

江西区域强暴雨的热力和动力条件诊断分析

曹晓岗 王田民 尹洁 戴熙敏

(江西省气象台,南昌 330046)

提 要

通过对江西 19 次强暴雨过程的物理量合成分析,得出江西产生强暴雨物理背景场的热力条件和动力条件,归纳出江西区域强暴雨的预报着眼点。

关键词: 强暴雨 物理量 诊断分析

引 言

较强的降水是在特定的天气背景下产生的,一般具备一定的水汽、能量、动力等条件,区域强暴雨(全省有 15 站 $\geq 50\text{mm}$)的产生各种物理条件会更强。以前对江西大范围暴雨仅进行过一些个例分析,这些个例分析大多从不同的角度诊断分析了江西区域强暴雨的物理条件个例特征。但通过大量的个例进行诊断分析、从平均场出发分析这些个例的共性,在我省还不多见,我们通过对江西 19 次区域强暴雨过程进行诊断分析,归纳出产生区域强暴雨的物理背景场特征,同时给出了本省区域强暴雨的预报着眼点。

1 资料

1.1 暴雨过程资料

5—6 月是江西区域强暴雨最集中的月份,约占年大暴雨日数的 55%,我们选取 1982—1985 年 5—6 月 19 次日降水 $\geq 50\text{mm}$ 且全省站数超过 15 个的个例,为分析对象,其中大部分伴有暴雨(表略),日界取 20—20 时。

1.2 物理量计算

取降水日前 08 时高空资料计算物理背景场,采用正方形网络,格距为 150km,用有限元方法进行客观化处理,共计算了常用的 15 种物理量场,最后将 19 次过程的物理量合成求得平均场。

2 天气背景分析

由我们统计的 19 次过程主要天气影响系统(表略)中可看到,区域强暴雨地面主要影响系统为静止锋(13 次),占 68.4%,其次是高压后部和倒槽分别为 2 次,无明显影响系统也有 2 次。中低层主要影响系统有低涡 17 次,切变 16 次,低空急流 16 次,低槽影响 4 次。高空有明显低槽 16 次,120°E 西太平洋副热带高压脊线位置 5 月在 14—18°N 之间,6 月份一般在 18—21°N 之间,平均在 18.8°N。

以上统计表明,影响江西产生区域强暴雨的天气系统有:高空低槽、中低层低涡、切变、低空西南急流、地面静止锋等,在这些天气系统影响下,易产生中小尺度系统,从而加大降水量。副高脊线稳定少动且一般稳定在 14—21°N 之间,是降水带在江西维持的必要条件。

我们对这 19 次过程作了高低空流场的平均图,分析结果与上述统计结果较为一致。现以中层 700hPa 平均图(图 1)为例,08 时在四川东部有一低涡,切变位于江淮流域,江西南部已有低空急流形成。12 小时后,切变南移到长江流域(图略),西南低空急流加强,低涡沿切变东移,受其影响江西的区域强暴雨便出现了。有利的天气背景,较易满足强降水的热力条件和动力条件,通过物理量诊断分

析,我们可得到量的概念,从而为做好暴雨预报提供更可靠的依据。

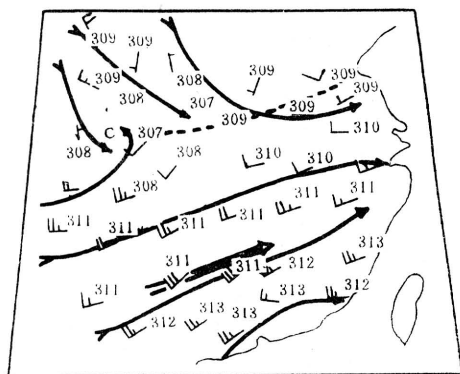


图1 19次过程700hPa平均图(08时)

3 热力条件与水汽条件诊断分析

若产生强暴雨,大气中需含有大量的水汽,同时需要源源不断的水汽输送补充。从能量角度看,暴雨是能量不断释放的过程,要产生强暴雨,大气中必须具备一定的能量条件,通过对假相当位温、比湿、温度平流、K指数、 $\Delta\theta_{se}$ 、水汽通量与辐合量的诊断分析,我们可了解区域强暴雨的初始场必须具备的热力条件与水汽条件。

