

中央氣象局
CWB83-2M-03

清泉崗都卜勒雷達基本觀測可信度評估

An evaluation of fundamental observational
data provide by CCK Doppler Radar

沈 哇 陳來發

中華民國82年07月01日至83年06月30日

目錄

第一章	前言
第二章	清泉崗都卜勒雷達資料蒐集和儲存
第三章	資料錯誤起源分析
一	發射器訊號穩定性影響
二	最大可測距離與迴復頻率影響
三	脈衝長度影響
四	天線增益函數影響
五	地形影響
第四章	資料分析
一	實際觀測資料分析
二	CEDRIC資料分析
第五章	資料校正過程
第六章	結論

摘 要

清泉崗都卜勒氣象雷達於民國七十九年開始架裝，在同年底架裝完成後，隨即進行功能測試，並於次年春正式啓用擔任觀測工作。此雷達除具備傳統氣象雷達所有功能外，更可利用都卜勒效應計算能力，提供都卜勒風場資料。此外，也可提供垂直積分可降水量、雲頂高度平面顯示、VVP等資料。有關清泉崗都卜勒氣象雷達的基本性能請參閱附錄A。

民國七十六年臺灣地區中尺度實驗計畫（TAMEX）執行期間，國內雷達系統初次參與研究觀測，提供了許多的珍貴資料。此一成效，使氣象雷達在研究計畫中已成為不可缺的觀測工具。民國八十五年國內大型防災計畫預劃在嘉南地區進行一密集實驗觀測，清泉崗雷達則佔有地緣之利，可提供直接而解析度較佳的觀測資料。唯清泉崗雷達自擔任觀測以來，一直未有機會進行基本的資料檢定研究，來查正或評估其資料的正確性。此一問題在TAMEX資料分析研究時即已浮現，有感缺乏完整的參考依據，可幫助鑑別資料的可信度。周（1993年）在中正機場都卜勒雷達資料的特性與檢定研析中首先做了CAA雷達資料可信度分析，為以後研究工作提供了非常好的參考依據。本研究亦是基於同一理念，欲對清泉崗都卜勒氣象雷達觀測資料進行檢定及評估工作。

本研究之主要目的有以下幾點：（一）藉由嘉南地區地形資料直接檢定清泉崗雷達資料的可信度；（二）研究當地的局部地形對該雷達觀測可信度的影響；（三）嘗試得一降水雨雷達觀測回波間的定量關係。

根據我們分析結果顯示清泉崗雷達在作低仰角（1．8度以下）觀測時，受地形影響造成的盲點很大，隨著仰角升高之後此一現象即獲得改善。在我們審視過去資料發現清泉崗雷達系統性誤差起自民國82年05月至82年07月，小了4．1 dBZ。凡運用此時段資料分析時宜考慮此因素。由於資料的可信度問題存在，使得我們作降雨量和回波強度定量間的關係無法執行，仍有待後續的努力。

關鍵字：都卜勒雷達、可信度、基本觀測、地形回波

清泉崗都卜勒雷達基本觀測可信度評估

第一章 前言

清泉崗都卜勒氣象雷達於民國七十九年開始架裝，在同年底架裝完成後，隨即進行功能測試，並於次年春正式啓用擔任觀測工作。此雷達除具備傳統氣象雷達所有功能外，更可利用都卜勒效應計算能力，提供都卜勒風場資料。此外，也可提供垂直積分可降水量、雲頂高度平面顯示、VVP等資料。有關清泉崗都卜勒氣象雷達的基本性能請參閱附錄A。

民國七十六年臺灣地區中尺度實驗計畫(TAMEX)執行期間，國內雷達系統初次參與研究觀測，提供了許多的珍貴資料。此一成效，使氣象雷達在研究計畫中已成爲不可缺的觀測工具。民國八十五年國內大型防災計畫預劃在嘉南地區進行一密集實驗觀測，清泉崗雷達則佔有地緣之利，可提供直接而解析度較佳的觀測資料。唯清泉崗雷達自擔任觀測以來，一直未有機會進行基本的資料檢定研究，來查正或評估其資料的正確性。此一問題在TAMEX資料分析研究時即已浮現，有感缺乏完整的參考依據，可幫助鑑別資料的可信度。周(1993年)在中正機場都卜勒雷達資料的特性與檢定研析中首先做了CAA雷達資料可信度分析，爲以後研究工作提供了非常好的參考依據。本研究亦是基於同一理念，欲對清泉崗都卜勒氣象雷達觀測資料進行檢定及評估工作。

本研究之主要目的有以下幾點：(一)藉由嘉南地區地形資料直接檢定清泉崗雷達資料的可信度；(二)研究當地的局部地形對該雷達觀測可信度的影響；(三)嚐試得一降水雨雷達觀測回波間的定量關係。

第二章 清泉崗都卜勒雷達資料蒐集與儲存

張耀升 沈 畦

清泉崗都卜勒雷達除了儲存一般降水回波強度、徑向速度和波譜寬度之外，尚可儲存ZDR原始資料。這些資料是透過雷達波束，以一固定仰角作三百六時度旋轉掃描所得之平面位置顯示(PPI)圓錐面資料。而一組完整的掃描體積是由不同仰角的PPI圓錐面資料所構成，一般掃描體積的大小則依掃描策略而定，現行清泉崗都卜勒雷達則是以13個仰角的PPI圓錐面組成三度空間掃描體。

清泉崗都卜勒雷達之掃描半徑是隨迴復頻率(PRF)的不同而有差別，最大掃描半徑可達480公里。但為顧及處理資料系統記憶空間、即時顯示要求及較合理的徑向風速等因素，目前都卜勒狀態掃描半徑放在150公里。取樣間距設定為873公尺；每一方位角掃描線上可取得170個點資料；其PRF訂為900Hz。回波所能儲存的範圍在-20至70dBZ間；可顯徑向風速的範圍在-12至+12每秒公尺間。清泉崗都卜勒雷達之徑向風速範圍可隨PRF值之調整而不同，而清泉崗都卜勒雷達的PRF可從800至1200Hz之間視各種任務的需要調整至適當的PRF值。

清泉崗都卜勒雷達原始資料是以記錄元(Record)為其儲存單位，而每個記錄元的長度為6144 Byte。記錄元的多寡視掃描策略而定，其資料儲存架構如表一。

表一 清泉崗都卜勒雷達原始資料儲存架構表

Record #1	{<product_Hdr> 0,0,0...}	
Record #2	{<Ingest_summary> 0,0,0...}	
Record #3	{<Raw_prod_Bhdr> <ingest_data_header> Data ...}	
Record #4	{<Raw_prod_BHdr> Data ...}	Data for sweep #1
*		
*		
Record #N	{<Raw_Prod_BHdr> Data 0... }	
Record #N+1	{<Raw_Prod_BHdr> <ingest_data_header> Data ...}	
Record #N+2	{<Raw-Prod_BHdr> Data ... }	Data for sweep #2
*		
*		
Record #M	{<Raw_Prod_BHdr> Data 0... }	

表二 Raw_Prod_BHdr 結構表

Byte	Size	Contents
0	I*2	Record number within the file
2	I*2	Sweep number
4	I*2	Byte offset of first full ray in this record (-1 if none)
6	I*2	Ray number within sweep for above pointed to ray
8	I*2	Flags
10		<spare>

第一個記錄元是提供產品產生的基本訊息及其時間，若此訊息未能有效佔滿整個記錄元長度 6 1 4 4 byte 時，則用 0 補滿整個記錄元。第二個記錄元是提供攝取資料相關參數的訊息，同樣的若此訊息未能佔滿 6 1 4 4 byte 長度時，則補 0 至最後。從第三個記錄元以後則為實際的儲存資料。

每一掃描仰角資料均以 Ingest Data Header 為起始資料，記錄下每一段資料相關訊息。如在每一掃描仰角中有 P 段資料記錄下時，吾人可以找到 P 個同樣的 Header，均在每一仰角掃描資料之始。緊接著為每一掃描線上的點資料。有關 Raw_Prod_BHdr 的內涵與結構如附表二所列。

清泉崗都卜勒雷達蒐集之資料是以正北方為起始方位，作三百六十度掃描的蒐集。而每一個固定仰角的 P P I 圓錐面資料均有三百六十個方位角。表三為民國 83 年 03 月 19 日 13 時 45 分（地方時）雷達觀測之方位角與仰角記錄表。雷達掃描是從最高仰角 26 度順時鐘方向掃描至最低仰角 0.1 度。雷達掃描時間平均一圈為 36 秒，因此做完 11 層仰角掃描需時約為 06 分 36 秒左右。

表三 清泉崗雷達民國 83 年 03 月 19 日 13 時 45 分（地方時）
觀測之方位與仰角記錄表

層數	仰角	起使方位角	層數	仰角	起使方位角
1	26.0	359.7	2	13.0	359.5
3	7.0	359.6	4	5.9	359.5
5	4.8	359.6	6	3.7	359.6
7	2.6	359.7	8	1.5	359.6
9	0.8	359.7	10	0.5	359.1
11	0.1	359.4			

第三章 資料錯誤起源分析

沈 哇

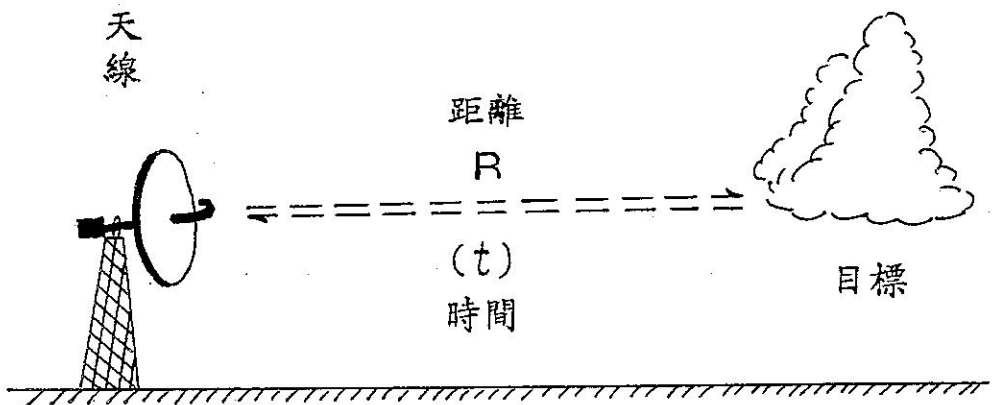
正如第一章前言內所述，清泉崗雷達資料目前尚缺基礎性可信度檢定分析，本計畫的主要目的即在執行可信度分析。在做查證工作之前，先就雷達觀測資料錯誤發生的可能起源處進行討論。

一、發射器訊號穩定性影響

當今雷達發射器的心臟在於訊號產生器，它或為真空管，或為晶體，用來產生無線電電磁波頻（RF）電波。其中真空管又有二種不同產生方式，其一為磁控管(Magnetrons) 屬於一種振盪放大真空管，雷達波是在管內振盪放大功率後而得，其優點為體積小，造價便宜，唯訊號功率、相位穩定性稍差；另一種為調速管 (Klystrons)，它具有一功率放大器，可將振盪器產生的低頻無線電電磁波功率放大後送出，其優點在於穩定性高，但確有體積大、造價貴之弱點。頻率穩定性在測量回波頻率或相位變化時是極重要的因素。清泉崗都卜勒雷達採用的是磁控管型，因之會有相位偏移而導至無都卜勒徑向風速資料之情事發生，如民國81年06月01日當梅雨鋒面接近本省時，觀測記錄即缺都卜勒風速資料。

