

單都卜勒氣象雷達風場定位颱風中心之研究

李金萬 蔡永智 楊健生
飛航服務總台
民用航空局

摘 要

本研究應用中正機場單都卜勒雷達觀測之颱風徑向風場資料，選取參數值以測試和調整模擬軸對稱基本氣流模式之旋轉輻合流場，經校驗產生之單都卜勒速度型態，評估利用單都卜勒雷達觀測資料配合軸對稱基本氣流模式之模擬，定位颱風中心之可行性。

結果顯示，經由亞力士〔1987〕、楊希〔1990〕、愛麗〔1991〕、葛拉絲〔1994〕以及賀伯〔1996〕等五個侵台颱風之都卜勒風場資料模擬分析，得到初步的半客觀作業化模擬參數之選用標準為：環流核心半徑由觀測之都卜勒正、負速度極值中心連線長度之半，再以最大風速核心直徑對環流中心至雷達距離之比值（ α 值）及強螺旋回波帶估計距離作小量修正；最大風速直接擷取都卜勒正、負速度極值之平均值；渦旋角度量（ θ ）選擇 $160^\circ \rightarrow 180^\circ$ 間；颱風中心移行速度利用過去路徑之簡單外延，再配合零值等速度線和都卜勒正、負速度極值中心連線之交點作些微修正；環境均勻風場則選用最接近模擬高度之十二小時內定壓層高空風場系統為代表。

一、前言

當颱風環流涵蓋或中心登陸台灣陸地時，經常受台灣高聳地形的影響而破壞其結構；此期間，由於衛星雲圖的眼牆辨識困難或無法辨識，或傳統綜觀尺度觀測資料解析度不夠精確，致對環流中心的定位，不但困難度大且經常造成颱風路徑預報的較大誤差，連帶影響豪雨和強風預報的準確率。都卜勒氣象雷達觀測可獲得時、空間高解析度風場資料，若能善加利用，應可彌補這方面的不足，並改善颱風預報；惟由於都卜勒雷達所偵測的颱風氣旋式旋轉輻合風場，為三維氣流沿著雷達波束方向上的速度分量，直接應用都卜勒徑向速度場的辨認與解釋以定位颱風中心，對氣象預報人員有實際上的困難。本研究的目的是即利用中正國際機場的單都卜勒雷達風場資料，配合氣流模式，測試尋求一套定位颱風中心的技術，以提昇侵台颱風路徑預報效率。

Wood and Brown (1992) 和 Wood (1994) 利用基本氣流模式，分析颱風水平氣流分布，模擬產生單都卜勒速度型態，可得出觀測的颱風環流之重要特徵〔合成氣旋式旋轉與輻合氣流〕。Rankine (1901) 發展的 Rankine-combined velocity profile 概念模式，描述二維水平軸對稱旋轉和軸對稱輻合氣流模式的速度分析，獲得系統核心環流大

小（或核心半徑）、最大風速、系統移動、旋轉量與輻合量比值以及環境均勻流場等，為影響模擬結果的主要參數。本文選用中正國際機場都卜勒氣象雷達觀測的五個颱風個案〔亞力士 (1987)、楊希 (1990)、愛麗 (ELLIE, 1991)、葛拉絲 (GLADYS, 1994)、以及賀伯 (HERB, 1996)〕之都卜勒速度場，配合上述合成模式模擬颱風環流之都卜勒速度場分布與觀測的都卜勒速度場分布的分析，經測試、校驗、調整以獲得模擬參數值的準客觀作業化技術，提供颱風中心定位之應用。

二、研究方法與模擬參數

本研究採用 Rankine 發展的概念模式，即二維水平軸對稱旋轉和軸對稱輻合氣流模式〔參考圖一〕；配合 Wood and Brown 和 Wood 的基本氣流場型式之速度分析，應用中正機場都卜勒雷達觀測的徑向風場資料，選取核心半徑、最大風速、系統移動、旋轉量與輻合量比值以及環境均勻流場等模擬參數值，經模擬測試、結果校驗、參數調整，得出最符合雷達觀測的模擬結果。

