

江西“暖区”强对流天气的热力和动力条件诊断分析^①

许爱华 张 瑛 刘献耀

(江西省气象台, 南昌 330046)

提 要

通过对 11 次区域性“暖区”强对流天气过程的物理量合成分析, 得出江西产生区域性“暖区”强对流天气背景场的热力条件和动力条件, 总结出江西区域性“暖区”强对流天气预报着眼点。

关键词: “暖区”强对流 物理量合成分析 θ_{se} 舌状分布

引 言

雷雨大风、冰雹等强对流天气是江西 3~5 月主要灾害性天气。强对流天气发生时有两种明显不同的天气背景: 一种是在地面倒槽中或入海高压后部的高温高湿区发生的, 在这种天气形势下产生的强对流天气我们称为“暖区”强对流(江西省绝大多数强对流天气均属于这类)。另一种是当强冷空气前锋已南移到华南, 江西处高压底部时发生的, 在这种天气形势下产生的强对流天气我们称为“冷区”强对流^[1]。对这两类强对流天气以前做了一些形势特征分析和个例分析。本文通过对 11 个区域性“暖区”强对流天气过程(全省雷雨大风、冰雹总站次 ≥ 5)进行诊断分析, 从平均场中寻找这些过程的共性, 归纳出产生区域性“暖区”强对流天气的物理量特征, 并给出预报着眼点。

1 资 料

1.1 强对流天气个例资料

1995~1998 年 3~5 月本省共出现“暖区”强对流天气 16 次, 由于 3 月和 5 月中下旬和 4 月~5 月上旬热力条件差异比较大,

而且“暖区”强对流天气主要集中在 4 月~5 月上旬, 故选取这一时段 11 个“暖区”强对流天气过程作为研究对象(见表 1)。

表 1 “暖区”强对流天气情况和主要影响系统

过程时间 年·月·日	冰雹 站数	雷雨大 风站数	落区	主要影响系统	
				地面	500 或 700hPa
1995.4.13		8	中北部	倒槽	低槽
1995.4.14	3	3	中北部	冷锋	低槽
1995.4.16	7	6	中北部	倒槽	低槽
1995.4.22		15	中北部	冷锋	低槽
1996.4.19		7	中北部	冷锋	低槽
1996.5.3		5	中北部	冷锋	低槽
1997.4.29	2	7	中北部	高压后部	低槽
1998.4.11		6	中北部	冷锋	低槽
1998.4.21	1	5	中北部	高压后部	低槽
1998.4.23	5	8	中北部	冷锋	低槽
1998.5.1		21	北部	冷锋	低槽

1.2 物理量资料

由于“暖区”强对流天气大多出现在午后到上半夜, 同时 T106 只有 20 时物理量客观分析场, 因此, 我们把强对流天气出现当天 20 时的物理量合成求平均。

2 天气背景分析

我们统计了 11 次过程的主要影响系统(见表 1), 从表中可以看出: 产生区域性“暖区”强对流天气地面主要影响系统是冷锋和倒槽, 高空影响系统是低槽。

① 本文受到中国气象局“冰雹逐级指导”课题资助。

我们对 11 次过程作了海平面气压和 925~500hPa 高度场及 V 分量的平均,其主要特征是:

①江南有倒槽发展。从图 1a 中可以清楚地看到:从广西经湖南到江西中北部有一明显的倒槽,其北侧为冷高压,冷暖空气在倒槽中辐合,本省中北部气压<1010hPa。

②925~500hPa 各平均高度图上,本省处槽前西南气流中。从图 1b 中可以看出:700hPa 低槽位于山东、河南南部、湖北西部到四川东部,本省处高空低槽前西南气流中。

③925~700hPa 各平均变高图上,正负变高呈东西向分布,湖南西部以西均为正变高,湖南东部以东为负变高图(1c)。500hPa 变高图上(图略),110°E 以东正负变高呈南

北向分布,华北有一-32gpm 的中心,本省 27°N 以北为负变高区,27°N 以南为正变高区。

④V 分量(南北风)在不同的高度上有不同分布特征。华南到江南南部 925hPa V 分量 $\geq 6\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$,850hPa 上 V 分量达 8~11 $\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$ (图 1d),最大中心位于广西东北部到湖南南部,这支强南风气流在江南形成暖湿平流,为强对流天气发生发展输送能量和水汽。同时 925~850hPa 在长江中上游及以北地区有 1~3 $\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$ 弱北风,南北风(冷暖空气)在湖南、江西中北部交汇。和 925、850hPa 比较,700hPa 江南南风分量小,为 4~6 $\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$,而河套东部地区北风分量增至 6~7 $\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$,500~400hPa 也有类似的变化,即中高层河套地区附近冷平流较低层强。

