

## 黔东南山区 2 次大暴雨过程对比分析

龙先菊<sup>1</sup>, 顾欣<sup>2</sup>, 邓学军<sup>1</sup>, 梁平<sup>1</sup>, 谢俊英<sup>1</sup>, 袁芳菊<sup>1</sup>

(1. 贵州省黔东南州气象局气象服务中心, 贵州凯里 556000; 2. 贵州省黔东南州气象台, 贵州凯里 556000)

**摘要** 利用常规观测资料、物理量场、16 个县市地面自动站及区域站观测资料等, 对比分析了 2014 年 7 月 3 日夜间~4 日白天与 2015 年 6 月 17 日夜间~18 日白天黔东南州的 2 次大暴雨天气过程。结果表明, 2 次暴雨天气过程的主要影响系统是由于西太平洋高压稳定少动, 对高空槽、中低层江淮低涡切变、梅雨锋西段的移动造成阻挡, 致使切变系统在贵州长时间停滞而出现暴雨、大暴雨天气过程; 2 次过程黔东南均受副热带高压外围偏西南气流影响, 700~850 hPa 的切变线几乎重合, 中高纬度均有冷平流和高空槽的共同影响; 水汽、能量、动力等方面均具备降大暴雨条件, 暴雨中心均出现在黔东南的西部地区, 暴雨集中时段均出现在夜间。第 2 次过程的直接经济损失没有第 1 次过程大, 但 2015 年因滑坡泥石流掩埋死亡 2 人事故; 第 2 次过程暴雨的量级比第 1 次过程的范围更大、强度更强。

**关键词** 大暴雨; 影响系统; 物理量; 对比分析; 黔东南山区

中图分类号 S165 文献标识码 A 文章编号 0517-6611(2016)12-243-04

## Comparative Analysis of Two Times Heavy Rain Process in Qiandongnan Mountain Area

LONG Xian-ju<sup>1</sup>, GU Xin<sup>2</sup>, DENG Xue-jun<sup>1</sup> et al (1. Meteorological Service Center of Qiandongnan Prefecture Meteorology Bureau, Kaili, Guizhou 556000; 2. Qiandongnan Prefecture Meteorological Observatory, Kaili, Guizhou 556000)

**Abstract** Using conventional observation data, physical quantity, data of automatic station and regional station in 16 counties and cities, two times heavy rain process in Qiandongnan Prefecture during Jul. 3 night-Jul. 4 daytime in 2014, Jun. 17 night-Jul. 18 daytime in 2015 were compared and analyzed. The results showed that due to stability of Western Pacific high pressure, upper trough, Jianghuai vortex shear, movement of western part of Meiyu front was blocked, resulting in a long time stagnation of shear system in Guizhou; two times heavy rain process in Qiandongnan Prefecture were affected by the subtropical high pressure periphery southwest airstream, 700 to 850 hPa shear line were almost coincided; the heavy storm center all appeared in the western region of Qiandongnan and concentrated at night. The economic loss of the second process was less than that in the first heavy rain process. The magnitude of the second process was greater than that of the first process, and the range was larger, the intensity was stronger.

**Key words** Heavy rain; Influence system; Physical quantity; Comparative analysis; Qiandongnan mountain area

黔东南苗族侗族自治州(以下简称黔东南州)位于贵州省东南部(107°17'20"~109°35'24"E, 25°19'20"~27°31'40"N),东与湖南省怀化市相邻,南与广西壮族自治区柳州市、河池市接壤,西连黔南布依族苗族自治州,北抵遵义市、铜仁市。黔东南总面积 30 000 km<sup>2</sup>,东西相距 220 km,南北跨度 240 km,地势西高东低。贵州省地形复杂,暴雨多发,黔东南的暴雨又是贵州暴雨出现最多的地区。国内外学者对暴雨的研究较多<sup>[1-4]</sup>,但对黔东南地区的暴雨研究极少<sup>[2,5]</sup>,笔者利用常规观测资料、物理量场、16 个县市地面自动站及区域站观测资料等,从天气实况、影响系统、物理量场等方面对比分析了 2014 年 7 月 3 日夜间~4 日白天与 2015 年 6 月 17 日夜间~18 日白天黔东南州的 2 次大暴雨天气过程,以期对黔东南州暴雨的预报提供指导意义。

