

## 一次双对流云团影响的强降水过程综合分析

李青松, 周斌, 李利仁, 蒋丽敏, 刘沈 (湖南省永州市气象局, 湖南永州 425000)

**摘要** 采用卫星资料、多普勒雷达资料、风廓线雷达资料和自动气象站资料,对2012年6月11日永州市一次双对流云团影响的强降水过程的时空结构进行了分析,通过天气尺度、中小尺度和地形分析,探讨了局部强降水的原因。结果表明,此次暴雨过程发生在槽前的西南暖湿急流下,地面冷空气侵入,触发了不稳定能量释放,中低空切变维持,加强了产生暴雨的动力作用。

**关键词** 暴雨;双对流云团;地形;综合分析

**中图分类号** S161.6 **文献标识码** A **文章编号** 0517-6611(2014)16-05146-03

永州市位于湖南南部,五岭北麓。东与湖南衡阳市的常宁、郴州市的临武、嘉禾、桂阳相连;南与广东清远市的连州、广西贺州地区的贺州、桂林市的富川交界;西与广西桂林市的恭城、灌阳、全州接壤;北与衡阳市的祁东、邵阳市的邵阳、新宁毗邻。永州市为多暴雨地区之一,年平均暴雨42站次,最多2002年87站次,最少1991年30站次;暴雨全年各月均有出现,但4~8月为多暴雨时段。自20世纪80年代~2010年,暴雨频次加大、强度增强。笔者运用地面和高空观测资料,综合分析了2012年6月11日永州市一次双对流云团影响的强降水过程中有利于暴雨发生、发展的环境条件,并结合永州雷达产品资料和卫星云图资料,着重分析了雷达回波特征与双对流云团变化的对应关系,以期为暴雨的短时临近预报预警提供参考思路。

### 1 雨情实况

2012年6月11日00:00~23:00,受高空低槽和中低层切变线共同影响,永州市出现了大到暴雨、局地大暴雨的天气过程。永州市平均降雨量37 mm,强降水主要位于祁阳、零陵和双牌地区。据中小尺度区域站网资料显示,11日00:00~23:00,降雨量 $\geq 100$  mm的站数17个, $\geq 50$  mm的站数71个, $\geq 25$  mm的站数154个,最大降雨量出现在祁阳的金洞林场(182.3 mm),各县区区域自动站平均降雨量为15

mm(道县)~85 mm(零陵)。

### 2 天气形势演变

6月10日08:00 500 hPa高纬为二槽一脊型,高原有波动槽东出,永州市处于南支槽前,中低空西南急流位于广西南部到郴州一线,850 hPa贵州到湘北有切变存在,14:00贵州南部到湘西南地面有辐合;20:00 500 hPa永州市处于高空槽下,低空急流有所减弱,但广西桂林西南气流仍维持在10 m/s,850 hPa切变线南压至湘中以南(永州市北部);23:00后桂林、衡阳地区转雷雨,强降水一路由桂林以西向东偏南扩展,一路由衡阳缓慢南压,在衡阳、郴州、广西中南部出现了暴雨和大暴雨,此后强降雨带呈东西向位于永州市中部(祁阳、零陵);11日08:00永州市上空有高空槽,700、850 hPa有切变线,地面弱冷空气南压,导致强降雨带南推;20:00高层转槽后西北气流,降水自23:00后逐渐减弱,暴雨过程结束。

### 3 物理量诊断分析

由于永州市无探空站,广西桂林、湖南郴州离该市最近,这里取桂林和郴州10日20:00的温度对数压力图进行分析(图1),由图1可见,2站存在大量的不稳定能量,其中桂林Cape值为1 912.7 J/kg,郴州Cape值为2 540 J/kg,K指数桂林和郴州分别为40和42 $^{\circ}$ C,说明有发生强对流天气的条件<sup>[1]</sup>。

