

# 赣北 500hPa 副高中心附近的一次对流天气分析

张延亭

(江西省气象台,南昌 330046)

## 提 要

500hPa 副高中心附近的对流性天气是一种较少见的现象,它的形成机制与一般的对流天气明显不同。作者从天气形势、层结稳定度、锋区位置、湿度垂直分布等方面,对 1993 年 8 月 14 日的对流天气过程进行了分析,找出了副高中心产生对流天气的一般条件。

**关键词:** 副高 对流 稳定度

## 引 言

通常,受 500hPa 副高控制,意味着天气晴朗,气温很高,不会有降水等天气现象发生。一般距副高脊线约 4—5 个纬距之外,才是对流性天气的多发地区。但在日常预报中发现,几乎每年都有一两次副高中心附近的对流性天气过程,有时还形成暴雨和雷雨大风,这种过程的形成机制不同于副高边缘的雷阵雨,更不同于一般的锋面天气。它范围不大,但突发性强,预报难度大,很容易被忽视。1993 年 8 月 14 日就是这样的天气过程。本文从天气形势和气象要素特征对该过程进行了分析,找出 500hPa 副高中心附近产生对流性天气的基本条件,可作为业务预报的参考依据。

## 1 实况

1993 年 8 月 14 日 08 时,500hPa 副热带高压呈东西向带状分布(见图 1a),控制我国南方广大地区,副高脊线在 28°N 附近,高压中心位于江西北部,副高北侧的西风槽位于河套西部;中层 700hPa 与 850hPa 也有类似形势,但高压脊线位置稍偏南,高压中心分别

位于江西省中部和南部(见图 1b、c);与中高层相反,地面在江南为东西向的低压带,内有弱静止锋,锋面从南昌附近通过,几乎与 500hPa 副高脊线相重合(见图 1d)。

受 500hPa 河套西部的西风槽和地面冷锋的共同影响,西北地区东部和华北地区西部出现大范围连续降水。在 500hPa 副高中心附近的江南北部(主要是江西北部)上午多云,下午出现了明显的对流性天气,最大雨量 43mm,个别站出现 1 小时 30mm 的强降水。两块雨区相距 500km 以上。这里重点分析后一雨区的形成机制。

## 2 对流性天气成因分析

从天气形势来看,在江南的北部,除地面弱静止锋有利于产生降水天气外,中高层均受高压控制,都对降水不利。那么,对流天气是怎样形成的呢?为了说明这一问题,垂直于 500hPa 副高脊线作一垂直剖面图,剖面经过汕头、赣州、南昌、汉口、驻马店、郑州、邢台等站(见图 2)。其中汕头与赣州位于 500hPa 副高南侧,受东风气流控制,南昌与汉口在副高脊线附近,受副高控制,驻马店在副高北侧,郑州与邢台受西风带天气系统控制。

