

全國氣象學會交流材料

# 盛夏高原西側外來槽的予報問題

陝西省氣象學會

56.46

0213

# 盛夏高原西侧外来槽的

## 预报问题

陕西省气象台研究室 刘天适

所谓高原西侧外来槽是指文献1中所普查的外来槽中的一种。它进入高原的低槽就路径上看主要是西路，即北路与西路。兹规定在 $85^{\circ}\text{E}$ 以西就进入 $40^{\circ}\text{N}$ 以南的低槽称西路槽，过 $85^{\circ}\text{E}$ 以东才进入 $40^{\circ}\text{N}$ 以南的低槽称北路槽。

### (一) 高原西路低槽的基本情况：

在所取1961—1972年之间的10年资料（缺67、68年）共有西路槽70个，内7月份39个，8月份31个。其中造成雨型（见附录）2级以上者51个，造成雨型8、9级（暴雨）者30个，雨型1级（零星降水）者5个。完全没影响者14个。影响时间在低槽过 $75^{\circ}\text{E}$ 时当天（称开始日）后在48小时内影响者40个占57%，48小时以后影响的16次占23%，完全没影响的14次占20%。

70个西路低槽中属于乌山一带大槽或巴湖低压主体东移有15个占21%，属于付热带高压北侧短波槽49个占79%。这些高原西路低槽仍是西风带的斜压扰动，它的活动也是和冷空气紧密相连。据统计在70个高原西路低槽中只有冷空气配合并能分析出冷锋者62个，地上没有冷空气配合的8个。冷空气配合实际上是低槽强弱的一个表现，所以在地上没有冷空气配合的8个例中有7个没有影响我省。

### (二) 付热带长波槽与高原西路低槽东移发展的制约关系：

预报实践表明，重大天气的出现以及天气系统的发生、发展

都和高空大范围环流的演变有密切关系。高压低槽的预报也从高空长波演变入手。所用工具是 $20-120^{\circ}\text{E}$ 、 $30-50^{\circ}\text{N}$ 长波连续图。

### (1) 长波槽\*位置与高压低槽的发展

当长波槽在 $40^{\circ}\text{E}$ 、 $90-100^{\circ}\text{E}$ 附近最有利于当时位于高压西侧的低槽东移发展并造成天气。尤其是长波槽在 $40^{\circ}\text{E}$ 出现并维持两天或以上时，由于上游效应将引起下游系统的发展，这一过程对高压低槽发展有总义。在1961-1972年7-8月（共11年缺1968年），在 $40^{\circ}\text{E}$ 附近出现长波槽有21次，其中 $\frac{20}{21}$ 在其后1-3天内，下游 $60^{\circ}\text{E}$ 以东也将出现长波槽。该过程可分两类，即当 $40^{\circ}\text{E}$ 附近有长波槽出现时，①下游 $70^{\circ}\text{E}$ 以东将有新生槽出现 $\frac{12}{21}$ ，②原来稳定在 $60^{\circ}\text{E}$ 以东的长波槽将启动东移 $\frac{8}{21}$ 。

在文献1中曾指出当 $70^{\circ}\text{E}$ 以东有移动性长波槽时，其前部位于高压的系统将东移影响。因此，这两种情况的出现都有利于高压西侧低槽的发展。

当 $40^{\circ}\text{E}$ 附近有长波槽维持的时段内如高压西侧出现外来槽（符合开始日条件者）有13次，未来 $\frac{13}{13}$ ，此槽将影响我省，其中 $\frac{11}{13}$ 是全省性大雨或暴雨天气。

### (2) 长波振幅与高压低槽

高压低槽是否东移影响不仅与亚欧的长波配置有关，而且与长波振幅关系也很大。

从长波连续图上在 $20-120^{\circ}\text{E}$ 范围内选取长波槽和其后的脊（如长波槽在 $40^{\circ}\text{E}$ 以西取槽前脊）之间经距 $\Delta\lambda$ 以及槽脊之间高度差 $\Delta H$ 表示振幅。当开始日 $\Delta\lambda \geq 45^{\circ}$ ，在高压西部的槽

