

氣象落雷資料之整合、應用與發展

俞川心 李紀恩
易安成 張凱軍

摘要

台灣電力公司自架裝「氣象落雷系統」以後，本聯隊即一直期盼能儘快與其網連，以有效地掌握危險天氣之變化及移動，使預報人員可以事先告知飛行員有關航線天氣之演變，避免危險情事之發生。因此，氣象落雷資源之共享與傳遞，遂成為本軍維護飛安與增強戰力不可或缺的主要條件；為達此目的，吾人必須完成以下幾項準備工作：（一）有效率的自動控制流程、（二）穩定的網路結構、（三）方便的資料傳輸作業、（四）落雷資料與地形的結合、及（五）自動的資料更新、儲存、與列印，才能提升用戶對氣象落雷資料的親和性，使人人樂於接受它的預警功能，從而增加預報者的自信，加強戰演訓任務的執行，以提昇國家戰力。

整合氣象落雷資料不單是節省公帑與技術紮根的具體表現，更是軍民合作之表徵，大家彼此奉獻心力、截長補短，才能使「資源共享」，「損失降低」，及「戰力增強」。

一、前言

近來雷電現象危害百姓生活與財產（精密裝備）的情況日益嚴重，如今(84)年8月5日午後的台北市停電，即因為閃電擊壞了當時桃園輸往台北的接地線，造成整個輸電系統中斷，形成大台北地區的嚴重停電，有人被關在電箱內數小時之久，馬路上交通號誌故障，整個交通系統形成癱瘓，再加上許多生產業及廣播業者均因沒有“不停電”裝置，造成不小的損失，許多人甚至無法獲悉真正的原因，從而有一種大災難將要來臨的恐慌感，所幸，當時的停電情況經台電公司搶救得宜，數小時後，局部地區即恢復正常，因而舒解了當時人心不安的情緒。

上述事件的發生是雷電現象害及全民生活的案例之一，此外，它危害飛安之情事也是屢見不鮮；因此，有效運用各種觀測資料（如落雷分佈圖、衛星雲圖、雷達回波圖、及地面或高空天氣圖），加以分析研判(劉,1994; 李, 潘, 劉, 及 張, 1995)，以預測雷電現象的範圍與時間，防杜危險事件的發生即是本文主要目的之一。在當時，台灣電力公司為了因應此等需求，投資了大量金錢完成『全台灣的落雷系統』，以方便該公司的工程師檢修裝備，另一方面也方便了氣象人員對危險天氣的掌握；執行至今，不但民間氣象單位已確實把握住危險天氣的動態，提早發布危險警告，即連軍方亦充分運用該系統的觀測結果，使演訓任務順利完成；然而，該系統是台灣電力公

司投資的研發成果，在台北地區網連使用，雖然經濟方便，但要全省各飛行基地亦能共享此結果即非容易之事；因此，有效利用現有的線路及配合軟體程式的開發，不但可節省投資的重複，加強軍民間的交流，同時更能落實本身技術的紮根，以強化戰力；是以本聯隊早已開始籌劃有關落雷資料的網連技術與自動化處理，期使各天氣中心可以相互支援及運用，隨時掌控最新天氣的變化，以充分展現『資料整合』、『資源共享』的成效。

本文之目的在描述本軍與台灣電力公司獨力完成網連之過程，及使此項工作順利上線作業之步驟；藉由原理的介紹與文獻的記載，可以方便吾人技術的傳承；因此，第二節首先介紹了落雷資料的成品，以進一步瞭解其應用方法及個案分析的好處；其次第三節則概述了資料的接收過程、網連傳遞步驟與自動處理之程序，再配合第四節產品顯像過程的說明，使操作人員可以很迅速地掌握整個流程的脈絡，以處理各種突發的問題；最後的再就未來可能發展的空間及結語作個歸納與整理，以期將來能夠更成長、更進步。

二、落雷資料之應用

本聯隊目前已可透過電腦工作站軟、硬體的機能，即時守視全省各地雷電資料的發生情況，使用者不但可以觀測到落雷的強度變化，同時還

可掌握其發生時間與頻率；任何一個雷雨胞的動態，從生成以至於消散的生命歷程均已不再神秘且可有效地追蹤，不論是冬天鋒面雲雨系統的移動，夏天午後雷雨的觸發，預報人員均已可配合衛星雲圖作綜觀尺度的分析，掌握其動態，再結合落雷系統密集地觀測結果，便可以掌握任何危險天氣之變化(徐、呂、及劉, 1995)，從而適切地提出預警，以供決策者或飛行員參考；長此以往，不但有效運用了我們軍民間已有的資源，更因為提早防範，避免掉許多危險天氣所造成之傷害，可說功不可沒(潘, 1995)；以下便是氣象落雷系統整合後的功能發揮，以用來說明今年入夏後的一個案例。

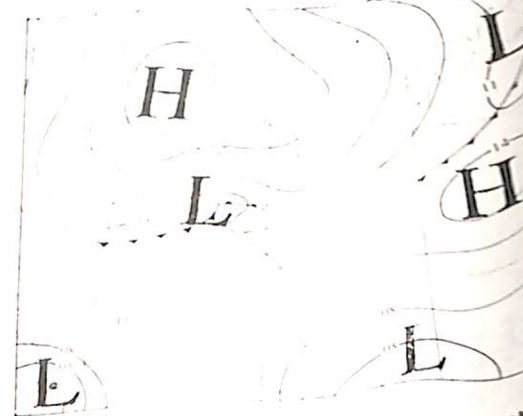
今(84)年9月11日南部地區午後的一場雷陣雨，曾造成各地急促的降雨，詳細情形則如圖一的一覽圖所示，整個雷雨系統的生命歷程約有6小時左右，影響地區則包含南部地區數個縣市(南北向約150公里左右)，這種中小尺度的雷雨胞不但未落在標準綜觀尺度觀測時間上，且範圍又小，任何主觀的經驗預報與模式的客觀預報均不易事先掌握其動態，預報人員只得透過守視的技巧(Wilson, and Mueller, 1993)以彌補其他預報方法之不足。

