

亞洲大陸春季割離低壓之研究

沈 畦

An Investigation of the Cutoff Low in Spring Season at Aisa Area

Hsi Shen

Abstract

During the spring season our weather becomes a different pattern from the winter's. Such as front becomes quasi-stationary and carries less precipitation than the winter's. For all this we think they were caused by the Cutoff Low

In this study we like to restudy the phenomena of the Cutoff Low. To find out what conditions it needs; what vertical struction it looks like; and how the energy converted. But first we like to present a selected case investigation to make our first step.

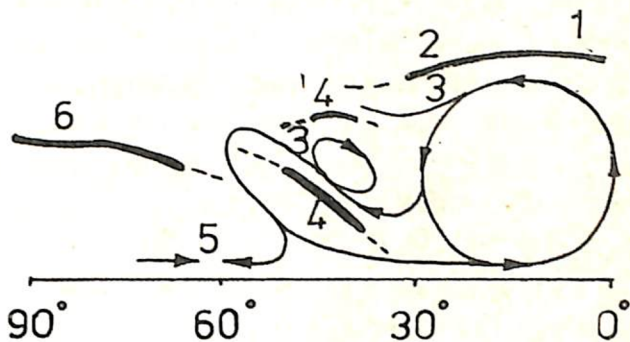
一、前 言

每年時逢春季與夏季交替前，北美洲常為一旺盛高壓中心所佔，使整個北半球環流在亞洲地區轉變成一長波緯流的形態。由於地形、冷暖平流的因素，使得中緯度西風帶內的微擾動波幅增大，終至形成在南的封閉低壓環流；與在北的封閉高壓環流（北半球）；並與母體分離。而天氣系統也因割離現象的發生，使地面鋒面的行進受到影響，常見徘徊馬祖一帶。此時若逢南海有個小變性分裂高壓產生，則本省天氣變得熱而乾旱，縱然有高空槽通過本省，也不易產生降水天氣現象。但是，當割離低壓開始消弱移動時，地面鋒面迅即通過本省，替本省帶來降水。所以，就天氣系統變化上來看，割離低壓在其中所扮演的角色，實不容吾人等閒視之。

二、割離性低壓的生成地域

前文曾提及割離低壓的生成，北半球多在中緯度的西風帶內（約北緯 60°N 帶域內）。根據三胞式模型論學說，參見附圖 1 所示之模型，於緯度 60°N 處，不但是極地氣團與中緯度氣團的交界處，在高空對流層頂亦有不連續的現象。高層的噴射氣流與氣流下沉作用，使擾動在此緯度內非常容易獲得能量的支持，故為割離低壓的最大發源地。

另外在緯度 30°N 的地方，雖也有下沉作用與對流層頂不連續現象，但是由於噴射氣流的高度偏中下層，北方高緯度的冷源力量不夠強，使割離低壓



附圖 1 三胞式模型

- | | |
|-----------|-----------|
| 1 熱帶對流層頂 | 4. 極地鋒面 |
| 2 亞熱帶對流層頂 | 5. 水平輻合 |
| 3 噴射氣流 | 6. 極地對流層頂 |

的垂直發展條件不利，致吾人不難發現在亞洲地區 30°N 緯度帶域內，也有割離低壓的產生，但其生存期却無法長於三日，當然地形上有青康藏高原亦是他不利發展的原因。所以北緯 30°N 帶域不能算是割離低壓產生的主要源地，而是受地形影響，由 60°N 緯度隨著槽線的加深而在 30°N 產生的次環流，其主要源地仍推屬 60°N 緯度帶內。

截至此，吾人尚須考慮另一個重要因素——形成暖脊的暖源。因為只有冷源而沒有暖脊所需的暖源，仍不足以形成割離環流生長的可利環境，所以在亞洲的廣大地區，真正發生割離現象最多的地方，僅有兩個源地：第 I 區在 60°N ， $85^{\circ}\text{--}100^{\circ}\text{E}$ ；第 II 區在 60°N ， $120^{\circ}\text{--}140^{\circ}\text{E}$ 處。

就 I 區而言，當北美洲與大西洋間有長槽加深

時，整個西南氣流把暖空氣向北極輸送，而原先的冷空氣便被迫擠在暖脊的前緣，只要長槽加深得越厲害，暖脊也就越明顯，冷暖平流也就越強，能量的轉換變為擾動的位能，方便割離低壓得到足以發展的成長條件。就Ⅱ區而言，當太平洋高壓脊轉為南北向發展時，暖脊亦向極圈方向拱起，把亞洲大陸向東輸送的冷空氣阻擋住，只要太平洋阻塞力量越強，冷暖平流也就越對峙，加強了能量的轉換，促使割離低壓生成。故在亞洲地區割離低壓的生成地域可分為此二源地。其餘地帶，由於缺乏此項重要因素的配合，雖也有封閉低壓環流生成，但此等環流仍然在母系環流內，不能與母系環流割離，同時亦無在北的封閉高壓環流相配，故只能算是輻合帶內（槽線中）的小擾動，不能算是割離低壓。

三、割離低壓個案天氣圖分析

本次報告僅先就第Ⅰ區發生之割離低壓個案加以分析、第Ⅱ區部分容以後再提出。在所選民國66年4月21日到26日個案中，我們可以詳細觀察割離低壓的整個生長過程。由北半球500MB高空圖分析中發現：在所選定的時間前後，北美洲地區一直是一個龐大的高壓範圍，影響所及使在 60°N 、 20° - 110°E 間整個地區的氣流常成為緯流的狀態，割離低壓的發展旺盛，在4月19、20日當中，緯度 60°N 經度 55° - 75°E 間區域內漸有暖脊形成，到了4月21日12Z暖中心已生成，而分裂高壓中心位置則緯度偏低，並不合一（見附圖2），暖脊東方的冷舌已相當明顯。4月22日12Z等高線的高壓中心與溫度暖中心已略合一，在高壓脊的東方有一個割離低壓誕生（附圖3）。4月23日12Z割離低壓的發展已到達最旺盛時期，冷中心範圍最廣，同時在暖脊的西南方由於暖脊阻擋了中東方面來的冷空氣，冷源的堆積亦產生了另一個割離低壓，（附圖4，此種割離低壓與第Ⅱ區發生者相類似），該二割離低壓把整個暖高壓抬升到冷低壓的地方。4月24日12Z（附圖5）暖脊南方的暖源被割離低壓切斷，只靠西南方另一暖源供應，勢力大減。二割離低壓環流則已合併在一較大的環流內，冷中心此時也因暖脊的伸入，使他的冷源接濟不上，範圍也在縮小。到了4月25日12Z（附圖6），高壓中心與低壓中心已接近到同一經度上，位能相對地大大減弱，多已轉為動能，使系統不再為停留狀態，開始轉變為移動性。同時，在冷中心的發展上，原先的冷中心已漸趨減弱，反而在其東方貝加爾湖附近出現了

另一冷中心，象徵著能量的轉移已開始，此時的割離低壓已臨近衰退期。到了4月26日12Z（附圖7），原來的冷中心已消失，而貝加爾湖的冷中心已取代了原來冷中心的地位，驅使著槽線往東移。這時期割離低壓的發展已到了衰亡期，且已轉變為普通型的移動性低壓槽，結構上已不再是割離低壓環流的形式。吾人可再就500-700MB厚度圖來分析（參見附圖8-13），暖中心實際上在4月24日12Z便已消弱，4月25日的暖中心已是另一系統所建立的。在4月24日以前暖脊是東北到西南走向，而4月25日暖脊便轉為北北東到南南西走向。而冷源則是在4月23日達最旺，12Z時起便開始消弱，由原來一片廣大範圍，一下子衰減到幾乎消失的階段，見4月24日12Z的冷中心，範圍縮小，強度變弱。再看200MB高空圖（附圖14-19），在對應500MB同日12Z割離低壓中心所在的位置上，均有一個相對高溫的暖區相配合，並且割離低壓的動向，也全依此暖區的動向而動。另在24、25日二日的分析中可發現與割離低壓相對應的暖中心區與母系分離，而使割離低壓趨於衰弱。所以對200MB暖區中心的追蹤實有助於吾人掌握割離低壓的動態。在地面系統上，由於割離低壓的產生，能量多轉為位能，故鋒面變得近似滯留，低壓中心不斷地加深，鋒面在4月23日便已成網狀，在冷源消弱後4月25日12Z起才開始東移，鋒面停留的結果，造成了高壓一直在加強，形態上也由東西橫向形態，轉變為南北向發展，最後，高壓在能量儲存上已不再能維持平衡，大量的動能已足夠推動鋒面向東移（同時鋒面已正在減弱中），隨即一分為二，分裂出一個高壓中心向東移動，把堆積的能量釋放掉一部分，以維持大氣環流在能量上的平衡，至此我們已可看出些微候，割離低壓在此個案之中有遲延鋒面系統移動的作用。