3.1 热力条件

暴雨过程开始前 θ_{se} 平均场(图2a)的分析表明,850hPa江南大部分地区处350K的高能舌内,其中心值361K。700hPa江南处345K的高能舌内。高能舌由西南云贵高原伸向长江中下游,轴线与低空急流位置一致。在湖北西北部有一低能中心。暴雨产生前,中低层江南有强的暖平流(图2b),暖平流中心位于湖南中部,中心值为 $60.7 \times 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C} \cdot \text{s}^{-1}$,江西处于其下游。500hPa在湖北到湖南北部有冷平流,中心值为 $-156.9 \times 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C} \cdot \text{s}^{-1}$ 。低层暖平流、高空冷平流,使得中低层快速升温,高层降温。 θ_{se} 平流也有类似的特征。在上述的江南的大部分地区形成 $\Delta\theta_{se_{850-500}} > 0$ 的不稳定区(图2d),位势不稳定不断加强,为暴雨的形成提供了不稳定能量条件。

3.2 水汽条件

中低层在暴雨产生前期,比湿持续增大,在850hPa平均比湿场(见图2a)中,江西处于 $\geq 15 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$ 的高湿区中,大气中含有丰富的水汽。850hPa的平均水汽通量场(见图2c),在湖南南部有一 $20.1 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-1} \cdot \text{hPa}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$ 的大中心,江南到华南大部分地区为 $> 16 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-1} \cdot \text{hPa}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$ 的水汽通量高值区,江西处高值中心的前部。850hPa平均水汽辐合量图(图2c)中湖南、江西中部有个大的辐合中心,中心值为 $-34 \times 10^{-8} \cdot \text{g}^{-1} \cdot \text{cm}^{-2} \cdot \text{hPa}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$,江南为大片的水汽辐合区。大量的水汽由西南地区输送到湖南、江西,为江西产生区域强暴雨提供了充沛的水汽条件。

在上述水汽条件和热力条件下,江南地区极易形成K指数大值区,从K指数的平均场分布看,西南有 $K \geq 36 \text{ } ^\circ\text{C}$ 的高值中心,江南中南部 $K \geq 32 \text{ } ^\circ\text{C}$,为大的不稳定区。

4 动力条件诊断分析

在具备了上述条件后,还必须具备一定的动力条件。为此我们分析了江西区域强暴雨产生前的平均涡度场与平均垂直速度场的分布。

4.1 平均涡度场

我们将850、700、500hPa层涡度相加,得到三层涡度和,再求得19次过程的平均场(图3a)。从图中可看出,30°N附近存在一个准东西向的正涡度大值区,有两个大值中心分别位于江西北部及四川东部,中心值分别为 $47.4 \times 10^{-5} \cdot \text{s}^{-1}$ 和 $80.1 \times 10^{-5} \cdot \text{s}^{-1}$ 。四川东部的强正涡度中心区处高空低槽前部,且与中低层平均场上低涡位置一致,其强度大于东部的中心,是影响江西的主要系统,逐个过程涡度图上也有类似的分布特征(表略)。在500hPa涡度平流的平均场上我们可看到湖南、江西中部有个大的正涡度平流中心,中心值为 $24.6 \times 10^{-9} \cdot \text{s}^{-2}$,江南为大片的正涡度平流区(图略),高层的正涡度平流有利于低层的垂直运动增加。