---

\*长波槽：指 $20-120^{\circ}\text{E}$ 范围内半波长 $>20$ 经距，处于调正未朔允许小于此数。

来主要影响 $12/12$ ，其中 $9/12$ 有两型“7”（全省性大雨或暴雨）过程。或当 $\Delta\lambda \leq 25$   $\Delta H < 8$   $18/18$ 有影响，其中 $15/18$ 有两型“7”以上降水。这表明当长波槽脊间振幅小（一种是槽脊间经距很大 $\Delta\lambda \geq 45$ ，另一种槽脊间经距虽然很小 $\Delta\lambda \leq 25$ ，但它们之间高度差也很小 $\Delta H < 8$ ）有利于低槽的东移。当 $\Delta\lambda$ 较小在 $20-35$ 经距之间 $\Delta H \geq 8$ 时 $12/15$ 无影响。这种情况表明当长波振幅大时不利于之前部高空西侧低槽东移发展。为什么长波振幅与高低槽发展有这样关系呢？

$$C = 1 - \frac{1}{4\pi} \frac{L^2}{r^2}$$

从罗斯比长波公式看，当长波振幅大时，则南北风分量也大，而西风分量 $U$ 就小，这时长波槽移动就比较慢，甚至可倒退。反之，振幅小它的东移动就较快。如前节所述，长波槽的移动是有利于高瓦西侧低槽的东移发展，因此长波振幅与高瓦低槽也就有了一定的关系。

### (3) 长波调整与低槽发展

如1964年7月3—10号的8天内亚欧长波形势经历了一个由稳定到突变的过程，从这段时间长波连续查着（卷1）7月3—6号 $50^\circ\text{E}-60^\circ\text{E}$ 附近是一个长波脊， $80^\circ\text{E}$ 附近是长波槽，这期间从透日500mb天气查着乌山北部是个阻塞高压，乌山南部是切断低压在2—5号乌山阻高一直在 $60^\circ\text{E}-70^\circ\text{E}$ 内活动，基本形势变化不大。而这期间 $3^\circ, 4^\circ, 6^\circ$ 连续在高瓦西部出现了三个槽，分别只造成两型2、1、X即小而过程和没影响。这说明这种长波配置下不利于低槽的发展和造成重大天气。从6号开始阻高突然北移到8号向东移到 $100^\circ\text{E}$  48小时内往东移动了30个经距。在长波连续查上（卷1）7号处于环流调整中的纬向过渡时期，8号 $40^\circ\text{E}$ 出现长波槽（如前所述这种形式有利于低槽东移影响）比较6号

和8号两天高度突变明显。8号由于 $40^{\circ}\text{E}$ 附近低槽的发展，其下游 $60^{\circ}\text{E}$ 明显长脊并使高压西部低槽东移。因此8<sup>20</sup>以后的这个低槽逐日东移造成4个降水日（雨型1,7,2,9）其中2日造成暴雨。从这个例子中看到的一些现象，我们反查资料中连续几天出现低槽的例子如1961.7.12<sup>20</sup> 14<sup>20</sup> 1965.7.15<sup>8</sup> 17<sup>20</sup> 18<sup>20</sup> 1961.8.11<sup>20</sup> 13<sup>20</sup> 1961.8.19<sup>8</sup> 19<sup>20</sup> 1964.8.27<sup>20</sup> 29<sup>8</sup> 30<sup>20</sup>等5个时段12个例子发现多数情况有共同特点，即表现为在长波配置没有明显调整时，低槽的发展过程有相似的特点。长波调整中一般从“上游先变”或“转纬向”开始。在 $30-50^{\circ}\text{N}$ 平均高度廓线上所表现的纬向型持续时间很短（ $<2$ 天），经过纬向型后出现的高压西侧低槽其演变与纬向型前的有显著不同。

### (三) 高压西路低槽与付热带高压

#### 1. 盛夏付高的阶段性及其对低槽的影响：

天气过程在年变化中是有阶段性的，盛夏即是。盛夏季节付高的变化也有阶段，这些阶段不仅付高变化特点不同，它们对高压西部低槽的影响也各有特色。显然，在不同阶段里用同一预报思路，选择一样着眼点和预报指标就不能认识这一事物变化的特殊性。用近10年资料分析结果我们将盛夏7—8月份里付高变化分成三个阶段。即盛I期、盛II期、盛III期。

①盛I期称江南徘徊北上期：本期前期付热带高压特点是在长江流域或东南沿海时进时退，往复徘徊或呈南海高压。盛I后期以付高西北上东南退为主要特征。盛I期内付高变化快，周期短。在反查的70个低槽中在盛I期内的有34个个例。东移对陕西有影响的26个占77%，其中23个有大到暴雨，占66%，半途减弱无影响者8个占23%。本期内无影响或很弱影响的11个个例属于付高较强而使低槽减弱的只有3个。所以在盛I期付高是形成陕西暴雨的有利条件，不是造成低槽减弱的主要因素，造成低槽东

移减弱主要形势是西风带里长波配置。

图2是西路低槽开始期当天 ( $\Delta H_0$ ) 和后天 ( $\Delta H_1$ ) 北京、太原、济南三站平均高度与乌鲁木齐、阿勒泰、36859 三站平均高度差值的距平绝对值，可以看出在盛I期西路低槽是否影响和这两块地区高度差距平绝对值有很大关系，而利用同一时间表示付高的几个参数却得不出这种关系来，这说明在盛I期里对西路低槽发生与否西风带长波槽脊配置起了主要作用。

