

## 洞庭湖地区一次暴雨过程分析

杜亚军, 欧阳红, 杨伟 (湖南省岳阳市气象局, 湖南岳阳 414000)

**摘要** 利用常规天气资料、卫星云图资料、雷达资料, 对2013年6月5~7日岳阳地区一次暴雨天气过程的环流背景、卫星雷达资料、物理量场等进行了天气学诊断分析。结果表明, 高空低槽、中低层低涡切变及地面冷空气是这次暴雨天气过程的主要影响系统; 低涡东移过程中, 低涡与低槽、中低层切变结合, 是此次暴雨过程的有利条件之一;  $K$  指数和位势涡度的演变与暴雨的发生发展一致, 具有很好的对应关系, 对暴雨有较好的指示作用。

**关键词** 暴雨; 过程分析; 诊断分析; 物理量场

**中图分类号** S161.6 **文献标识码** A **文章编号** 0517-6611(2014)33-11896-05

## Analysis on a Rainstorm Process in Dongting Lake Area

DU Ya-jun, OUYANG Hong, YANG Wei (Yueyang Meteorological Bureau, Yueyang, Hunan 414000)

**Abstract** Using the routine weather data, satellite cloud picture, radar data, during June 5-7, 2013, diagnosis analysis was conducted on circulation background, satellite radar data, physical quantity of a heavy rain weather process in Yueyang. The results show that the low trough, low-rise low vortex shear and ground cold air are the main influence system for the heavy rain process. In the process of the low vortex eastward, low vortex with low trough, the low-rise shear, is one of the advantages of the heavy rain process; The evolution of  $K$  index and potential vorticity development is consistent with the incidence of heavy rain, has the very good corresponding relation, the better indicator of the heavy rain.

**Key words** Rainstorm; Process analysis; Diagnosis analysis; Physical quantity

洞庭湖地区是长江中下游地区洪涝灾害高危风险区之一<sup>[1]</sup>。夏季暴雨是造成洪涝灾害的主要原因之一。暴雨是一种严重的灾害性天气, 对人民的经济和人身安全具有重大影响, 因此, 对暴雨的研究一直是气象业务工作者最关注的问题之一<sup>[2]</sup>。现代天气预报工作的特点是资料信息量大, 数值预报产品丰富、预报工具多, 预报员在预报业务实践中如何综合应用各种气象信息、产品和工具制作出准确的天气预报, 尤其对暴雨等灾害性天气的预报至关重要<sup>[3-4]</sup>。气象工作者对湖南暴雨的研究做了很多细致的工作<sup>[5-8]</sup>。

岳阳市位于湖南省东北部(112°10'3"~114°9'6"E、28°25'33"~29°48'27"N), 环抱洞庭, 濒临长江, 东临赣鄂两省, 北与江汉平原隔江相望, 西与湖北石首毗邻。全市山地占14.6%, 丘岗区占41.2%, 平原占27.0%, 水面占17.2%。岳阳市处在东亚季风气候区中, 气候带上具有中亚热带向北亚热带过渡性质, 属湿润的大陆性季风气候。光、热、水资源丰富, 春夏多雨。暴雨是该市常见的气象灾害之一, 汛期的4~9月暴雨常引发江河洪涝和严重的地质灾害, 近些年, 局地降水强度增强使得洪涝灾害更为严重。因暴雨引起的各种灾害日益频繁, 对农业生产、城市交通以及人民生命财产安全均造成了极大的危害。因此, 暴雨预报的准确与否在灾害性天气的防灾减灾过程中显得尤为重要。笔者对2013年6月5~7日岳阳地区大暴雨天气过程的环流形势、物理量场进行了综合分析, 以期在今后的暴雨预报中提供一些有益的参考依据, 为今后做好预报服务和防灾减灾工作提出一些经验。

## 1 天气实况

2013年6月5~7日, 湖南省自北向南出现了2013年以来最强的大范围暴雨—大暴雨天气过程, 其中暴雨主要落在湘西、张家界、常德、益阳、岳阳等地区。2013年6月5日

