

氣象雷達資料之整合、應用與發展 (作業研究)

易安成 利平一 林玉柱
【空軍氣象中心】

摘要

本聯隊自執行「氣象裝備更新案」以來，即殷切期盼國內軍民的各個氣象雷達資料，可以透過電腦軟、硬體及網連的功能同時顯像於一個畫面內，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，雷達資源之共享與快速之傳遞遂成為整合雷達資料必不可缺的要件；為達此目的，吾人必須建立以下之準備工作，方可奏效，（一）有效地自動控制流程、（二）穩定的網路架構、（三）方便地資料傳輸、（四）資料與地形可互相結合的顯像軟體、及（五）自動的資料更新、儲存與列印，才能提升用戶對雷達資料的親和性，使人人樂於接受它的整合功能，從而增加預報者的自信心與預報準確度，降低飛機墜事的頻率，增進任務與演習順利遂行之機會，以進一步提升國家之戰力。

雷達資料之整合不單是軍民合作的具體表現，更是節省公帑與技術交流之表徵，大家彼此奉獻心力、截長補短，才能使『技術得以紮根』，『資源可以共享』，並使『損失降至最低』，『國力增至最強』，讓從事氣象者成為一家人，吾人相信氣象的未來發展是無可限量的。

一、前言

由於氣象科學在日常生活與學術研討的領域中已愈形重要，國內早在75、76年期間即配合歐、日、美等學者專家在台灣地區實施TAMEX中尺度計畫共達7、8年之久，期間每當危險天氣系統逼近本省並造成危害時，吾人即設法運用各種觀測資料並加以分析運用，如衛星雲圖、雷達回波圖及各種地面或高空的氣象觀測，在當時，中央氣象局為了因應此等需求而先後完成了WINS(林、劉、及陳, 1994)及Nowcasting兩系統，以方便預報人員對天氣變化的掌握；執行以來，已確實多次掌握住危險天氣的逼近，提早發佈危險警告的訊息，使演習任務得以順利完成；然而，該系統是中央氣象局自行研發的成果，所需要的軟、硬體在該局使用自然方便，但是若要與他人共享即產生不便；因此，雙方網連不但可節省彼此投資的重複，加強彼此的交流，更能落實技術的紮根。是以，國內氣象界已開始鼎力支持雷達資料及電腦的網連，首先是空軍與中央氣象局的合作，使本省中部的清泉崗基地、南部的高雄與東部的花蓮及綠島等雷達觀測資料，可以互相交換與支援；之後，氣象局再與民航局中正機場也完成連線，使得國內的所有的雷達站資料均能同時展現於一個螢幕之內，充分展現資料整合及資源共享的成效，以進一步提升天氣預報之準確率。

本文之目的即在描述本軍與氣象局獨自完成網連之過程，及使此項工作順利上線作業之步驟；藉由原理的介紹及文獻的記載，以方便技術的傳承；因此，第二節首先介紹了雷達觀測資料整合後之結果，以進一步瞭解其應用方法及個案分析的好處；其次第三節概述了資料的網連方法、傳遞步驟與自動處理之程序，再配合第四節產品格式及顯像過程的說明，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，以期將來更進步、更成長。

二、氣象雷達資料之應用與整合

目前本聯隊已可透過電腦工作站的螢幕，即時守視全省各地雷達站的水汽回波，使用者不但可以觀測到從遠地移入之強烈回波，也可以監控到某特定地區因旺盛對流而在局部地區持續發展之下升汽流或擾動，任何一個對流胞的動態，發展以至於消散的生命歷程均已不再神秘且可有效地連線；不論是冬天鋒面雲雨系統的移動，夏天午後雷雨的觸發以及颱風的移動，預報人員均可配合衛星雲圖作綜觀尺度的分析，掌握其動態，再結合雷達系統密集地觀測以掌握任何危險天氣之變化，從而適切地提出天氣預警，以供決策者或飛行員參考，長此以往，不但有效運用了我們

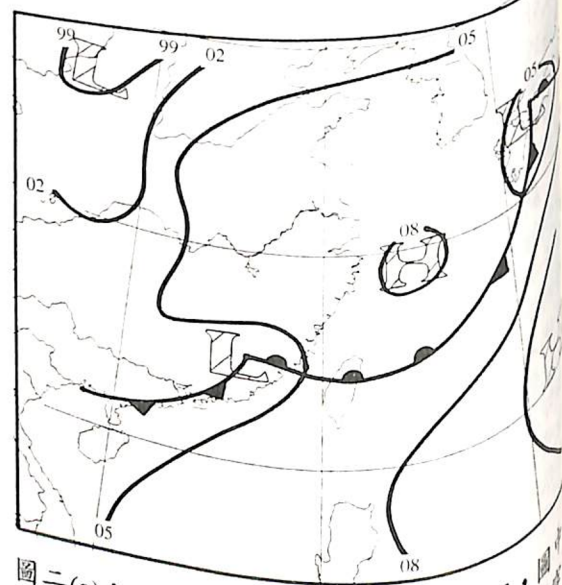
軍民間共有的資源，更因提早防範而避免掉許多危險天氣所造成之傷害，可說功不可沒；以下便以今年入夏以來的一個案例，來說明氣象雷達整合以後所發揮的功效。

圖一：是今(84)年6月28日北部地區午後的一場雷陣雨，造成各地降雨情形的天氣一覽圖，整個雷雨系統的發展生命歷程共祇有4小時左右，

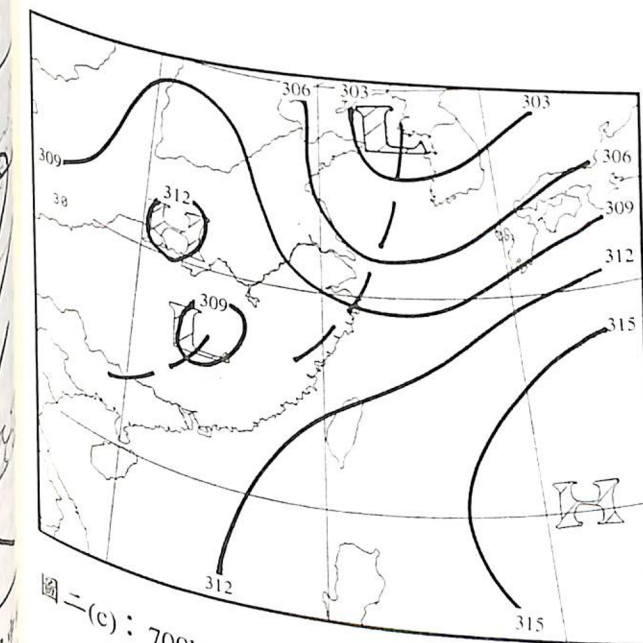
地點	14	15	16	17	18	19	20
馬祖	25.0000	22.0000	22.0000	22.0000	22.0000	22.0000	22.0000
Matsu	25.0000	22.0000	22.0000	22.0000	22.0000	22.0000	22.0000
松山	27.1100	23.1200	23.1200	23.1200	23.1200	23.1200	23.1200
Sungshan	27.1100	23.1200	23.1200	23.1200	23.1200	23.1200	23.1200
桃園	25.0000	23.0000	23.0000	23.0000	23.0000	23.0000	23.0000
Taoyuan	25.0000	23.0000	23.0000	23.0000	23.0000	23.0000	23.0000
中正機場	25.0000	23.0000	23.0000	23.0000	23.0000	23.0000	23.0000
Chong Cheng	25.0000	23.0000	23.0000	23.0000	23.0000	23.0000	23.0000
625 RCTP	25.0000	23.0000	23.0000	23.0000	23.0000	23.0000	23.0000
新竹	27.1100	23.1200	23.1200	23.1200	23.1200	23.1200	23.1200
Hsinchu	27.1100	23.1200	23.1200	23.1200	23.1200	23.1200	23.1200
756 RCTP	27.1100	23.1200	23.1200	23.1200	23.1200	23.1200	23.1200
宜蘭	25.0000	23.0000	23.0000	23.0000	23.0000	23.0000	23.0000
Han	25.0000	23.0000	23.0000	23.0000	23.0000	23.0000	23.0000
764 RCTP	25.0000	23.0000	23.0000	23.0000	23.0000	23.0000	23.0000
花蓮	25.0000	23.0000	23.0000	23.0000	23.0000	23.0000	23.0000
Hualien	25.0000	23.0000	23.0000	23.0000	23.0000	23.0000	23.0000
763 RCTP	25.0000	23.0000	23.0000	23.0000	23.0000	23.0000	23.0000
基隆	25.0000	23.0000	23.0000	23.0000	23.0000	23.0000	23.0000
Chia Shan	25.0000	23.0000	23.0000	23.0000	23.0000	23.0000	23.0000
782 RCTP	25.0000	23.0000	23.0000	23.0000	23.0000	23.0000	23.0000
台中	25.0000	23.0000	23.0000	23.0000	23.0000	23.0000	23.0000
770 RCTP	25.0000	23.0000	23.0000	23.0000	23.0000	23.0000	23.0000
金門	25.0000	23.0000	23.0000	23.0000	23.0000	23.0000	23.0000
Kimmen	25.0000	23.0000	23.0000	23.0000	23.0000	23.0000	23.0000
751 RCTP	25.0000	23.0000	23.0000	23.0000	23.0000	23.0000	23.0000

