

上海“0185”特大暴雨过程天气形势分析

姚祖庆

(上海中心气象台, 200030)

提 要

对上海2001年8月5~6日特大暴雨的天气形势做了详细分析指出,在副高内由东风系统发展起来的热带低压由于结构深厚得以在强大副高内稳定维持,而副热带高压断裂的形势变化至关重要,由于西环副高北侧的西北偏西气流渗入,对热带低压内强对流迅速、持久发展起了重要作用,同时东环副高减退,又成为热带低压路径突然东折的主要因素。

关键词: 热带低压 大暴雨 强对流

前 言

8月5~6日上海出现了特大暴雨,徐家汇5日08~6日08时雨量达275.2mm,1小时最大雨量75mm,均为徐家汇近50年之最。其主要成因是8月3日在东南南部生成的热带云团迅速加强为热带低压(以下简称0185TD),于4日早晨在浙闽交界附近登陆后逐渐向西北偏北方向移动。虽然云系明显减弱,但深厚环流稳定维持,5日上午移到皖南地区,突然转向偏东方向移动,在东移过程中,云系迅速加强。由于其东侧副热带高压较强,使低压东移十分缓慢,造成强对流系统在上海区域内不断更替生消,同时它带有热带系统的特征,蕴含了更强的能量,移到中纬度地区后强对流的发展使其能量释放,形成了罕见的持续特强降水。通过对这次过程天气形势特点的研究,试图对特强降水预报的天气形势分析得到一些启示。

1 特大暴雨过程天气形势特点

1.1 0185TD 结构深厚稳定

0185TD是由副高内的东风系统发展起来的,虽然0185TD登陆时大陆上副高仍处在强盛期,但低涡结构深厚稳定,从925~400hPa均有一低涡,且基本垂直,300~200hPa苏北到皖北为一切变,200hPa以上

反气旋辐散明显(图略),这样深厚的东风系统是少见的,这一特征决定了0185TD环流在强大副高中得以维持。

1.2 副热带高压强度变化周期短、振幅大

从上海500hPa位势高度变化可以看到,副高从7月30日08时至8月6日08时7天内振动一周半,振幅达140gpm。形成原因是0108号台风“桃芝”7月30日到达台湾省后,维持在华东中南部的副高随着深厚的西风带低槽东移而东退到东海、黄海东部,但其主体却停留在日本一带少动,造成华东东部西南风加大,成山头 and 青岛风速达 $20\sim 22\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$,引导“桃芝”快速北上,8月1日08时经过上海时,上海高度下降到5820gpm,由于副高主体没有东退,西风槽到沿海后北缩东移,副高便乘虚而入,从8月1日20时到3日20时,48小时上海高度上升130gpm达5960gpm,位于日本九州的副高中心达5990gpm,这是近年来副高少有的强度,副高的快速西伸加强,对上海来说是一次能量的积累。8月3日20时后0185TD在东南南部生成后登陆北上,上海高度又开始下降,下降趋势先缓后急,从4日20时起24小时下降80gpm,高度快速下降可看作是上海8月5日夜发生特大暴雨的

大尺度的触发机制及能量释放征兆。

1.3 0185TD 登陆后西风带系统特征

1.3.1 0185TD 登陆时副高强、无西风槽逼近

0185TD 登陆时副高非常强大, 500hPa 上大于 5880gpm 的区域控制了我国 40°N 以南大部分地区, 上海高度达 5960gpm, 西风槽底在 37°N、112°E 以北, 这与一周前“桃芝”台风在同一地区登陆时在 115°E 附近从低层到 200hPa 为深厚的低压槽形势呈鲜明对比 (图略), “桃芝”台风与西风槽系统相结合造成山东东部特大暴雨。0185TD 在这样强的副高里移动, 后来能与弱冷空气相结合再度发展与副高结构的变化密切相关。

1.3.2 副高减弱, 西部断裂, 引导弱冷空气插入 0185TD 西侧

0185TD 登陆后沿副高主体西侧向西北偏北方向移动, 4 日 20 时到达浙赣皖交界。这时虽然上海高度还有 5940gpm, 5920gpm 的高度区庞大且西伸到四川中部, 但这时在湖南已出现分裂的反气旋环流, 其前方的偏北风插到浙江西北部, 到 5 日 08 时 592 线断裂, 湖南东南部形成 5930gpm 的分裂高中心, 0185TD 到达皖南。这一形势的形成对 0185TD 突然加强及路径东折起到至关重要的作用。从图 1 可看到, 由于这个分裂的反气旋环流位置较南, 又呈西北西到东南东轴向, 其北侧为西北偏西气流, 一方面引导弱冷空气渗入这一热带系统, 加剧斜压不稳定, 对其发展和降水都十分有利^[1], 同时这股西北气流与华东南部沿海的较强东南风形成强气旋性曲率, 使 0185TD 处在一个强正涡度区内。这不仅成为 0185TD 内强对流迅速发展的持续性、大尺度触发因素, 也对它在副高内强度维持起到重要作用, 这与中纬度地区西风带低涡发展, 配有强的中低空西南急流形成暴雨的概念模式完全不同。上述反气旋环流北侧的西北偏西气流另一重要作用是导致 0185TD 路径突然东折, 因为这时尽管位于日本九州到琉球群岛一带的副高中心东移缓慢, 但其西侧正较快东撤, 从 8 月