我們可再由鋒面解析圖來看割離的過程：（見附圖20-25）

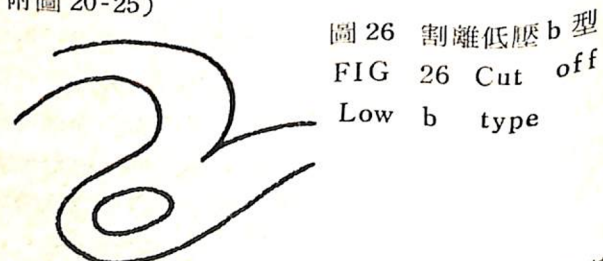


圖 26 割離低壓 b 型
FIG 26 Cut off
Low b type

（由4月22日12Z之圖21，割離低壓的生成型態屬Palmer氏在大氣環流（Atmospheric Circulation Systems）一書中所分各類的b類，脊與

槽線均是東北到西南走向，母系的低壓環流其槽尾端已不明顯僅留下一風變線。

（值得注意的）是在4月24日12Z 850MB的鋒面帶，在西南角上溫度不連續變得不明顯，見圖23西南角850MB點線不規則部分，主因其溫度在該區的分佈有小環流的建立，暗示有另一系統靠近。同時，在500-700MB厚度圖上暖中心的消長亦支持此一現象。

（由鋒面解析圖看，割離低壓是在4月25日12Z消失的，4月26日12Z配合另一冷中心轉移到貝加爾湖地區，以移動性低壓槽的形態東移，同時在地面的鋒面亦見明顯地移動，而其冷源的供應均來自北方。

四、割離低壓個案的垂直剖面分析

在前項討論中，我們不難將之分為三個階段，分別是生長期：4月20-22日以21日12Z割離低壓環流漸形完整故，取之為該期的代表。成熟期：4月22-24日以23日12Z割離低壓勢力最旺盛故，副環流產生兩個，乃取之為代表。衰退期：4月24-26日以25日12Z割離低壓開始變為普通移動性低壓槽故，乃取之為衰退期的代表。今分別對此三時期做其垂直方向上溫度場與風場的垂直剖面分析圖。

首先看成長期中各圖（圖27-29），吾人可發現在割離低壓初成長時，其南北向垂直結構，高空在200MB中心軸上有一暖中心，風場分佈上南方的最大風速大過於北方的最大風速。同時在南方低層850MB上有一次大風速中心。在東西向垂直結構上，200MB亦有一暖中心，溫度場分佈對稱，冷舌起自500MB到底層，在中心軸的西方。風場分佈大致對稱，唯西方的最大風速中心已下降到500MB層，東方者仍在300MB上。在槽的兩側截取垂直剖面B-C與B-D二段來分析，可見中心軸有明顯之冷槽由高層向低層伸展，同時B-C段的最大風速在70kts緊鄰中心軸，而B-D段只有60kts較遠離中心軸。

到了成熟期（附圖30-32）：在南北向上，北方的強風中心有二，水平狀排列，均在300MB層，而南方的強風中心雖亦有二，却成垂直向排列，分別位於200MB與500MB層，冷舌在500MB以上偏向南方，在500MB以下偏北方。在東西向上，主要冷舌在中心軸之西（300-850MB層）但底層（850-sfc）則偏中心軸之東；最大風速在東

西方均對稱，唯西方者較接近中心軸。在二截段剖面圖上看，B-C段的最大風速中心較接近中心軸，但風速略較B-D段者為小。而B-C段除了中心軸右方有一最小風速區外，在他的左邊又有一次小風速區，暗示吾等有另一割離低壓系統靠近，實際圖上亦如此。

最後，到了衰退期（附圖33-35），南北向的垂直風場不對稱，在最小風速區的低層（850-700MB層之間）有另一強風軸產生，其風速在40kts與北方的最大風速中心相同，而最小風速區因700MB有強風軸故，高層與底層自700MB層分斷為二區，溫度場上又回復最早的形態，200MB又見暖中心。在東西向上，在高層200-300MB層，東方的暖脊伸到了中心軸，切斷了冷源，冷舌移到了中心軸的東方，使槽消弱。風場上分佈稍對稱，西方的風速70kts大於東方的40kts。在二截段式剖面圖上，B-D段的最大風速中心80kts大過於B-C段的70kts，最小風速中心已下降至700MB層且在中心軸右方，200MB中心軸上也有暖中心出現

五、物理意義配合

綜觀以上各種圖表，吾人可獲知幾點認識：

- 1 各階段中溫度梯度不論在東西向、南北向、二截式剖面圖上，300-500MB層的溫度梯度均是生長期與衰退期變得密集，而在成熟期反變得不密集，顯示其間的能量轉換甚強，始能維持割離現象，最後能量轉換變弱，大氣漸回復平衡，梯度又再密集，使得割離現象消失，槽線變為移動性，故割離低壓的形成實是高空氣流變形導致垂直溫度場變化的結果。
- 2 如垂直剖面圖所示，最大風速場的風速亦隨溫度梯度而變化，當梯度增大時，風速越大；梯度小時風速亦小。故熱力風作用在銜接能量轉換間的橋樑，把熱能轉為位能或動能。
- 3 由二截式剖面圖風場分析中，不難發現最大風速中心由B-C段轉移到B-D段，顯示其能量已轉移，同時冷暖平流已不再支持割離現象，故割離低壓馬上衰退變為普通移動性槽或消失。
- 4 脊前有冷平流（見附圖2-7）誘使氣流下沉運動，而下沉增溫的效應使200MB層上產生一高溫中心，故垂直剖面圖上每日均見中心軸200MB層上有一暖區相配合。若脊後有暖平流，會導引氣流做上升運動，而上升冷卻結果却使200MB高層形成一個低溫區，同時使垂直剖面圖兩端的

200MB 高層暖中心變得不明顯，甚至為一冷區
5. 如圖 36，脊後的暖脊使反氣旋的等高線曲率半徑

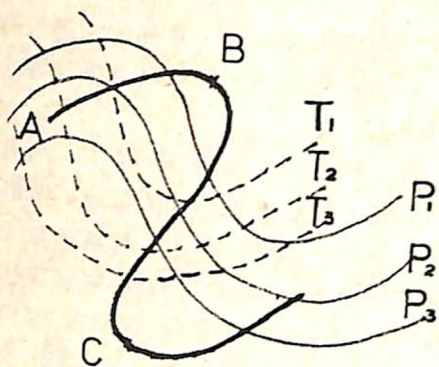


圖 36 割離低壓成長過程
FIG 36 THE FORMATION OF
Cut-OFF LOW

較原先正常梯度風者為小，使氣流的小氣塊不能
再做平行於等高線的運動，必須偏離原梯度風氣
流軌跡，跨越等高線從高壓部分流向低壓（如圖
中 A-B 段），於此過程中，氣壓梯度力所做的
功使氣塊加速，柯氏力增大，終增加了反氣旋式
的曲率，迫使空氣塊又跨越等高線奔向更遠的高
壓下流處（如 B-C 段），此時氣塊再受氣壓梯
度力的減速作用，又轉向成為氣旋式路徑，終於
在高壓脊的東南方，形成另一顯著的氣旋式環流
，而誕生了一個割離低壓。故對割離低壓來說，
脊前有冷平流，脊後有暖平流，始能構成割離低
壓發展的必要環境。

六、割離低壓個案在天氣上的影響

- 1 在本個案中，割離低壓的成長，使地面的鋒面變
得不活躍，進入錮錮狀態，降水現象反而不顯著
，一直要到割離低壓消失，鋒面系統開始移動時
，才漸有雨區發生。
- 2 以 I 區發生者為例，（並無第 II 區割離低壓同時
存在）鋒面多不易自北面侵襲本省，至多在 30°
N 左右，馬祖以北地區掃過，鋒面後降水不顯著
。此時本省應留意華南沿海會不會有波動產生，
因此新生波若配合上割離低壓的消失，馬上就可
到達本省。
- 3 以第 I 區與第 II 區同時有割離低壓產生為例，鋒
面多徘徊在本省附近，天氣形成持續性現象，一
時不易好轉，直須等到割離低壓的消失，才會獲
得天氣上的好轉，如一般的阻塞型下雨天氣型。
總之，割離低壓在天氣上所扮演的角色，非常