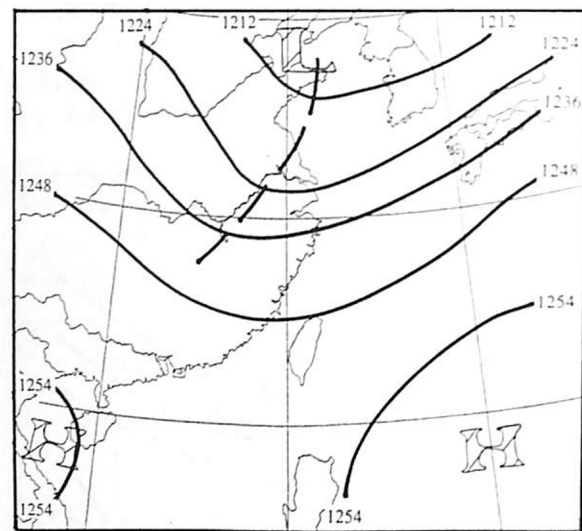
圖一：今(84)年6月28日北部地區的部分天氣一覽圖；其午後的一場雷陣雨，持續約有4至5小時左右，曾造成許多地區出現嚴重性不等的積水現象。

影響地區也僅北部地區數個縣市(南北向約150公里左右)而已，這種中小尺度的雷陣雨不但未落在標準綜觀尺度的觀測時間，且範圍又小，任何主觀的經驗預報與模式結果，雖略可分析其趨勢，但卻不易掌握其發生時機與動態，預報人員仍然得透過守視的技巧以彌補前述預報方法之不足；是以圖二天氣圖(a)至(g)的分析過程中，吾人是84年6月28日00Z之地面天氣圖，鋒面位置自東北向西南延伸，貫穿本省北部地區，造成鋒面地區雲量偏多，大陸沿海地區並有局部性降雨。圖(b)是850hpa之高空圖，時間與(a)圖相同，圖中槽線位置一直伸至廣西省境，加上槽後有微弱的冷平流，使得槽線更為加深而影響本省北部天氣。

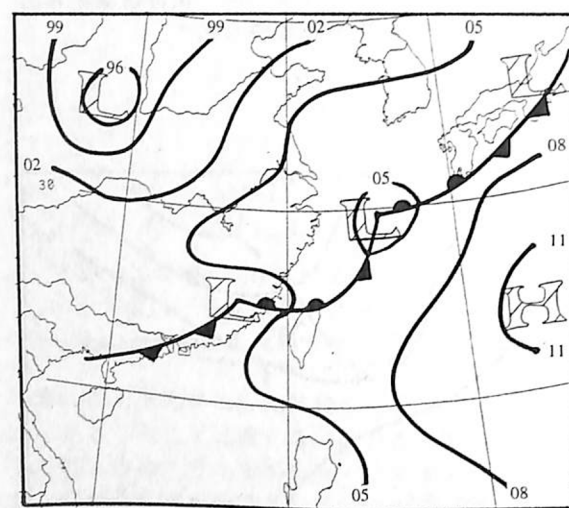


圖二(a)：84年6月28日00Z之地面天氣圖，圖中本省北部有一深槽往西南方向延伸至廣西省一帶，加強了槽前的斜壓性，且本省地區位處於低層西南噴流入區，更增加了不穩定度的發展。





圖二(f): 200hpa之高空圖，時間與(a)圖相同，圖中高層噴流入區剛好落在長江口與本省北部之間，使得垂直向上發展之氣流可以迅速在高層脫離而加速了能量與熱量的釋放，造成雷雨迅速發展。



圖二(g): 同日 06Z之地面天氣圖，圖中可以見到本省北部及大陸東南沿海一帶各地均有雷雨或陣雨之現象發生。

圖三即是配合前述雷雨個案經吾人作業整合後，利用網連傳輸資料的方式所得到雷達觀測結果，其中(a)圖是84年6月28日0355Z本軍綠島氣象雷達所觀得之降水回波圖，圖中各地均無明顯之回波，表示雷雨胞尚未生成。(b)圖是同天0530Z本軍清泉崗基地氣象雷達觀測所得等仰角面之降水回波圖，各地已略有降水回波正逐漸發

