

# 天气预报技术文集 (2007)

中国气象局预测减灾司 编

气象出版社

# 天气预报技术文集

(2007)

中国气象局预测减灾司 编

气象出版社

## 内容简介

本书收录了2007年在江西召开的“2006年全国重大天气过程总结和预报技术经验交流会”上交流的文章60余篇,内容涉及热带气旋、暴雨、强对流天气分析和总结、预报技术方法及其他灾害性天气等几个方面。本书可供气象、水文、水利、航空气象等部门从事天气预报的科技人员和相关院校及科研院所的专业人员参考。

## 图书在版编目(CIP)数据

天气预报技术文集. 2007/中国气象局预测减灾司编.  
—北京:气象出版社,2007.10  
ISBN 978-7-5029-4393-6

I. 天… II. 中… III. 天气预报-文集 IV. P45-53

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2007)第 164374 号

出版者:气象出版社  
网 址:<http://cmp.cma.gov.cn>

E-mail:qxchs@263.net

责任编辑:张锐锐 俞卫平

封面设计:王 伟

责任技编:都 平

印刷者:北京奥鑫印刷厂

发行者:气象出版社

开 本:787×1092 1/16 印 张:21 字 数:538 千字

版 次:2007 年 10 月第一版 2007 年 10 月第一次印刷

印 数:1~1000

定 价:60.00 元

地 址:北京市海淀区中关村南大街 46 号

邮 编:100081

总编室:010-68407112

发行部:010-68409198

终 审:汪勤模

## 编者的话

2007年3月20—22日,中国气象局预测减灾司和国家气象中心在江西省南昌组织召开了“2006年全国重大天气过程总结和预报技术经验交流会”。此次会议文章在各基层单位进行了严格组织筛选,最终收到来自各省(市、自治区)、民航、高校等气象部门40余家单位190篇论文和技术报告。会议交流论文72篇,其中,暴雨及其他灾害类论文23篇,热带气旋和强对流天气分析和总结类论文27篇,预报技术方法研究类论文22篇。经过与会专家的认真审定,从中选取60余篇以全文或摘要形式汇编成文集。

由于水平有限,难免疏漏,请读者指正并提出宝贵意见。

预测减灾司

2007年10月

# 目 录

编者的话

## 第一部分 热带气旋、暴雨

- “06.6.13”贵州望谟大暴雨分析 ..... 李登文 杨 静 乔 琪(1)
- 湖北省两次雨雪过程的对比分析 ..... 王晓玲 徐双柱(5)
- 2006年7月初影响四川的大暴雨个例分析 ..... 屠妮妮 陈 静 何光碧(10)
- 基于GBVTD反演方法探询超强台风“桑美”的中尺度环流特征 ..... 赵 放 冀春晓(16)
- 热带气旋路径集合预报试验(摘要) ..... 王晨稀 梁旭东(24)
- 0505号台风“海棠”奇异路径的成因分析 ..... 顾 华 毕宝贵 高拴柱(25)
- 2006年8月海河流域暴雨过程的成因分析 ..... 何群英 陈 涛(32)
- 气旋冷暖区暴雨对比分析 ..... 孙兴池 王业宏 迟竹萍(38)
- 一次副高南侧暴雨的特征分析 ..... 张国华 傅昺珊 裴宇杰等(44)
- 7月9日夜北京地区局地暴雨天气过程分析 ..... 吴宏议(49)
- 陕西初夏一次突发性暴雨过程的预报偏差分析 ..... 侯建忠 梁生俊(53)
- 江苏西部一次大暴雨过程的中尺度分析 ..... 胡玉玲 谢义明 汪焯娟等(58)
- 异常环流形势下解除2006年四川历史罕见伏旱高温气象灾害的暴雨过程成因剖析 .....  
..... 顾清源 肖递祥 武友初(63)
- “7.14”宁夏致洪大暴雨 MM5 数值分析 ..... 纪晓玲 胡文东 刘建军等(70)
- $\alpha$  中东风切变线引发的一场特大暴雨成因分析 ..... 罗 楠 王 军 靖春悦等(74)
- “6.18”永定短时大暴雨雷达回波特征分析 ..... 冯晋勤 邱贻东 王新强(79)
- 黑龙江省2006年7月8—10日暴雨过程分析 ..... 曹殿斌 钟幼军 吴 英(83)
- “6.25”邵阳大暴雨天气过程诊断分析 ..... 吕校华 彭双姿 刘前初等(88)
- 上海浦东地区雷暴日的多尺度时频特征分析 ..... 陈 敏 施 红 陈丽君(92)
- 台风“珍珠”、“派比安”、“象神”路径特征对比分析 ..... 陈 见 高安宁 何冬燕等(98)
- 引发湘南特大暴雨的强热带风暴“碧利斯”过程分析 ..... 张果军 戴 宇 肖 勇(102)
- “碧利斯”造成的持续性强降水卫星资料分析 ..... 李 云 刘年庆(106)
- 0604号强热带风暴“碧利斯”造成华南持续大暴雨成因分析 ..... 尹 洁 王 欢(111)
- 0620号超强台风“西马伦”特征分析 ..... 郑 艳 冯 文 许向春(116)

