

陈祯烈 周莉蓉 郝利萍

(四川省成都市气象局, 610041)

## 提 要

介绍了“结构预测法”在区域性暴雨预报中的应用,特别是在2001年9月20日成都暴雨的预报中,V-3 $\theta$ 图的应用为暴雨的发生和落区提供了可靠的依据。

关键词: 暴雨 V-3 $\theta$ 图 结构预测 超低温

## 引 言

溃变理论——“结构预测法”是针对转折性灾害性天气预报较为有效的一种新预报方法<sup>[1]</sup>。主要工具是V-3 $\theta$ 图和溃变图。2001年9月20日发生在四川的区域暴雨、大暴雨过程发生时间晚,天气图的近期或前期均为阴雨天气的流场形势。显然在这种形势下,如何预报未来发生区域性大暴雨是有很大难度的,何况区域性暴雨预报,历来是天气预报的难题。成都市气象台能及时准确的预报出“9.20”区域暴雨、大暴雨过程,“结构预测法”起了非常重要的作用。通过两个汛期的实际运用和检验,溃变理论——“结构预测法”已基本成为成都市气象台预报强对流天气和暴雨天气的重要预报工具。

## 1 天气概况

2001年9月19~20日,成都市发生了一场突发性区域性大暴雨天气过程,发生时间之晚在历史上实属少见。都江堰、郫县、金堂县日降雨量普遍都在100mm以上,都江堰市最大降雨量达到140mm,彭州市和新都县总降雨量达到50mm以上,彭州市山区最大雨量突破300mm。由于内外涝夹击,致使金堂县出现1949年以来第二大洪峰。

## 2 结构预测方法的特点

溃变原理——结构分析方法原理是来自演化的转折性<sup>[1]</sup>和流体的涡旋转换<sup>[2]</sup>;采用的是图像结构分析,并为结构机制的确定性方法;方法的核心在于充分利用涡旋演化中的非均匀或不连续的直接观测的结构信息和

旋转方向的变化,来预测天气演化的转折性变化。图像结构对非均匀信息不需假定和连续光滑性处理,能较客观地体现涡动效应下涡旋流型的转换和根据结构信息的非均匀程度与信息精度测算灾害或雨量的程度,不是稳定性或平稳序列假定的数量计算。其中使用了探空资料的特性层资料,信息比常规天气图多达三倍。并突出了非规则性,是以涡动的旋矢性、非均匀不连续性、超低温和反序构所构成的结构分析预测体系。旋矢性是涡旋结构旋转方向的首要特征,是流体演化转折性变化预测的关键,并源于物质结构的非均匀性。旋矢性体现在V-3 $\theta$ 图。V-3 $\theta$ 图是用探空资料作出的垂直方向的两维图,用的是P-T坐标,P轴上单位为hPa,T轴上单位为绝对温度K。V表示探空垂直方向上实测风的风矢、风速资料。3 $\theta$ 为 $\theta$ 、 $\theta_{\text{sed}}$ 和 $\theta^*$ , $\theta$ 是位温, $\theta_{\text{sed}}$ 是以露点温度计算的假相当位温, $\theta^*$ 是假定饱和状态下的位温。对于垂直方向实测风构成的涡旋,按旋矢性引入滚流方向概念。滚流即垂直方向上的涡旋流,相当于传统中的水平涡度。滚流可促使非一致的分散涡流构成对流层内整体的自循环体系。滚流形式可分为两类,即顺时针和逆时针两种。顺滚流为好天气转坏天气的标志,逆滚流为坏天气转好天气的标志。非均匀不连续性是次涡旋发生、发展的征兆,灾害性天气均发生在次涡旋中。正确使用非均匀结构信息是该方法预测的特点。非均匀在V-3 $\theta$ 图表现为 $\theta$ 、 $\theta_{\text{sed}}$ 、 $\theta^*$ 向左的折角或垂直于T

轴,即 $3\theta$ 值随 $P$ 的减小或不变,气层处于非均匀结构,相当于气层的不稳定。反之则为均匀结构,相当于稳定气层。超低温是大气结构的重要信息,是对流层顶平流层底附近 $\theta$ 随 $P$ 的减少变率陡然改变的现象,这种现象的重要意义在于出现于灾害性天气前,并决定灾害性质;用有、无超低温现象能有效的预测强对流天气。反序构是相对于传统的以压、温、湿、风为信息序,并以气压(高度)场为核心的分析方法提出的,本方法改为风向、风速、湿、温、压为信息序,以风向为核心,以滚流方向体现不连续信息,而称为反序构信息并具有超前性,故有实际预报意义。在具体业务使用中,以溃变软件中的溃变图和 $V-3\theta$ 图作为图像的结构信息。然后配合非均匀信息的结构特征,即能区别各类灾害性天气的结构机制,比常规天气图具有信息的细致性和灾害的可识别性特点,并易于预报员掌握。

