景聲過大等語音辨識不清之問題。

清晰穩定，有別於類比系統在通訊臨界點時聲音模糊且夾帶吵雜之背景聲；且內建數位式語音保密功能，無須加裝語音保密器增加額外費用，即可防止竊聽、洩露通話內容，增加通訊安全性。

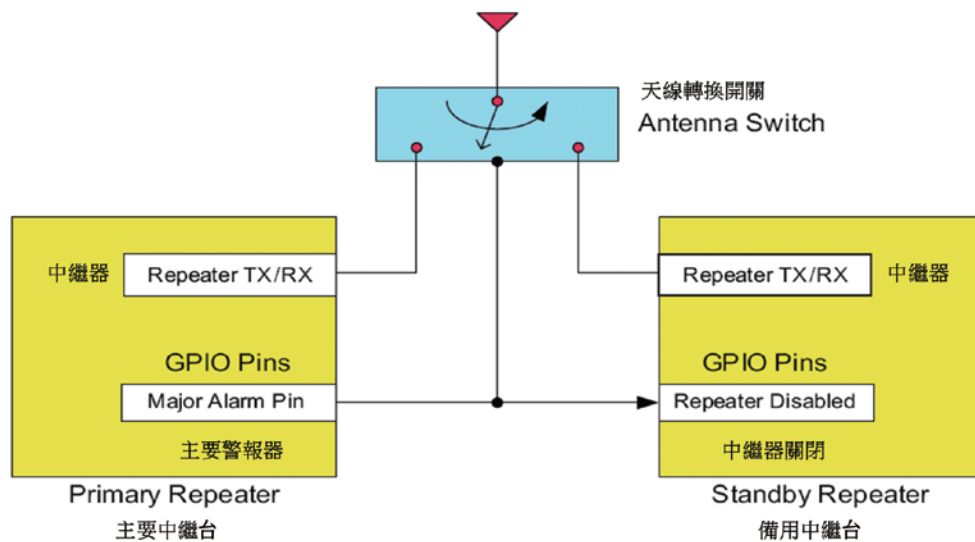
在管理方面，可依權責，個別設定全體呼叫（林區管理處）、群組呼叫（工作站）及單獨呼叫個人話機功能；在系統上亦可進行線上管理，查詢啟用狀態，停用遭竊／遺失之無線電，維持通訊系統完整性；在呼叫時，其智慧型 ID 辨識功能，可讓接收方立即辨識呼叫者外，使用者可呼叫其他使用者，並於方便時予以回應，提升通訊效率；遇緊急狀況發生時，按下手機上方紅色緊急按鈕，啟動緊急呼叫通報告警功能（圖 6），話機將自動轉換成聲控，將使用者手機 ID 辨識編碼及現場語音訊息傳送至管理處監控台電腦，監控台會立即發出告警聲響，可即時監聽現場情況，若管理處監控台無人值班處理，



▲圖6、遇緊急狀況發生時，按下手機上方紅色緊急按鈕，話機自動轉換成聲控功能，將使用者ID及現場語音傳送至監控台並以簡訊通報值班人員或管理者，以利救援或處理。

則自動將訊息透過網路傳送簡訊通報值班人員或管理者，以利救援或處理，保障現場人員安全。

於中繼台具備熱備份功能，過去類比無線電中繼台主機若發生故障，處理方式必須採用人工或遠端無線遙控方式切換啟動備用機，新規劃之數位中繼台設置熱備份功能者（圖 7），當運轉之中繼台主機發生故障時，系統可自動偵測啟動備用機繼續通訊運轉，減少影響救災通訊時機。