二、最大可測距離與迴復頻率影響

雷達是如何量取距離的？由於天線已提供我們方位角

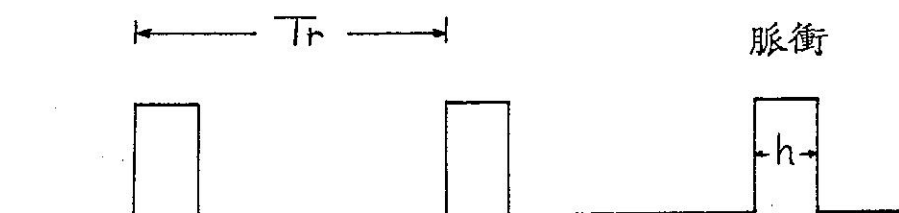


圖一 雷達量取距離示意圖

與仰角，所以雷達在測量距離時，實際上是在量取電磁波在空中旅行的時間。如圖一所示，電磁波離開天線到目標處已走了距離 R ，但電磁波在此刻並沒有任何訊息折返雷達天線處，所以雷達仍不知有目標物存在。當電磁波遇上目標物後有部分電磁波能量被折返雷達天線時，電磁波已走了距離 $2R$ ，時間使用了 t 時，又因為電磁波在自由大氣中的移動速度為光速 C ，所以天線與目標間距離可以用公式計算出：

$$R = C \frac{t}{2}$$
$$= 3 \times 10^8 \times \frac{t}{2}$$

清泉崗都卜勒雷達為一脈衝式雷達，在非常短的時間內發出一雷達電磁波脈衝（如圖二）。二脈衝間之時間稱之為脈衝迴復時間（見圖二中 T_r 所示），此一參數視雷達掃描策略而定，但在同一圓錐面掃描體積內是維持不變



圖二 脈衝式雷達脈衝示意圖， T_r 為迴復時間， h 為脈波長度。

的，所以脈衝迴復時間決定了雷達最大可觀測距離 R_{max} 與 T_r 關係：

$$R_{max} = 3 \times 10^8 \times \frac{T_r}{2}$$

其中 $T_r = 1/PRF$ 。PRF 代表脈衝迴復頻率，意即每單位時間（如每秒鐘）內發出的脈波數。因之，為求增長最大可觀測距離，常需要把 PRF 值減小。但是脈衝式都卜勒雷達之徑向風速可分辨的速度範圍確受到影響，因其與脈衝迴復頻率有直接相關：

$$V_{max} = \pm \frac{\lambda (PRF)}{4}$$

將 PRF 減小後，都卜勒徑向風速可分辨的速度範圍也隨

之減小（見表四），使得徑向風速褶曲現象變得嚴重化，造成徑向風速資料處理上極大的困擾。反之，若欲增加 P R F 值則又使最大可觀測距離縮小，此又容意造成二次回波褶曲現象，也使資料處理變得困難，且雷達鑑別二獨立目標的能力也降低，所以雷達掃描策略中 P R F 值的決定，對資料正確性有很大的影響。

表四 都卜勒雷達最大可觀測距、徑向風數可分辨範圍與脈衝迴復頻率關係表

PRF (Hz)	Rmax (KM)	Vmax (m/s)	PRF (Hz)	Rmax (KM)	Vmax (m/s)
1200	125	16.0	1100	136	14.5
1000	150	13.3	900	166	11.9
800	188	10.6	700	214	9.3
600	250	8.0	500	300	6.6
400	375	5.3	300	500	4.0

此外，P R F 值減小後，Rmax 值增加，每一條掃描線在 Rmax 距離內可蒐集的點資料數量隨之增加，資料處理系統計算時間也隨之增加。為顧及資料處理即時顯示之要求，點與點間的距離稱之取樣間距不得不放大，求減少點資料量。但是，曲樣間距放大（如由 8 7 5 公尺放大到 2 公里）就意謂著取樣空間內資料被平均修滑(smoothing)了，換句話說，降水回波強度資料會減弱，又造成誤差。這也說明了清泉崗雷達都卜勒狀態觀測之所以多在 1 5 0 公里以內實施之因。

三、脈衝長度影響

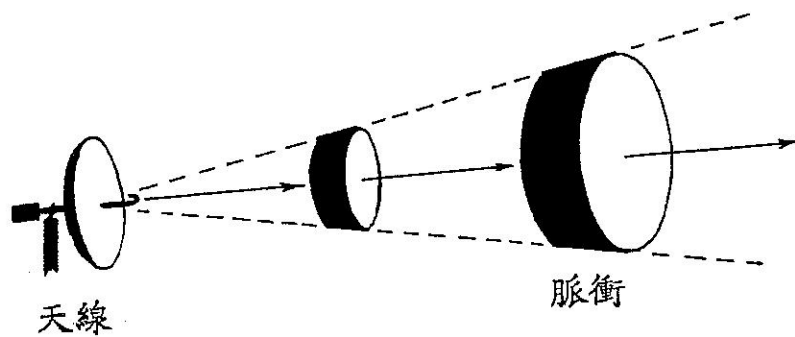
圖二中所示脈衝發射時間極短，通常只有 $\mu \text{ sec}$ 大小，其脈衝波寬 h 即為脈衝長度。在雷達方程式中 h 為一重要計算要素：

$$RC = \frac{\pi^3}{1024 \ln 2} \frac{P_t G_o^2 h \theta_w \phi_w |\kappa|^2}{\lambda^2}$$
$$Z = \frac{1}{RC} \overline{P_r} r^2$$

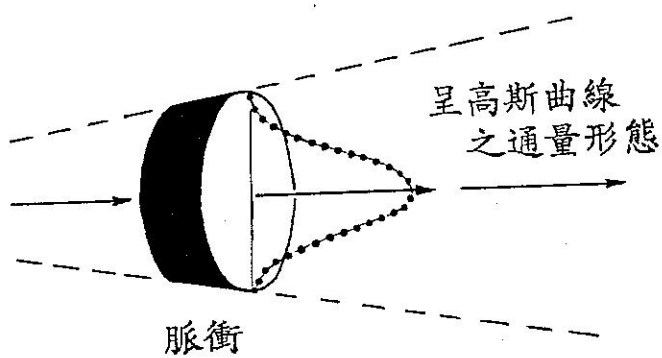
式中 Z 為雷達回波強度參數、 P_r 為回波平均功率、 r 為距離、 RC 為雷達常數、 P_t 為天線發出電磁波功率、 G_o 為天線增益函數、 h 為脈衝長度、而 θ 、 Φ 分別為水平、垂直向波束寬度、 κ 為介電係數，對水而言，其值為 0.93。經由雷達方程式可知 h 與雷達回波強度參數 Z 成反比關係，所以 h 越小，對 Z 而言有增強的貢獻； h 越大，則對 Z 而言有減弱的貢獻。清泉崗都卜勒雷達之脈衝長度可有二種選擇，吾人可選擇設定為 0.8 或 2.0 $\mu \text{ s}$ ，目前均設定為 0.8 $\mu \text{ s}$ ，而清泉崗雷達 Z 與 h 之關係式計算請參閱附錄 B。

四、天線增益函數影響

在雷達方程式中天線增益也是影響回波資料強度因素之一，清泉崗都卜勒雷達天線選用圓碟拋物面型，此種雷達可以把雷達電磁脈波集中成角錐狀，稱之為筆形波束（如圖三）。



圖三 電磁波由高方向導性圓碟拋物面天線發出後被集中成角錐狀



圖四 呈高斯 (Gaussian) 曲線 (點線) 分布之脈衝密度通量，因其集中於波束中心軸是為沿波束軸上最大增益函數

此種天線集中電磁波於一特定方向發送的能力通常以天線增益函數 $G(\theta, \phi)$ 來表示。它的物理意義為實際功率通量密度以距波束中心線某一角度 (θ, ϕ) 入射到目標之量與用等方向性天線發出同樣的電磁波功率通量密度入射到同一目標上之量的比值。其最大增益值集中在波束中心軸上，以 G_0 表示，是為沿波束軸最大增益函數。一般該通量若呈高斯曲線形分布（如圖四所示），資料可信度高。一旦此高斯曲線形無法保持，則會有強側瓣電磁波產生，資料易被干擾，地形回波強可信度較差。

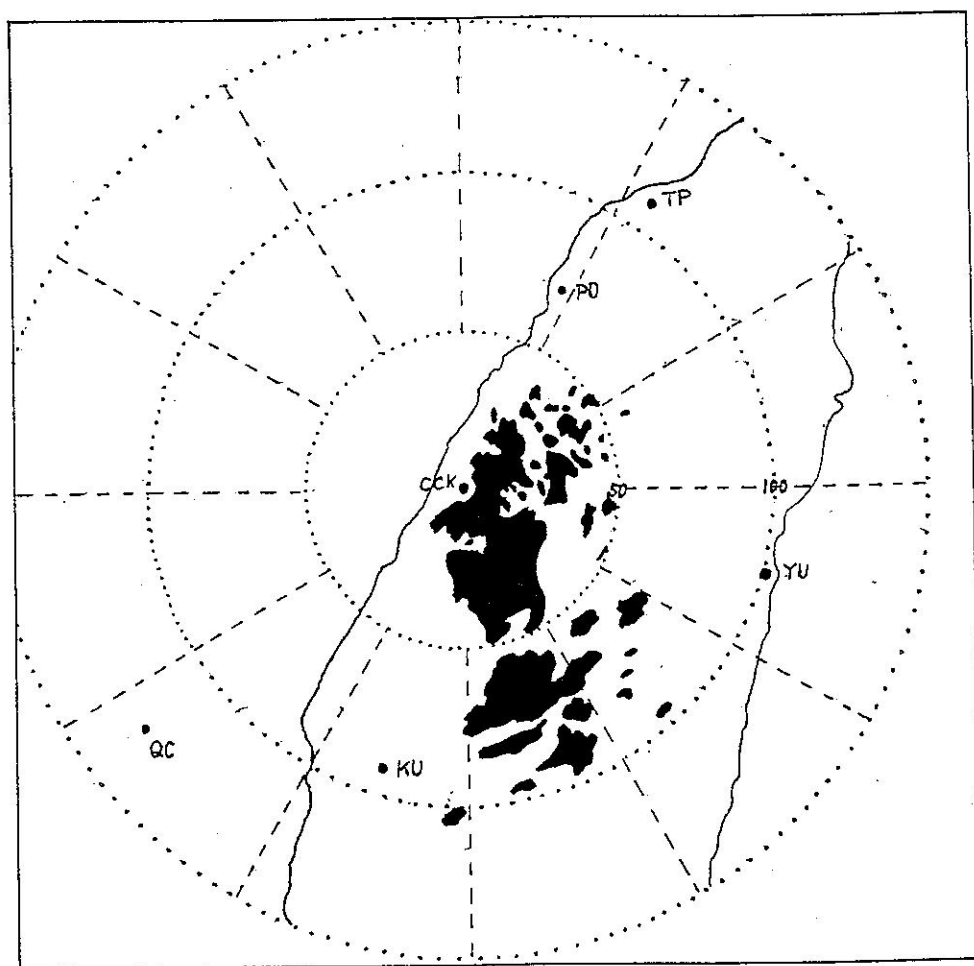
五、地形影響

清泉崗雷達雖接近海邊，然其東北方、東方、南南東方均有山脈，使得雷達在觀測時常受到極大的限制。圖五為雷達以 0.8° 度作晴天觀測時所得之地形回波位置圖，清泉崗雷達東方及南南東方為佔地較廣的山脈區，對雷達電磁波有阻隔效應。其東北及東北東方的山脈呈零星式分佈，在作業單位立場，觀測資料仍可掌握些訊息，可追蹤雷雨或降水的動態，但就研究而言，資料處理較費事，可信度差。

