

一次气旋暴雨過程的机制分析

河北省气象局气象科学研究所

1963. 7

一次气旋暴雨过程的机制分析

河北省气象局气象科学研究所

游景炎*

提 要

本文分析了1960年7月15日在华北的气旋发展过程。这次过程在河北省引起偏南大风和暴雨。

对气旋结构作了分析和计算，认为，气旋前部设有暖锋结构，~~与其对应的强烈~~对流天气区是一条暖性切变线下产生的，伸展至200毫巴都很清楚，但以往常被预报员忽视。

分析表明，雨带内有几个暴雨中心，这些中心好象沿着槽后气流一个个投入槽内合并、生消及移动。

最后对这次气旋发展的机制作了讨论并认为：当西风槽移近稳定的太平洋高压，在高压后部形成偏南风急流，气旋在急流轴西侧的前方发展起来，~~并受其牵引~~。

一. 前 言

河北省夏季暴雨多与冷锋低槽配合，雨带大多与冷锋低槽平行并随之移动⁽¹⁾，~~但并非所有这样的灾害性天气~~；暴雨带及大风区不与冷锋低槽平行，而是垂直于冷锋低槽并在冷锋前自南向北移动，在河北平原出现短促的暴雨和强烈的偏南风，

*梁珊、陸徐福同志参加了部份填图和计算工作。

· 2 ·

以往，预报员偏重于冷锋低槽，而忽视了前部的这种强烈天气，造成预报上的失败。

1960年7月15日—16日在河北平原出现了暴雨和强烈大风，这次天气过程有一个气旋在河北平原发展，在冷锋低槽前部先有一条暖性切变线（通常称横切变线）自南向北移动，造成雷雨和强烈偏南风，后来，冷锋加入，气旋发展，气旋中心附近产生暴雨，原来地面图上分析一条单行冷锋，到河北后还分析一条暖锋与冷锋的中段相接，结果冷暖锋交点的北段突然出现一段长长的锢囚锋，从习惯的锋面分析来看很不连续，也与挪威学派的锋面气旋模型(2)不一样，本文针对暖锋锢囚锋和冷锋是否存在的问题，作了详细的分析，对日常分析工作是有启示的。

本文详细地分析了这次天气过程的天气系统、结构、演变相互配置及其与天气的关系，试图从它们的发生、发展原因，进一步探讨这类强烈对流天气预报的可能性。

二、气旋的发生发展过程

气旋发生时期，太平洋高压强大，脊北伸至东北地区，稳定少动，15日11时气旋开始有闭合等压线，低压中心一个在山西北部，一个在洛阳，与高空槽对应，地面有一串低压簇（图1A~C）。