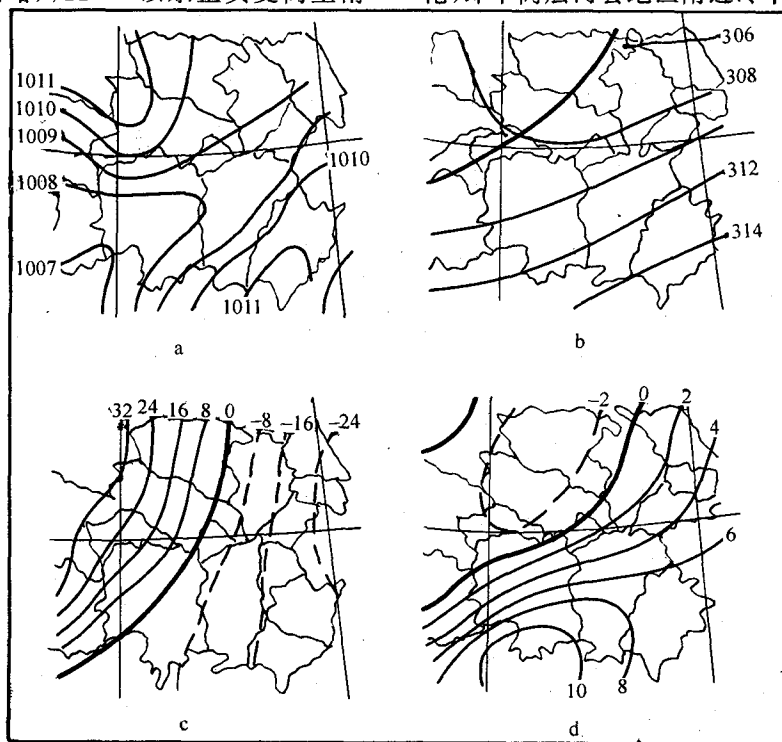


图 1 11 次强对流过程当天 20 时平均场

- a. 平均气压场/hPa
- b. 700hPa 平均高度场/gpm
- c. 925hPa 平均变高场/gpm
- d. 850hPa 平均 V 分量/ $\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$

3 热力条件、稳定度条件和水汽条件分析

3.1 变温场

海平面、925、850 hPa 江西省西北部、湖南北部、湖北、安徽为 1~3℃ 的负变温区,江

西省东部和南部、湖南南部增温1~3℃,700~500hPa 变温更小一些,为0~1℃,这表明强对流发生时,江西省上空有暖平流,长江中上游及以北地区为冷平流。冷暖空气在湖南到江西北部交汇。

3.2 θ_{se} 场

在925~850hPa上 θ_{se} 高能舌从广西、广东伸至湖南南部、江西中南部,江南大部 $\theta_{se} \geq 344K$,在28~35°N、110~120°E范围内存在着—东西向强 θ_{se} 锋区,南北5个纬度 θ_{se} 差在20K以上,湖南到江西北部达30K。在700hPa上, θ_{se} 有相似的分布,且 θ_{se} 舌更窄长(见图2a),从广西东部、广东伸到江西中南部,强对流天气出现在 θ_{se} 舌轴北侧,强 θ_{se} 锋区的南缘。和文献[2]中15次区域性暴雨个例的平均 θ_{se} 分布相比较,中低层 θ_{se} 舌状分布更明显且呈近东西向,南北 θ_{se} 差也大得多。因此,中低层 θ_{se} 舌状分布和强 θ_{se} 锋区形成是

江西“暖区”强对流天气的重要特征。

3.3 $\Delta\theta_{se850-500}$ 场

由于中低层江南暖湿平流和中高层长江以北有冷平流南下使得江南迅速产生了强的位势不稳定区,江南大部及江西 $\Delta\theta_{se850-500} \geq 11K$,江西中南部 $\Delta\theta_{se850-500} \geq 15K$,广西最大,达29K,这比文献[2]中15次区域性暴雨个例的平均 $\Delta\theta_{se850-500}$ 大一个量级,并在27~32°N、110~120°E范围内存在着—东西向强 $\Delta\theta_{se850-500}$ 锋区,南北5个纬度 $\Delta\theta_{se850-500}$ 差在10K以上,湖南到江西西部达16~22K。

