

张端禹,张兵,雷正翠.台风云娜与桑美对鄂东南降雨影响的对比分析.暴雨灾害,2009,28(4):362-367.

# 台风云娜与桑美对鄂东南降雨影响的对比分析

张端禹<sup>1</sup>,张兵<sup>1</sup>,雷正翠<sup>2</sup>

(1.中国气象局武汉暴雨研究所,武汉 430074;2.江苏省常州市气象局,常州 213001)

**摘要:**2004 年第 8 号强台风云娜、2006 年第 8 号超强台风桑美均在 8 月份登陆浙江并偏西行,但它们造成鄂东南降雨却有较大区别。鄂东南出现大雨以上降水的站数和持续时间,云娜台风低压影响期间明显多于桑美台风低压影响期间,桑美影响期间降雨强度大但持续时间短。对比分析发现:云娜活动期间,低压环流和对流云系影响鄂东南时间长、偏东风低空急流强大、地面冷空气活跃;鄂东南区域平均水汽辐合量大、中低层等相当位温线陡立、有利于降雨的动力条件好,且这三者持续时间长;鄂东南区域平均湿螺旋散度低层正的数值大且持续时间长。桑美影响期间鄂东南对流云发展十分旺盛但快速移走,低层正的湿螺旋散度数值不大但发展层次却比较高。

**关键词:**台风低压;鄂东南;强降雨;维持时间;对比分析

**中图分类号:**P457.8;P458.1+21 **文献标识码:**A **文章编号:**1004-9045(2009)04-0362-06

## 1 引言

根据董林的研究<sup>[1]</sup>,2004 年 8 月 12 日 20 时(北京时间,下同)云娜(RANANIM)台风登陆浙江温岭市石塘镇,登陆时中心附近最大风力 12 级( $45 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ ),中心气压 950 hPa。许映龙等<sup>[2]</sup>认为,云娜登陆后主要以偏西路径深入内陆,先后途经浙江南部、江西北部、湖北东南部和湖南北部,并历经两次明显的路径转向。其西行速度呈现多变的趋势,登陆前后移速较快,后期移速较慢,并在两次路径波折前都出现移速减慢现象。从登陆前后中心气压变化来看,云娜登陆后的 6 h 强度减弱很快,以后减弱缓慢,其在陆上维持时间相对较长。

马学款等研究发现<sup>[3]</sup>,2006 年 8 月 10 日 17 时 25 分桑美(SAOMAI)台风在浙江省苍南沿海登陆,登陆时中心最大风力达 17 级( $60 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ ),中心气压为 920 hPa。桑美登陆后移入福建省境内,其强度迅速减弱,10 日晚至 11 日凌晨 02 时减弱为热带风暴,05 时进入江西境内,09 时减弱为热带低气压,23 时热带低气压向西北方向移动进入湖北境内,12 日上午 8 时减弱。

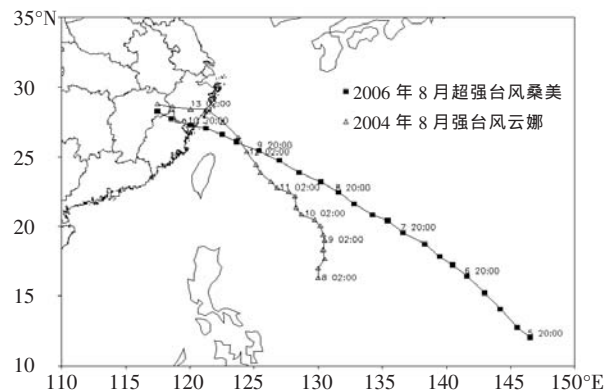
按照中国气象局实施的热带气旋等级标准,0414 号台风云娜属强台风,0608 号台风桑美属超强台风。云娜、桑美这两个台风登陆的地点、季节以及移动路径都很相近,且都移经鄂东南。它们给鄂东南带来的降雨有何差别?其原因又主要是什么?这些将是本文讨论重点。文中使用资料包括:(1)NCAR/NCEP 一日四次  $1^\circ\times 1^\circ$ 再分析资料;(2)MICAPS 常规高空、地面分析

资料及降水资料;(3)红外卫星云图资料。

## 2 台风移动路径及对鄂东南影响对比分析

本文中鄂东南包括汉口(本文视为鄂东南)、江夏、鄂州、黄冈、浠水、蕲春、黄梅、武穴、黄石、大冶、阳新、咸宁、赤壁、嘉鱼、通城、崇阳、通山等 17 个气象市(县、区)。该区北面有大别山,南面有幕阜山、西面是江汉平原。鄂东南是湖北省夏、秋季节比较容易受到台风低压影响的地区。