### ② 盛II期付高西伸或呈河套高压型

本期的主要特点，付高影响东西其外围588线系从淮河、山东半岛甚至日本海一带西伸。或河套高压出现并稳定维持。河套高压都出现在盛II期内，它的出现将造成西路低槽减弱是使盛II期之雨基本形势之一。在70个低槽中盛II期共有25个个例，造成大到暴雨9个仅占36%，半透减弱无影响9个占36%，造成局部影响7个占28%，在无影响和弱影响的12个个例中因付高西伸或河套高压控制而减弱达10个。在盛II期25个个例中用低槽开始及其后天 $\Delta H$  (588线与西女最短距离) 总出低槽影响关系较好(图3)而用盛I期的那两个因子却点不出理想结果来。从阶段性中寻找因子效果较好。

### ③ 盛III期付高以北上为特征或呈西南高压型。

在8月下旬到9月初由于冷空气侵入，付高迅速南退，因此在盛III期付高又转入以北上南退为特征或呈南海高压或西南高压(盛III期不少年份在西南区四川南部云贵高原东部经常留下一个孤立高压)盛III期开始日前后都有一次较明显高空降温过程 $8/10$ 。70个西路低槽中属于盛III期的12个，其中达到大到暴雨者9个占75%，无影响者2个占17%局部影响者1个占8%。表1是近11年各阶段日期。

(四) 高原西路低槽在对流层上部的某些反映

500 mb 高原西路低槽东移发展过程与对流层中上部环流变化有什么关系？就是说，从短期天气过程看 100 mb、300 mb 是否能提供某些根据，众所周知，500 mb 处于青藏高原的边界层内由于地形热力动力影响，流场弱、系统乱、热低压的迭加，或是从高原西侧移过来的槽有时甚至很难追踪出来。我们所调查的

近 17 年各年阶段日期

表 1

	感 I 期	感 II 期	感 III 期
1961 年	— 13/7	14/7 — 31/8	
1962 "	— 25/7	26/7 — 22/8	23/8 →
1963 "	— 18/7	19/7 — 9/8	24/8 →
1964 "	— 2/8	3/8 — 22/8	23/8 →
1965 "	— 10/8	11/8 — 19/8	24/8 →
1966 "	— 23/7	24/7 — 31/8	
1969 "	— 4/8	5/8 — 23/8	24/8 →
1970 "	— 4/8	5/8 — 24/8	21/8 →
1971 "	— 10/8	11/8 — 22/8	23/8 →
1972 "	— 26/7	27/7 — 21/8	22/8 →
1973 "	— 3/8	4/8 — 31/8	

500 mb 低槽是从高原西部移入青藏高原，它基本上是属于付热带急流中活动的斜压扰动，因此这类系统在 100 mb、300 mb 的变化值得注意的。

(1) 几点统计事实：

① 高原西路低槽垂直伸展高度的统计：

1. 70 个盛夏高原西路低槽中垂直伸展高度变化很大，依于

资料我们就几个主要层次进行统计。在70个低槽中垂直结构伸展到100mb, 即500mb, 高压西路低槽东移过程中100mb也反映出低槽东移的12个占17%。有300mb 态的65个低槽(缺66年)中有31个伸展到300mb占47%。就是说盛夏季节这种从高压外部进入高压而东移的低槽将近一半, 可以伸展到9000mi 高空, 1/6 伸展到16000m 高空这些伸展到对流层上部的深厚系统在预报时需要对上环流形势给以适当注意。垂直结构深厚的系统斜压性强, 能量积累多到高压东部时一般不会很快减弱, 造成明显天气。见表2。

伸展到100mb 300mb 槽影响陕西天气情况

表2

100mb			300mb		
12个			31个		
大—暴雨	小—中雨	无影响	大—暴雨	小—中雨	无影响
10	1	1	26	3	2
84%	8%	8%	84%	10%	6%

2. 为探查100mb 高压中心对500mb 高压西路低槽发展的影响, 我们点订开始期当天及后两天(低槽东移过程)100mb 高压中心位置与低槽东移是否造成陕西天气关系的静态查, (查5)可以看出两种比较典型的情况, 当100mb 高压中心出现在 $35^{\circ}\text{N}$ 以北,  $90^{\circ}\sim 105^{\circ}\text{E}$ 之间时(I区西半部, 500mb 的低槽不发展  $1/20 = 0.05$ 。当100mb 高压中心在 $32^{\circ}\text{N}$ 以南(查中IV区)500mb 低槽东移容易造成影响  $50/53 = 0.86$ 。