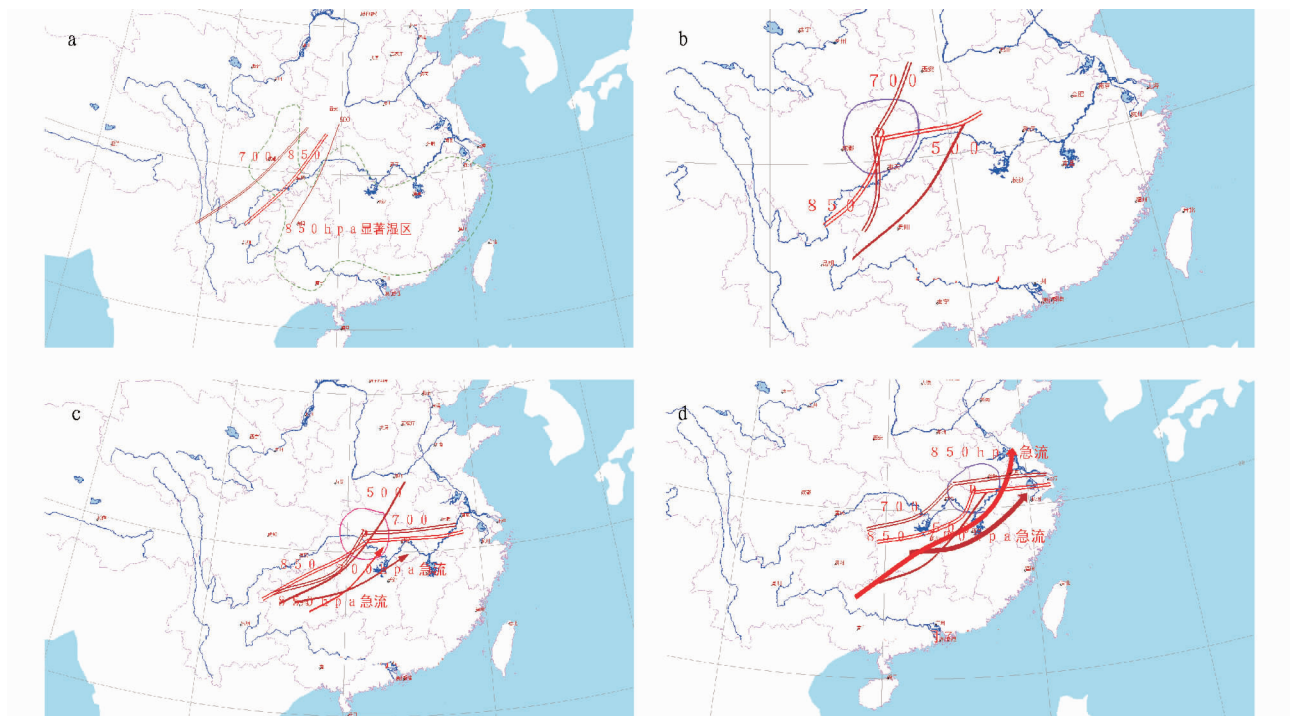
20:00~7日20:00, 受高空低槽、中低层低涡切变及地面冷空气的影响, 岳阳市出现了一次暴雨天气过程, 全市有147个区域站降水量超过50 mm, 其中有24个区域站降水量超过100 mm。强降水遍全市, 各气象局本站降水量分别为岳阳82.2 mm、华容112.6 mm、临湘61.2 mm、汨罗49.9 mm、平江57.1 mm、湘阴44.1 mm。岳阳市降水主要时段为6日04:00~7日12:00, 强降水时段从6日04:00开始自西北向东南移动, 到7日12:00基本结束。

## 2 天气形势演变

关于暴雨的成因机理, 特别是暴雨发生时不同尺度系统的演变及其相互作用的研究表明, 暴雨的发生是不同天气尺度系统相互作用造成的<sup>[9-10]</sup>。在稳定的大形势背景下, 短波槽、低涡、气旋等天气尺度系统的活动, 造成一次次的短期暴雨过程。分析表明, 此次暴雨过程500 hPa高空图上为两脊一槽形势, 低槽深厚。5日20:00贵州—重庆东部有低槽东移, 槽前为西南气流; 584 dagpm线副热带高压的北界已达湘西北, 700 hPa切变位于四川东部, 850 hPa切变位于重庆(图1a)。6日08:00槽的上端往东移, 槽线已到达重庆东部, 西南急流加强, 槽前为强盛的西南气流, 孟加拉湾水汽通道建立, 850 hPa在四川东部有一低涡; 西南低压形成, 地面倒槽发展(图1b)。低空急流的加强、水汽通道的建立, 是此次暴雨过程的必要条件<sup>[11]</sup>。6日20:00, 500 hPa槽线继续东移, 槽线到达湘西北, 850 hPa低涡沿“人”字形切变线向偏东方向移动, 低涡位于湖北南部—湖南北部, 850和700 hPa切变线在湘西北—湖北南部趋于重叠; 中空西南急流旺盛, 岳阳市位于500 hPa槽前, 中低空西南急流的边缘, 降水加强(图1c)。低涡与低槽、中低层切变结合, 是此次暴雨过程的有利条件之一<sup>[12]</sup>。7日08:00, 500 hPa槽线继续东移, 槽线到达湘东南, 850 hPa低涡沿“人”字形切变线继续向偏东方向移动(图1d); 20:00低涡位于湖北东部—安徽南部, 850 hPa切变线移至湘中, 700 hPa切变位于在湘北; 中低空西南