三、颱風個案都卜勒速度型態之模擬與校驗

(一)、颱風個案概述

中正機場雷達都卜勒風場觀測的範圍，包括以機場為中心之 120 公里半徑方圓，因此所選擇的颱風個案，均為經過該範圍的侵台颱風。亞力士颱風於 1987 年 07 月 27 日 0432 LST 在台灣東北部的宜蘭與蘇澳間登陸後，向西北方移行經台灣北部，約於當天 0732 LST 由淡水河口附近出海。楊希颱風為 1990 年 08 月 19 日 1100 LST 由鼻頭角附近登陸，經基隆市轉向西南方向移行，穿越大台北地區後進入桃、竹、苗區域，並以逆時針方向繞行該區沿海和丘陵區一圈，約於當天 2330 LST 在桃園縣大園鄉處出海。愛麗颱風於 1991 年 08 月 18 日 0100 LST ~ 1100LST 侵襲台灣，其中心由台灣北部海岸富貴角附近經過，向偏西方向移往台灣海峽北部；該颱風中心雖未登陸台灣，其南側結構受台灣地形影響，環流呈不對稱現象。葛拉絲颱風於 1994 年 09 月 01 日 1100 LST，由台灣東部之宜蘭市南方之南澳附近海岸登陸，向西北西方向移經中央山脈與雪山山脈，於當天 1400 LST 左右在桃園縣新屋鄉海岸附近進入台灣海峽，並於約 2100 LST，在福建省福州附近海岸登陸中國。賀伯颱風於 1996 年 07 月 31 日 1700 LST ~ 08 月 01 日 2000 LST 侵襲台灣，於 31 日約 2100 LST，由台灣東部之宜蘭縣頭城附近海岸登陸後，偏西方向移經中央山脈北端、台北市南方及桃園縣，第二天（08 月 01 日）清晨於 0500 LST 左右在桃園縣觀音鄉附近海岸進入台灣海峽北部，亦於當天約 1200 LST，在福建省福州市附近海岸再登陸中國。強烈颱風賀伯伴隨強風、豪雨，且停留於台灣陸地時間較長，加上地形作用，致侵台期間曾造成台灣本島山區岩崩、洪患、土石流...等災害和經建、人畜性命、財物等嚴重的損失。

(二)、颱風個案都卜勒速度型態之模擬與校驗

1. 選取模擬參數值

各颱風個案模擬參數的選取標準均為：環流核心半徑由觀測之都卜勒正、負速度極值中心連線長度之半，再以最大風速核心直徑對環流中心至雷達距離之比值（ α 值）及強螺旋回波帶估計距離作小量修正；最大風速直接擷取都卜勒正、負速度極值之平均值；渦旋角度量（ θ ）選擇 $160^\circ \rightarrow 180^\circ$ 間；颱風中心移行速度利用過去路徑之簡單外延，再配合零值等速度線和都卜勒正、負速度極值中心連線之交點作些微修正；環境均勻風場則選用最接近模擬高度之十二小時內定壓層高空風場系統為代表。表一至表五顯示逐時模擬各颱風都卜勒速度場所選用之部分參數值資料一覽表。當颱風中心位於台北市附近或以北的大屯山系或桃、竹、苗丘陵地區，由於台灣北部大屯山系最高之七星山高度約為 1120 公尺，因此模擬中正機場雷達觀測該等地區 1.5 公里高度面，環境風場則參考 850 hPa

系統風場。當颱風中心位於中央山脈與雪山山脈北端時，考慮其地形高度影響，颱風中心之模擬必須選用中正機場雷達觀測該等地區 2.5 公里高度的風場，環境風場則參考 700 hPa 系統風場。而當颱風中心位於中央山脈以東之東部地區時，颱風中心之模擬須取 3.5 公里高度面，才足以涵蓋東部地區，其環境風場則仍參考 700 hPa 系統風場。

2. 模擬結果校驗

校驗雷達觀測的徑向風場分布與模式模擬的都卜勒速度場分布，主要係以每小時比較都卜勒徑向零值風速線位置、徑向正與負極值中心數值、位置及範圍大小以及都卜勒徑向零值風速線和徑向正與負極值連線交叉點位置等主要速度場特徵的型態分布。亞力士颱風個案校驗的結果，僅在雷達西南方之西南氣流區和雷達東南方的背風區，稍有差異外，餘均相當吻合。楊希颱風個案校驗的結果，則在颱風移行的左側稍有差異外，餘亦均相當吻合。愛麗、葛拉絲以及賀伯颱風之都卜勒速度場校驗的結果，顯示差異比較顯著者，與前述兩者類似，或位於距離雷達站較遠處或山區附近。惟都不影響主要速度場的型態分布；綜言之，颱風環流中心位置之平均模擬誤差約為 10 公里，都卜勒正與負速度極值之平均模擬誤差約為 5 M/S 以下（參考圖二至圖六）。