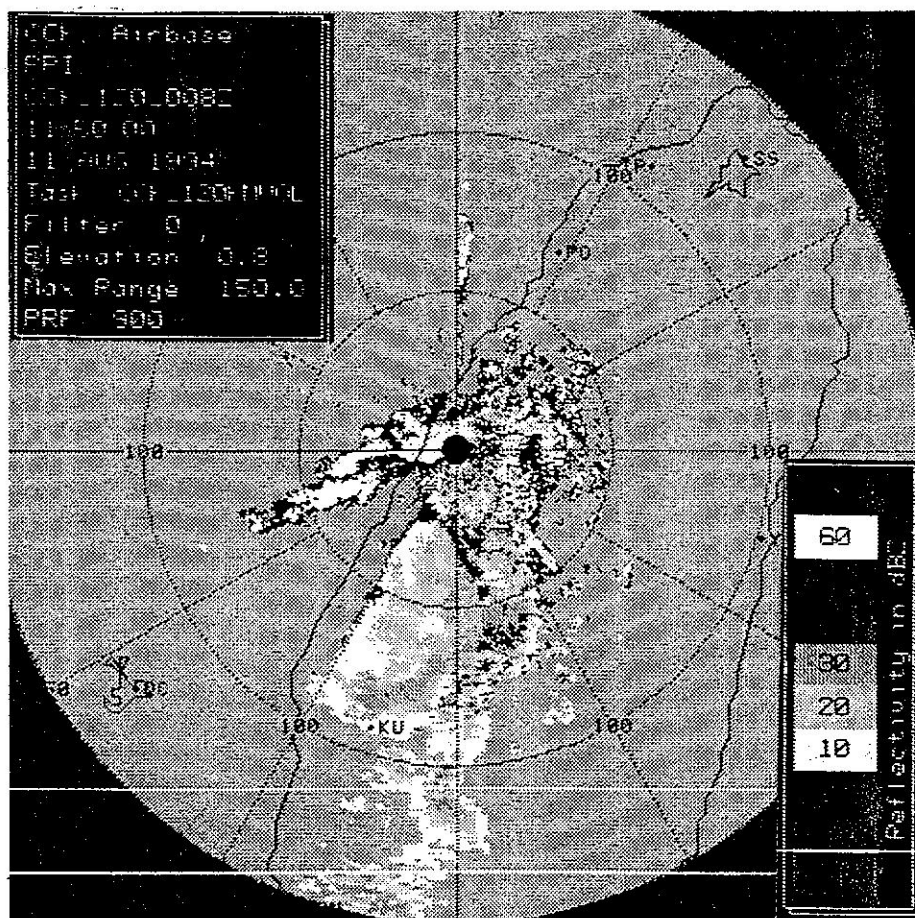
至於山脈地形的阻隔作用程度，我們將以不同仰角的實際觀測資料加以說明。圖六為 0.8° 度仰角時地形對雷達觀測造成的阻隔範圍很廣，東岸地區幾乎看不到，圖七為被阻隔區示意圖。在雷達站南方也有一阻隔區。另外在馬公方向也有一阻隔區，所以該仰角作為守視觀測並不是一個好選擇。

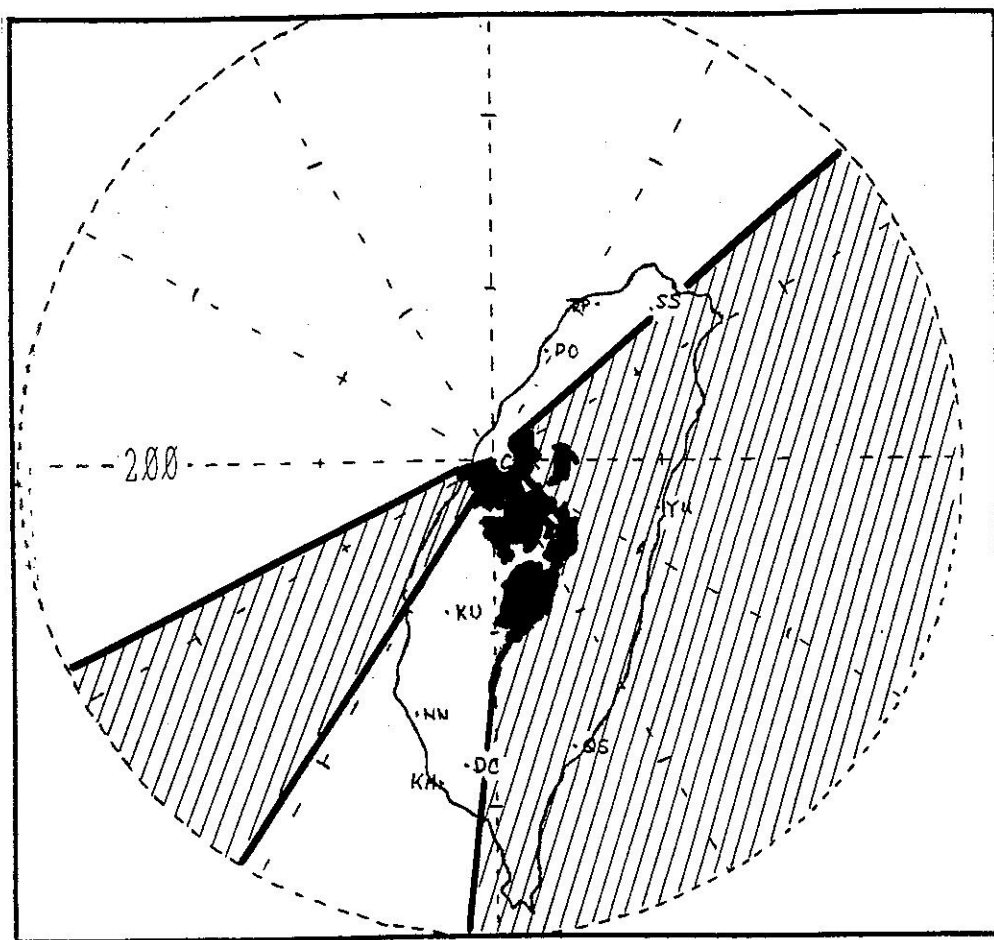
此一阻隔現象會隨仰角抬高之後逐漸獲得改善。圖八為仰角 1.8° 度的觀測資料，圖九為其受阻隔區示意圖。

當雲發展高度超過清泉崗南方山高時，我們可以發現降水回波；否則不會有回波出現。當仰角提高到2.6度時，被阻隔的範圍明顯的縮小，僅剩下宜蘭與花蓮間仍有一盲區（如圖十與圖十一所示）。當仰角在提高到3.5度之後，所受到的影響就小多了（如圖十二及圖十三所示）。