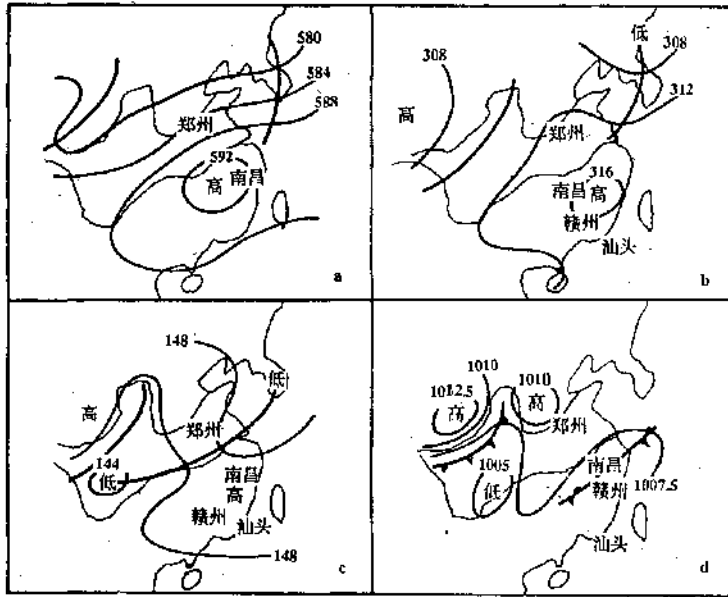


图1 1993年8月14日08时天气形势略图  
a. 500hPa b. 700hPa c. 850hPa d. 地面

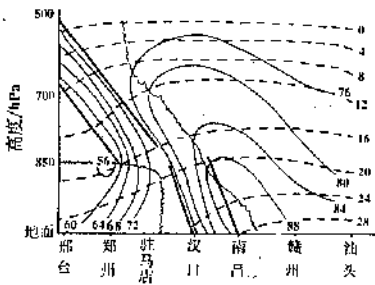


图2 1993年8月14日08时,垂直于500hPa副高脊线的垂直剖面图

细实线是 $\theta_{se}$ 等值线(单位 $^{\circ}\text{C}$ ),粗实线之间是锋区,虚线是等温线(单位 $^{\circ}\text{C}$ ),曲线是 $\frac{\partial\theta_{se}}{\partial z}$ 零值线,两曲线之间是 $\frac{\partial\theta_{se}}{\partial z} > 0$ 的对流稳定区,其它是对流不稳定区,图下方邢台与郑州间的斜线代表雨区位置,南昌附近斜线代表午后到傍晚的对流天气区位置

综合沿剖面各站的气象要素和物理量特征列于表1,从中可以看出各站有利于对流天气产生的条件大不相同。

## 2.1 稳定度特征

### 2.1.1 沙氏指数

沙氏指数  $s$  是 500hPa 环境温度与由 850hPa 上升到 500hPa 时气块的温差,它既表征了高低层的温度差别,也表征了主要水汽层(850hPa 附近)的水汽含量,是日常预报中判断对流天气强弱的重要依据。 $s$  值越小,对强对流天气越有利。一般来说, $s < 0$  时,产生雷雨天气的可能性很大。由表 1 可知,8月14日08时南昌的  $s$  值最小,为  $-1.5^{\circ}\text{C}$ ,汕头次之,为  $-0.3^{\circ}\text{C}$ ,其它各站均为正值。这就是说,从沙氏指数来看,南昌与汕头附近是有利于对流天气发生的地区,而以南昌附近条件最佳。

### 2.1.2 对流稳定度

对流稳定度是判断对流天气的基本方法之一,按照对流性稳定度的判别规则: $\frac{\partial\theta_{se}}{\partial z} < 0$  是对流性不稳定的, $\frac{\partial\theta_{se}}{\partial z} > 0$  是对流性稳定的。由图 2 的  $\theta_{se}$  分布可知,从汕头到邢台的广大地区,几乎各站都有对流性不稳定层存在,但各站的不稳定层的高度和厚度极不相同。在副高的南侧,汕头与赣州 500hPa 以下

皆属对流性不稳定;在副高中心附近,南昌与汉口的近地面层是稳定的,不稳定层在中上部;在副高北侧的驻马店,850—700hPa 是稳

定的,其它层亦近于稳定;在西风带控制区的郑州与邢台,只有 850hPa 以下是对流性不稳定的,850hPa 以上都是稳定的。

表 1. 1993 年 8 月 14 日 08 时各站的气象要素和物理量特征

| 站名  | 汕头       | 赣州       | 南昌                       | 汉口                                 | 驻马店                   | 郑州                                  | 邢台                                 |
|---|----------|----------|--------------------------|------------------------------------|-----------------------|-------------------------------------|------------------------------------|
| 沙氏指数*                                       | -0.3     | 0.3      | -1.5                     | 1.7                                | 4.9                   | 8.8                                 | 7.2                                |
| $\frac{\partial \theta_{se}}{\partial z}$ * | <0       | <0       | 近地面>0<br>其它层<0           | 850hPa 以<br>下>0,以上<0               | 850—700hPa<br>>0,其它≈0 | 850hPa 以下<br><0,以上>0                | 850hPa 以下<br><0,以上>0               |
| 锋区位置  | 无        | 无        | 近地面有锋<br>区,在位势不<br>稳定层下方 | 850hPa 以下<br>为锋区,在位<br>势不稳定层<br>下方 | 850hPa 在锋<br>区前缘      | 850—700hPa<br>有锋区,在位<br>势不稳定层<br>上方 | 700hPa 以上<br>有锋区,在位<br>势不稳定层<br>上方 |
| 湿度分布  | 上干<br>下湿 | 上干<br>下湿 | 上干下湿                     | 上干下湿                               | 上干下湿                  | 上湿下干                                | 上湿下干                               |
| 4层(T-Td)*和                                  | 17.0     | 24.5     | 11.4                     | 18.4                               | 11.3                  | 14.7                                | 8.3                                |
| K 指数*                                       | 35.2     | 35.0     | 37.9                     | 33.5                               | 30.3                  | 19.6                                | 26.0                               |
| 地面温度*                                       | 28.5     | 30.0     | 27.7                     | 24.2                               | 23.7                  | 23.4                                | 22.0                               |
| 500hPa 散度                                   | -        | +        | +                        | +                                  | +                     | -                                   | -                                  |
| 700hPa 散度                                   | -        | -        | -                        | +                                  | +                     | -                                   | -                                  |
| 850hPa 散度                                   | -        | -        | -                        | -                                  | +                     | -                                   | -                                  |

