

特大暴雨非常规资料的初步分析

漆梁波

(上海中心气象台, 200030)

提 要

对2001年8月5~6日特大暴雨的非常规资料作了初步的分析。通过地面自动雨量站的每小时雨量、雷达反射率因子和红外云图资料的综合分析,得到以下四个初步结果:(1)热带低压入海和偏南急流有利于低压发展;(2)集中降水的产生大多是由于云团的合并加强;(3)云团的发展阶段是地面降水的集中阶段;(4)中心城区雨量中心的产生有偶然性。

关键词:非常规资料 特大暴雨 云团

引 言

城市暴雨对人民的生命财产往往带来突如其来的威胁,近年来,人们对城市暴雨的研究也越来越重视。2001年8月5日下午至8月6日下午,上海市全境普降大暴雨,夜里电闪雷鸣,并伴有龙卷。市区的雨量尤为集中,徐家汇气象站的雨量最大,达到275.2mm(5日08时至6日08时)。本文对这次特大暴雨的地面自动雨量站资料、雷达反射率和红外云图资料作对比分析,以期发现更多、更深入的实况,也提出一些初步的观点,为今后更深入的研究工作打下基础。

1 导致特大暴雨的热带低压演变特点

本次特大暴雨的形成和发展与热带低压的移动和加强有密切关系,可以说热带低压的路径和强度变化是研究或预报类似暴雨的关键。图1、图2分别是热带低压的路径和强度变化图。在确定低压中心时,综合了地面图和雷达回波资料,另外图1中两个“D”符号之间是6小时间隔;而强度的变化用地图上的低压中心附近最低气压的变化表示。

从图1和图2中可以看出,热带低压在

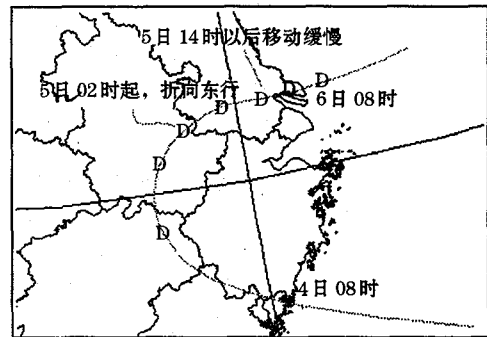


图1 热带低压的路径变化图

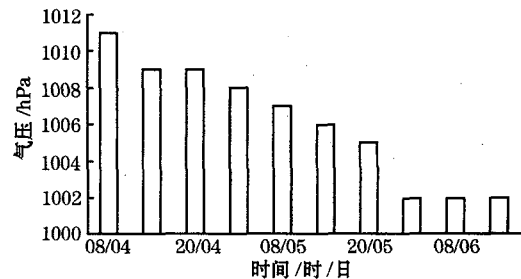


图2 热带低压的强度变化图

5日02时之后,移动方向由原来的东北方向转为偏东方向,而在靠近上海时,它又开始移动缓慢,直至6日08时才移到苏沪交界的海面上。另外,尽管从当日的卫星云图上看,其云系在靠近上海之前一直是较弱和松散的,但是热带低压的中心气压一直维

持,甚至在降低,而5日20时至6日02时的变化幅度更大(见图2)。由于当日环流形势和数值预报的原因^[1],预报员对此低压的路径和强度变化都未作出准确的判断,对其后造成的特大暴雨更无法预料。

2 热带低压突然加强的可能原因

8月5日20时之后,热带低压迅速加强,其云系也猛烈发展。笔者认为可能与以下两个原因有关。

第一,是热带低压的入海过程。热带低压在靠近上海时,由于上海市三面环水,并靠近大海,所以热带低压在移近上海时,实际上是靠近大海这个水源的过程。海面充足的水汽供给是热带低压迅速增强的原因之一。图3是1950~1999年间,在我国25~35°N之间入海的所有热带气旋在入海前每隔6小时的中心附近平均变压和中心附近平均变风速(总共包括50年中的41个样本)。其中横坐标的“-6”表示入海前6小时,“-12”表示入海前12小时,……,依此类推。纵坐标表示每6小时变压值(hPa)或变风速值($m \cdot s^{-1}$)。从图中可以看出,平均来说,热带气旋在入海之前的30,24,18小时之间时,由于受陆地的影响,其中

