

# 颱風內部軸心區構造之研究

張霧澤 王金慶

中正理工學院物理系氣象組

## 摘 要

本文是根據颱風內軸心區飛行實測的水平風場資料來研究颱風內部軸心區的結構。實測風場資料是獲自於美國 NOAA 下屬的颱風研究實驗室。根據此等實測的水平風場資料，利用運動法計算各等高層的垂直速度場，然後利用診斷性氣壓方程式求得各等高層面水平氣壓分佈。

## 一、前言

台灣地處亞熱帶，每年遭受颱風侵襲所造成的災害極為嚴重。值此國家經濟發展期間，除應重視開源外，尚須節流；而節流之中，除杜絕浪費外，防範或規避天然災害的損失，亦為其重要之一環。據估計台灣每年平均損失於天然災害之金額，約達十億元之鉅，如此鉅額之損耗，可謂為固定之損失，若不及早設法減小其損失幅度，則累積下來，可使現有的經濟基礎蒙受鉅大之蝕耗。是故，防範及規避天然災以降低自然加諸於我國經濟的損失，實為政府當前的要務之一。由於颱風的強弱消長多變，其移行軌道詭譎草測，威力之強大，破壞力之劇烈，關係國家經濟如此之鉅大，是故國內外有關的學術研究機構及專家學者對之均有甚多的研究，且有些成果已然付諸實施之中。

近年來，國內對颱風內部結構方面的研究已在逐年增加之中（徐，1955；徐明同，1962；薛，1962；江，1976），然與國外相較，仍屬零散片斷。推其原因，乃是受資料獲得之限制，颱風內部各壓力層面之三維實測資料（風速、壓力、溫度、濕度）是研究並瞭解颱風內部結構不可或缺的資料。目前在國外，由於實測工具之發展，某些過法無法獲得之資料，已可經由飛機、人造衛星及雷

達等之介入而測得；而在國內、由於我們尚無能力派遣飛機穿過颱風內部作連續之實際觀測，故所有的研究資料均係取自國外，又因太平洋方面對颱風內部之觀測資料，其完整性遠遜於大西洋方面，是故國內在此方面的研究尚不多見。

國外方面，Palmen 與 Jordan 於1955年，Frank 於1977年均曾指出：颱風的下層結構（即地面至850毫巴之間）以輻合氣流為主，其最大輻合層約在950毫巴處，這代表下層之中，徑向氣流是向颱風中心輻合流動；而上層的結構（即在300至100毫巴之間）以輻散氣流為主，其最大輻散層約在150毫巴處，故上層的徑向氣流以遠離中心之流動為主。根據此理推測，中間層（即800至300毫巴之間），其徑向氣流均甚小，而以切向及上升氣流為主。Izawa（1964）及 Frank（1977）均曾就颱風的切向風場加以分析，發現颱風在低層，其氣流的流動為氣旋性（cyclonic circulation），其強度隨半徑的減小而增加，而在對流層的上部，有一反氣旋，其強度隨半徑的增大而增加。

氣壓結構方面，如眾週知：颱風實為一低壓中心，在接近地面處，其徑向的氣壓梯度最大，甚狀如漏斗管，高度漸增時，梯度漸減，高度約增至300毫巴處，其徑向梯度值趨於零，300毫巴以上氣壓梯度值漸趨與下層反向。

## 二、資料

本研究所採用的三維風場資料係取自美國海洋與大氣總署 (NOAA) 所彙集的實測颱風風場資料, 該資料係美國國家颱風研究實驗室 (NHRL) 於 1956 — 1966 年期間派遣飛機進入颱風內部實測所得者。大多數的飛行任務是從颱風內部軸心區 (inner core) 的邊緣 (約 100 哩半徑) 進入颱風內部, 直抵風眼, 而後穿過風眼至另一邊緣, 此後再採另兩條直徑作上述同樣的飛行 (如圖 1)。資料的蒐集是當飛機穿進或穿出颱風內部時, 沿每一飛行徑線 (radial flightlegs) 上, 從半徑 5 哩 (nautical mile) 起, 每隔 2.5 哩之間隔摘取一組資料, 至半徑 50 哩止。此種飛行徑線在每一個層面 (level) 上約有 4 至 6 條, 在每一個層面的飛行時間約為 1 至 2 小時。

風速的測量是採用 Doppler navigation instrument, 經過電腦的處理, 可得實際的切向及徑向風速與相對的 (相對於颱風中心) 切向及徑向風速。氣壓的測量是同時測量氣壓高與絕對高, 兩者之差即所謂 D 值。溫度是用 vortex 溫度計測量, 不需作動力的修正, 而是利用颱風內部標準的溫度直減率將溫度的觀測值調整至定壓面上的溫度值。

本研究所採用之個案研究資料是颶風 Inez 的實測資料, 該颶風發生於 1966 年 9 月下旬, 9 月 28 日的中心位置是在北緯 17 度西經 66 度, 也就是在波多黎各附近的南方海面。採集資料的當時, 颶風 Inez 正以每小時 22 公里的速度向西方向進行, 中心最低氣壓 934 毫巴。派遣的飛機是在 1966 年 9 月 28 日 17 時 8 分以 540 公尺 (約 1770 呎) 的高度自颶風的南南西角進入, 測得該層 6 條飛行徑線上的資料後於 19 時 25 分離開該層, 其他各層的飛行高度及進入與離開的時間詳見表 1。

## 三、計算過程

為便於電子計算機的運算, 在每一飛行層面上作一直角座標的網格系統, 此網格系統隨颱風一起

移動, 以颱風中心為座標的原點, 東西向為 X 軸, 南北向為 Y 軸, 網格點之間的距離為 2.5 哩, 因此, 每一層面的網格點數目為  $39 \times 39$ 。

由於本研究是根據實測的水平風場資料來探討颱風的三維結構, 因此下列各節將闡述由水平風場而逐步求取其他各場的計算過程。

### (一) 水平風場的轉換

由於該實測的水平風場資料是極座標風速場 ( $V_r, V_\theta$ ), 故吾人於計算其他各場之前, 須將此種風速場利用下列座標轉換式:

$$V_x = V_r \cos \phi - V_\theta \sin \phi \quad (1)$$

$$V_y = V_r \sin \phi + V_\theta \cos \phi \quad (2)$$

將之轉換為直角座標風速場 ( $V_x, V_y$ ), 亦即將飛行徑線上的極座標風速資料轉換為直角座標風速資料。(1)、(2) 兩式中的  $\phi$  為飛行徑線與正 X 軸的夾角。然後再將所得飛行徑線上的直角座標風速資料內插至上述的直角座標網格點上。此外, 距颱風中心 5 哩 (含) 半徑以內 (即颱風眼區) 及距颱風中心 50 哩半徑以外的直角座標網格點沒有水平風速資料, 為利於計算機計算的連續性, 本研究分別用內插法及外插法將之補齊。如此即可得到直角座標網格系統上的水平風速場 ( $u, v$ ), 以供本研究以後計算垂直速度場及氣壓場之用。

### (二) 垂直速度場的計算

垂直風速場通常不以實測的方式得到, 而是於求得水平風速場後, 再利用運動法 (kinematic method) 或絕熱法 (adiabatic method) 將之推算出來 (Holton, 1980)。由於颱風內軸心區的垂直速度相當劇烈, 其幅合 (或幅散) 量亦甚可觀, 因而本研究採用運動法來計算垂直速度場。此種方法是將空氣視為一不可壓縮的流體, 然後採用壓力 (P) 座標將連續方程式積分而有:

$$\omega(p_1) = \omega(p_2) - \int_{p_2}^{p_1} \left( \frac{\partial u}{\partial x} + \frac{\partial v}{\partial y} \right)_p dp \quad (3)$$

