

专上之尻东南侧 新生低压槽的初步分析

贵州省气象科学研究所

56.45/245

青 兰 高 压 东 南 侧
新生低压槽的初步分析

天 气 气 候 研 究 室

贵 州 省 气 象 科 学 研 究 所

1 9 7 7 年 1 0 月

目 录

一、 新生槽的结构	2
1. 两个例子	2
例1. 1969年4月21~24日	2
例2. 1970年7月11~13日	10
2. 结构	13
3. 尺度	15
二、 新生槽生消的分析	17
1. 高原地形动力作用	17
2. 高原热力作用	20
3. 生消的天气条件	25

西竺高原南北宽 15 个纬距，东西长约 3000 公里，平均海拔高度 4.5 公里左右，约占整个对流层的三分之一到二分之一，地形甚为复杂。如此庞大的地形，不仅阻挡了平移的浅薄和弱小的天气系统，而且较深厚的低值系统，在越过高原时或多或少的也都有不同程度的减弱，在高原地形机械动力和热力因子综合作用下，又促进了一些天气系统在高原东产生和加强。如在贵州的锋生^[1]，西南低涡^[2]，西南热低压^[3]和 500 毫巴西竺高原东南侧出现的低压槽^[4]等，都是一些显著的例子。它们的形成及其活动规律，过去作了不少研究。

这里所说的新生槽是指 500 毫巴图上在北纬 23~30 度，东经 93~118 度范围内产生的低压槽。由偏西方移入上述区域里的低压槽叫西来槽。新生槽的流场，槽前为完整的系统的西南风，槽后为西北风，槽线通过高度场的低点。在相距 7 纬距邻近两槽并列时，前槽前为系统的完整的西南风，后槽后为完整的西北风。两槽之间的区域，常常同时受邻近前后两槽流场的影响，因此，气流有的是西西南，有的是西西北。无论出现这两种流场的那一种，都视为新生槽。但是，若低槽位置偏南，槽的北端在北纬 26 度以南，或低压槽位置偏北，其南端在北纬 27 度以北时，都未列入新生槽的分析统计。

本文使用 1961，1963，1965 年贵州省气象台天气图和 1968 年 1~6 月，1969，1970 年中央气象台历史天气图资料，对高原东南侧新生槽的结构和生消的天气条件等问题作了一些分析。

一、新生槽的结构

为了探索新生槽生消的物理过程，对1969年4月21~24日和1970年7月11、13日的两个实例作了分析。

第一 两个实例

例一 1969年4月21~24日

1、秋定的环流形势

新生槽产生前，在500毫巴图上，欧洲有一阻塞高压，从乌拉尔山到我国新疆，贝加尔湖、蒙古，中纬度气流平直，冷空气在纬度35度以北自西向东移动，一个强大的暖舌在高原形成并控制着整个高原，大气处于秋定的环流形势。

2、结构

I、大气温度场

新生槽出现前，丽江（ $26^{\circ}52'$ ， $100^{\circ}26'$ ）、威宁（ $26^{\circ}52'$ ， $104^{\circ}17'$ ）、贵阳（ $26^{\circ}30'$ ， $106^{\circ}37'$ ）、芷江（ $27^{\circ}27'$ ， $109^{\circ}38'$ ）间的大气温度水平分布是西高东低（表—1）。20日，2.5公里到3.5公里丽江比威宁高 $0.9\sim 2.7^{\circ}\text{C}$ ，比贵阳高 $4.5\sim 6.8^{\circ}\text{C}$ ，比芷江高 $5.1\sim 7.3^{\circ}\text{C}$ 。4.0公里到4.5公里大气温度水平梯度又显著减小，只有 $0.2\sim 3.6^{\circ}\text{C}$ 。5公里至11

公里，大
气温度偏
低的又明
显起来了
。威宁、
贵阳比丽
江分别偏
低了2.3
~5.8°C，
2.7~
6.0°C。

21日
从地西到
5公里，
威宁、贵
阳、芷江
比丽江大
气温度高
3.2~
0.5°C

表-1 4月20日威宁、贵阳、芷江
丽江大气温度差

比 差 高度	地名	丽江	威宁	贵阳	芷江
2.5		19.5	-2.7	-5.6	-7.3
3.0		15.8	-2.6	-6.8	-7.1
3.5		10.1	-0.9	-4.5	-5.1
4.0		5.0	-0.2	-2.9	-3.6
4.5		1.3	-1.1	-2.9	-2.1
5.0		0.0	-4.0	-5.1	-3.0
5.5		-2.0	-5.8	-6.0	-3.2
6.0		-5.9	-4.5	-5.5	-1.9
6.5		-9.9	-3.1	-4.9	-0.7
7.0		-14.0	-3.1	-4.3	+0.7
8.0		-22.1	-4.0	-2.8	+1.5
9.0		-29.8	-2.3	-2.8	+3.1
10.0		-35.3	-3.6	-2.7	+2.3
11.0		-40.1	-4.0	-5.1	-1.1