### 3 $V-3\theta$ 图在区域暴雨预报中的应用

在暴雨、大暴雨天气预测中 $V-3\theta$ 图的结构特征是:首先对流层为具有整体性的顺滚流; $\theta$ 线呈整体性向左弯曲或中低空多曲折式向左突出; $\theta_{sed}$ 与 $\theta^*$ 曲线准平行形式准垂直于 $T$ 轴, $\theta^* - \theta_{sed}$ 在 $10 \sim 8K$ 。一般暴雨对流层顶附近没有超低温或有弱的超低温,大暴雨有强的超低温;一般暴雨的暖湿气层可达 $500hPa$ ,大暴雨要达 $400hPa$ 以上;一般暴雨发生地东侧的反气旋高度可达 $500hPa$ ,大暴雨发生地的东侧 $5 \sim 10$ 经距内的测站,其风矢的垂直结构为逆滚流或无滚流,厚度可达 $500 \sim 400hPa$ ;最后配合预报台站南侧、东侧测站的 $V-3\theta$ 水汽输送情况,可提前做出暴雨预报。

对于2001年成都市的“9.20”区域暴雨天气过程,如图1:9月17日08时 $V-3\theta$ 图上 $\theta_{sed}$ 与 $\theta^*$ 准平行但不垂直于 $T$ 轴,低层 $\theta_{sed}$ 与 $\theta^*$ 线与 $T$ 轴呈锐角; $\theta$ 线无整体性向左弯曲或中底空多曲折式向左倾斜现象, $850hPa$ 以下 $\theta^* - \theta_{sed}$ 在 $10 \sim 8K$ ,该日的 $V-3\theta$ 图的结构未出现预报暴雨的结构特征。到9月18日08时的图上(如图2):成都站 $V-3\theta$ 图上, $\theta$ 线在 $500hPa$ 、 $300hPa$ 附近出现明显的折角;近地层到 $850hPa$ 为偏东风,高层为西南风,已构成顺时针滚流; $\theta_{sed}$ 与 $\theta^*$ 为准平

行,且与 $T$ 轴准垂直,低层 $\theta_{sed}$ 、 $\theta^*$ 线与 $T$ 轴呈钝角;已出现预报暴雨的结构特征。高层 $150hPa$ 开始出现北风,有助于加强顺滚流的对流, $200hPa$ 附近超低温加强(比17日08时变陡)。所有这些信息都提示未来成都市将有一次明显的降雨天气过程。我们加强了对此次过程的跟踪监视,果然至20时,成都站的 $V-3\theta$ 图上已出现明显的暴雨结构特征:即整层顺滚流更加清楚,高层的西北风已相当明显, $\theta_{sed}$ 与 $\theta^*$ 已准平行准垂直于 $T$ 轴, $\theta$ 线在近地层和 $600hPa$ 附近有折角, $200hPa$ 附近还有弱的超低温,湿层到了 $400hPa$ (如图3),本地的“造雨”机制已非常充分。再分析成都以南的测站,腾冲、丽江直至西昌都有非常充足的水汽输送,成都以东的测站宜昌、武汉风矢均有逆滚流,即相当于