## 1 天气实况

2014 年 7 月 3 日 20:00~4 日 20:00 黔东南州共出现 26 乡镇(站)大暴雨、161 乡镇(站)暴雨,雷山县望丰乡公统村降水量为 148 mm,为全州最大,雷山县城大暴雨(112 mm),凯里、黄平、台江、天柱、施秉、丹寨、麻江、剑河 8 个县市城区出现暴雨,全州共出现 159 站大雨(图 1a)。此次暴雨和大暴雨天气过程最强降雨时段出现在 4 日 02:00~08:00,此次过程的主要特点是范围广,全州 16 县市各地均出现暴雨,其中城区暴雨 8 站、大暴雨 1 站,是 2014 年入汛以来城区出现暴雨最多的一次天气过程,分别是雷山 112.1 mm、凯里 85.9

mm、黄平 74.4 mm、台江 64.2 mm、天柱 74.1 mm、施秉 73.5 mm、丹寨 57.1 mm、麻江 57.4 mm、剑河 72.8 mm;此次暴雨天气过程最大雨强为黎平平寨 62.1 mm/h,凯里岩寨 61.0 mm/h 次之。

2015 年 6 月 17 日 21:00 开始,全州自北向南出现阵雨或雷雨,城区麻江 164 mm、凯里 151 mm 大暴雨,天柱 77 mm、台江 75 mm、雷山 71 mm、黄平 59 mm、剑河 58 mm 暴雨。区域自动气象站监测(图 1b)显示,全州共有 29 乡镇 43 站降雨量>100 mm,凯里市万潮镇 194 mm,为全州最大;全州共有 62 乡镇 117 站降雨量>50 mm,强降水主要出现在清水江流域。

表 1 2014 年 7 月 4 日与 2015 年 6 月 18 日 2 次暴雨天气过程全州 16 县市降水量

Table 1 Precipitation in 16 counties and cities on 4 Jul. 7 2014 and 18 Jun. 2015

县市	2014-07-04	2015-06-18
County (city)	4 July 2014	18 June 2015
凯里 Kaili	85.9	141.1
黄平 Huangping	74.4	47.1
雷山 Leishan	112.1	66.3
榕江 Rongjiang	41.0	10.1
黎平 Liping	13.2	0
从江 Congjiang	28.7	1.9
台江 Taijiang	64.2	66.4
三穗 Sansui	42.5	21.4
天柱 Tianzhu	74.1	73.7
锦屏 Jinping	37.0	23.5
施秉 Shibing	73.5	23.1
岑巩 Cengong	24.4	22.4
镇远 Zhenyuan	45.4	15.3
丹寨 Danzhai	57.1	36.4
麻江 Majiang	57.4	159.6
剑河 Jianhe	72.8	50.6

作者简介 龙先菊(1976-),女,贵州天柱人,高级工程师,从事天气预报服务工作。

收稿日期 2016-03-21

从2次降水天气过程暴雨站数(表1)来看,2014年暴雨范围比2015年6月18日广,站数多2站,但降雨量级较小,2次的暴雨中心均出现在黔东南州的西部地区,同时强降水时间段均出现在夜间,由于持续强降雨,同时清水江、都柳江上游黔南境内出现特大暴雨、大暴雨天气,导致黔东南州清水江、都柳江各支流江河及山塘、水库、溪河等水位暴涨。

## 2 影响系统对比分析

由图2可见,这2次天气过程均受到高空低槽、中低层低涡切变、梅雨锋<sup>[6]</sup>共同影响,主要影响系统均是由于西太

平洋高压始终稳定在我国东南沿海附近且少动,对高空槽、中低层江淮低涡切变、梅雨锋西段的移动造成阻挡,贵州东南部处于槽前西南暖湿气流区,水汽比较充沛,中低层低涡切变在贵州中南部强烈辐合上升,200 hPa为强烈辐散区,低层辐合高层辐散的抽吸作用<sup>[3,7]</sup>导致贵州中南部出现暴雨、大暴雨天气过程。2次过程黔东南均受副热带高压外围偏西南气流影响,700~850 hPa的切变线几乎重合,中高纬度均有冷平流和高空槽的共同影响。