## 第二部分 强对流天气分析预报

- 多普勒雷达资料同化对山东“4.28”飑线过程的数值模拟 ..... 盛春岩 杨晓霞(120)
- 北京地区夏季雷暴大风天气的分析与应用 ..... 王 科 张庆红 梁爱民等(125)
- 北京地区一次大范围雷暴大风分析 ..... 廖晓农 俞小鼎 陈大任(130)

|                                  |                   |
|----------------------------------|-------------------|
| 一次典型超级单体风暴的多普勒天气雷达产品分析 .....     | 应冬梅 许爱华(134)      |
| 孟加拉湾风暴 MALA 结构及对云南强降水的影响 .....   | 金少华 蔡爱萍 李桂华(139)  |
| 一次复杂强对流天气过程分析 .....              | 杜惠良 胡 波 杨诗芳(144)  |
| 北方一次 MCC 暴雨天气的新一代天气雷达探测与分析 ..... | 孙永刚 孟雪峰 宋桂英等(148) |
| 同一天气背景下两个雹暴系统的对比分析 .....         | 张培发 曾 晖 杨建玲等(152) |
| 多普勒雷达分析 3.22 飑线 .....            | 贺汉清(156)          |
| 用热成风螺旋度预报黄土高原北部强对流灾害天气 .....     | 胡润山(160)          |
| 盛夏连阴雨中的局地强降水的雷达回波特征 .....        | 党红梅 石明生(164)      |
| 一次龙卷过程雷达回波特征分析 .....             | 裴道好 王星之 陈 军等(168) |
| 2005 年两次不同类型的强对流天气对比分析 .....     | 王东勇 郑媛媛 邱学兴等(173) |

### 第三部分 预报技术

|                                  |                   |
|----------------------------------|-------------------|
| 地面资料在侦测暴雨天气过程中的应用 .....          | 冯 新(178)          |
| 修正城市下垫面类型对上海地区数值天气预报的影响 .....    | 杨玉华 马雷鸣 周广强等(185) |
| AMSU 微波卫星资料在热带气旋和强对流监测中的应用 ..... | 方 翔 邱 红 刘年庆(190)  |
| 2005 年 6、7 月环流结构分析 .....         | 桂海林 王秀文(195)      |
| 黄河中游一次 MCC 的环境流场及动力分析 .....      | 井 喜 井 宇 李明娟等(200) |
| 多种遥感资料对强降水水汽输送的融合分析研究 .....      | 黄宁立 邵玲玲(204)      |
| 宁夏 7—8 月暴雨发生次数与北太平洋海温的相关分析 ..... | 丁永红 王 文 陈晓光等(209) |
| SVM 方法预报降水的因子物理意义分析 .....        | 熊秋芬 高 杰 刘还珠等(213) |
| 重庆市区雾的特征分析及预报方法研究 .....          | 马学款 蔡芴宁 杨贵名(218)  |
| 降水形成机制的微物理模型及其检验 .....           | 叶更新 黄敬玉 江 虹(226)  |
| 加密自动站及多普勒雷达在强降水临近预警中的应用 .....    | 孙素丽 徐 静(230)      |
| 近 46 年辽宁省降水集中程度研究 .....          | 戴廷仁 陆忠艳(233)      |
| 吉林省重大暴雨过程评估方法研究 .....            | 袁祝香(238)          |
| 宜昌雷暴气候特征及初夏雷暴潜势预报方法研究 .....      | 付晓辉 熊传辉 姜玉印等(242) |
| 青海省东部农业区汛期大到暴雨落区及落点预报方法 .....    | 巨克英 李有宏 张青梅(246)  |

### 第四部分 其他灾害性天气

|                                |                   |
|--------------------------------|-------------------|
| 乌鲁木齐机场东南大风气象要素及水平风切变特征分析 ..... | 张利平 王春红(252)      |
| 延吉市 CO 中毒事件成因及气象条件影响分析 .....   | 谢静芳 李 磊 刘海峰等(257) |
| 北京地区一次冬季平流雾过程数值模拟分析 .....      | 梁爱民 张庆红 刘开宇等(260) |
| 长春市雷雨大风的影响系统及环境场特征分析 .....     | 杨雪艳 张 璞 崔显成(265)  |
| 灾害性大风过程的多普勒雷达速度场分析 .....       | 王 珏 张家国 王佑兵(269)  |

|                                   |                         |
|-----------------------------------|-------------------------|
| 新疆库尔勒—尉犁地区一次冰雹天气过程分析 .....        | 巴哈尔古丽 李海燕 李桂青(273)      |
| 渤海湾海风锋雷达回波特征分析 .....              | 王 彦 李胜山 郭 立等(277)       |
| 一次中尺度对流系统地闪活动与雷达资料相关性的定量分析 .....  | ..... 易笑园 张义军 李培彦等(283) |
| 浙江中南部台风暴潮特征及灾害评估 .....            | 施素芬 王敏俊(288)            |
| 2006 年汛期 VIC 水文模型模拟结果分析(摘要) ..... | 林 建 谢正辉 陈 锋等(293)       |
| 石家庄高温闷热天气预报方法及业务系统 .....          | 连志鸾(294)                |
| VIL 在地面灾害性大风中的应用与临近预报 .....       | 东高红 吴 涛(299)            |
| 2006 年重庆特大高温伏旱成因分析 .....          | 刘 毅 刘 德 黎中菊等(304)       |
| 北方降雪天气的多普勒雷达气候学特征 .....           | 石慕真 张礼宝 李铁民等(309)       |
| 飚线的传播与发展及其引发地面强风过程的分析 .....       | 吴海英 裴海瑛 沈树勤等(314)       |
| 夏季影响甘肃的特强沙尘暴分析研究 .....            | 王锡稳 黄玉霞 刘治国等(319)       |
| 热带气旋外围影响下的深圳市高温预报方法研究 .....       | 江 峯 曹春燕 李 程等(323)       |