3.4 K指数

K指数是表征大气稳定度的物理量,在文献[2]中江西15次区域性暴雨个例的平均北部为28~32℃,中南部为32~34℃,从图2b上可以看出:“暖区”强对流天气过程江南大部 $K \geq 34^\circ C$,本省中南部 $K \geq 36^\circ C$,处于更大的不稳定区中,同时有典型舌状分布。

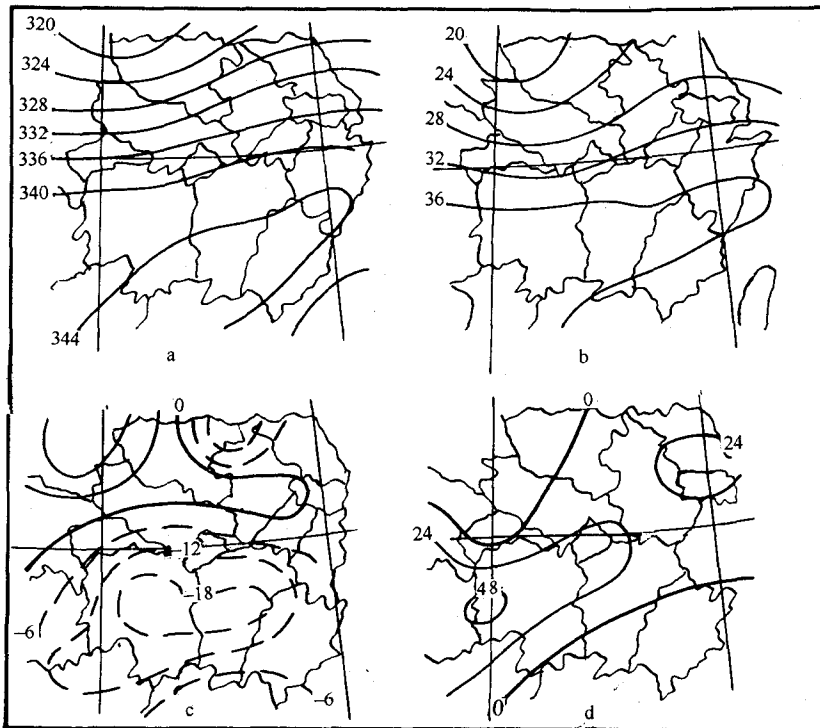


图2 11次强对流过程物理量平均

a. 700hPa θ_{se}/K

b. 平均K指数/ $^\circ C$

c. 925hPa平均 $\omega/10^{-3} \cdot hPa \cdot s^{-1}$

d. 850hPa平均涡度/ $10^{-5} \cdot s^{-1}$

3.5 水汽条件

文献[2]中15次区域性暴雨个例中江西平均比湿 $\geq 15\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$,平均水汽通量散度辐合中心位于湖南到江西中部,达 $-34\times 10^{-8}\text{g}\cdot\text{cm}^{-2}\cdot\text{hPa}^{-1}\cdot\text{s}^{-1}$ 。和暴雨相比,“暖区”强对流天气过程中水汽略少一些。以85hPa为例,11次强对流天气过程平均比湿为 $12\sim 14\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$,同样在湖南到江西中部也有水汽通量散度辐合中心,为 $-19\times 10^{-8}\text{g}\cdot\text{cm}^{-2}\cdot\text{hPa}^{-1}\cdot\text{s}^{-1}$ (见图3)。700~500hPa江南水汽通量散度辐合明显减小,江西省水汽通量散度的值 $\leq 5\times 10^{-8}\text{g}\cdot\text{cm}^{-2}\cdot\text{hPa}^{-1}\cdot\text{s}^{-1}$ 。

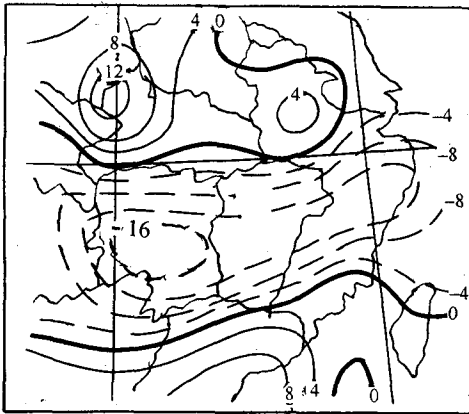


图3 11次强对流过程平均水汽通量散度
单位: $10^{-8}\text{g}\cdot\text{cm}^{-2}\cdot\text{hPa}^{-1}\cdot\text{s}^{-1}$