\* 单位 C

从对流性稳定度的分布可知,除副高北侧的驻马店缺乏产生对流天气的不稳定能量外,其它各站都具有一定的不稳定能量。

## 2.2 锋区位置

对流性不稳定能量的释放需要触发机制,即要有系统抬升条件。在 8 月 14 日,锋面是最重要的抬升因素。从剖面图上可以看到,较明显的锋区有两段,一段在 500hPa 副高控制区下方的南昌与汉口之间,锋区由地面伸展到 850hPa;另一段在驻马店以北,锋区从 850hPa 向上伸展。南昌与汉口之间的锋区位于对流性不稳定层的下边,锋面抬升可以成为对流性不稳定能量释放的触发机制;在驻马店以北的锋区,位于对流性不稳定层的上边,不仅不能触发对流天气,反而由于锋区逆温限制了对流天气的发生。

从锋面抬升的角度来看,只有 500hPa

副高中心附近的南昌与汉口之间最有利于产生对流性天气。

## 2.3 湿度垂直分布

湿度较大且呈上干下湿分布是对流性不稳定能量释放的有利条件。这是因为:湿度愈大,气块抬升愈易凝结,凝结释放的潜热愈大,层结亦愈不稳定。而在上干下湿的情况下,当气层受抬升而绝热降温时,由于上层降温较下层快,而加大层结的不稳定性。表 2 给出了沿剖面各站的 T-Td 值,从中可以看出:邢台、郑州、驻马店、南昌的湿度较大,各层都处于近饱和状态,而汉口、赣州、汕头的湿度较小;驻马店、汉口、南昌、赣州、汕头基本上是上干下湿分布,而郑州与邢台的湿度随高度变化不大。湿度较大且呈上干下湿分布的只有驻马店和南昌两站,而这两站中又只有南昌具有整层抬升机制。所以,从湿度分

布来看,只有南昌最有利于对流天气发生。

表2 1993年8月14日08时沿剖面各站的  
 $T-Td$ 垂直分布

| 站名     | 汕头   | 赣州   | 南昌   | 汉口   | 驻马店  | 郑州   | 邢台  |
|--------|------|------|------|------|------|------|-----|
| 500hPa | 10.0 | 12.0 | 4.6  | 7.0  | 6.0  | 3.1  | 0.8 |
| 700hPa | 2.6  | 4.5  | 3.2  | 8.9  | 2.1  | 2.3  | 1.5 |
| 850hPa | 1.9  | 2.6  | 2.2  | 1.9  | 2.5  | 7.0  | 4.0 |
| 地面     | 2.5  | 5.4  | 1.4  | 0.6  | 0.7  | 2.3  | 2.0 |
| 合计     | 17.0 | 24.5 | 11.4 | 18.4 | 11.3 | 14.7 | 8.3 |

## 2.4 $k$ 指数

$$k = (T_{850} - T_{500}) + Td_{850} - (T - Td)_{700} \\ = T_{850} - (T_{500} + T_{700}) + Td_{850} + Td_{700}$$

它比较明确地反映了500hPa以下的温湿特征,前两项表示高低层温差,后两项表示中层水汽含量, $k$ 值越大,对降水和对流越有利。由表1可知,从汕头到汉口之间的广大地区, $k$ 指数都大于 $33^{\circ}\text{C}$ ,都有产生对流和较强降水的可能,而以南昌的 $k$ 值最大,降水条件最好。