的複雜，視其所生地區的不同，會有不同的天氣影
響，但有一點可肯定，當割離低壓現象發生時，所
有系統均趨遲滯，移動甚緩，天氣上的變化，必等
到割離現象的消失，方可產生變化。

另由 200MB 溫場分析中發現，若能追蹤與
500MB 層割離低壓相對應的暖區，實有助於吾人
掌握割離低壓的生態，在天氣預報上，實有重大效
果。

七、總結

由以上各種討論，我們可以將割離低壓的生長
條件歸納如下：

- 1 源地的大氣環流成為長波綽流形式。
- 2 在高度脊建立前先得有暖脊建立。
- 3 垂直結構上強風軸偏於高層 200-300MB，而在
100MB 層有下沉運動。
- 4 在中層高壓脊後有暖平流，脊前有冷平流。
- 5 冷暖平流旺盛足夠破壞正常梯度風的恒常運動。

而其消失的原因與徵候亦可歸納如下：

- 1 冷暖源被切斷，大氣漸恢復常態。
- 2 緯流的形態消失，即北美洲或太平洋阻塞高壓均
消失，系統變為移動性。
- 3 200MB 的相對應暖區明顯地東移，示有另一系
統的勢力接近，迫使東移。
- 4 對第 I 區發生者而言，地面鋒面降水天氣又轉明
顯，表示中層的擾動已轉到底層，中層漸回復平
衡。

一般在春季季節中天氣系統的變化常與吾人所
熟悉的冬季型不一樣，有時只見鋒面由北方迅速南
下，但到了 30°N 馬祖以北地區，便成停留狀態，
在預報上常感極大的困擾，如今若能配合割離低壓
因子作參考，相信會有助於系統上的掌握，對預報
天氣上實有助益。

致謝：

本文承蒙劉師廣英指導方克完成，由於個人學
識經驗尚淺，若有不週之處，懇請各前輩予以指正

參考資料 (References)

- 1 動力氣象學：James R. Holton 著 陳毓雷
譯 1979.1
- 2 Atmospheric Circulation Systems:
1969 by E. Palmen and C. W.
Newton
- 3 Introduction to Theoretical Meteorol-

ogy: 1971 by Seymour I. Hess

4. An Investigation of a Selected cold
vortex over North America: 1949 2 by
Yi Ping Hsieh Journal of Meteorology

V.6 P.401 1949 Dec.