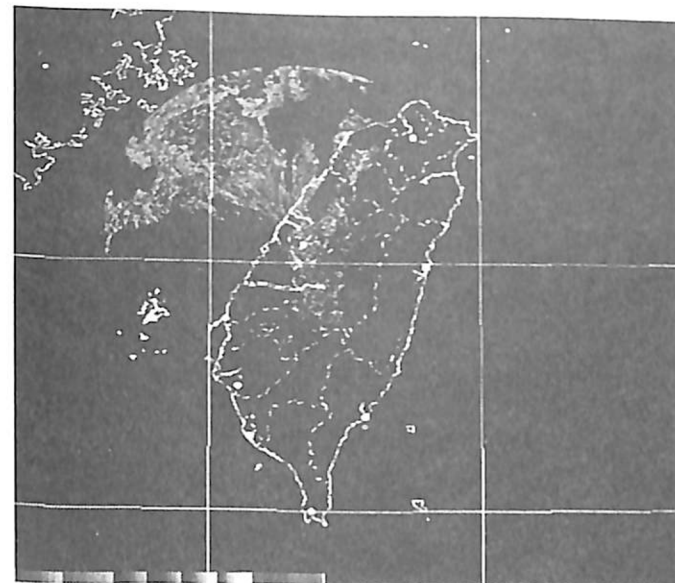


圖三(a): 84年6月28日0355Z本軍綠島氣象雷達觀得之降水回波圖，圖中各地均無明顯回波，表示雷雨胞尚未生成。

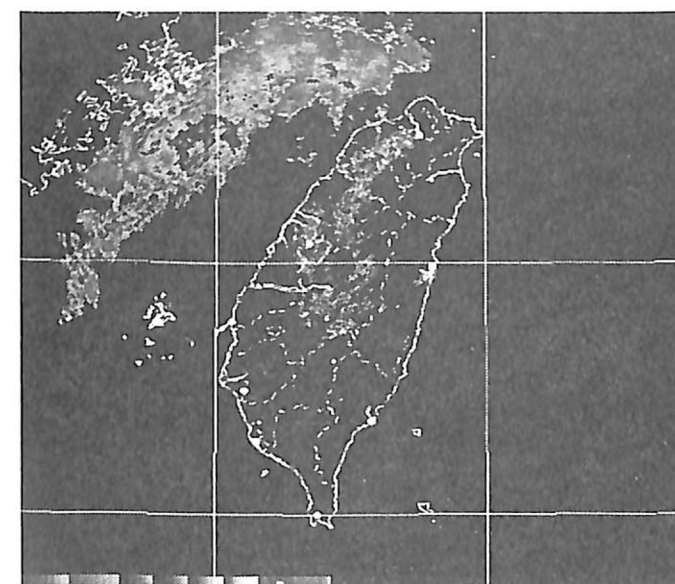


圖三(b): 與(a)圖同天0530Z本軍清泉崗基地氣象雷達觀測所得等仰角面之降水回波圖。

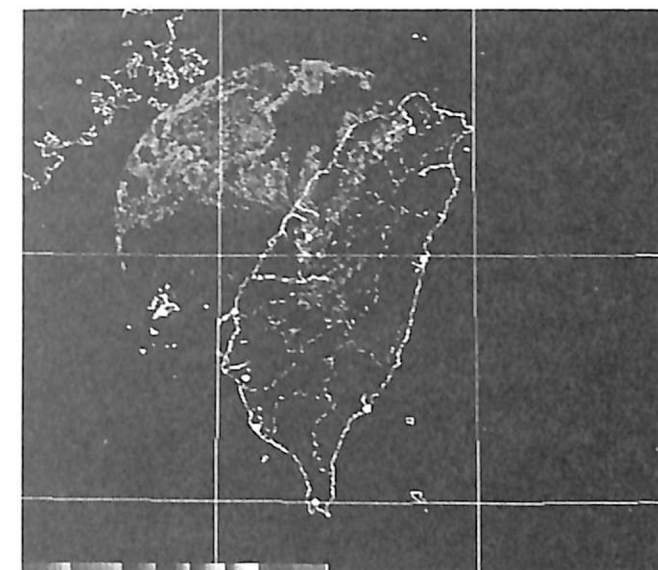
展(c)圖與(b)圖性質相同，唯觀測仰角較低，致回波範圍較小。(d)圖亦同，唯時間是0550Z圖中海峽北部之強烈回波區已逐漸發展成形，有朝本省北部移行之趨勢。(e)圖則與(c)圖同，其中回波有朝本省北部移行之趨勢，而北部山區的回波區會在20分鐘之內迅速成長。(f)是氣象局高雄壽山雷達於同日0600Z以0.5°之



圖三(c): 與(b)圖相同，唯觀測仰角較低，以致回波範圍較小。



圖三(d): 與(b)圖相同，唯時間是0550Z，圖中海峽北部之強烈回波區已逐漸發展成形，且有朝本省北部移行之趨勢。



圖三(e): 與(c)圖相同，圖中回波有朝本省北部移行之趨勢，北部山區的回波區會在20分鐘之內迅速成長。

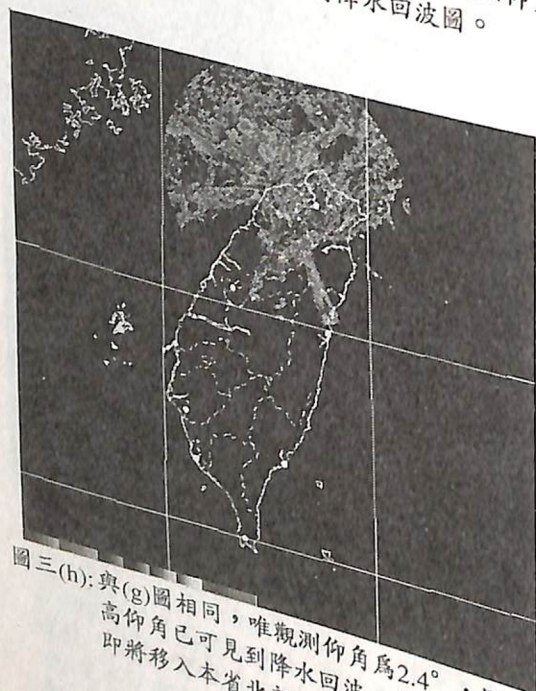


圖三(f): 氣象局高雄壽山雷達於同日0600Z以0.5°之仰角觀測所得之等仰角降水回波圖。

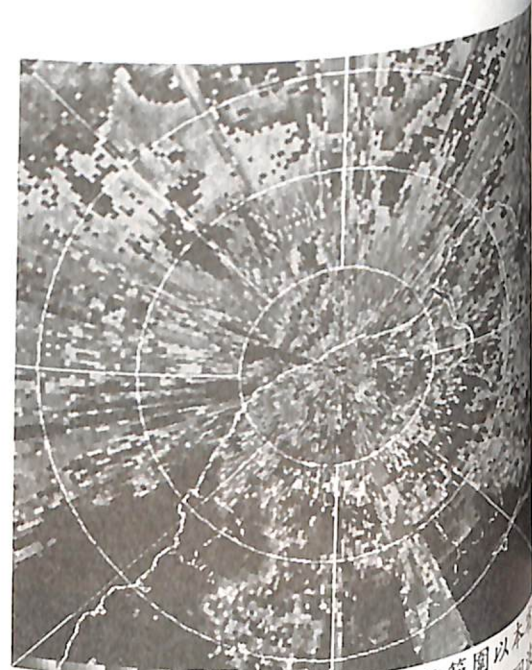
角觀測所得之等仰角降水回波圖。圖(g)則是民航局中正機場都卜勒雷達於0600Z以仰角 1.3° 觀測所得之等仰角降水回波圖。(h)圖與(g)圖性質相同，唯觀測仰角為 2.4° ，圖中較高仰角已可見到降水回波，表示危險天氣即將移入(Wilson, Carbone, Baynton, and Serafin, 1980)本省北部。圖(i)亦與(g)圖相同，唯圖形顯示範圍以本省北



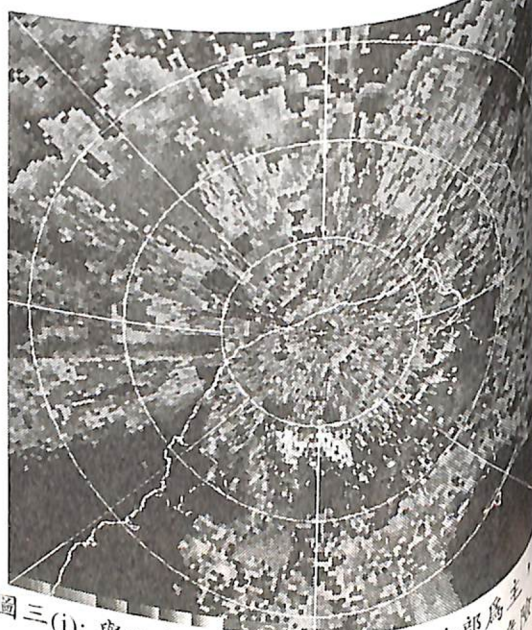
圖三(g): 民航局中正機場都卜勒雷達於0600Z以仰角 1.3° 觀測所得之等仰角降水回波圖。