15日08时高空槽逐渐移近太平洋高压，在高压后部从汉口

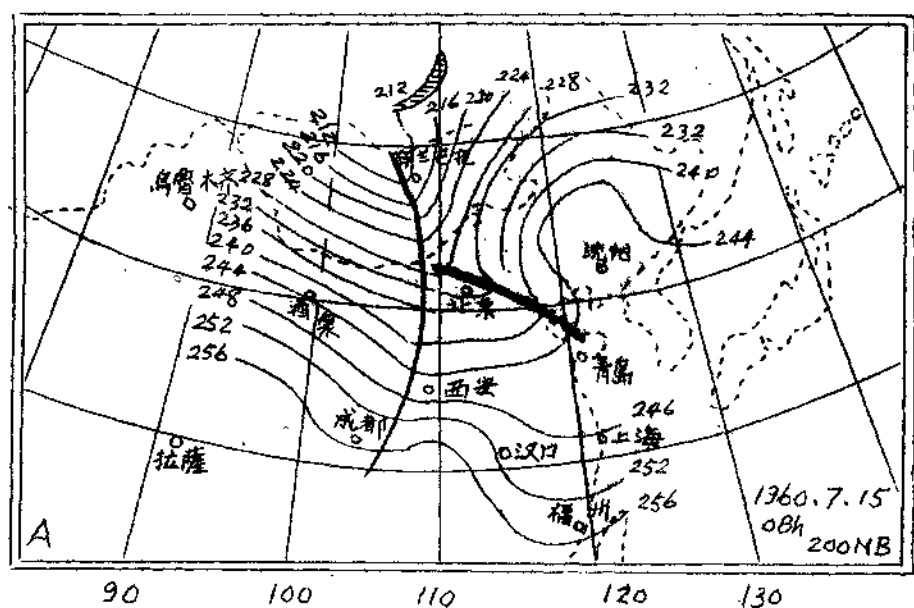


图 1. A

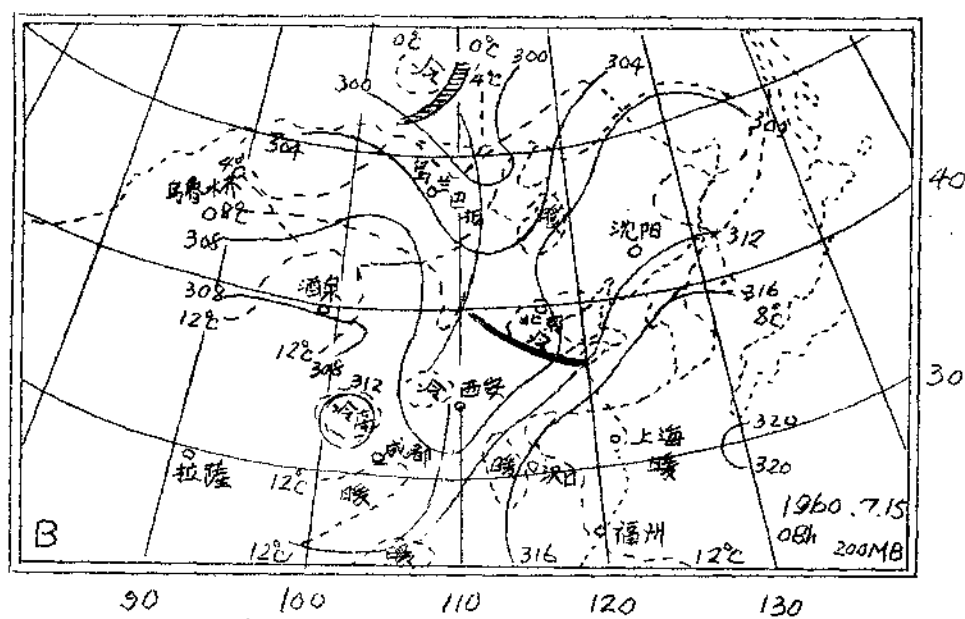


图 1. B

到沈阳一带对流层中下部偏南风逐日增强，这条急流在我国沿海维持了三天，15日20时低压开始发展，以后中心数值降

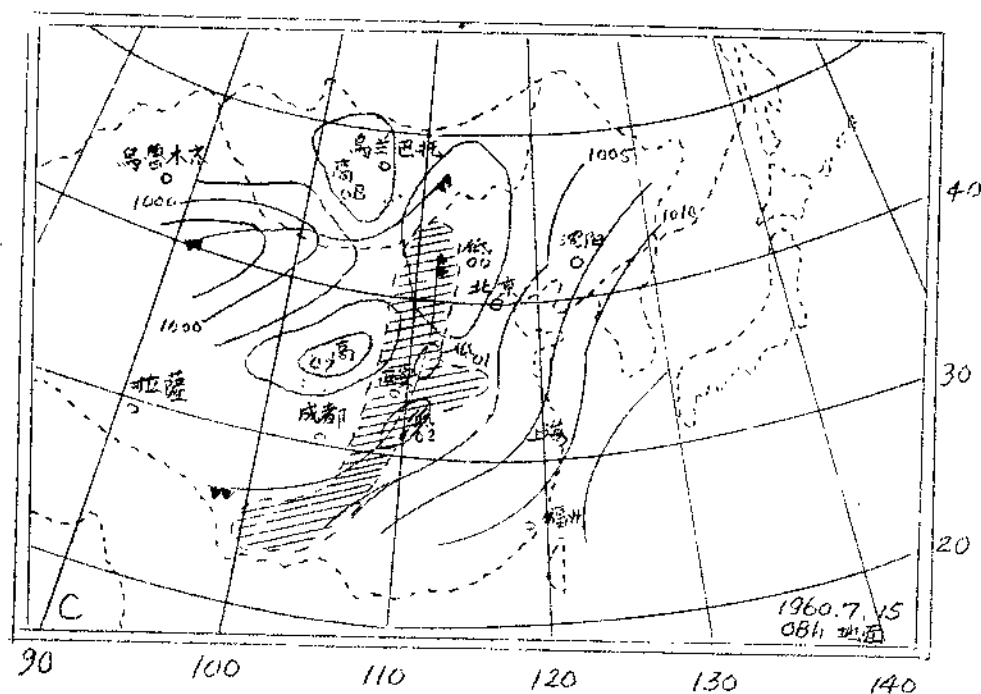


图1. 1960年7月15日08时200毫巴,
700毫巴及地面天气图

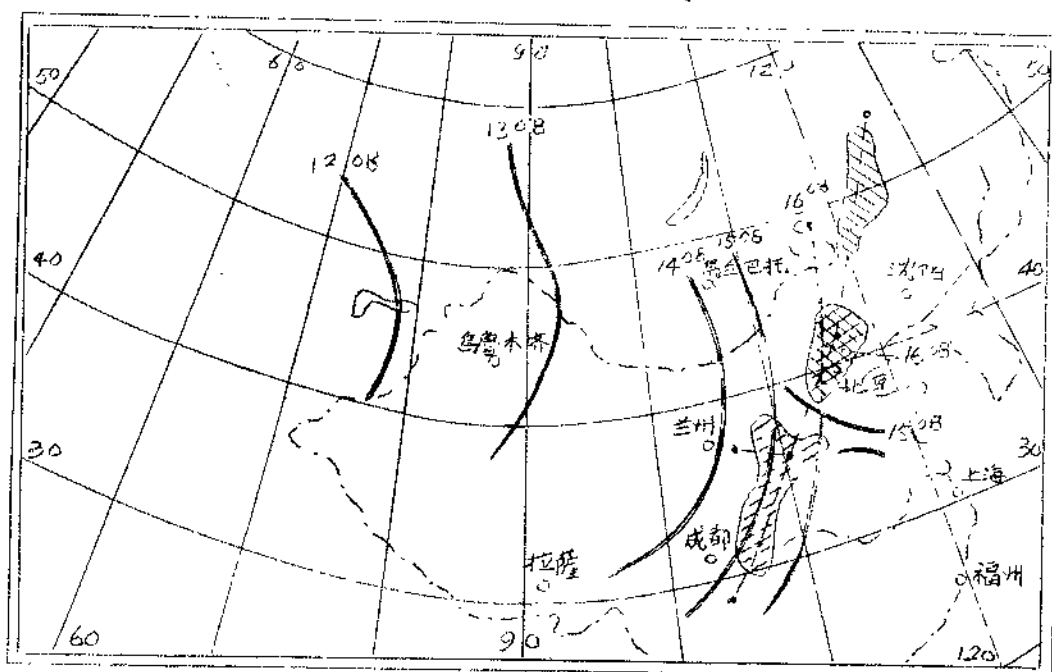


图2. 500毫巴槽线移动路径

实圈为地面低压中心 阴影区为雨区(24小时雨量25毫米以上)

从15日20时到16日08时发展最强烈，在这前后24小时内中心气压降低了10毫巴，16日08时发展最完整，有四条闭合等压线。值得注意的是，气旋是在700毫巴偏南风急流轴西侧的前发展起来的。