5. 漏斗形對流層頂與寒潮爆發之關係分析：
劉廣英 謝維權 （尚未發表）

（以下為本文附圖）

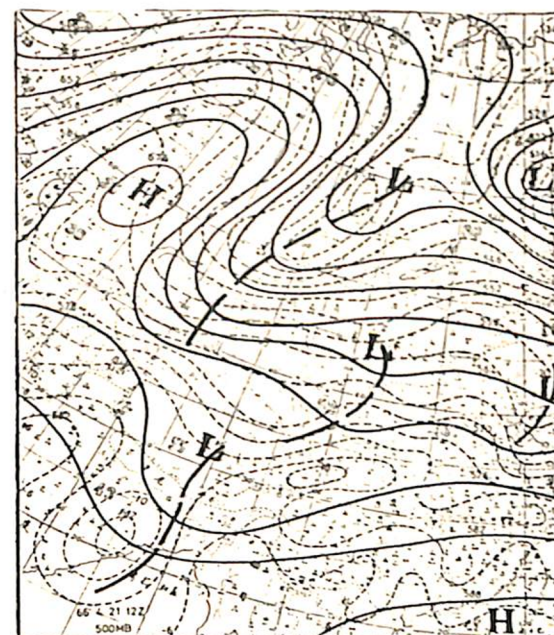


圖 2 民 66、4、21、12 Z 500MB 高空圖
Fig.2 1977、4、21、12 Z
500MB CHART

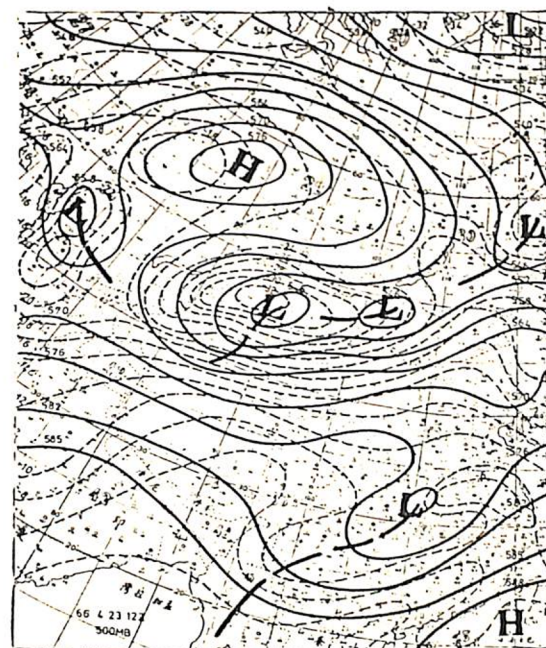


圖 4 民 66、4、23、12 Z 500MB 高空圖
Fig.4 1977、4、23、12 Z
500MB CHART

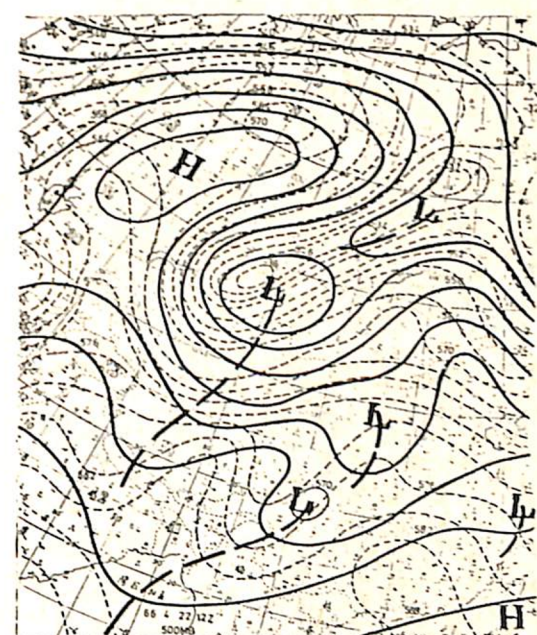


圖 3、民 66、4、22、12 Z 500MB 高空圖
Fig.3. 1977、4、22、12 Z
500MB CHART

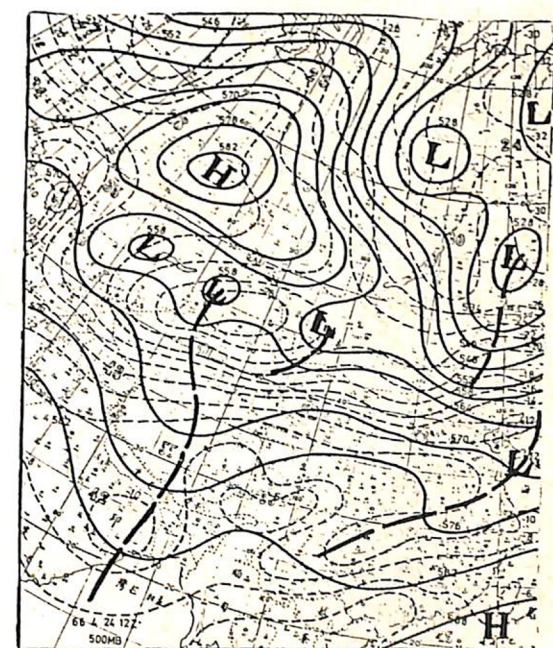


圖 5、民 66、4、24、12 Z 500MB 高空圖
Fig.5. 1977、4、24、12 Z
500MB CHART

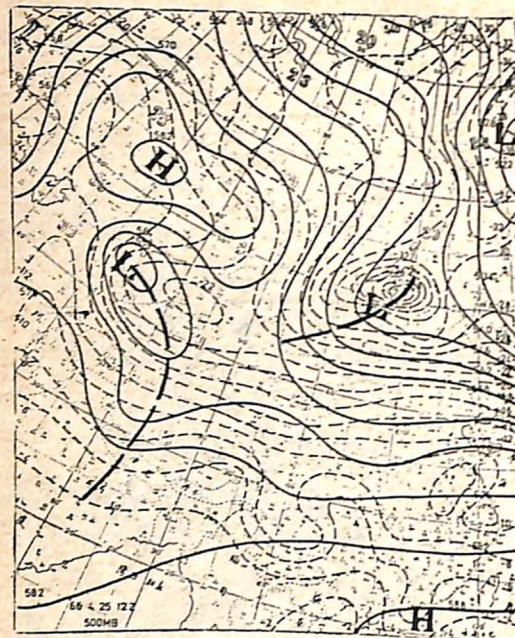


圖6 民國 66、4、25
12 Z 500MB 高空圖
Fig.6 1977、4、25
12 Z 500 MB CHART

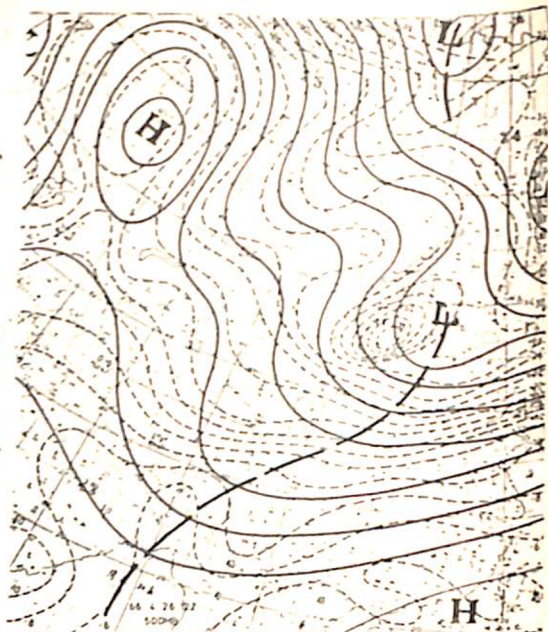


圖7、民 66、4、26
12 Z 500 MB 高空圖
Fig.7.1977、4、26
12 Z 500 MB CHART

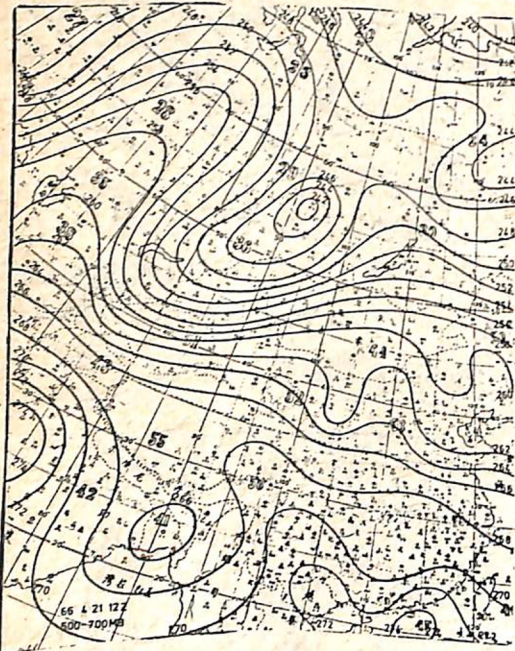


圖8 民國 66、4、21、12 Z
500-700MB 厚度圖
Fig.8 1977、4、21
12 Z 500-700MB
THICKNESS CHART

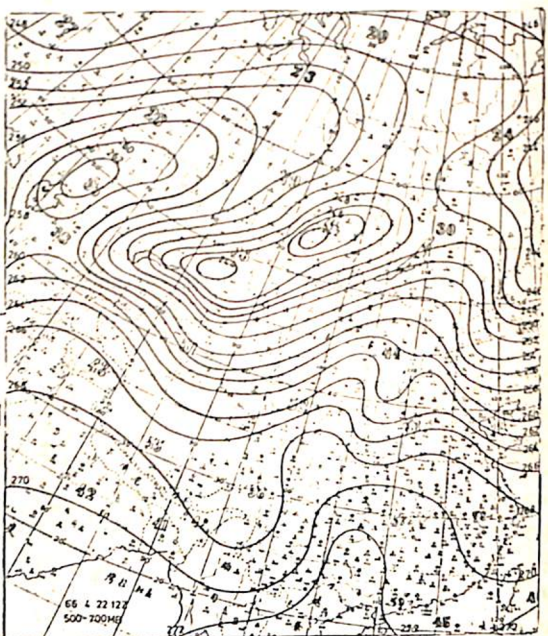


圖9、民 66、4、22、12 Z
500-700 MB 厚度圖
Fig.9. 1977、4、22
12 Z 500-700 MB
THICKNESS CHART

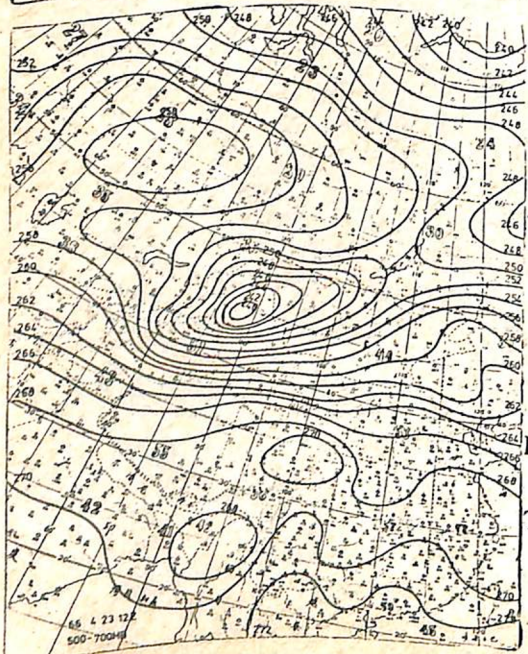


圖10 民國 66、4、23、12 Z
500-700 MB 厚度圖
Fig.10 1977、4、23
12 Z 500-700 MB
THICKNESS CHART

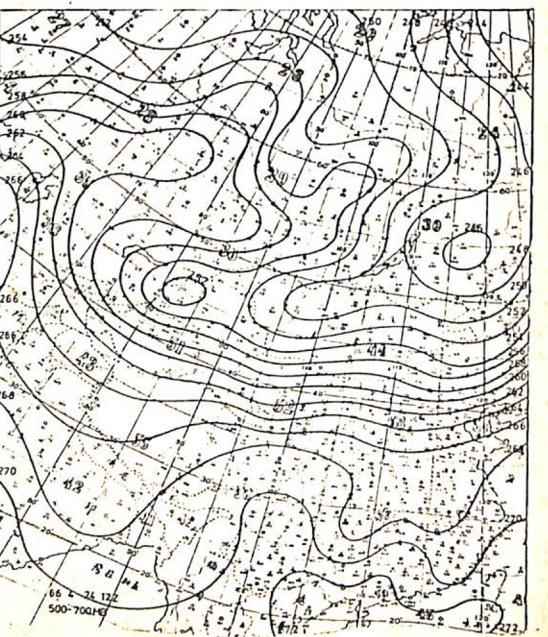


圖11、民 66、4、24、12 Z
500-700MB 厚度圖
Fig.11. 1977、4、24
12 Z 500-700 MB
THICKNESS CHART

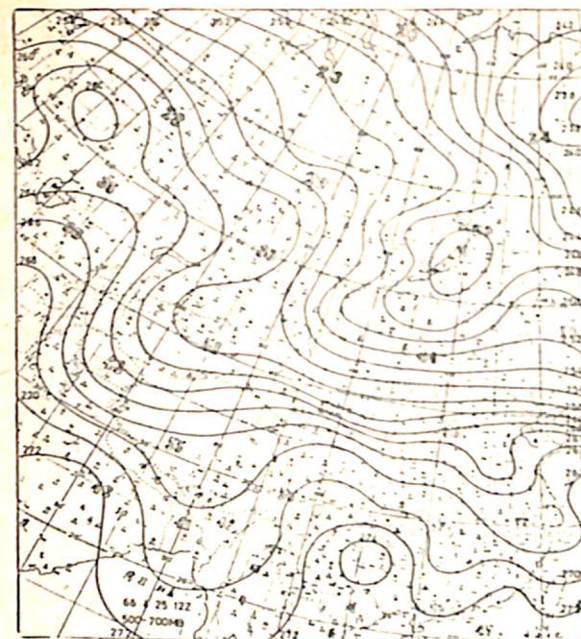


圖12 民國 66、4、25、12 Z
500-700MB 厚度圖
Fig.12. 1977、4、25
12 Z 500-700 MB
THICKNESS CHART