式中  $(\frac{\partial u}{\partial x} + \frac{\partial v}{\partial y})_p$  是在等壓面上各網格點的輻合值， $p_u$  與  $p_l$  分別為上、下層面的氣壓值（圖 2），而  $\omega \equiv dp/dt$  再利用流靜方程及  $\omega = -\rho gw$  的關係即可算出在等高面上各網格點的垂直速度值（ $w$ ），即

$$w(z_u) = \frac{\rho(z_l)w(z_l)}{\rho(z_u)} - \left[ \frac{\rho(z_l)}{\rho(z_u)} z_l - z_u \right] (\frac{\partial \bar{u}}{\partial x} + \frac{\partial \bar{v}}{\partial y}) \quad (4)$$

式中  $\rho$  為空氣密度， $z_u$  與  $z_l$  分別為上、下層面的高度， $g$  為重力加速度，而兩層面間空氣層的平均輻合量，可先求得其上、下兩個層面的輻合量後再加以平均而得到，即

$$\frac{\partial \bar{u}}{\partial x} + \frac{\partial \bar{v}}{\partial y} = \frac{1}{2} \left[ (\frac{\partial u}{\partial x} + \frac{\partial v}{\partial y})_{p_l} + (\frac{\partial u}{\partial x} + \frac{\partial v}{\partial y})_{p_u} \right]$$

第一個層面與地面間空氣層的平均輻合量用第一個層面的輻合量代替，而且  $w(0) = 0$ ，因此

$$w(z_1) = z_1 (\frac{\partial u}{\partial x} + \frac{\partial v}{\partial y})_{p_1}$$

### (三) 颱風內軸心區氣壓場的計算

本研究氣壓場內各網格點的氣壓值是經由診斷性壓力方程式而求取的，診斷性壓力方程式的獲得是先將測得之水平風速值（ $u_i, v_i$ ）及計算得之垂直速度值（ $w_i$ ）代入水平運動方程式中，而有：

$$\frac{\partial u_i}{\partial t} + u_i \frac{\partial u_i}{\partial x} + v_i \frac{\partial u_i}{\partial y} + w_i \frac{\partial u_i}{\partial z} = -\frac{1}{\rho(z)} \frac{\partial p}{\partial x} + f v_i \quad (5)$$

$$\frac{\partial v_i}{\partial t} + u_i \frac{\partial v_i}{\partial x} + v_i \frac{\partial v_i}{\partial y} + w_i \frac{\partial v_i}{\partial z} = -\frac{1}{\rho(z)} \frac{\partial p}{\partial y} + f u_i \quad (6)$$

假如選擇颱風中心作為移動座標的原點，此移動座標與颱風一同運動，則根據 Petterssen 的時空轉換法（Petterssen, S., 1956），其 local 項可表之如下

$$\frac{\partial ()}{\partial t} = \frac{\delta ()}{\delta t} - \vec{C} \cdot \nabla () \quad (7)$$

由於在診斷性研究內，颱風假設為正處於準穩定暨成熟階段，故在颱風內的諸變數變化不會

太大，所以發展項（developing term）， $\delta()/\delta t$  比起平流項（advection term）， $\vec{C} \cdot \nabla ()$ ，可忽略不計，式中  $\vec{C}$  為颱風的移動速度。因此(7)式可化簡為：

$$\frac{\partial ()}{\partial t} = - \left[ C_x \frac{\partial ()}{\partial x} + C_y \frac{\partial ()}{\partial y} \right] \quad (8)$$

與  $C$  分別為  $C$  的  $x$  與  $y$  方向的分量。又因相對風速與實際風速的關係為

$$u = u_i - C_x ; v = v_i - C_y ; w = w_i \quad (9)$$

$$\text{暨 } \frac{\partial u}{\partial x} = \frac{\partial u_i}{\partial x} ; \frac{\partial u}{\partial y} = \frac{\partial u_i}{\partial y} ; \text{ etc.}$$

將(8)、(9)兩式代入(5)、(6)兩式，經整理後可得

$$\frac{\partial p}{\partial x} = \rho(z) G(x, y, z) \quad (10)$$

$$\frac{\partial p}{\partial y} = \rho(z) H(x, y, z) \quad (11)$$

式中

$$G(x, y, z) = -u \frac{\partial u}{\partial x} - v \frac{\partial u}{\partial y} - w \frac{\partial u}{\partial z} + f(v + C_y)$$

$$H(x, y, z) = -u \frac{\partial v}{\partial x} - u \frac{\partial v}{\partial y} - w \frac{\partial v}{\partial z} - f(u + C_x)$$

再將(10)、(11)兩式分別對  $x$  與對  $y$  微分，然後相加可得：

$$\nabla^2 p = \rho(z) \left\{ \frac{\partial}{\partial x} G(x, y, z) + \frac{\partial}{\partial y} H(x, y, z) \right\} \quad (12)$$

式中

$$\nabla^2 p = \frac{\partial^2 p}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 p}{\partial y^2}$$

(12)式可用超漸近法（sequential over-relaxation method）求解壓力  $P$ ，因此，若已知每一個層面三維的相對風場，則可計算出每個高度層面所有網格點的氣壓值。

#### 四、個案研究暨其結果

本研究以 1966年 9月 28日的Inez颶風作為個案研究的對象。當天Inez颶風已移至北緯17度，西經66度，中心氣壓 934毫巴，正以每小時22公里的速度向西進行。美國颶風實驗研究室派遣飛機進入颶風內部採集資料，飛機飛行的層面共有 5層，其高度分別為0.54、2.466、3.591、5.572 與11.878公里，每一個飛行層面獲有資料的飛行徑線數分別為 6、6、6、5與 4條。

將每一個飛行層面的飛行徑線上的切向及徑向相對風速（相對於颶風中心）資料內插至該層面直角座標的網格點上，即得每一層面的水平相對風速場，然後利用電腦繪圖機繪出每一個網格點上的相對風速。圖 3(a)至圖 3(e)分別為五個層面上由繪圖機繪出的相對風場，圖中矢線的長度與相對風速的大小成正比，矢線的方向即是颶風旋渦內的風速方向。

由圖（3(a)至3(c)）可以看出，Inez 颶風的低層（即500毫巴以下之各層）以氣旋型的（cyclonic）氣流為主，其最大風速半徑約在距離颶風中心 5-7.5 哩處。在最大風速半徑外，徑向氣流以向內（即向颶風中心）流動為主，而風速的大小則隨半徑的遞減而逐漸增大；在最大風速半徑內，徑向氣流以向外（即遠離颶風中心）流動為主，而風速的大小則隨半徑的減小而迅速減弱。

另由圖3(d)至3(e)可以看出，在Inez颶風的上層，氣流仍是以反時鐘方向流動，但卻以輻散氣流為主，最大風速半徑約在 10-15哩處。在最大風速半徑外，風速隨半徑的增加而減小；在最大風速半徑內，風速隨半徑的減小而迅速減弱。根據上述 Inez 颶風低層及上層水平風速場的特性，可以推測Inez颶風中間層的徑向氣流甚小，而以切向及上升氣流為主。

圖4(a)至圖4(e)分別代表 Inez 颶風內軸心區五個層面上的垂直風速場，有點（·）號的區域為上升氣流區域，空白的區域為下降氣流區域。由於上升氣流將導致水汽凝結，故由圖4(a)及4(b)兩圖可見，在颶風眼（中央空白區）四週的雲牆區，雲