(图1)。下午，由于地西辐射增温，从地西到5公里，威宁比丽江高5.7~0.9°C。2.5~3.0公里，贵阳、芷江温度仍然偏低，3.5~5.5公里，由于下沉增温，贵阳、芷江则高1.2~5.7°C，在威宁——贵阳出现暖舌。暖舌有二层，一层在地西到3.5公里，中心在威宁附近，由于地西辐射增温，大气受热不均而形成热低压；一层在4~5.5公里，随高度向东倾斜，新生槽线形成在这层暖舌中，位置

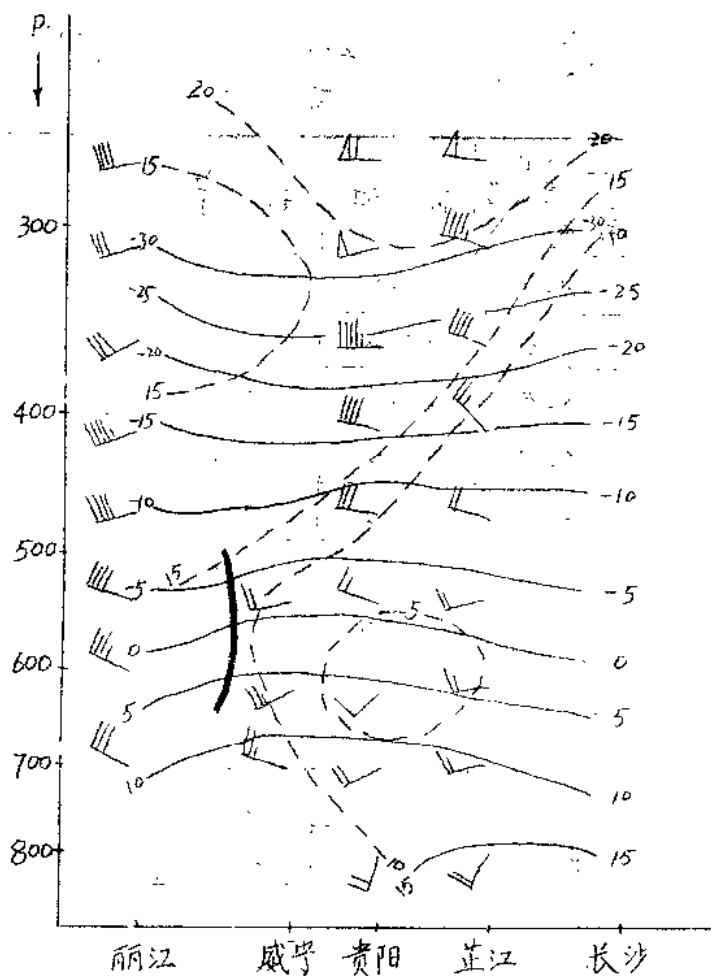


图1——1969年4月21日07时

图例：  —— 风向风速； 虚线——等风线；
细实线——等温线； 粗实线——新生槽位置。

在宜宾、威宁到昆明，处在暖舌轴线后1~2个经度。在
东经104度的暖舌一直维持到24日。这期间08时在暖舌
中连续产生3~4个低压槽（图2a、b、c、d）。20时新
生槽气旋性切变减弱消失（图2a'、b'、c'、d'），到次日08