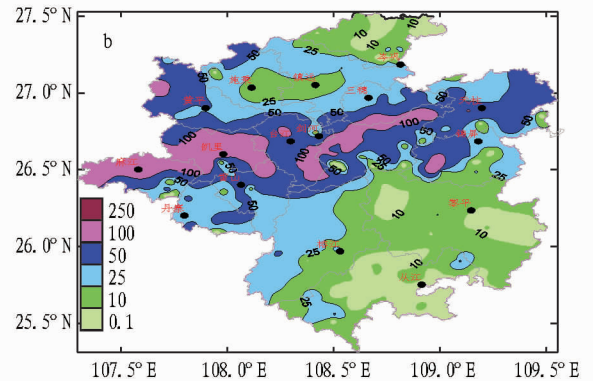
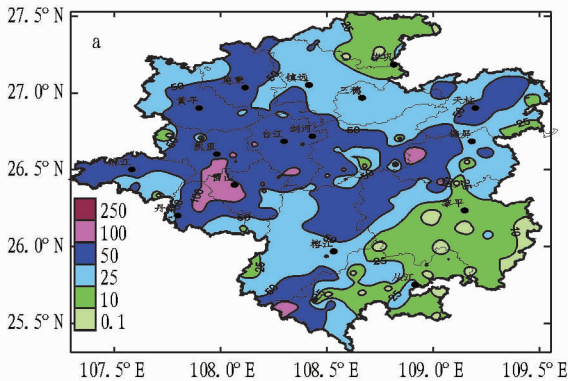


图1 2014年7月3日20:00~4日20:00(a)和2015年17日20:00~18日20:00(b)黔东南州降雨量实况(单位: mm)

Fig.1 Precipitation in Qiandongnan Prefecture during 20:00 Jul.3-20:00 Jul.4, 2014(a) and 20:00 Jun.17-20:00 Jun.18, 2015(b)

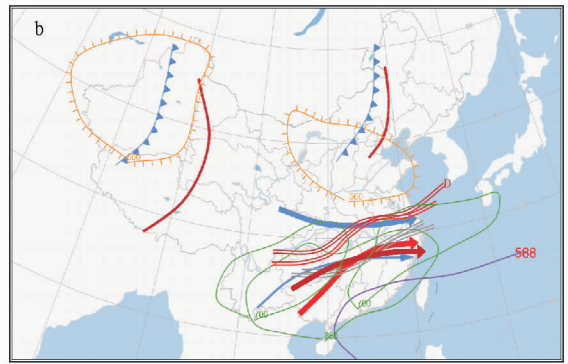
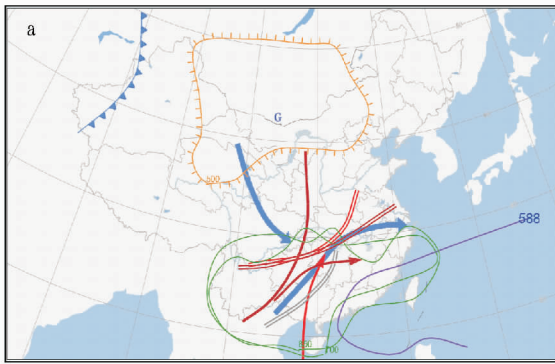


图2 2014年7月3日20:00(a)和2015年6月17日20:00(b)中尺度分析

Fig.2 Meso scale analysis of 20:00 Jul.3, 2014(a) and 20:00 Jun.17, 2015(b)

## 3 灾情对比分析

**3.1 2014年7月4日** 据黔东南州水利局防汛办调查,此次强降雨导致凯里、麻江、丹寨、雷山、台江、施秉、岑巩等12个县(市)55个乡镇55990人受灾。全州农作物受灾面积3793.1 hm<sup>2</sup>,成灾面积1627.7 hm<sup>2</sup>,绝收面积283.5 hm<sup>2</sup>,大牲畜死亡10头,停产工矿企业1个,铁路中断1条次,公路中断41条次,供电中断4条次,倒塌房屋40间,紧急转移1116人,冲毁塘坝3座,损坏灌溉设施66处,损坏机电泵站7座,总直接经济损失达3850.7万元,其中农林牧渔业损失2139.2万元,工业交通损失488.2万元,水利设施损失414.0万元。