帶寬大而深厚，上升氣流旺盛，是颶風自低層及海洋面獲得水汽能量的主要來源區，另由圖 4(c) 及 4(d)的圖中可見，空白區面積逐漸增大，足證在 Inez颶風的上層，上升氣流緩和，故而雲量減少。至 Inez 颶風的最上層（圖 4(e)），雲量已大減，空氣輻散，氣旋性流動已不明顯。

用超漸近法求解(12)式的壓力 $P$ ，所採用的最佳漸近係數值為1.8。反覆修正 $P$ 值，直至同一層面的所有網格點上的 $P$ 值，在某一次修正前後之差的絕對值的最大值小於 0.001毫巴，此時每一個網格點上的 $p$ 值即為所求的該網格點的氣壓值。

圖 5(a) 至 5(e) 分別代表五個層面計算所得的氣壓場及氣壓隨半徑變化的情形。圖 5(a) 顯示 Inez颶風第一個層面的中心氣壓值為 883毫巴，而其軸心區邊緣的氣壓值為 955毫巴，兩者相減得其中心氣壓降約為72毫巴。圖5(b)顯示 Inez 颶風第二個層面的中心氣壓為 702毫巴，而其軸心區邊緣的氣壓為 763毫巴，亦即其中心氣壓降約為61毫巴。圖 5(c) 顯示 Inez 颶風第三個層面的中心氣壓為 621毫巴，而其軸心區邊緣的氣壓為 667毫巴，亦即其中心氣壓降約為 46 毫巴。圖 5(d) 顯示 Inez颶風第四個層面的中心氣壓為 486毫巴，而其軸心區邊緣的氣壓為 520毫巴，亦即其中心氣壓降約為34毫巴。圖5(e)顯示 Inez 颶風第五個層面的中心氣壓為 217 毫巴，而其軸心區邊緣的氣壓為 221 毫巴，兩者相差僅 4毫巴。綜合言之，颶風為一低壓中心，低層的中心氣壓深度（相對於同一層面軸心區邊緣的氣壓）較大，徑向的壓力梯度也較大；而上層的中心氣壓深度較小，徑向的壓力梯度也較小（見表2）。實測的 Inez颶風海平面層的中心氣壓深度高達79毫巴，高度愈高，中心氣壓深度愈小，高度升高至最上面，其中心氣壓深度僅有 4 毫巴。

本研究對Inez颶風中心氣壓計算的另一點意義是：本研究所用來計算氣壓值的方法——即超漸近法（sequential over-relaxation method），對於氣壓的求取頗為正確。此點尤可提供國內氣象學家們研究參考。

Inez颶風內部軸心區的溫度距平隨高度及半徑

變化的情形，可由表 3 表示之。由此表中可以看出：颱風內部軸心區每一個層面的溫度距平都隨半徑的減小而增大，亦即每一個層面靠近颱風眼處的溫度距平較軸心區邊緣的溫度距平為大；另一方面，溫度距平隨高度增加而增大，直至 520 毫巴面溫度距平達到最大，此後，溫度距平隨高度增加而減小，換句話說，颱風內部軸心區的中間層溫度距平較上層及低層的溫度距平均為大。因此，颱風內部軸心區最大溫度距平發生在中間層靠近颱風眼處。就 Inez 颱風內部軸心區而言，其 520 毫巴層面上，半徑 5 哩處溫度距平最大，高達  $21.125^{\circ}\text{C}$  (圖六)。因而證知：Inez 颱風實為一暖心低壓氣旋系統。

## 五、結論

本文是根據颱風內部軸心區實測的水平風場資料來研究颱風內部軸心區的結構。該等資料是美國 NOAA 下屬的颶風研究實驗室派遣飛機進入颱風內部軸心區各個不同層面實測所得者。

首先，將切向及徑向的相對風速資料轉換並內插至直角座標的網格點上，以求取直角座標網格系統的水平風場 ( $u$ 、 $v$ )，接著利用運動法由水平風場計算各等高層面的垂直風速場 ( $w$ )。然後將計算所得的各等高層面氣流速度的三維分量 ( $u$ 、 $v$ 、 $w$ ) 代入診斷性氣壓方程式以求取各等高層面的水平氣壓分佈。颱風內部的溫度結構亦可由實測的溫度值用距平法求得之。

## 六、致謝

本研究是在國科會 NSC 78-0202-M104-01 的支助下始克完成，特此申謝。其次，中山科學院及中正理工學院的計算機中心提供計算機使用的支援，美國 NOAA-NHRL 提供實測資料，均在此一併致衷心之感謝。

## 參考資料

中文部：

- 張霽澤 1979, " 颱風轉向之力學研究" 國科會研究報告 [ 編號: NSC-68M-0202- 11(01) ]
- 徐應璣 1955, 氣象學報, 第 1 卷, 第 2 期
- 徐明同 1962, 氣象學報, 第 8 卷, 第 3 期, 11-20
- 薛鐘彝 1962, 氣象學報, 第 8 卷, 第 2 期, 14-17
- 江火明 1976, 氣象學報, 第 22 卷, 第 1, 2 期, 1-70

英文部：

- Frank, W. K., 1977: The structure and energetics of the tropical cyclone, I. storm structure. *Mon. Wea. Rev.*, 105, 1119-1135.
- Holton, J.R., 1966: An introduction to dynamic Meteorology, pp72.
- Izawa, Y., 1964: On the mean wind structure of typhoon. *Tech. Note No.2, Meteorological Research-Institute, JMA, 19pp.*
- Lin, Y. J. & P. T. Chang, 1977: Some effect of the shearing and veering environmental wind on the internal dynamic and structure of a rotating supercell thunderstorm. *Mon. Wea. Rev. Vol. 105, No.8, 987-997.*
- Palmen, E. & C. L. Jordan, 1955: Note on the release of kinetic energy in tropical cyclones. *Tellus, 7. 186-189.*
- Petterssen, S., 1956: *Weather analysis and forecasting.* pp.300, McGraw- Hill Book Company, Inc., New York.
- Shea, D. J., and W. M. Gray, 1973: the hurricanes inner core region I: symmetric and asymmetric structure, II: thermal stability and dynamic characteristics. *J. Atmos. sci.*, 30, 1544-1576.

表 1 颱風Inez內部軸心區( Inner-Core region )各等高層面飛行實測進入與離開時間表

層面序	高度 (公尺)	進入時間	離開時間
五	11878	1851	2020
四	5572	2214	0027
三	3591	1800	2034
二	2466	2140	2343
一	540	1708	1925

表 2 颱風Inez內部軸心區( Inner-Core region )各等高層面中心氣壓深度

層面序	中心氣壓 (毫巴)	軸心區邊緣 氣壓(毫巴)	中心氣壓深度 (毫巴)
五	217	221	4
四	486	520	34
三	621	667	46
二	702	763	61
一	883	955	72
海平面	934	1013	79

表 3 颱風Inez內部軸心區( Inner-Core region )各等高層面上，各半徑處之溫度距平值

溫度距平 ( $^{\circ}\text{C}$ ) 等高面 (公里) 半徑(浬)	0.540	2.466	3.591	5.572	11.787
5.0	14.2	17.1	19.0	21.1	16.3
7.5	12.5	15.2	16.0	19.5	15.1
10.0	11.6	14.0	14.6	17.2	12.4
12.5	11.1	13.8	14.3	17.0	10.7
15.0	10.6	13.5	14.1	16.9	9.5
17.5	10.4	13.4	13.3	16.8	8.6
20.0	10.2	12.8	13.0	16.4	8.1
22.5	10.1	12.3	12.9	15.6	7.6
25.0	9.8	12.3	12.4	15.3	7.3
27.5	9.8	12.1	12.3	15.2	7.0
30.0	9.7	12.0	11.9	14.9	6.5
32.5	9.7	11.9	12.0	14.8	6.4
35.0	9.7	11.9	12.0	14.9	6.3
37.5	9.7	12.0	11.9	14.8	6.2
40.0	9.6	12.0	11.7	14.7	6.0
42.5	9.5	12.2	11.7	14.5	5.8
45.0	8.1	12.2	11.7	14.3	5.7
47.5	9.6	12.1	11.6	14.1	5.7
50.0	9.5	12.3	11.6	14.0	5.5