四、討論

本研究透過應用 Wood and Brown 和 Wood 的方法，模擬基本軸對稱純氣旋式旋轉、純輻合以及合成氣旋式旋轉與輻合等三種流場型式，產生單都卜勒速度型態，得出觀測颱風環流都卜勒徑向零值風速線位置和徑向正與負極值中心數值、位置及範圍大小等主要速度場的型態分布與變化的重要型態特徵。而二維水平軸對稱旋轉和軸對稱輻合氣流模式為採用 Rankine 發展的 Rankine-combined velocity profile 概念模式，來描述該兩基本氣流場的速度分析。應用中正國際機場都卜勒氣象雷達觀測的五個颱風個案〔亞力士（1987）、楊希（1990）、愛麗（ELLIE，1991）、葛拉絲（GLADYS，1994）、以及賀伯（HERB，1996）〕之都卜勒速度場，選取模擬參數並校驗應用此種合成模式，模擬颱風環流之都卜勒速度場分布。經模式的模擬校驗測試，獲得系統核心環流大小（或核心半徑）、最大風速、系統移動、旋轉量與輻合量比值以及環境均勻流場等，為影響模擬結果的主要參數；初步結果顯示，調整測試都卜勒雷達觀測選取之模擬參數，可以模擬獲得相當吻合觀測的都卜勒速度型態，而該模擬參數的選取，可由作業雷達觀測資料以半客觀方式得到。如模擬參數中之最大風速值與環境均勻流場，分別直接應用都卜勒

速度正、負極值的算術平均值，與選取最接近模擬層面高度之某一定壓層系統過去十二小時之內的風場為代表，均為相當客觀的選定。至於系統核心環流大小（或核心半徑）、系統移動以及旋轉量與輻合量比值〔或渦旋角度量（ θ ）〕等，均為須要小部分人為主觀調整後，可獲得更佳的结果。根據實際作業測試，有經驗的都卜勒雷達作業員，應用個人電腦直接連線雷達資料主機，能即時平行取得雷達觀測之原始資料，分析決定參數後，約2~3分鐘即可完成一次模擬結果，亦不致於影響整體模擬的時效。

校驗中正國際機場都卜勒氣象雷達觀測的五個颱風個案之都卜勒速度場分布情形，顯示有相當滿意的結果；其中僅於雷達西南方西南氣流區、雷達東南方之山後背風區以及颱風中心位於距離雷達站較遠處或山區附近，有部分較大差異；惟都不影響主要模擬結果。綜言之，颱風環流中心位置之平均模擬誤差約為10公里，都卜勒正與負速度極值之平均模擬誤差約為5 M/S以下。由於模擬定位颱風中心均非以地面層為主，而是選用1.5~3.5公里高度面，若颱風發展有傾斜情形時，模擬結果與實際觀測中心位置，必定會出現一點誤差，其大小須視颱風中心垂直傾斜程度而定。另外，實際大氣中並非所有的颱風環流都呈對稱分布（Shea and Gray, 1973），特別是受陸地影響時尤甚（李等，1988；李，1991，1993），及單都卜勒雷達只能偵測雷達波束上徑向速度分量，雖本文所選用五個實際颱風個案，校驗結果十分不錯，亦只初步得到「此方法為可行」的初步結論，必須繼續增加充分的都卜勒雷達觀測個案校驗，統計比較各種誤差後，方足以確定都卜勒雷達定位方法的優越性。

五、結論

綜合上述的分析，簡單結論如下：

- (一)、利用軸對稱旋轉與輻合流場模擬颱風環流之都卜勒速度分布，可獲得與雷達觀測結果十分近似的都卜勒速度型態。
- (二)、經由選用中正國際機場都卜勒氣象雷達觀測前後五個侵台颱風個案之都卜勒速度場與模擬結果分析比較，獲得初步準客觀的作業化組合的模擬參數為：
 1. 颱風環流核心半徑（或系統核心環流大小）採用都卜勒速度極值連線長度之半，配合 α 值（最大風速核心直徑/環流中心至雷達距離）及雷達螺旋狀強回波距離的修正；
 2. 最大風速值直接應用都卜勒速度極值的平均值；

3. 系統移動利用過去路徑簡單外延，再配合都卜勒零值等速度線與徑向正、負速度極值中心連線之交點作少量修正；
4. 旋轉量與輻合量比值〔或渦旋角度量（ θ ）〕選用約介於9:1至8:2（即 $\theta = 160^\circ \sim 180^\circ$ ）；
5. 環境均勻流場應用模擬層面相近高度之某一定壓層高空系統過去十二小時之內的風場（例如3.0 KM高度使用700 hPa，1.5 KM使用850 hPa）為代表。