急流带移出岳阳市,移至湘中,岳阳市位于 500 hPa 槽后,降

水减弱,天气逐渐转好。



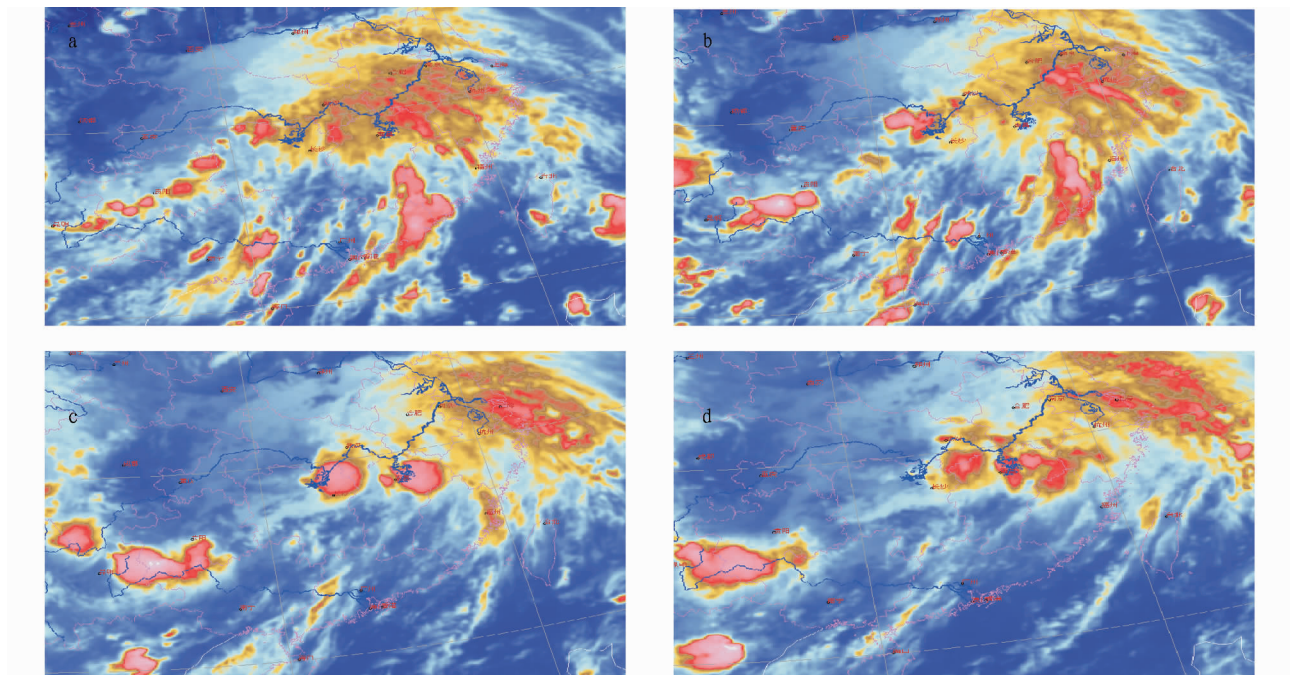
注:a.5日20:00;b.6日08:00;c.6日20:00;d.7日08:00。

图1 2013年6月5~7日高低空系统配置

### 3 中尺度特征分析

**3.1 卫星资料分析** 中尺度卫星资料(图2)分析表明,6日08:00,湘中以北对流云带正在发展,同时在安徽南部和江西西北部有较大范围的对流云团,岳阳市的华容开始出现较强的降水;到6日16:00,08:00位于湘中以北的对流云团沿副热带高压580 dagpm线东移,同时在岳阳市西部,洞庭湖西侧有