图 1 给出云娜与桑美的移动路径。可见两台风登陆地点、季节都很相近,并且都移经赣东北。不同之处在于,桑美朝向西北方向移动,路径比较稳定、移速比较均匀,云娜则路径相对曲折、移速变化比较大。



均超过 100 mm。图 2b 显示桑美台风低压影响期间湖北省 2006 年 8 月 11 日 08 时至 13 日 08 时 2 d 的累

积雨量,鄂西南建始、鄂东南嘉鱼和崇阳三站降雨均超过 50 mm。

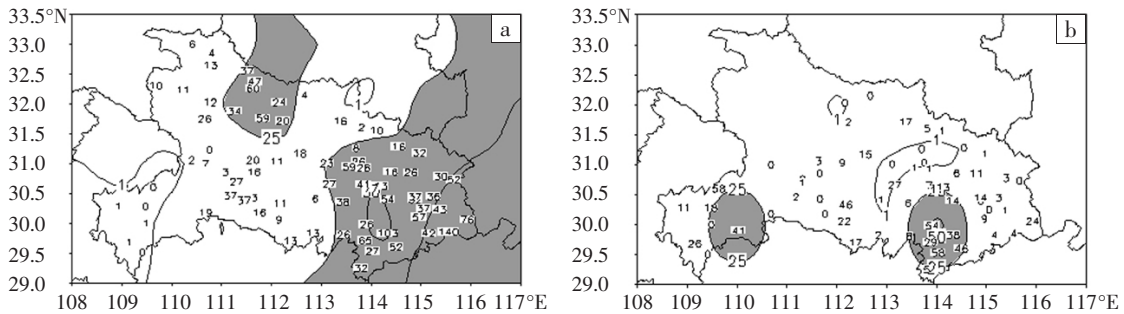


图 2 湖北省连续 2 d 过程累积降雨量(阴影区降雨超过 25 mm)图  
(a)2004 年 8 月 13 日 08 时至 15 日 08 时;(b)2006 年 8 月 11 日 08 时至 13 日 08 时

表 1 给出云娜、桑美影响鄂东南期间出现的大雨和暴雨站数。2004 年 8 月 13 日 08 时至 14 日 08 时,较强降雨主要出现在鄂东南的东部。其中,武穴 97.3 mm 为最大,其余 5 站为大雨。14 日 08 时至 15 日 08 时,最大降雨出现在鄂东南的西部汉口(99.0 mm),另外鄂东南还有 1 站暴雨、7 站大雨。2006 年 8 月 11 日 08 时至 12 日 08 时,大雨以上降水出现在鄂东南的西南部嘉鱼、赤壁、咸宁、崇阳、通山 5 县市。12 日 08 时至 13 日 08 时,鄂东南降雨强度明显减弱,24 h 雨量均在 5.0 mm 以下。可见,2004 年 8 月云娜影响期间鄂东南出现大雨与暴雨站数之和明显比 2006 年 8 月桑美影响期间多,大雨以上较强降雨影响的时间也长。由此可见,台风低压造成的鄂东南较强降雨,其影响范围与持续时间不是简单地由台风登陆时的强度所决定,而是与当时的环流系统及物理量场配置有关。

表 1 云娜、桑美影响期间鄂东南大雨(25.0~49.9 mm)和暴雨( $\geq 50.0$  mm)站数统计

时段	大雨站数	暴雨站数
2004-08-13T08-14T08	5	1
2004-08-14T08-15T08	7	2
2006-08-11T08-12T08	3	2
2006-08-12T08-13T08	0	0

### 3 天气系统对比分析

#### 3.1 500 hPa 高度场与卫星云图分析

由 GOES-9 红外卫星云图可见,2004 年 8 月 13 日 14 时以后鄂东南开始受到西移云娜涡旋外围云系影响,并一直持续至 15 日 02 时以后,影响时间累计超过 36 h。整个影响期间鄂东南云顶最低温度  $-56.91\text{ }^{\circ}\text{C}$ ,云系比较零散,对流也不是十分旺盛。从 14 日 08 时 500 hPa 高度场与同时间云图叠加(图略)可见,副热带高压主体位于日本南部洋面,四川盆地西北部和河套东部有高压单体活动,云娜低压环流中