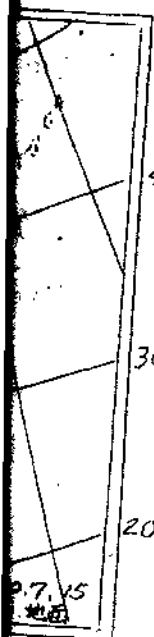
西风槽自向东移动，从巴尔喀什湖到兰州移速较快，从兰州到我国沿海移速减慢一倍（图2）低压和冷锋随西风槽移动（图3），发展前平均移速60公里/小时，发展时沿500毫巴气流向NNE方向移动，平均移速为40公里/小时，当山西北部与洛阳两个低压合并时，好象有跳跃变化，移速一度加快。

冷锋到达山西因接近太平洋高压，受高压后部强盛的偏南风 and 地面及气旋性环流影响，冷锋南段变为不明显，好象向北收缩。

15日20时在地面气旋前部，形成一条暖性切变线（一段误为暖锋）在这条切变线在850毫巴以上更为明显，在早期就存在它的前期先有冷锋低槽从朝鲜、黄海经过，其末端在山东残留着切变线。所以，界面性质由冷锋变为静止锋。再蜕变为暖性切变线，以后向北移动，同时，受到偏南风急流牵引。

这次过程在河北省出现暴雨，暴雨中心随低压中心由西南向东北移动（图2）最大雨量出现在北京148毫米（图4）。降水强度最大出现在气旋强烈发展时期，15日22~23时坝县雨量34.2毫米/小时。

暖性切变线经过的地方，一般先产生雷雨，接着出现S—



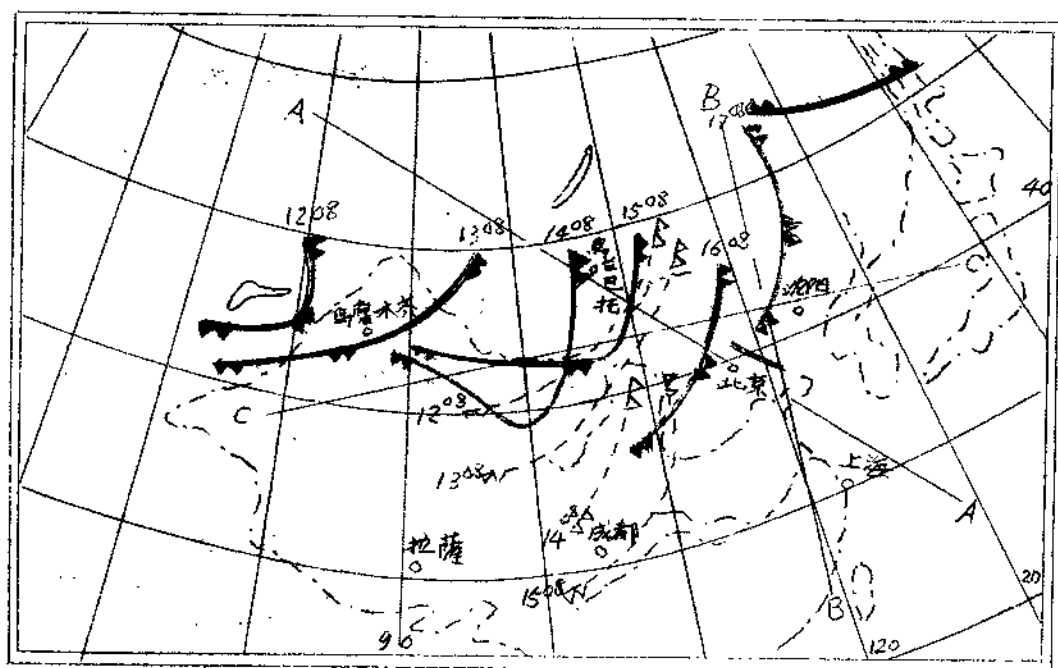


图3 冷锋移动路径

15日08时以前同时有两条冷锋(分别用实线和虚线表示)以后合并为一条。黑实线为暖性切变线。AA. BB. CC. 为剖线的位置

SW大风天气转晴,如德州、沧县、天津、塘沽及唐山等地普遍出现20米/秒以上的S-SW大风,持续时间达6小时以上,东部沿海风速最大。

气旋发展时期的天气分布如图5所示,雨区在暖性切变线和冷锋的以北地区出现,气旋前部的对流天气出现在200毫巴暖性切变线与地面暖性切变线之间的区域内,亦即在地面切变线的北方(切变线移动的前方)。