新的对流云团发展生成并东移,岳阳市的华容开始出现新一轮降水,其余县市出现降水较小,有短暂的间歇,岳阳市自西向东开始出现新一轮的较强的降水;22:00岳阳市上空有对流单体发展,合并加强后,形成一圆形的强对流云团,全市范围内出现较大强度的降水;7日00:00,随着500 hPa槽线东移,850 hPa低涡和中低层切变的东移,对流云团东移出岳阳



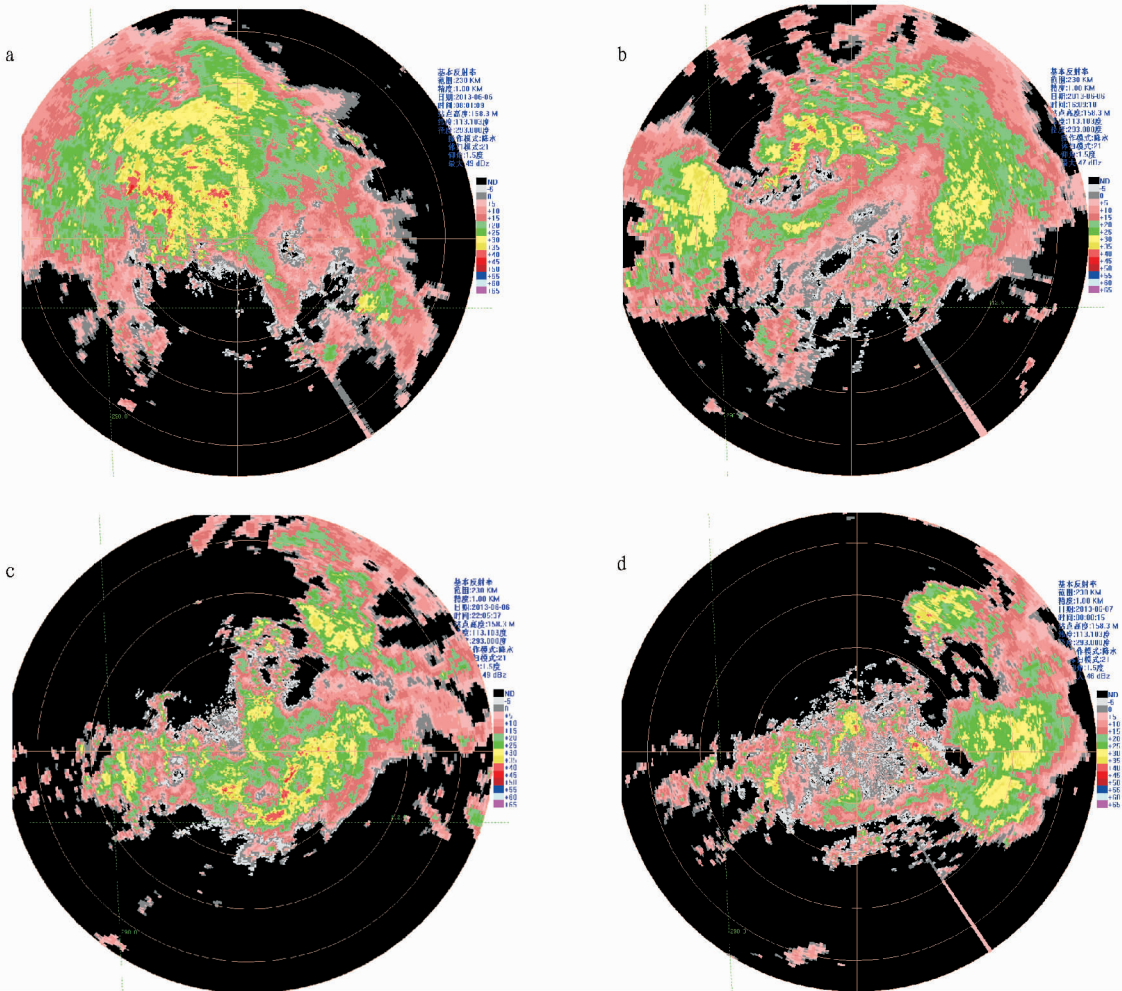
注:a.6日08:00;b.6日16:00;c.6日22:00;d.7日00:00。