心位于赣西北,其位势高度最低值  $\leq 581$  dagpm;鄂东南受云娜外围较为分散的对流云团影响。

从 FY2C 红外卫星云图发现,2006 年 8 月 11 日 15 时以后鄂东南开始受到西移桑美涡旋云系影响,时间持续至 12 日 02 时,累计影响时间仅 11 h,以后云团向南移出。虽然涡旋云系影响鄂东南时间不长,但云系结构密实,云顶温度很低,其中低于  $-56.91\text{ }^{\circ}\text{C}$  的时间从 11 日 16 时一直持续至 22 时 30 分,期间最低温度曾达到  $-94.04\text{ }^{\circ}\text{C}$ ,这些表明对流很旺盛。12 日 08 时(图略)500 hPa 副热带高压面积庞大,桑美低压倒槽已位于湖南中南部,位势高度最低值  $\leq 586$  dagpm;此时与倒槽相伴出现的对流云团已完全移出鄂东南。可见,两个热带低压云系先后影响鄂东南,桑美云系影响时间很短,但发展旺盛程度却明显超过云娜云系,表现为桑美云顶亮温很低。

#### 3.2 低空急流影响分析

郑峰<sup>[4]</sup>分析一次沿海地区热带风暴外围特大暴雨时发现,海上存在一支强的偏东风低空急流,该急流伸展至暴雨云区,它对暴雨云团的形成和维持起了非常重要的作用。利用高空观测资料,文献[5]分析 2005 年 9 月初泰利低压引起的鄂东连续暴雨,同样发现低层偏东风急流是形成暴雨的重要天气系统。

云娜影响鄂东南期间,850 hPa 低层偏东风急流强大、维持时间长。其中,偏东风急流开始影响鄂东南的时间是 12 日 20 时,以后随着云娜西进,鄂东南偏东风逐渐加大,13 日 08 时达到最强  $26\text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ 。至 14 日 08 时,影响鄂东南的偏东风急流仍有  $16\text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ 。15 日 08 时以后,鄂东南偏东风下降至  $10\text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$  以下,且云娜低压外围风速中心位置明显西移,出现在鄂西北襄樊市附近,结果暴雨也随之出现在襄樊市附近。桑美影响鄂东南期间,850 hPa 低层偏南风急流相对较小、维持时间也短。其中,偏南风急流开始影响鄂东南的时间是 12 日 02 时,12 日 14 时显著减弱。此期间最

大风速仅  $14 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$  (出现在 12 日 02 时), 因此鄂东南较强降雨仅出现在 12 日 08 时以前。

### 3.3 地面江淮流域有无冷空气

台风低压在陆上较长时间维持以及台风低压引起的强降雨都与冷空气活动有关<sup>[6-8]</sup>, 本文用海平面气压变化来间接反映地面冷空气活动。2004 年 8 月 13 日 08 时海平面气压分布图上, 高压中心位于内蒙中部, 气压达  $1021 \text{ hPa}$ ; 低压中心位于浙江、福建、江西三省交界处, 中心最低气压为  $989 \text{ hPa}$ 。冷锋出现在汉水至淮河流域。至 14 日 08 时(图 3a), 高压中心南下至山西、河北两省交界处, 中心最高气压为  $1021 \text{ hPa}$ ; 低压中心位于江西九江, 中心最低气压为  $995 \text{ hPa}$ 。此时, 冷锋仍维持在汉水至淮河流域。黄河、长江下游之间等压线分布密集、气压梯度很大。至 15 日 08 时, 高压中心位于山西中北部, 位置少动, 中心最高气压为  $1018 \text{ hPa}$ , 但是低压中心向西南方向移动至广西, 中心

最低气压为  $1002 \text{ hPa}$ 。黄河、长江下游之间气压梯度减小。此时, 冷锋稍稍向南推进至长江中下游地区。由此说明受云娜低压影响、鄂东南出现大雨以上降水期间, 地面江淮流域有比较明显的冷空气活动。

2006 年 8 月 11 日 08 时海平面气压分布图上, 高压主体位于巴尔喀什湖以北, 河西走廊也有小高压活动; 四川盆地是一个低压中心, 桑美填塞后的低压环流位于江西东北部, 中心最低气压  $998 \text{ hPa}$ 。此时, 冷锋主要活动在河套地区。至 12 日 08 时(图 3b), 桑美低压已经西移合并至川东至重庆的低压带中, 此时高压中心仍然位于河套以西、以北。冷锋偏北东移至内蒙东部、河北、山西, 该冷锋对黄河流域以南尚无影响。13 日 08 时, 地面冷锋位于辽宁、河北、山西、陕西至甘肃南部, 对湖北仍然没有直接影响。由此, 桑美虽然给鄂东南带来了一次大雨以上的降水, 但地面并无明显冷空气从北方南下侵入至较强降雨区中。

