

# 淮河流域东北部一次异常大暴雨成因初探

王亦平 王 慧 吴芳芳

(江苏省盐城市气象局, 224001)

## 提 要

通过对位涡场的诊断分析表明,在响水 2000 年 8 月 30 日异常特大暴雨过程中,降水的形成与台风扰动对环境场的改变有密切关系。暖湿系统台风与北方冷性辐合系统的相互作用是产生异常强降水的主要原因。

关键词: 台风 扰动 湿位涡

## 引 言

2000 年 8 月 30 日凌晨到 31 日凌晨,淮东北部沿海地区骤降特大暴雨,其中盐城市最北部的响水县 8 月 30 日 02 时(北京时,下同)到 31 日 02 时 24 小时降水量多达 801.9mm,是江苏省有降水记录以来罕见的。这次异常特大暴雨发生时,“0012”台风与特大暴雨落区距离约八百公里,台风自身云团的外围降水抵达杭州湾,与特大暴雨落区相距四百公里(图 1)。在如此远距离的情况下台风对异常特大暴雨的发生起到什么作用呢?来势迅猛异常量大的降水又是如何形成的?本文试图通过对物理量场的诊断研究得到一些解释。



图 1 2000 年 8 月 30 日 05 时云图

## 1 台风附近湿位涡的变化特征

湿位涡(mpv)<sup>[1]</sup>是一个可以表征大气动

力、热力特性和水汽作用的物理量,在不考虑非绝热加热和摩擦效应情况下具有守恒性。等熵面上的湿位涡表示为:

$$mpv = -g\zeta_0 \frac{\partial \theta_e}{\partial p}$$

其中  $\theta_e$  是相当位温,  $\zeta_0$  是等熵坐标中绝对涡度在垂直方向上的投影。

由于湿位涡表征的是涡动、稳定度及水汽的综合特征,本文就通过湿位涡的演变说明台风扰动对环境场的综合影响。以下以 315K 等熵面(约相当于高度 700~500hPa)为特征面,分析 29 日 20 时至 31 日 08 时降水发生前后,随着台风的移动,湿位涡(mpv)场的变化情况。

29 日 20 时(图 2)湿位涡高值中心,分别在台风中心附近(东北侧 a)、杭州湾及其沿海地带 b、江苏中部 c,在河南山西交界之处也有一与西风带系统有关的正高值区 d。30 日 08 时(图 3)位于台风中心附近的 a 高值中心减弱,位于杭州湾及其沿海地带的高值中心 b 加强,在江苏中部的中心 c 增强,并向东北沿海地区移动,中心 d 东移到河南山东交界,有所发展。30 日 20 时(图略),台风中心移近浙江及其沿海地带的高值中心 b, b 中心湿位涡值已大大减弱, c 中心增强明显, d 中心有所增强。31 日 08 时(图略)台风转向东北方向移动,移向中偏东分量显然增多,此时 c 中心减弱,在其东北侧,台风位置附近新生一圆弧状高值带 e 与原来的 d 中心联成弧

状高值带。

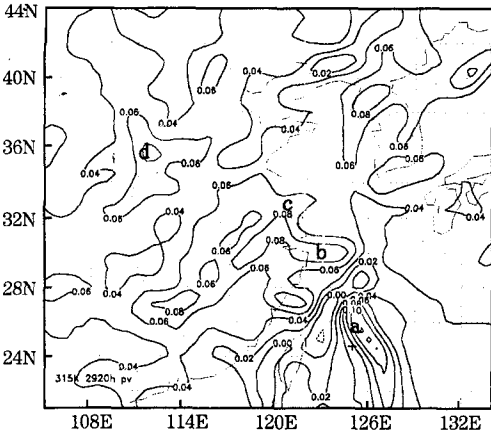


图 2 2000 年 8 月 29 日 20 时 315K 等熵面湿位涡

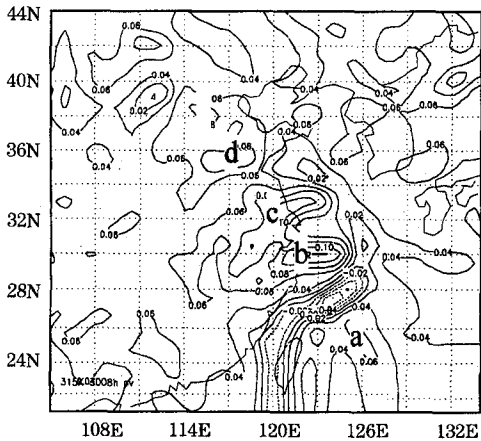


图 3 2000 年 8 月 30 日 315K 等熵面湿位涡

由以上的 mpv 演变过程,结合台风移动路径,发现几点有意思的特征。首先是沿台风前进方向,mpv 高低值中心相间呈阵列分布,在其它方位没有这种分布特征,在台风将转向时,这种分布走向也改变。其次,在台风行进过程中,mpv 高值中心不是维持原有数目不变,而是沿台风前进方向向远处发展增多,当台风转向时,原行进方向上的湿位涡 (mpv) 中心减弱,新方向上有湿位涡 (mpv) 中心新生。第三,mpv 高值中心并不是随台风整体向前平移,而是在原地发展或减弱。从 29 日 20 时到 30 日 08 时,台风向西北移动约 2 个经度距离,在台风附近的 mpv 高值中心 a 并不是跟随台风向西北方向移动,而是就地减弱,在台风前进方向的各中心,按照与

台风的距离远近,先后在 b、c、d 处依次增强,然后又依次减弱。第四,台风中心并不是与 mpv 最大高值中心同步移动,台风中心也不总是处于 mpv 正值区,有时也处于负值区中。