图2 2013年6月6~7日卫星云图

市,岳阳市降水强度明显减弱。

**3.2 雷达组合反射率资料分析** 由图3可见,6月6日08:01左右,积云降水回波主要影响岳阳市华容、岳阳县地区,此降水回波为积层混合型降水回波,强降水时段较短,强度较大,07:00~08:00华容的降水量25 mm。至6日16:09混合型降水回波减弱东移,岳阳市降水减小,出现短暂间歇;

6日22:05岳阳市南部湘阴、汨罗、平江三县(市)降水回波强度加强,仍表现为混合型降水回波,但回波强度最大,为45 dBz左右,至7日00:00左右,降水回波减弱明显减弱,向东部方向移动,岳阳市影响趋于结束。此次降水过程主要影响为混合型降水回波,其中经历了几次回波强度的减弱加强过程,积云降水回波维系时间短,强度大。



注:a.6日08:01;b.6日16:09;c.6日22:05;d.7日00:00。

图3 2013年6月6~7日岳阳雷达1.5°仰角基本反射率

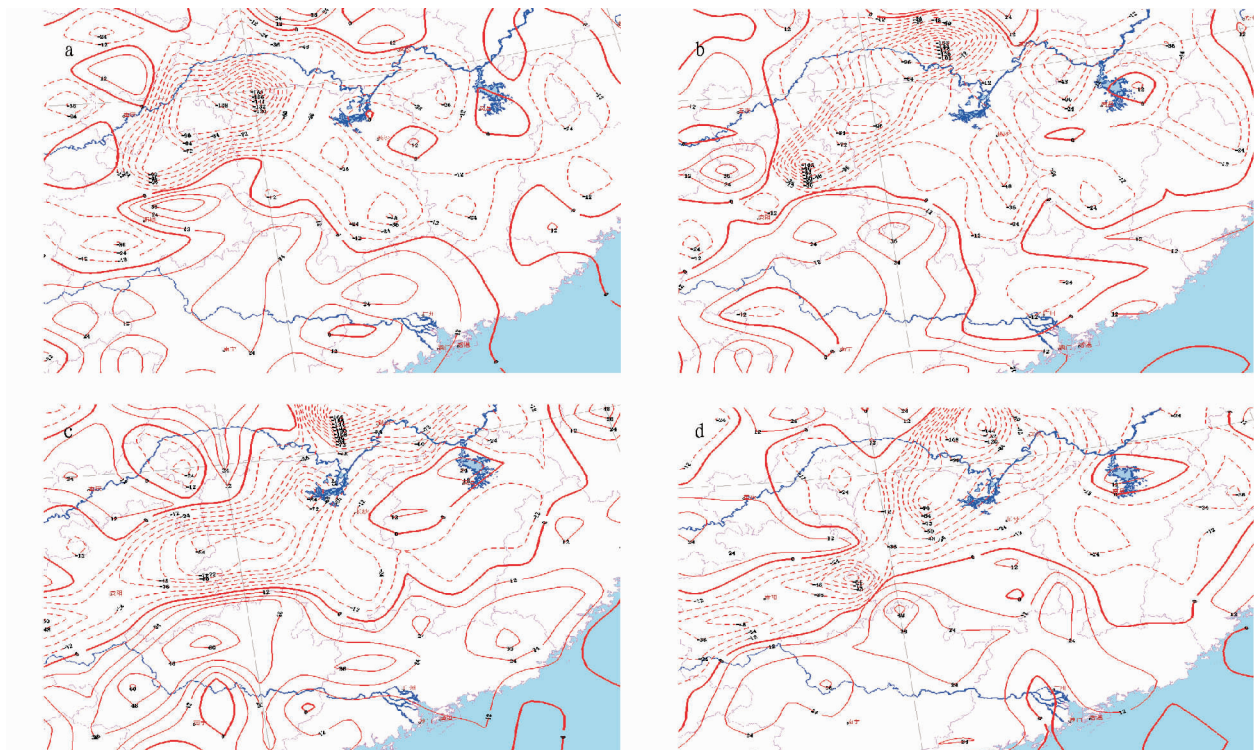
#### 4 物理量诊断分析

**4.1 水汽条件** 从6日08:00 850 hPa水汽通量散度图(图4a)可以发现,水汽通量散度的负值区呈带状分布,其中的水汽辐合中心沿赣东北-湘西北分布;6日11:00(图4b),水汽通量散度中心明显北抬东移,在湘西北和湘东分别有2个水汽通量的辐合中心,与湘西北和湘东的2个暴雨中心对应,来自孟湾和南海的2条水汽通道为华南和长江中下游地区提供了充足的水汽,保证了暴雨所需的水汽条件,而水汽通量辐合中心的存在使得水汽和不稳定能量在有利的动力条件下向上输送,为强对流的发生发展提供了不稳定能量。6日17:00(图4c),湘西的水汽辐合中心继续东移,水汽的辐合强度明显增强,湘东的水汽辐合虽有所减弱,但仍然处在水汽辐合区;6日20:00(图4d),水汽通量散度较之前时段水汽辐合虽有所增强,实况降水也已开始增强。以上分析表