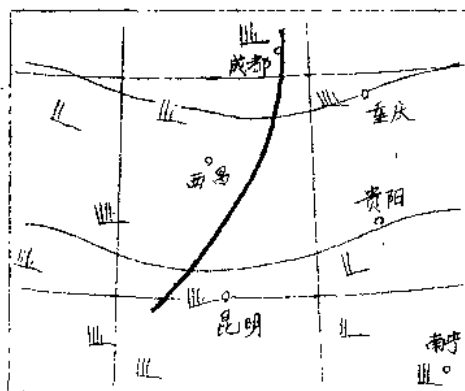


图2a 1969.4.21.08

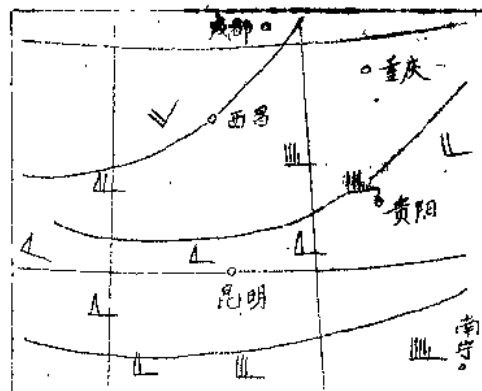


图2a' 1969.4.21.20

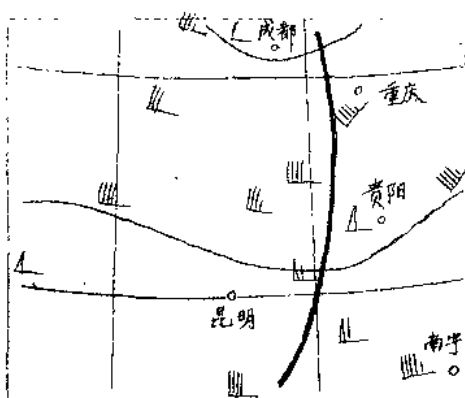


图2b 1969.4.22.08

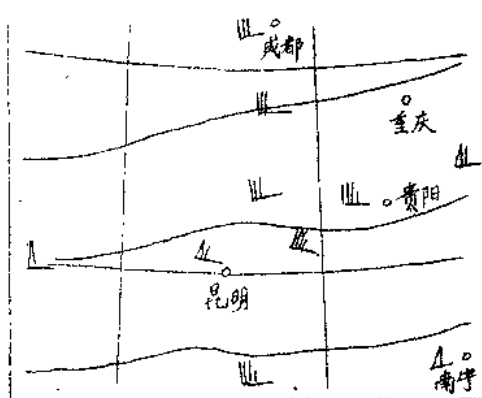


图2b' 1969.4.22.20

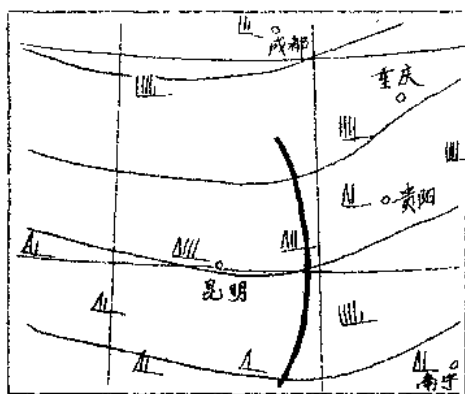


图2c 1969.4.23.08

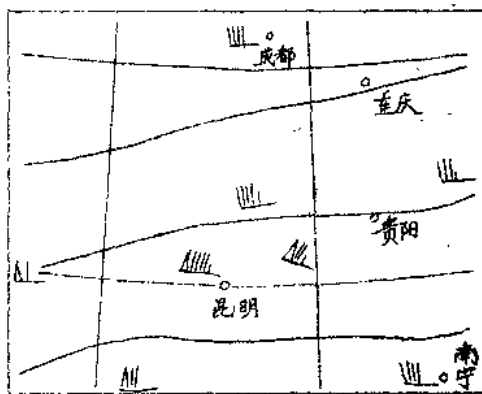


图2c' 1969.4.23.20

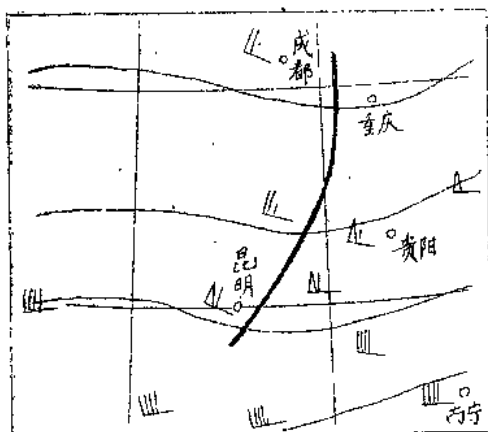


图2d 1969.4.24.08

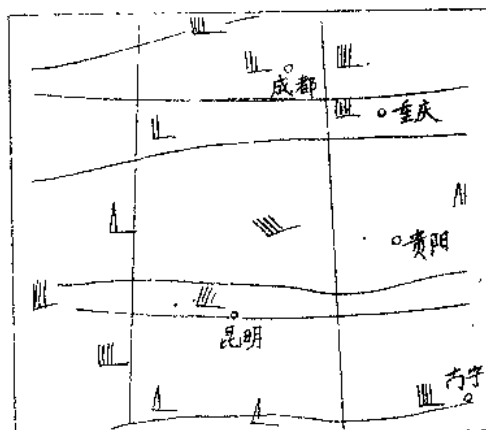


图2d' 1969.4.24.20

时，又有新的槽产生。

24日，由于地西冷空气南下，近地西层大气温度显著下降，威宁、贵阳、芷江比丽江低 $6.0 \sim 1.8^{\circ}\text{C}$ ，暖舌显著减弱，热低压填塞消失。25日，南下的冷空气使3公里以下近地西层温度继续下降，5—7公里，贵阳、威宁温度也开始下降，由原来的偏高转为偏低，暖舌消失（表-2），新生槽也就减弱消失了。