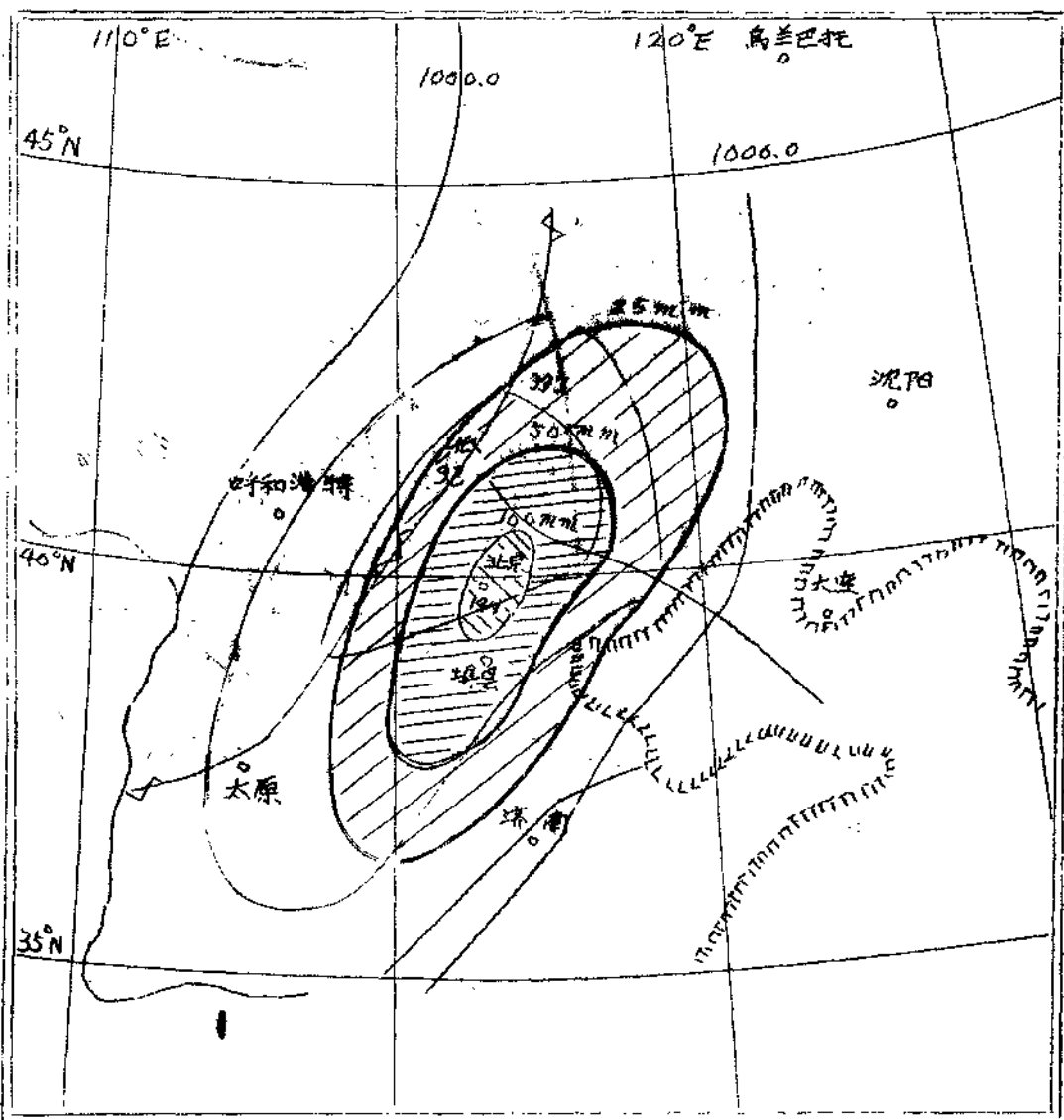


图4. 气旋与总雨量分布图

粗实线为等雨量线

细实线为暖性切变线在地面的位置

三. 气旋的结构及其演变

1. 锋面与高空槽

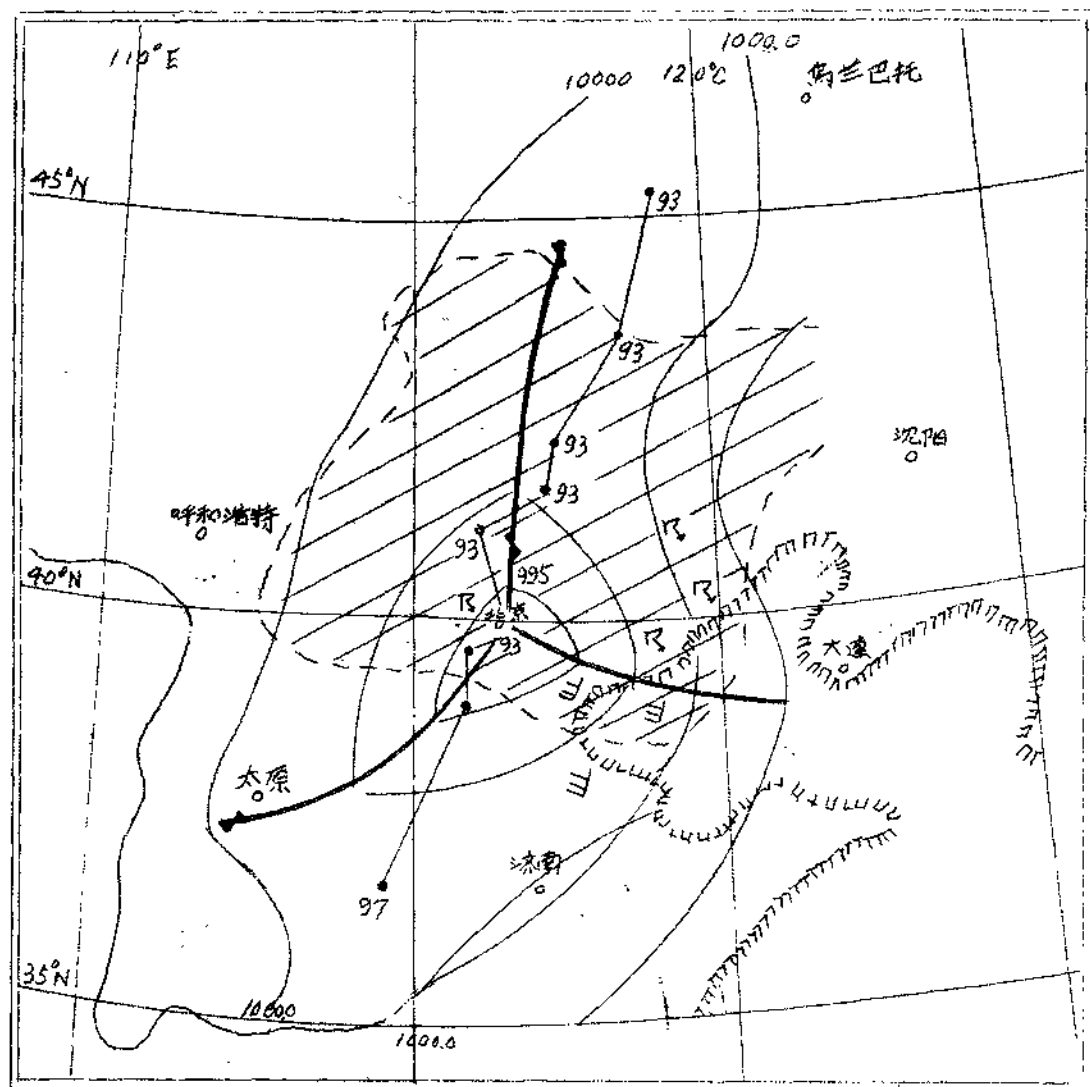


图5. 1960. 7. 16 02h 地面天气图

粗实线为暖性切变线

黑实点为隔三小时低压中心位置

A. 冷峰、按图3的AA'方向作了冷锋的剖面, 图6为15日08时乌兰巴托——青岛的剖面, 有两个锋区, 一个在二连与

乌兰巴托
区

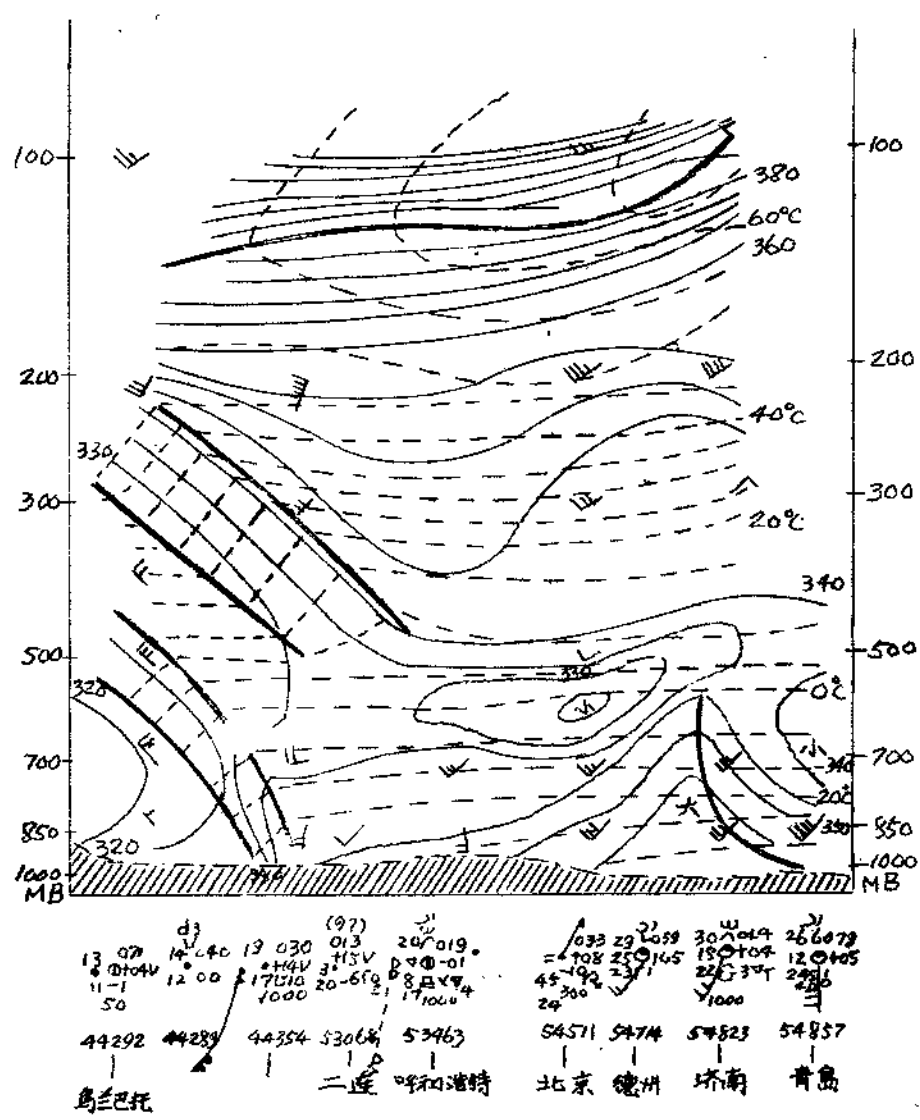


图6. 1960. 7. 15. 08时乌兰巴托—青岛剖面图

实线为等 θ_{se} 线，虚线为等温线
粗实线为界面。

乌兰巴托中间，从地面到300毫巴都很清楚，另一个是高空锋区在中蒙边界上空，从500毫巴到200毫巴都有明显的斜压性

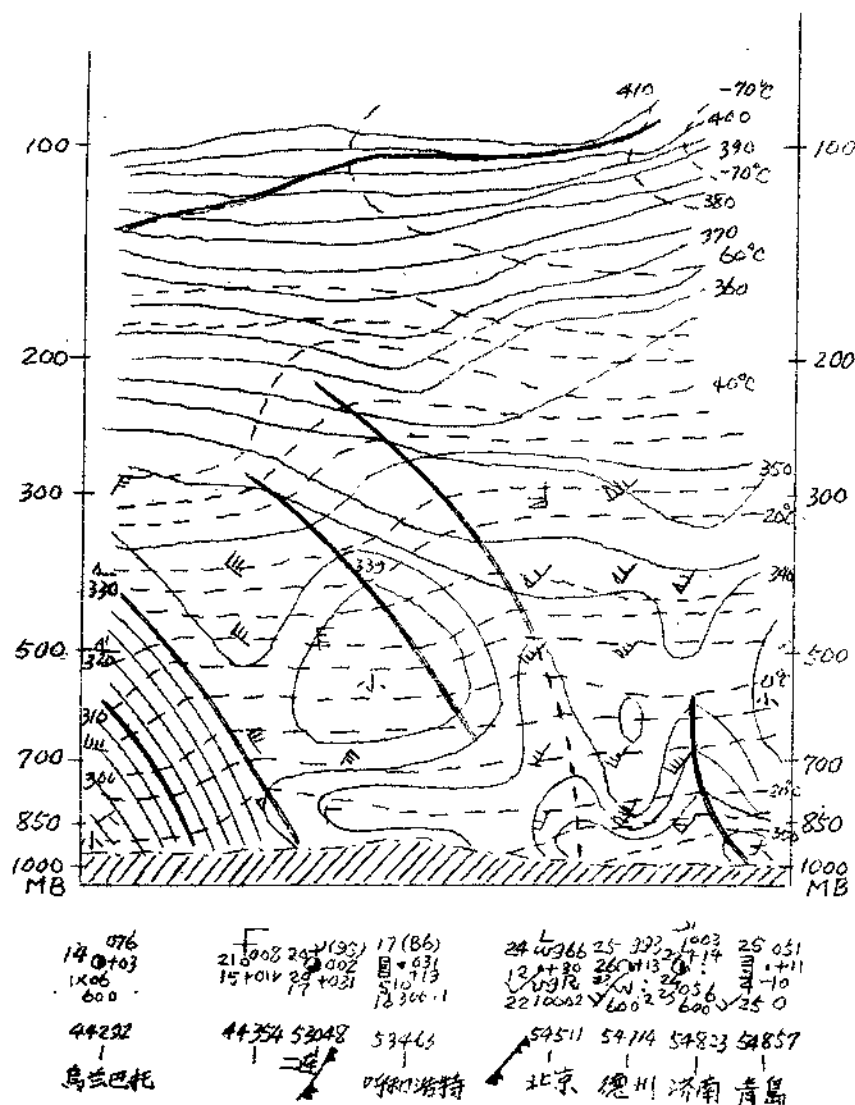


图7. 1960. 7. 16. 08时, 乌兰巴托—青岛剖面图

存在, 但 500 毫巴以下不清楚, 它的上界在地面投影位于呼和浩特与二连之间, 有气压槽的痕迹, 并与降水区有联系 (图 1 C)。