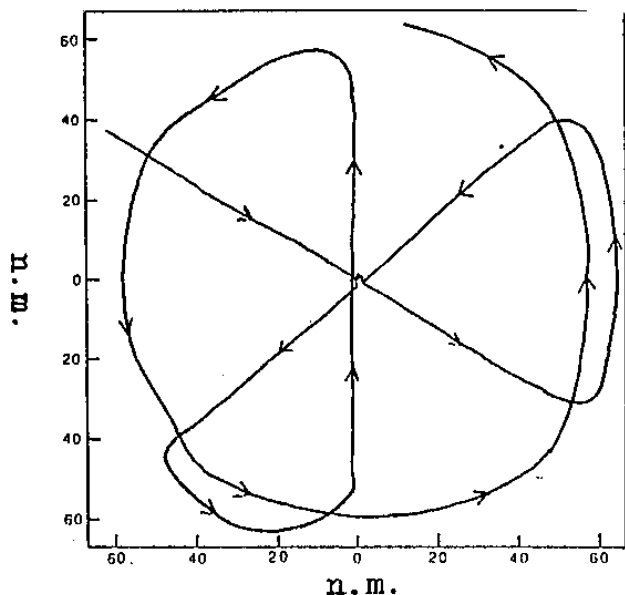


圖 1：颱風內軸心區 ( inner-core region ) 飛行路徑示意圖

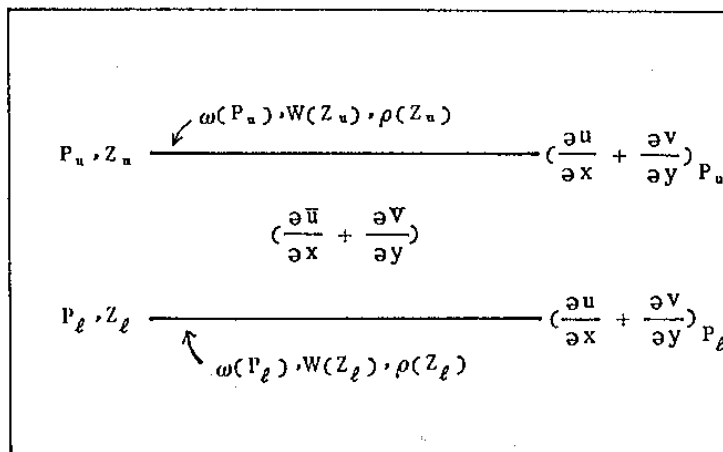


圖 2：各層面垂直速度場之計算設圖 ( schematic diagram for computing the vertical velocities on each level )

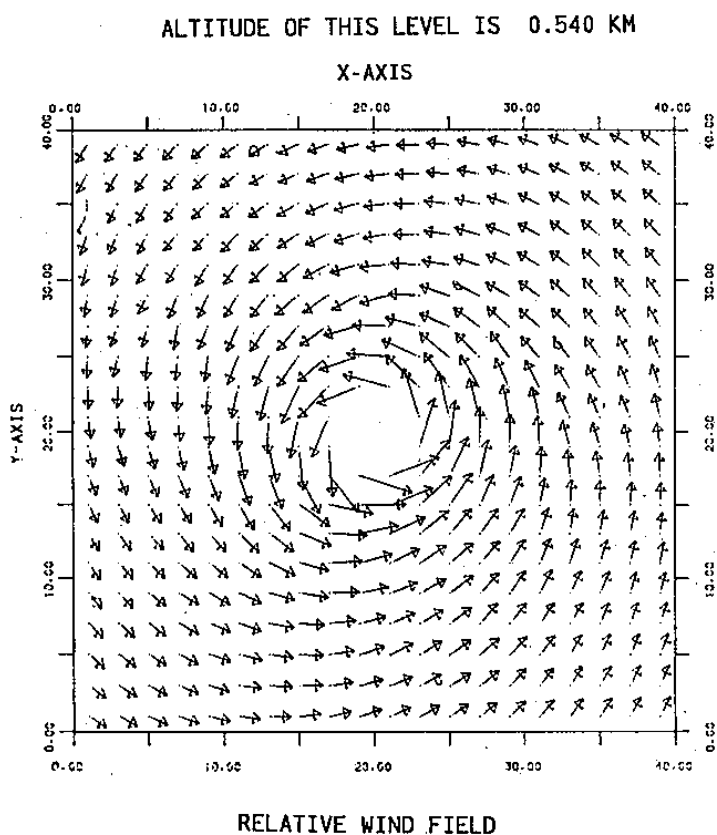


圖 3(a)：颱風Inez內軸心區第一飛行層面之實測水平相對風速場 (飛行涵蓋面積為 100× 100哩，網點間距為 2.5哩，飛行層面高度 0.540公里，折合氣壓值 955毫巴)

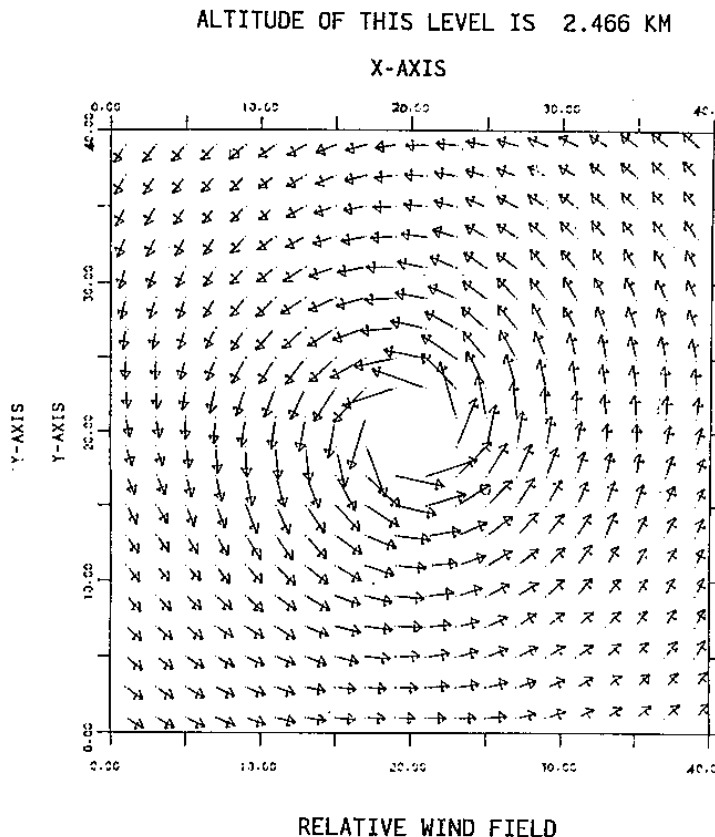
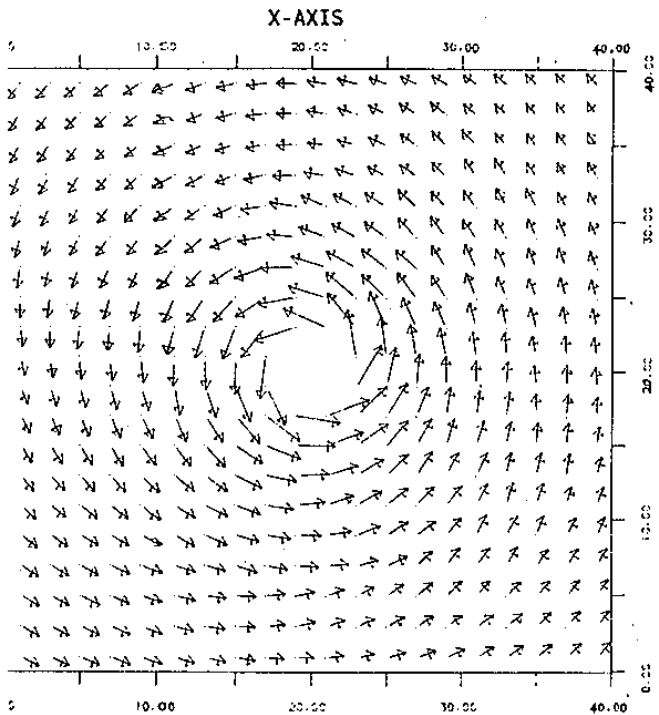