(2) 不利于高压低槽东移发展的三种形势:

对70个高压西路低槽的探查看, 100mb 的环流特点对下层低槽发展东移有一定的影响, 其中更明显的是三种不利于500mb 高



无西路低槽东移的形势。高压低值系统东移东移与否是决定陕西旱涝关键因素之一。盛夏伏旱时高压西部的低槽仍是非常活跃，但都不东移或东移不东移。因此阻滞高压西路低槽东移东移形势的连续出现或长期维持即是陕西盛夏少雨的基本形势。主要有下三种：

① 柴达木高压型：

从表4可以看出当100mb高压中心出现在柴达木盆地时，未东移500mb西路低槽东移，属于本型典型个例有7个，占总时数70个的十分之一。占低槽东移减弱或消失的28个低槽中7个即25%。为了了解这种形势对陕西天气的普遍意义，仅查了1961—1973年7—8月间出现上述形势日期及其后4天陕西降水情况，如表3可以认为，100mb柴达木高压不仅对预报高压西路低槽有指示意义，而且是陕西少雨形势之一。

后4天没有≥5型机率表3

日期	后一天	后二天	后三天	后四天
次数	45/47	46/47	43/47	41/47
%	96	98	91	87

后4天没有7-9雨型机率表3

日期	后一天	后二天	后三天	后四天
次数	47/47	46/47	45/47	44/47
%	100	98	96	94

② 河套长脊型：

日常业务工作中经常碰到河套或华北一带突然长脊，而长波槽滞留在巴湖到新疆一带引起过程扑空。从开始期形势看，由于高压西部低槽深厚，负变高显著，锋区明显，预报员总想报高压东移影响，但随着河套突然长脊，使高压西部东移的低槽行滞造成“空雨”。河套长脊是陕西盛夏伏旱基本形势之一。

河套长脊单从500mb形势来预报比较困难，它常在河套地区瓦地加强。在分析这类形势时发现这种长脊和100mb高压高压

东移北跳到河套地区有很大关系。100mb高空高压在高压上空时由于热力条件影响上下层之间关系和高压移出高原后北跳到河套地区时上下层关系迥然不同，统计了黑河，格尔木站100mb, 300mb, 500mb三层逐日变高比较同号异号，可以看出，黑河站100mb高度升高或降低时和300mb, 500mb同符为只有60%左右。而高原北部的格尔木站500mb同符机率也近60%，而300mb却达76%。这种现象也许和高原边界层热力影响有关。当高原高压移出高原后，尤其是100mb高压中心移到河套华北一带时(100mb高中心出现在 $105^{\circ}, 125^{\circ}E, 35-40^{\circ}N$ 时)西安地区100mb变高符号和300mb, 500mb变高符号关系，300mb同符达83%，500mb同符也达74%(表4)。这说明能够移出高原的100mb高压(至少是和北跳到河套地区的高压)性质明显不同。在高原上空时因为

高原内外上下层  $\Delta H_{24}$  符号比较

表4

黑 河				格 尔 木				西 安			
100mb				100mb				100mb			
300mb		500mb		300mb		500mb		300mb		500mb	
同符	异符	同符	异符	同符	异符	同符	异符	同符	异符	同符	异符
65%	35%	63%	37%	76%	24%	59%	41%	83%	17%	74%	26%

边界层加热作用高空对低层关系小，到了高原外部的高压上下层关系较为密切，这种高低空一致的特点说明进入这一地区的高压其性质更近于动力性暖高压。这种暖高压移向河套使得底层加压，河套长清有一部分正是这样形成的。

③ 付高西伸型的一种型式：

付热带高压的西伸控制是西路低槽减弱行滞和陕西少雨形势之一。关于付高西伸北进注国绥<sup>②</sup>曾提出500mb西岸高原暖平流

加压，东传引起付高西伸。在我们分析的例子里发现100mb和300mb高空高压东移和500mb付高西伸有很大关系。1961年7月中旬的一次付高西伸过程，它的 $\Delta\varphi$ 值逐日变为查8。可以看出17号付高突然西伸并且与高瓦东移部分高压合并造成控制型。在付高西伸过程中从15号开始从东南沿海有个东风波一直向西北方移动17号北端影响陕西南一带。南部东风波西移，北部付高西伸。以后东风波又构成了高空高压与太平洋付高间变形场的一角。这两个高脊的合并过程在300mb要比500mb更清楚，但时间却略迟于500mb，这种西伸合并过程在100mb却明显的表现为一个高空高压移出高瓦进入华北地区。时间略早于底层付高的西伸合并。统计了1961—1972年（缺67、68年）7—8月300mb高空高压进入 $35^{\circ}\text{N}—45^{\circ}\text{N}$   $110—130^{\circ}\text{E}$ 地区并维持2天以上者共15次，其中12次（80%）500mb付高表现明显西伸北进加强过程。这15次内100mb高空高压进入上述地区第一天 $\Delta\varphi$ ，平均为4.7，最后一天 $\Delta\varphi$ 平均值为2.6。（因过程长短不一故只好统计头尾两天）这表明100mb高空中心在进入上述地区过程中500mb付高经常有明显加强过程。