图7. 为 16 日 08 时乌兰巴托—青岛的剖面, 原来在蒙古

的锋区追上高空锋区合并为一个锋区（高空锋区上界的 θ_{se} 值仍为 345° ，原来蒙古锋区上界的 θ_{se} 值 335° 已进入同一锋区内）500毫巴到200毫巴仍很清楚，500毫巴以下因低层变性，锋区结构虽然已不清楚，但德州和北京向上伸出一个 θ_{se} 线的舌，到500毫巴与锋区上界接通起来，在舌的下面有雷雨，在下面伸展至地面处，可以分析一条锋面。另外靠近二连还有一个锋区是新移来的，并非15日08时在蒙古的那个锋区。

从图7可以看到气旋发展时期冷锋的坡度为 $1/60$ ，锋区两侧温度对比以500毫巴以上最清楚，500毫巴以下温度对比很小，界面不清楚，低层 θ_{se} 线大值呈舌形向锋区上界伸出，舌下方有雨区，这点与谢义炳^[3]得出的结果是一致的。

B. 暖锋：按图3的BB方向作剖面

16日08时地面气旋前部青岛与大连之间似有一条暖锋，（因为有风切变、雨区、雾区和负变压），但从13日20时到16日20时连续作了剖面分析表明从海拉尔——南京南北各层温差几乎没有，从单站时间剖面分析看到沿剖线没有明显的温度升高迹象。