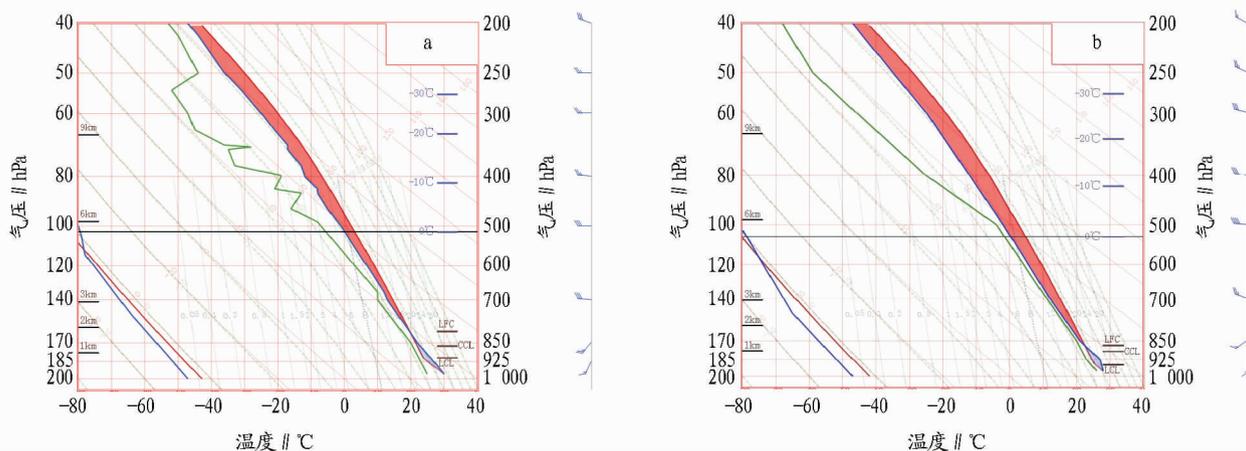


图1 2012年6月10日20:00 桂林(a)和郴州(b) T-logP图

10日20:00假相当位温中心在广西东部到湘南,10日

晚上开始衡阳、郴州和广西出现大范围暴雨,11日凌晨开始永州市祁阳、零陵相继出现较强降水,到11日08:00,高空槽南压至南岭上空,假相当位温中心南压至广东,降水也南移

**作者简介** 李青松(1972-),男,湖南永州人,工程师,硕士,从事预报服务工作。

**收稿日期** 2014-05-12

至永州市南部,假相当位温的演变过程与强降水的发生几乎同步,对预报的提前指示作用不强。

### 4 中尺度特征分析

**4.1 卫星云图分析** 10日23:15,广西境内发展起来的对流云团向东发展,到达永州市时已处于旺盛时期,但对应永州市雷达图上仅为弱降水回波,永州内部分地区出现小雨天气,这与云团发展旺盛后降水减弱的理论相一致;而此时湖南株洲境内的对流云团正处于发展初期,向西偏南发展;11日02:15,永州市祁阳处于2块对流云团之间,降水逐渐加强,03:15~05:15 2块对流云团打通,永州市祁阳及阳明山一带出现暴雨,局地大暴雨天气,07:15 合并的云团开始南压减弱,降水强度也明显减弱。从云团外型看,有明显的长轴,

上风一侧边界光滑,下风一侧出现卷云趾,云团色调十分明亮、密实,有点像弓状。云趾的出现表示有强风垂直切变<sup>[2]</sup>,说明有对流产生的条件。

### 4.2 雷达回波特征分析

**4.2.1 基本反射率分析。**分析1.5°仰角反射率因子图(图2)可见,11日03:10在祁阳东部出现弓型回波,最大反射率因子达50 dBz,此时正是2块对流云团将打通的时间,云团的南部有多单体风暴;05:04~07:06回波形状转为带状,呈指状回波特征,是2块云团逐渐合并为一个云团的时段,降水强度趋于稳定,以层状云降水为主;从11日04:21 1.5°、2.4°、3.4°仰角的反射率因子图(图3)分析,多单体弓型回波前沿从低仰角到高仰角向前倾斜,表明低层的弱回波和中高