圖 3(b)：如圖 3(a)，僅飛行層面高度增至 2.466公里 (折合值 763毫巴)



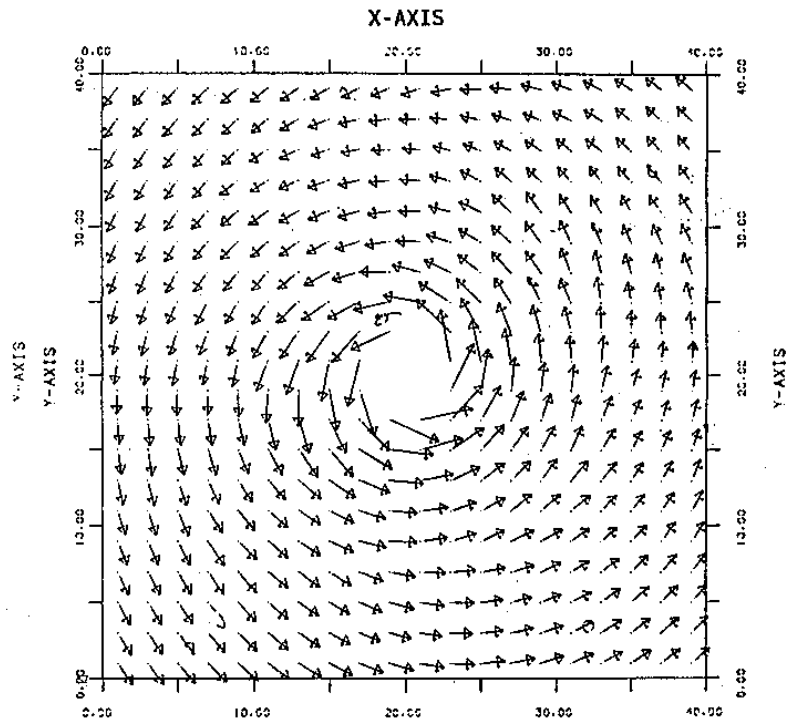
ALTITUDE OF THIS LEVEL IS 3.591 KM



RELATIVE WIND FIELD

(c): 如圖 3(a), 僅飛行層面高度增至 3.591公里 (折合氣壓值 667毫巴)

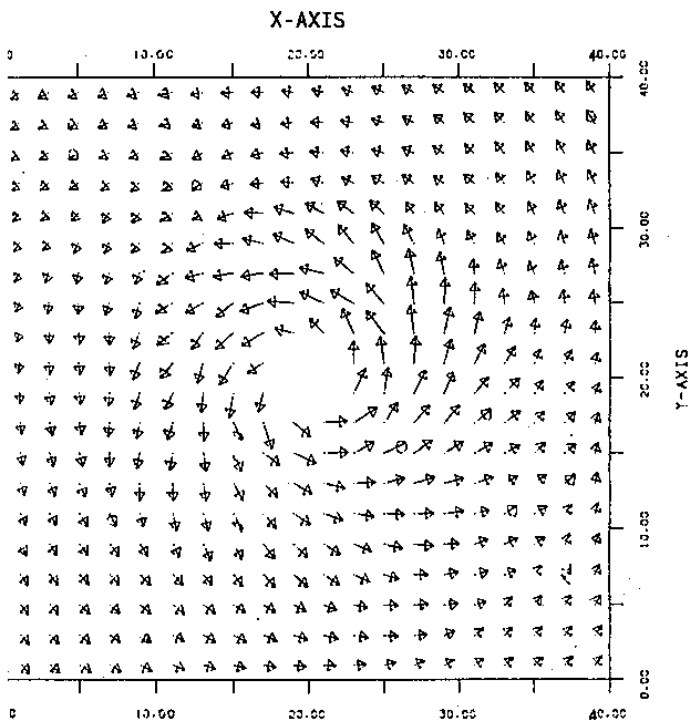
ALTITUDE OF THIS LEVEL IS 5.572 KM



RELATIVE WIND FIELD

圖 3(d): 如圖 3(a), 僅飛行層面高度增至 5.572公里 (折合氣壓值 520毫巴)

ALTITUDE OF THIS EVEL IS 11.787 KM



RELATIVE WIND FIELD

(e): 如圖3(a), 僅飛行層面高度增至11.787公里 (折合氣壓值 221毫巴)

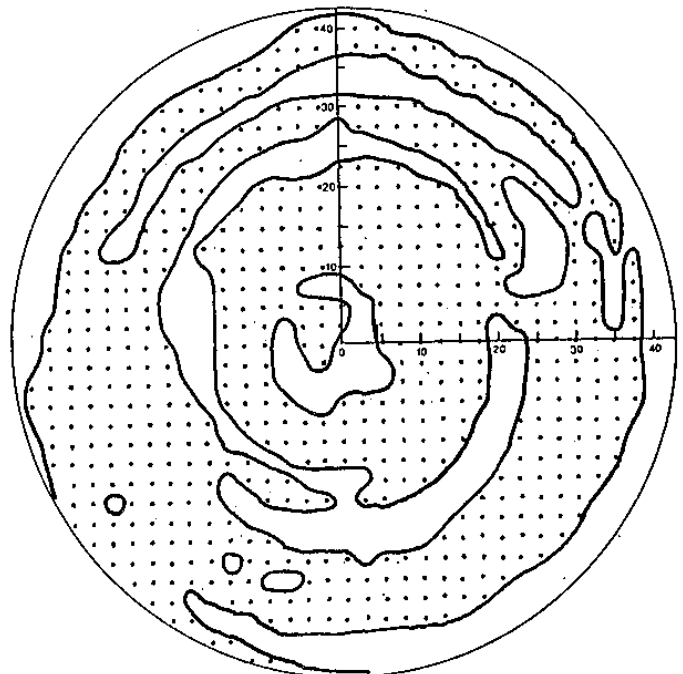


圖 4(a): 颱風 Inez 內軸心區 (inner-core region) 第一層面之垂直速度場, 點 (·) 號區為上升氣流區, 空白區為下降氣流區, 涵蓋圓面積之半徑為 42.5 哩, 網點間距為 2.5 哩, 飛行高度為 0.540 公里 (折合氣壓值 955毫巴)