# 第一部分 热带气旋、暴雨

## “06. 6. 13”贵州望谟大暴雨分析

李登文 杨 静 乔 琪

(贵州省气象台, 贵阳 550002)

### 提 要

本文利用观测资料、FY-2C 卫星云图、NCEP 再分析资料以及多普勒雷达的实时监测资料, 对 2006 年 6 月 13 日发生在贵州西南部黔西南自治州望谟县的突发大暴雨天气进行了研究。结果表明, 望谟县的短时强降水是受河套冷空气快速南下, 致使贵州中部的辐合线南压至西南部地区锋生, 诱发  $\beta$  中尺度云团的生成与强烈发展所引起的。

**关键词:** 突发性 大暴雨 诊断分析 中尺度对流系统

### 1 过程概况和灾情

2006 年 6 月 12 日 22 时至 13 日 02 时, 贵州省黔西南自治州望谟县除东南部外大部分地区遭受短时强降水袭击, 同时诱发山洪、崩塌、滑坡、泥石流等地质灾害, 造成全县房屋被毁, 多处灌渠冲断, 人员伤亡重大(死亡 30 人, 失踪 20 余人, 不同程度受伤 206 人), 特别是望谟县油迈乡由于洪水沿程叠加, 洪水峰高量大, 涨洪历时短、破坏性强, 导致重大人员伤亡(仅死亡就达 24 人)。

根据望谟县气象站资料, 望谟县城从 21 时 10 分开始降水, 之后雨量逐渐加大, 降水主要集中在 12 日 22 时至 13 日 02 时, 累积降水 196.7 mm, 最大雨强为 72.6 mm/h, 3 h 最大平均雨强为 57.3 mm/h。

### 2 突发大暴雨的影响系统分析

6 月 12 日 08 时, 500 hPa 位于成都—宜宾—六盘水—昆明的高空槽到 20 时北段快速东移, 但是南段几乎不动, 并且在丽江附近形成一浅槽, 该浅槽快速东移与前面的槽合并, 13 日已经东移到本省东部; 700 hPa 08 时贵州主要为西南气流控制, 20 时在云南北部生成一低涡, 受 500 hPa 浅槽影响, 逐步分离减弱, 到 13 日 08 时, 云南北部的低涡减弱, 但分离的槽一直影响着贵州西南部; 850 hPa 08 时本省中部以西地区为气旋控制, 20 时受从西北路径南下的冷空气影响, 在贵州南部形成切变线, 湖南以东为高压环流控制, 该高压环流阻挡了降

水系统的东移,从风场变化可以明显发现,12日20时,百色、河池为南风(静止锋南侧),桂林、怀化为南风(高压环流东侧),13日08时,百色、河池、桂林、怀化转为西南风,说明此时影响系统已经东移。

### 3 中尺度对流系统的发生、发展分析

望谟这次短时强降雨是由中尺度对流云团所造成的。我们利用FY-2C的红外云图TBB资料及地面逐时降水资料对这场暴雨过程的中尺度对流云团进行跟踪分析。从暴雨前后逐时的卫星云图TBB的演变来看,产生暴雨的云团具有 $\beta$ 中尺度对流系统MCS的特征。12日18时贵州南部有两个 $\beta$ 中尺度的云团生成,19时两个云团发展加强,同时又生成两个 $\beta$ 中尺度的云团,20时这些对流小云团继续加强,开始合并,到22时加强合并为一个椭圆状的深对流系统。22时望谟雨强加大,22—23时1h降水达54.8mm,00时云团更加密实,深对流系统继续发展,云区呈圆形,系统在原地停留了1h。从12日23时到13日01时望谟2h的降水量达118.1mm。13日02时开始云团面积开始缩小并南压,圆形状维持,但云团的边缘开始松散,随着强对流云团的东移,望谟县的降水开始减弱。

### 4 中尺度暴雨系统的诊断分析

#### 4.1 动力场分析

通过对106°E的垂直剖面图(图略)分析,12日20时开始贵州南部上空有一支辐合上升气流正在发展,到13日02时辐合上升区和水汽通量散度辐合区都从700hPa发展到500hPa,正涡度柱升到500hPa。水汽通量辐合区、散度辐合区、正涡度柱向北倾斜,呈明显的斜压结构。强降水区上空辐合强中心位于850hPa附近,对流层中层600~500hPa为一辐散中心,表明该区域上空存在一支低空辐合、高空辐散的不稳定气流。大气的斜压性使中尺度对流系统得到发展和加强。从水汽通量散度的垂直分布来看,暴雨区上空水汽的辐合积累主要来自对流层低层和边界层,最大辐合层位于900~850hPa,这可能与地形有关,贵州南部的地形高度明显要低于中部,大量的水汽沿着西南暖湿气流向北输送,在低洼地带堆积。

#### 4.2 热力场分析

湿有效位能是一个表征水汽、大气层结以及能量转换的温湿特征量。分析850hPa的湿有效位能,强降水发生前后贵州南部处于高能中心,在25.5°N附近出现了很强的能量梯度,形成湿有效能量锋区。说明在强降水发生区域低层内有一股干冷空气与一股强暖湿空气交汇,形成能量锋,中尺度深对流系统在能量梯度最大的地方生成和发展(图1)。

### 5 雷达回波分析

22时,贞丰与望谟之间对流云团自西北向东南移入望谟县境内,回波中心强度52dBz,地面流场发生了变化,望谟由偏南风转为东偏北风,在黔西南自治州中部偏南一线形成一“人”字形的辐合线,有利于辐合线附近的扰动发展。22时望谟雨强开始加大。23时强回波