明,水汽的辐合带(中心)对暴雨有较好的指示作用,为对流系统的发展提供有利的水汽和不稳定条件。但T639的水汽通量散度与降水实况符合情况并不好,对水汽通量散度负值中心位置的预报存在偏差。

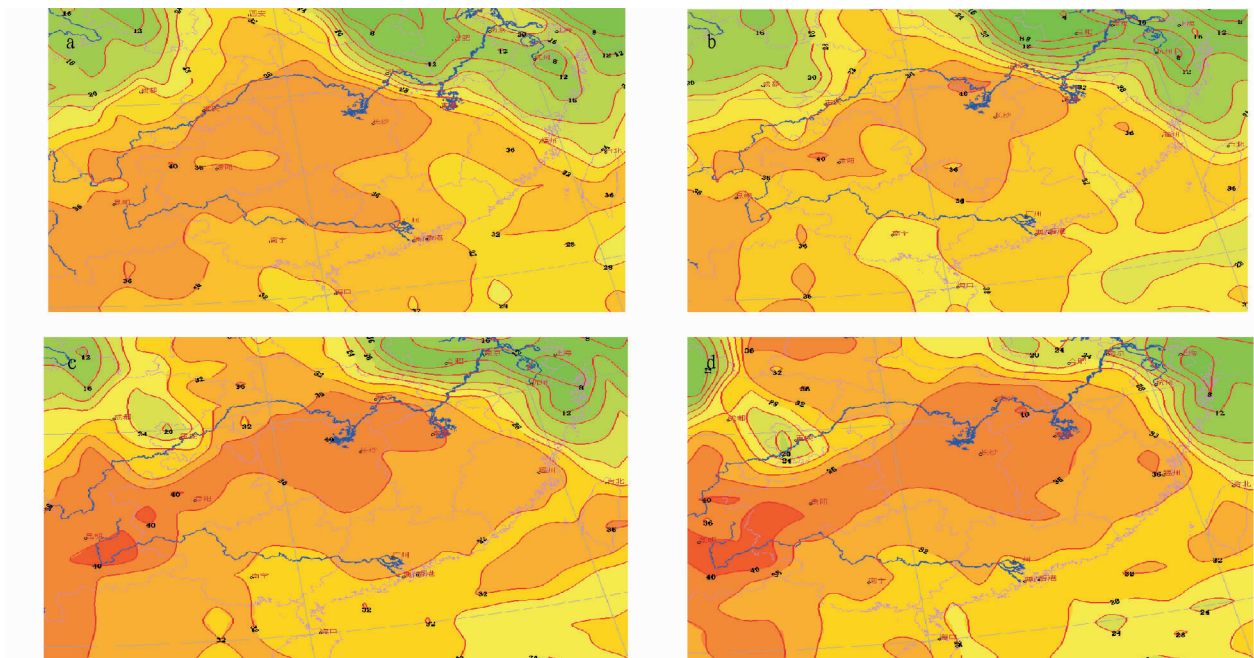
**4.2 热力及不稳定条件分析**  $K$ 指数是反映中低层稳定性和湿度条件的综合指标。当 $K$ 指数 $>35^{\circ}\text{C}$ ,可能有成片雷暴,一般 $K$ 指数愈大,愈有利降水发生<sup>[13]</sup>;  $K$ 指数的数值大小对于强对流天气的预报具有一定效果<sup>[14]</sup>。由图5可见,6日05:00前岳阳市处于 $36^{\circ}\text{C}$ 区域,而在长江以北的安徽江西北部维持低能区,且为高低能之间的高梯度区,高低能之间的高梯度区在岳阳市东北部,随着其前沿与强不稳定对应;6日08:00~14:00,随着系统东移,该不稳定区继续东移,对应着对流活动的暴发和强降水的开始。