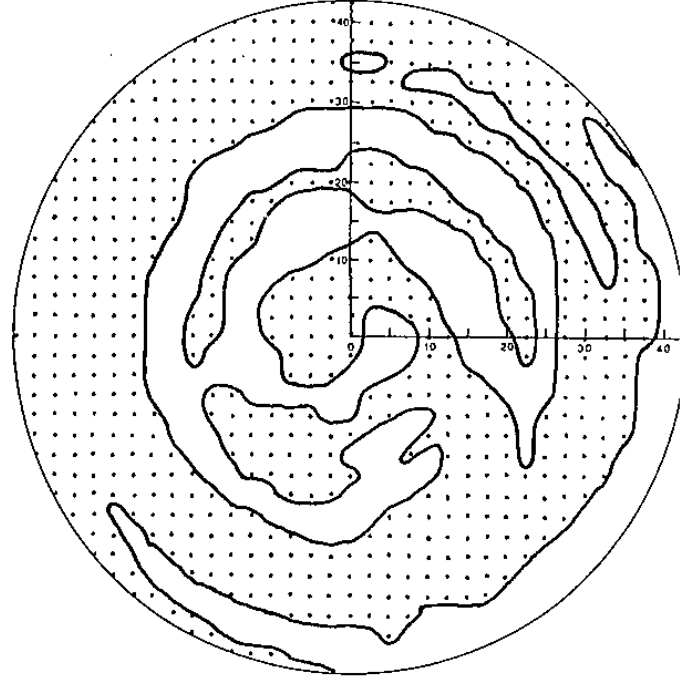
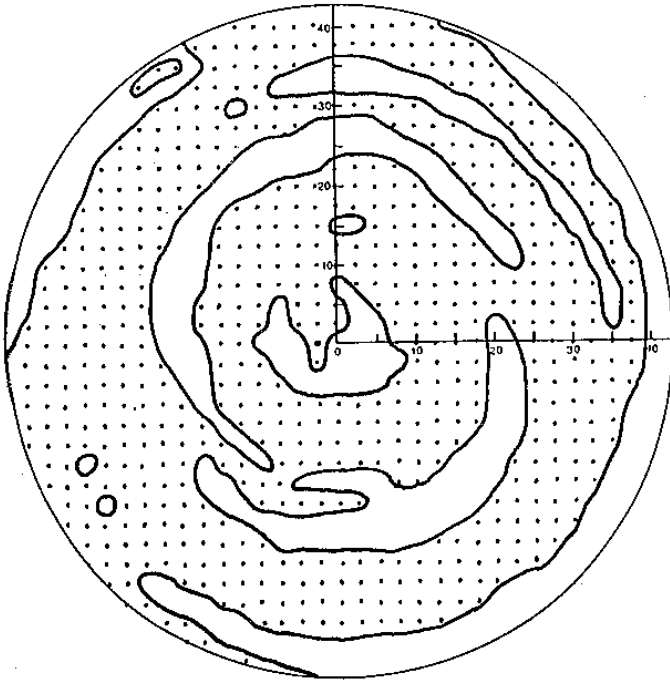


圖 4(b)：如圖 4(a)，僅飛行層面高度增至 2.466公里 (折合氣壓值 763毫巴)

圖 4(c)：如圖 4(a)，僅飛行層面高度增至 3.591公里 (折合氣壓值 667毫巴)

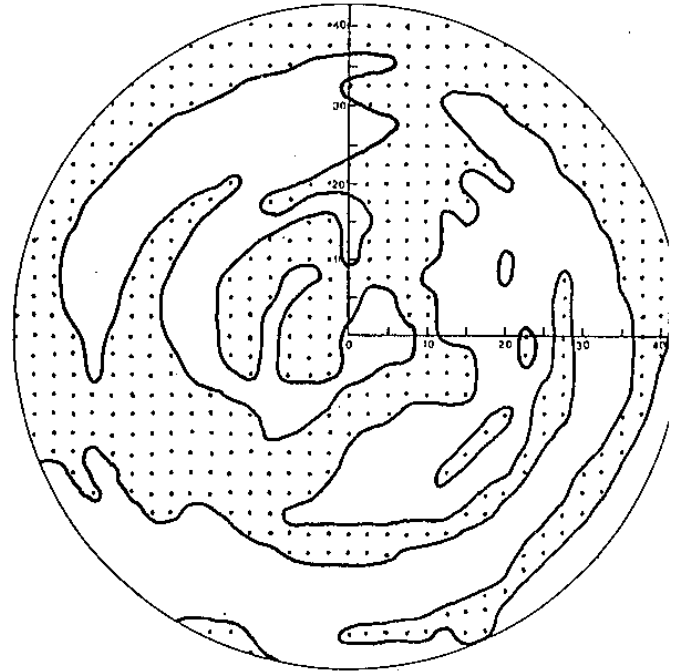
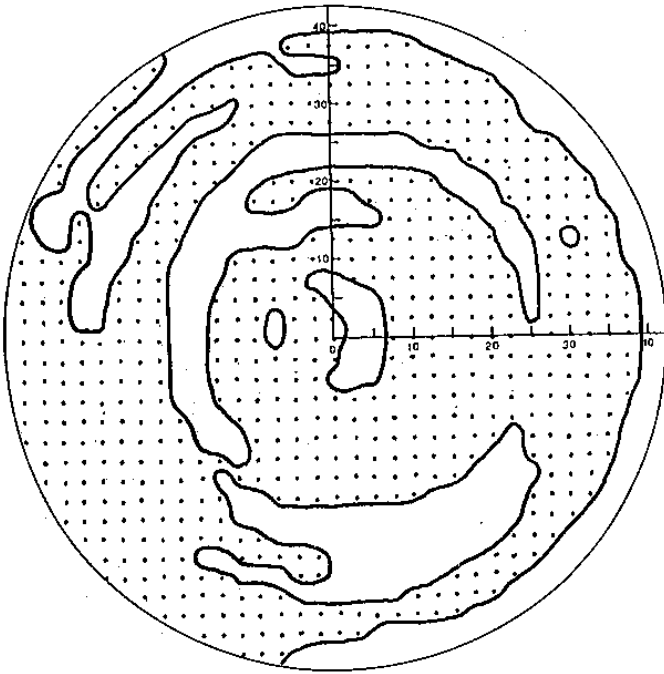


圖 4(d)：如圖 4(a)，僅飛行層面高度增至 5.572公里 (折合氣壓值 520毫巴)

圖 4(e)：如圖 4(a)，僅飛行層面高度增至 11.787公里 (折合氣壓值 221毫巴)