(三)、颱風環流中心位置之平均模擬誤差約為10公里，都卜勒正與負速度極值之平均模擬誤差約為5 M/S以下。

誌謝

本研究在國科會NSC85-2621-P-117-001和NSC86-2621-P-117-001經費支援下完成。民航局飛航服務總台提供都卜勒雷達資料，特別感謝。

參考文獻

1. 李金萬，1997：單都卜勒氣象雷達風場定位颱風中心之研究（2）。國科會研究報告 NSC86-2621-P-117-001，51頁。
2. ——，1996：單都卜勒氣象雷達風場定位颱風中心之研究。國科會研究報告 NSC85-2621-P-117-001，50頁。
3. ——，1993：颱風結構之都卜勒氣象雷達分析。國科會研究報告 NSC82-0414-P-117-001-B，146頁。
4. ——、楊健生與林國平，1988：利用單都卜勒氣象雷達觀測亞力士颱風之初步分析研究。氣象學報，34，3，216-226。
5. 李清勝，1993：台灣地區颱風之分析（二）中美合作計畫。行政院國家科學發展委員會研究報告，NSC82-0202-M-002-076，119頁。
6. 楊健生和周鴻祺，1992：單都卜勒氣象雷達風場特徵辨識與資料應用（I）—颱風之氣旋式旋轉風場特性分析。氣象學報，第三十八卷第四期，351-366。
7. 蔡清彥和王時鼎，1991：台灣地形對颱風運動、結構及強度影響診斷研究-I：侵台颱風電腦資料檔建立及分裂過山颱風研究。國科會研究報告，65頁。
8. 鄧秀明和周仲島，1996：臨近雷達颱風中心定位與最大風速半徑的決定。天氣分析與預報

- 暨海象測報研討會，中央氣象局，P · 166 — 175 ·
- 9 · Bayton, H · W · , 1979 : The case for Doppler radars along our hurricane affected coasts · Bull · Amer · Meteor · Soc · , 60 , 1014 — 1023
- 10 · Brown, R · A · and V · T · Wood , 1991 : On the interpretation of single-Doppler velocity patterns within severe thunderstorms · Wea · Forecasting , 6 , 32 — 48 ·
- 11 · Donaldson, R · J · , Jr · , 1991 : A proposed technique for diagnosis by radar of hurricane structure · J · Appl · Meteor · , 30 , 1636 — 1645 ·
- 12 · Lee, C · W · and Y · C · Tsai , 1991 : An Analysis of " Yancy " typhoon's (1990) Structure by Using Single Doppler Radar Observation · 25th International Conference on Radar Meteorology · Ameri · Meteor · Sci · , p 698-701 ·
- 13 · Lee, W · C · , B · J · D · Jou , and B · L · Chang , 1993 : Nowcasting typhoon circulation using Doppler radar : The ground — based VTD (GBVTD) technique · Preprints , 26th Int · Conf · on Radar Meteorology , Norman , OK , Amer · Meteor · Soc · , 83 — 87 ·
- 14 · Rakine, W · J · M · , 1901 : Motions of fluids · A Manual of Applied Mechanics · 16th ed · , Charles Griff and Company · 574 — 578 ·
- 15 · Shea, D · J · and W · M · Gray , 1973 : The hurricanes inner core region · I · symmetric and asymmetric structure · J · Atmos · Sci · , 30 , 1544 — 1564 ·
- 16 · Wood, V · T · , 1994 : A Technique for Detecting a Tropical Cyclone Center Using a Doppler Radar · J · Atmos · and Ocea · Tech · , II , 1207 — 1216 ·
- 17 · Wood, V · T · and R · A · Brown · , 1992 : Effects of radar proximity on single — Doppler velocity signatures of axisymmetric rotation and divergence · Mon · Wea · Rev · , 120 , 2798-2807 ·

A Study for Detecting A Typhoon Center Using Single Doppler Radar Radial Wind

Chin-Wan Lee Yeong-Jhy Tsai Ching-Sheng Yang
Deputy Chief Supervisor Senior Forecaster
Taipei Aeronautical Meteorology Center
Air Navigation and Weather Services,
CAA

ABSTRACT

To minimizing difference between actual observed single Doppler velocity patterns of typhoon and simulated results of axis-symmetric rotation and divergence by simple analytical flow model, this study to test and tune the simulation indices for five typhoon cases.

Here hopes to obtain a semi-objective operational technique for detecting landfall typhoon center that could improve typhoon tracks forecast over northern Taiwan. During the past two years, we had analyzed five typhoon cases which were Alex (1987), Yancy (1990), Ellic (1991), Gladys (1994), and Hope (1996) using the mentioned method. Results show that the satisfied model products might be got by properly selecting simulation indices from single Doppler radar observations (4 indices) and synoptic data (1 index) which are: (a). the core diameter index decided first upon length of maximum positive and negative velocity center then revised by α and distance of strong spiral bands, (b). the maximum speed index simply adopted arithmetical average values of absolute opposite extreme velocity, (c). the typhoon center index could make decision on linear extrapolation then slightly adjusted by the intersection position of zero Doppler velocity line and a line linked between maximum positive and negative velocity center, (d). the tangential and radial velocity components (θ) usually tested between 160° and 180° , and (e). the uniformly environmental flow index selected the nearest mandatory upper level wind field.