**4.3 动力条件** 低空急流的加强或暖湿气流的加强均可导



注:a. 08:00;b. 11:00;c. 17:00;d. 20:00。

图4 2013年6月6日850 hPa水汽通量散度分布



注:a. 05:00;b. 08:00;c. 11:00;d. 14:00。

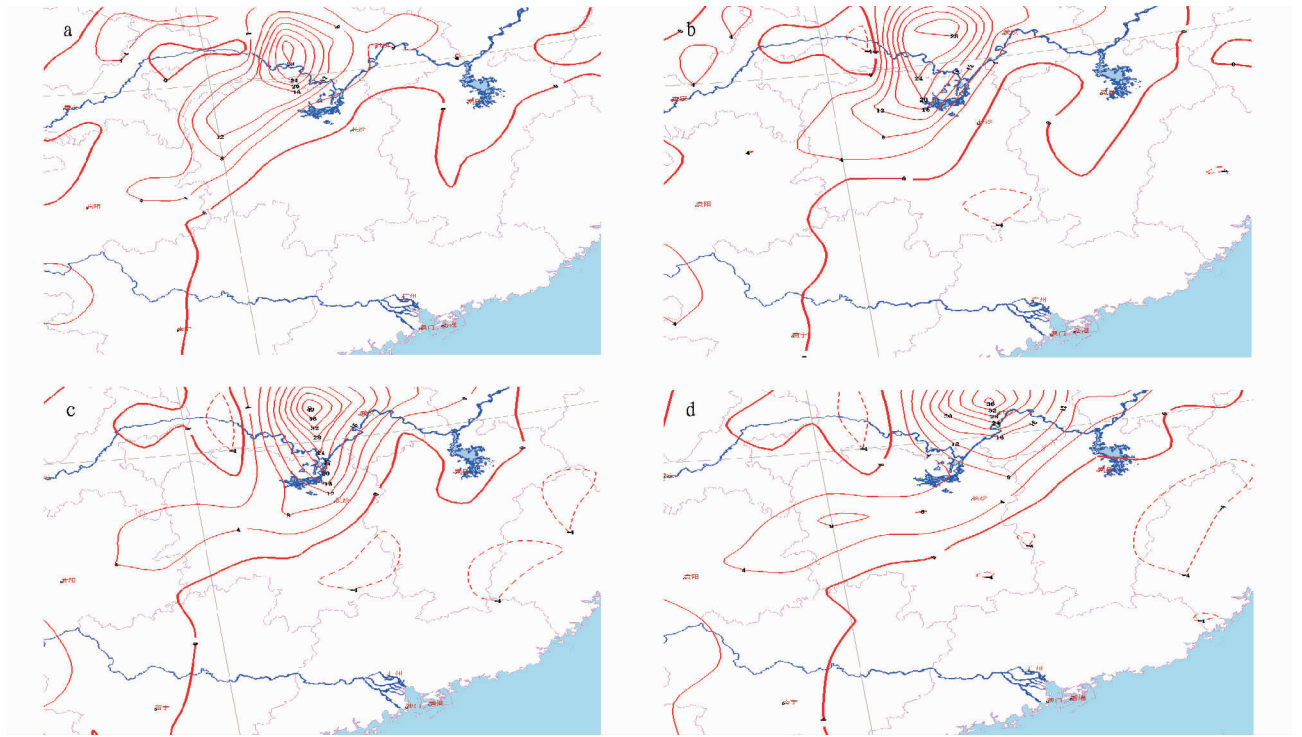
图5 2013年6月6日850 hPa K指数分布

致斜压湿位涡增加及发展,有利于降水加剧<sup>[15-17]</sup>。分析岳阳市850 hPa的区域涡度(图6)可以看出,从6日17:00开始,岳阳市西北部开始出现正涡度大值区,到6日20:00涡度大值区略微北抬东移并加强,直到6日23:00岳阳市均处于涡度大值区内,这对于暴雨的维持和发展起到了重要的作用,然后7日02:00岳阳市涡度明显减弱,岳阳市强降水减弱并停止。

### 5 结论

(1) 此次暴雨天气过程,大气环流背景是两脊一槽形势,且低槽深厚,主要影响系统是高空低槽、中低层低涡切变以及地面冷空气。

(2) 中低层西南气流源源不断地输送暖湿水汽至暴雨区为此次暴雨过程提供了丰富的水汽条件。同时地面弱冷空气入侵诱发地面倒槽中辐合线。低涡东移过程中,低涡与低槽、中低层切变结合,是此次暴雨过程有利条件之一。