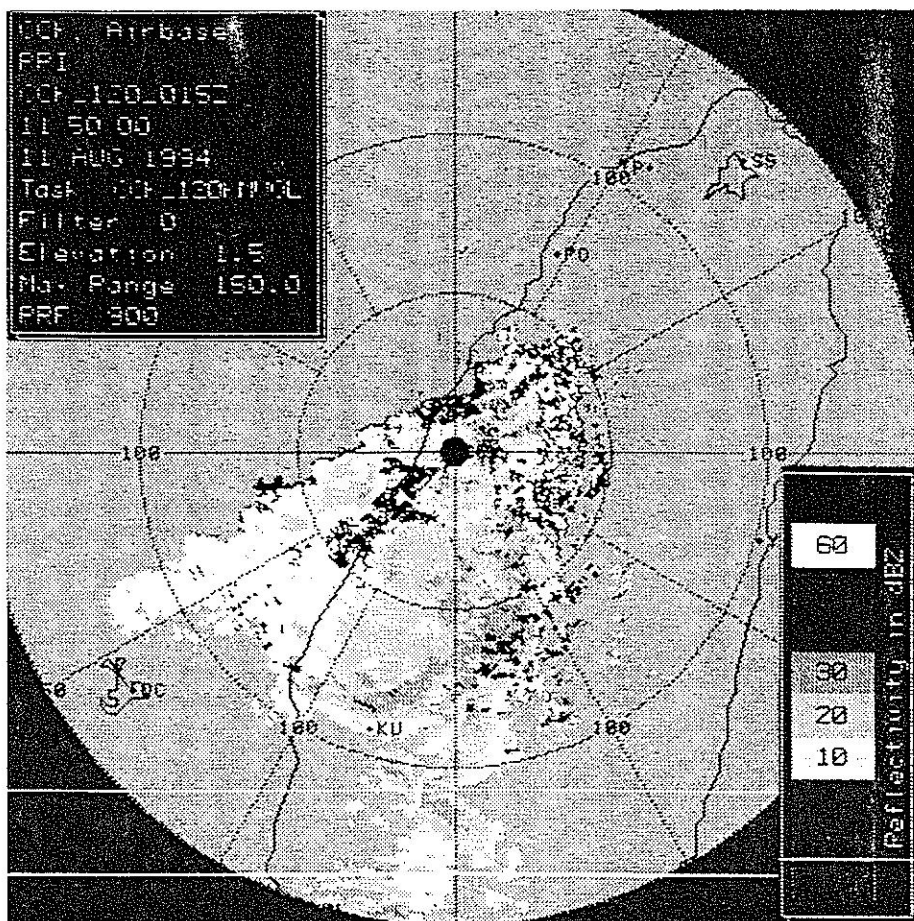


圖五 為雷達以0.8度作晴天觀測時所得之地形回波位置圖

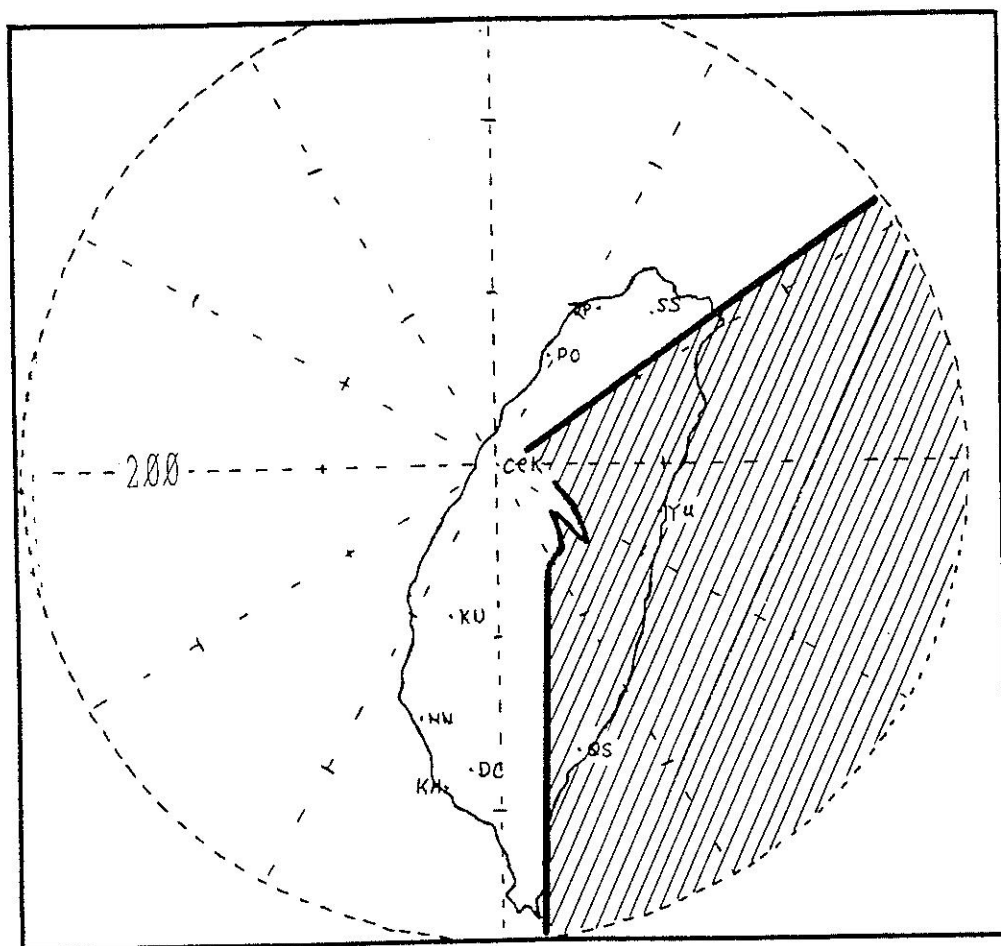




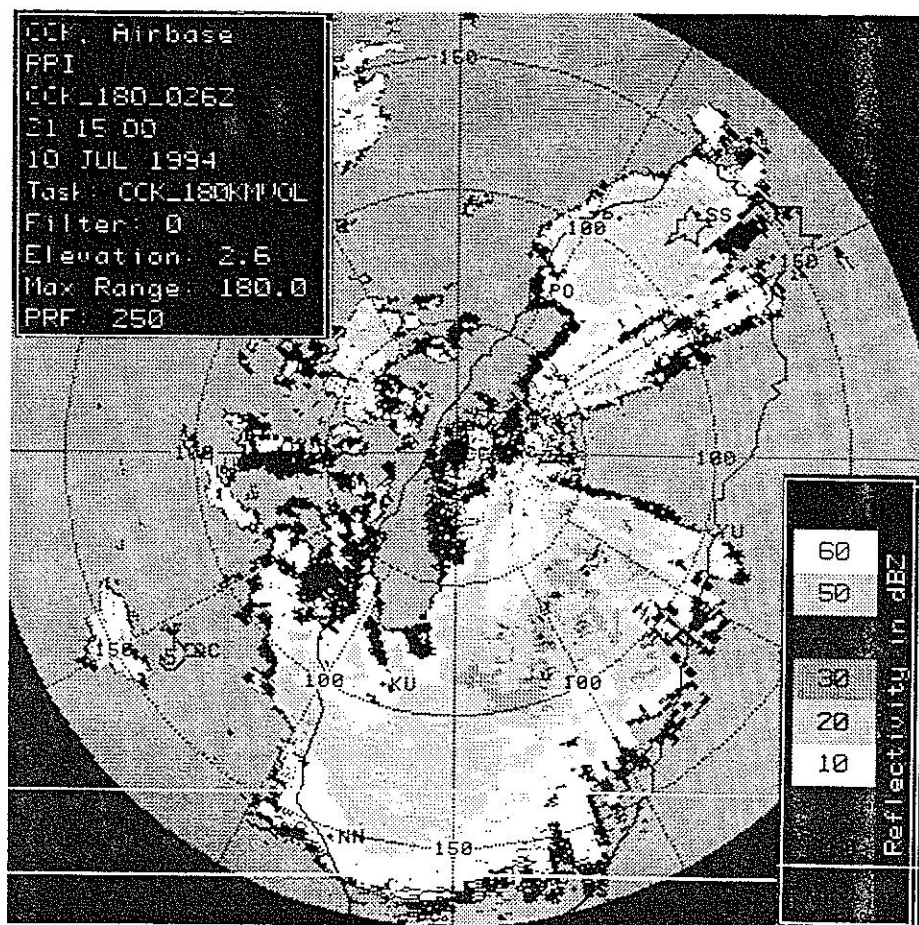
圖七 為 0.8 度仰角時地形對雷達觀測造成的阻隔範圍示意圖



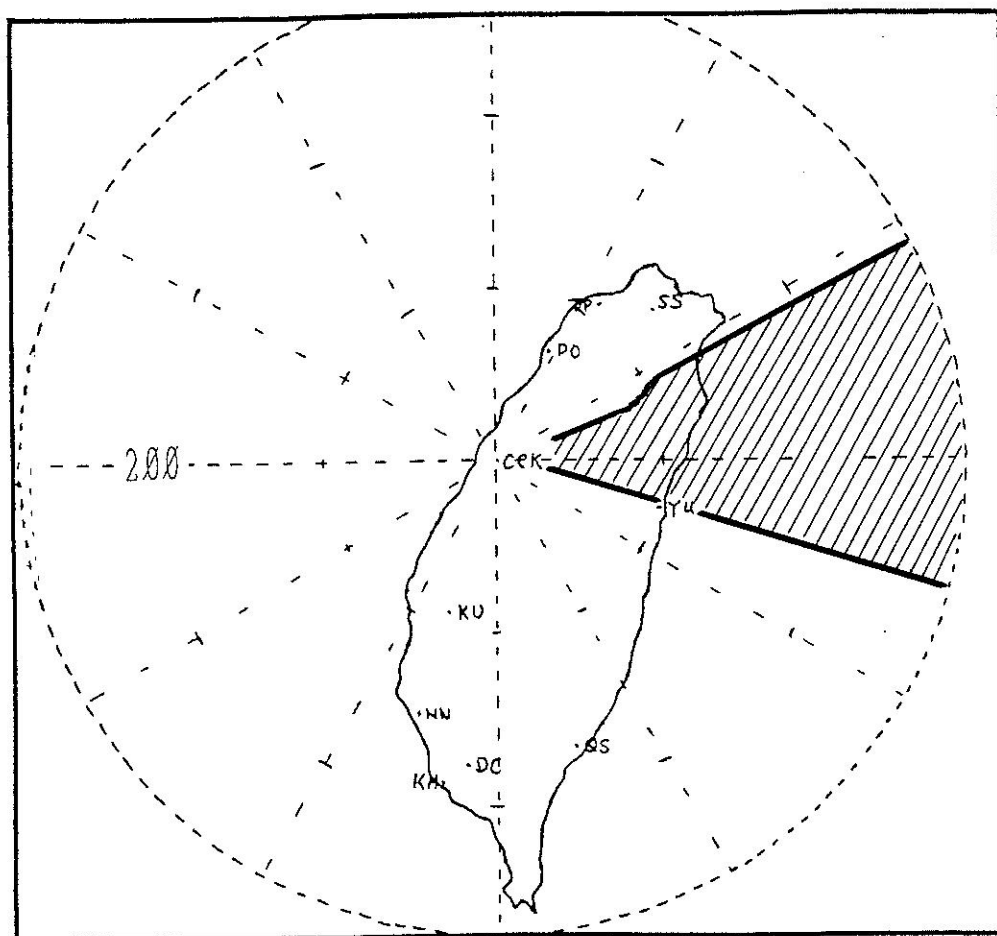
圖八 為 1.8 度仰角時地形對雷達觀測造成的阻隔範圍實際觀測圖



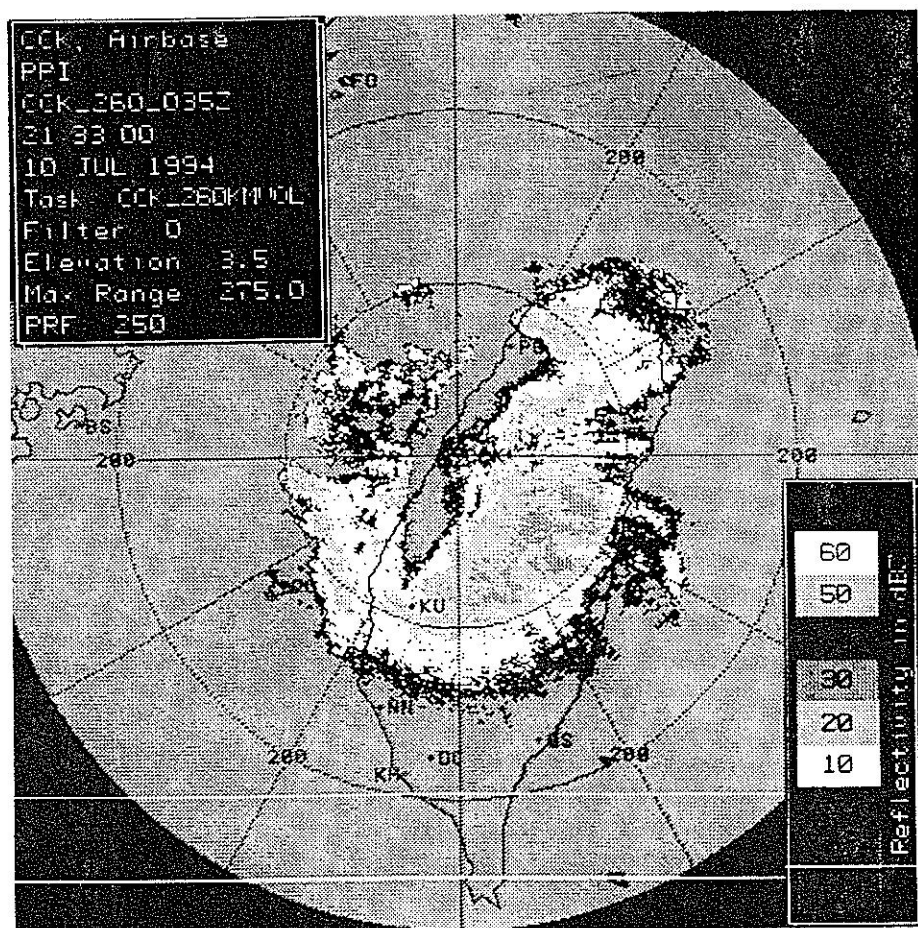
圖九 為1.8度仰角時地形對雷達觀測造成的阻隔範圍示意圖



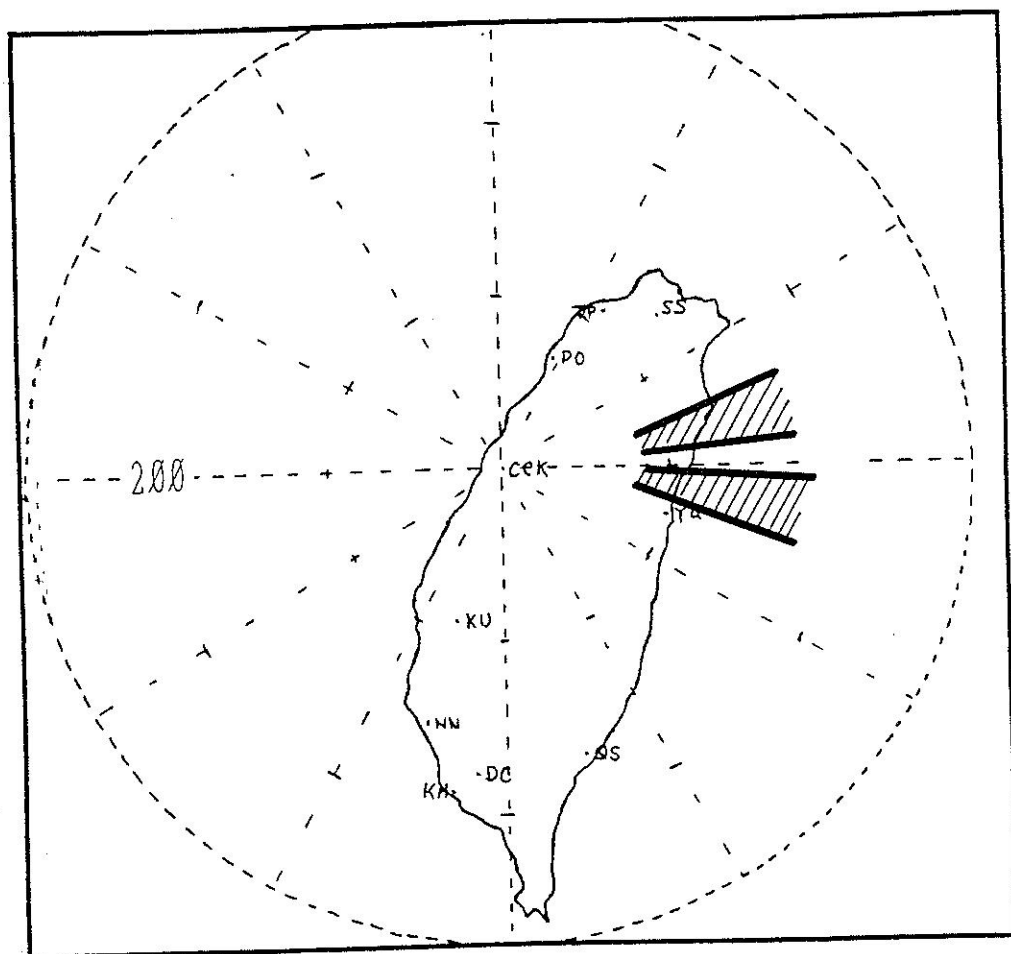
圖十 為 2.6 度仰角時地形對雷達觀測造成的阻隔範圍實際觀測圖



圖十一 為 2.6 度仰角時地形對雷達觀測造成的阻隔範圍示意圖



圖十二 為 3.5 度仰角時地形對雷達觀測造成的阻隔範圍實際觀測圖



圖十三 為3.5度仰角時地形對雷達觀測造成的阻隔範圍示意圖

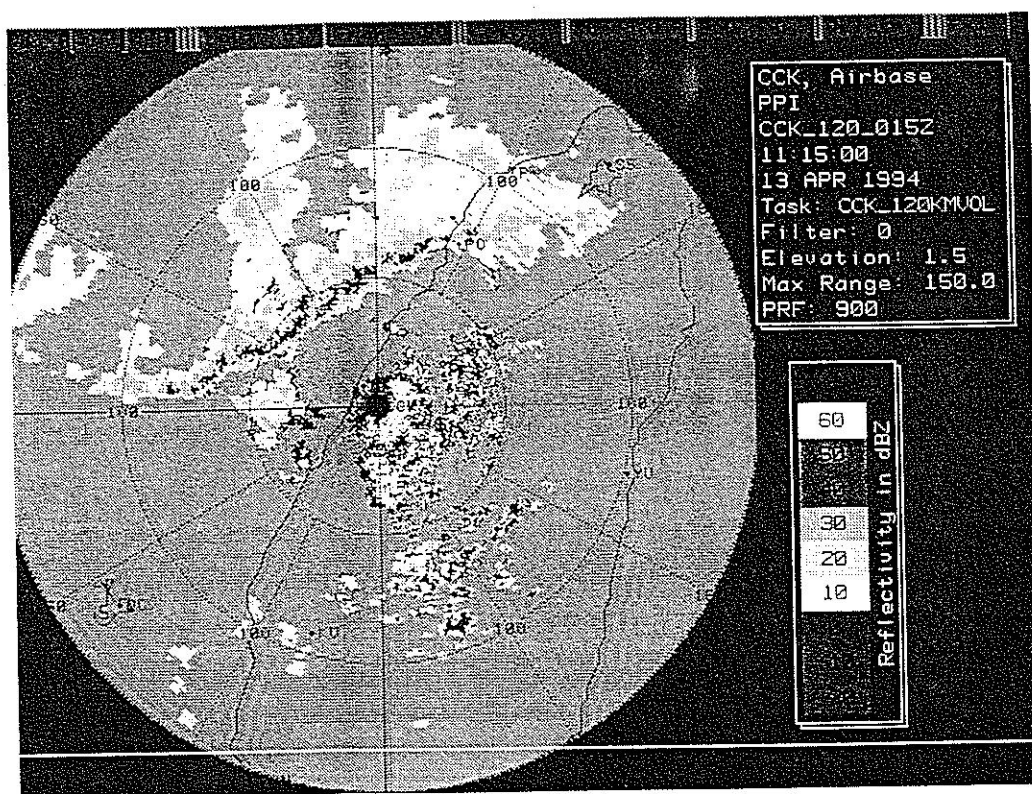
第四章 資料分析

在進形資料分析時，首先檢定資料的可靠性，在步驟上我們除採實際觀測資料查證外，並以CEDRIC方法分析回波強度資料加以驗證。