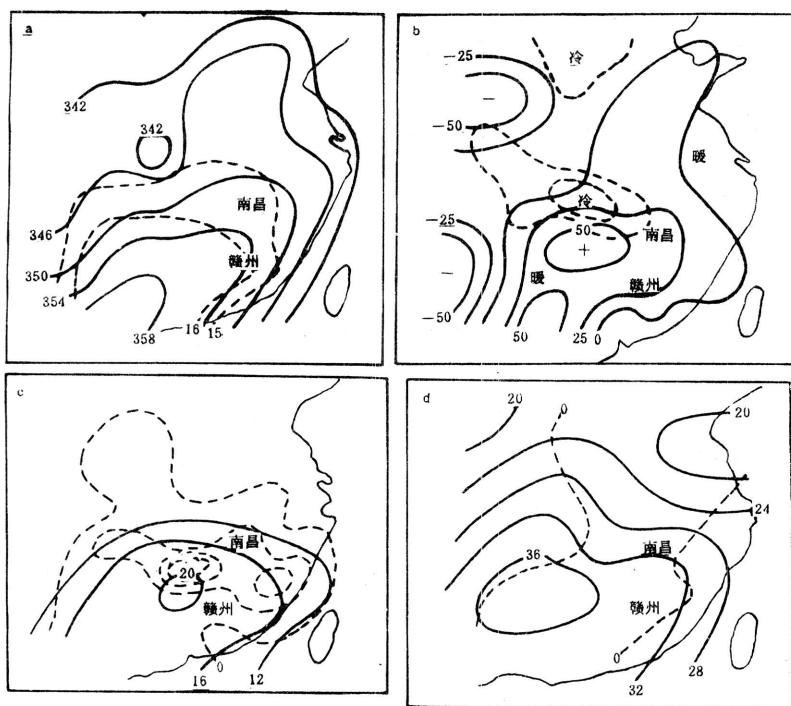


图2 热力条件和水汽条件平均场图

- a: 850hPa 假相当位温(实线)和比湿(虚线);
b: 850hPa 温度平流(实线)和 500hPa 温度平流(虚线);
c: 850hPa 水汽通量(实线)和水汽通量散度(虚线);
d: K 指数(实线)和 $\Delta\theta_{se850-500}$ (虚线)

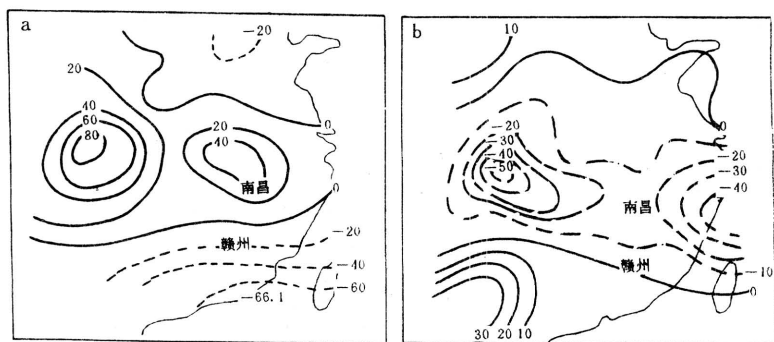


图3 动力条件平均图

- a: 850、700、500hPa 三层涡度和; b: 700hPa 垂直运动 ω

4.2 垂直运动

从 700hPa 平均 ω 场上(图 3b)我们可看到在 25—30°N 之间的江南地区为东西向的大范围的上升区, 上升中心位于重庆附近, 达 $-53.9 \times 10^{-3} \text{hPa} \cdot \text{s}^{-1}$, 处于中低层平均场

低涡的前部, 东西向的上升区与低层切变位置一致。当低涡沿切变东移时, 下游地区的垂直速度将明显加强, 对中小尺度系统的产生有较强的触发作用, 对处于下游的江西产生强暴雨是十分有利的。从逐日过程的统计也

可看出,在江西西部到西南地区总是存在一个或两个大的上升中心(表略),只是位置有所不同。

我们还计算了 1982—1985 年无暴雨日 08 时的部分样本,分析表明,均不同时具备上述水汽、热力、动力条件。

5 预报着眼点

通过对 19 次江西区域强暴雨的前期物理背景场诊断分析,我们可得到如下预报着眼点:

5.1 热力条件要求 850hPa 层假相当位温江西处 $\geq 350\text{K}$ 的高能舌前部(或 700hPa 层 $\geq 345\text{K}$),中低层江西为暖平流,高空有冷平

流侵入。K 指数江西处 $\geq 32^\circ\text{C}$ 的不稳定高值区中。

5.2 水汽条件要求江西处比湿 $\geq 15\text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$ 的高湿区中。江西处 $\geq 16\text{g} \cdot \text{cm}^{-1} \cdot \text{hPa}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$ 的大的水汽通量前部,同时在江西、湖南省有一大的水汽辐合中心。

5.3 动力条件要求高空西南地区有大的正涡度中心,其值 $\geq 40 \times 10^{-5} \cdot \text{s}^{-1}$,在江西及其上游有较大的正涡度平流,垂直运动场要求中低层江西西部到西南地区有大的上升中心,其值一般要达到 $\omega \leq -30 \times 10^{-3} \text{hPa} \cdot \text{s}^{-1}$ 。

参考文献(略)

Diagnosis on the Dynamic and Thermal Condition of Regional Severe Torrential Rain in Jiangxi Province

Cao Xiaogang Wang Tianmin Yi Jie Dai Ximin

(Jiangxi Meteorological Observatory, Nanchang 330046)

Abstract

Synthetic analysis of the physical parameters of 19 severe torrential rain events in Jiangxi Province is presented. The dynamic and thermal conditions and the physical background that caused the severe rain in the area are given. The forecasting focus of regional severe torrential rain is suggested.

Key Words: severe torrential rain physical parameter diagnosis