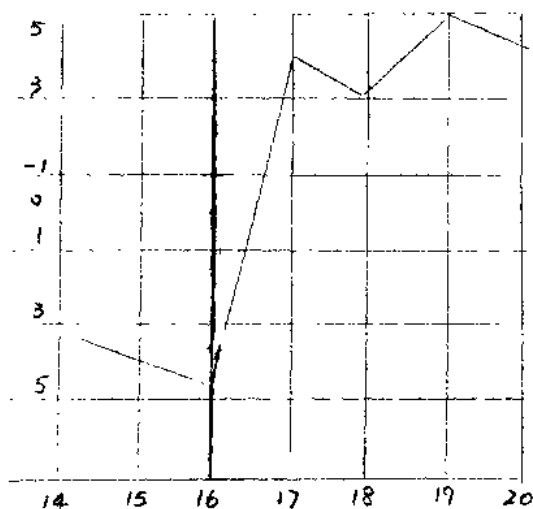


图5 1961年7月 $\Delta\varphi$ 变化曲线

#### （四）预报西路低槽的总聚查方法

依据上述70个高瓦西侧外来槽的例子分析以及平时的预报经验，我们选择了一些预报因子组成点聚查，用先综合再过滤的办法归纳。以便在开始日当天就预报未来此槽是否影响，影响迟

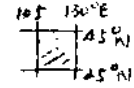
早，雨量大小。

① 预报因子的挑选及综合

- 查6 {  $X_1$ : 30-50°N 平均高度脊线槽脊经距  $\Delta\lambda$   
 $X_2$ :  $X_1$  所定槽脊振幅  $\Delta H$  (单位: 位势什米)
- 查7 {  $X_3$ : 500mb 高度 (乌鲁木齐 + 和田) - (北京 + 汉口)  
 $X_4$ : 中亚 38264 38667 38880 三站  $\Delta\bar{H}_{24}$

上述四个因子主要是考虑: 长波配置, 东高西低形势付高程度, 槽后高脊后部低槽发展情况等。

按查6、7 所落点子机率分布所分析的百分比线读出  $Y_1, Y_2$  再综合成查8。从查看影响区该槽东移有影响者  $25/29 = 86\%$  其中两型“7”以上过程  $25/29 = 86\%$ 。不影响区内不东移影响或只造成局部性小两者  $15\% = 100\%$  (个别略少) 这两个区虽然比较集中但该查准确率不高只达 63%。70 个个例中尚有 26 个处于不肯定区。为弥补这一缺点, 将这 26 个点另选要素再过滤。

- 查9 {  $X_5$ : 588 线所包围的付高面积 (在  范围内 588 线包围面积单位 1 个经纬度。)  
 $X_6$ : 乌鲁木齐  $\Delta P_{24}$

查9 可分两个区 影响区  $14/17 = 82\%$  不影响区  $6/10 = 60\%$  到这里只提出高低西侧低槽东移是否影响。但是从开始日到低槽影响陕西降水最快是 24 小时, 最慢 102 小时, 因此什么时候影响还是需要进一步解决的问题, 为此将所有影响个例选择因子, 搞了另一套点数查, 用以预报开始日后未来第几天开始降水。分早 (48 小时以内影响) 和迟 (48 小时以后影响) 两类。

查10 {  $X_7$ : 同  $X_1$   
 $X_8$ : 30-50°N 平均高度廓线  $\bar{H}_{90^\circ E} - \bar{H}_{100^\circ E}$

查11 {  $X_9$ :  $X_1$  中高脊所在经度  
 $X_{10}$ : 30-50°N 平均高度廓线  $\bar{H}_{60^\circ E}$  (或  $70^\circ E$  挑-低值)  $- \bar{H}_{100^\circ E}$

查10、11综合后如查12可分为“早”“迟”两区。早影响区中在48小时以内影响者  $32/36 = 89\%$  迟影响区中在48小时以后影响者  $32/36 = 89\%$  迟影响区中在48小时以后影响者  $11/13 = 85\%$  过程雨量大小在查13和14中可以作初步判断，但总嫌太粗。为进一步断定雨量大小，将有影响个例按过程中日最大雨型来予拟作两张参考点验查。