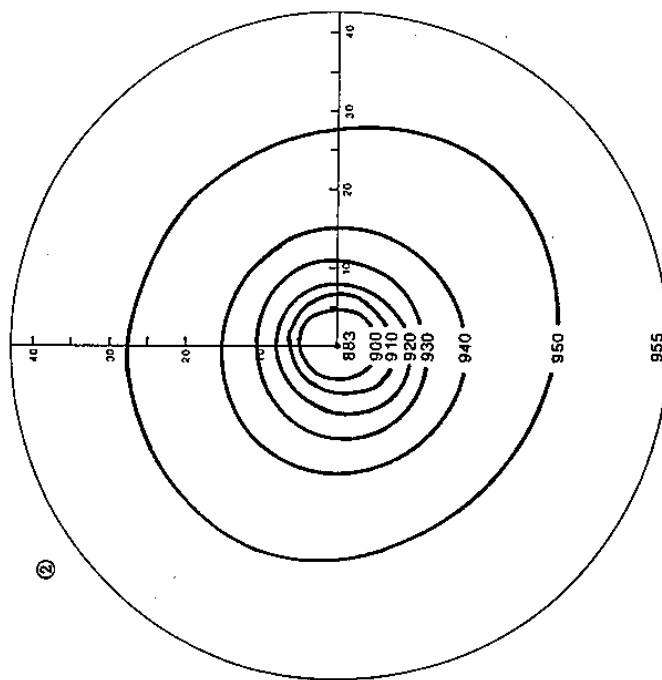
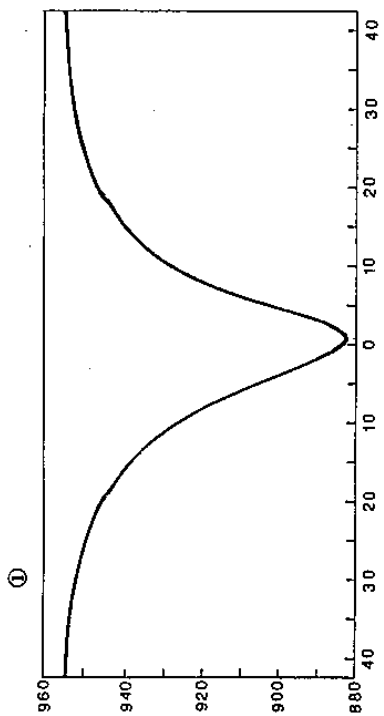
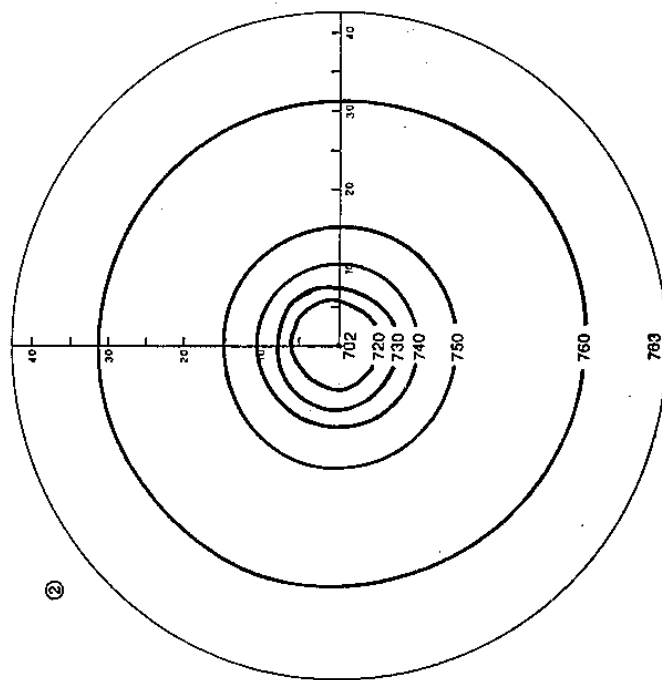
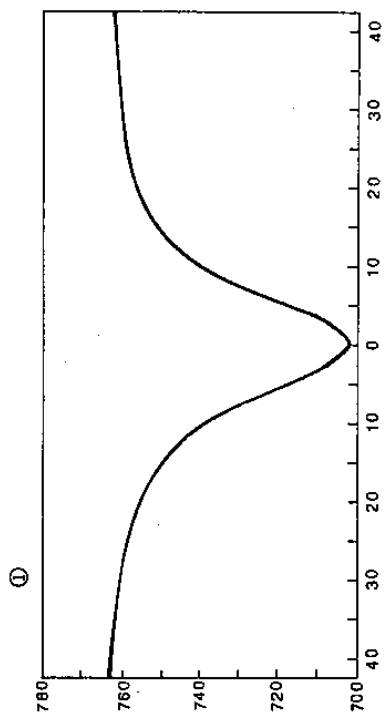


圖 5(b) : 如圖 5(a), 僅飛行層面高度增至 2.466 公里 (折合氣壓值 763 毫巴)

圖 5(a) : 颱風 Inez 內軸心區 (inner-core region) 第一層面 (高度為 0.540 公里, 氣壓 955 毫巴), (1) 垂直剖面上及 (2) 水平面上之氣壓分佈場。涵蓋圓半徑為 42.5 哩, 網點間距為 2.5 哩。

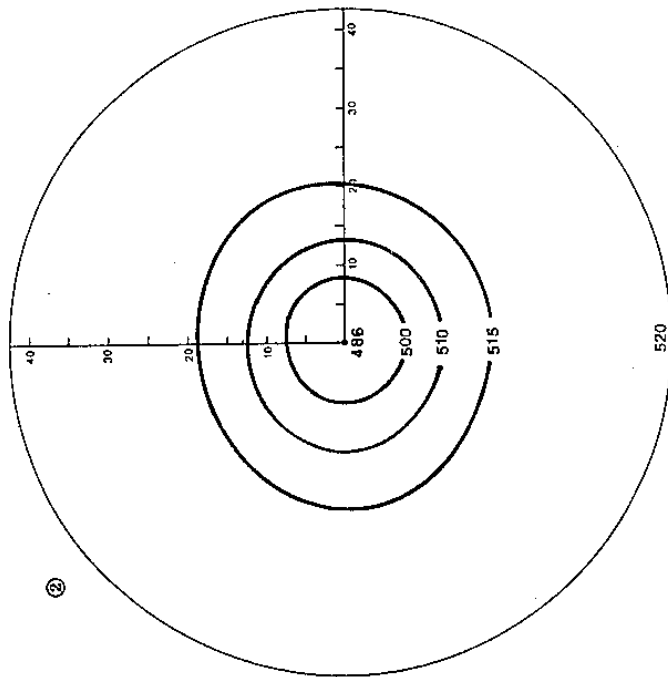
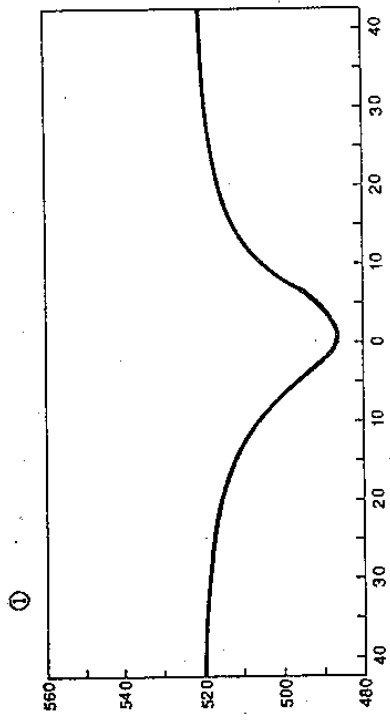


圖 5(d) : 如圖 5(a), 僅飛行層面高度增至 5.572 公里 (折合氣壓值 520 毫巴)