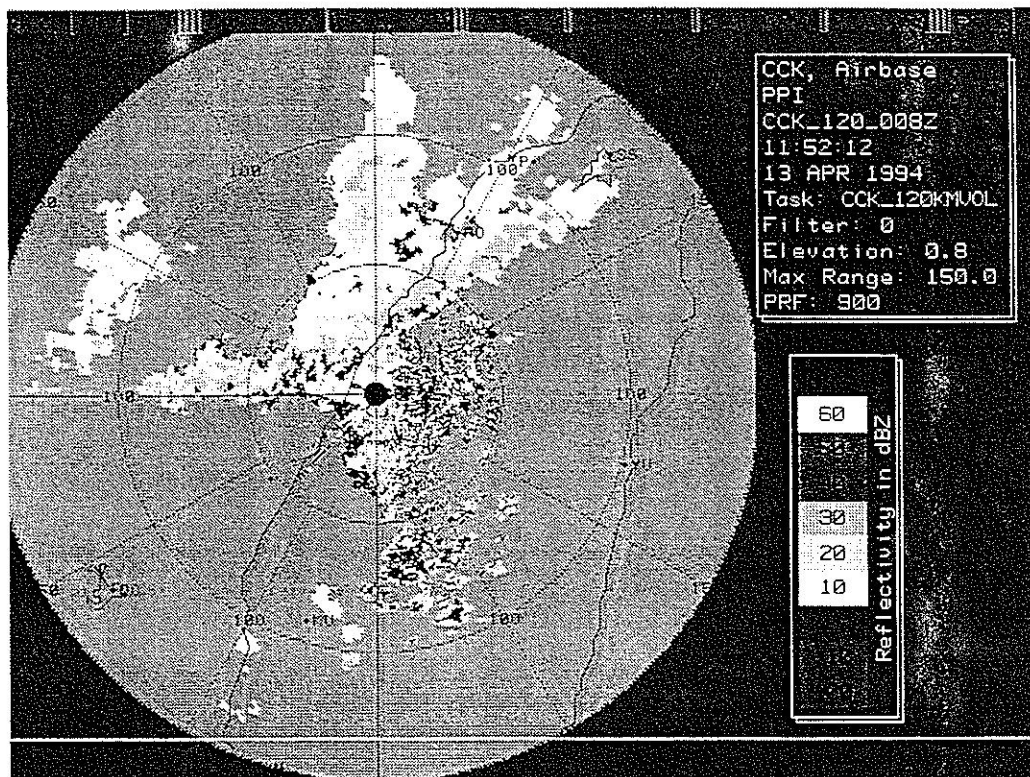
一、實際觀測資料分析

民國83年04月13日11時15分清泉崗雷達1.5度仰角觀測（圖十四），當時正有一梅雨鋒面前對流雲帶在接近本省北部外海。該雲帶結構類似電線，其主對流雲胞集中在雲帶行進方向的前緣，回波強度在45 DBZ範圍，到11時52分接觸本省陸地之後，該電線立即減弱（圖十五）。根據林永哲等（1990）與陳台琦等（1990）在民國76年05月17日TAMEX IOP-2期間的電線個案分析中，該電線的強度可達50-55 DBZ，二者之間有一誤差可達5-10 DBZ。但IOP-2是在五月梅雨季中，而圖十四之觀測則在四月，月份不同強度自會有誤差，因之光憑二者強度誤差並不能就此下結論。於是我們分析了民國80年04月06日08時30分清泉崗雷達作傳統觀測之資料（圖十六），嚐試從另一角度來查證。在80年04月06日觀測中之雲帶勢力較弱，強度也在45 DBZ，與83年04月13日個案中雲帶強度相當，趨勢是對的。由於80年04月06日清泉崗雷達才由原廠儀器調校過，其資料之正確性可期。於是我們把當天的地形回波資料作一局部放大（圖十七），針對地面回波強度合理性再作查証，本圖之地形回波強度顯示正常。我們連續分析當日不同時間之觀測資料，其地形回波未見移動，且強度均具持恆性。至此我們可以肯定在定性上清泉崗雷達觀測具可靠性。至於資料在定量上是否具有系統誤差則有待進一步查證。