模擬颱風名稱 亞力士 (ALEX)			日期	1987年07月27日	時間	0617 LST
中心	雷達方位角 (AZIMUTH)	100°	核	核心半徑 (RADIUS)	30 KM	
	雷達距離 (DISTANCE)	52 KM		核	最大風速 (MAX SPEED)	39 M/S
環境場	環境風向 (DIRECTION)	220°	移	移動方向 (DIRECTION)	295°	
	環境風速 (SPEED)	5 M/S		動	移動速度 (SPEED)	5 M/S
渦旋場	最大切線風 (TANGENT)	38.95M/S	渦旋角度量 θ (FLOW TYPE)	177°		
	最大徑向風 (RADIAL)	2.04M/S		模擬定高度 (CAPPI)	3.5 KM	

(1)

模擬颱風名稱 亞力士 (ALEX)			日期	1987年07月27日	時間	0917 LST
中心	雷達方位角 (AZIMUTH)	007°	核	核心半徑 (RADIUS)	33 KM	
	雷達距離 (DISTANCE)	63 KM		核	最大風速 (MAX SPEED)	31 M/S
環境場	環境風向 (DIRECTION)	260°	移	移動方向 (DIRECTION)	350°	
	環境風速 (SPEED)	4 M/S		動	移動速度 (SPEED)	5 M/S
渦旋場	最大切線風 (TANGENT)	30.98M/S	渦旋角度量 θ (FLOW TYPE)	178°		
	最大徑向風 (RADIAL)	1.08M/S		模擬定高度 (CAPPI)	1.5 KM	

(2)

表一、應用 1987 年 07 月 27 日 0617 LST → 0917 LST，中正機場都卜勒雷達觀測亞力士颱風 3.5 與 1.5 公里高度之都卜勒速度場資料，選取各項模擬參數值資料一覽表。時間分別為 (1) 0617 LST、(2) 0917 LST。距離、核心半徑及高度的單位為公里；風速與移動速度的單位為米/秒；方位角、風向、移動方向及渦旋角度量的單位為度。

模擬颱風名稱 楊希 (YANCY)			日期	1990年08月19日	時間	1005 LST
中心	雷達方位角 (AZIMUTH)	093°	核	核心半徑 (RADIUS)	65 KM	
	雷達距離 (DISTANCE)	88 KM		核	最大風速 (MAX SPEED)	41 M/S
環境場	環境風向 (DIRECTION)	065°	移	移動方向 (DIRECTION)	275°	
	環境風速 (SPEED)	3 M/S		動	移動速度 (SPEED)	4 M/S
渦旋場	最大切線風 (TANGENT)	40.90M/S	渦旋角度量 θ (FLOW TYPE)	176°		
	最大徑向風 (RADIAL)	2.86M/S		模擬定高度 (CAPPI)	3.5 KM	

(1)

模擬颱風名稱 楊希 (YANCY)			日期	1990年08月19日	時間	1205 LST
中心	雷達方位角 (AZIMUTH)	156°	核	核心半徑 (RADIUS)	42 KM	
	雷達距離 (DISTANCE)	24 KM		核	最大風速 (MAX SPEED)	40 M/S
環境場	環境風向 (DIRECTION)	065°	移	移動方向 (DIRECTION)	238°	
	環境風速 (SPEED)	3 M/S		動	移動速度 (SPEED)	13 M/S
渦旋場	最大切線風 (TANGENT)	39.70M/S	渦旋角度量 θ (FLOW TYPE)	173°		
	最大徑向風 (RADIAL)	4.87M/S		模擬定高度 (CAPPI)	1.5 KM	

(2)

表二、同表一，但為 1990 年 08 月 19 日 1005 LST → 1205 LST 之楊希颱風。時間分別為 (1) 1005 LST、(2) 1205 LST。

模擬颱風名稱 愛麗 (ELLIE)			日期	1991年08月18日	時間	0705 LST
中心	雷達方位角 (AZIMUTH)	275°	核	核心半徑 (RADIUS)	26 KM	
	雷達距離 (DISTANCE)	38 KM		核	最大風速 (MAX SPEED)	20 M/S
環境場	環境風向 (DIRECTION)	130°	移	移動方向 (DIRECTION)	320°	
	環境風速 (SPEED)	2 M/S		動	移動速度 (SPEED)	4 M/S
渦旋場	最大切線風 (TANGENT)	19.92M/S	渦旋角度量 θ (FLOW TYPE)	175°		
	最大徑向風 (RADIAL)	1.74M/S		模擬定高度 (CAPPI)	1.5 KM	