圖三(h): 與(g)圖相同，唯觀測仰角為 2.4° ，圖中較高仰角已可見到降水回波，表示危險天氣即將移入本省北部。

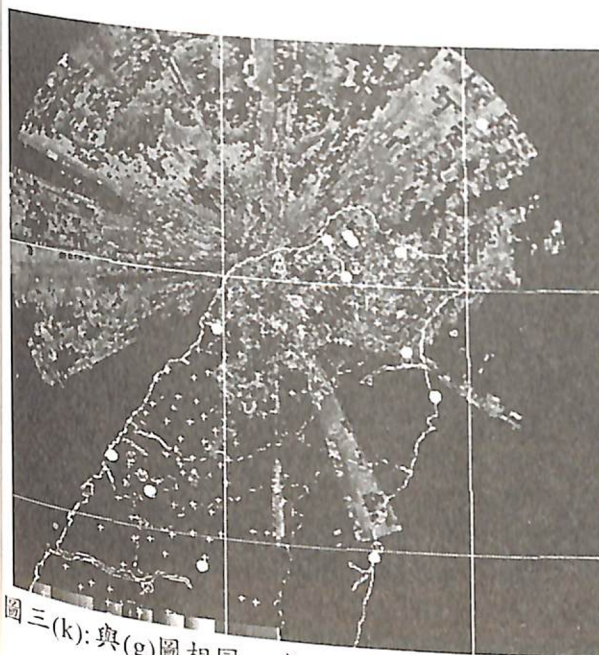


圖三(i): 與(g)圖相同，唯圖形顯示範圍以本省北部為主，由於尺度較大，對於降水回波之分析，亦比較容易。

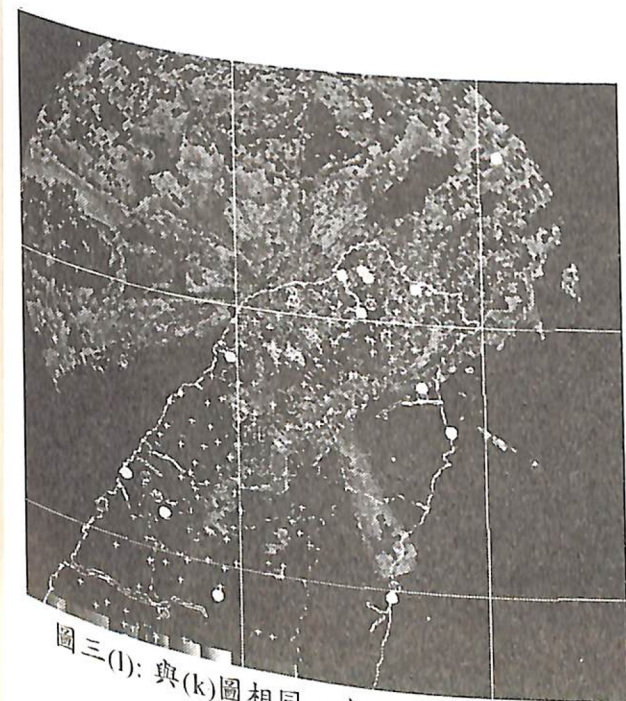


圖三(j): 與(h)圖形顯示範圍以本省北部為主，配合(i)圖同時比較，對於北部地區危險天氣之掌握，將更加方便。

仰角為 2.4° 。圖(m)是同個時段中正機場都卜勒風場之觀測圖，由於色彩已轉為黑白灰階，造成風的方向不易判斷，但整體上松山、桃園、新竹等北部測站均以東北風為主，風切則不明顯(Keeler, Lewis, and Gray, 1989)。圖(n)與(m)圖相同，唯觀測仰角較高。圖(o)與(n)圖相同，唯圖形顯示範圍以本省北部為主。圖(p)與(o)圖相同，唯觀測仰角為 2.4° 。圖(q)是同個時段氣象

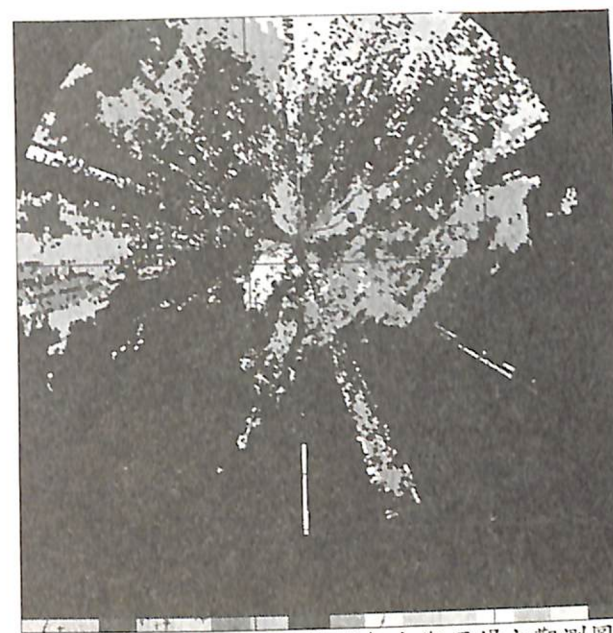


圖三(k): 與(g)圖相同，唯尺度範圍介於(g)圖與(i)圖之間，其清晰度與觀測均適中，頗適合預報人員之參考運用。

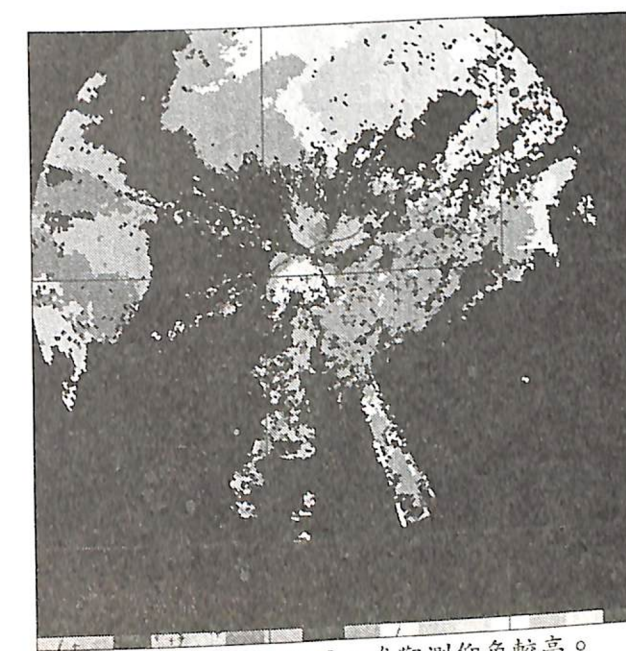


圖三(l): 與(k)圖相同，唯觀測仰角為 2.4° 。

局花蓮雷達以 0.5° 仰角之降水回波圖，圖中顯示除太魯閣山區之地形回波外，在宜蘭的東部外海亦有降水回波的發展，唯其動向是往東移行，對本省已無影響。圖(r)是84年6月28日0400Z同步衛星GMS-5觀測所得之水汽頻道圖；圖中顯示在本省北部及大陸東南沿海一帶，有較豐沛的水汽正在發展並向東迅速移行。圖(s)之時間是0500Z，可見海峽北部之豐沛水汽區已接近桃



圖三(m): 同個時段中正機場都卜勒風場之觀測圖，由於色彩已轉為黑白灰階，造成風向不易判斷，但整體上松山、桃園、新竹等北部測站均以東北風為主，風切不明顯。



圖三(n): 與(m)圖相同，唯觀測仰角較高。

圖外海。圖(t)之時間是0600Z，此時松山、桃園地區已開始有陣性降雨。圖(u)是可見光雲圖，圖中可看出整個雲系已移入本省北部地區。圖(v)是紅外線雲圖，配合(t)圖與(u)圖之診斷結果，顯示在桃園、新竹一帶之雲雨胞有即將發展為雷雨之趨勢。圖(w)與(v)圖相同，唯時間是0800Z，此時宜蘭、花蓮地區亦開始有雷雨或陣