继续缓慢东移,前面提到的分别在兴仁北部、安龙—贞丰北部的两个中尺度对流云团在东移过程中逐渐合并,范围扩大,形成对流云团与层状云混合的混合型降水回波。23 时地面流场上,望谟转为东北风,并且温度从 22 时到 23 时下降了 5℃,冷空气入侵,而贞丰由西北风转为西南风,贞丰与兴仁又生成一中小尺度气流辐合,对应回波图上有对流云团东移发展。22—23 时望谟 1 h 降水达 54.8 mm。

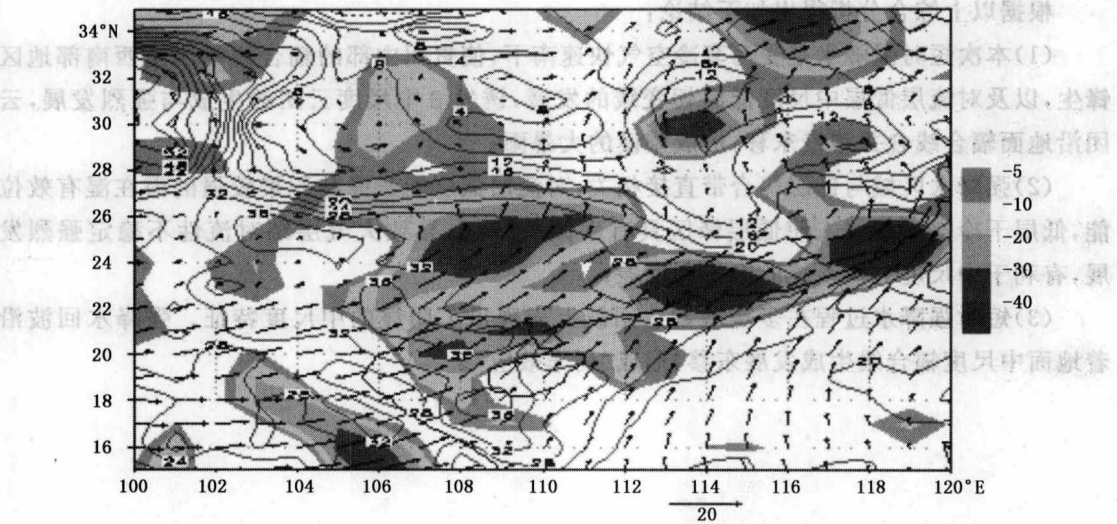


图 1 2006 年 6 月 13 日 02 时 850 hPa 湿有效位能、上升运动和风矢量图

等值线为湿有效位能,单位: $10^{-4} \text{ J} \cdot \text{hPa}^{-1} \cdot \text{m}^{-2}$ ;阴影区为上升运动,单位: $10^{-2} \text{ Pa} \cdot \text{s}^{-1}$ ;箭头为风矢量

在 24 时地面流场上,望谟附近形成一个中尺度闭合气旋环流,贞丰与兴仁维持一中尺度辐合线,回波移动仍然缓慢。1 h 雨量显示,从 12 日 23 时到 13 日 00 时望谟的雨强仍在加大,1 h 雨量为 72.6 mm。黔西南自治州中部的降水回波沿着辐合线逐渐东南移,在望谟西侧的强降水单体依次经过望谟,出现了“列车效应”,前面的回波经过望谟减弱后,后面的强降水回波又发展影响望谟。13 日 00 时后望谟降雨量为 69.8 mm。可见,“列车效应”也是导致望谟大暴雨的原因之一。

另外,12 日 21 时 51 分在望谟附近离开雷达的径向速度区中出现了朝向雷达的逆风区(图 2 中圆圈处)。13 日 00 时 11 分,望谟北侧有一个远离雷达的径向速度相对大值区,径向速度大小为 20 m/s,其右侧出现了朝向雷达的逆风区。径向速度相对大值区内有水汽辐合

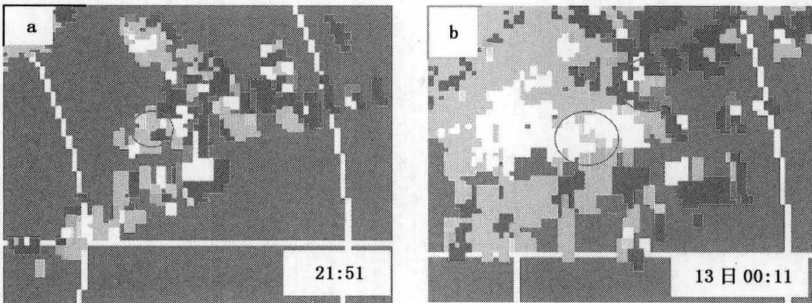


图 2 12 日 21:51(a)及 13 日 00:11(b)径向速度场(仰角 0.5°,单位:m/s)

和较强的上升运动,逆风区内有下沉运动,这两个反向速度中心构成了一侧为辐合区、另一侧为辐散区的垂直环流,有利于对流单体的维持和发展。

## 6 小结

根据以上综合分析得出如下结论:

(1)本次短时强降水是受河套冷空气快速南下,使贵州中部的辐合线南压至西南部地区锋生,以及对流层低层中尺度低涡切变线的发展,诱发 $\beta$ 中尺度云团的生成与强烈发展,云团沿地面辐合线合并缓慢东移,形成望谟的大暴雨;

(2)强降水区域与低层辐合带直接相关;对流层低层能量锋前积聚较强的潜在湿有效位能,低层干冷空气的侵入使低层锋区具有南倾的特征,导致大气层结对流性不稳定强烈发展,有利于中尺度对流系统的维持和发展;