(1)

模擬颱風名稱 愛麗 (ELLIE)			日期	1991年08月18日	時間	0805 LST
中心	雷達方位角 (AZIMUTH)	280°	核	核心半徑 (RADIUS)	28 KM	
	雷達距離 (DISTANCE)	56 KM		核	最大風速 (MAX SPEED)	23 M/S
環境場	環境風向 (DIRECTION)	130°	移	移動方向 (DIRECTION)	280°	
	環境風速 (SPEED)	2 M/S		動	移動速度 (SPEED)	5 M/S
渦旋場	最大切線風 (TANGENT)	22.94M/S	渦旋角度量 θ (FLOW TYPE)	176°		
	最大徑向風 (RADIAL)	1.60M/S		模擬定高度 (CAPPI)	1.5 KM	

(2)

表三、同表一，但為 1991 年 08 月 18 日 0705 LST → 0805 LST 之愛麗颱風 1.5 公里高度之都卜勒速度場模擬參數值資料一覽表。時間分別為 (1) 0705 LST、(2) 0805 LST。

模擬颱風名稱 葛拉絲 (GLADYS)			日期	1994年09月01日	時間	1101 LST
中心	雷達方位角 (AZIMUTH)	146°	核	核心半徑 (RADIUS)	35 KM	
	雷達距離 (DISTANCE)	75 KM		核	最大風速 (MAX SPEED)	48 M/S
環境場	環境風向 (DIRECTION)	050°	移	移動方向 (DIRECTION)	285°	
	環境風速 (SPEED)	5 M/S		動	移動速度 (SPEED)	7 M/S
渦旋場	最大切線風 (TANGENT)	47.97M/S	渦旋角度量 θ (FLOW TYPE)	178°		
	最大徑向風 (RADIAL)	1.68M/S		模擬定高度 (CAPPI)	2.5 KM	

(1)

模擬颱風名稱 葛拉絲 (GLADYS)			日期	1994年09月01日	時間	1201 LST
中心	雷達方位角 (AZIMUTH)	155°	核	核心半徑 (RADIUS)	36 KM	
	雷達距離 (DISTANCE)	57 KM		核	最大風速 (MAX SPEED)	35 M/S
環境場	環境風向 (DIRECTION)	130°	移	移動方向 (DIRECTION)	285°	
	環境風速 (SPEED)	7 M/S		動	移動速度 (SPEED)	16 M/S
渦旋場	最大切線風 (TANGENT)	34.81M/S	渦旋角度量 θ (FLOW TYPE)	174°		
	最大徑向風 (RADIAL)	3.66M/S		模擬定高度 (CAPPI)	2.5 KM	

(2)

表四、同表一，但為 1994 年 09 月 01 日 1101 LST → 1201 LST 之葛拉絲颱風 2.5 公里高度之都卜勒速度場模擬參數值資料一覽表。時間分別為 (1) 1101 LST、(2) 1201。

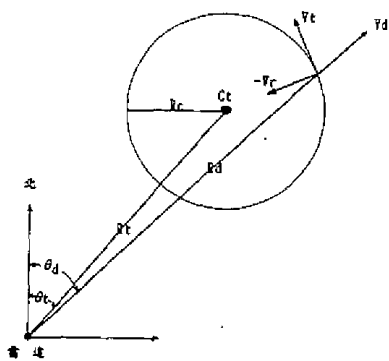
模擬颱風名稱 賀伯 (HERB)			日期	1996年08月01日	時間	0101 LST
中心	雷達方位角 (AZIMUTH)	155°	核	核心半徑 (RADIUS)	69 KM	
	雷達距離 (DISTANCE)	31 KM		核	最大風速 (MAX SPEED)	40 M/S
環境場	環境風向 (DIRECTION)	020°	移	移動方向 (DIRECTION)	265°	
	環境風速 (SPEED)	3 M/S		動	移動速度 (SPEED)	5 M/S
渦旋場	最大切線風 (TANGENT)	39.70M/S	渦旋角度量 θ (FLOW TYPE)	173°		
	最大徑向風 (RADIAL)	4.88M/S		模擬定高度 (CAPPI)	1.5 KM	

(1)