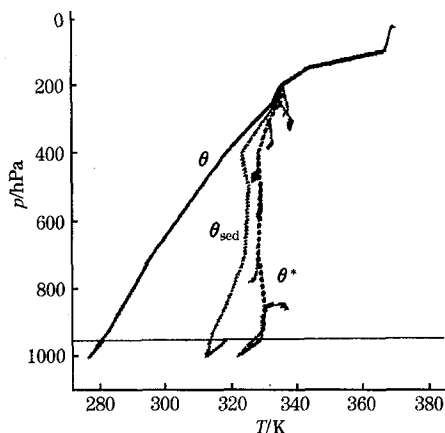


图1 2001年9月17日08时 $V-3\theta$ 图

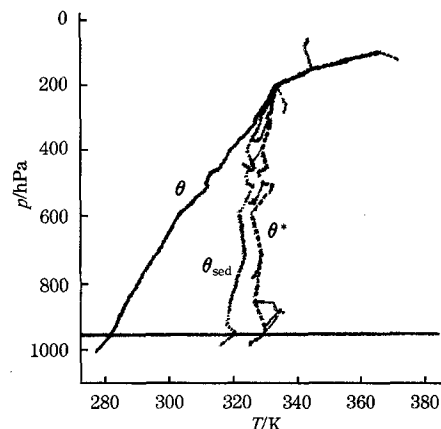


图2 2001年9月18日08时 $V-3\theta$ 图

有明显的高压阻塞,但逆滚流先于高压出现,又可预测高压稳定。至此我们预报成都未来36小时内将有暴雨天气过程。由于V-3θ图上的各项指标均具有超前性,由此可判定该暴雨天气将在12小时以后才会出现,实况与之非常吻合。至19日08时暴雨结构特征仍然明显,如图4。当时在我们的上游绵阳地区出现了暴雨、大暴雨天气。由19日08时暴雨结构特征判断暴雨天气维持,并对成都市产生影响。至20日08时,成都V-3θ图上 $\theta_{sed}$ 与 $\theta$ 已靠近,并与T轴成锐角50°,虽仍有弱的顺滚流,但大的降水趋于结束,实况也是如此。

在水平方向上,18日08时成都以西的红原、甘孜的V-3θ图上可看出已有风场的整层顺滚流,且甘孜、红原与成都之间在400~500hPa有明显的冷暖空气相互作用带,而成都与武都及与达县之间无明显的气流辐合带,因此可判断此次区域暴雨的最大降水区

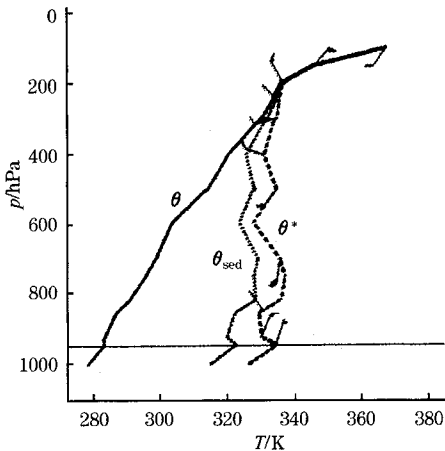


图3 2001年9月18日20时V-3θ图

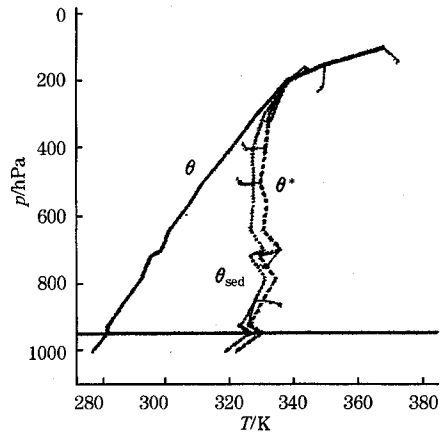


图4 2001年9月19日08时V-3θ图  
应在成都的北面,与实况中此次降水的最大降水区域在北面的都江堰、彭州、郫县、金堂相吻合。

#### 4 小结

在本地满足暴雨结构特征的前提下,从成都V-3θ图高层偏北风层的增加,近低层 $\theta$ 线左拐和东北风的出现可作为暴雨预报的起报日。

V-3θ图结构分析方法对暴雨的落区预报正在实验过程中,但已显示了该方法对灾害天气有较明确的识别性和可应用性。随着对溃变原理的不断认识及实践运用,成都气象台对暴雨等灾害性天气的预测能力将有更大的提高,近两年来,使用该方法已经较准确地预测了成都地区的大风、高温和暴雨天气,已不仅限于暴雨过程。

#### 参考文献

- 1 S C OuYan, et al. The discontinuity problem and Chos of Lorenz model. Kybernetes, 1998, 27(6/7): 621—635.
- 2 欧阳首承. 天气演化与结构预测. 北京: 气象出版社, 1998.

## Application of V-3θ Diagram to Regional Heavy Rainfall Prediction

Chen Zhenlie Zhou Lirong Hao Liping

(Chengdu Meteorological Bureau, Sichuan Province 610041)

#### Abstract

The structural prediction method is introduced to the heavy rainfall forecast. The forecast of the heavy rainfall on 20 September 2001 in Chengdu City shows that the V-3θ chart provides a reliable forecast method.

**Key Words:** heavy rainfall V-3θ chart structural prediction super low temperature