## 2.5 热力作用

根据上述分析不难看出,各站有利于产生对流性天气的条件大不一样。南昌具备产生对流天气的各种有利条件,但南昌及其周围地区,在8月14日12时之前并没有出现对流天气,这说明,上述条件并不是产生对流天气的充分条件。考查地面热力状况可知,当天08时汕头、赣州、南昌3站的气温明显高于其它4站(见表1),由于天空多云、上午近地面气温升高很快,进一步加大了近地层的不稳定度。当天午后到傍晚南昌附近的对流性天气就是在上述有利条件下加上地面热力作用形成的。

同时应该指出,除了静止锋之外,汕头、赣州两站与南昌有利于对流的条件很接近,而且气温比南昌还高一些,但汕头、赣州当天

下午没有出现对流天气。这说明,在中高层的高压控制下,若没有静止锋,再优越的下垫面热力条件也很难触发对流性天气。所以说,1993年8月14日下午江南北部的对流天气是在多种有利条件下,天气系统与热力作用共同启动的。

## 3 各站天气及条件对比

综上所述,可以勾划出剖面图上各站的天气成因,从中找出500hPa高压中心附近对流天气的条件。

### 3.1 汕头与赣州的天气

汕头与赣州在500hPa副高南侧的东风气流之中,850hPa与700hPa均在高压中心附近。虽然具有深厚的对流性不稳定层。湿度分布上干下湿,沙氏指数较小而 $k$ 指数较大等有利于对流天气的条件,但由于没有整层抬升的触发机制,下垫面的热力作用没能引发不稳定能量释放,所以没有出现对流性天气。

### 3.2 南昌的天气

南昌位于500hPa高压中心之下的地面静止锋附近。不仅具有深厚的对流不稳定层,湿度分布上干下湿,沙氏指数最小而 $k$ 指数最大等有利对流的条件,而且在对流不稳定层之下有锋面抬升及良好的下垫面热力条件作为触发机制,所以在南昌附近地区,8月14日下午酿成明显的对流天气过程。

问题是,在500hPa高压中心附近应该以下沉气流为主的区域,不稳定能量为什么会顺利释放?原因是,通常在对流发生时,辐散层在较高的400hPa,甚至300hPa以上,而500hPa表现为无辐散,甚至辐合状态,即500hPa不是高压控制区。在这次过程中,深厚的辐散层从高空直达500hPa以下,

500hPa 成为高压控制区。深厚的辐散层虽然限制了辐合层的厚度,但高空深厚的辐散流出层却有利于低层更强的流入和辐合抬升。8月14日08时的物理量计算结果表明,在江南北部,中低层的850hPa与700hPa为辐合,500hPa则为强的辐散。这说明无辐散层在700hPa上方不远处,远低于一般情况下的无辐散层高度。这种散度分布使流出层的高度偏低,流入层的厚度变薄,但它并不阻碍垂直运动的发展。所以,虽在500hPa高压中心附近,不稳定能量仍得以顺利释放。

除此之外,南昌850—700hPa风向随高度顺转呈暖平流,而700hPa以上为冷平流,同时500hPa有冷中心自东向西移动经过江西北部,都为对流天气的产生创造了有利条件。

### 3.3 汉口与驻马店的天气

汉口离南昌不远,都在500hPa高压中心附近,其产生对流天气的条件与南昌类似,

但都较弱,尤其地面热力条件不足,所以没出现对流天气。驻马店在副高的北侧,几乎没有对流条件,全天多云。

### 3.4 郑州与邢台的天气

郑州与邢台在500hPa副高脊线5个纬距之外,受西风带天气系统影响,基本上没有产生对流的条件。但中高层的锋区和充足的水汽输送使该地区出现连续性降水。

## 4 结论

通过上述分析可以看出,500hPa副高中心附近可以产生对流性天气,其必要条件是地面有静止锋,锋面与500hPa脊线近于重合(水平距离小于一个纬距),并有深厚的对流不稳定层和高温高湿的下垫面。其次要求整层湿度较大、湿度分布上干下湿, $k$ 指数大而 $s$ 指数小等作为辅助条件。如果有使底层变暖,高层变冷的流场则更有利于激发对流天气。

# The Analysis on the Convective Weather near the Center of Subtropical High in the Nonthern Part of Jiangxi Province

Zhang Yanting

(Observatory of Jiangxi province, Nanchang, 330046)

## Abstract

It is an exceptional phenomenon that the convection occurred near the center of subtropical high, its mechanism is obviously different from that of common convection. The convection on August 14 1993 is analysed, and the general factors of convection occurrence near the center of subtropical high are summed up.

**Key Words:** subtropical high convection stability