

# “0012”台风引发“8.30”特大暴雨过程的分析

魏建苏 赵永玲 周曾奎 王清楼

(江苏省气象台, 南京 210008)

**摘 要** 本文应用特大暴雨出现时段相应的高空环流特征, 逐时卫星云图的演变, 以及最大逐时暴雨中心单站气象要素的分析, 探讨了“0012”台风引发“8.30”特大暴雨的成因。可以认为不论是第一段强降水时段, 还是后二段强降水时段, 造成这次罕见的特大暴雨的主要成因是台风环流与中纬度西风带急流、冷槽(锋区)相互作用的结果; 而第三段暴雨则是台风本身的影响。

**关键词** 台风 特大暴雨 过程分析

**分类号** P458 **文献标识码** B

## 引 言

近海北上型台风对江苏的影响通常达到严重影响级, 但“0012”台风却达到最严重级。从 8 月 30 日 05 时~31 日 05 时, 江苏东部沿海和中部地区, 46 个站出现大风, 11 站出现大于 100 mm 在大暴雨, 其中 7 站, 24h 降水超过 250 mm。响水县(30 日 02 时~31 日 02 时)降水达到 802 mm, 突破江苏历史暴雨的极值。

这次特大暴雨始于“0012”台风最接近江苏沿海之前  $26.2^{\circ}\text{N}$ 、 $123.7^{\circ}\text{E}$ , 也是台风发展最强盛之前, 结束在台风北上转向东北到  $36.2^{\circ}\text{N}$ 、 $124.6^{\circ}\text{E}$  之时, 前后影响历时 40h。

这次特大暴雨过程前后出现了三段强降水时段, 尤其是第一段特大暴雨的最大强降水中心出现在离台风中心约 6~7 个纬距之外, 也即离台风环流直接影响江苏之前约 10~15 h, 第二段的次强降水时段是在台风接近浙江石浦时开始; 第三段是在台风最接近长江口(约 150 km)时出现。

早在“八五”科技攻关研究项目“台风暴雨灾害性天气监测、预报技术研究”成果中<sup>[1]</sup>, 有关专家指出:“高低空急流与台风到槽环流耦合时, 台风倒槽和其东侧的低空急流与北面的高空急流激发的低层急流和倒槽相联结, 造成了台风倒槽的突然北伸和 low 空偏南急流的突然北推, 使暖湿空气一直输送到高空急流入口区右侧辐散区下方, 造成台风远距离暴雨。李文源等<sup>[2]</sup>曾用数值产品动力释用来预报一般的台风暴雨, 显然难以报出本个例的台风特大暴雨, 本文着重弄清暴雨过程的物理成因。”

收稿日期: 2001-12-29; 修改日期: 2002-03-14

第一作者简介: 魏建苏(1959-), 男(43), 江苏建湖, 高级工程师, 学士, 现在江苏省气象台预报中心工作, 主要从事暴雨、卫星资料释用研究

# 1 “0012”台风诱发的“8.30”特大暴雨过程的强降水演变特征

1.1 从江苏省“不定时重要天气报”(当时雨势增强实况报)分析“8.30”特大暴雨过程可分为三个相对集中的暴雨时段。

## 1.1.1 30日05:45到12:37为第一阶段暴雨集中时段

表1 “0012”台风引发的第一阶段暴雨集中时段

Table 1 The first rainstorm stage caused by typhoon 0012

达标强降水强度( $\geq 25, 50, 100, 200\text{mm}$ )					
出现时间	地点	雨量	出现时间	地点	雨量
5:45	东海	26	7:56	灌云	100
5:58	灌南	60	8:49	东海	51
6:35	灌云	25	10:43	灌云	200
6:56	灌云	50	11:00	响水	452
6:56	灌南	101	12:37	东海	101

从表一可见,我省最北部的东海在30日05:45首发强降水,紧接下位于它东南部的灌南、灌云从5:58到6:56—h陡降40mm;灌云从6:56到7:56 1h陡降50mm;而到10:43再降100mm;响水到11:00一次来报已达到452mm。

所以,从以上强降水出现的实况可以看出:

(1) 最早出现强降水是我省最北部的东海,接着强降水中心向东南方向移动。

(2) 出现最大雨强的时段是6:56到12:37,出现最大强降水的中心不是首发暴雨的东海,而是位于首发暴雨点东南方向的灌云、响水。

## 1.1.2 30日14:30到19:42分第二阶段暴雨集中时段

表2 “0012”台风引发的第二阶段暴雨集中时段

Table 2 The second rainstorm stage caused by typhoon 0012

滨海		赣榆		连云港		阜宁	
暴雨出现时间	雨量	暴雨出现时间	雨量	暴雨出现时间	雨量	暴雨出现时间	雨量
8:45	25	8:37	25	9:32	25		
9:00	50	10:40	50	12:33	50		
14:30	104	15:19	100	17:30	100	19:42	25

从表二可见:滨海、赣榆、连云港,从8:37到12:33,前后约1~3h,是第一段强降水时段(但非第一段强暴雨的中心地域),后三站先后间歇约4~5h,于下午14:30到17:30,复又出现第二段强降水,到19:42位于它们南面的阜宁出现首次达标暴雨。

## 1.1.3 31日1:07到18:25为第三阶段暴雨集中中期

表3 “0012”台风引发的第三阶段暴雨集中时段

Table 3 The third rainstorm stage caused by typhoon 0012

吕泗		盐城		宿迁	
暴雨出现时间	雨量	暴雨出现时间	雨量	暴雨出现时间	雨量
31日1:07	25	18:00	26	30日7:17	25
4:45	50	18:25	51	31日10:57	25
				11:27	50
				15:12	100

从表三可见,第三段暴雨开始最早出现在长江口的吕泗,为 31 日 01:07,然后在它的北部盐城出现暴雨。同时也可以从宿迁的强降水出现的时间分析出第三段暴雨的存在。30 日 07:17 出现了 25 mm 强降水(属第一段暴雨段),后雨势减弱。到 31 日 10:57,时隔 27 h 后复又出现强降水,且雨势明显增强,半个小时陡降 25 mm。

## 1.2 从最大强降水中心区的响水县逐时降水量分析

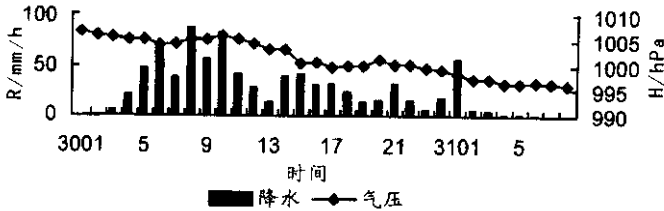


图 1 响水 2000 年 8 月 30 日 01 时到 31 日 08 时降水量

Fig. 1 The precipitation from 1h Aug. 30 to 8h Aug. 31, 2002 at Xiangshui

选择响水县的逐时降水量,是因为这次特大暴雨中心在响水。从 8 月 30 日 03:00 到 31 日 06:00 降水时间没有中断,降水总量达 833 mm;每小时最大降水强度出现在响水,30 日 7:00~8:00 达到 89 mm 左右。

从图 1 可以分析出,从 30 日 3 月到 31 日 06:00,也存在明显的三个时段强降水过程。第一段在 30 日 03:00~13:00 共 11 h,总降水量达到 494 mm,占全过程雨量的 60%。第二段在 30 日 14:00~23:00,降水历时 10 h,总降水量达到 204 mm,占全过程雨量的 30%。1 h 降水量最大值为 42 mm,出现在 15:00。第三段在 31 日 0 时到 06:00,历时 7 h,总降水量为 122 mm,占全过程雨量的 10%。最大 1 h 降水量达 57 mm 出现在 31 日 01:00。从响水“8.30”特大暴雨过程逐时降水量的分段与区域性特大暴雨的分段和从强降水出现的起止时间等方面分析均互相符合。