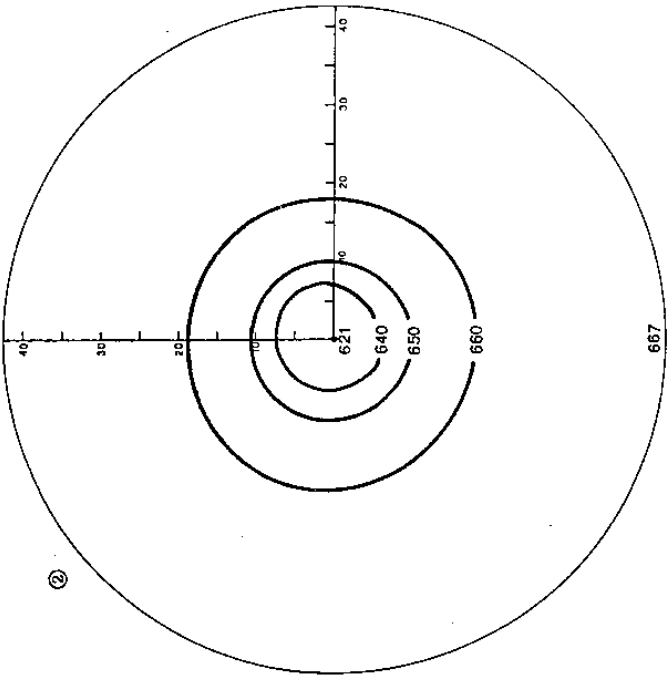
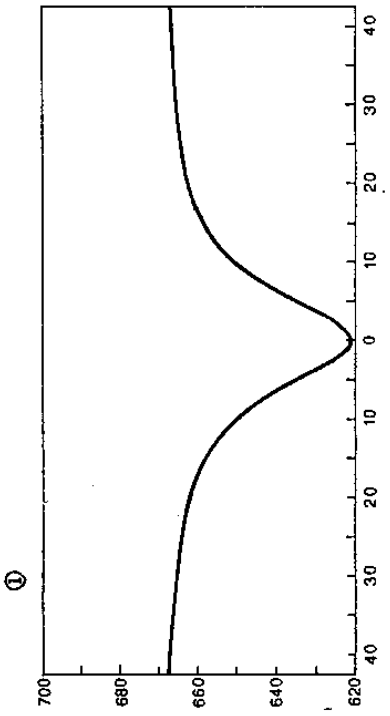


圖 5(c) : 如圖 5(a), 僅飛行層面高度增至 3.591 公里 (折合氣壓值 667 毫巴)

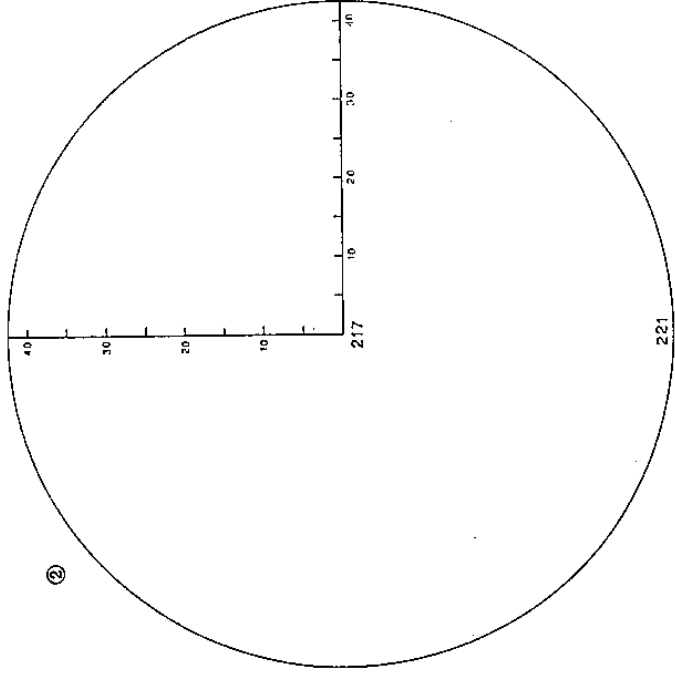
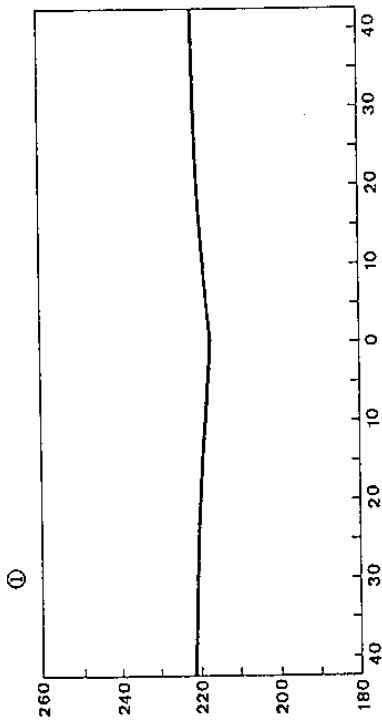


圖 5(e) : 如圖 5(a), 僅飛行層面高度增至 11.787公里 (折合氣壓值 221毫巴)

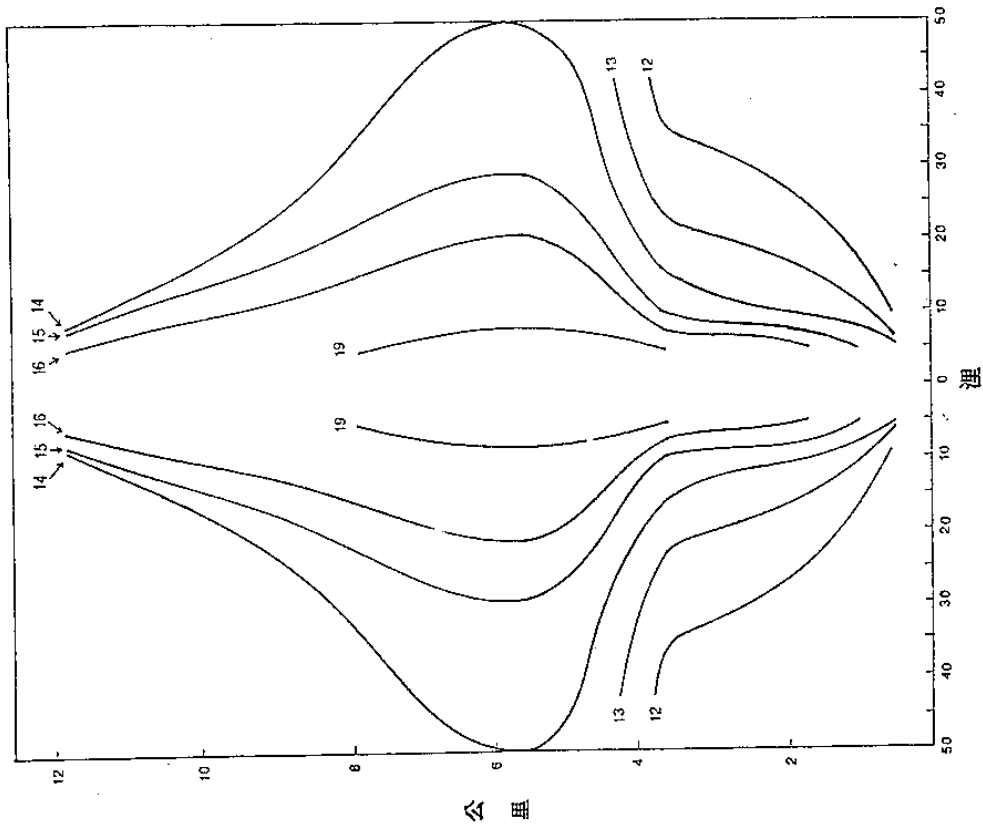


圖 6 : 颱風 Inez 內軸心區 ( inner-core region ) 溫度距平 (° C) 的垂直剖面圖

On the structure of Typhoon Inner Core  
Pin-Tse Chang, Jin-Chin Wang  
Meteorology Division  
Department of apply physics  
Chung-Cheng Institute of Technology

## ABSTRACT

This investigation treats with the structure of the inner core of a Typhoon vortex using some inner-core flight penetration measurement data.

The calculation procedure is first, to transform the polar coordinate wind data  $(V_\theta, V_r)$  into the Cartesian wind data  $(u, v)$  and then to calculate the vertical velocity fields  $(w)$  by using the kinematic method. The horizontal and vertical distribution of the pressure in the inner-core can be obtained by solving the diagnostic pressure equation, and the temperature anomaly cross-section can be calculated from the flight D-value thickness through use of hydrostatic equation.

The results of our calculation show quite good agreement with the typical Typhoon inner-core structure by other resources.