表-2 4月25日威宁、贵阳、芷江比丽江大气温度差值

高度 差值地名	丽江	威宁	贵阳	芷江
2.5	18.6	-8.5	-7.4	-7.8
3.0	14.0	-5.5	-3.6	-6.0
3.5	8.6	+1.9	-0.7	-3.1
4.0	4.0	+3.4	+1.4	+0.6
4.5	0.4	+3.0	+1.0	+0.9
5.0	-1.0	-0.2	-0.3	-0.7
5.5	-2.7	-3.1	-1.0	-1.1
6.0	-6.4	-2.8	-0.8	+1.0
6.5	-11.1	-0.4	-2.1	+2.1
7.0	-15.4	+0.1	-3.0	+2.6
8.0	-22.3	+1.2	-3.5	+2.9
9.0	-29.6	+4.1	-3.1	+4.1
10.0	-33.1	+2.8	+0.1	+1.5
11.0	-39.0	+1.8	+0.6	+1.0
12.0	-42.8	-1.5	-1.2	-1.8

II. 大 气 流 场

气旋性切变形成，新生槽产生。初生阶段新生槽气旋性切变垂直高度在4~6公里，厚2公里（图1）。4公里以下，很难分析出新生槽的气旋性切变来。强盛阶段气旋性切变可达4~10公里，厚6公里（图3）。23、24两日，在暖舌中出现的
新生槽
气旋性切变，分别在4~6公里和5~7公里，厚度显著减弱。在4.5~6.5公里间，低压槽位置偏东，这个高度层的上下各层位置偏西，出现了向东凸出的“弓”形。