## 2 “8.30”特大暴雨过程主要成因的分析

经分析,造成“8.30”特大暴雨的主要成因,仍是中纬度西风带急流,冷槽、锋区和台风的相互作用所致,尤其是第一、二段暴雨过程与西风带环流系统的相互作用尤为显著。

### 2.1 造成第一、二段特大暴雨的环流场特征

#### 2.1.1 有利的 500hPa 中纬度环流系统

29 日 20 时 0012 号台风中心在台北以东约 300 km 处,西风带 110°E 附近有低压槽。台风与西风槽之间,存在一狭窄的弱高压带,长江口已转为明显的东南风。30 日 08:00(当第一段特大暴雨激发时),西风槽明显东移且加深,位于日本的副热带高压西伸经朝鲜伸向黄海,且形成明显的鞍形场形势<sup>[3]</sup>,致使台风东北侧和位于朝鲜~日本的副热带高压之间形成一支强劲的东南气流直抵我省,见图 2。同时也可以从 30 日 08:00 700 hPa 流场(图 3)看到流线从台风外围由东海经长江口穿越我省。这种流场的形势是极有利于将台风挟带的暖湿气流源源不断地直送我省沿海地区。这种流场背景一直维持到 31 日 08:00。

#### 2.1.2 200 hPa 急流的作用

29 日 20 时 200 hPa 环流场,在位于 500 hPa 西风槽略偏西处(110°E 附近),存在一稳定超长波主槽,槽底达 25~27°N。从 29 日 20:00 到 30 日 20:00,它的位置基本稳定且槽底加

深,强度增强。在它的槽前从湖北北部经安徽北部到山东南部存在一支强劲的西风急流。它位于 500 hPa 由台风和副高之间形成的东南转向东北气流的上空。它符合我省以前总结的鞍形场形势下台风暴雨形成的空间结构模式。

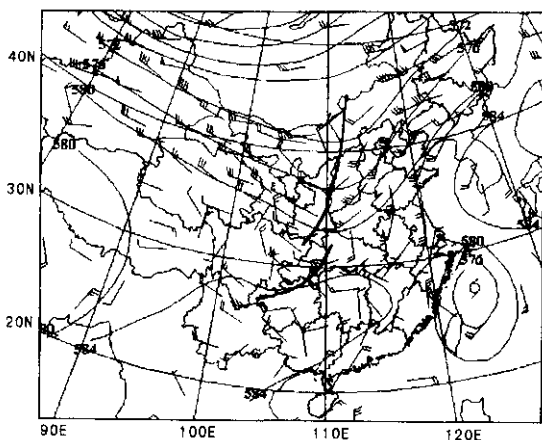


图 2 2000 年 8 月 30 日 08 时 500 hPa 高度场

Fig. 2 The field of altitude at 500 hPa for 8h Aug. 30, 2002.

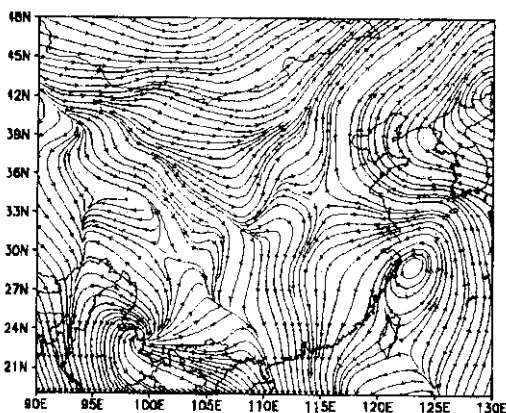


图 3 2000 年 8 月 30 日 08 时 700 hPa 流场

Fig. 3 The streamline field at 700 hPa for 8h Aug. 30, 2002

## 2.2 散度场的空间结构

### 2.2.1 300 hPa 散度场

在 29 日 20 时山东到我省上空无强的辐散中心,但到 30 日 08:00 从我省上空到山东和东北地区出现了明显的辐散区,尤其在 200 hPa 槽前急流区下方,在山东半岛~辽东半岛出现了强辐散中心,其值达:  $30 \times 10^{-5} \text{ s}^{-1}$ 。这一强辐散区一直维持到 30 日 20:00。300 hPa 存在的这一强辐散区无疑对第一、二段暴雨区上空产生强大的对流上升运动起到了巨大贡献。