地點	14	15	16	17	18	19	20
Chaiyi	34 60 25	33 60 25	32 60 25	31 60 25	30 60 25	29 60 25	28 60 25
水尾北場	31 60 25	31 60 25	30 60 25	30 60 25	29 60 25	28 60 25	27 60 25
Tainan	34 60 25	33 60 25	32 60 25	31 60 25	30 60 25	29 60 25	28 60 25
Kangshan	31 60 25	31 60 25	30 60 25	30 60 25	29 60 25	28 60 25	27 60 25
Kaohsiung	34 60 25	33 60 25	32 60 25	31 60 25	30 60 25	29 60 25	28 60 25
屏東南場	31 60 25	31 60 25	30 60 25	30 60 25	29 60 25	28 60 25	27 60 25
屏東北場	34 60 25	33 60 25	32 60 25	31 60 25	30 60 25	29 60 25	28 60 25

圖一：今(84)年9月11日南部地區的部分天氣一覽圖；其中午後的一場雷陣雨，持續約有4至5小時左右，曾造成許多地區有較嚴重的積水現象。

圖二(a)是84年9月11日00Z之地面天氣圖，其中鋒面位置自大陸東南沿海福建省向西南延伸至廣西省一帶，造成鋒面後緣地區雲量偏多，並有局部降雨現象，鋒面前緣地區則屬暖區，天空狀況良好，以晴到多雲為主，此外，鋒面北邊有一微弱的變性大陸高壓，雖有迫使鋒面南移之可能性，但機會較小。圖二(b)是850hpa同時間之高空圖，台灣地區位於太平洋高壓南緣的東風

帶，北邊槽線雖向南伸展但僅及北緯30°時水汽含量不足，低層噴流不明顯，並無由有造成雷雨之機會。圖二(c)是700hpa圖，本省地區處於太平洋高壓南緣東風帶區，氣流下沉，天氣現象穩定，能見度佳。圖二(d)是500hpa之高空圖，整個高低壓系統情形與700hpa相類似，表示垂直與水平能見度均佳，若無局部地區的特殊對流或熱力影響，天氣均應受太陽籠罩的熱浪影響，氣溫炎熱。圖二(e)是300hpa之高空圖，太平洋高壓籠罩整個30°N以南之地區，台灣則位於強烈高壓中心的南緣，此，東南風或東南東風盛行，使得天氣高



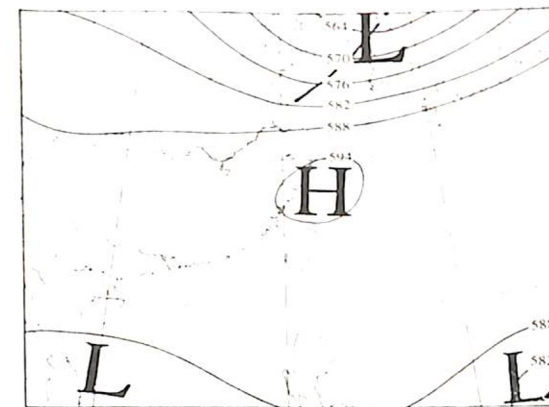
圖二(a)：84年9月11日00Z之地面天氣圖，其面位置自大陸東南沿海福建省向西南延伸至廣西省一帶，造成鋒面後緣地區雲量偏多，並有局部降雨現象，鋒面地區則屬暖區，天空狀況良好，以多雲為主，此外，鋒面北邊有一微弱的變性大陸高壓，雖有迫使鋒面南移之可能性，但機會較小。



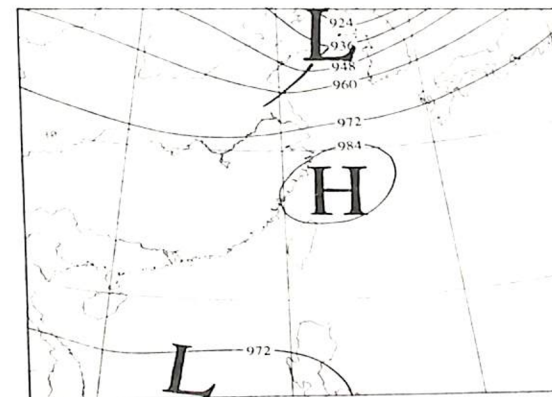
圖二(b)：850hpa之高空圖，時間與(a)圖相同，台灣地區位於太平洋高壓南緣的東風帶，北邊槽線雖向南伸展但僅及北緯30°，同時水汽含量不足，低層噴流不明顯，並無充分理由有造成雷雨之機會。



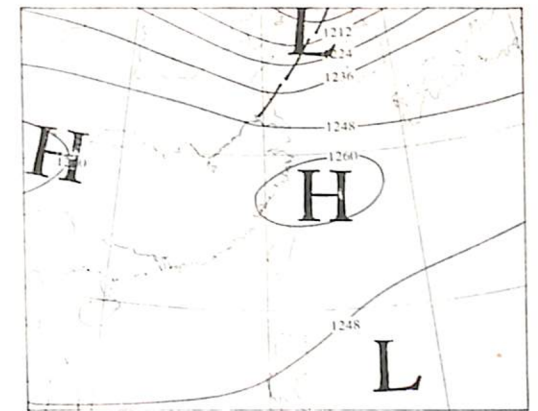
圖二(c)：700hpa之高空圖，時間與(a)圖相同，本省地區處於太平洋高壓南緣東風帶的輻散區，氣流下沉，天氣現象穩定，能見度佳。