在水平方向，新生槽气旋性切变影响范围，

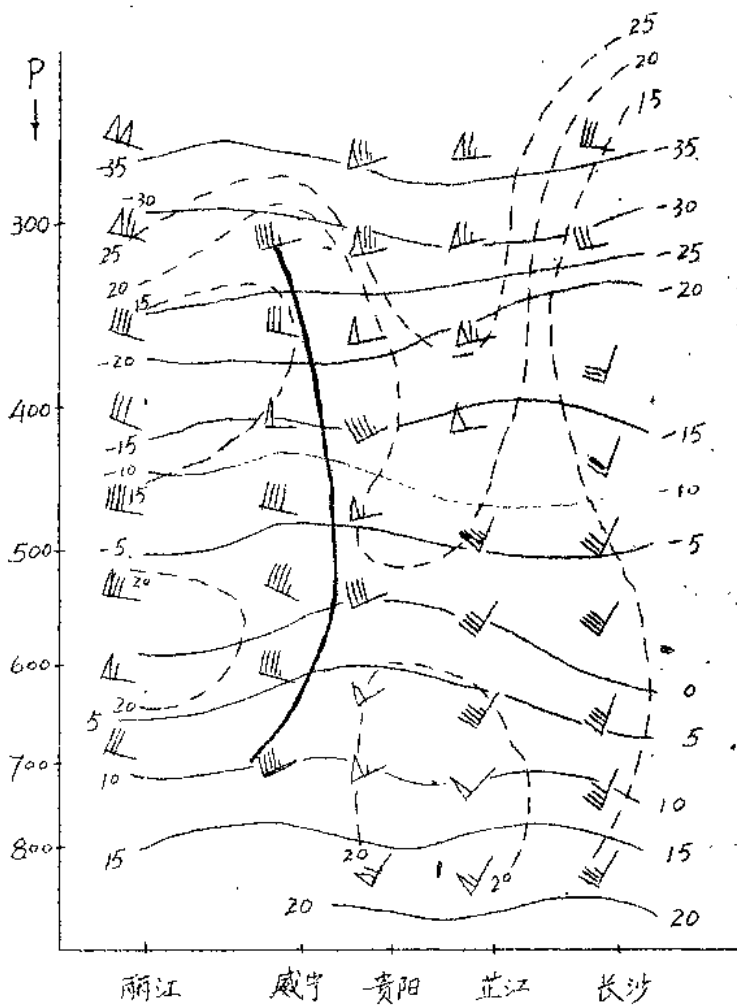


图3

1964年4月22日07时

(图例说明同图一)

初生阶段和消失阶段稍小些，其范围在低槽两侧各约5个经度（图2a、c、d），强盛阶段范围大些，一般都超过了5个经度（图2b）。南北范围在北纬22~31度内少变。

从图3还可看出，新生槽前配置有两股急流。一是在500~200毫巴，中心在新生槽上P300毫巴附近处，强度达40米秒⁻¹；一是在800~600毫巴的低空急流，达20米秒⁻¹。低槽附近是一弱的风速区，它同水平速度的辐合紧密配合。

20日高层和低层的急流尚未形成，21日咸宁、贵阳500毫巴风速明显增大，达20米秒⁻¹，低槽形成。22日，低层出现急流，风速达22米秒⁻¹，高层急流增强达30米秒⁻¹；新生槽加强。这两股急流一直维持到24日，25日急流消失。急流的产生发展同新生槽的生成是同时出现的一个物理现象，它的出现为新生槽的维持发展提供了能量。

III、散度和垂直速度

散度的计算，是使用2~9公里的实测风，每层相距1公里，网格取2.5纬距，按

$$\text{div } \vec{V} = \frac{\Delta u}{\Delta x} + \frac{\Delta v}{\Delta y} \quad \text{差分近似式计算的。}$$

垂直运动速度，使用等压面坐标系中的连续方程，对气压积分，即

$$\omega(p) = \omega(p_0) - \int_{p_0}^p \left(\frac{\partial u}{\partial x} + \frac{\partial v}{\partial y} \right)_p dp$$

在气柱平均水平速度，散度的基础上计算的。新生槽散度场、垂直速度场的分布：21日08时，新生槽下P，地

百层为一辐合区，它是由热低压辐合产生的，辐合区在800毫巴以下，热低压中心位置辐合最强。热低压消失后，这个辐合区也就不见了。热低压发展的强盛阶段，辐合区垂直厚度达760毫巴，距地约1.5公里左右，强度为 -0.4×10^{-5} 秒 $^{-1}$ 。760~600毫巴就转为辐散区，其值达 $+2.0 \times 10^{-5}$ 秒 $^{-1}$ ，如图4。再往上，

600~450毫巴又是辐合区。所以，在辐射槽温暖舌中产生的新生槽，辐合、辐散随高度往上是交替出现的。

垂直运动速度分布：新生槽的前部，从地西到300毫巴，都是上升运动区，最大强度达 -7.7×10^{-3} 毫巴秒 $^{-1}$ 。槽后为下沉运动区，最大强度达 3.8×10^{-3} 毫巴秒 $^{-1}$ 。上升运动比下沉运动强。在热低压的上空，700~600毫巴