4 日 20 时自东向西伸的负变高到达华东东部, 5 日 08 时我国东部均在负变高区内, 副高西侧的偏南引导气流也明显减弱, 而这股西北偏西气流有如顺水推舟, 将 0185TD 推向东折的路径直向上海方向移动。

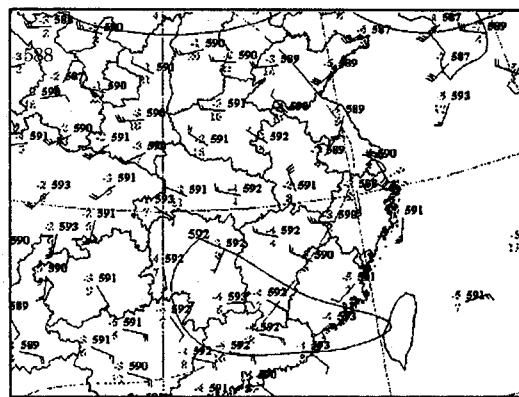


图 1 8 月 5 日 08 时 500hPa 形势图

1.3.3 上海深厚持久的强东南风

卫星云图上显示, 0185TD 是 8 月 2 日从琉球群岛东南方的东风倒槽云系西移到华东沿海发展而形成的。其登陆后受地面摩擦作用 8 月 4 日白天开始云系明显减弱, 但这时位于华东沿海的上海、杭州和大陈整层东南风突然加大, 中层风速达 $16 \sim 20 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ (图略), 特别是上海强东南风一直维持到 8 月 5 日 20 时。说明华东沿海的东风倒槽稳定少动, 强东南风大大增加了这一厚层的水汽通量, 对上海特大暴雨的发生是一重要贡献。

1.4 0185TD 登陆后地面形势特点

(1) 与高空形势相配合, 0185TD 登陆时地面上在河套以西为低压倒槽, 华东地区受自北而南伸的高压楔控制, 加之其本身中心风力小和地面摩擦作用, 使 0185TD 在陆地上的环流不明显 (图 2a), 尽管在其北侧与高压边缘辐合区的浙江地区下了中到大雨, 但这种形势容易误导认为低压路径易偏西, 强度减弱快。

(2) 0185TD 登陆后地面形势调整较快, 原自东北南伸的高压到 8 月 5 日 08 时已退到日本海, 华西低压分裂出一弱倒槽伸

到华东。与高空深厚的气旋环流相对应,皖南地区的低压环流逐渐明显,东移缓慢(图2b)。从24小时变压看,由于南伸的高压楔快速撤退,负变压中心8月5日一直位于苏

北,但上海负变压逐渐加强,到20时0185TD环流已十分明显,到达苏南东山东北侧,上海变压达 -7hPa ,一场特大暴雨即将开始。

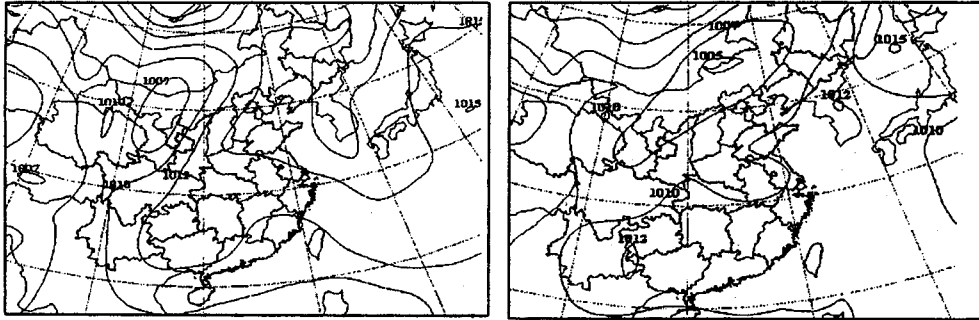


图2 8月4日时地面图(a) 8月5日08时地面图(b)

1.5 物理量及 $T - T_d$ 场分析

表1为8月4~5日上海地区物理量与“桃芝”台风影响上海时的对比分析。可以看出,热带低压系统影响本市出现特大暴雨并不需要本站具有很高的能量,“桃芝”台风经过上海附近时上海仅下了中~大雨,但当时上海不稳定能量却比8月5日更高,关键在于影响系统本身的对流发展强度及移动速度等。对比8月4~5日上海及周边站 T

$-T_d$ 分布情况(表略),可以看出,临近8月5日20时之前,上海及周边 $T - T_d$ 并没有显著增湿的情况,说明 $T - T_d$ 仅是反映水汽多少的一个方面。因此,在分析本站水汽来源时,注意分析其它有关物理量的分布,如水汽通量、水汽通量散度及其变化等更为重要。在这次过程中,这两个物理量场在4日20时开始就有了突出的反映^[1,2]。