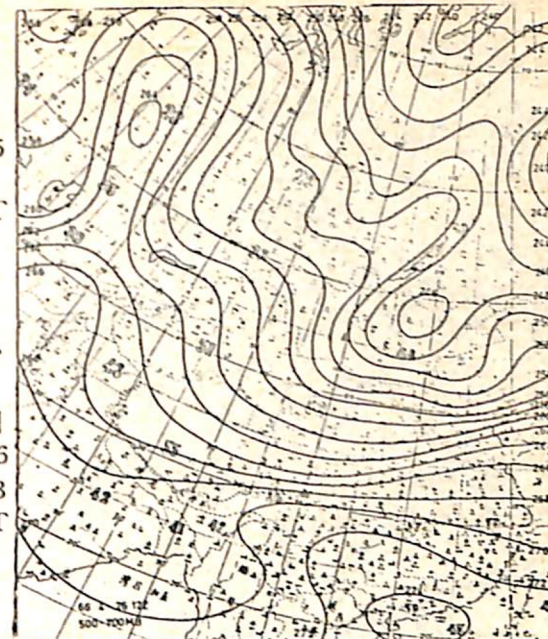


圖13、民 66、4、26、12 Z
500-700 MB 厚度圖
Fig.13. 1977、4、26
12 Z 500-700 MB
THICKNESS CHART