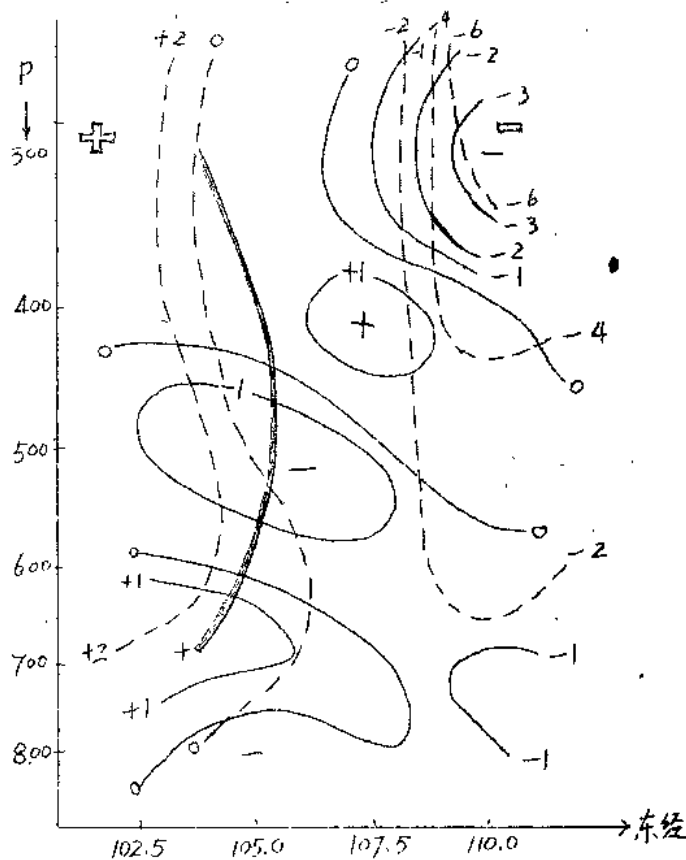


图4 1969年4月22日

27°N 垂直新生槽的剖面

虚线：垂直运动速度，单位 10^{-3} 毫巴秒 $^{-1}$ ；
 实线：水平速度散度，单位 10^{-5} 秒 $^{-1}$ ；
 粗实线：新生槽位置。

间是下沉运动，这个下沉运动同槽后下沉运动结合，由槽后伸至槽前2个经度，下层运动出现在中、低层，抑制了新生槽辐合引起的对流，因此，靠近低槽 天气缓和。

例二 1970年7月11~13日

1. 过程概述

这次暴雨过程前为两槽一脊，西槽在北纬55度，东经70°度附近，东槽在我国东北，高瓦东P至我国华南一带为一弱高压，高瓦受暖温区控制，贵州处在弱高压后P。西槽正在移近高瓦。7日从西槽中分裂出一槽从高瓦北P东移并入东北的低槽中，贵州出现中等强度的降水。9日20时、10日20时、11日08时、13日08时，四个新生槽在高瓦东南侧东经105度附近产生并东移影响贵州，造成连续大雨到暴雨。新生槽与其它降水天气系统结合，从广西北P、贵州、湖南、江西、浙江、上海等地产生宽广的暴雨带，11~14日8时暴雨中心有三个，一在贵州，二在湖南，三在苏杭地区。

2. 结 构

I. 大气温度场

青兰高瓦的暖温区纹是，8日08时在丽江附近出现暖舌，9日东移，500毫巴以上移过威宁（104°E），低层移

后生

近威宁，暖舌随高度向前倾斜。威宁温度比东部的贵阳高 $0.3 \sim 2.0^{\circ}\text{C}$ ，比丽江高 $0.8 \sim 0.2^{\circ}\text{C}$ ，暖区一直维持到10日20点，就在暖舌轴线偏后方约1个经度，于9日20时和10日20时分别产生两个新生槽，但都未发展。

11日08时，暖舌垂直变化也是随高度向东倾斜。新生槽产生在暖舌轴线稍后一点位置，在康定、西昌、昆明、河口一线，在7公里以上随高度升高向后倾，7公里以下，随高度增加向前倾，如图5。12日08时暖舌移至芷江，新