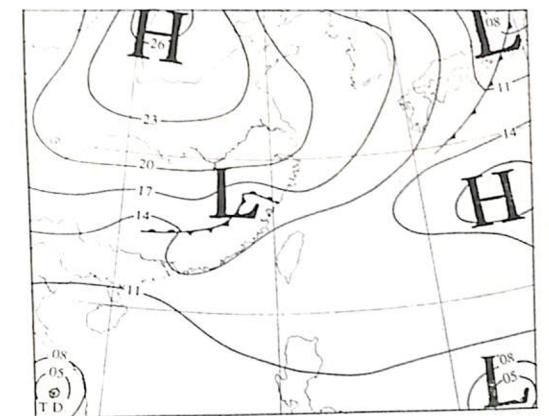
圖二(d)：500hpa之高空圖，時間與(a)圖相同，整個高低壓系統的配置與700hpa相類似，表示垂直與水平能見度均佳，各地天氣良好，氣溫炎熱。



圖二(e)：300hpa之高空圖，時間與(a)圖相同，太平洋高壓勢力籠罩整個30°N以南之地區，台灣則位於強烈高壓中心的南緣，東南風或東南東風盛行，垂直運動與不穩定度變無法發展，天氣現象穩定。



圖二(f)：200hpa之高空圖，時間與(a)圖相同，副熱帶高壓範圍亦與300 hpa一樣，盤據在30°N以南之地區，東南東風盛行，不適合對流現象的發展。



圖二(g)：與(a)圖同日06Z之地面天氣圖，本省及大陸沿海一帶多是晴到多雲之天氣，若華南地區之微弱鋒面沒有之外力推動或牽引，將不會南移至本省而造成陣雨或雷雨之現象。

統的配置相當，能量無法累積便不會釋放，大氣垂直運動與不穩定度也就無法發展(Mullen, 1987; Wallace and Blackman, 1983)，天氣現象於是穩定。圖二(f)是200hpa之高空圖，副熱帶高壓亦與300hpa一樣，盤據在30°N以南之地區，也是東南東風盛行，不適合對流現象的發展。圖二(g)是06Z之地面天氣圖，本省及大陸東南沿海一帶多屬晴到多雲之天氣，若華南地區之微弱鋒面沒有預期之外力推動或牽引，將不會南移至本省而造成陣雨或雷雨之現象。

圖三(a)是繞極衛星NOAA-14的可見光(VIS)雲圖(0525 Z)，雖可見到零星的雲系散布在全島各處，但卻無特別強烈的旺盛對流出現，必需配合圖三(b)的紅外線(IR)雲圖(相同時間)，才可看到嘉義阿里山一帶及屏東沿海區域有獨立的雷雨胞生成，至於是否繼續發展或是往東移走，則跡像仍不明顯。

84年8月

俞川心 李紀恩 易安成 張凱軍



圖三(a): 84年9月11日0525Z 極衛星NOAA-14的可見光(VIS)雲圖，雖可見到零星的雲系散布在全島各處，但卻無特別強烈的旺盛對流出現。



圖三(b): 與(a)圖同時間的紅外線(IR)雲圖，其中嘉義阿里山一帶及屏東沿海區域有獨立的雷雨胞正在生成與發展。

吾人雖有了前述各項綜觀尺度的分析與判斷，告訴吾人雷雨系統不會發展，然而實際上卻在當日下午二點半左右，雷雨現象出乎意外的迅速生成與發展；其間雖有衛星雲圖與雷達回波圖逐時監控的輔助，但是形成雷電與否的機制與瞬息萬變的雷雨系統，卻無法有效地掌握，而仍然困擾著預報人員的預報能力 (Muller et al., 1993)；加上雷電產生時，常伴隨有強烈的風切與亂流，影響飛安至鉅，因此，有效掌握該雷電系統的發展與移行方向，則是本聯隊為提昇服務品質與增

進飛安的最主要工作；為達到此目標，吾人應適時提供最新觀測所得之落雷資料至各與指揮室，使其可以確切地掌握落雷的位置與方向，以適時的作成判斷分析並發出預警，進而飛安，增強戰力。果然，在吾人不斷地努力下，終於獨立完成各項資料接收、處理、顯像等工作，使所有預報人員與決策者均能隨時掌握天氣之變化，以順利執行各項戰演訓練任務。

圖四運用了落雷的觀測資料，配合前之個案，重新以網路可直接傳遞的方法，加析顯像所得到的觀測結果，時間是84年9月自0620Z至0740Z每5分鐘便將所有的閃電紀錄合地形及經緯線繪製成圖，並透過過程式預警，以方便預報人員的研判，其中圖四0620Z至0625Z的落雷分布圖，從分布情形一的结果相較，知道零星的落雷區是局地自發而生，並非由外地移入之結果，因此，氣象測報人員可從積雨雲的垂直結構發展以瞭解雷電產生的情況。圖四(b)至(c)則是0625Z至0645Z落雷分布情形，其中落雷各自集中於嘉義阿里山一帶及屏東南南西邊30公里之外海並有繼續之趨勢。圖四(f)與(g)是0645Z至0655Z之發展情形，說明了兩個獨立的雷雨胞系統已合併成一條狀，南北綿延約達150公里左右。四(h)與(i)分別是0655Z至0700Z與0705Z至0710Z雷雨系統之持續發展情形，受到地形已彙整成一條狀，南北綿延達200公里左右。四(j)則是0720Z至0725Z雷雨系統果然繼續延伸發展至彰化、員林一帶；此時雷雨系統成熟且發生頻率達到最高的階段。

經由前述落雷分布的情況與衛星雲圖的分佈，吾人已可較傳統的作業方式，準確地發布天氣之預警，同時對於落雷之範圍及移行方向亦能有有效的掌握，對於戰力的提昇貢獻至鉅。

三、資料接收、網連、傳遞與處理

落雷資料的共享固然是氣象作業資訊化的主要目的之一，然而這個目的是必須有一些先立性準備工作的，如：資料的接收、網連的建立、通訊協定的律定、資料傳輸技巧的運用、自動過程的原理設計、有效地資料處理與維護、作業人員的訓練，均缺一不可；經過不斷地耕耘與測試，吾人已成功地將即時落雷之觀測結果呈於螢幕前，並加以有效的運用與服務，以提昇聯隊的作業品質；為期使這項工作能持之以恆，茲將各項工作之設計原理，介紹如後，以期能磚引玉，使維護作業更臻理想。