查13 {  $X_{11}$ : 500mb 郑州、安康、汉口三站高度和  
 $X_{12}$ : 槽后20经距内最大  $\Delta H_{24}$

查14 {  $X_{13}$ : 同  $X_3$   
 $X_{14}$ : 同  $X_6$

查13 I区  $13/14$  有暴雨， $1/14$  全省性大雨，III区  $5/7$  小-中雨。  
 查14 I区  $17/18$  有暴雨， $1/18$  全省性大雨，III区  $8/14$  小-中雨， $4/14$  全省性大雨， $2/14$  有暴雨。

在盛二期付高与低槽关系较大，并且在这期间付高周期长，变化快，因此建立以付高强度，位置为参数的低槽预报点验查，当低槽移近  $90^\circ E$  时，用此查作为对上述预报的短期订正。

查15:  $\Delta 4$  (588线与西安最短距离以纬度为单位)

$X$ : 500mb  $\Delta H$  (乌鲁木齐+阿勒太+36855) - (北京+太原+济南)

图16 g: 付高脊线在110°E处的纬度

X: 110°E上付高脊线高度

从上面两查看分离得比较明显。

近几年盛夏值班中，这些点联合使用效果较好，75年以来4年中共出现西路低槽27次，予报低槽影响与否准确率92%，影响迟早准确率87%，降水强度予报准确率81%。

### 参考文献

① 盛夏高原低槽若干统计

本台油印本

② 夏季东南沿海中长期予报几个问题的初步探讨

(气象通讯) 64年12期

附录：“雨型”是表达全省降水情况的编码。选全省48个站每日统计降水量 $\geq 0.4mm$ 的总站数和降水强度系数。降水强度系数是每天以 $10.0 - 29.9mm$ 的站数 $\times 3$ ， $30.0 - 49.9mm$ 站数 $\times 6$ ， $\geq 50.0mm$ 站数 $\times 10$ 然后求总和。最后以降水站数和降水强度系数联合编码。从编码看0—1无或局部小雨，2—3局部小—中雨，4—大部分中雨，7全省性大雨，8—9全省性大雨并有暴雨。

雨型编码表

站数 \ 系数	0-9	10-19	20-29	>30
$\leq 15$	0	1	3	6
15~49	1	2	4	7
50~89		2	5	8
$\geq 90$		9	9	9