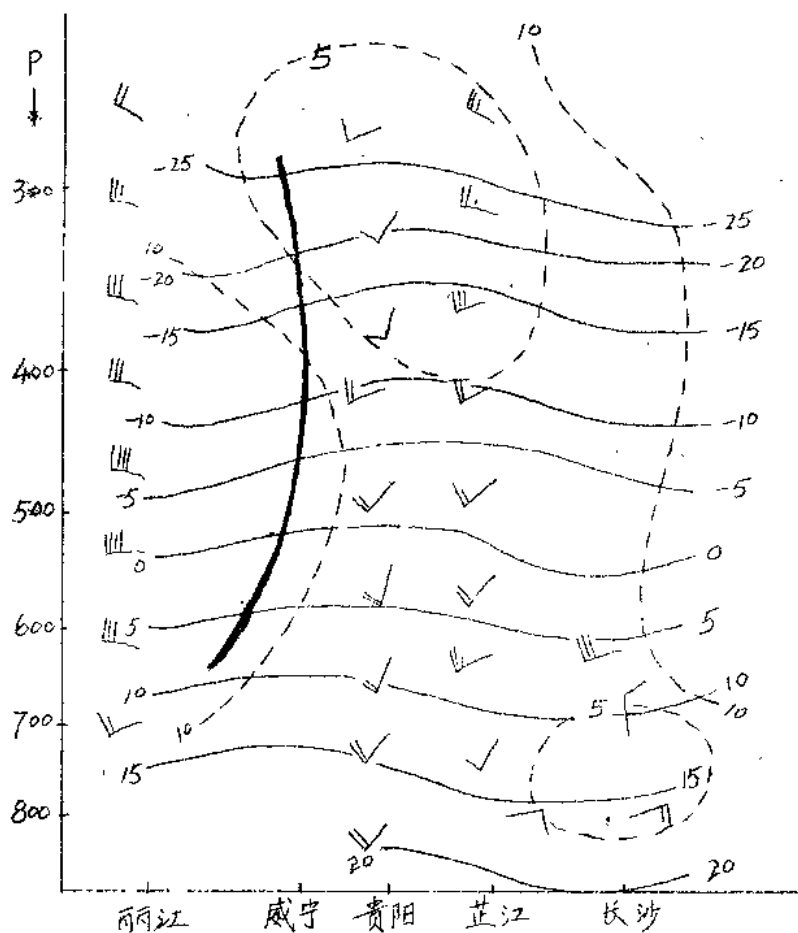


图5 · 1970年7月11日08时剖面图
(图例说明同图1)

生槽移过贵阳。13日暖舌和新生槽一起消失。

13日，西风又移来一暖舌，13日08时从丽江移至威宁，垂直剖面位置：700毫巴在丽江，500毫巴在威宁，300毫巴在贵阳，在暖舌中产生的低压槽，14日同暖舌一起东移，后来并入东北低压内，暖舌消失。

II 大 气 流 场

新生槽形成的初始阶段，气旋性切变范围水平尺度为6~8经度，长约5~7纬度，高度在5~8公里，厚3公里。发展时期，气旋性切变水平尺度宽8~10经度，长约7纬度，高4~10公里，厚6公里，如图5。这时低层700毫巴、850毫巴和地西在相应位置出现低涡、切变线和锋生，因此，降水强度大，持续时间长。过程结束时，新生槽的气旋性切变减弱，范围缩小，出现高度降至4~7公里，厚度变薄。

这个实例出现在夏季，夏季盛行东南风，因此，西风急流不如其它季节强。从图5仍然分析出两股最大风速区，一股在300~200毫巴，一股在800~600毫巴，槽区的弱风区在槽前约5个经度，较宽。槽后的最大风速区明显，比槽前偏大3~5米秒⁻¹。

III、散度和垂直速度

新生槽形成阶段，760毫巴以下低层是一弱的辐合区，往上是弱的辐散区，620毫巴到450毫巴辐合区增强，厚度加大，如图6。11日后低层辐合加强，厚度加大，新生槽前 $\bar{p}$ 辐合区从地西到400毫巴。13日后垂直低槽剖面的辐合区变成破碎的辐合、辐散交替出现区，强度减弱。14日新生

槽就逐步减弱消失。

新生槽的垂直运动，从形成阶段到发展时期，槽前都是一完整的上升运动，低层较弱，7~9公里达最强，为 -5.0×10^{-3} 毫巴秒 $^{-1}$ ，再往上又逐渐减弱。槽前的上升运动区域同强烈降水完全一致。槽后