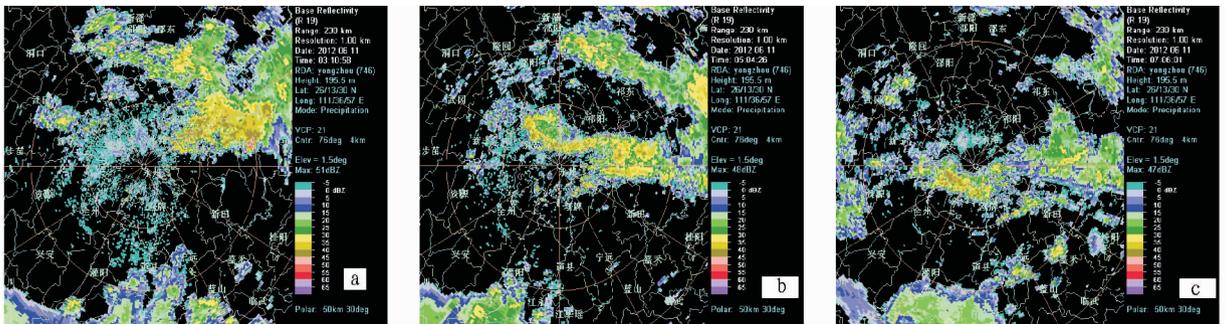


图2 2012年6月11日03:10(a)、05:04(b)、07:06(c)1.5°仰角反射率因子

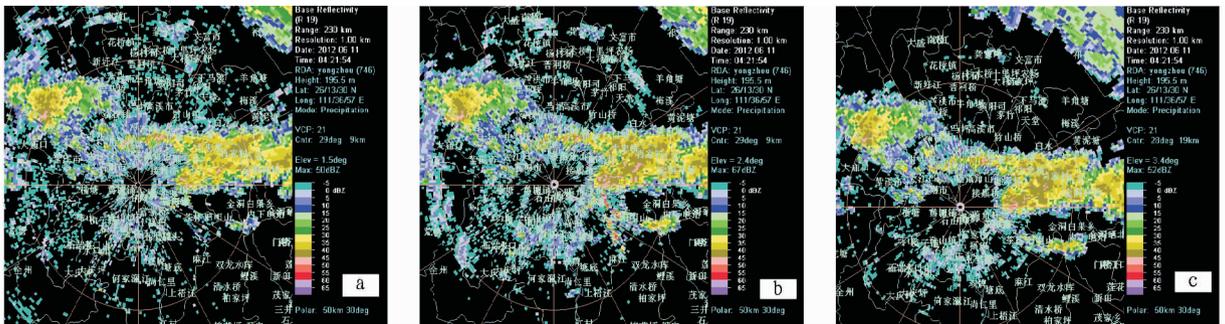


图3 2012年6月11日04:21 1.5°(a)和2.4°(b)、3.4°(c)仰角的反射率因子

层的悬垂结构<sup>[3]</sup>。

### 4.2.2 雷达径向速度分析。

**4.2.2.1 宽广的负速度区中有正速度区。**对11日03:10、04:21不同仰角径向速度图细作分析,得知在这次过程中,低仰角成片的负速度区域中有正速度区域,但维持时间不长。

从04:21径向速度可以看出,雷达50 km以内,零速度弯向正速度的顺转程度大于弯向负速度的顺转速度,负速度区面积大于正速度区域的面积,表现出风速的辐合(图4a),抬高仰角,高层开始表现出相应的辐散特征,负速度区面积小于正速度区域的面积(图4c),表明风随着高度顺转。