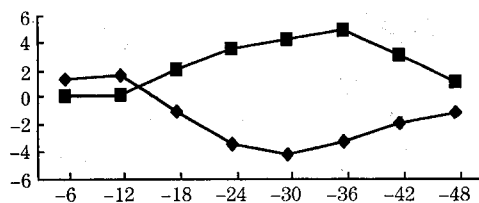


图3 入海热带气旋的平均强度随时间的变化图

—◆—中心附近最大风速6小时变化 ($m \cdot s^{-1}$)

—■—中心附近的6小时变压 (hPa)

心气压一直是填塞的,其中心附近最大风速也一直在减小。但在入海前12小时,前6小时时,其强度的减弱趋缓,平均值基本是不变的,从风速上看,甚至是加强的。当然,实际情况中,热带气旋入海时,一般要受到西风带系统的影响,尽管统计上述平均

值时,选定的入海位置是25~35°N之间,但仍无法完全除去这种影响。尽管如此,上述初步的统计结果仍能在一定程度上说明低压的入海对其强度的加强是有帮助的。

第二,是上海本地持续较强的低空偏南气流。笔者利用位于上海市青浦县的低空风廓线资料,对8月2日12时至6日12时500~1500m的平均风速作统计发现(图略),自3日00时开始,低层(500~1500m)偏南气流平均保持在 $10m \cdot s^{-1}$ 左右,6日00时暴雨倾盆时,低层平均西南风甚至达到 $16m \cdot s^{-1}$ 。本地持续的低层急流,加上低压的靠近,使得热带低压加强和维持,产生了强降水。关于低空强盛的偏南气流对低压或气旋的维持和发展有重要作用的工作有很多^[2],本文在此就不赘述。

3 雷达和卫星资料的演变特点

分析雷达和卫星资料之前,先来考察5日08时至6日08时地面降雨的实况。上海市气象局在上海全境有41个地面自动雨量站,由于通讯、天气及其他原因,当天正常工作的只有26个。这些雨量站能提供每小时的累计雨量。图4是当天(5日08时~6日08时)上海全境逐小时雨量的分布范围和强度的变化图。其中横坐标表示时间(5日08时至6日08时),“8”表示5日08时至09时,“9”表示5日09时至10时,……,“31”表示6日07时至08时;纵坐标表示1小时雨量;等值线表示的则是雨量站的个数。从图4中可以看出,5日20时至21时和5日22时至24时的两个时段内,地面测到雨强大于20mm的雨量站较多,雨强的最大值也出现在这两个时段。这在一定程度上说明地面大范围降水和高强度降水的集中时段在5日20时至21时和5日22时至24时的两个时段内,当然地面自动雨量站分布不均匀对此判断的精确性会有影响。

以下是导致这两次集中降水的雷达回波

演变轮廓图(图5)。

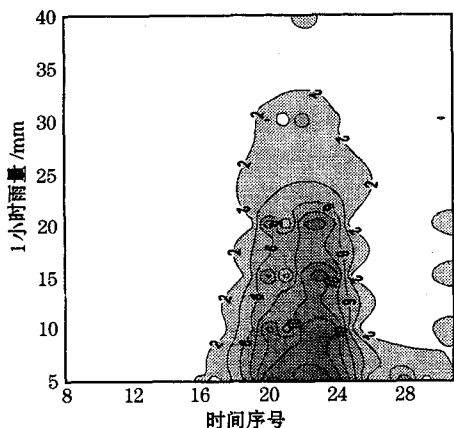


图4 上海全境逐小时雨量的分布范围和强度的变化

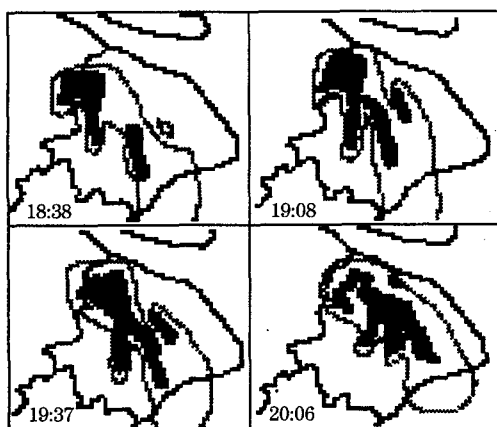


图5 5日18:38~20:06的雷达回波演变

从图5中可以看出,三块回波由于处在热带低压的底部气旋性切变区,相继发展,但导致的地面降水均小于每小时20mm,而且较大雨强的范围也小(地面雨量的分布图略)。以后回波随着气旋性气流缓慢移动,在20时左右到市区上空合并,能量得到集中释放,直接后果就是全市区的一次雨强大于30mm的强降水,如图6所示(图6是根据前文所述的26个地面雨量站资料绘制,以下同)。