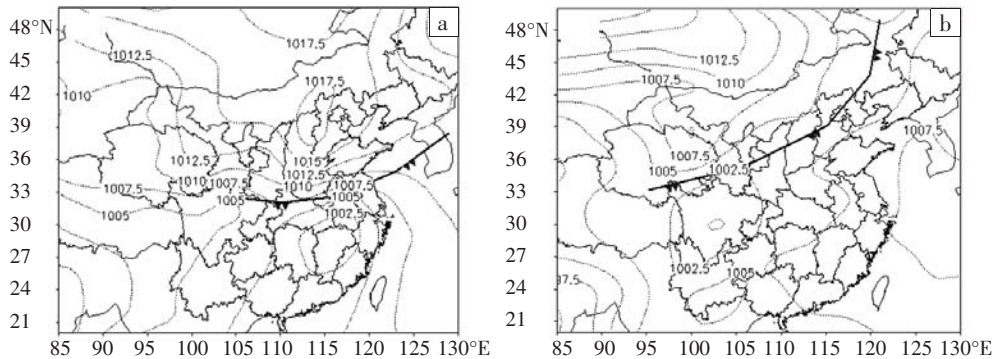


图 3 2004 年 8 月 14 日(a)与 2006 年 8 月 12 日(b)08 时海平面气压分布(···)与地面冷锋(——)位置图

## 4 物理量条件对比分析

分别计算了云娜、桑美影响期间鄂东南区域( $113^{\circ}$ — $116^{\circ}\text{E}$ 、 $29^{\circ}$ — $31^{\circ}\text{N}$ )平均的物理量, 并绘制其时间-空间剖面图, 下面对大雨以上降水发生时的水汽、对流稳定度、动力和湿螺旋散度四个方面进行对比分析。

### 4.1 水汽条件

图 4a、c 分别给出 2004 年 8 月云娜影响期间鄂东南比湿、水汽通量散度的时空变化图; 图 4b、d 分别为 2006 年 8 月桑美影响期间鄂东南比湿、水汽通量散度时空变化图。由图可见, 两次台风低压影响期间鄂东南比湿都很大, 桑美影响期间更大一些, 其最大值达到  $21 \text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$ 。但是云娜给鄂东南带来的降雨强度却要更大一些、时间要长一些。原因在于水汽辐合云娜强于桑美。 $850 \text{ hPa}$  以下小于  $-2.0\times 10^{-7} \text{ g}\cdot\text{cm}^{-2}\cdot\text{hPa}^{-1}\cdot\text{s}^{-1}$  的水汽辐合时间, 云娜期间是从 13 日 14 时—15 日 20 时, 持续 54 h; 桑美期间是从 11 日 12 时至 12 日 10 时, 持续仅仅 22 h, 且前者水汽辐合强度明显强于后者。

### 4.2 对流稳定度

$850 \text{ hPa}$  与  $500 \text{ hPa}$  相当位温  $\theta_e$  差值可以反映中、低层对流稳定度, 但并非对流不稳定性越强降水就越强。根据倾斜涡度发展理论, 在假相当位温  $\theta_{se}$  线陡立区垂直涡度发展, 强降雨就容易发生<sup>[9]</sup>。李耀辉等<sup>[10]</sup>研究江淮暴雨个例时发现, 沿暴雨中心经向垂直剖面上,  $800$ — $500 \text{ hPa}$  之间等绝对地转动量  $M_g$  面斜率小于等于相当位温  $\theta_e$  面斜率, 出现对称不稳定, 且对应着剖面上一个湿位涡负值中心; 对称不稳定出现 3 h 后产生最强降水。文献[5]分析泰利台风低压影响鄂东期间连续暴雨过程, 发现当鄂州、武穴两市物理量  $\Delta\theta_{se, 500-850}$  由负值转为正值前后亦即由对流不稳定状态转为对流稳定状态前后, 当地出现过程最大雨强。综合可知, 气象测站上空中、低层从对流不稳定层结向对流中性层结转化过程, 等相当位温  $\theta_e$  线垂直向上伸展、出现陡立状态有利于降水发展。一般认为相当位温  $\theta_e$  近似等于假相当位温  $\theta_{se}$ <sup>[11]</sup>。故下面分析云娜、桑美影响鄂东南该地区  $\theta_e$  时、空分布的一些特点。