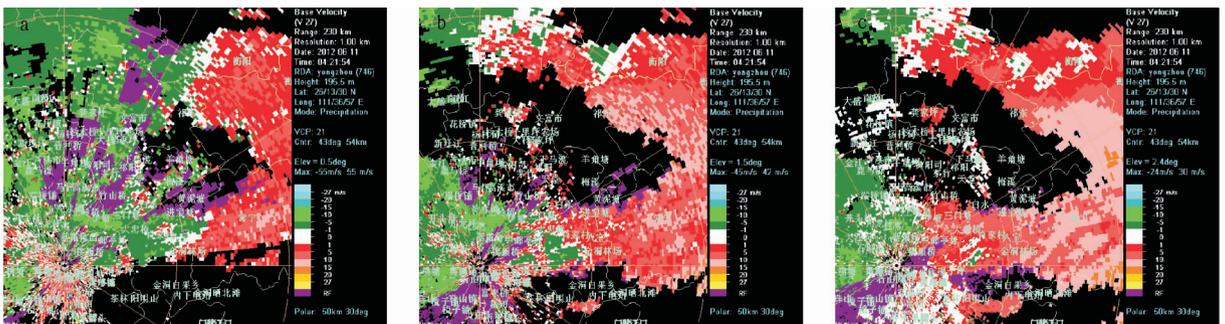


图4 2012年6月11日04:21 0.5°(a)、1.5°(b)和2.4°(c)仰角的径向速度图

**4.2.2.2 逆风区。**6月11日03:51永州祁阳的中东部有逆风区开始发展,随后范围扩大,04:21形成较强逆风区,05:04

消失,与逆风区对应的是超过50 dBz的强回波。逆风区的存在说明周围有气旋性的涡旋流场及垂直风切变,而逆风区的

形成和维持与强降雨的发生和维持密切相关<sup>[4]</sup>。对照 11 日 03:00~05:00 的实况降水曲线可以得知,气旋涡旋流场及垂直风切变的形成和维持与祁阳中南部的短时强降雨的发生和维持密切相关。

**4.2.3 风廓线资料分析。**从雷达垂直风廓线分析,11 日 01:00 以前,永州市低层为西南急流;01:58,3.0~3.7 km 高度开始转为西北风,在雷达上空存在风向的切变,02:52 0.3~0.9 km 高度开始转为西北风,表明低层有浅薄的冷空气侵入,此时强回波带位于祁阳东部。可见在这次暴雨过程中,弱冷空气的侵入对强降水亦有不可忽视的作用。

## 5 地形对暴雨的影响分析

永州市大体是西部和西南高,东北及中部低,以三大山系为脊线,越城岭-四明山系雄踞西北,萌渚岭-九疑山系矗立东南,都庞岭-阳明山系横插中部,呈环带状、阶梯式向两大盆地中心倾降。其中都庞岭-阳明山系群峰起伏,到处崇山峻岭,其中海拔 1 500 m 以上的山峰有韭菜岭、阳明山、杉木顶等 35 座。

这次强降水主要位于阳明山附近;暴雨发生前,桂林和郴州有较强的位势不稳定层结。不稳定层结的建立,主要是通过边界层内暖湿气流的输送造成的,边界层内的强偏南气流是暖湿气流的输送带,其输送的水汽和热量使得暴雨发生前上空及其上游地区在对流层中下部形成强烈的位势不稳定<sup>[5]</sup>。除由大、中、小尺度天气系统之间的相互作用外,阳明山起伏的地形也是对流云出生的地方,在这些地方,温度差异引起的温度梯度是触发对流发生的重要因素。特大暴雨中心正好位于阳明山山脉附近,这与强对流云团和强降水回波对应的位置相一致。

(上接第 5125 页)

运用现代材质肌理、施工技术及科技手段,将传统枯山水庭园景观中枯寂清静的禅宗意韵延续到现今的景观设计中,形成了具有浓厚地域文化符号和民族精神的景观设计体系<sup>[5]</sup>。日本的枯山水庭园景观以自然化的静态元素组合,通过引用、重构、保留与恢复等符号学形式设计手法,营造出一种动态化的意象,进而幻化出“诸般空相,唯心静听”的物哀幽玄意境,而这又与中国古典园林中“虽由人作,宛自天开”的意境如出一辙,均属于东方古典园林系再现型的艺术表现形态之中。镰仓至室町时代的庭园,受参禅礼佛的影响,偏向于抽象化的造园方式发展,而这恰恰与西方现代主义中极简主义的景观设计思路不谋而合。但笔者认为,善于学习与创新的日本意匠师在已有文化原型的基础上继承了其所固有的表意结构和心理能量属性,通过对历史文化景观符号源码的适当保留与恢复处理,使得新式枯山水景观在延续和发展景观基地的历史文化中保持了时间上的连续性和重构周围环境及地理水文等特征质貌上的空间延伸性。现代日本枯山水景观在历史性象征符号中吸取了一定的景观片段或形式,并遵循当代的审美感知需求与法律规定,对传统历史文化进行了相对的景观符号信码重组,而这也促使新旧视界的相