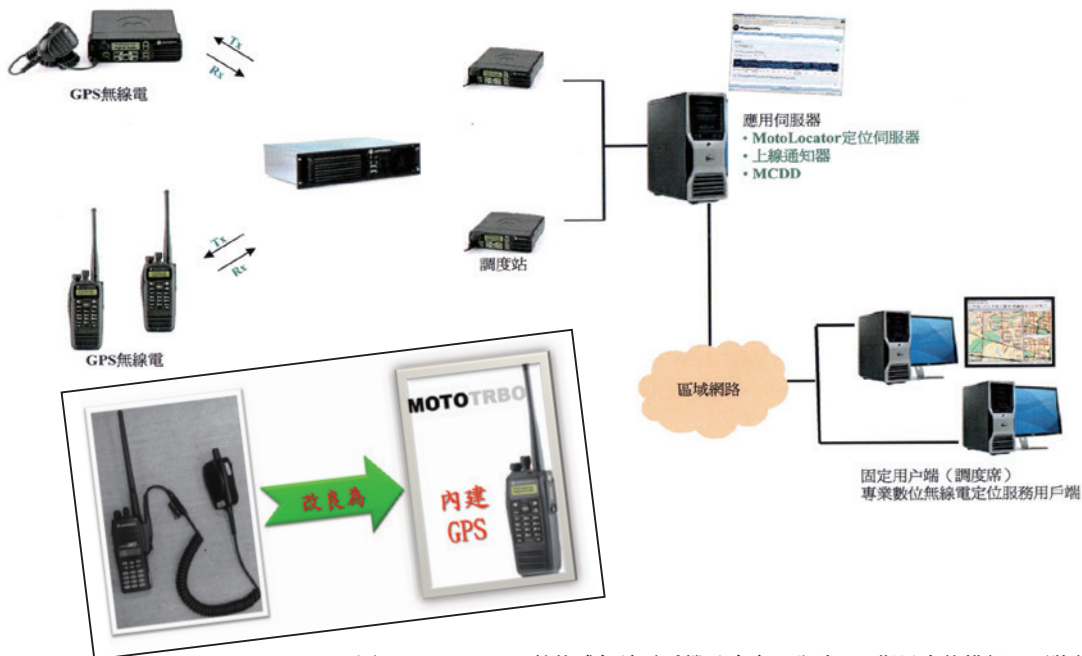


▲圖7、中繼台熱備份功能：當運轉之中繼台主機發生故障時，系統可自動偵測啟動備用機繼續通訊運轉，減少影響救災通訊時機。

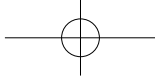
另林務局運用數位無線電手機 GPS 衛星定位回傳功能（圖 8），推動建置「森林護管網路資訊系統」（原保林資訊圖台顯示系統），應用數位無線電內建 GPS 衛星定位模組及 EGPS 無線電技術，自動搜尋訊號傳輸空檔並進行排程，並使用語音通訊外之另一通訊時槽，自動回傳無線電手機位置資料回基地站，且不會影響任何語音通訊；透過此項技術，森林護管網路資訊系統結合 GEE(Google Earth Enterprise) 網路圖台，將森林護管員現場軌跡資料包含姓名、座標、日期時間、單位、速度、方向等資訊，即時展示於網路圖台，供管理人員瞭解現場人員即時位置資訊，於防救災時，指揮中心亦能透過圖台，有效進行人員調度及緊急應變，並建立安全控管機制。

由於數位無線電通訊系統能源使用效率

提升，在使用相同瓦數的情況下，每一筆數位傳輸所用之電量為類比系統之一半，延長電池壽命，通話時間較傳統類比無線電增加達 40%，通話時間更長，有利於森林護管員於山區長時間之巡視；又其專屬之 IMPRESTM 智慧型能源系統，具進階充電模式及自動重調整功能，能自動按實際使用狀況調整智慧型手機鋰電池，使保持最佳狀態，確保最大的通話時間和最佳的電池全期壽命，並可配備具顯示器之六槽智慧型電池充電器（圖 9）在充電時能顯示電池充電狀態、電池容量及電壓、電池序號、電池品質狀況分析等告警功能，讓使用者充份了解電池使用狀況及壽命週期，且電池可長期安全地插在充電器上，隨時充電，不會產生有害電池壽命之高熱，完全消除人工維護作業，降低保養維護之人力與成本。



▲圖8、MOTOTRBO數位式無線電手機及車台，內建GPS衛星定位模組，可將位置資料透過中繼站定時傳送回基地站，並由林務局伺服器將資料匯入雲端資料庫，結合GEE網路圖台，建立「森林護管網路資訊系統」。



▲圖9、智慧型能源系統具備自動重調整功能，使手機電池可長期保持最佳狀態，並能監測電池狀況及品質分析，降低保養維護之人力與成本。

數位無線電亦可運用 IP 網路架構系統，進行話機漫遊服務功能，話機於移動時，會自動搜尋選擇轉換場強最佳之無線電中繼台頻道通信，不必採用人工手動方式切換選擇通訊頻道，惟此聯網功能會耗損較多之系統電力，且本局中繼台大多屬無網路連線之山區，必須另行架設微波通信系統進行網路連線，爰僅考量於特定需求區域設置。

五、展望

林務局森林防救災無線電通訊系統係專為達成森林資源維護、森林災害搶救及救災防護等任務而設置，為提升系統之多目標應用價值及實務功能，在全面推動數位化升級之今日，確實在通訊效能、業務推行、查緝盜伐、人員調派、災害防救及災情資訊傳遞等各項功能上皆有大幅提升。

未來除持續強化基礎建設及備援電力外，為因應山區無線電中繼台之增建，頻譜規劃亦是將來整體規劃之重點項目之一。同時，進一步將於林務局森林火災防救指揮中心，架設數位無線電派遣台系統，完善整體系統功能，並

持續推動建構兼具森林資源維護、森林災害搶救及救災防護等多功能森林防救災無線電通訊系統。

未來除持續強化基礎建設及備援電力外，為因應山區無線電中繼台之增建，頻譜規劃亦是將來整體規劃之重點項目之一。同時，進一步將於林務局森林火災防救指揮中心，架設數位無線電派遣台系統，研發取代 2002 年建置之「林務局防救災緊急通訊系統整合平台」，以完善系統之功能，並持續推動建構兼具森林資源維護、森林災害搶救及救災防護等多功能森林防救災無線電通訊系統。📍

參考文獻（請逕洽作者）



（圖片／高遠文化）