从5日22时55分至6日00时28分的雷达回波演变情况可见,两块回波同样是相继发展,最后在海南南面的市郊结合部上空

合并加强,导致地面大范围雨强大于30mm,最大的雨强甚至大于50mm(图略)。通过上述分析可知,在上述两个时段内,集中的降水是由于云团的合并发展造成的。因此,本次特大暴雨的雷达回波特点是旋转回波的合并加强。

下面分析当日的静止卫星红外云图资料的演变情况。图7是5日18时35分至21时35分的红外云图演变的模拟轮廓图。

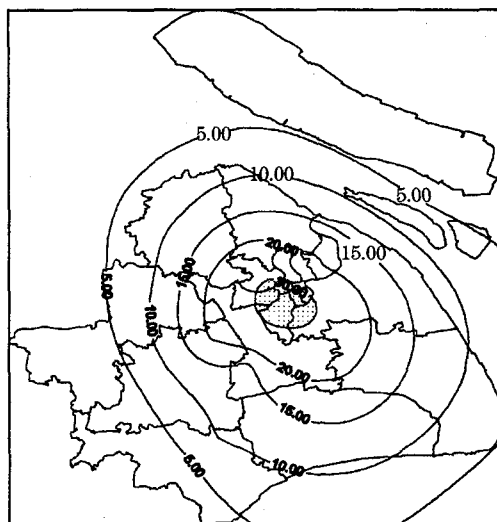


图6 5日20时至21时的地面雨量分布(mm)

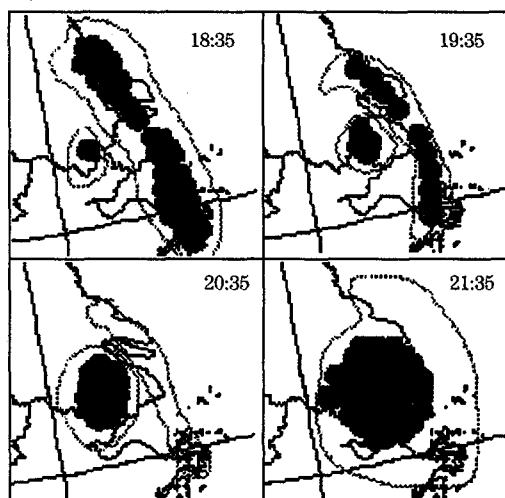


图7 5日18时35分至21时35分的云图演变模拟轮廓图

从图中可以明显地看到云团的向后传播

过程,即云体移动的下游方向的云团发展后减弱,其上游方向的邻近云团又迅速发展。类似的向后传播过程在5日13时35分至16时35分之间也有表现。另外,与图6比较可知,云团在发展的初始阶段,也是地面雨量的集中阶段。

4 中心城区的雨量最大的原因

从这次特大暴雨的总雨量上看(5日08时至6日08时),结合地面自动雨量站记录和11个气象观测站记录,发现雨量最大值出现在市区的江边码头自动站(位于黄浦区),为303.5mm。从更标准的意义上来看,11个气象观测站中,雨量最大的也出现在市区的徐家汇观测站,为275.2mm。综合考虑地面自动雨量站记录和11个气象观测站记录,上海全境24小时累计雨量大于250mm的中心集中在市区的东南部(图略)。

为什么中心城区的雨量最大呢?有不少气象专家和学者认为,这与城市的特殊下垫面状况有关,即“城市热岛效应”,也可称之为“城市雨岛效应”。关于城市雨岛效应的工作有很多观测事实和研究工作^[3],笔者也认为城市效应对降水系统和小区域气候有影响,但是,城市下垫面本身尺度只有20~30km,对什么尺度的系统会产生影响?影响又能达到什么程度?还需要更多的研究和认知。

经过对本次特大暴雨的地面观测资料和雷达资料的认真分析,笔者发现城区雨量中心的形成有很大的偶然性,城市效应所起的作用似乎是非常次要的。理由有以下三点:

第一,正如前文在分析雷达回波资料中所述,集中的降水是由于云团的合并发展造成的,一次合并地点在市区,另一次合并地点在市区的南部。如果是城市雨岛的效应,

回波应当是在市区上空缓慢移动并在市区上空加强,实际上,回波的确移动缓慢,但其移速都较均匀,这显然是由于低压本身移动缓慢所致。而回波在市区上空加强的原因是由于云团的合并,并非云团本身个体的发展。至于云团合并的地点,不能完全排除城市下垫面影响,但主要还取决于低压的位置和发展情况。