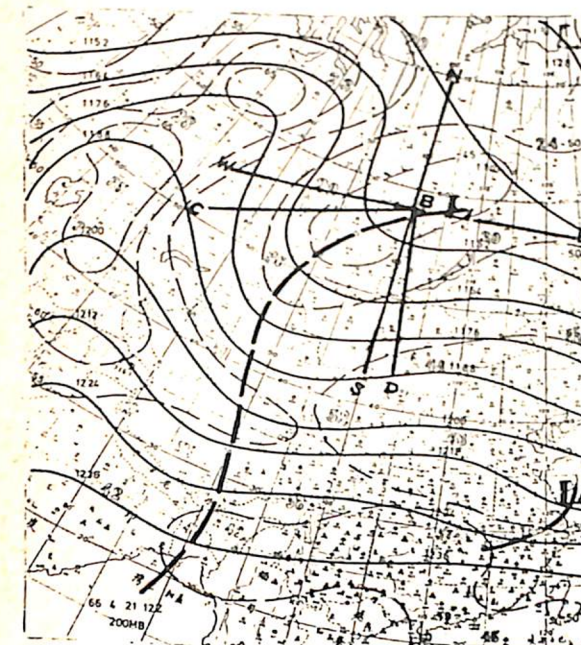


圖14、民 66、4、21、12 Z
200MB 高空圖
Fig.14. 1977、4、21、12 Z
200 MB CHART

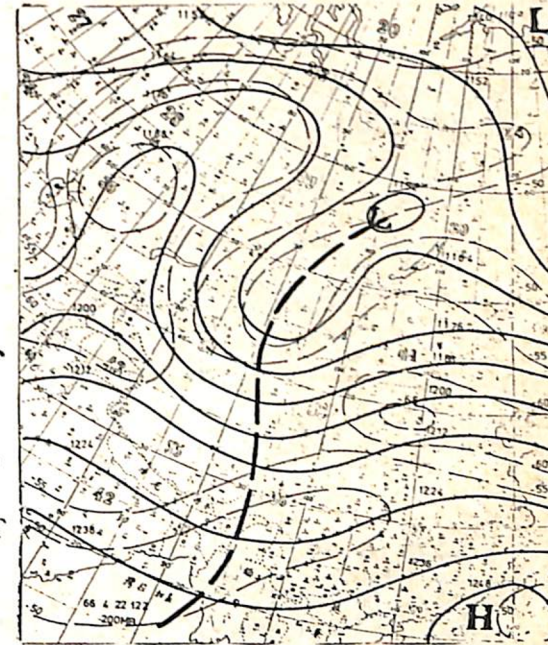


圖15、民 66、4、22、12 Z
200MB 高空圖
Fig.15. 1977、4、22、12 Z
200 MB CHART

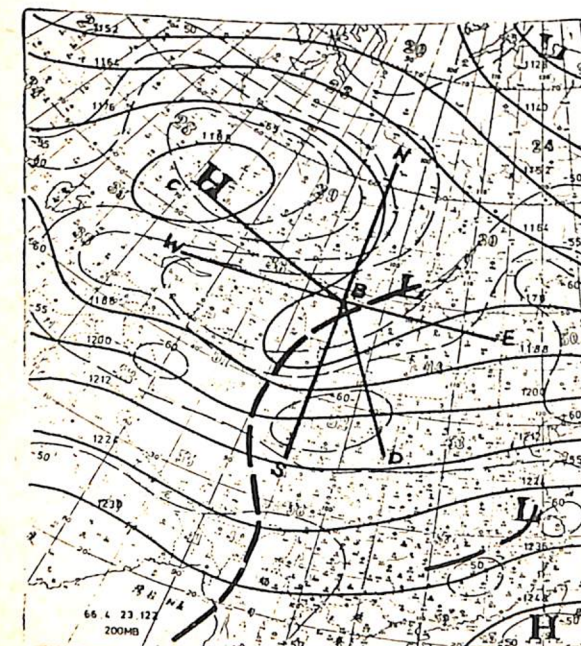


圖16、民 66、4、23、12 Z
200 MB 高空圖
Fig.16. 1977、4、23、12 Z
200 MB CHART

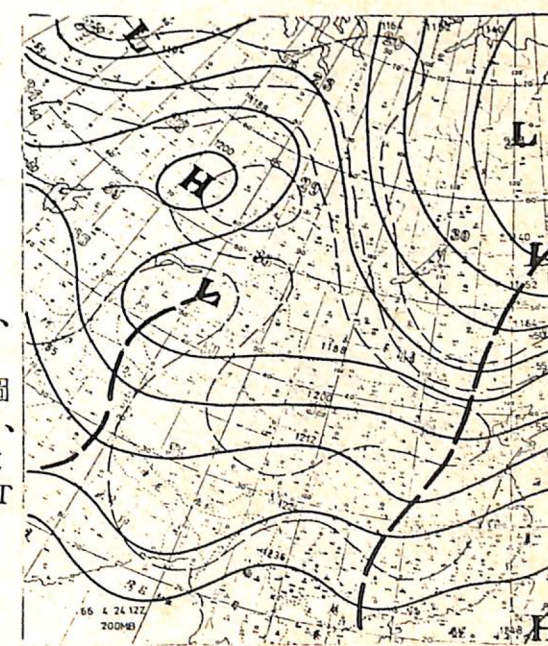


圖17、民 66、4、24、12 Z
200MB 高空圖
Fig.17. 1977、4、24、12 Z
200 MB CHART

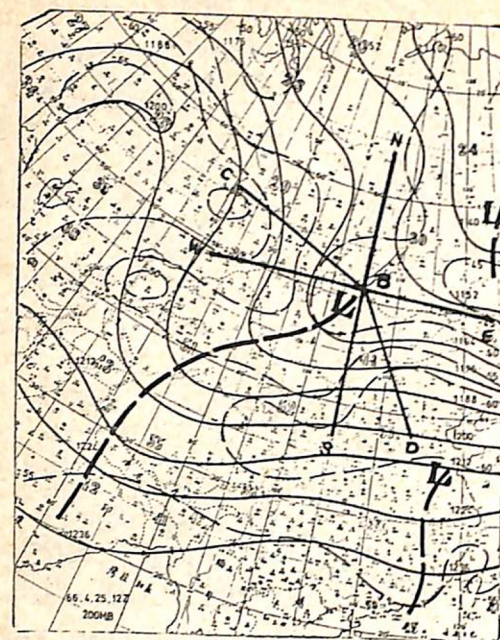


圖 18、民 66、4、
25、12 Z
200 MB 高空圖
Fig. 18. 1977、4、
25、12 Z
200 MB CHART

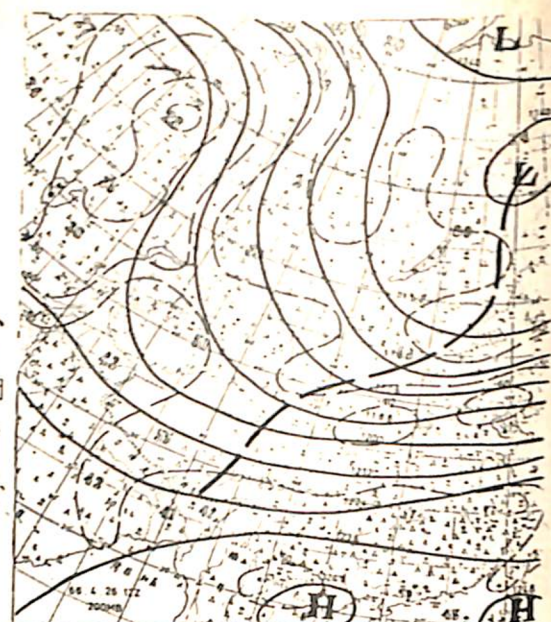


圖 19. 民 66、4、
26、12 Z
200 MB 高空圖
Fig. 19. 1977、4、
26、12 Z
200 MB CHART

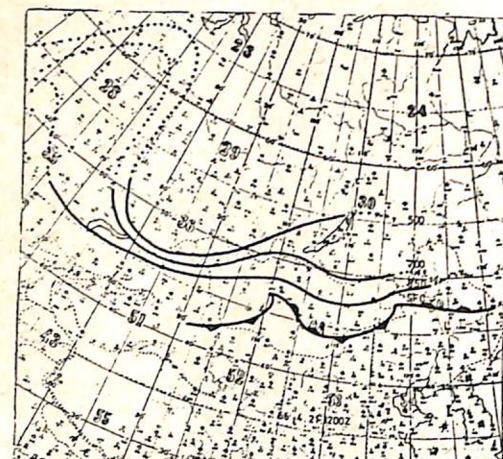


圖 20、民 66、4、21、12 Z 鋒面解析圖
Fig. 20. 1977、4、21、12 Z
FRONTAL TOPOGRAPHY

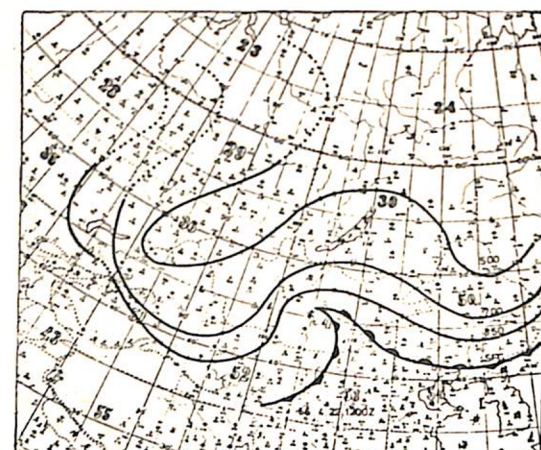


圖 21、民 66、4、22、12 Z 鋒面解析圖
Fig. 21. 1977、4、22、12 Z
FRONTAL TOPOGRAPHY

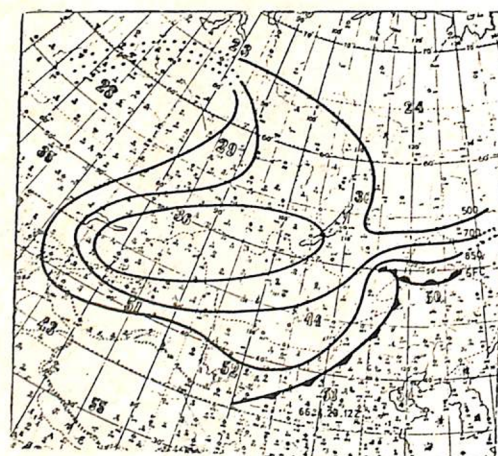


圖 22、民 66、4、23、12 Z 鋒面解析圖
Fig. 22. 1977、4、23、12 Z
FRONTAL TOPOGRAPHY

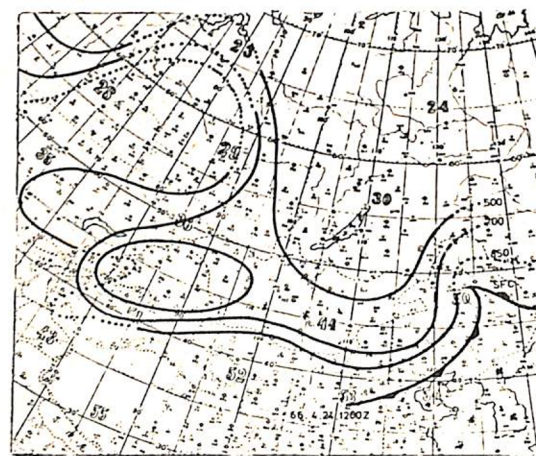


圖 23、民 66、4、24、12 Z 鋒面解析圖
Fig. 23. 1977、4、24、12 Z
FRONTAL TOPOGRAPHY

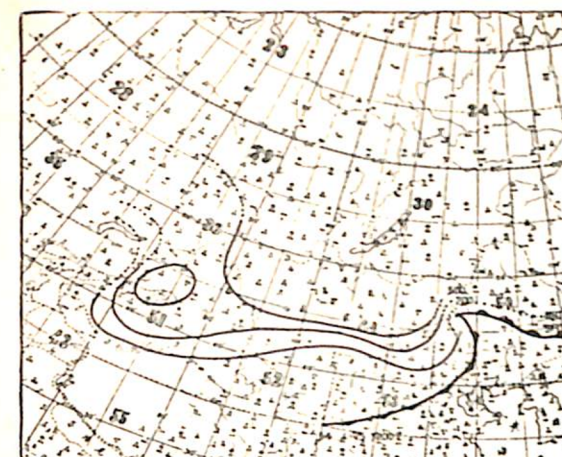


圖 24、民 66、4、25、
12 Z 鋒面解析圖
Fig. 24. 1977、4、25、
12 Z FRONTAL
TOPOGRAPHY

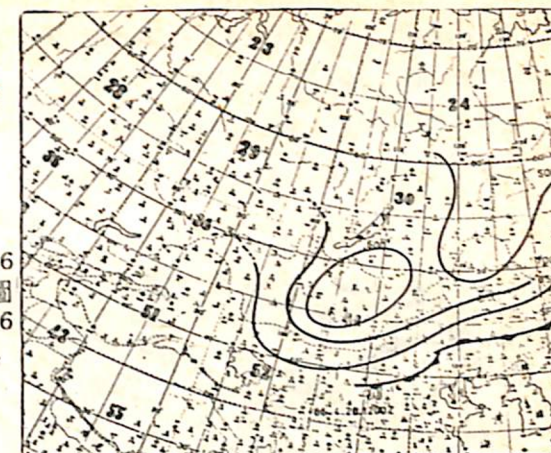


圖 25、民 66、4、26、
12 Z 鋒面解析圖
Fig. 25. 1977、4、26、
12 Z FRONTAL
TOPOGRAPHY

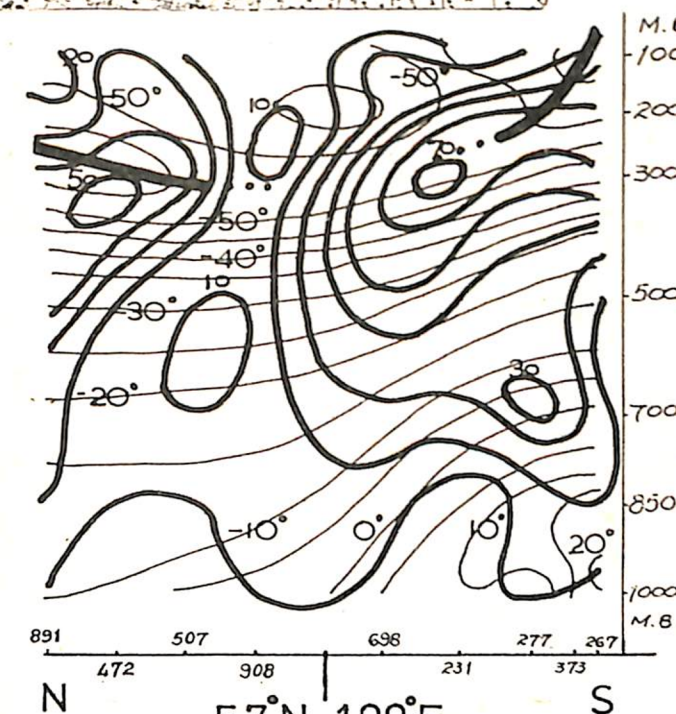


圖 27、民 66、4、21、12 Z 南北向垂直剖面圖
Fig. 27、1977、4、21、12 Z
NORTH-SOUTH VERTICAL SECTION
ALONG LINE A-A

圖中細線爲等溫線 (5°C) 稍粗線爲等風速線 (10 kts) 粗線爲對流層頂分析。
THIN LINES ARE ISOTHERMS (°C) AT 5-DEGREE INTERVALS. THICK LINES ARE ISOLINES OF GEOSTROPHIC WIND SPEED (kts) AT 10 kts INTERVALS. HEAVY THICK LINE ARE THE TROPOPAUSE ANALYSIS.