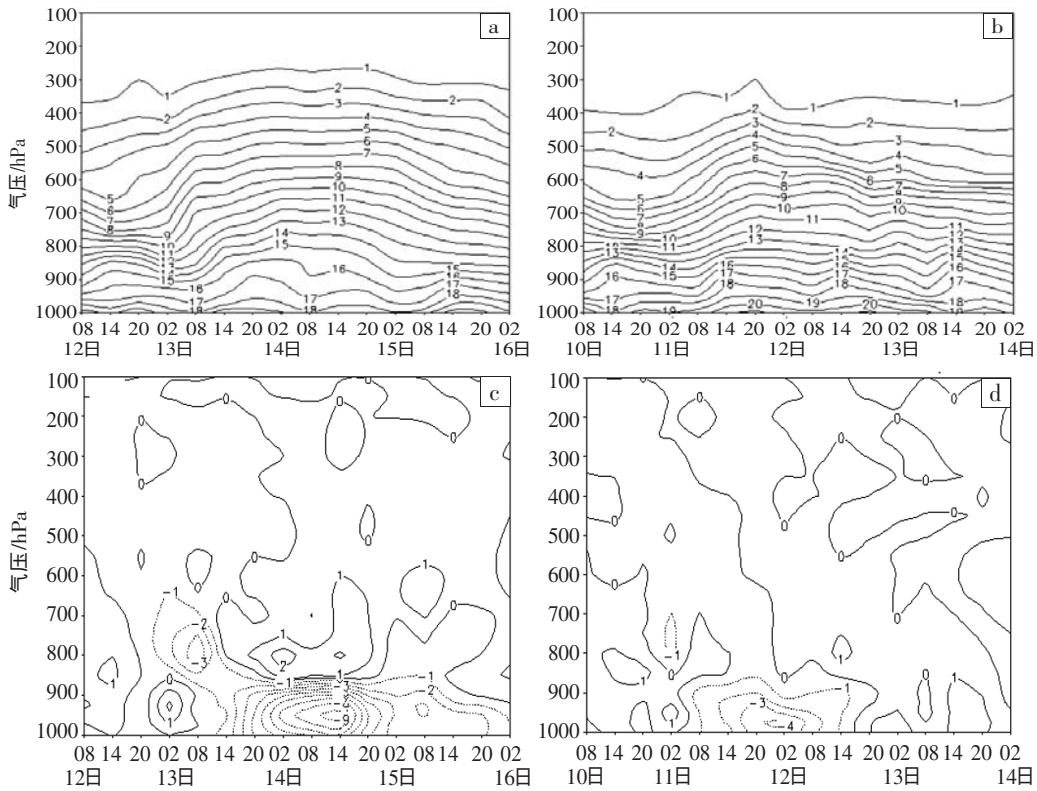


图 4 鄂东南区域平均要素时-空剖面图 (a)云娜时期比湿, (b)桑美时期比湿, 单位:  $\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$ ;  
(c)云娜时期水汽通量散度, (d)桑美时期水汽通量散度, 单位:  $10^{-7} \text{g}\cdot\text{cm}^{-2}\cdot\text{hPa}^{-1}\cdot\text{s}^{-1}$

2004 年 8 月 12 日 08 时至 13 日 08 时, 鄂东南区域平均 700 hPa 以下  $\theta_e$  大小随高度下降, 说明当地低层具有一定的暖湿条件, 形成对流不稳定层结, 但 12 日白天至夜间当地降雨不明显, 鄂东南仅 9 个气象站出现 7.0 mm 以下小雨天气。13 日 08 时至 15 日 08 时, 300 hPa 以下相当位温等值线 (区域平均) 都比较陡立 (图 5a), 时间持续 48 h 左右, 对流发展导致这两天鄂东南连续出现大雨以上降水。15 日 08 时以后, 等  $\theta_e$  线由陡立转为水平, 即又转为对流不稳定层结, 结果 15 日鄂东南仅出现 11 站 5.0 mm 以下降水。

2006 年 8 月 10 日 08 时至 11 日 08 时, 鄂东南区域平均 600 hPa 以下  $\theta_e$  数值随高度下降, 形成对流不

稳定层结, 10 日只有通山一站出现 0.1 mm 小雨。11 日 08 时至 12 日 20 时, 区域平均 400 hPa 以下相当位温等值线比较陡立 (图 5b), 持续 36 h 左右, 时间较 2004 年云娜影响时期要短, 结果鄂东南大雨以上降水仅出现在 11 日 08 时至 12 日 08 时。12 日 20 时以后层结又转变为下暖湿、中冷干的对流不稳定状态, 实况为当地降雨结束, 天气转为多云。

4.3 动力条件

比较两次台风低压影响期间鄂东南相对涡度垂直分量发现 (图略), 云娜期间正涡柱伸展接近 200 hPa, 低层最大正涡度值超过  $14.0\times 10^{-5} \text{ s}^{-1}$ , 中、低层正涡度发展与降雨强度发展对应很好; 桑美期间正涡柱向上