若简单地认为高值中心与强扰动有关,mpv 的这些变化特征表现出许多波动传播的特征。随着台风向前移动,其扰动主要是沿着台风行进方向向前传播的,可以到达很远的区域。在这个方向上数个湿位涡 (mpv) 中心可以看作这种扰动传播的波峰,最远的湿位涡 (mpv) 中心距离台风中心可达约 8 个经度的距离。由于湿位涡 (mpv) 高值中心并不是跟随台风的移动而同步平移,而是旧中心原地减弱,新中心发展增强,即以波动方式将扰动能量向前传送,因此传播速度非常快。台风扰动传播的这两个特点可以解释在异常特大暴雨的迅猛产生过程中,远距离台风的作用途径。

## 2 冷暖气团的相互作用

在台风扰动传播方向上有多个传播出去的扰动中心,但唯有响水降水量异常多,说明除台风扰动传播以外,还有其它原因存在。在特大暴雨落区北侧和西侧,强降水发生前弱辐合线的存在正是另一原因所在。台风中心附近的强降水是台风系统自身强的辐合抬升形成的,而距离台风中心 8 个经度的降水系统的抬升作用与强的斜压作用有关。强降水发生前弱辐合线的存在表明该地区就处在冷暖气团交绥地带,随着台风扰动的向北移动,随之而来的暖湿气流加剧了两气团的冷暖及干湿对比,使原已减弱的辐合线复活,斜压性增强显著。

以 400hPa 与 925hPa 风的矢量差代表这两层等压面之间热成风。因为大气的斜压性是热成风存在产生的原因。热成风大值区就是斜压性最强的区域,对应冷暖气团对峙的锋区。从 29 日 20 时到 30 日 08 时(图 4),分别在皖、赣和鲁、豫的两个热成风大值区,向暴雨落区汇合并加强,对应的热成风中心值达到  $30\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$ ,在 0012 号台风影响期间,这个值是受影响区域内出现的最大值。30 日 20 时之后这个区域的热成风值明显减弱。

若用斜压矢量表示斜压性,则斜压矢量与热成风方向相反,在低层东风急流在海岸抬升的基础上,斜压矢量的作用产生在其南侧上升、北侧下沉的环流增强,即达到使暖湿气流抬升的作用。

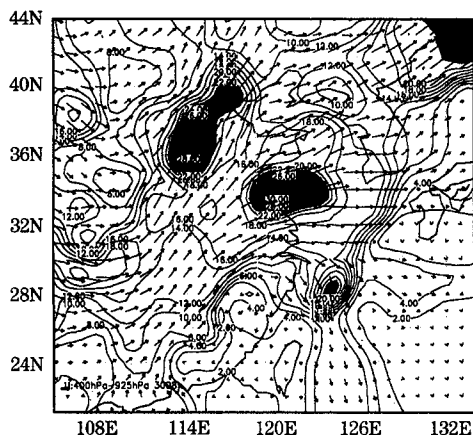


图4 2000年8月30日08时400与925hPa等压面上风的矢量差  
阴影区为 $20\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$ 以上的大值区

从卫星云图上可以看到,30日05时(图1)、14时(图略)有两块小尺度云体在响水南侧,里下河以南地区生成发展北移,并入先期存在的弱辐合线云带。这两次汇合分别对应两次降水强度高峰。因此暖冷两种性质的气团的相互作用对强降水的形成起到不可低估的作用。

### 3 结论

通过以上分析可以得出结论:

(1)台风在活动过程中对环境场的改变与扰动的传播非常类似。台风扰动通过这种

类似波动的方式将扰动能量向前传播,可以抵达较远区域。由于湿位涡(mpv)高值中心并不是跟随台风的移动而同步平移,而是旧中心原地减弱,新中心发展增强,即以波动方式将扰动能量向前传送,因此其速度远比台风移动速度快。台风扰动传播的这两个特点可以解释在异常特大暴雨的迅猛产生过程中,远距离台风的作用。

(2)异常特大暴雨的发生是台风扰动改变了的环境场和先期存在的冷性辐合线共同作用的结果。

(3)当这种扰动处于高空槽前,与中低层北方冷性的辐合线汇合,两种性质的锋区汇合形成更强的北冷南暖的锋区,是直接产生强降水的中尺度系统。不同性质气团使斜压性增强,这种异常强的斜压性加强了降水发生的上升运动条件。

此外,前期冷性辐合线降水有利于低层水汽在降水发生前长时间的积累,而台风环流场在一个大范围、厚气层内形成暖湿的偏东风,长时间源源不断地补充降水发生期间的水汽需求。就水汽条件而言,辐合线与台风两系统的存在对强降水的发生及持续也起了很重要的作用。由于西北有高空西风槽东移,南面有台风北进,这个锋区处于准静止状态,影响时间长,降水总量大。当台风将要转向时降水就已经减弱,直至停止。

### 参考文献

- 1 寿绍文. 中尺度天气动力学. 北京: 气象出版社, 1993: 248~251.

## Analysis of a Severe Heavy Rain in Northeast of Huaihe Basin

Wang Yiping Wang Hui Wu Fangfang

(Yancheng Meteorological Bureau, 224001)

### Abstract

By analyzing the change of moist potential vorticity (mpv) field and baroclinicity, a heavy rain event occurred in the northeast Huaihe basin from 30 to 31 August 2000 is discussed. It is found that this heavy rain is closely related to the typhoon disturbance which triggered off the evolution of circulation field. Furthermore, the key of the heavy rainfall is interaction between the typhoon warm and wet weather system and the cold convergence system.

**Key Words:** typhoon disturbance moist potential vorticity