(3)短时强降水过程在多普勒雷达回波上表现出了明显的中尺度特征。强降水回波沿着地面中尺度辐合线生成发展东移,形成“列车效应”。

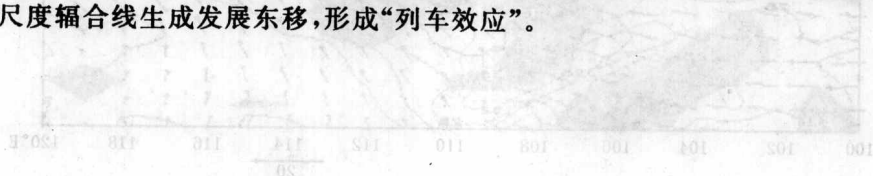


图1 2006年6月13日02时00分至03时00分贵州中尺度辐合线南压至西南部地区

图1 2006年6月13日02时00分至03时00分贵州中尺度辐合线南压至西南部地区

图1 2006年6月13日02时00分至03时00分贵州中尺度辐合线南压至西南部地区

图1 2006年6月13日02时00分至03时00分贵州中尺度辐合线南压至西南部地区

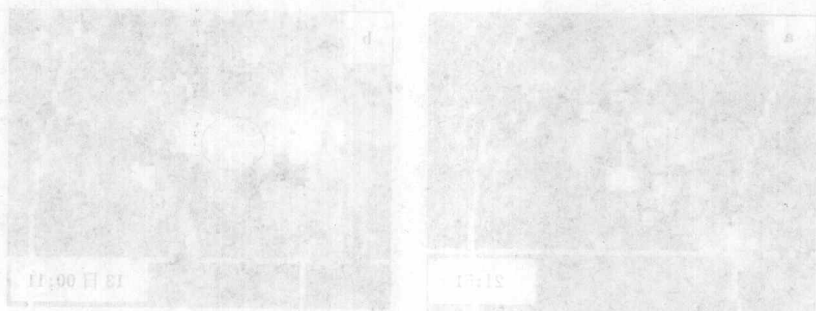


图2 12时21分(a)及12时00分(b)强降水回波(单位:10 mm)

# 湖北省两次雨雪过程的对比分析

王晓玲 徐双柱

(武汉中心气象台, 武汉 430074)

## 提 要

本文针对 2005 和 2006 年 3 月两次相似的雨雪过程, 分析了湖北省强降雪的主要成因, 着重分析了温度的垂直变化以及温度平流在降温过程中的作用, 通过分析得出最有利强降雪的高低空的环流配置以及温度层结配置, 尤其是逆温在降雪过程中的重要作用。

**关键词:** 雪温度平流 温度层结 逆温

## 1 引言

大雪是冬季重大灾害性天气, 常伴随着显著降温和严重冰冻, 积雪和低温往往给工农业生产、交通及人民生活带来严重危害。降雪和降雨一样同属降水, 但其机理比降雨复杂, 两者最显著的差异在于温度条件的不同, 特别在我国中部地区, 温度条件在降雪预报中至关重要, 温度条件影响到降水的性质(降雨或降雪)和量级(积雪深度)。湖北地处长江中游地区, 位于我国南北气候的过渡带中, 降雪预报是该地区预报的难点之一, 为了进一步提高降雪预报的准确率, 本文针对 2005 和 2006 年 3 月发生在湖北省两次具有相似背景条件却造成了不同天气的过程进行了对比分析, 着重分析了温度条件在降雪中的作用, 找出了湖北省降雪预报的着眼点。

## 2 天气实况对比

2005 年 3 月 11—12 日湖北省发生了一次大到暴雪过程, 降雪主要发生在 3 月 11 日到 12 日凌晨, 到 12 日 08 时为止, 湖北省降雪大部达到 10 mm 以上, 积雪深度大部达到 5 cm, 部分地区达到 10 cm。

2006 年 3 月 10—12 日湖北省发生了一次先雨后雪的天气过程, 降水是从 3 月 10 日开始, 11 日降水强度达到最大, 到 12 日 08 时为止, 全省降水均达到 10 mm 以上, 部分地区达到 25 mm。降雪主要是从 12 日凌晨开始, 且全省只有鄂西北有弱的积雪, 其他大部地区主要以雨夹雪为主。

比较两次过程实况可发现, 两次最大降水量都集中在 11 日 08 时到 12 日 08 时, 且 2006 年降水强度还略强, 但是降水性质有明显差别, 造成不同的天气现象, 2005 年表现为很强的大到暴雪天气, 而 2006 年只有南部形成一些弱的雨夹雪。

### 3 大气环流背景

#### 3.1 500 hPa 高空环流形势对比

比较两次的高空形势图(图略)可看出,两次过程 500 hPa 环流形势非常类似,均表现为两槽一脊型,在贝加尔湖西侧有一阻塞高压。其中 2005 年的阻塞高压比较完整,且在高压脊后部有一暖中心,该暖中心产生的暖平流促使高压脊继续加强或阻塞形势稳定,高压脊前的偏北气流也随之加强,不断引导冷空气在华北附近的横槽内聚集,汇成一股极强的冷空气。而 2006 年的阻塞高压相对来说已经不是很完整,且等温度线与等高度线基本平行,这预示着高压脊后的暖平流已经减弱,阻塞形势处于消亡阶段,冷空气强度也会随之减弱。