图8是16日08时海拉尔——南京垂直剖面图，从通辽到南京850毫巴以下为浅薄的湿层，对流受到抑制，在青岛到大连之间出现雾，从剖面可以看到对流层的中下层内的斜压性非常小，没有暖锋存在。

C. 锢囚锋：按图3的CC方向作剖面。

图
呼和
图1
蒙古

前面已证实有冷锋存在，而没有暖锋存在，这就不会构成锢囚锋，为了进一步了解气旋北部的结构，通过“锢囚锋”的位置作了垂直剖面。

图9是1960年7月16日08时老东庙——海参崴垂直剖面图，只有一条冷锋位于通辽与锡林浩特之间，并与高空槽配合，700毫巴以下两站之间东北风与西南风切变很强，槽线和冷锋后倾，在蒙古44354站上空西北风风速随高度增强，锋区上界以外200毫巴转为强西南风，在低层冷锋及高空槽附近产生雨区，在地面图上为一条南北向的雨带，这条雨带并非锢囚锋产生的。

所以气旋北部不存在锢囚锋，在地面图上可以分析为穿心冷锋，进入河北后的静止时期，可以分析为穿心静止锋，在气旋中心的地方与一条东西向的暖性切变线（不是暖锋）相接，图5就是这样分析的。

Ⅱ. 高空槽：与地面气旋相伴的西风槽很深厚，从地面到100毫巴都很清楚，并随高度加深，向冷区（西北方）倾斜，从地面到200毫巴平均坡度为 $1/60$ （图10、图11），接近沿海高压后部时，风的切变更强更深，高空槽伴随冷锋移动，暴雨带的移动与高空槽的移动基本一致（见图2）。