注:a.6日17:00;b.6日20:00;c.6日23:00;d.7日02:00。

图6 2013年6月6~7日850 hPa 湿度分布

(3)水汽的辐合带(中心)对暴雨有较好的指示作用,为对流系统的发展提供有利的水汽和不稳定条件。但T639的水汽通量散度与降水实况符合情况并不好,对水汽通量散度负值中心位置的预报存在偏差。

(4)K指数和位势涡度的演变与暴雨的发生发展一致,具有很好的对应关系。

#### 参考文献

- [1] 秦年秀,姜彤. 基于GIS的长江中下游地区洪灾风险分区及评价[J]. 自然灾害学报,2005,14(5):1-7.
- [2] 孙淑清,周玉淑. 近年来我国暴雨中尺度动力分析研究进展[J]. 大气科学,2007,31(6):1171-1188.
- [3] 中央气象台. 天气预报方法与业务系统研究文集[M]. 北京:气象出版社,2002.
- [4] 吕江津,王庆元. 海河流域一次大到暴雨天气过程的预报分析[J]. 气象,2007,33(10):52-60.
- [5] 韩沁哲,蔡荣辉,匡方毅. 基于“配料法”的湖南省暴雨落区预报[J]. 广东气象,2009,31(1):12-18.
- [6] 黄小玉,陈媛,顾松山. 湖南地区暴雨的分类及回波特征分析[J]. 南京气象学院学报,2006,29(5):635-641.
- [7] 张芳华,杨克明,毛冬艳,等. 2005年6月湖南大暴雨过程的天气动力

学诊断分析[J]. 气象,2006,32(3):78-85.

- [8] 李峰,张芳华,熊敏詮,等. 2005年“5.31”湖南暴雨过程触发维持机制[J]. 气象,2006,32(3):71-77.
- [9] NINOMIYA K, AKIYAMA T. Multiscale features of Baiyu, the summer monsoon over Japan and the East Asia[J]. J Meteor Soc Japan, 1992, 70: 467-495.
- [10] ZHANG S L, TAO S Y, ZHANG Q Y, et al. Large and Meso-scale characteristics of intense rainfall in the mid-and lower reaches of the Yangtze River[J]. Chinese Science Bulletin, 2002, 47(9): 779-786.
- [11] 王蕾,张文龙,周军. 中国西南低空急流活动的统计分析[J]. 南京气象学院学报,2003,26(6):797-805.
- [12] 陶诗言. 中国之暴雨[M]. 北京:科学出版社,1979:225.
- [13] 孟妙志. K指数在暴雨分析预报中的应用[J]. 气象,2003,29(8):65-66.
- [14] 周后福,邱明燕,张爱民,等. 基于稳定性和能量指标作强对流天气的短时预报指标分析[J]. 高原气象,2006,25(4):716-722.
- [15] 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(3):387-405.
- [16] 吴国雄,蔡雅萍. 风垂直切变和下滑倾斜涡度发展[J]. 大气科学,1997,21(3):273-282.
- [17] 吴国雄,刘还珠. 全型垂直涡度倾向方程和倾向涡度方程发展[J]. 气象学报,1999,57(1):1-15.

(上接第11881页)

- [5] 孟庆涛,贺敏,林建平,等. 淮山酸奶的研制[J]. 农村新技术,2009(6):58-60.
- [6] 杨福臣,周志华. 淮山药葡萄梨复合运动饮料的研制[J]. 食品工业,2011(6):59-60.
- [7] 符德学,李静静,缪娟. 怀山药酶解的工艺条件优化研究[J]. 焦作大学学报,2011(4):87-88.
- [8] 赵丽芹. 果蔬加工工艺学[M]. 北京:中国轻工业出版社,2002:233-234.

- [9] 邱雁临,樊黎生,李冬生. 山药粒粒汁饮料的研制[J]. 食品科学,1997(6):34-37.
- [10] 杨剑婷,丁志刚,鲍士宝,等. 山药百合复合饮料的研制[J]. 安徽科技学院学报,2012,26(4):30-34.
- [11] 王云龙,张洪祥,劳宝法. GB/T. 5009.1~5009.100-2003 食品卫生检验方法理化部分(一)[S]. 北京:中国标准出版社,2004:37-39,49-50.
- [12] 王永华. 食品分析[M]. 北京:中国轻工业出版社,2011:73-74,209-211.