### 2.2.2 500 hPa 散度场

在 29 日 20 日在我省到山东半岛处在弱辐合区。但到 30 日 08:00 转辐散区,大值中心  $10 \times 10^{-5} \text{ s}^{-1}$  分别在安徽北部到黄海南部,30 日 20:00 强散度中心东移、扩大,其值达到  $40 \times 10^{-5} \text{ s}^{-1}$ ,山东南部、江苏包括浙北均在较强中心 ( $20 \times 10^{-5} \text{ s}^{-1}$ ) 范围内。

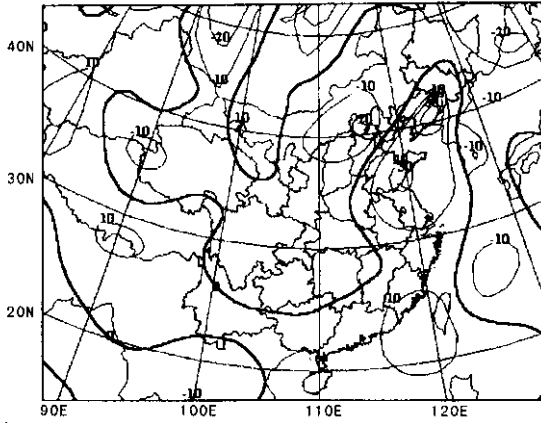


图4 2000年8月30日08时300 hPa散度场(单位:  $\times 10^{-5} \text{ s}^{-1}$ )

Fig. 4 The field of divergence at 300 hPa for 8h Aug. 30, 2002

### 2.2.3 850 hPa 散度场

在29日20:00时我省到山东均处在辐散区。但到30日08:00第一段特大暴雨首发时,从河南、安徽、山东、我省均转为辐合区,辐合中心分别在河南北部和山东南部,其值:  $-10 \times 10^{-5} \text{ s}^{-1}$ 。另一辐合区在台湾北部。

### 2.2.4 ( $D_{300} - D_{850}$ ) 相对散度

在8月29日20:00苏、皖北部到山东相对处于负值区,但12 h后负值急转正值差值达:  $20 \times 10^{-5} \text{ s}^{-1}$  (见图5)。所以,从高层到低层的散度场分析,引发“8.30”特大暴雨的对流云团的强烈发展是在高层辐散显著加强,在我省北部上空( $D_{300} - D_{850}$ )相对散度正值剧增的环境下爆发的。

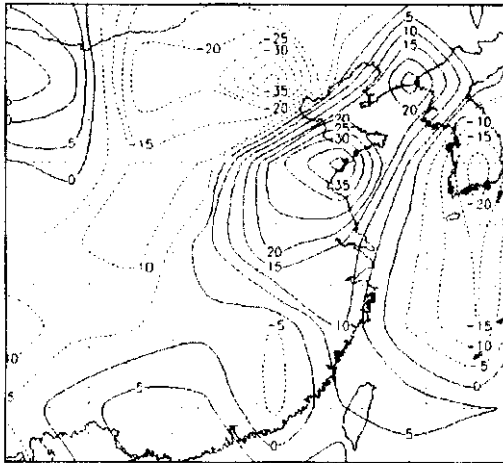


图5 2000年8月30日08时300-850 hPa散度场

Fig. 5 The field of divergence at 300-850 hPa for 8h Aug. 30, 2002

## 2.3 逐时卫星云图的分析

通过逐时卫星红外云图,可以更清晰地分辨出“8.30”特大暴雨是台风与中纬度高空急流、

西风槽共同作用的结果。反映在造成三段暴雨的降水云团各具特性。

特大暴雨爆发前 8 月 29 日 20:00 云团特征(图 6)。此时,可以清楚地看到:0012 台风中心在台湾以东,台风云系基本上都在  $30^{\circ}\text{N}$  以南,河套东北部上空是弱的西风槽云系,从东北部到山东半岛、苏、皖北部直到湖南,是一条东北—西南走向的急流卷云带,它与高空 200 hpa 的急流轴相对应。在这之后,台风云系不断北上,西风槽云系逐渐东移,这二大云系不断与急流卷云带结合,在我省东北部激发出 MCS 云团,从而造成连续达 37 h 的暴雨到特大暴雨。