雨之現象發生，表示該雲雨胞仍快速移動及發展中。

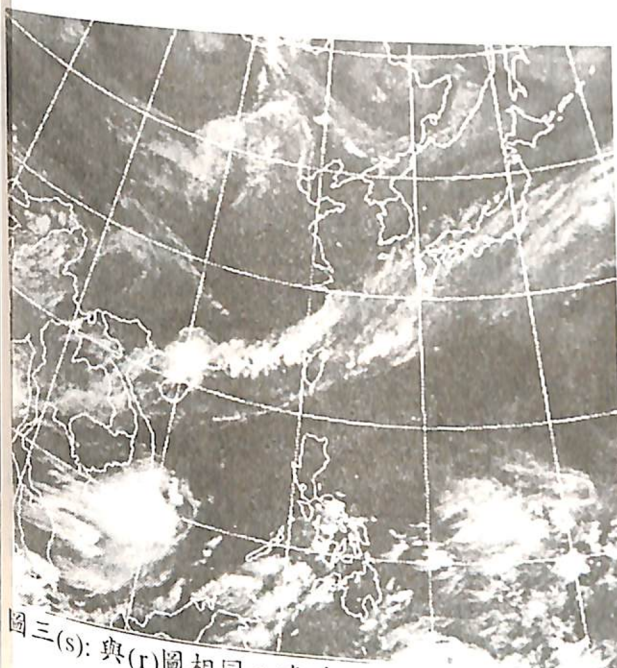
經由前述雷達回波與衛星雲圖的分析，吾人已能較傳統的作業方式，適時且準確的發布危險天氣之預警，同時對於雷雨的範圍及風切的位置，亦能有效的掌握，對於戰力的提昇貢獻至鉅。



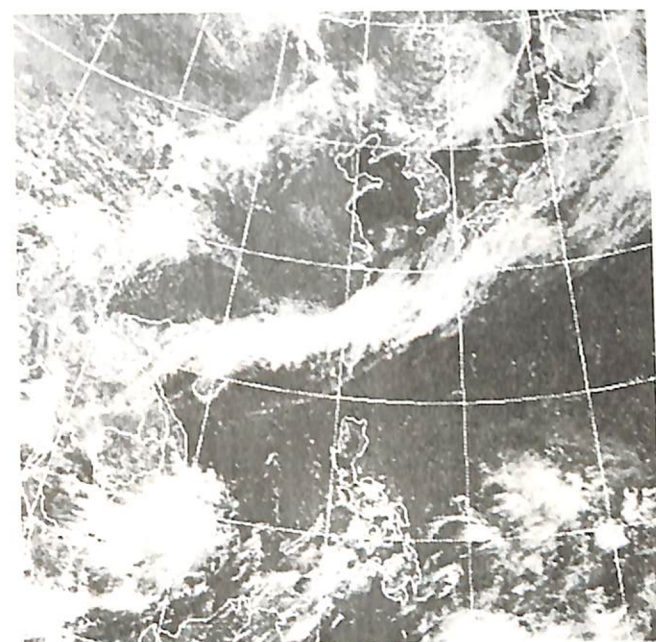
圖三(o): 與(n)圖相同，唯圖形顯示範圍以本省北部為主。



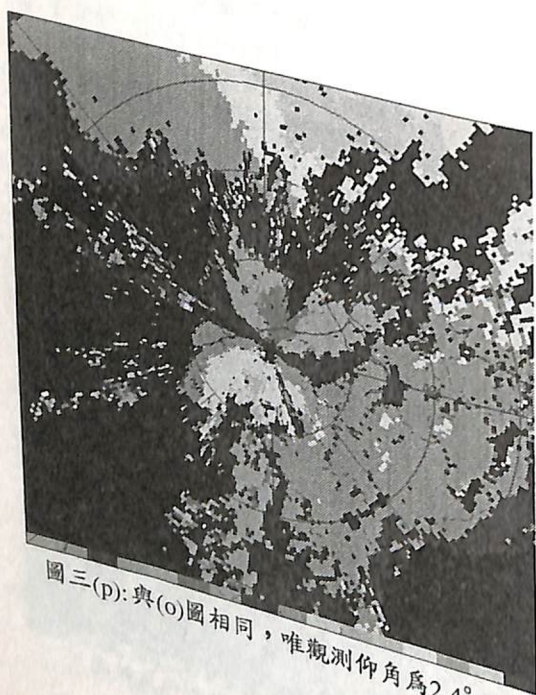
圖三(q): 同個時段氣象局花蓮雷達 0.5° 仰角回波圖，圖中顯示除太魯閣山區之外，並宜蘭的東部外海亦有降水回波發展，唯因往東移行，對本省已無影響。



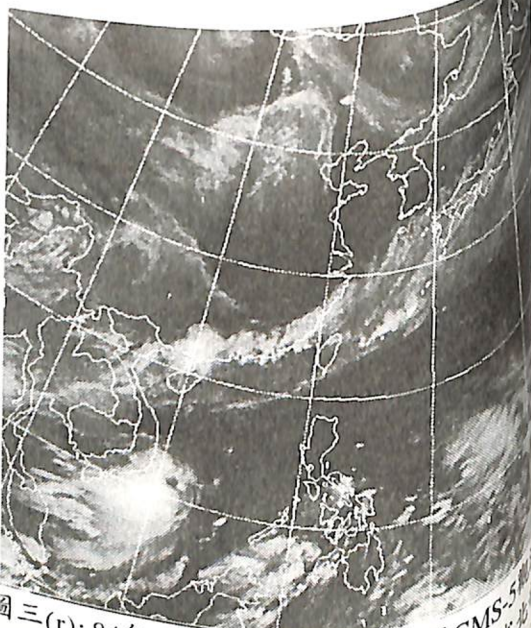
圖三(s): 與(r)圖相同，唯時間是0500Z，可見到海峽北部之豐富水汽區域已接近桃園外海。



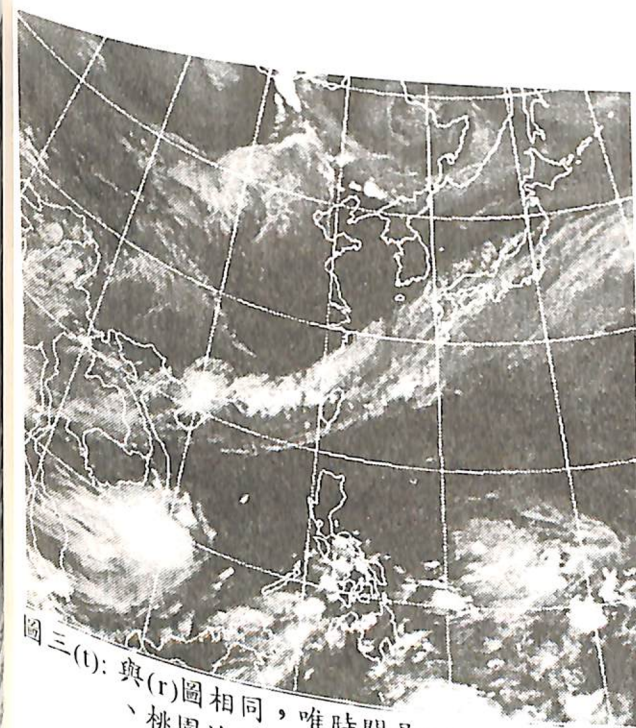
圖三(u): 與(t)圖相同，唯該圖是可見光波段，圖中可看出整個雲系已移入本省北部地區。