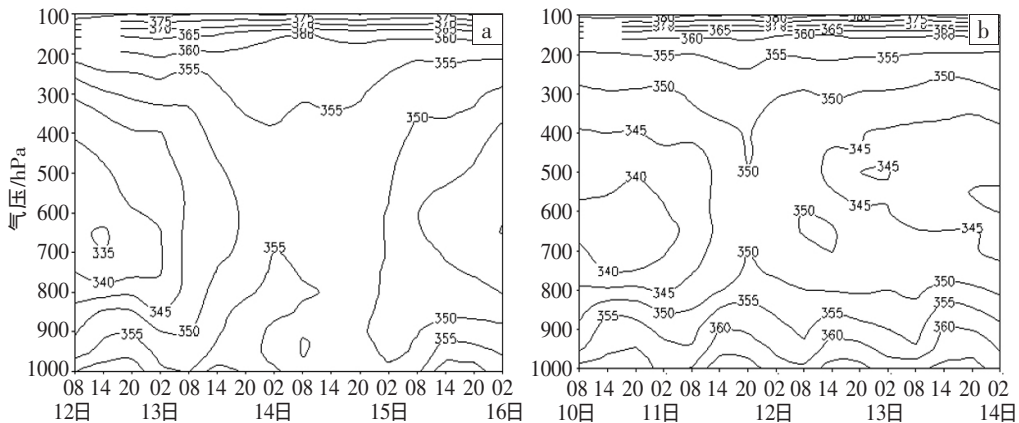


图 5 鄂东南区域平均相当位温时-空剖面图 (单位: K)  
(a)云娜影响期间; (b)桑美影响期间

伸展至 400 hPa 高度附近,中、低层最大正涡度数值为  $8.0 \times 10^{-5} \text{ s}^{-1}$ ,强度比前者稍弱。

比较两次过程鄂东南上空的水平散度发现(图略),云娜期间低层辐合较强且持续时间长,中层、高层则以辐散为主,抽吸作用有利于降雨发展;但桑美期间低层辐合弱且维持时间不长,中、高层辐散不大,没有形成高层对低层的持续抽气作用。

两次台风低压对鄂东南影响期间垂直运动也是

有差别的。云娜影响期间(图 6a),鄂东南低层 850 hPa 上升运动从 13 日 10 时开始,一直持续至 16 日 02 时以后,持续时间超过 60 h;最强上升运动出现在 850 hPa(14 日 14 时),其值达到  $-0.45 \text{ Pa} \cdot \text{s}^{-1}$ 。桑美影响期间(图 6b),鄂东南低层 850 hPa 垂直上升运动从 11 日 05 时至 12 日 18 时,持续 37 h;整层最大上升运动发生在 11 日 20 时,其中 650 hPa 最大上升速度达到  $-0.25 \text{ Pa} \cdot \text{s}^{-1}$ 。

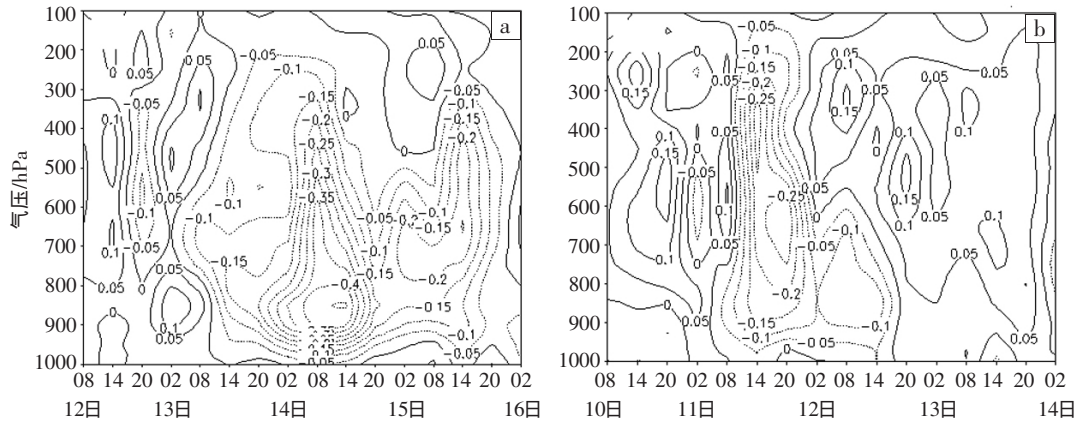


图 6 鄂东南垂直速度时-空剖面图(单位:Pa·s<sup>-1</sup>) (a)云娜影响期间;(b)桑美影响期间

可见,就鄂东南区域平均状况而言,云娜影响期间,涡度、散度和垂直速度三动力条件皆有利于该地区较强降雨持续,而桑美影响期间动力条件不利于较强降雨长时间维持。

### 4.4 湿螺旋散度分析

采用文献[12]方法计算湿螺旋散度  $F$ ,即

$$F = \omega \zeta \nabla \cdot (\bar{v}q) = \omega \left( \frac{\partial v}{\partial x} - \frac{\partial u}{\partial y} \right) \left[ \frac{\partial (uq)}{\partial x} + \frac{\partial (vq)}{\partial y} \right]$$