2. 暖性切变线：这里所指的暖性切变线是气旋前部西南风与东南风，或南风与东南风之间的切变线，大多呈东——西向，切变线的南北两侧有微小的温差存在，即南侧相对的暖

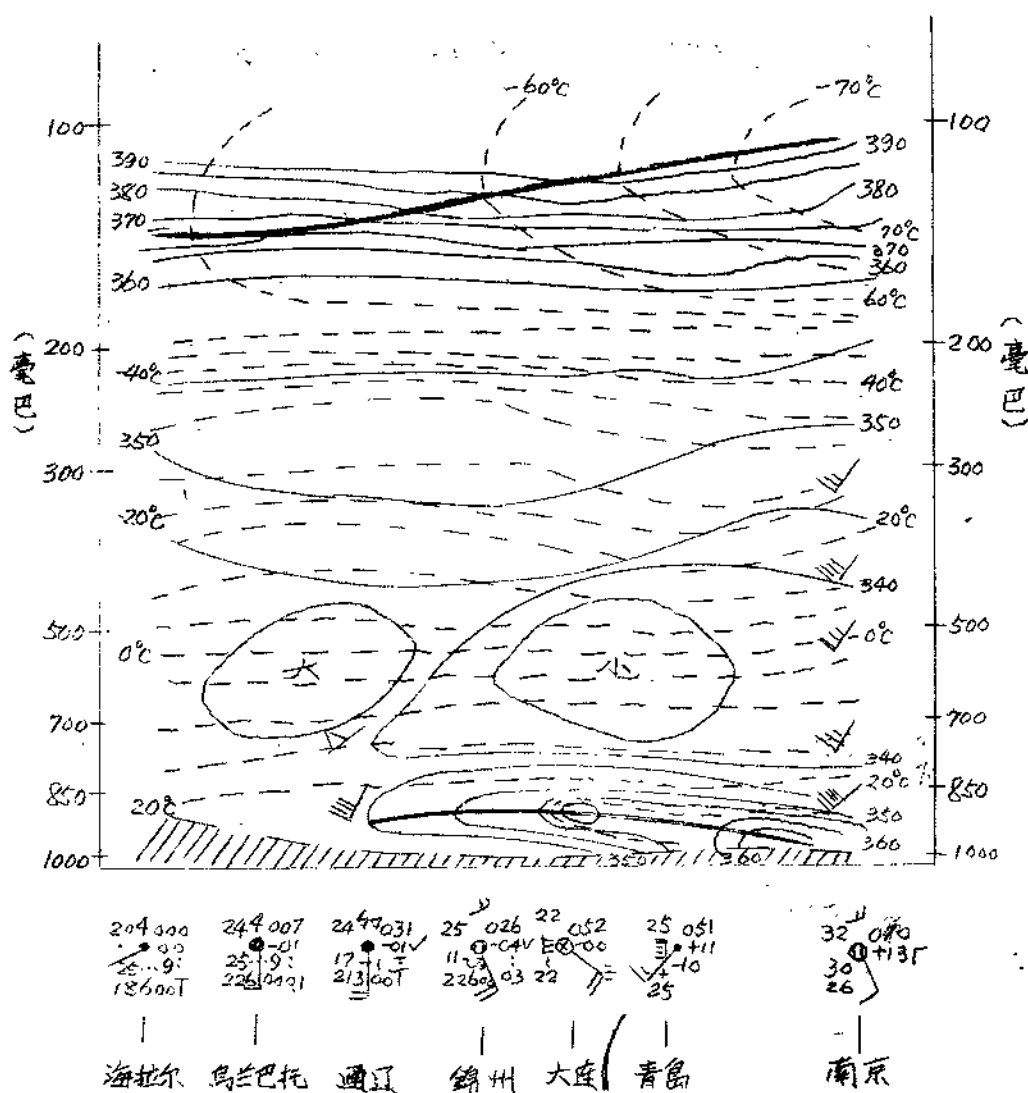
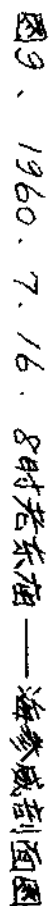


图8. 1960年7月16日08时海拉尔——南京剖面图

一些，但没有达到成为锋区的温度梯度，所以称为暖性切变线，以便与其它切变线和暖锋相混，日常也有习惯称为横切变线。暖性切变线在高层比低层更清楚，在整个对流层内部都可以发现其踪跡，图11是北京各标准等压面高度时间剖面图。有两个低压槽经过北京，一个是深厚的西风槽，另一个是在