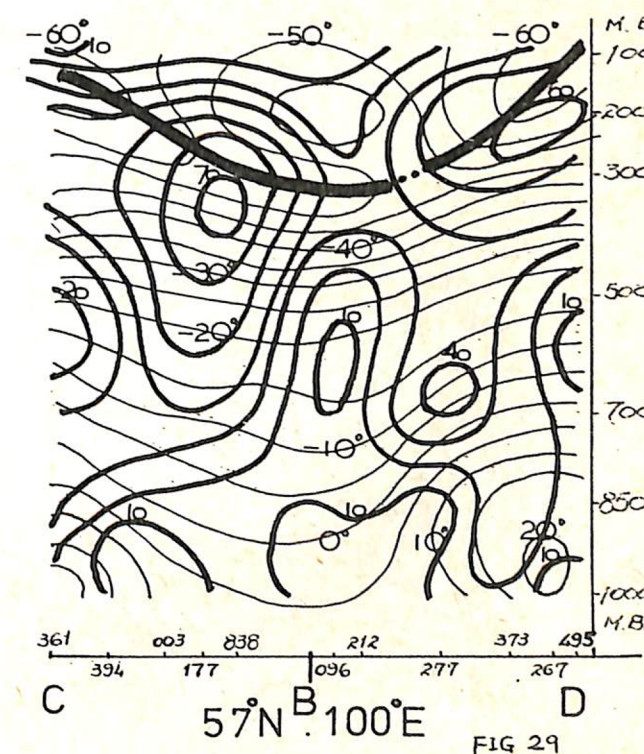
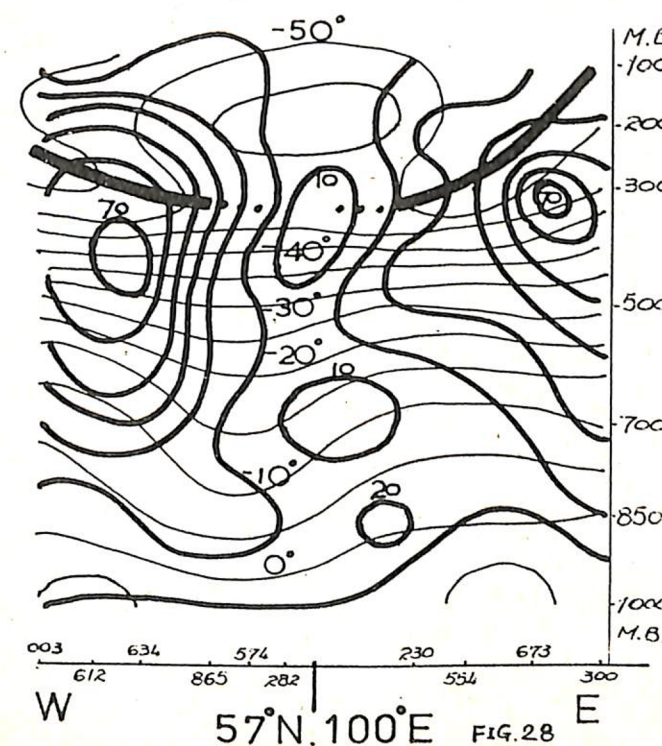


圖 28、民 66、4、21、12 Z 東西向垂直剖面圖
Fig. 28. 1977、4、21、12 Z
WEST-EAST VERTICAL SECTION
ALONG LINE A-A

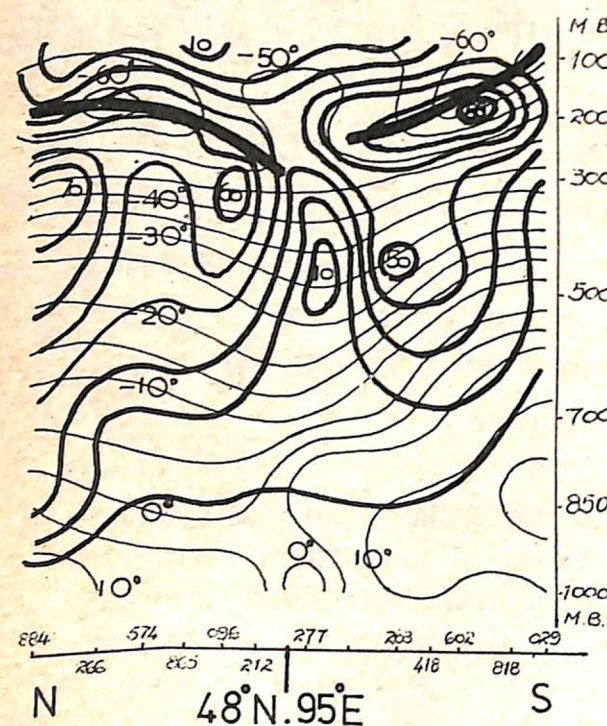


圖 30、民 66、4、22、12 Z
南北向垂直剖面圖
Fig.30. 1977、4、22、12 Z
NORTH-SOUTH VERTICAL SECTION
ALONG LINE A-A

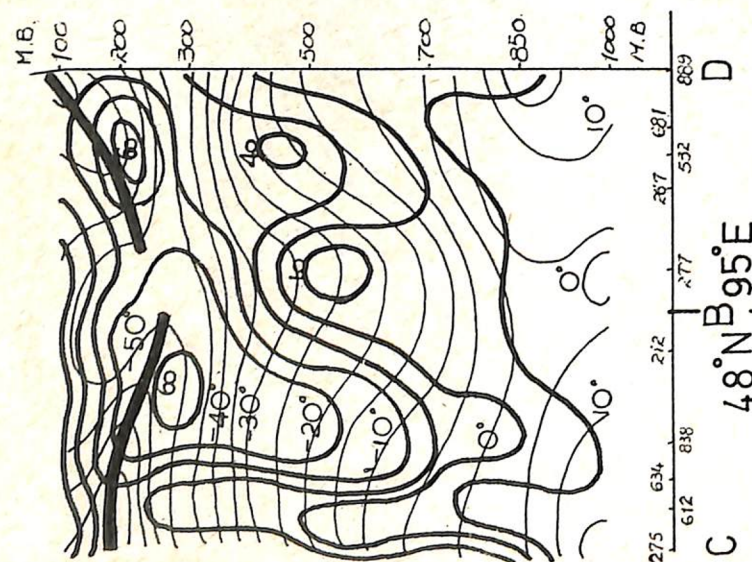


圖 29、民 66、4、21、12 Z 二截段垂直剖面圖
Fig.29. 1977、4、21、12 Z
VERTICAL SECTION ALONG LINE
SECTION B-C AND B-D

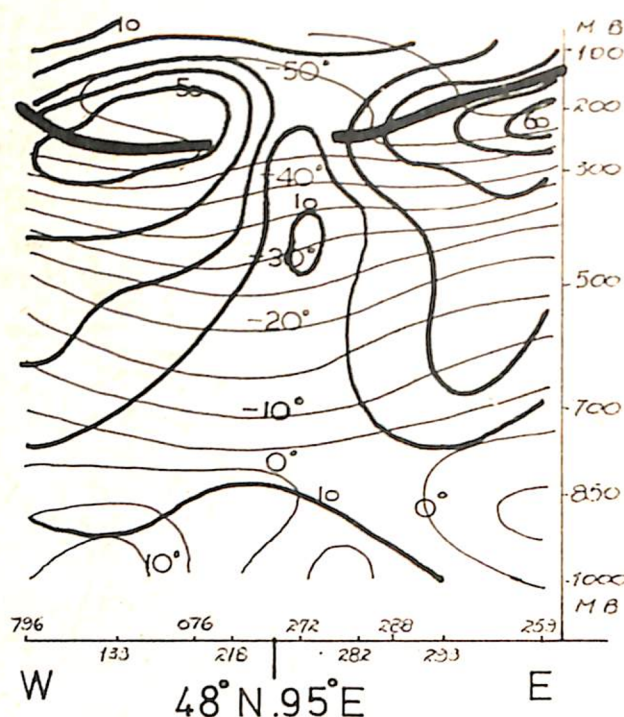


圖 31、民 66、4、22、12 Z
東西向垂直剖面圖
Fig.31. 1977、4、22、12 Z
WEST-EAST VERTICAL SECTION
ALONG LINE A-A