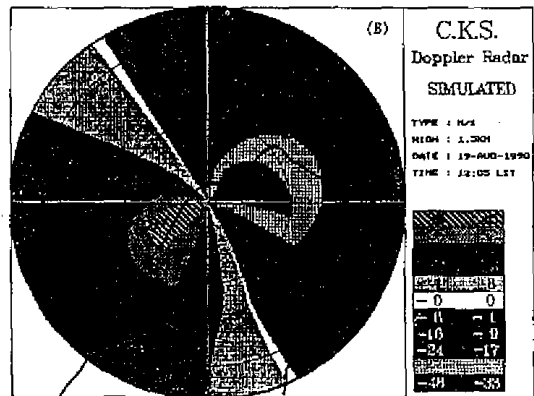
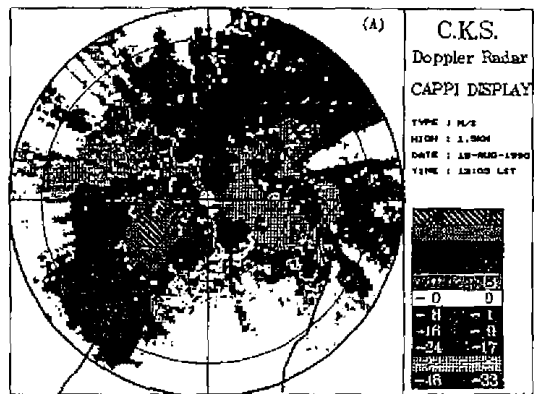
模擬颱風名稱 賀伯 (HERB)			日期	1996年08月01日	時間	0201 LST
中心	雷達方位角 (AZIMUTH)	148°	核	核心半徑 (RADIUS)	57 KM	
	雷達距離 (DISTANCE)	21 KM		核	最大風速 (MAX SPEED)	37 M/S
環境場	環境風向 (DIRECTION)	020°	移	移動方向 (DIRECTION)	270°	
	環境風速 (SPEED)	3 M/S		動	移動速度 (SPEED)	8 M/S
渦旋場	最大切線風 (TANGENT)	36.72M/S	渦旋角度量 θ (FLOW TYPE)	173°		
	最大徑向風 (RADIAL)	4.51M/S		模擬定高度 (CAPPI)	1.5 KM	

(2)

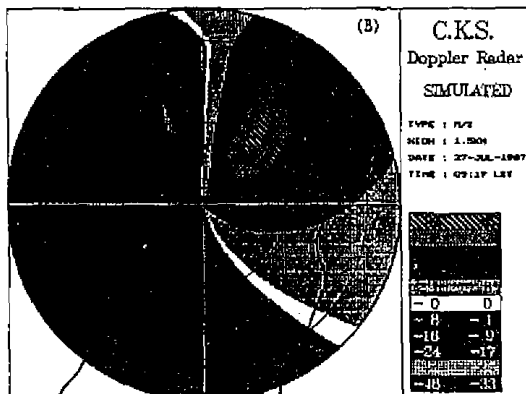
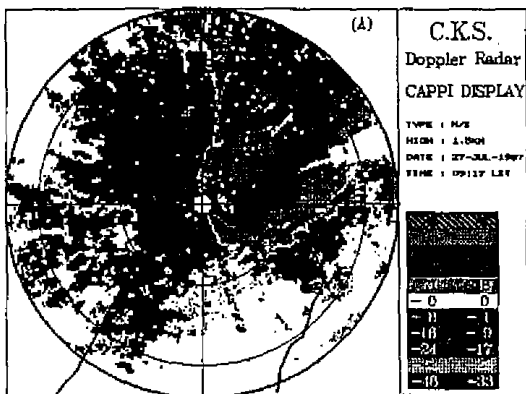
表五、同表一，但為 1996 年 08 月 01 日 0101 LST → 0201 LST 之賀伯颱風 1.5 公里高度之都卜勒速度場模擬參數值資料一覽表。時間分別為 (1) 0101 LST (2) 0201 LST。



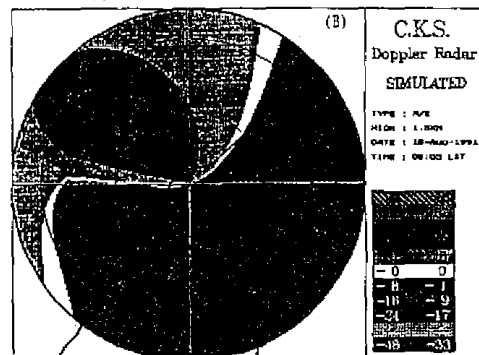
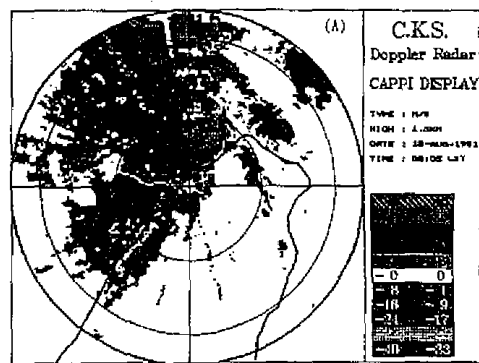
圖一、單都卜勒氣象雷達觀測於 (R_d, θ_d) 座標處之徑向風速 V_r 與其實際渦旋氣流幾何示意圖。渦旋中心 C_t 位於座標 (R_d, θ_d) ； V_t 負(正)值表示反氣(氣)旋式旋轉； V_r 正(負)值表示輻散(合)； V_d 負(正)表示吹向(離)雷達的渦旋氣流分量。