4 动力条件分析

4.1 垂直运动

分析地面到200hPa垂直速度场我们发现:925~850hPa在江南、华南大部为上升运动区,并有三个垂直上升中心分别位于广西北部、湖南中部、江西中部, ω 为 $-22\times 10^{-3}\text{hPa}\cdot\text{s}^{-1}$ 、 $-22\times 10^{-3}\text{hPa}\cdot\text{s}^{-1}$ 、 $-16\times 10^{-3}\text{hPa}\cdot\text{s}^{-1}$,在图2c中925hPa上升中心在江西中部(吉安地区),为 $-22\times 10^{-3}\text{hPa}\cdot\text{s}^{-1}$ (15次区域性暴雨个例的平均上升中心值为 $-59\times 10^{-3}\text{hPa}\cdot\text{s}^{-1}$),500~200hPa大的上升运动在江西中北部到长江下游地区。因此,

“暖区”强对流天气出现时,江西中北部处在深厚上升运动中。

4.2 涡度场

925~700hPa正涡度带从西南地区经湖南、江西中北部伸到长江下游,850hPa最大正涡度位于湖南西部(图2d),中心值为 $52\times 10^{-5}\text{s}^{-1}$ (比15次区域性暴雨个例的平均涡度值大),在西南气流作用下,有正涡度平流向江西上空输送,有利于对流的发展。500~300hPa正涡度区主要位于四川、湖南、湖北,200hPa上江南大部为负涡度,江西北部到长江下游地区有明显负涡度中心,中心最大值为 $-24\times 10^{-5}\text{s}^{-1}$ 。

4.3 散度场

地面到200hPa散度场(图略)分析表明:海平面~850hPa,从广西、贵州、湖南到江西中北部为一东北西南向的辐合带,并有两个中心分别位于广西北部、湖南中部,中心值为 $-26\times 10^{-5}\text{s}^{-1}$ 、 $-24\times 10^{-5}\text{s}^{-1}$ 。700~300hPa上,湖南至江西为弱辐散区 $\leq 5\times 10^{-5}\text{s}^{-1}$ 。200hPa江南、华南上空气流辐散加强,而且 $11\times 10^{-5}\text{s}^{-1}$ 的辐散中心位于江西北部,由此可见,江西出现强对流天气辐散层比辐合层厚,无辐散层低。

5 预报着眼点

通过对11次“暖区”强对流天气发生时大尺度背景场分析,我们得到以下预报着眼点:

①形势背景:江南有倒槽发展,倒槽伸到江西,华南到江南南部850hPa上V分量达 $8\sim 11\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$;500hPa或700hPa中低纬度有低槽东移影响江西。

②热力条件:925hPa、850hPa上江西 $\theta_{se}\geq 344\text{K}$,700hPa $\theta_{se}\geq 340\text{K}$, θ_{se} 呈明显的舌状分布,在 θ_{se} 舌的北侧有强 θ_{se} 锋区,在 $28\sim 35^\circ\text{N}$ 、 $110\sim 120^\circ\text{E}$ 范围内东西向强 θ_{se} 锋区,南北5个纬度 θ_{se} 差在20K以上;江西上空为暖平流,长江中上游及以北地区为冷平流;江

南为强的位势不稳定区,江南大部及江西最大 $\Delta\theta_{se} \geq 8K$,且大部地区 $K \geq 34^\circ C$,江西中南部 $K \geq 36^\circ C$,同时为典型舌状分布。

③水汽条件:850 hPa 湖南到江西中部有水汽辐合中心,比湿 $\geq 12g \cdot kg^{-1}$,江南有水汽通量散度辐合。

④动力条件:850hPa 在江西上游(广西北部、贵州、湖南)有较大的正涡度中心,其值

$\geq 40 \times 10^{-5} s^{-1}$,在江西或湖南有上升运动中心,其最大值 $\leq -16 \times 10^{-3} hPa \cdot s^{-1}$ 。

参考文献

- 1 许爱华等. 春季“冰雹”冷区预报及分析. 江西气象科技,1999,22(1):14~16.
- 2 曹晓岗等. 江西区域强暴雨的动力和热力条件诊断分析. 气象,1996,22(4):37~40.

Diagnosis of Thermal and Dynamic Conditions of Warm Area Severe Convection in Jiangxi Province

Xu Aihua Zhang Ying Liu Xianyao

(Jiangxi Meteorological Observatory, Nanchang 330045)

Abstract

A comprehensive analysis is made on the regional severe convection which occurred over the warm area in 11 individual events. The thermal and dynamic conditions of the synoptic fields where the warm severe convection occurred in Jiangxi province are derived, and some prediction points of the regional warm area strong convection occurring in Jiangxi province are concluded.

Key Words: warm area severe convection comprehensive analysis on physical variables θ_{se} distribution of "tongue shape"