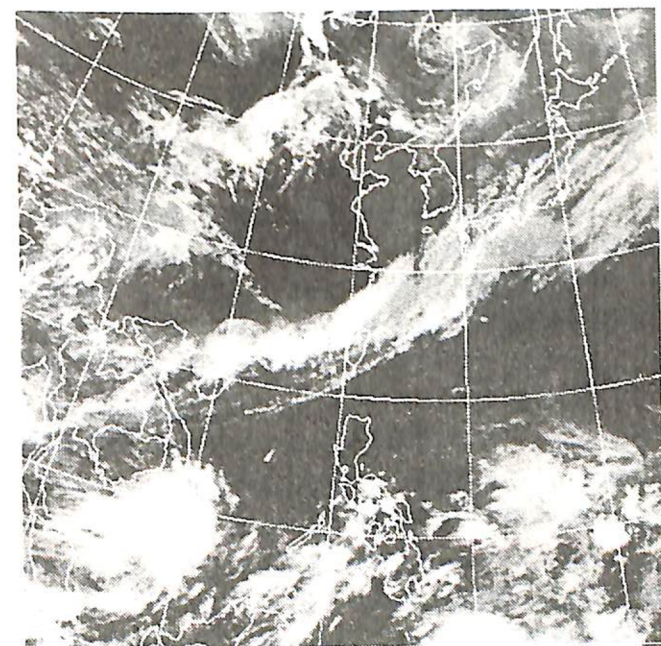
圖三(p): 與(o)圖相同，唯觀測仰角為 2.4° 。



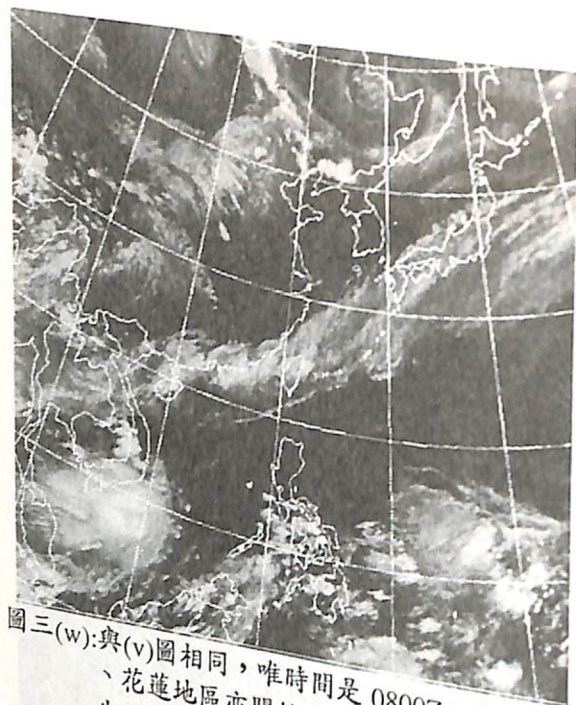
圖三(r): 84年6月28日0400Z同步衛星GMS-5所得之水汽頻道圖；圖中顯示在本省大陸東南沿海一帶，有較豐沛的水汽發展並向東迅速移行。



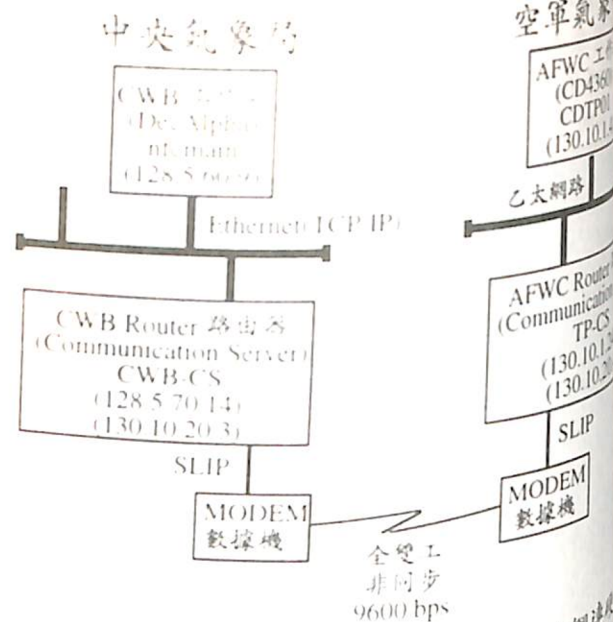
圖三(t): 與(r)圖相同，唯時間是0600Z，此時松山、桃園地區已開始有陣性降雨。



圖三(v): 與(t)圖相同，唯該圖是紅外線波段，配合(t)圖與(u)圖之結果，顯示在桃園、新竹一帶之雲雨胞有即將發展為雷雨之趨勢。



圖三(w):與(v)圖相同,唯時間是0800Z,此時宜蘭、花蓮地區亦開始有雷雨或陣雨之現象發生,表示該雲雨胞仍快速移動及發展中。



圖四：中央氣象局與空軍氣象中心雙方網連位址架構圖。

三、資料網連、傳遞與處理

資源共享固然是氣象作業資訊化的最主要目的之一，然而為達到此目的的同時，仍有其必須的準備工作，如網連的建立、通訊協定的律定、資料傳輸技巧的運用、自動化過程的原理設計、資料處理與維護的掌握、及操作人員的訓練均缺一不可；經過不斷地耕耘與測試，吾人已成功地展現各地雷達即時所觀測之結果，並加以運用，以提昇本聯隊之服務品質；為期使這項工作能持之以恆，茲就各項工作之設計原理，概述如后，以期能拋磚引玉，使各項作業得以順利執行。

(一) 建立網連、採用TCP/IP之通訊協定：
由於中央氣象局不論在氣象與資訊等方面的作業均較本軍投資時間為早，且經驗豐富，因此在雙方連線及上線作業之前，即需要一整體性、安全性高且具備長遠性考量之規劃，是以開放式架構與標準化設計乃成為吾人最高之指導方針；也由於此，當吾人使用DECNET之ddcmp與中央氣象局進行非標準化的網路連線時，雖然短暫地成功了，但很快即遇到位址節點相銜的問題而無法順利網連，隨後立即檢討改進，並採用TCP/IP (張, 1994)之通訊協定，終於克服諸多困難，完成了雙邊初步的連線 (如圖四)，而使資料可以透過FTP (Stevens, 1990)之方式，相互傳遞。

(二) 連線速度與傳輸效率：
當氣象局與本軍雙方網連成功以後，便即考慮產品應如何共享，首先是全省各地的雷達觀測資料及其顯像的方式，其次則是產品本身檔案的

大小、數量的多寡、及傳遞的頻率，是以，時的穩定性與安全性亦不容忽視，進行資料傳輸時，先後利用兩種不同的壓縮技巧，進行資料的壓縮及接收端接收後的解壓縮動作，吾人資料的傳輸效率及安全性，同時，吾人顧到大量資料持續地傳入我方電腦系統的必要，和，因此，適切的針對資料進行必要的保護，方不致造成系統的當機情事，才能持續地順利推展。

(三) 自動傳遞與接收：

開放式的系統架構，往往是自動控制達成的一個工具，它透過Daemon (陳, 1980) 或 Watch-Dog 之方式，處理資料傳輸之狀況，同時還能掌握，而操作人員正常與否，並隨時發出警告，使操作人員隨時警覺到各種異常狀況的發生，該資料之處理；舉例來說：當某一特定時間之雷達回波圖正在進行傳輸動作時，該資料之處理便已先建立妥當，之後的2~3分鐘，則所有接收該檔案的內容，直到該檔案接收完畢後，人員再進行分析與判斷，則所有接收該資料傳輸時間的2~3分鐘，則不但看不到雷達回波圖，同時也使得該筆資料的處理而遭到破壞，甚至無法進一步處理，Daemon 即會根據這個結果而要求發給一次相同的資料或予以忽略，前者就料更加忙碌，後者則讓預報人員喪失了料；因此，唯有合理的流程設計 (如管理) 及中央處理機CPU的管理，甚至