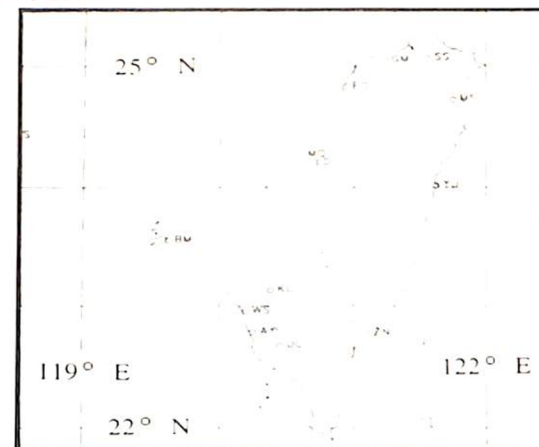
(一) 資料接收與處理：

由於台灣電力公司的落雷系統是透過遠端感測器以探測大氣中電離子釋放時的位置（以經度表示）而設計，因此每筆資料均以ASCII碼的

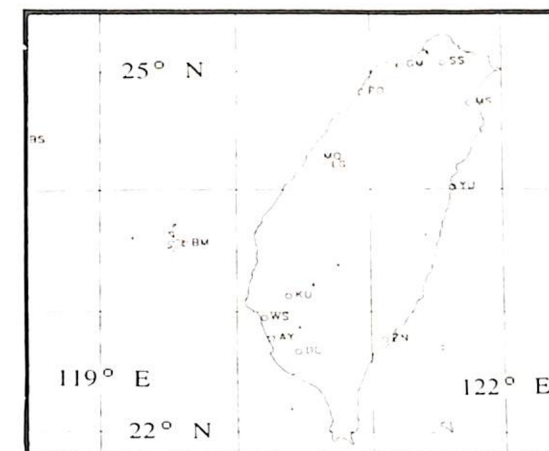
84年8月

氣象預報與分析

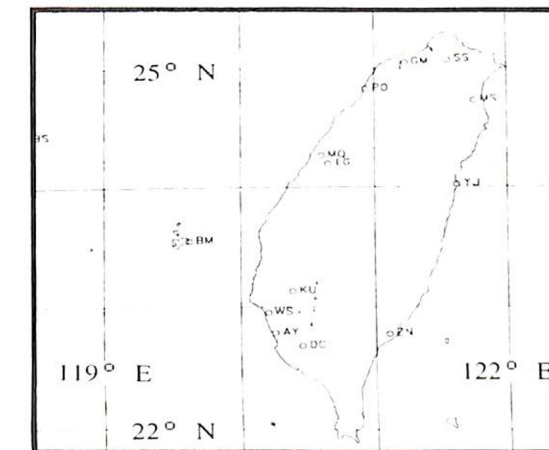
第144期



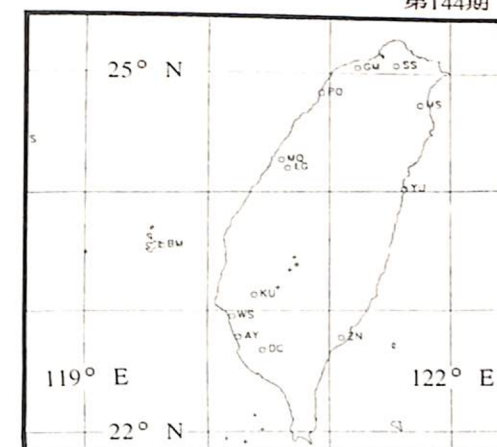
圖四(a): 84年9月11日0620Z至0625Z的落雷分布圖，從分布情形與圖一的结果相較，知道零星的落雷區是局地自行激發而生，並非由外地移入之結果，因此，氣象測報人員可從積雨雲的垂直結構發展以瞭解雷電產生的情況。



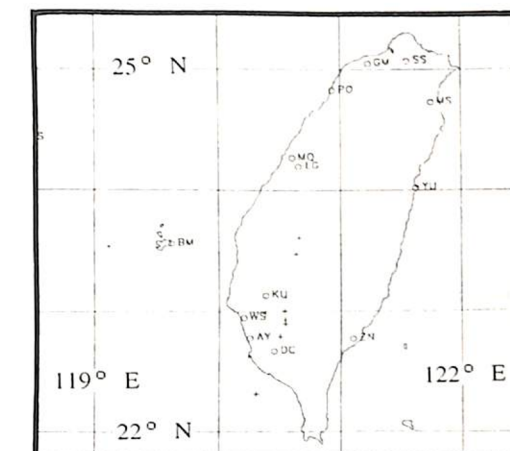
圖四(b): 0625Z至0630Z之落雷分布圖，落雷各自集中於嘉義阿里山一帶及屏東南南西邊30公里之外海。



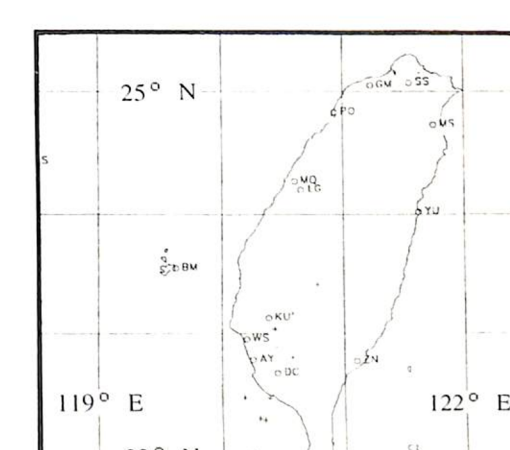
圖四(c): 0630Z至0635Z之落雷分布圖，落雷各自集中於嘉義阿里山一帶及屏東南南西邊30公里之外海。