西风槽过境前15日08时通过100和200毫巴的低槽, 200毫巴
气压下降, 它是暖性切变线的气压槽过境的反

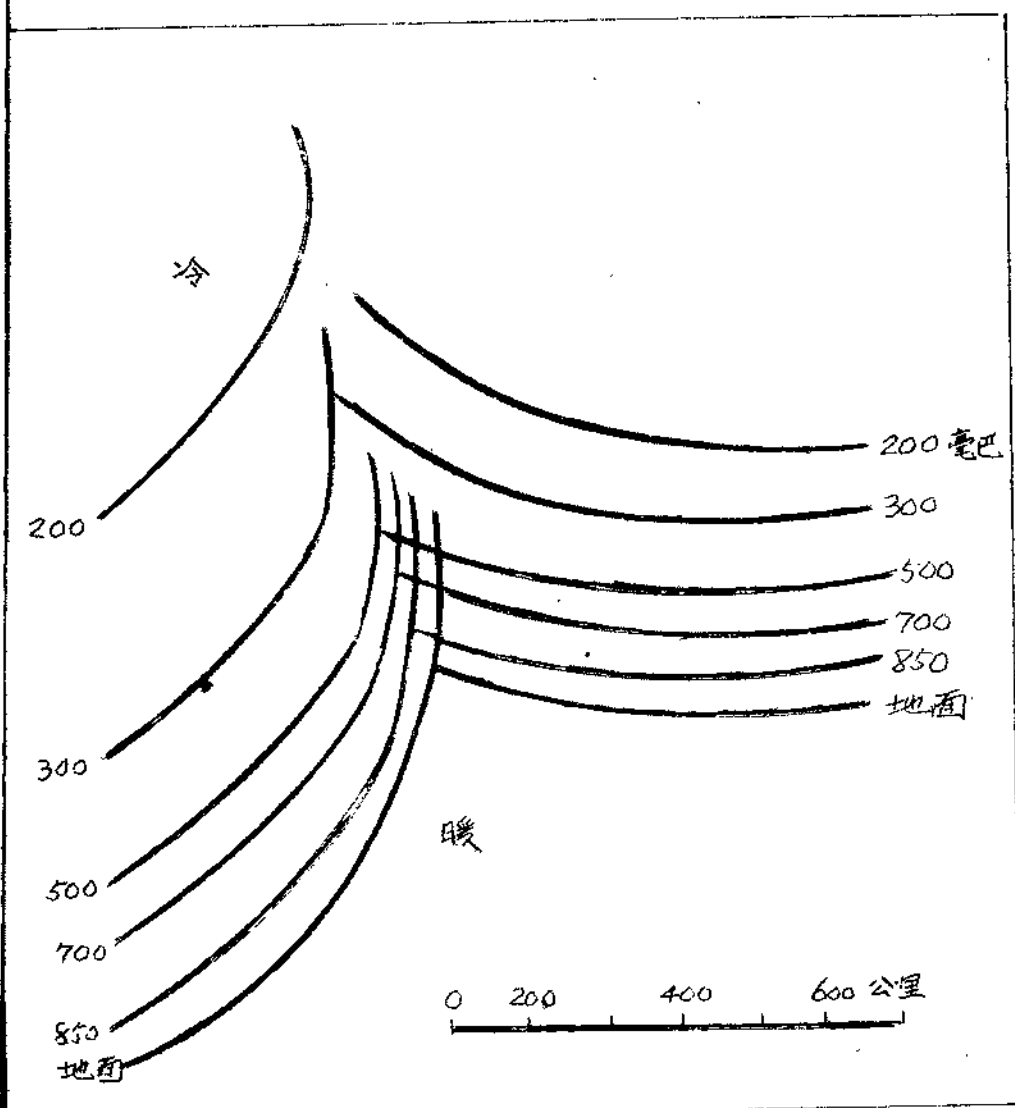


图10. 暖性切变线及西风槽在对流层中的位置

应，地面气压槽及风向切变也存在，但在山脉与平原之间海陆交界和转角处因受地形摩擦影响，或受雷雨下沉气流四外扩散的影响，地面风的水平切变不是处处明显的。

通过东经 117 度（垂直于暖性切变线）作了各层时间剖面

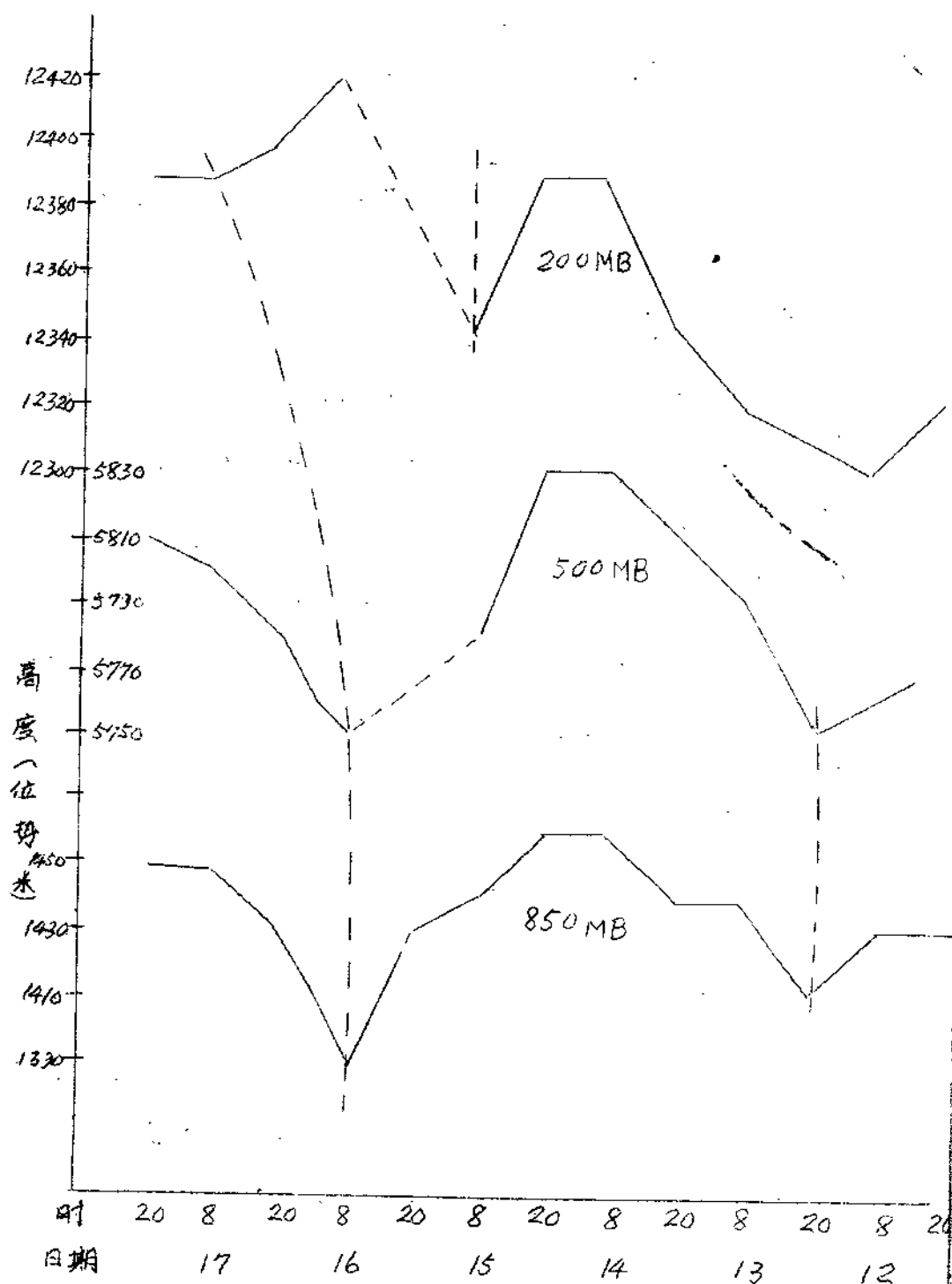


图11. 北京各标准等压面高度时间剖面图