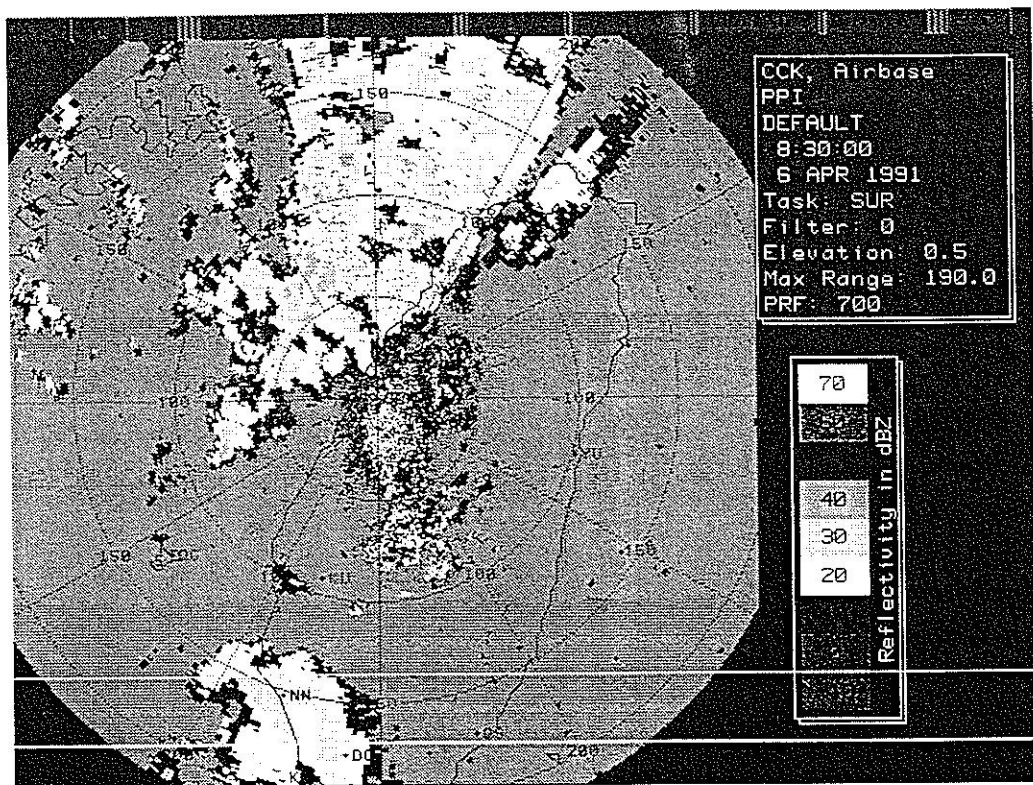
清泉崗都卜勒雷達基本觀測可信度評估



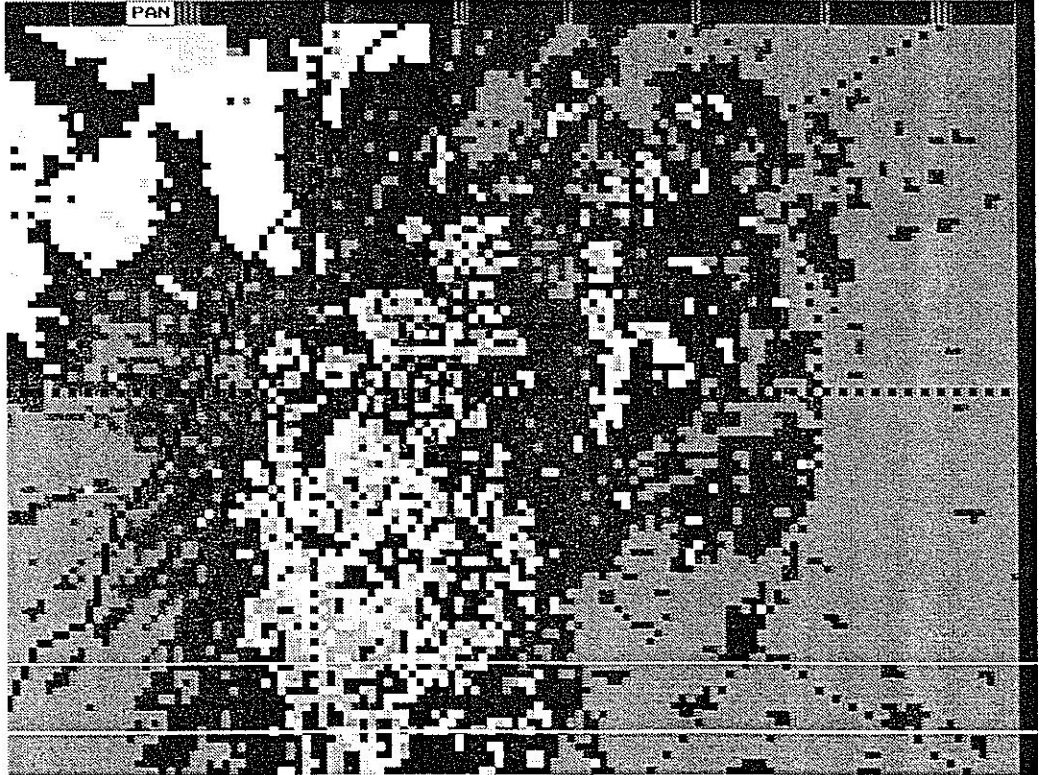
圖十四 民國83年04月13日11時15分清泉崗雷達1.5 度仰角觀測



圖十五 民國83年04月13日11時52分清泉崗雷達1.5 度仰角觀測



圖十六 民國80年04月06日08時30分清泉崗雷達作傳統觀測之資料

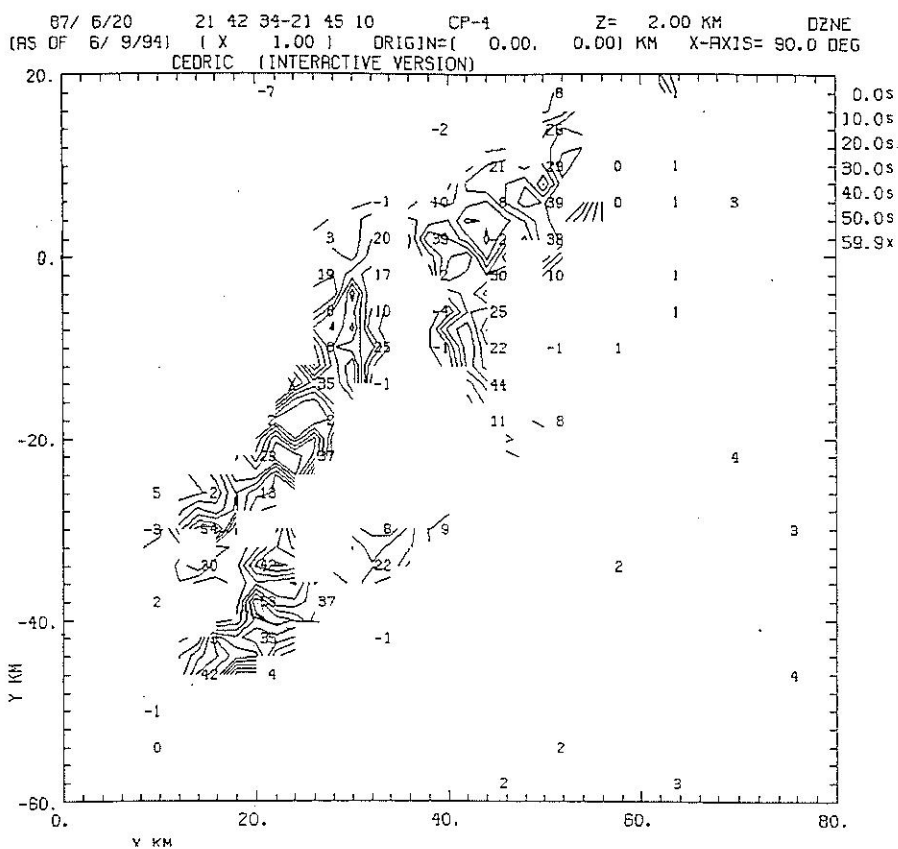


圖十七 民國88年04月06日08時30分清泉崗雷達傳統觀測
地形回波局部放大

二、CEDRIC 資料分析

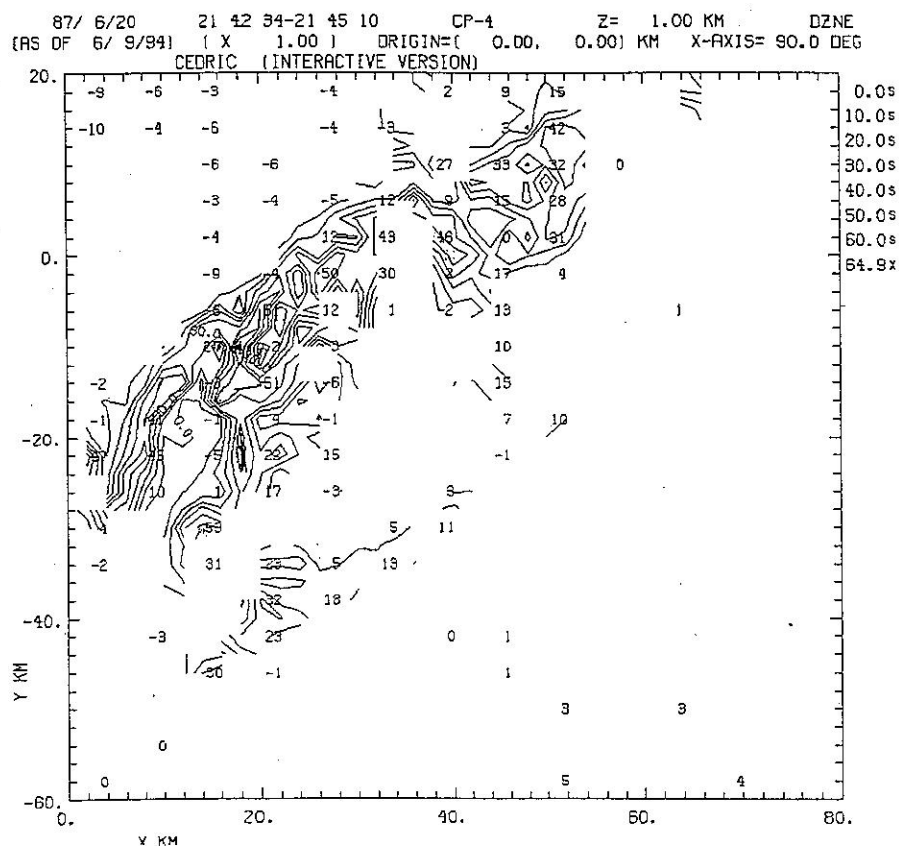
由前段實際觀測資料分析中得知，地面回波強度檢定可幫助系統調校工作。圖十八為民國87年06月20日21時42分CP-4單一雷達觀測回波強度經由CEDRIC軟體分析所得2公里高度之平面分佈圖，圖中縱座標左側雷達符號標示清泉崗雷達所在位置，由圖十八顯示在清泉崗之東方有一較強之地面回波，其強度達58 dBZ。我們選擇此一高度是因為CP-4雷達位於新竹外埔，而雷達觀測所得之掃描體是由不同仰角觀測累積而成，每一仰角之雷達掃描線會隨著離雷達站水平距離增大而垂直高度增高。相對應之下，CP-4雷達在較低高度分析觀測會遭山脈地形阻檔而看不到清泉崗雷達附近地形回波。如同一觀測時間1公里高度（圖十九）中所示分析因高度較低，在清泉崗東方看不到強地形回波。

接著我們也對民國82年11月16日21時15分清泉崗雷達之觀測資料進行同一方法之分析（圖二十），雷達位於圖中心點，在雷達東側也見一強地形回波，唯其回波強度只有53.9 dBZ 較CP-4雷達資料是小了4.1 dBZ。在我們審視過去資料發現，此一系統性誤差起自民國82年05月至82年07月，凡運用此時段資料分析時宜考慮此因素。



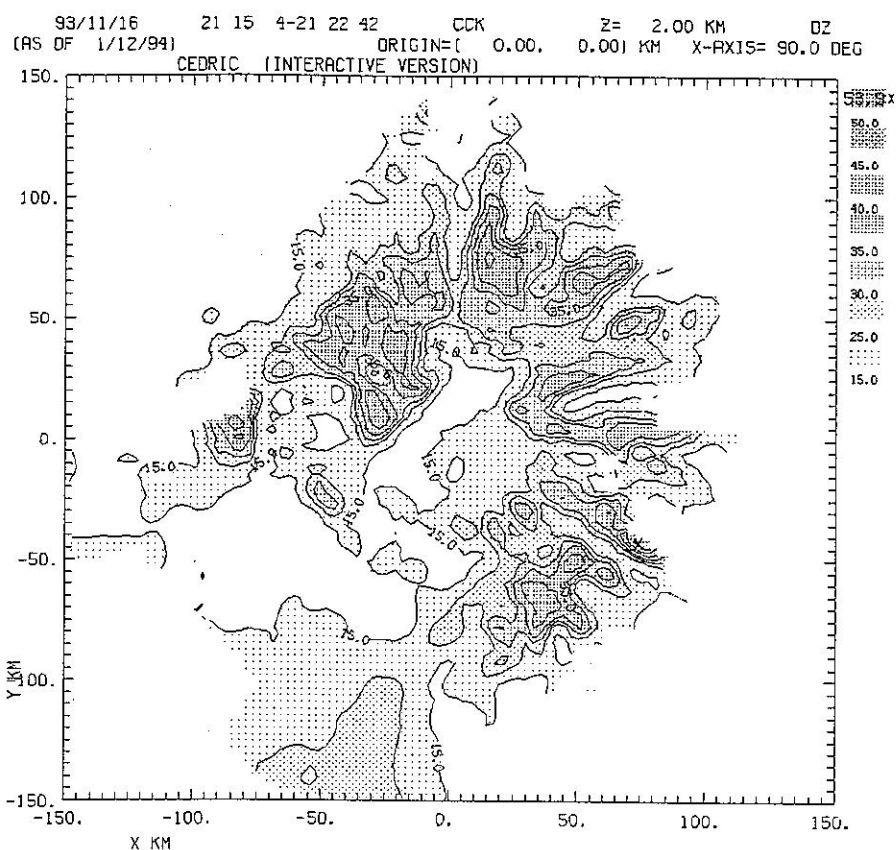
圖十八 民國87年06月20日21時42分CP-4雷達觀測回波強度經由CEDRIC軟體分析所得2公里高度之平面分佈圖，圖中縱座標左側雷達符號標示清泉崗雷達所在位置。