从以上对比可看出,两次过程的冷空气虽属于同一类,但是发展过程还是有所区别的,所以形成冷空气的强度不同,必然会造成降温幅度的不同。

#### 3.2 冷空气路径对比

图 1 中为 HYSPLIT 后向轨迹模式以武汉站为起点模拟的两次过程的冷空气路径,模拟起始时间分别为 11 日 20 时和 12 日 02 时,长度均为 72 h,该模型是由美国全国海洋和大气管署的空气资源实验室和澳大利亚气象局联合设计而成的,主要用来模拟气流的流向,采用的模拟方法是根据实况的气压场来判断气流的流向,从而确定到达站址的轨迹。可看出两次过程均为典型的东路冷空气,也最易造成本省低温连阴雨天气,且易产生降雪和冰雹,但是两次冷空气的速度还是有差别的,2005 年过程明显快于 2006 年,所以 2005 年东路降温为突降温型,而 2006 年则为缓降温型,这也是造成两次相似冷空气不同天气形势的主要原因之一。



图 1 冷空气路径(虚线为 2005 年,实线为 2006 年)

### 4 中低层温度及风场形势对比

#### 4.1 700 hPa 形势对比

比较图 2(a)和(b)可看出两次过程中 700 hPa 风场形势很相似,在湖北省中部一线均有一明显的暖式切变,且  $30^{\circ}\text{N}$  以南地区为一致的暖湿气流,这样为本省的降雪提供了有利的水汽条件,这与实况也是相吻合的,两次过程中省内降水量比较接近。

再比较两次过程中温度平流,图 2(a)和(b)中温度平流均表现为南‘+’北‘-’型,且零线位于本省中部一线,可见两次过程本省均处于冷暖平流的交汇处,也就是锋区,所以冷暖气团比较活跃,也易形成对流,所不同的是 2005 年过程中冷平流中心值达到  $-45 \times 10^{-5} \text{ } ^\circ\text{C/s}$ ,暖平流中心也有  $15 \times 10^{-5} \text{ } ^\circ\text{C/s}$ ,且等值线梯度也比较大,而 2006 年过程中其冷暖中心值分别为  $-35 \times 10^{-5} \text{ } ^\circ\text{C/s}$  和  $10 \times 10^{-5} \text{ } ^\circ\text{C/s}$ ,强度明显低于 2005 年的过程,其锋区相对比较弱,且其冷中心比较偏北,可见其未来的影响比较慢且强度偏弱。同时,2005 年过程中 700 hPa 较强的暖平流将有利于逆温的产生,这对降雪的维持是个重要的条件。

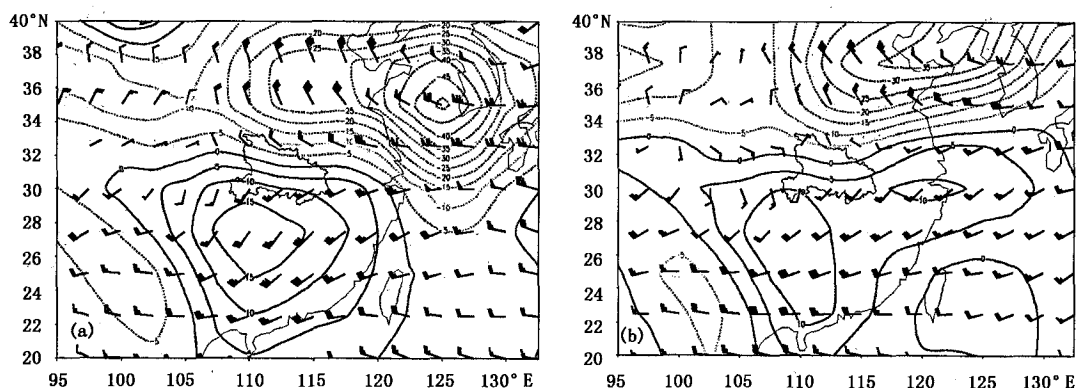


图 2 (a) 2005 年 3 月 11 日 20 时 700 hPa 风场和温度平流;

(b) 2006 年 3 月 11 日 20 时 700 hPa 风场和温度平流

#### 4.2 850 hPa 形势对比

比较图 3(a)和(b)可看出,两次过程中 850 hPa 风场形势也很相似,本省被一致的东北风控制,这样在低层形成冷垫面,将中层暖湿空气抬升,形成上升气流,有利于降水的形成,同时,当低层温度足够低时,也有利于下降的雨水形成雪花。

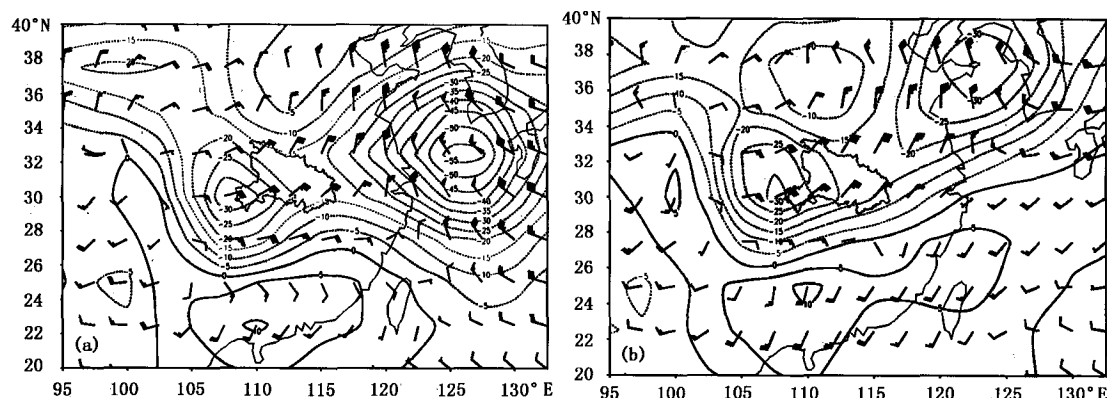


图 3 (a) 2005 年 3 月 11 日 20 时 850 hPa 风场和温度平流;