第二,笔者仔细分析了市区总降水的构成,发现市区的降水主要由三段构成。第一和第二段的时次与前文提到的时次相同,第三段集中降水出现在6日早上6点至8点之间,这个特征在图4上也有反映。分析市区江边码头自动站的雨量演变(图略),可以清楚地看到6日06至08时有一次集中降水,雨量达到90mm左右。正是由于这次小范围强降水,导致市区的累计雨量极值达到300mm以上。从雷达回波上看(图略),当时上海全市基本无强回波影响,只在东北部的崇明岛上有持续的强降水回波。而在早上06时以后,市区的西面到市区中心的零星回波很快发展成一条很窄的螺旋雨带,此雨带在雷达回波上强度不过40~45dBz,但却在城区导致了约90mm的降水。从这条螺旋雨带的形成过程看,当时市区的西面到市区的中心一定存在一条气旋性切变线,以致这些零星回波能发展并连成一条螺旋雨带。当然,我们不能排除城市下垫面对弱回波有抬升和阻滞作用,使其得以发展,但笔者仍认为低压本身的位置和发展状况对气旋性切变线和螺旋雨带的产生位置和产生时间起决定作用,因此这段强降水在市区的产生有很大的偶然性。如果减去这段降水,市区的总雨量不过200mm,虽然仍很大,但雨量中心将落在东南部的市郊结合区。

第三,就是雨量收集的不全面性。由于

考虑经济及其他原因,上海市气象局自动雨量站网的分布是不均匀的,中心城区有20个,10个郊区总共也只有21个。很显然,中心城区的雨量落区中心漏测的可能性极小,而郊县的雨量落区中心漏测的可能性就较大,再加上雨量站出故障的影响,漏测的可能性就更大了。从图7中可以推定,云团合并加强后,向东缓慢移向东部的上海市南汇县,必定在南汇县造成极强的降水,但当日南汇地区的自动雨量站(仅1个站可用)和气象观测站记录的24小时雨量分别为50.1mm和90.5mm。而笔者从南汇县气象局了解,其自动观测站网的24小时累计雨量极大值为320.7mm,1小时最大降水更是达到121.7mm,出现在5日23时至6日0时之间,此时间恰恰是在图7中的回波合并加强之后(上海中心气象台无法实时得到这些自动站的资料)。由此,相对真实的雨量中心应出现在东南郊区,这个事实当然无法支持城市雨岛效应的猜测。

综上所述,笔者认为中心城区雨量中心的出现很难用城市效应来解释,它的产生有

很大的偶然性。

5 小结

本文对“0185”特大暴雨的非常规资料作了初步的分析。通过地面自动雨量站的每小时雨量,雷达回波和红外云图资料的综合分析,得到以下四个初步结果:①热带低压入海和偏南急流有利于低压发展;②集中降水的产生大多是由于云团的合并加强;③云团的发展阶段是地面降水的集中阶段;④中心城区雨量中心的产生有偶然性。

致谢:上海中心气象台曹晓岗研究员为本工作的完成提供了便利;在绘制图表时,得到上海台风研究所余晖女士的帮助;中心气象台其他同事也与笔者有过有益的讨论,在此表示感谢!

参考文献

- 1 姚祖庆等. “0108”连续性暴雨过程天气形势分析. “0108”连续性暴雨学术研讨会文集, 上海, 2001.
- 2 中国科学院大气物理研究所. 东亚季风和中国暴雨, 北京: 气象出版社, 1998.
- 3 严济远, 徐家良等. 上海气候, 北京: 气象出版社, 1996.

Primary Analysis of Non-conventional Observation of 0185 Torrential Rainstorm

Qi Liangbo

(Shanghai Meteorology Center, 200030)

Abstract

Based on non-conventional observation of “0185” torrential rainstorm, primary analysis is made. After synthetic analysis of automatic rain-gauge’s every-hour data, radar reflectivity factor and infrared cloud image, four primary results are found: 1. Enter-into-sea process and south jet flow are helpful for depression’s development, 2. Mass rainfall is mostly caused by cloud’s consolidation, 3. Cloud field’s developing phase is also the phase of mass rainfall on the ground, 4. It is haphazard that the most heavy rainfall appears in the urban area.

Key Words: non-conventional observation torrential rainstorm cloud cluster