圖 32、民 66、4、22、12 Z
二截段垂直剖面圖
Fig.32. 1977、4、22、12 Z
VERTICAL SECTION ALONG LINE
SECTION B-C AND B-D

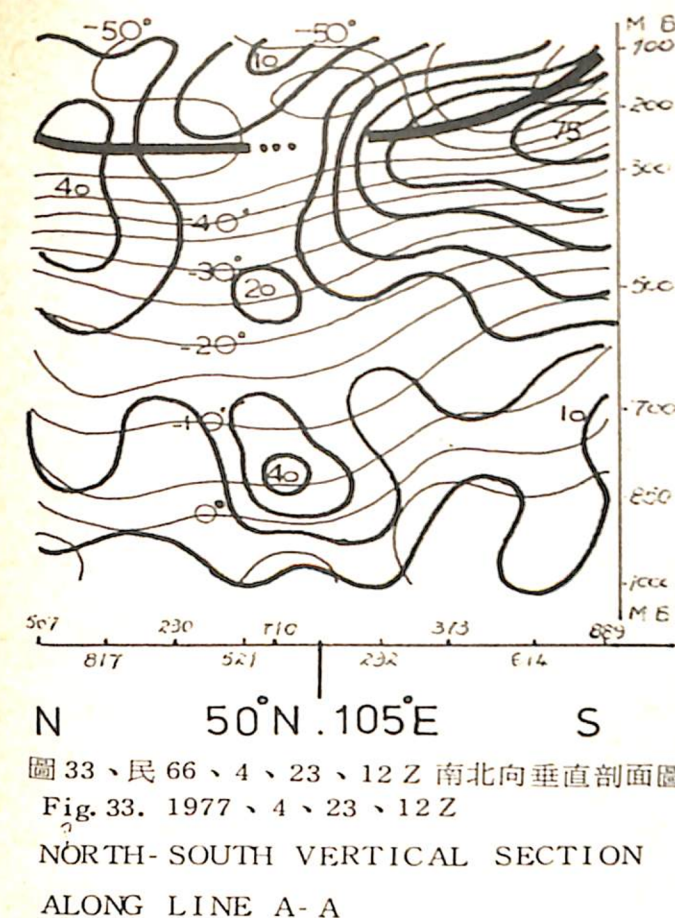


圖 33、民 66、4、23、12 Z 南北向垂直剖面圖
Fig.33. 1977、4、23、12 Z
NORTH-SOUTH VERTICAL SECTION
ALONG LINE A-A

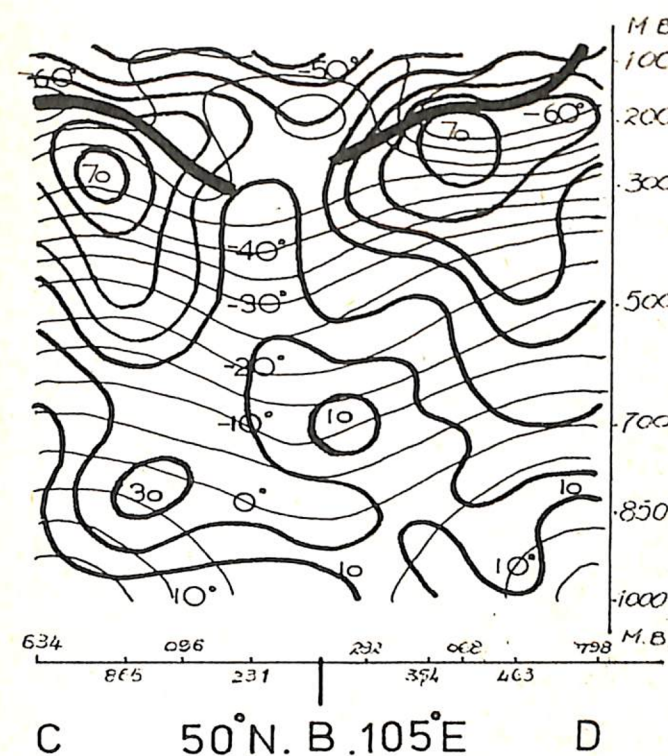


圖 35、民 66、4、23、12 Z 二截段垂直剖面圖
Fig.35. 1977、4、23、12 Z
VERTICAL SECTION ALONG LINE
SECTION B-C AND B-D

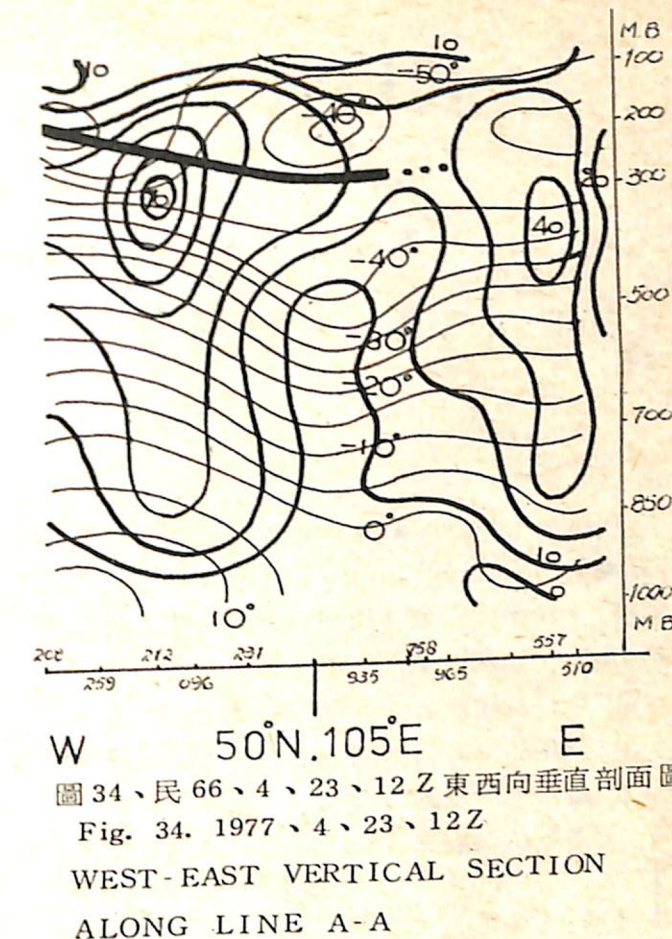


圖 34、民 66、4、23、12 Z 東西向垂直剖面圖
Fig. 34. 1977、4、23、12 Z
WEST-EAST VERTICAL SECTION
ALONG LINE A-A

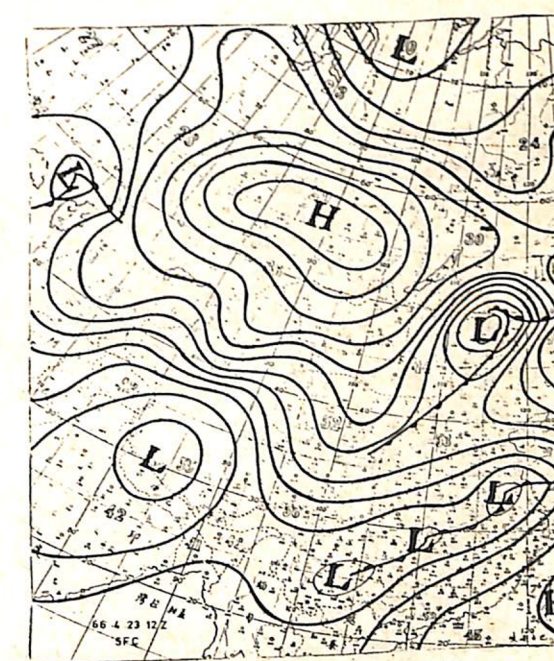


圖 37、民 66、4、23、12 Z
地面天氣圖
Fig.37. 1977、4、23、12 Z
SURFACE WEATHER CHART