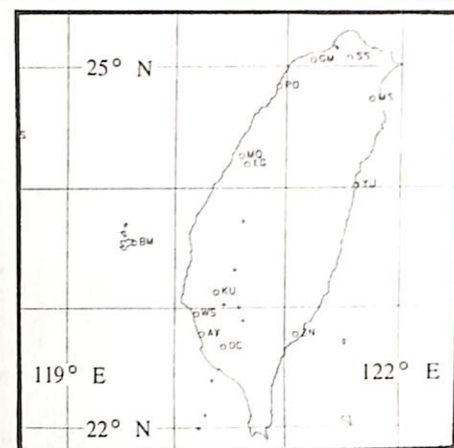
圖四(d): 0635Z至0640Z之落雷分布圖，落雷各自集中於嘉義阿里山一帶及屏東南南西邊30公里之外海。



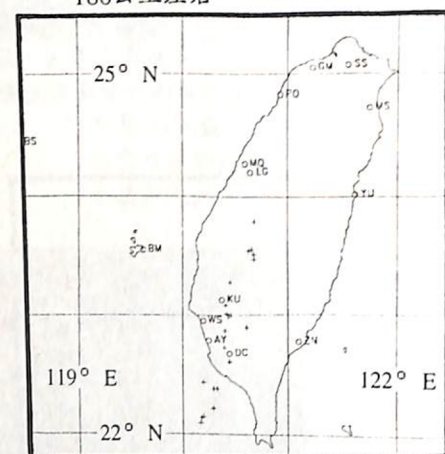
圖四(e): 0640Z至0645Z之落雷分布圖，落雷各自集中於嘉義阿里山一帶及屏東南南西邊30公里之外海。



圖四(f): 0645Z至0650Z之落雷分布圖，兩雷雨胞逐漸發展並彙集成一條狀，南北綿延達150公里左右。



圖四(g): 0650Z 至 0655Z 之落雷分布圖, 雷雨系統經過彙整後成一條狀, 南北綿延達 180 公里左右。



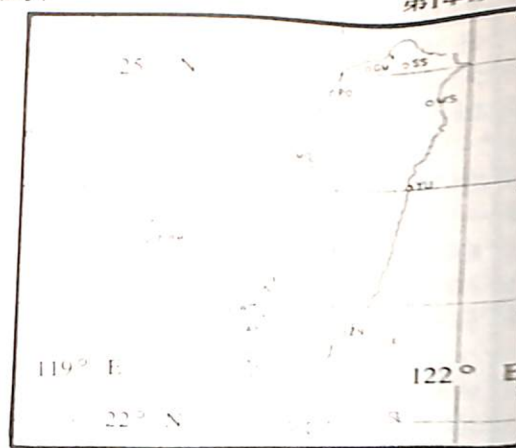
圖四(i): 0705Z 至 0710Z 之落雷分布圖, 雷雨系統經過彙整後成一條狀, 南北綿延達 200 公里左右。

文數字來代表其產生時間、地點及強度(如表一), 再結合地形的功能與NCAR繪圖軟體, 使所有雷電資料能醒目地標示於相關之地理位置, 以使其發揮功效;

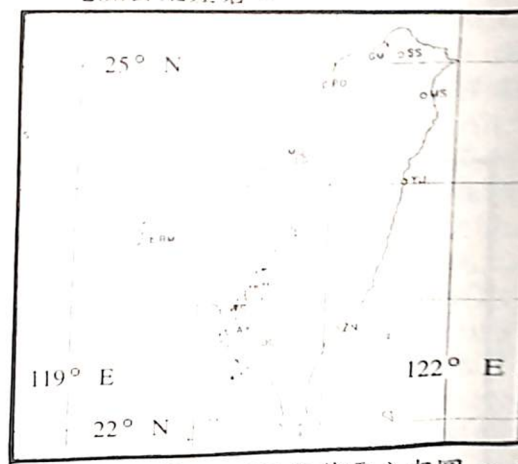
表一: 落雷資料之型態, 共計包含有發生時間、位置、正負極性、強度及觀測到落雷測站之站數目。

時間 時分秒	緯度 (°N)	經度 (°E)	極性與 強度	觀測站數 及數目
04:51:14	22.467	120.140	-19.1	4,3
04:56:19	22.460	120.189	-24.2	4,3
04:56:53	20.942	121.030	-125.1	4,3,2,1
05:17:13	19.932	123.971	-346.2	4,3,1,2
05:18:56	24.336	118.725	-25.2	3,4,2
05:19:55	22.123	119.897	-25.8	4,3

是以, 吾人首要之工作即需確實掌握資料之接收, 在現有裝備、人力及財力的考量下, 可選



圖四(h): 0655Z 至 0700Z 之落雷分布圖, 統經過彙整後成一條狀, 南北綿延 200 公里左右。



圖四(j): 0720Z 至 0725Z 之落雷分布圖, 兩系統發生頻率達到最高。

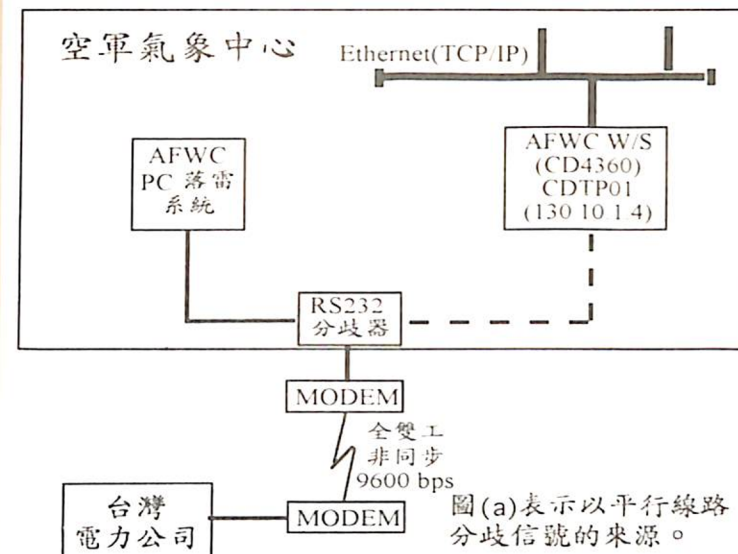
用以下方法之一種來達到上述目的:

- 1、以平行線路分歧信號的來源(如圖五(a)), 並重新撰寫資料接收程式, 再加以應用。
- 2、使PC連上網路後, 再運用PC/TCP原理(1994), 使雷電的ASCII碼可供網路上的任何使用者使用(如圖五(b)), 再進一步加以處理。

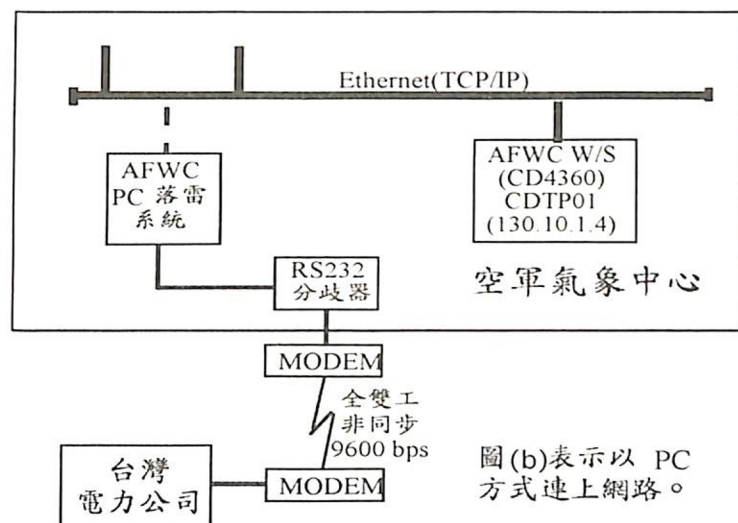
前者施工較簡單不影響現行作業, 但管理維護較複雜; 後者雖然軟體設計較省事, 但成本較高, 且時效緩慢; 是以, 吾人暫採用圖五之方法並配合TCP/IP之通訊協定, 終於克服多困難, 使資料順利傳輸至外基地各天氣中心。

(二) 傳輸效率與作業方式:

當資料成功接收以後, 便即應考慮產品如何共享, 首先是全省各基地天氣中心的落雷圖方式及應用技巧, 其次則是產品本身檔案的大小、數量的多寡、及傳遞的頻率, 當然, 傳遞時穩定性與安全性亦不容忽視, 是以, 吾人若採集中處理方式, 所有資料先在氣象中心處理完並繪製成圖形產品, 再利用FTP(Steven, 1990)



圖(a)表示以平行線路分歧信號的來源。



圖(b)表示以 PC 方式連上網路。

圖五: 台灣電力公司與空軍氣象中心雙方網連硬體與位址架構圖, 其中實線表已有裝備與線路, 虛線表需要增加之裝備與線路, 圖(a)表示以平行線路分歧信號的來源, 圖(b)表示以 PC 方式連上網路。

外天中傳遞, 雖可減少外天中產生問題的頻率, 但是網路傳輸的負載便難以負荷, 甚至會造成線路阻塞或機器當機之情事; 因此, 連線作業必需採用分散處理方式, 僅僅只傳遞最新資料, 如此一來, 不但傳輸效率提升, 資料也可迅速更新, 使各個用戶更能掌握落雷的變化; 此外吾人也同時會進行傳輸前的壓縮及接收後的解壓縮動作, 使資料傳輸的效率及安全性更為提升。

(三) 資料處理與自動傳遞:

持續地接收落雷資料而不造成系統空間的飽和, 即必需適時的針對資料進行必要的處理與維護, 才能使工作持續地順利推展。因此, 透過開放式的系統架構, 往往可使自動控制較容易達

成目標, 它透過Daemon(王及陳, 1980)或Crontab之方式, 不但可以監控資料傳輸之狀況, 同時還能掌控“處理過程”的正常與否, 並隨時發出警告, 使操作與預報人員隨時警覺到各種異常狀況的發生, 而作成適當的處理; 舉例來說: 當某一特定時間之落雷資料正在進行傳輸動作時, 該資料之檔案名字便已先建立妥當, 之後的5~8秒鐘(根據雙邊線路品質及資料量的大小而改變)便繼續接收該檔案的內容, 直到該檔案接收完畢後, 預報人員再進行分析與判斷, 則所有程序均屬正常, 反之, 若預報人員的處理動作剛巧落在該資料傳輸時間的5~8秒鐘, 則不但看不到完整的落雷分布圖, 同時也使得該筆資料的不正常運用而遭到破壞, 甚至無法進一步處理, 因此Daemon會根據這個結果而要求發送方再傳送一次相同的資料或予以忽略, 前者就會造成網路更加忙碌, 後者則讓預報人員喪失了寶貴的資料; 因此, 唯有合理的流程設計(如磁碟空間的管理及中央處理機CPU的管理, 甚至跨系統工作站之間的網路檔案系統NFS[盧, 1993; Hunt, 1992], 均需要作一妥善的分配)與適當的自動控制處理, 方不致增加系統的負擔, 才能使整個作業自然順暢。