图 7a 给出云娜影响期间鄂东南区域平均湿螺旋散度  $F$  时、空变化。由该图可见,850 hPa 高度以下从 13 日 20 时至 14 日 20 时,正的湿螺旋散度都超过  $5.0 \times 10^{-14} \text{ hPa} \cdot \text{s}^{-3}$ ,而在此期间 850 hPa 高度以上湿螺旋散度维持负值。对照表 2 发现,2004 年 8 月 13 日

14 时至 15 日 02 时,有四次鄂东南最大单站 6 h 降雨量超过 30 mm。图 7b 给出桑美影响期间鄂东南区域平均湿螺旋散度  $F$  时空变化。可见正湿螺旋散度超过  $1.0 \times 10^{-14} \text{ hPa} \cdot \text{s}^{-3}$  的时间从 11 日 14 时持续至 12 日 02 时,维持时间总共不到 12 h,但是垂直向上发展的高度从 950 hPa 一直伸展至 650 hPa。相比而言,桑美影响期间正的湿螺旋散度数值较小、时间较短,但垂直向上发展的层次却要高。对照表 2 发现,2006 年 8 月 11 日 14 时—12 日 08 时连续三次鄂东南最大单站 6 h 降雨量也超过了 30 mm。

由此可见,两次台风低压影响鄂东南期间,低层湿螺旋散度表现为大值发展,或正的数值急剧加大、或是垂直向上伸展,它们都能预示该区域较强降水的发生。

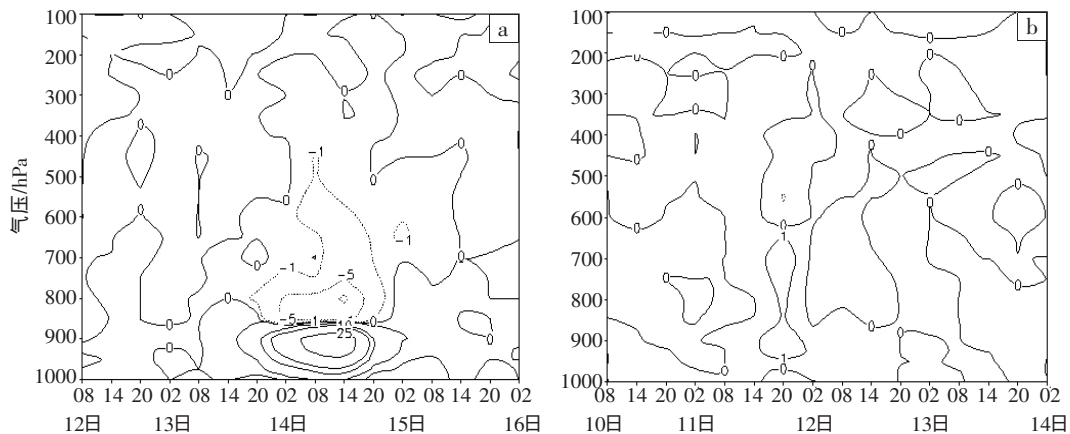


图 7 鄂东南区域平均湿螺旋散度时-空剖面图(单位:10<sup>-14</sup> hPa·s<sup>-3</sup>) (a)云娜影响期间;(b)桑美影响期间

表2 云娜、桑美影响鄂东南期间单站最大6 h雨量(单位:mm)

云娜影响期间		桑美影响期间	
时段	降水量	时段	降水量
2004-08-13T02-13T08	0.0	2006-08-11T02-11T08	无
2004-08-13T08-13T14	0.1	2006-08-11T08-11T14	0.2
2004-08-13T14-13T20	58.0	2006-08-11T14-11T20	43.0
2004-08-13T20-14T02	12.0	2006-08-11T20-12T02	46.0
2004-08-14T02-14T08	9.0	2006-08-12T02-12T08	30.0
2004-08-14T08-14T14	38.0	2006-08-12T08-12T14	5.0
2004-08-14T14-14T20	46.0	2006-08-12T14-12T20	0.2
2004-08-14T20-15T02	38.0	2006-08-12T20-13T02	无
2004-08-15T02-15T08	15.0	2006-08-13T02-13T08	无
2004-08-15T08-15T14	2.0	2006-08-13T08-13T14	无