表1 8月3日20时~5日20时及桃芝台风影响时物理量

时间(日.时)	0185TD				“桃芝”台风					
	3.20	4.08	4.20	5.08	5.20	30.20	31.08	31.20	1.08	1.20
K	35	35	31	32	36	38	34	37	37	35
Si	0	-2	1	0	0	-2	-1	0	0	1
TOT	42	48	42	45	45	49	45	43	42	43
CAPE	1135	2283	1345	1513	1238	1614	1356	1387	1000	99

2 卫星云图分析

2.1 云系发展以“积云舌”形式出现

舌状积云分布的对流云是上海局地热对流发生时的一种环境云场^[2],我们称其为“积云舌”。通常中午在浙北山区开始有小对流云团生成,以后发展成“积云舌”形式,上海常处在“积云舌”的顶端。5日中午开始,也出现了“积云舌”形式,而不是低涡状云系,分析其主要原因是500hPa大陆分裂副高的北侧偏北风导致赣北、浙闽西部热对流发展并与0185TD本身云系连在一起形成“积云舌”状,后来云系发展的事实也证

明了这点。到了半夜以后,“积云舌”两侧的对流云都减弱消失,说明是日变化的作用,而0185TD对应的上海地区的强对流云系直到深夜仍不断发展状大。

2.2 中尺度对流云团生消更替快

从8月5日14时积云舌状云系形成后,位于其顶部的上海附近的中尺度对流云团有四次强烈发展过程。每一次均是在已开始减弱的对流云团后部再生新的云亮核与其合并迅速发展,其中持续时间最长、范围最大、发展最强的一次发生在5日21时后到6日01时前(见封三图3)。第一个中尺度云团

是15时位于上海西部和钱塘江口的亮云核发展,于16时合并,上海西部出现大雨。18时云团减弱,但这时在上海西部的青浦附近又出现了一个亮云核,19时进一步发展,20时与前一个云团后部合并后发展,上海市区又出现了短时强降水。21时这一云团云顶温度有所上升,但22时在这一云团中部又有强中心发展,到23时中心云核达 -75°C ,大范围云区在 -72°C 以下,形成强大的中尺度对流系统,出现这次过程中最强降水。6日01时到03时云团明显减弱东移,上海雨势也减为小雨。但6日04时上海西北及杭州湾又分别出现云亮核趋于合并,但这一次云顶温度不很低,05至07时从这云团后部有一中小尺度下沉干区从云团西部向东伸,形成一个向西开的凹口,上海出现又一次强降水,浦东在07时前后还出现了龙卷。图3是四次云核合并发展的云图。强对流云团强烈发展,导致大量潜热释放,使500hPa到250hPa温度上升 $2\sim 3^{\circ}\text{C}$,地面气压持续下降,这也是0185TD系统内中尺度对流云团不断新生的重要原因。

由于东环副高较强,0185TD东移缓慢,水汽来源充沛,加之日变化的作用强对

流云团迅速发展且范围大,形成第二类条件不稳定。中尺度对流系统不断更替生消并有向后传递的特征,是强降水云团长时间在上海维持的主要原因。

3 结 论

(1) 在夏季热带天气系统影响上海市时,当有西北气流带来的弱冷空气渗入其内,加之日变化的作用往往会触发能量释放,导致强对流迅速发展。根据第二类条件不稳定原理,大量水汽凝结释放的潜热使系统加强,中尺度对流云团不断更替生消,从而形成了长时间的间断性强降雨。

(2) 处在减弱期副高西侧的热带气旋,当其西侧有偏西气流形成,有利它的路径发生东折。

(3) 系统深厚的热带低压,即使在较强的副高内移动,也不会很快填塞,如遇合适的条件还会迅速发展。

参考文献

- 曹晓岗. “0185”特大暴雨的诊断分析. 气象, 2002, 28 (1): 21~25.
- 姚祖庆. 上海地区中尺度强对流暴雨系统的环境云场分析研究. 南京气象学院学报, 1989, (增刊).

Weather Pattern Analysis of Shanghai 0185 Torrential Rainstorm

Yao Zuqing

(Shanghai Meteorology Center, 200030)

Abstract

After detailed analysis of the weather pattern of torrential rainstorm in Shanghai on August the 5th 2001, it is pointed out that the main reason of “0185” tropical depression can maintain steadily in the strong subtropical high is its deep structure. And the break of subtropical high is the key inducement of pattern’s following evolvement. The western high’s north northwest stream at its north side flows into the tropical depression, which makes the strong convection among the tropical depression developing rapidly and continuously. Furthermore, the eastern high’s weakening is the main inducement of the “0185” tropical depression’s sudden eastward movement.

Key Words: subtropical high structure satellite cloud image severe convection torrential rainstorm tropical depression