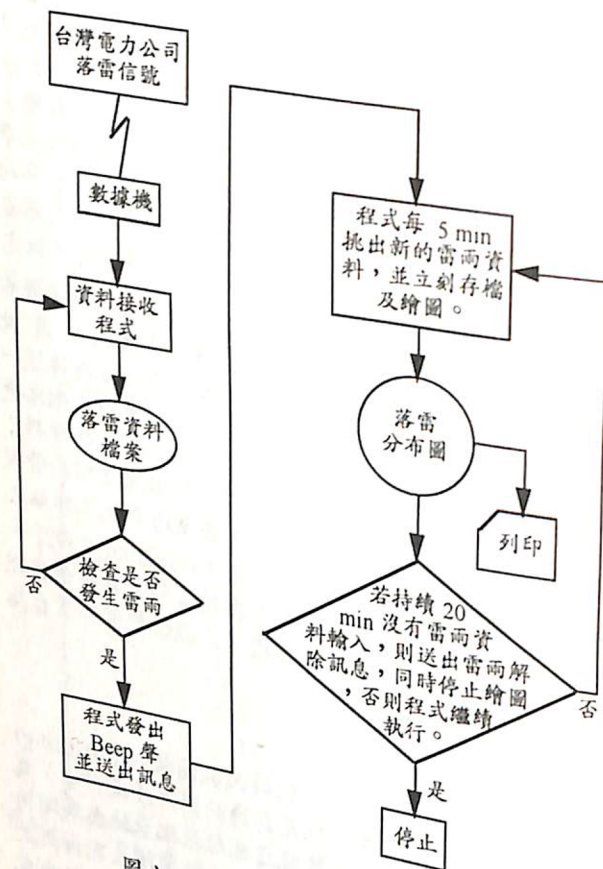
四、顯像、整合與管理

通常預報人員對短時天氣預報(Nowcasting)系統的運用, 多以眼見為憑的圖形(或影像)為其重要的依據, 尤其當雷電結果配合地面觀測同時出現時, 人們即願意接收此結果所表現出來之特性(Lutz, Yuter, and Wilson, 1989), 並且作為下次短時預報時的經驗準據, 是以, 本節之目的即在說明作業流程之各種技巧, 以進一步幫助預報人員瞭解雷電資料與地形結合的方法, 使自動化作業不但可以順利執行且容易維護。

(一) 顯像方式與時機:

一旦落雷現象產生時, 最急切想要知道其正確位置者莫過於飛行員了, 唯有事先避開其源地, 才能免於危險事件的發生; 因此, 不論是境外移入或是局地自行激發而生成之雷電現象均期望能掌握足夠之資訊, 在事前提出預警, 以嚴加防範; 然而, 落雷的發生多屬於中、小尺度的天氣系統, 其生命的消長往往不易為綜觀天氣圖所掌握; 是以當天氣現象的雷電情況從平靜到逐漸劇烈時, 須能讓電腦程式主動發出警告以提醒操作人員或預報人員作適當的處理; 為達此目的, 本聯隊最早的解決方法是透過螢幕發出短暫的beep聲, 以提醒人員注意, 但事後發現beep聲雖有警惕作用, 但稍縱即逝, 不易發揮功效, 後來遂改成持續的beep聲, 已較前者具有警惕作用, 但時間過長後即形成噪音, 最後乃決定以醒目的方式將訊息顯示於螢幕上, 果然效果大增; 之後操作人員在獲悉警告訊息後, 再透過NCAR的繪圖軟

體，將雷電情形分別以不同的顏色及符號表示出來（如圖六），或是列印之後再進一步加以研判，以找出正確的落雷位置，即可掌握危險天氣的預警。



圖六：落雷資料處理流程圖。

此時吾人可再配合其他氣象輔助圖（如：每半小時乙次的雷達回波圖及每小時乙次的同步衛星雲圖）以增加資料判斷的可靠性，對於雷雨之動向及變化亦較容易掌握；果然執行以來，受到大多數用戶的歡迎，同時也方便許多戰演訓任務的完成。

(二) 自動更新與管理：

由於軍民間的不斷合作，使「資源共享」得以順利推行，從而節省許多不必要之重複投資（包括財力、物力與人力）；因此，資料如何有效利用以達到「一次輸入，多人共享」之最高境界，即成為資料管理所必需仔細思量之方向，是以當氣象中心接收到資料以後，首先即應進行資料的除錯與更新，同時再繪圖顯示與儲存，以達到自動化處理之目的，然後按圖七之方式，分別呼叫相關子程序，以將結果傳至各個遙地測站，這時各天氣中心收到此落雷產品，便可再配合雷達回波圖、都卜勒風場、模式預報成品、及衛星雲圖（包含傳統的 IR、VIS 以及水汽通道圖），進行資料的運用，使預報準確率更提升。

氣象理論、衛星、雷達及各種觀測結果加以驗證與詮釋，諸如，不同尺度或不同季節之對流系統，因稟性不同所造成之反應為何？對流系統在不同生命階段之特性為何？與降水之關聯為何？...等等，凡此種種關聯性之研究，都是吾人有待努力、繼續研究之目標。

(四) 教育訓練：提升氣象的服務品質一直是本聯隊最首要的工作項目之一，因此，任何資料的蒐集及學養的累積，其目的均在提升吾人預報的準確率。因此，教育訓練得從二個不同的方向去著手：

1、加強本職學能：除了綜觀天氣與模式預報的分析外，本文較著重的是建立一套完整之概念模式，以研判落雷的分布情形；在雷雨胞消長的過程中，有效掌握其強度變化及移動方向，可使預報結果予以定量化，從而提升飛行員對天氣預報的信心，各項戰演訓任務也得以順利完成。

2、提升資訊專長：本文概念之建立，全仗資訊經驗的累積，不論是電腦網路、自動傳輸、資料接收與處理及落雷顯像與後製作(Postscript)，均已完成上線作業，並持續穩定的服務氣象預報人員，因此，完整的教育訓練、上級的支持、技術的傳承與文獻的記載，乃經常成為本聯隊例行性的主要任務，如此才能薪火相傳，永永遠遠。

(五) 充分運用各項資源：目前民間單位仍有許多氣象資源均直接或間接對預報準確率的提升有莫大助益，諸如：中央氣象局的雨量資料、中壢電離層觀測資料、民航局飛航天氣、中央大學的剖面儀及大氣遙測等資料，若能按步就班逐一接收及消化，必將對本軍戰力增添幾分實力。

綜上所述，有些工作本聯隊已在執行，有些工作則仍在理念醞釀階段，不論如何，吾人值此裝備更新的時機，尤應以身作則，身體力行，使各項裝備得以充分發揮功效。

六、結語

本聯隊「裝備更新案」的目的即在提升預報準確率、加強服務品質，從而使空軍在戰場上獲得關鍵性的制勝先機，為達此目的，唯有擴展落雷功能及充分運用各種氣象情資，以擴大服務對象，才能確實提升本軍戰力。