清泉崗都卜勒雷達基本觀測可信度評估



圖十九 民國87年6月20日21時42分CP-4雷達觀測回波強度經由CEDRIC軟體分析所得1公里高度之平面分佈圖，圖中縱座標左側雷達符號標示清泉崗雷達所在位置。

清泉崗都卜勒雷達基本觀測可信度評估



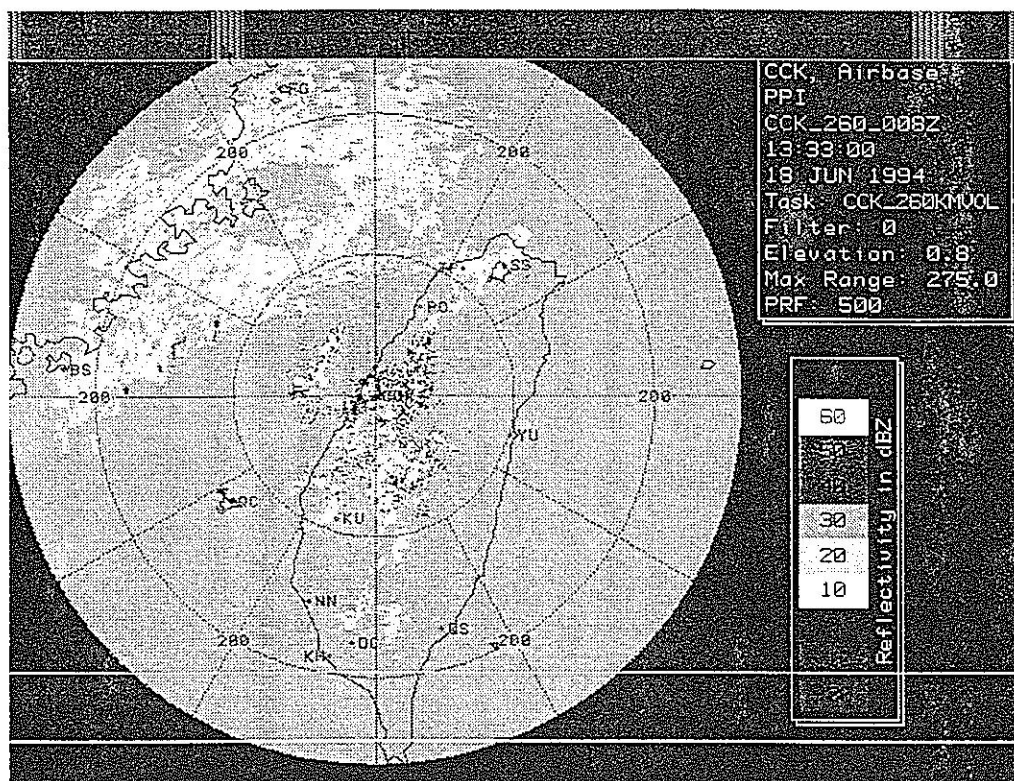
圖二十 民國82年11月16日21時15分清泉崗雷達回波強度之觀測，
 由CEDRIC軟體分析所得2公里高度之平面分佈圖。

第五章 資料校正過程

清泉崗都卜勒雷達觀測資料有偏低現象確定，問題在如何校正，於是自83年06月起清泉崗雷達在氣象局人員與技術支員下開始進行調校工作。我們先以不同PRF作查證，於民國83年06月18日先後以PRF唯500（圖二十一、二十二）及1000（圖二十三）作比對，由於PRF改變後

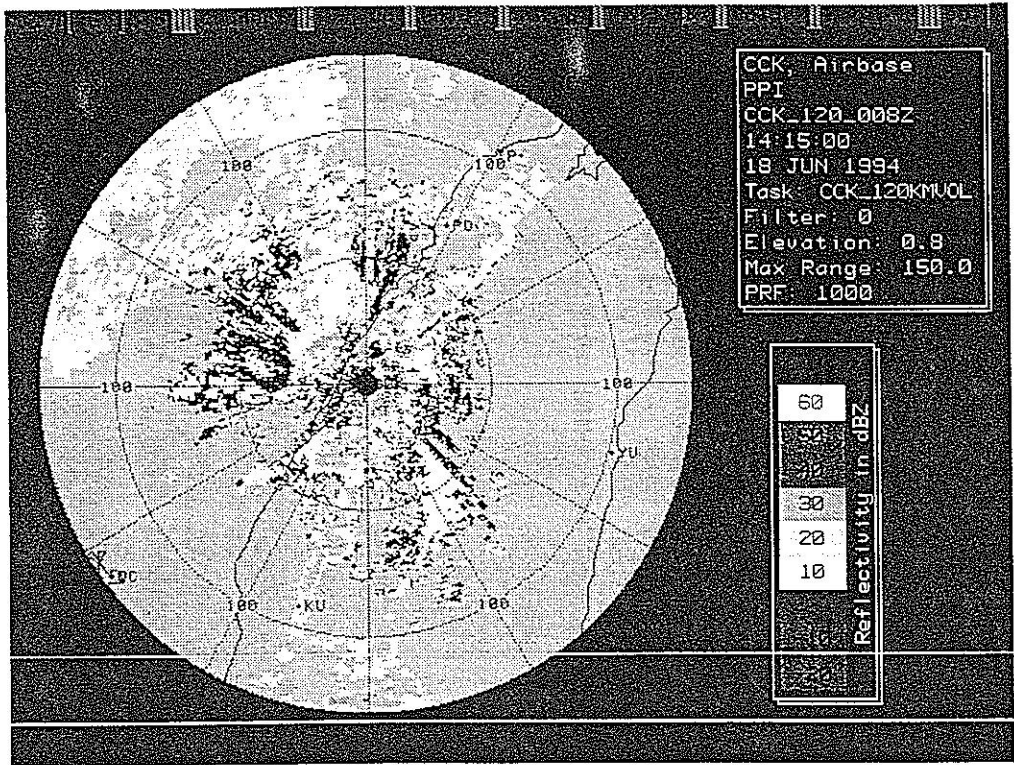
，雷達最大可觀測距離也不同。分析結果顯示二著間並沒有多大改善。回波強度仍在同一等級，唯因PRF變大而最大可觀測半徑變小，資料等於作了局部放大，當PRF唯1000時我們是可以看到些較細的雲帶結構，但對Z而言幫助不大。

接著我們改由地形回波查證方式進行調校查證。由附錄B雷達常數與Z關係計算，我們反推應得之回波平均功率值再查。圖二十四為清泉崗雷達在83年07月06日的觀測資料，圖二十五為同一時間的局部放大資料。我們拿地形回波強度與CEDRIC解出之dBZ相比，圖二十五在清泉崗雷達七十度方向有60~70 dBZ的強度出現，顯示校正後資料已正常。但由於資料的可信度問題存在，始得我們作降雨量和回波強度定量間的關係無法執行，仍有待後續的努力。



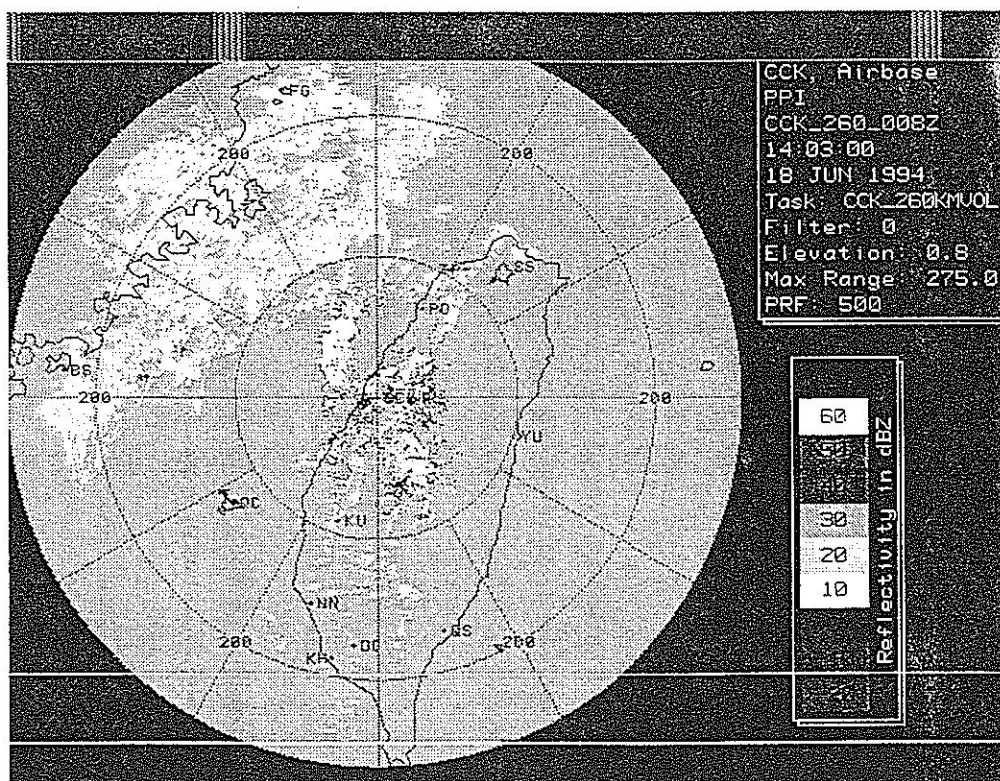
圖二十一 民國83年06月18日13時33分清泉崗雷達回波強度之觀測 PRF : 500