## 6 小结

(1)此次暴雨过程发生在槽前的西南暖湿急流下,地面冷空气侵入,触发了不稳定能量释放,中低空切变维持,加强了产生暴雨的动力作用,是永州市较典型的暴雨形势。

(2)暴雨发生前高低空急流同时加强,强降水落区位于高空急流入口区的南侧,低空急流北侧;来自孟湾和南海的水汽向南方地区输送了充沛的水汽,水汽加强与暴雨发生几乎同步,对预报的指示作用不强。

(3)此次暴雨过程雷达回波具有 S 型暖平流特征、逆风区特征。

(4)短期预报中要注意云图的发生发展、成熟和消散演变过程,有双云团作用时,注意云图的走向,当云团移动相对时,云团间空隙对应的地区降水时间推迟;当云团接近合并时,对应的雷达回波强度最强,易出现强降水。

(5)起伏的地形也是对流云出生的地方,温度差异引起的温度梯度是触发对流发生的重要因素。

(6)合理地综合运用卫星资料与雷达和常规气象资料,能更好地分析和理解这种中小尺度系统,并为预报这类系统提供依据。

## 参考文献

- [1] 丁一汇. 中尺度天气和动力学研究[M]. 北京:气象出版社,1996.
- [2] 陈渭民. 气象卫星图像解译与判读[M]. 中国气象局培训中心,2011: 284-285.
- [3] 俞小鼎,姚秀萍,熊延南,等. 多普勒天气雷达原理与业务应用[M]. 北京:气象出版社,2006:185-197.
- [4] 蔡晓云,焦热光. 多普勒速度图暴雨判据和短时预报工具研究[J]. 气象,2001,27(7):13-15.
- [5] 赵鸣,陈潜. 边界层过程对暴雨影响的敏感性试验[J]. 气象科学,2007(1):1-10.

互整合,从而形成了特殊的“效果历史”。

基于此,当回顾和重省我国景观设计的历程时,不难发现现今的景观设计从最初的被动模仿、抄袭状态到中期设计风格的“参照+改造”模式,再到如今设计样式程式化、模块化设计,我国的步伐始终是从动性的发展,导致了我国景观建设工程重形式轻质量、重外在轻内涵,大量中国古典景观设计历史性表象符号消失在盲目追寻他国设计的景观文化符号噪音中。中国传统古典园林是珍贵的艺术宝库,其中有许多值得保留和恢复的历史化意指表现性隐喻符号。随着全球化文化的“视界融合”,相信在现代科学技术和施工工艺的基石上,中国景观设计会整合优秀先进文化符号并将其融入符合既有中国时代精神,又含中国地域文化符号特色的新中式现代园林景观发展中,为中国景观符号画上浓烈的文脉印记。

## 参考文献

- [1] 能势朝次,大西克礼. 日本幽玄[M]. 王向远,译. 长春:吉林出版集团有限责任公司,2011.
- [2] 李泽厚. 美学四讲[M]. 天津:百花文艺出版社,2009.
- [3] 廖秋林. 后现代主义符号学景观设计理论研究[D]. 长沙:中南林学院,2005.
- [4] 俞孔坚,李迪华,刘海龙. “反规划”途径[M]. 北京:中国建筑工业出版社,2005.
- [5] 罗丹荔. “枯山水”在日本现代景观设计中的传承与演变[J]. 装饰,2011(5):125-126.