(b) 2006 年 3 月 11 日 20 时 850 hPa 风场和温度平流

再比较两次过程中温度平流,可看出图 3(a)和(b)中温度平流基本形势也是相同的,所不同的就是强度的大小,(a)中最大值达到  $-55 \times 10^{-5} \text{ } ^\circ\text{C/s}$ ,而(b)最大中心值只有一  $30 \times 10^{-5} \text{ } ^\circ\text{C/s}$ ,且(a)中冷平流中心更接近本省,等值线也更密集,这样造成 2005 年 850 hPa 的降温幅度大于 2006 年。

综合以上分析可看出,这两次过程中的降水条件很相似,造成实况有很大差别主要是因为中低层的温度变化不同,2005年中低层冷暖平流均强于2006年,强的暖平流有利于逆温的生成,而强的冷平流则有利于温度的迅速降低,这样就形成了有利于降雪的温度层结。

#### 4.3 温度层结对比

图4(a)和(b)均是沿30°N的95°~135°E温度垂直剖面图,其中(a)时间是12日02时,即2005年本省南部出现明显降雪的时候,可看出700 hPa附近温度降到-2℃,900 hPa有一冷中心,本省上空(108°~116°E)700 hPa以下处于明显的温度槽中,也就是说700~900 hPa之间有一明显的逆温层;从前一时刻温度垂直剖面图(图略)也可看出,700 hPa温度变化幅度不大,但是以下却有明显的降温。(b)时间是13日02时,即2006年本省南部出现弱的雨夹雪的时段前,从温度垂直剖面图(图略)中可看出,这次过程降温是从700 hPa以上开始的,700 hPa降温比低层的快且强,到13日02时,本省上空700~900 hPa温度都位于-6℃左右,无明显的逆温。

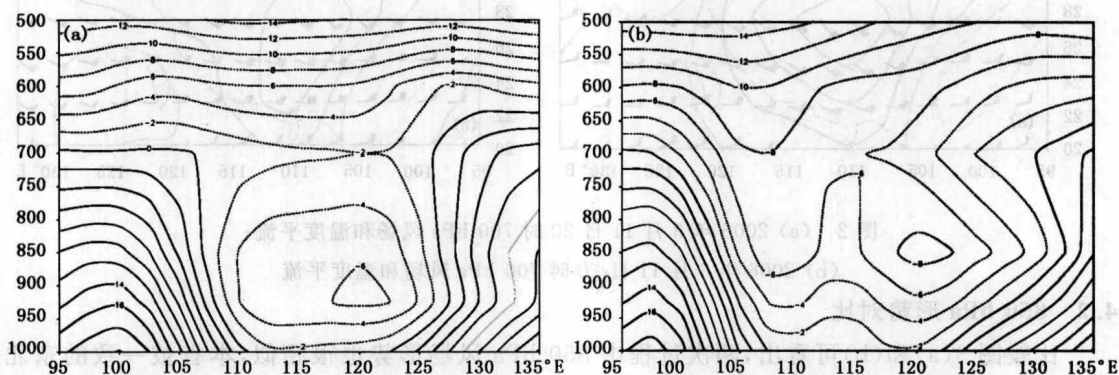


图4 (a)2005年3月12日02时温度垂直变化;(b)2006年3月13日02时温度垂直变化

综合以上分析可知,中低层的逆温在降雪过程中是很重要的,逆温最主要的作用有三点:一是为低层不稳定能量的贮存提供有利条件;二是产生较强的辐合上升运动,其实逆温是冷暖平流强烈交汇的产物,因此当逆温出现时也是锋区最强时,并且逆温形成的温度差动平流有利于辐合上升运动的加强;三是阻挡作用,逆温的存在说明暖湿气流很强,阻挡了冷空气南下的速度。简而言之,逆温保证了降水的时间和强度。

逆温的强度适宜也是至关重要的,700 hPa气温应在0℃左右,如果逆温过强,700 hPa气温大大高于0℃,700 hPa温度太高成了融化层;如果温度过低,则不易产生逆温,说明水汽条件不够。

#### 4.4 武汉单站垂直温度对比

为了进一步说明问题,我们以武汉单站的垂直温度变化为例来分析这两次过程中高空各层的温度变化,从图5(a)中可看出2005年过程中850 hPa的温度从11日08时到11日20时有个突降过程,而700 hPa温度则维持原来的量级,说明850 hPa冷平流较强,而700 hPa的暖湿气流发展比较旺盛,这与前面分析的温度平流也是很一致的;到12日08时,850 hPa进一步降温到0℃以下,这样在中低层产生逆温,中层有暖湿气流提供充足的水汽,低层低温可以使液态的雨水凝华成雪花,形成了明显的降雪。对比图5(b)可看出850 hPa降温很平缓,且到12日08时才达到0℃附近,但是近地面温度还比较高。12日20时,武汉中低