## 5 结论

(1)2004年8月云娜台风低压影响期间鄂东南出现大雨以上降水测站数明显比2006年8月桑美台风低压影响期间要多,大雨以上降水持续时间也要长。

(2)云娜台风低压涡旋云系影响鄂东南时间较长,850 hPa 偏东风急流强大、维持时间长,江淮流域有冷空气活动。桑美台风低压云系云顶亮温很低,但云系快速移动至湖南中部,850 hPa 偏南风低空急流相对弱、维持时间较短,江淮流域无明显冷空气活动。

(3)云娜台风低压影响期间,鄂东南低层水汽辐合较强且持续时间长;300 hPa 以下相当位温等值线垂直陡立时间长;涡度、散度和垂直速度均有利于该区较强降雨持续。桑美台风低压影响期间,低层水汽辐合较弱,维持时间短;400 hPa 以下相当位温等值线垂

直陡立时间短;三动力条件也不利于强降雨持续。

(4)云娜台风影响期间鄂东南低层正湿螺旋散度较长时间强烈发展,因而强降雨能持续维持;桑美台风影响期间,低层正湿螺旋散度数值不大、维持时间短,但垂直向上发展层次较高,因而短时间内降雨强度较大。

## 参考文献:

- [1] 董林.台风登陆浙江福建 南方出现高温天气[J].气象,2004,30(11):58-61.
- [2] 许映龙,高拴柱,刘震坤.台风云娜陆上维持原因浅析[J].气象,2005,31(5):32-36.
- [3] 马学款,熊秋芬.台风相继登陆 南方高温肆虐[J].气象,2006,32(11):118-123.
- [4] 郑峰.一次热带风暴外围特大暴雨分析[J].气象,2005,31(4):77-80.
- [5] 张端禹,张兵,钟敏.对2005年9月初鄂东一次连续大暴雨的诊断分析[J].暴雨灾害,2007,26(1):52-56.
- [6] 赵宇,吴增茂,刘诗军,等.由变性台风环流引发的山东特大暴雨天气的位涡场分析[J].热带气象学报,2005,21(1):33-43.
- [7] 张少林,龚佃利,陈晓红,等.热带气旋远距离暴雨过程的诊断分析[J].气象,2006,32(4):29-33.
- [8] 何立富,梁生俊,毛卫星,等.0513号台风泰利异常强暴雨过程的综合分析[J].气象,2006,32(4):84-90.
- [9] 吴国雄,蔡雅萍,唐晓菁.湿位涡和倾斜涡度发展[J].气象学报,1995,53(4):387-404.
- [10] 李耀辉,寿绍文.一次江淮暴雨的MPV及对称不稳定研究[J].气象科学,2000,20(2):171-178.
- [11] 刘健文,郭虎,李耀东,等.天气分析预报物理量计算基础[M].北京:气象出版社,2005:32-42.
- [12] 钮学新,董加斌,杜惠良.华东地区台风降水及造成异常降水机制的分析[C]//中国气象局上海台风研究所.第十三届全国热带气旋科学讨论会论文摘要文集.上海:上海台风研究所,2004.

## Contrast Analyses of Influence of Tropical Depressions Rananim and Saomai on Precipitation in Southeast Hubei Province

ZHANG Duan-yu, ZHANG Bing, LEI Zheng-cui

(1.Wuhan Institute of Heavy Rain, CMA, Wuhan 430074;

2.Changzhou Meteorological Bureau of Jiangsu Province, Changzhou 213001)

**Abstract:** Although STY Rananim and Super TY Saomai all landed in Zhejiang Province and moved westward, the area and duration of heavy rain influenced by tropical depression Rananim at Southeast Hubei Province were larger and longer than those influenced by tropical depression Saomai. When influenced by Saomai, it rained hard but lasted short there. Conventional analyses show that during Rananim period the duration of tropical depression and convective clouds influencing the Southeast Hubei Province was longer, the low level jet stream was stronger, and the cold air at ground surface was active. At the Southeast Hubei Province during Rananim period the averaged water vapor convergence was larger, the iso-equivalent potential temperature lines at low and middle levels were steeper, the dynamic factors were more favorable to rainfall, and the above three factors lasted longer. The averaged positive moisture helix divergence was larger and lasted longer after Rananim depression landed. Influenced by Saomai, convective clouds were strong but moved quickly, and positive moisture helix divergence at low levels was not large but rose to a higher level.

**Key words:** Tropical depression; Southeast Hubei Province; Heavy rain; Duration time; Comparative analyses