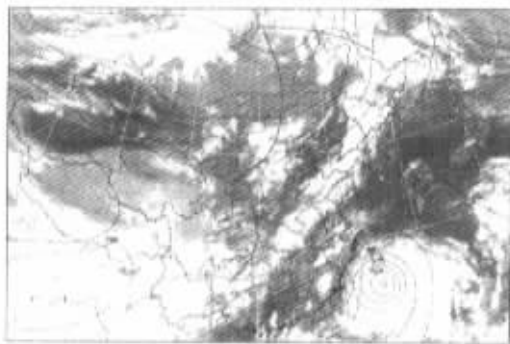


图 6 2000 年 8 月 29 日 20:00 500 hpa 形势图与红外云图叠加

Fig. 6 The superimposed field of pattern at 500 hpa and *GMS-5* satellite image(IR) at 20h, Aug. 29, 2002

### 2.3.2 第一段特大暴雨时段(30 日 03:00~13:00)云图特征分析

此段主要是台风在高空急流卷云带的南侧激发的 MCS 云团 D 的强降水,这个时段历时 10 h,总降水量 493 mm,是响水降水强度最大时段,其中 07:00~08:00 时 1 h 降水量达 88.8 mm。

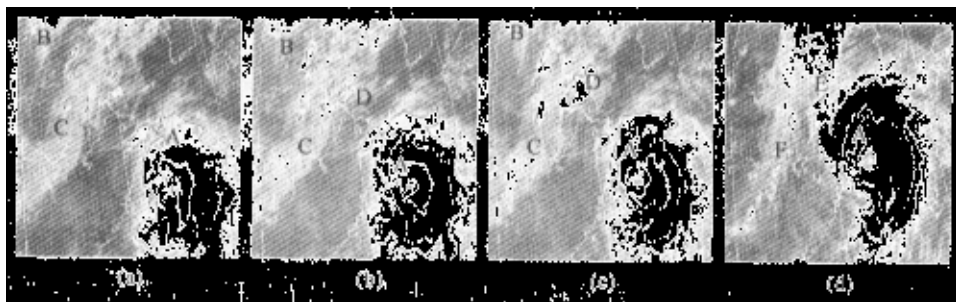


图 7 红外云图

(a)30 日 2 时 (b)30 日 4 时 (c)30 日 5 时 (d)30 日 15 时

A:台风云系 B:西风槽云系 C:高空气流云系 D:中 $\beta$ 云团 E:台风外围弧状云系  
F:西风槽、高空气流的叠加云系 TBB 等值线为:  $-10\sim-50^{\circ}\text{C}$ , 间隔为  $10^{\circ}\text{C}$

Fig. 7 *GMS-5* satellite image(IR)

A: cloud system by typhoon B: cloud system by westerly trough C: cloud system by upper jet  
D: the meso- $\beta$  cloud cluster E: arcs system on the skirts of typhoon F: superimposed  
cloud system of westerly trough and upper jet

The contour line of TBB is between  $-10^{\circ}\text{C}$  and  $-50^{\circ}\text{C}$  and interval of  $10^{\circ}\text{C}$  between contour lines

从 30 日 02:00 云图上可以分析,在急流东南侧有两处对流云团发展,一处在我省的淮安北部和盐城,一处是在连云港东北方向平山岛附近。到 04:00 时,二处云团迅速发展加强,对流

云团 TBB 达  $-63.2\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。05 时(图 11)二个对流云团合并为 MCS 云团 D,其  $\text{TBB} \leq -40\text{ }^{\circ}\text{C}$ ,面积迅速扩大,05 时 1h 降水量达到 47.7 mm。从 05 时~11 时,MCS 云团一直停留在响水以北,且稳定少动, $\text{TBB} \leq -40\text{ }^{\circ}\text{C}$ ,面积均大于  $400\text{ km}^2$ 。

### 2.3.2 第二段暴雨(30 日 14:00~23:00)为台风外围环流云带与西风槽云系结合的降水

此阶段降水历时 9 h,总降水量达 204 mm,最大 1 h 降水量 41.8 mm,出现在 15:00。随着台风不断北上,和西风带低压槽的东移,台风外围云带逐渐与西风带急流,低槽云系靠近。在低槽云带东南侧,连云港、盐城上空的台风外围云带有强对流发展,洞着台风外围环流场形成一条东北~西南向的弧线状云带。它随着台风主体云带的靠近继续加强,15:00 最大  $\text{TBB} \leq -40\text{ }^{\circ}\text{C}$  的面积不断扩大,响水县每小时降水量在 25 mm 以上。