层温度达到降雪的要求,但是 700 hPa 温度偏低,水汽条件不充沛,这样在湖北省南部只形成了弱的雨夹雪天气。

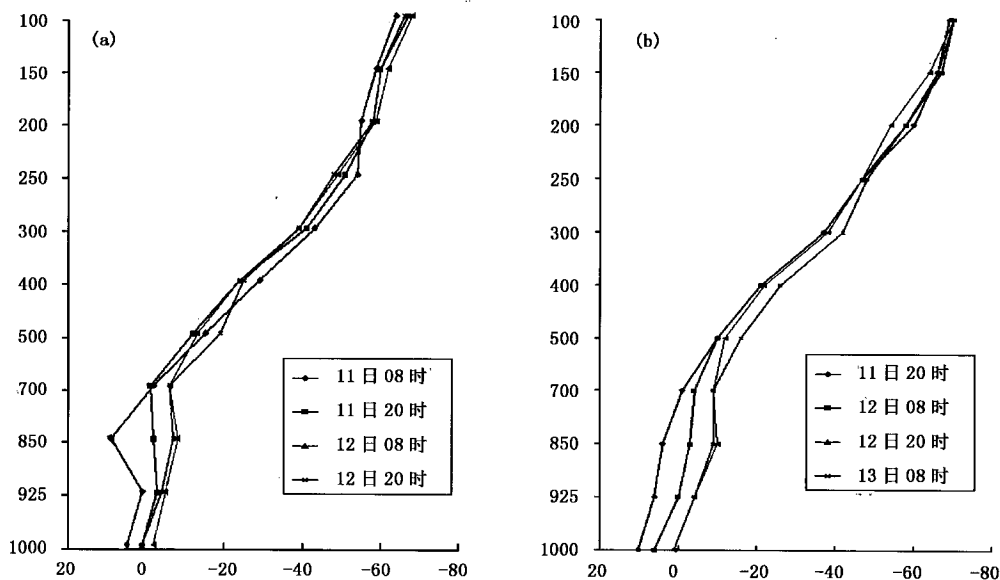


图 5 (a)2005 年武汉单站温度垂直变化;(b)2006 年武汉单站温度垂直变化

## 5 小结

通过本文的分析最后得到以下几点结论:

(1)对湖北省降雪最有利的大环流形势是中层有明显暖湿气流,低层有较强的东路冷空气。

(2)中低层的配置尤其是 700 hPa 的暖湿气流很重要,当冷暖平流均比较强大的时候,最易产生明显降雪;当暖平流不够强,中层降温过快,则不易形成辐合上升运动,水汽条件不够。

(3)低层配置也很重要,只有当低层冷平流足够强、降温及时,才能形成明显降雪,否则等 850 hPa 温度降下来以后,700 hPa 锋区已经滑过,将错过最有利时机。

(4)中低层的逆温对降雪不是必须条件,但是只有当逆温存在时,才可能产生强度大的降雪。

# 2006 年 7 月初影响四川的大暴雨个例分析

屠妮妮 陈 静 何光碧

(中国气象局成都高原气象研究所, 成都 610071)

## 提 要

2006 年 7 月 6—7 日在四川发生了一次区域性暴雨过程, 本文采用诊断分析方法, 从暴雨发生所需的热力、水汽、动力条件入手, 采用相当位温、水汽通量、视热源和视水汽汇、湿位涡等几个物理量对本次暴雨过程进行综合分析, 以揭示本次暴雨发生发展的机制, 对暴雨的预报预警有很好的指示意义。

关键词: 区域性大暴雨 诊断分析

## 1 引言

暴雨是西南地区的主要灾害之一, 2006 年 7 月上旬在四川省出现一次区域大暴雨过程, 24 h 最大雨量达 142 mm, 在本次区域性暴雨过程中西南地区没有高低空急流耦合现象, 大暴雨阶段伴有高空急流, 在整个暴雨过程中西南地区无低空急流的作用, 同时副高也无异常偏南现象, 这与历次过程略有不同, 本文对造成本次暴雨过程的主要原因进行初步分析。文中采用每日 4 次的分辨率为  $1^{\circ} \times 1^{\circ}$  的 NCEP 再分析格点资料, 每日 8 次的常规雨量观测资料以及 24 h 加密雨量观测资料对该次过程进行大尺度天气分析, 文中所用时间均为世界时。

## 2 雨情和天气形势

2006 年 7 月 6 日 00 时至 7 日 00 时在四川省发生了一次区域性大暴雨, 24 h 内四川省范围内有 24 个站出现暴雨, 4 个站达大暴雨, 分别是合江 131.9 mm, 沐川 142 mm, 冕宁 114.4 mm, 雅安 121.7 mm。暴雨区集中在四川省中部和南部地区, 雅安外的三个主要暴雨中心位于  $29^{\circ}\text{N}$  附近, 由西至东三个中心并排分布, 此外在贵州省也存在一个大暴雨中心 ( $105.28^{\circ}\text{E}, 27.30^{\circ}\text{N}$ )。从时间上看, 主要的降水时段集中在 6 日 12 时至 7 日 00 时之间, 6 日 06 时以前各站雨量较小, 仅在雅安站出现大暴雨, 6 h 雨量达 109 mm, 7 日 00 时后各站雨量明显减小。

图 1 是 2006 年 6 日 00 时和 6 日 18 时天气形势图。比较暴雨过程前后天气形势发现: 在对流层中上层, 6 日 00 时四川省西部是南亚高压控制(图 1a), 我国大陆上空有两个急流核, 一个呈西北—东南向位于华北地区, 另一个呈东西向位于甘肃且风速较小, 到 6 日 06 时后一急流核消失; 在暴雨强盛期(图 1b), 南亚高压向西南方向撤退, 位于华北地区的急流东移到日本, 在陕西、湖北和河南三省交界处形成新的高空急流, 四川处在该急流入口区右侧,