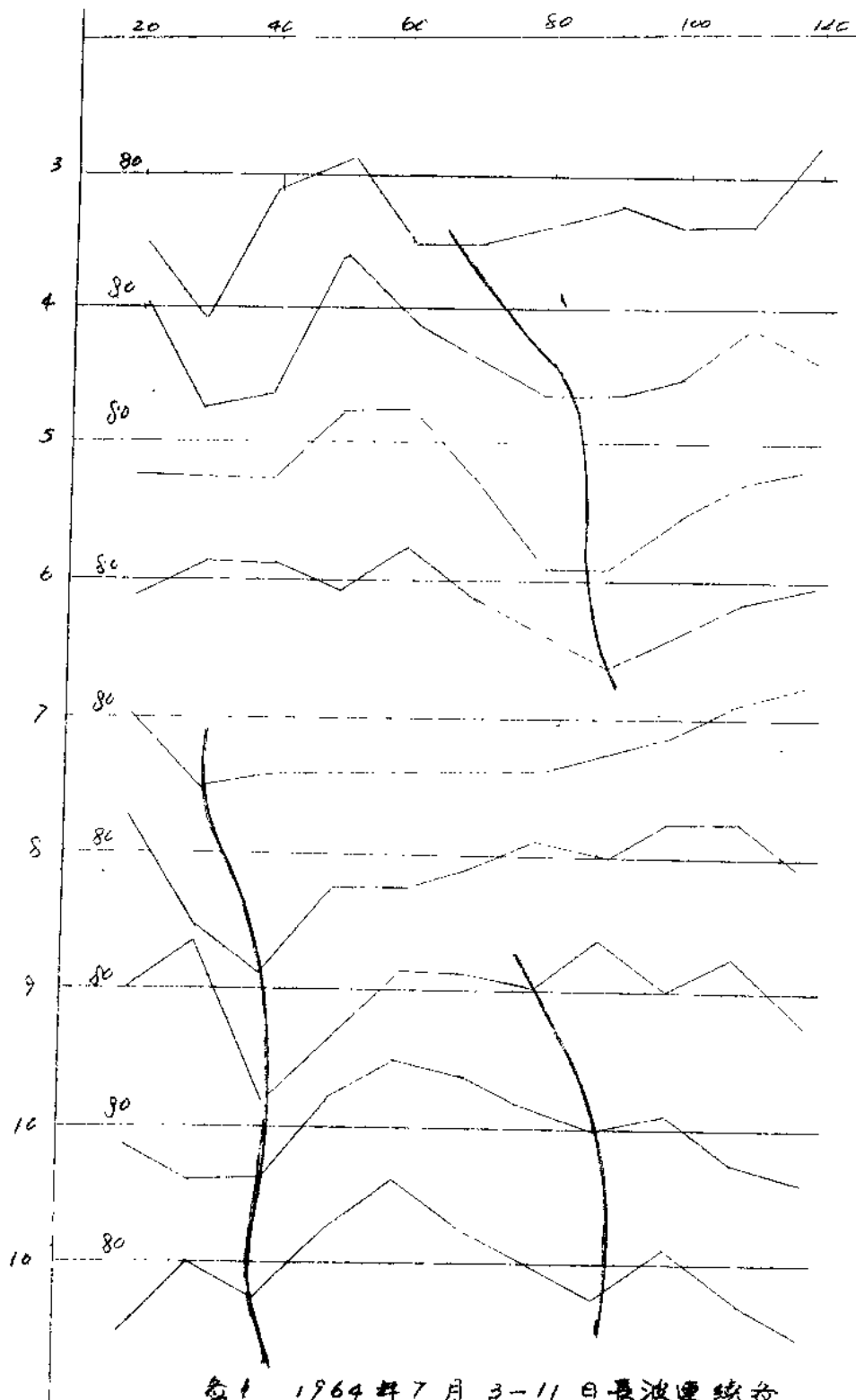


表1 1964年7月3-11日長波連続観

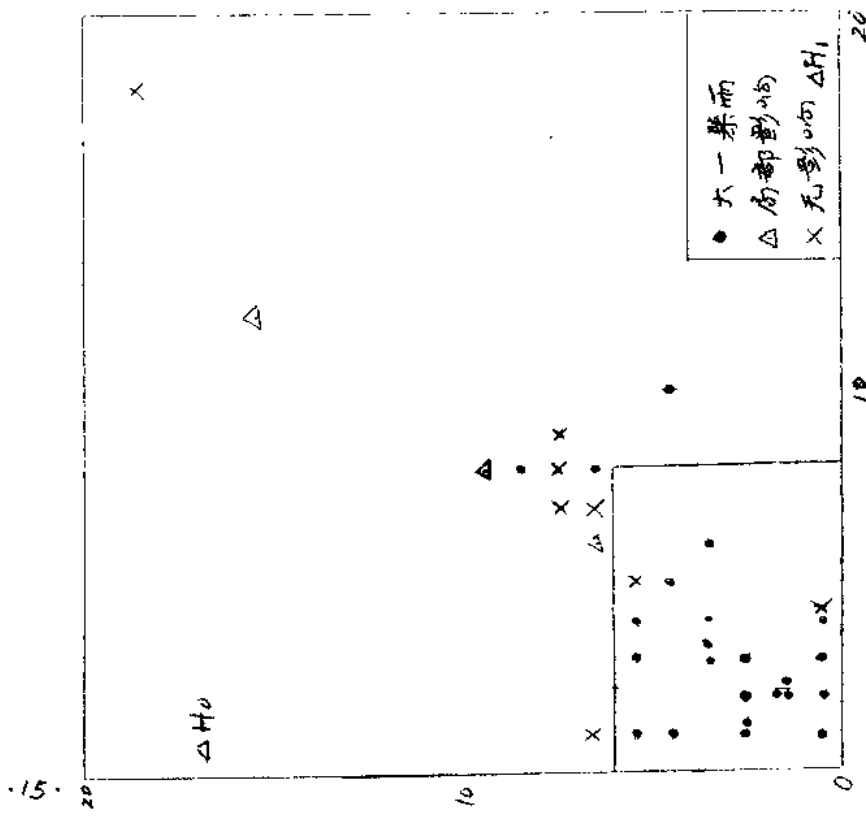


图2 Ⅰ期  $\Delta H_0$  与  $\Delta H_1$  与依槽发展关系

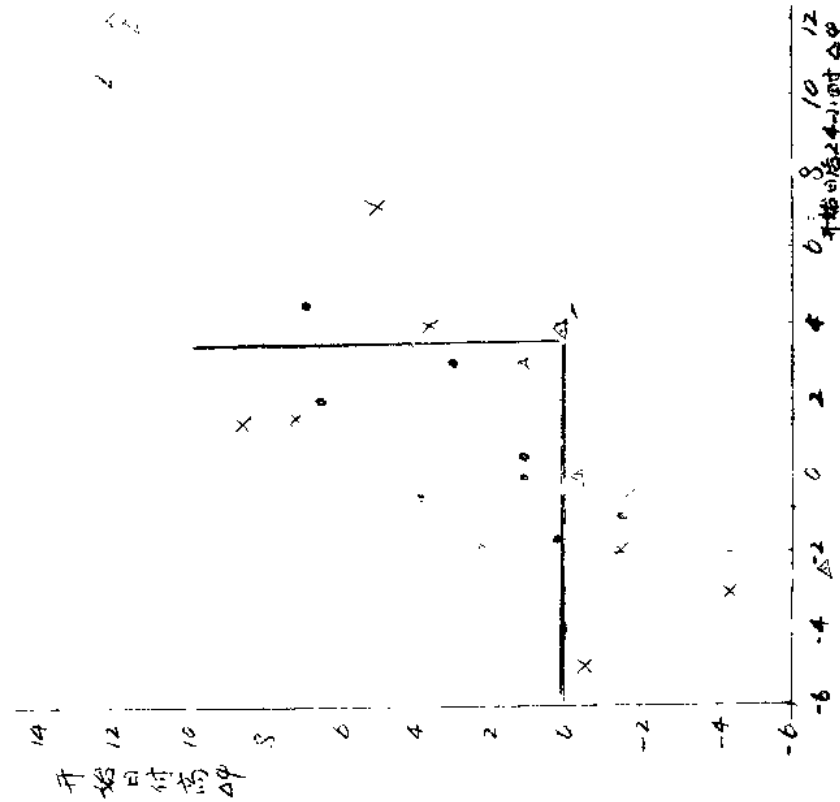