作站之間的網路檔案系統NFS (處, 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。

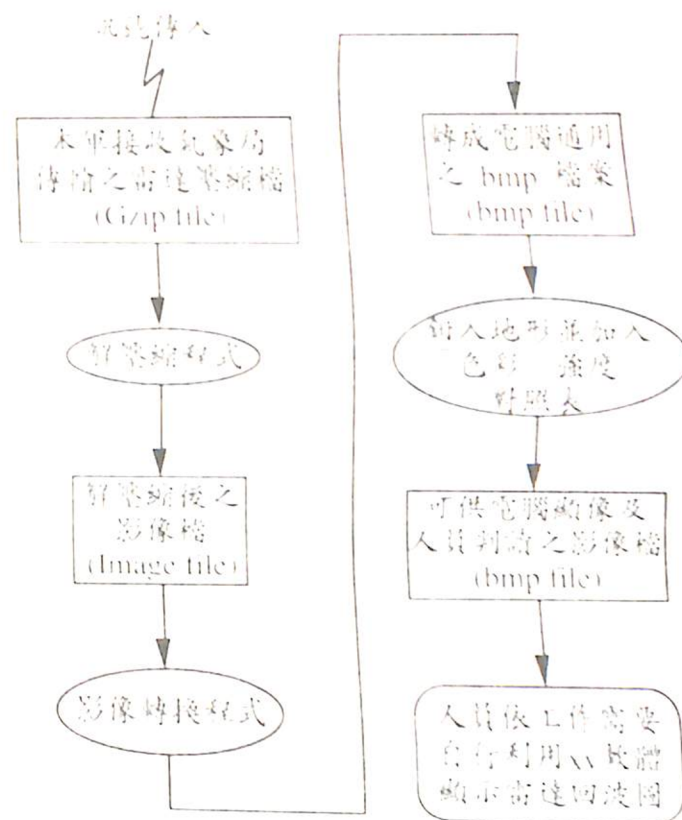
四、資料格式與顯像

通常預報人員對短時天氣預報 (Nowcasting) 系統的運用, 多以眼見為憑的影像為最重要的依據, 尤其是當影像中的強烈回波配合地面觀測的天氣現象互相吻合時, 人們即願意接收此影像所表現出來之特性, 並且作為下次短時預報時的參考, 是以, 如何把接收到的各種影像資料透過工作站的平台 (Platform), 配合地形地理位置的特性, 及適當的「色彩」強度「對照表」, 加以顯現出來, 即可為預報人員所採用並進一步發揮功效, 因此, 分析雷達回波的資料格式、影像標準格式的律定與轉換、及結合地形的步驟與方法均必需作一簡單的介紹：

(一) 雷達回波的資料格式：
當雷達進行全方位掃描 (Volume Scan) 時，所得到之各種結果頗為複雜，暫時不列入本文討論範圍之內；因此，本文將以解碼度為512x512的基本影像圖作為標準，任何測站、時間及種類，進行傳輸、處理及格式轉換或後製作 (Postscript) 以方便資料之共用；是以，影像資料若能轉成bmp檔 (Bitmap——一種標準化的影像圖檔，幾乎可以在任何型式的工作站、個人及麥金塔電腦透過適當的影像軟體而加以顯像)，再進一步作任何處理即非常方便 (如圖五)。

(二) 雷達圖顯像軟體：
由於bmp檔是標準化影像圖形檔，可透過許多應用軟體 (如XV, ImageMagic) 而加以顯像，是以吾人先選擇前者作為吾人之工具，再配合地形與適當的尺度轉換，及恰當的「色彩」強度「對照表」，所呈現在眼前的影像，即具有物理意義，此時，預報人員自然就可以適時提出危險天氣預警了。

(三) 資料來源與種類：
由於國內氣象界多年以來，軍民之間一直不斷地努力合作，使得「資源共享」得以順利推行，從而節省掉許多不必要之重複投資 (包括財力、物力與人力)；因此，透過彼此間的電腦網連，以中央氣象局為中樞，各個單位的雷達資料 (如：氣象局本身的花蓮與高雄兩雷達及即將安裝的五分山雷達、民航局的中正機場雷達及本軍的清泉崗、綠島與馬公等雷達) 在該局加以彙整，再進行兩次壓縮，如此不但可節省網路的過量負載，同時亦具有較高的安全性，使作業更順利；此外，由於本軍亦引進了中正機場雷達的部下勒風場、各種模式預報的成品、及新近同步衛星GMS-5所提供逐時的水汽頻道雲圖，更方



圖五：本軍利用雙方網連自動接收中央氣象局雷達回波之傳輸及處理流程圖。

使了預報人員的資料運用，使天氣預報準確率更加提升。

(四) 系統空間管理：

為了避免圖檔佔據過多的磁碟空間，每天均需要於固定時間自動清除舊有之檔案及資料 (伍, 1991)，以挪出空間，方不致造成系統的飽和而中斷新進資料的輸入。

五、未來展望

「資源共享」一直是本軍氣象作業自動化的最主要目的之一，加上氣象資料是屬於世界性的公開資訊，使得軍民間的合作愈形密切，不但彼此間相互共用各種資料，同時還可技術交流，充分發揮軍民一家的同胞精神；為此，吾人應有以下幾點期許與作法：

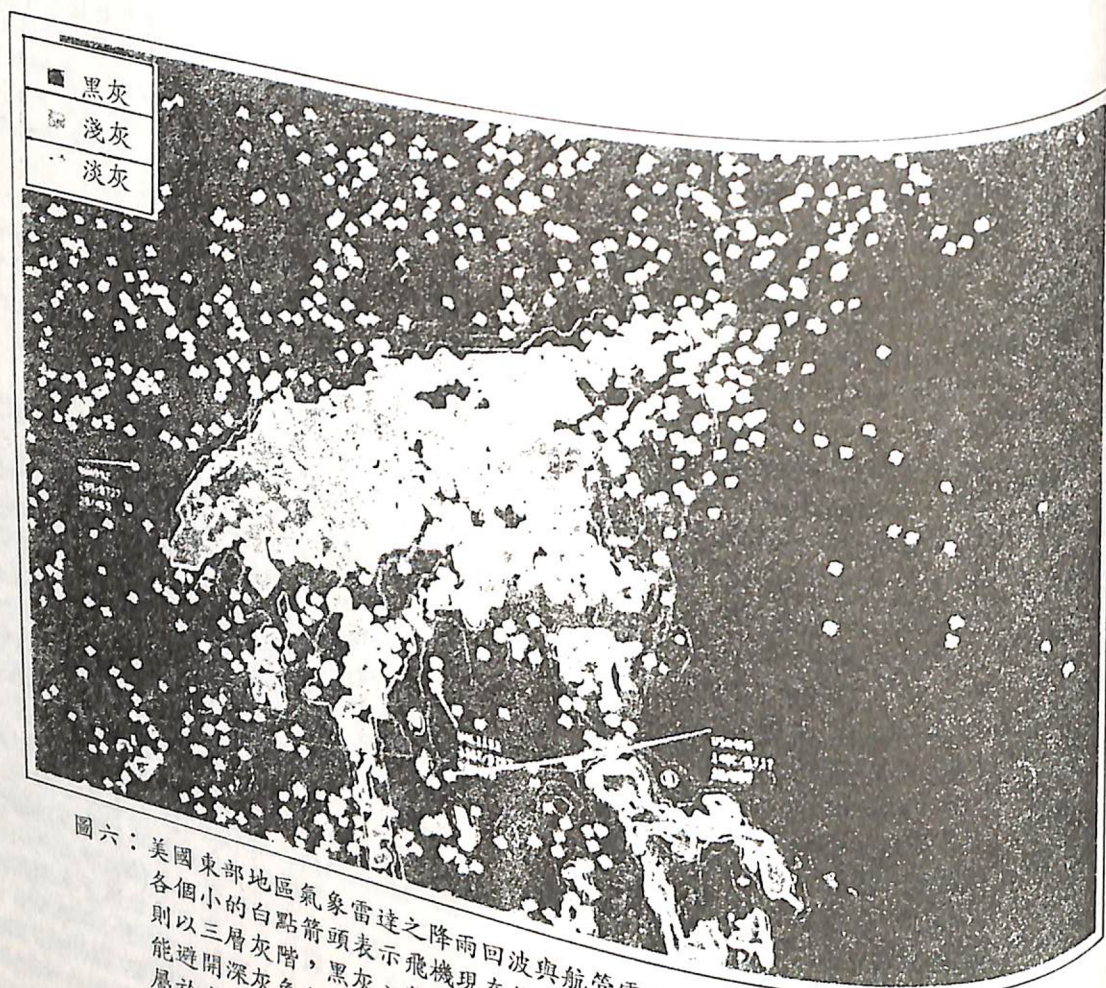
(一) 互為備援：「人有失神、馬有失蹄」表示任何事物均有不小心而犯錯的時候；裝備、機器也不例外，一旦意外發生時，所遺失、短缺的資料即可透過網連，迅速從對方獲得補充，才不致造成無法彌補的損失。