泉崗都卜勒雷達基本觀測可信度評估



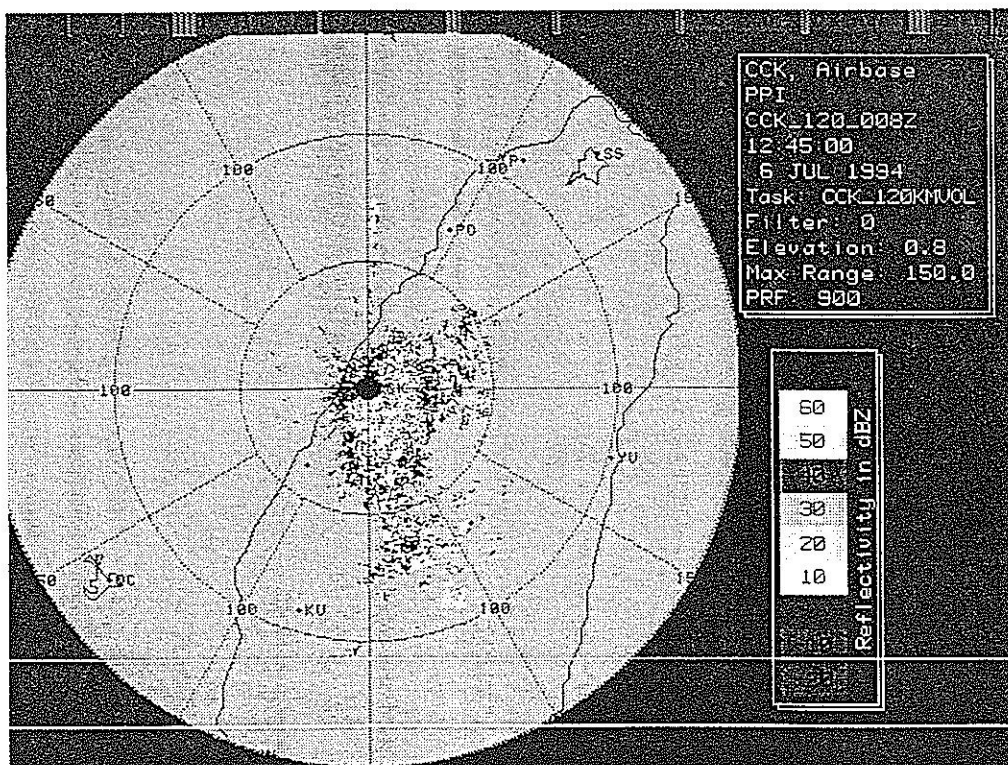
圖二十二 民國83年06月18日14時03分清泉崗雷達回波強度
之觀測 PRF : 500

泉崗都卜勒雷達基本觀測可信度評估

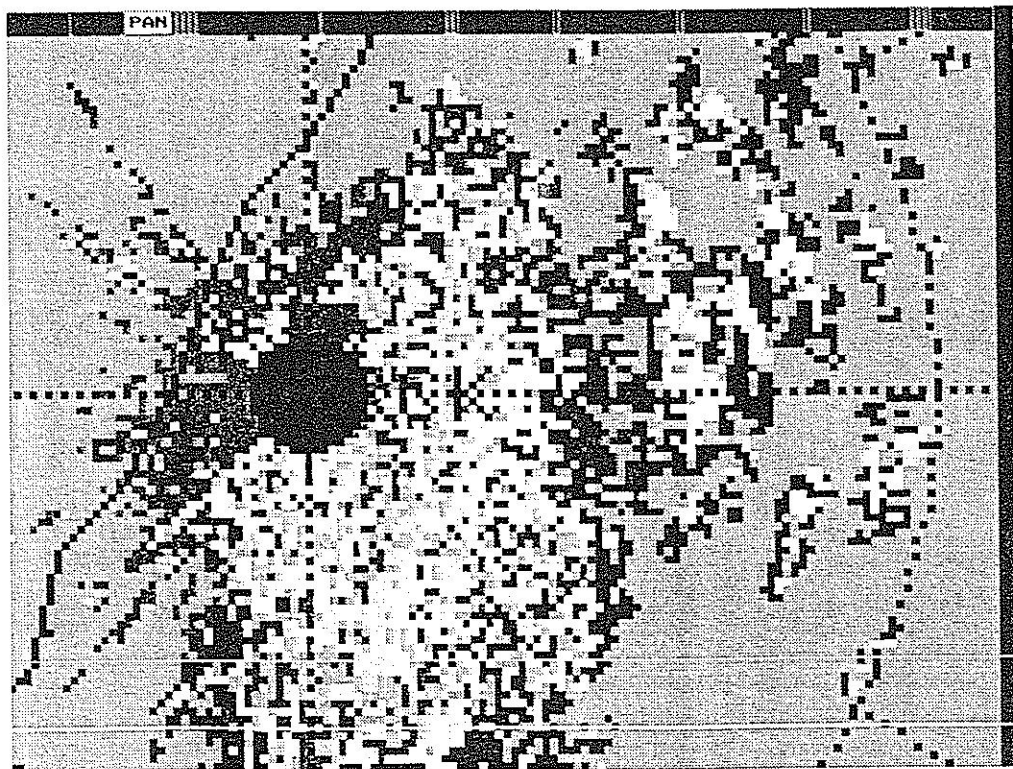


圖二十三 民國83年06月18日14時03分清泉崗雷達回波強度
之觀測 PRF : 1000

泉崗都卜勒雷達基本觀測可信度評估



圖二十四 民國83年07月06日12時45分清泉崗雷達回波強度
之觀測 PRF : 900



圖二十五 民國83年07月06日12時45分清泉崗雷達回波強度
之觀測局部放大 PRF : 900

第六章 結論

民國七十六年臺灣地區中尺度實驗計畫 (TAMEX) 執行期間，國內雷達系統初次參與研究觀測，提供了許多的珍貴資料。此一成效，使氣象雷達在研究計畫中已成爲不可缺的觀測工具。民國八十五年國內大型防災計畫預劃在嘉南地區進行一密集實驗觀測，清泉崗雷達則佔有地緣之利，可提供直接而解析度較佳的觀測資料。唯清泉崗雷達自擔任觀測以來，一直未有機會進行基本的資料檢定研究，來查正或評估其資料的正確性。此一問題在 TAMEX 資料分析研究時即已浮現，有感缺乏完整的參考依據，可幫助鑑別資料的可信度。周 (1993 年) 在中正機場都卜勒雷達資料的特性與檢定研析中首先做了 CAA 雷達資料可信度分析，爲以後研究工作提供了非常好的參考依據。本研究亦是基於同一理念，欲對清泉崗都卜勒氣象雷達觀測資料進行檢定及評估工作。

根據我們分析結果顯示清泉崗雷達在作低仰角 (1.8 度以下) 觀測時，受地形影響造成的盲點很大，隨著仰角升高之後此一現象即獲得改善。在我們審視過去資料發現清泉崗雷達系統性誤差起自民國 82 年 05 月至 82 年 07 月，小了 4.1 dBZ。凡運用此時段資料分析時宜考慮此因素。由於資料的可信度問題存在，使得我們作降雨量和回波強度定量間的關係無法執行，仍有待後續的努力。

致謝

本研究爲中央氣象局委托計畫，計畫編號爲 CWB83-2M-03。計畫得以完成除感謝中央氣象局的協助外，也要感謝張耀升先生在資料處理上的協助；范綱治先生、羅奇清

忠先生等的資料蒐集，以及朱開明先生在圖表、裝訂方面的協助。

參考文獻

- P-3 與都卜勒雷達資料處理研討會講義，1987：P-3 與都卜勒雷達資料處理研討會，國立臺灣大學大氣科學系，臺北，1987，pp175。
- 周仲島，1994：都卜勒氣象雷達在梅雨鋒面及颱風環流中尺度結構分析的應用。國科會補助研究計畫，NSC83-0202-M002-056，118pp。
- ，洪景山，鄧秀明，1990：梅雨鋒面對流雨帶雙都卜勒雷達分析。大氣科學，18-3，239-264。
- 陳台琦，鄭邦傑，徐岳五等，1988：數據化雷達降雨量之初步探討。中央氣象局科技研究中心技術報告彙編，第 2-2 卷，77-86。
- Austin, 1987: Relation between measured radar reflectivity and surface rainfall. Mon. Wea. Rev., 115, 1053-1070.
- Harrold, T. W., E. J. Engtton, and C. A. Nicholass, 1974: The accuracy of radar-derived rainfall measurments in hilly terrain. Quart. J. R. Met. Soc., 100, 331-350.
- Dobson E. B. and J. H. Meyer 1972: Doppler radar mesurment of the velocity field associated with a turbulent clear air layer. 15th Radar Meteorology Conference, Champagn Ill., October 1972, p254.
- Lhermitte, R. M. and L. J. Miller, 1970: Doppler radar meteorology for the observation of convective storms. Preprints, 14th Conference Radar Meteorology, Tucson, Arizona, Nov. 17-20, American Meteorology Sociaty.,

- Boston, Mass., 133-138.
- Miller, L. J., C.G. Mohr, and A. J. Weinheimer, 1986: The simple rectification to Cartesian space of folded radial velocities from Doppler radar sampling. J. Atmos. Ocean. Technol., 3, 162-174.
- , and J. D. Tuttle, 1989: Some important microphysical processes leading to heavy precipitation within a squall line. Workshop on TAMEX Preliminary Scientific Results, National Taiwan University, Taipei, Taiwan, R. O. C., June 26-30, 43-49.
- Mohr, C. G., L. J. Miller, R. L. Vaughan, and H. W. Frank, 1986: On the merger of mesoscale data sets into a common Cartesian format for efficient and systematic analysis. J. Atmos. Ocean. Tech., 3, 143-161.
- , and -----, 1983: CEDRIC-A software package for Cartesian space editing, synthesis and display of radar fields under interactive control. Preprints, 21st. Conference Radar Meteorology, Edmonton, Alberta, Canada, Sep. 19-23. American Meteorology Society., Boston, Mass., 569-574.

附錄A 清泉崗都卜勒氣象雷達基本參數

基本要項	非都卜勒作業	都卜勒作業
頻率範圍	5.6-5.65 GHz	5.6-5.65 GHz
迴復頻率	250 Hz	800/1200 Hz
脈衝波寬	2 μ sec	0.5 μ sec
輸出尖峰功率	250 KW	250 KW
天線單損	< 0.5 dB	< 0.5 dB
天線轉速	5 rpm	5 rpm
天線增益	40 dB	40 dB
波束寬度	1.1°	1.1°
測波	-27 dB	-27 dB
天線極化	水平線性	水平線性
天線仰角	-2° ~ 90°	-2° ~ 90°
雜訊	5 dB	5 dB
動力範圍	> 80 dB	> 80 dB
可測最低訊號	-106 dBm	-106 dBm
涵蓋半徑	480 KM	120 KM
取樣間距	2 Km	0.25 - 1 Km
可顯風速範圍	---	±32 m/sec

附錄B 清泉崗雷達之雷達常數與回波強度參數關係

Radar Constant (RC):

$$RC = \frac{\pi^3}{1024 \ln 2} \cdot \frac{P_t G_0^2 h \theta_w \phi_w |k|^2}{\lambda^2}$$
$$= (4.36 \times 10^{-2}) \cdot \frac{P_t G_0^2 h \theta_w \phi_w |k|^2}{\lambda^2}$$

$$G: 44 \text{ dB} = 10^{4.4} = 25119$$

$$\theta_w: 1.05^\circ = 0.0183 \text{ rad}$$

$$\phi_w: 1.10^\circ = 0.0192 \text{ rad}$$

$$h = c \times \tau = 3 \times 10^8 \text{ m/s} \cdot 2 \times 10^{-6} \text{ s} = 600 \text{ m}$$

$$|k|^2 = 0.93$$

$$\lambda = 5.33 \text{ cm} = 5.33 \times 10^{-2} \text{ m}$$

$$\lambda^2 = 2.84 \times 10^{-3} \text{ m}^2$$

$$RC = 4.96 \times 10^{14} \left(\frac{\text{Watt}}{\text{m}} \right)$$

$$\overline{P}_r = RC \cdot \frac{Z}{r^2}$$

$$= 4.96 \times 10^{14} \frac{\text{Watt}}{\text{m}} \cdot \frac{Z}{r^2}$$

$$Z = \frac{\overline{P}_r \cdot r^2}{4.96 \times 10^{14} \left(\frac{\text{Watt}}{\text{m}} \right)}$$