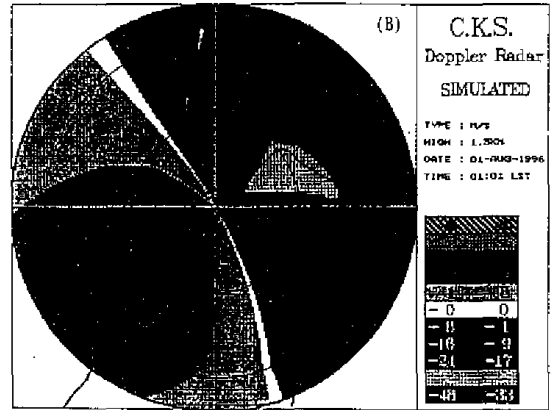
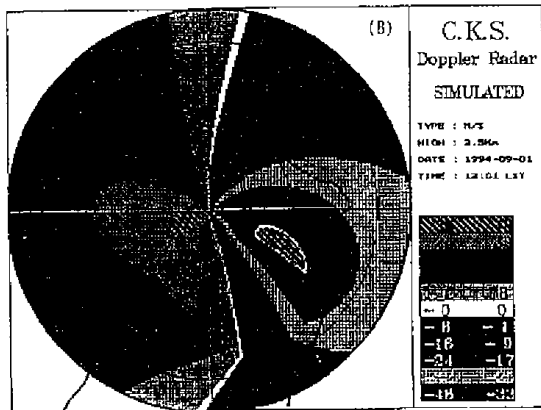
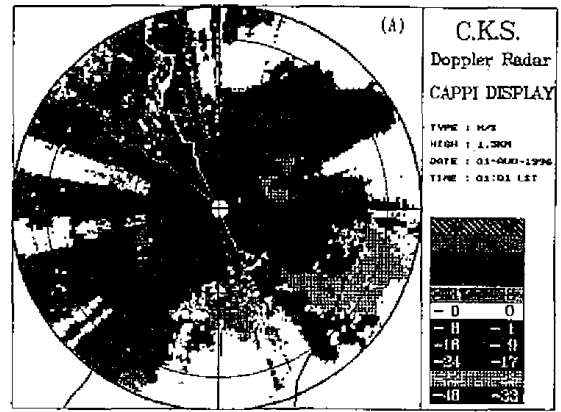
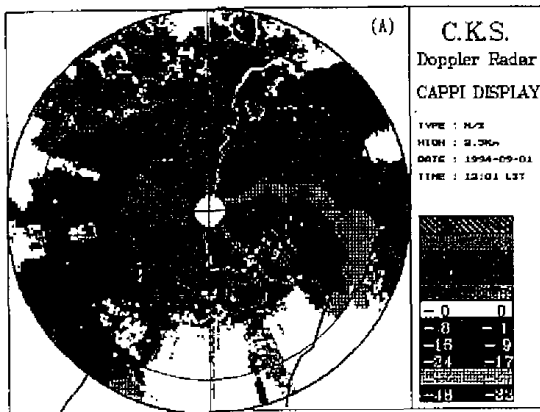
圖三、同圖二，但為 1990 年 08 月 19 日 1205 LST 之楊希颱風。



圖二、1987 年 07 月 27 日 0917 LST 中正機場都卜勒雷達觀測亞力士颱風 1.5 公里高度之都卜勒速度場分布 (A, 上圖) 與模式模擬該相近高度之都卜勒速度場分布 (B, 下圖)。雷達座標位於 $(0, 0)$ ；正風速值表示風吹離雷達的分量，負值表示風吹向雷達的分量；風速單位為米/秒。



圖四、同圖二，但為 1991 年 08 月 18 日 0805 LST 之愛麗颱風。



圖五、同圖二，但為 1994 年 09 月 01 日 1201 LST 之葛拉絲颱風 2.5 公里高度。

圖六、同圖二，但為 1996 年 08 月 01 日 0101 LST 之賀伯颱風。