(二) 擴大服務對象：由於本軍氣象雷達資料之整合作業已經上線作業，且廣受歡迎，許多不少非氣象之相關單位，亦期望能借重本聯隊的安裝經驗，分享此莫大資源；因此，本聯隊除已經著手規劃各大氣中心之共享作業 (以期望立即可提供各飛行員及指揮官參考運用) 外，並告知相關國防部及友軍有關網連作業之必要準備性工作，

期使全國軍早日達成「資源共享」之目標。

(三)氣象雷達與戰管雷達之整合：在歐美先進國家之中，許多單位已可將各地雷達之觀測整合於一張圖形之內，預報人員無須透過複雜的操作程序，將各個雷達站之資料互相切換，便可一目了然各地危險天氣之變化；是以，有效的影像圖形整合工作即落在吾輩人的肩膀上，如此才能使氣象雷達與戰管雷達結合在一起（如圖六），不但可標示飛機的動態，同時也顯示了天氣較危險的區域及高度，對於航管人員帶領飛機的飛航確來，透過人員的培訓及技術的引進，使整合作業的能力深入基層及各個應用單位，屆時吾人的戰力即自然地提高了。

(四)人員訓練：提昇吾人的氣象服務品質一直是本聯隊最首要的工作項目，因此，任何的資料蒐集及氣象學養的累積，其目的均在提昇吾人預報的準確性。因此，人員訓練得從二個不同的方



圖六：美國東部地區氣象雷達之降雨回波與航管雷達之飛機動態合成圖，其中各個小的白點箭頭表示飛機現在位置及其飛行方向，至於降水回波強度則以三層灰階，黑灰、淺灰及淡灰來加以區別，任何飛行物體均宜盡可能避開深灰色之降水回波區，是以圖中的白色細長線即表示該飛航路徑屬於安全區。

六、結語

「養兵千日，用在一時」。所有的投資、部署，其最後目的即期望戰場上能獲得關鍵性的制勝先機，空軍已是跑在全軍的最前面，而氣象情報則是走在指揮官與飛行員更前面，唯有正確的氣象情報—氣象雷達的整合—方能使戰爭決勝於千里之外，是以，更有效地擴展雷達功能及擴大服務對象，實已為吾人當務之急。

此外，氣象雷達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，它們分別是：

- (一)預報人員可依需要隨時參考適當的雷達回波圖，不論是中尺度的雷雨發展或是颱風經過時的颱風眼定位（如8月9日的海倫颱風、8月24日的珍妮絲颱風及8月30日的肯特颱風），均已一一地發揮了功效。
- (二)都卜勒風場的分析運用，可使飛行員及早避開較強的風場區或亂流區，以確保飛安。
- (三)由於雙方網連的建立，不但資源已共享，還可相互備援，使彼此的作業程序都更加安全。
- (四)雖然雙方網連的裝備不相同，但彼此都採用標準的開放性UNIX系統，使得整體自動化過程的建立及執行程式的監控都能順利完成，使技術得以紮根。
- (五)由於系統的開發具有親和性，使預報人員樂於接受雷達整合後所表現出來的天氣特徵及物理特性，從而提昇吾人之預報準確率。

七、致謝

在一個新系統的開發成長過程中，最難能可貴的就是概念的獲得，中央氣象局的副研究員周思運博士不但熱心地提供各種新資訊，更主動地協助本單位有關軟體的設計，使整套系統的開發過程節省不少人力與時間，同時亦輔導我們成長，使此套系統得以落實紮根而愈加茁壯。

另外，氣象局衛星中心的課長林錫閔先生及梁信廣先生也在架裝網路的連線過程中，費盡九牛二虎之力，使網路順利暢通，才奠定了網連的成效。當然，氣象局資訊中心的主任申湘雄先生及課長程家平先生亦曾為資料的自動傳遞過程及

網路的路由設定表（Routing Table）提出寶貴經驗並幫忙解決問題，使得整套系統終於完成，在此一併致謝。

八、參考文獻

- Donaldson, R. J., R. M. Dyer, and M. J. Kraus, 1978: An objective evaluation of techniques for predicting severe weather events. Preprints, Ninth Conf. on Severe Local Storms, Norman, Amer. Meteor. Soc., 321-326.
- Holton, J. R., 1992: Synoptic-Scale Motions. Baroclinic Instability. An Introduction to Dynamic Meteorology, 3rd edition.
- Hunt, C., 1992: TCP/IP Network Administration, O'Reilly & Associates INC., 203-212.
- Keeler, R. J., B. W. Lewis, and G. R. Gray, 1989: Description of NCAR F01 C-p-2 meteorological Doppler radar. Preprints, 24th Conf. on Radar Meteorology, Tallahassee, Amer. Meteor. Soc., 589-592.
- Stevens, W. R., 1990: UNIX Network Programming, Prentice Hall, pp213.
- Wilson, J. W., and C. K. Mueller, 1993: Nowcasts of Thunderstorm Initiation and Evolution, Weather and Forecasting, Vol. 8, No. 1, p113-131.
- Wilson, J. W., and R. E. Carbone, H. Baynton, and R. J. Serafin, 1980: Operational application of meteorological Doppler radar. Bull. Amer. Meteor. Soc., Vol. 61, 1154-1168.
- 王光震、陳志恩, 1980: UNIX作業系統設計, 全華科技圖書股份有限公司, pp418.
- 伍道棟, 1991: UNIX系統V寶典, 儒林出版社, pp723.
- 林沛練、劉振榮、陳台琦, 1994: 台灣先進氣象觀測儀器與相關研究, 大氣科學, Vol. 22, No. 4, 479-523.
- 張詩言, 1994: TCP/IP網路技術, 全欣資訊, pp195.
- 盧顯良, 1993: UNIX系統管理, 儒林出版社, 548-569.

(接第10頁, Continue from page 10.)