### 2.3.3 第三段暴雨(31 日 00:00~06:00)该段暴雨主要为台风环流自身密蔽云区造成

这阶段降水历时 72 h,总降水量为 122.4 mm,最大一小时降水量 56.7 mm,出现在 31 日 01 时。此时,台风主体的密蔽云区与连云港、盐城上空的台风外围弧线状云带结合,覆盖了连云港、盐城上空,致使响水雨量复又陡增。此后 02:00~06:00 西风槽云系不断东移,西风槽云系南端完全与台风云系叠加,在此时段内 TBB 在  $-40\text{ }^{\circ}\text{C} \sim -30\text{ }^{\circ}\text{C}$  之间,雨势也明显减小。

## 3 特大暴雨过程单站气象要素分析

分析特大暴雨区最大雨量中心响水县、灌云县 30 日 01:00 到 31 日 08:00 的单站气象要素,可以分辨出“8.30”特大暴雨过程相应时段的主要影响系统。

不论响水县还是灌云县,在第一段特大暴雨产生前,单站气压均有稍微下降,但在特大暴雨强降水时段出现时,从 06:00 到 10:00,二站气压均急速上升,形成整个暴雨过程的气压峰,风向均由暴雨前的东到东南风急转西北或东北风,同时这些平均风速增大到  $8\text{ m/s}$  左右。这些单站气压、风向的演变明显地显示了这一段特大暴雨主要是中纬度西风带系统与台风外围输送的强大暖湿气流互相作用而激发产生的强对流降水特征。

在第二段暴雨过程中,单站气压基本趋于下降状态,但还出现气压的微弱上升的波动。但在第三段暴雨开始前 30 日 22:00 起,二站的气压均出现显著的持续下降趋势,风向稳定维持东北风,风速也稳定加大到  $6 \sim 8\text{ m/s}$ 。这时段的单站气压、风向、风速的演变清楚地显现出台风外围逼近时影响特征。

## 4 小 结

(1)沿海北上台风,尽管还远离台风影响范围之外,但它北上过程 K,要密切注意中纬度系统与台风环流输送的暖湿气流的相互作用。尤其是与稳定的高空气流的相互作用。

(2)500 hPa 辐散的增强,尤其在高空气流下方散度正值的增大;以及相应的高低层相对散度正值的剧增,是特大暴雨产生的极为有利的散度场的空间结构。

(3)逐时卫星云图,是监测和预报中纬度系统与台风相互作用激发暴雨云团的有效分析工具。

## 参 考 文 献

- 1 陈联寿. 热带气旋运动研究进展的综述. 全国热带气旋科学讨论会论文集. 北京: 气象出版社, 2001. 5~6
- 2 李文源, 唐卫亚. 一次台风暴雨过程数值产品动释用预报的模拟试验. 气象科学, 1998, 18(1): 42~47
- 3 江苏省气象局预报课题组编. 江苏主要天气分析和预报上册. 北京: 气象出版社, 1988. 98

## ANALYSIS OF THE ‘8.30’ STORM RAINFALL CAUSED BY TYPHOON 0012

Wei Jiansu Zhao Yongling Zhou Zengkui Wang Qinglou

(*Jiangsu Meteorological Observatory, Nanjing 210008*)

**Abstract** We discussed the reasons of ‘8.30’ storm rainfall caused by typhoon 0012 based on the upper circulative characters during the course of heavy rain, the evolvement of hour-to-hour satellite cloud picture and the analysis of single station meteorological elements of the maximum hour-to-hour storm rainfall center. It was shown that for the precipitation processes, including the first and second strong precipitation phases, the major cause of this rare storm rainfall was the result of interaction among the typhoon circulation, western jet and the cold trough (frontal zone), and the third precipitation phase was affected by typhoon itself.

**Key words** Typhoon Storm rainfall Course analysis