經由不斷地研究，落雷資料已可運用較簡易之方法，呈現在預報人員之眼前，操作人員無須透過複雜之操作程序，即可一目了然各地危險天氣中有關對流系統之強度、範圍及移動情形等；是以，有效的圖形（或影像）整合可使得資料的運用更具有親和性，再透過上述步驟之努力，整體戰力就自然提升了。

此外，氣象落雷資料之整合，自上線作業以來，已確實為本軍帶來許多直接或間接的好處，它們大致可歸納為以下幾點：

(一) 由於落雷系統的應用具有親和性，使預報人員樂於接受落雷整合後所表現出來的天氣特徵

及相關的物理特性，再配合其它氣象情資，即可提升短時預報的準確率。

(二) 落雷位置及範圍的標示，可使飛行員及早避開亂流及危險天氣區域，以確保飛安。

(三) 由於軍民雙方的直接網連，不但資源可以共享，有關技術經驗還可支援其他作業單位或進一步自我的建立容錯 (Fault Tolerance) 系統，以相互備援，使整套作業程序更加安全。

(四) 由於軍民雙方網連的裝備不同，任務也不一樣，因此，對於開發此套自動化作業系統，吾人必需完全獨立規劃與執行，對於經驗累積與技術紮根，可說是貢獻至鉅。

七、參考文獻

- Hunt, C., 1992: TCP/IP Network Administration, O'Reilly & Associates INC., 203-212.
- Lutz, J. S., S. E. Yuter, and J. W. Wilson, 1989: The nowcaster workstation for analyzing four-dimensional radar data. Preprints, 24th Conf. on Radar Meteorology, Tallahassee, Amer. Meteor. Soc., 340-343.
- Mueller C. K., J. W. Wilson, and A. N. Crook, 1993: The utility of sounding and mesonet data to nowcast thunderstorm initiation. Weather and Forecasting, Vol. 8, No. 1, 132-146.
- Mullen, S. L., 1987: Transient eddy forcing of blocking flows. J. Atmos. Sci., 43, 1467-1483.
- Stevens, W. R., 1990: UNIX Network Programming, Prentice Hall, pp213.
- Wallace, J. M., and M. L. Blackman, 1983: Observation of low-frequency atmospheric variability. Large-Scale Dynamical Processes in the Atmosphere. B. J. Hoskins and R. P. Pearce, Eds. Academic Press, 55-94.
- Wilson, J. W. and C. K. Mueller, 1993: Nowcasts of thunderstorm initiation and evolution. Weather and Forecasting, Vol. 8, No. 1, 113-131.
- 李紀恩, 潘大綱, 劉崇治, 張培臣 1995: 台灣地區颱風落雷資料個案分析, 氣象雷達應用與四維資料同化研討會, 25-29.
- 徐天佑, 呂貴寶, 劉廣英 1995: 利用雷達與衛星資料比較分析台灣地區閃電之研究, 氣象雷達應用與四維資料同化研討會, 70-78.
- 張詩言, 1994: TCP/IP 網路技術, 全欣資訊, pp195.
- 潘大綱, 1995: 本省午後對流系統雷電特徵之個案分析, 氣象預報與分析, 143, 1-7.
- 劉廣英, 1994: 雷電偵測與即時天氣預報, 航空安全研討會論文彙編, 國防部及交通部(中正理工學院主辦).

The Intergration, Application, and Development of the Lightning System in CAF

Chuan-Hsin Yu
An-Cherng Yih

Chi-en Lee
Kai-Chung Chang

Abstract

After the installation of the lightning observation system by Taiwan Power Plant Co., we are always expecting all the lightning data can be shared. Once it becomes true, we can use the data to predict the development and the movements of severe weather easily in advance, and pass the information to the pilots to avoid anything dangerous in their flight route. So, the integration of this system to share the lightning data then become the most important job for this research report.

To achieve the this goal, we have to complete the following jobs first to make the procedure more friendly. They are: (1) Efficient control process to manage the data flow, (2) Stable network architecture, (3) Convenient data transferring, (4) Easy graphic tool to display the data, and (5) Automatic process to update, store, and print the data. With the above capabilities, the lightning system will help us more confident with the forecasting ability. Therefore, we can easily reduce the chance of the aviation accidents, increase the safety of flight missions, and then improve the air combat power.

The integration of the lightning data is not only the exchange of the technology and the budget saving, but also a symbol of the cooperation between civilian and Air Force. If everyone can devote himself and accumulate his experiences, the sharing of the meteorological resources is then possible. The combat power is then also increased.

The Intergration, Application, and Development of the Weather Radar in CAF (Operational Research)

(上承33頁, Continue from page 33.)

An-Cherng Yih Pinyi Lee Yuh-Juh Lin
Weather Central, Weather Wing, CAF ROC

Abstract

After updating the meteorological equipments project, we have sincerely expecting all the domestic meteorological systems (CAF, CKS and CWB) could be integrated and displayed in a single screen through the increasing powers of the computation and networking in IT (Information Technology) industry. Then, we can well perceive the changes and movements of the hazard weather, and inform pilots of weather changes in their flight altitudes to avoid anything dangerous in advance. So, the file sharing and transferring of the radar data become very important to our daily jobs now.

To achieve this goal, we have accomplished the following jobs: (1) Automatic and efficient data flow control processing, (2) Stable network architecture, (3) Convenient data transferring, (4) Image integration tools, and (5) Automatic data updating, storage, and printing. Radar system with the above capabilities will make itself agreeable and easily prepared for the integration, which make weather forecasters more confident and precisely about their forecasting. Therefore, we can reduce the chance of the aviation accidents, increase the safety of flight missions, and then improve our combat power.

The integration of radar data is not only the cooperation between people and soldier, but also the exchange of the technology as well as the budget saving. If everyone can devote himself and accumulate his experiences to make technique established firmly, sharing the resources conveniently, then the damage is decreased and combat power is increased. This way, all the meteorological members will unite like a family. We believe the meteorological progress here is unlimited.