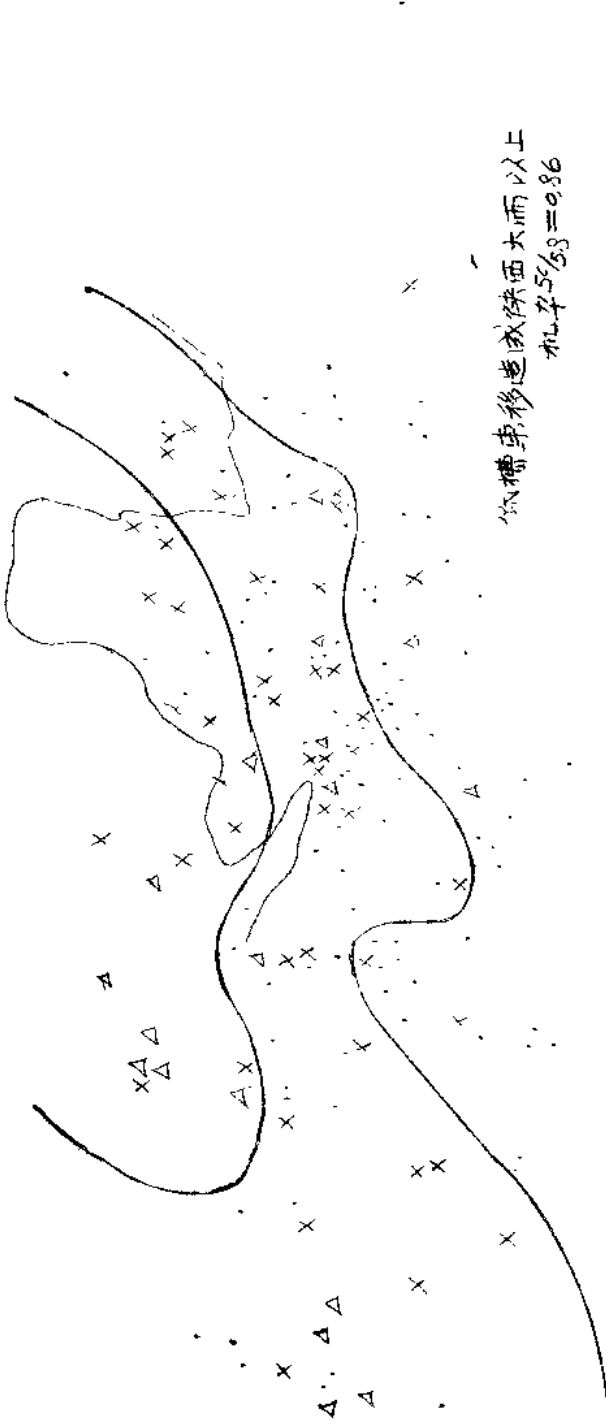


图3 Ⅱ期付高与依槽发展关系



低槽东移不降引机卒  $\Delta \frac{5}{5} = 0.80$



低槽东移造成狭西大雨以上  
机卒  $\frac{5}{5} = 0.86$

符号：  
 • 雨型 7-9  
 Δ 雨型 3-6  
 X 雨型 0-2

查 4 低槽开始后 72 小时内  
 100mb 高中心位置与 500mb  
 西路低槽影响降水情况