转为下沉运动区，但是强度比上升运动弱得多。13日后，槽前槽后都转为上升运动。此后新生槽消失。

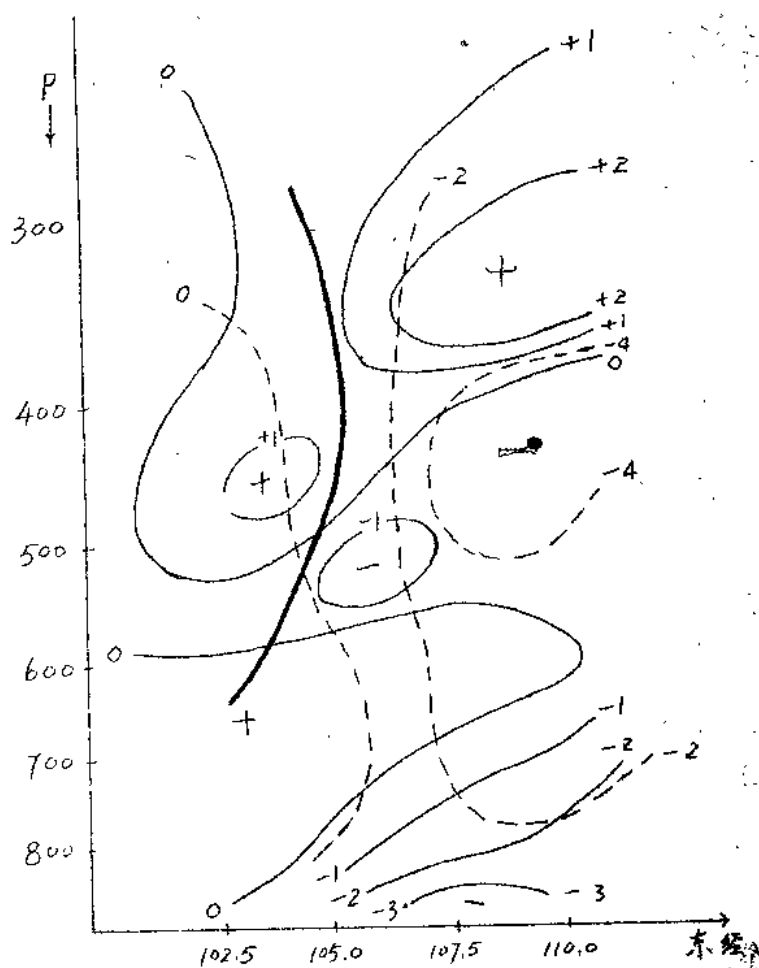


图6 1970年7月11日08时剖面图
(说明同图4)

第二 结 构

通过以上二个实例的分析，我们看到：涡度场结构对新

生槽发生发展起着重要的作用，有的暖舌从高原移来，在高原东侧加强；有的在本地产生发展；因此，新生槽获得的能量不同，所以它的结构也不同。图7绘出了新生槽的典型结构，其中实线

为等温线，断线为等风速线，点线为上升运动，粗断线为暖舌轴线，粗实线为新生槽。等温线随高度向东倾斜，并自西向东移，当暖舌轴线移至（过）威宁后，暖舌位能转为扰动位能，叠加在地形槽上，然后再转变为扰动能。就在暖

舌轴线偏后的位置形成低压槽。6公里以下，槽的垂直位置随高度向前倾斜，从6公里往上转为偏后，6公里附近像一个向东突出的“弓”。这时，如低层700毫巴，850毫巴和地百也往往有相应的低值系统发生发展，低涡、切变线和侧槽或锋生的辐合上升，气流使槽区大气温度升高，加之凝结潜热释放，促进了低槽的发展加强。此型下的降水天气，出

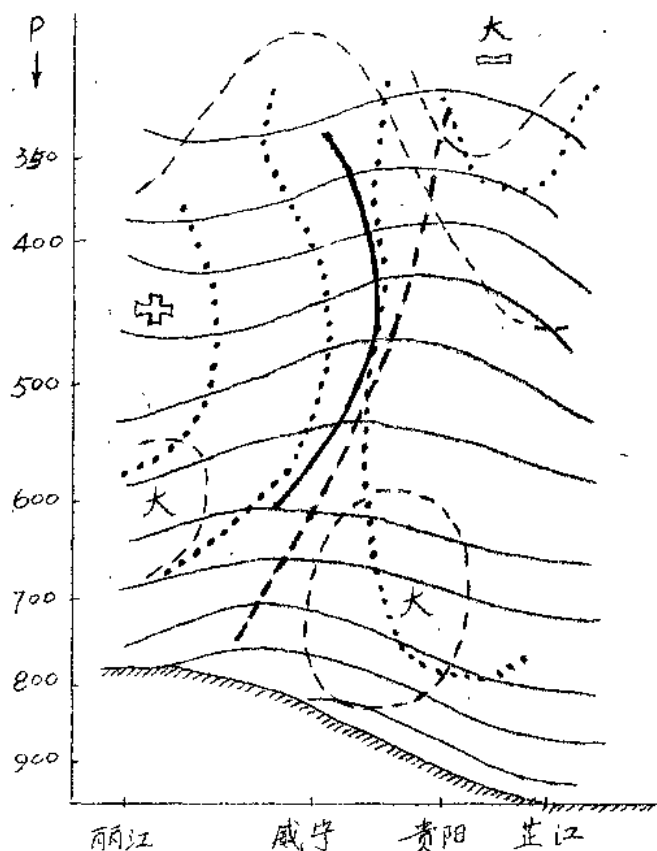


图7 新生槽简要模式