**3.2 2015年6月18日** 据州民政局不完全统计,暴雨造成剑河、凯里、麻江、丹寨、锦屏、天柱、黄平、三穗等8县市不同程度受灾,受灾总人口达26419人,其中天柱县瓮洞镇瓮瓦

村老上二组因滑坡泥石流掩埋死亡2人,紧急转移安置人口260人;水稻、烤烟、玉米等农作物大面积受灾,受灾面积为2148.5 hm<sup>2</sup>,其中成灾面积为1045.9 hm<sup>2</sup>;倒塌房屋8户17间,严重损坏房屋15户36间;直接经济损失初步估计达867.2万元。2次灾情的直接经济损失没有2014年7月损失大,但2015年因滑坡泥石流掩埋死亡2人事故。

## 4 物理量场对比分析

**4.1 水汽条件** 从实况天气图比湿的时空分布(表2)来看,2次强降雨发生前后有低空急流建立和维持<sup>[8]</sup>。2014年7月4日过程贵阳、怀化、河池500 hPa比湿维持在5~6 g/kg,700 hPa比湿为10~12 g/kg,850 hPa比湿基本超过16 g/kg,且各站各层比湿在暴雨集中时段内(3日20:00~4日08:00)达最大。2015年6月18日过程500 hPa比湿维持在1~6 g/kg,700 hPa比湿为8~13 g/kg,850 hPa比湿最

大达 18 g/kg,且各站各层比湿在暴雨集中时段内(18 日 01:00~02:00)达最大。可见,2015 年 6 月 18 日上干下湿更

明显,所以造成暴雨的量级比 2014 年 7 月 4 日的更大得到证实。

表 2 2014 年 7 月 4 日与 2015 年 6 月 18 日 2 次过程 500、700、850 hPa 比湿对比

Table 2 Comparison of 500, 700, 850 hPa humidity on Jul. 4 in 2014 and Jun. 18 in 2015

g/kg

时间 Time	500 hPa				700 hPa				850 hPa			
	贵阳 Guiyang	怀化 Huaihua	河池 Hechi	桂林 Guilin	贵阳 Guiyang	怀化 Huaihua	河池 Hechi	桂林 Guilin	贵阳 Guiyang	怀化 Huaihua	河池 Hechi	桂林 Guilin
3 日 08:00 Jul. 3 08:00	5	4	2	4	12	11	11	11	16	15	17	16
3 日 20:00 Jul. 3 20:00	6	5	5	2	12	11	11	12	17	16	16	17
4 日 08:00 Jul. 4 08:00	6	6	6	3	10	11	12	10	13	15	17	15
4 日 20:00 Jul. 4 20:00	3	5	6	6	12	10	10	11	15	15	14	17
17 日 08:00 Jun. 17 08:00	4	4	1	1	12	12	9	10	17	16	15	14
17 日 20:00 Jun. 17 20:00	4	2	1	1	13	13	10	9	18	17	17	16
18 日 08:00 Jun. 18 08:00	5	4	1	1	11	8	10	10	15	14	16	15
18 日 20:00 Jun. 18 20:00	6	5	2	1	11	10	10	11	15	13	16	16

**4.2 K 指数** 从黔东南周边 4 个探空站资料分析(表 3)来看,暴雨发生前 K 指数均为 33~48 °C,第 2 次过程明显比第 1 次过程的 K 指数大,怀化站在暴雨发生前的 20:00 达 48 °C,为近 2 年来暴雨过程的最大值,贵阳站 2 次过程的 K 指数均为 43 °C,到第 2 天 08:00 2 次程 K 指数大值区南压至广西,暴雨减弱并移出黔东南。

表 3 2014 年 7 月 4 日和 2015 年 6 月 18 日 2 次过程 500 hPa K 指数  
Table 3 Comparison of 500 hPa K index on Jul. 4 in 2014 and Jun. 18 in 2015 °C

时间 Time	贵阳 Guiyang	怀化 Huaihua	河池 Hechi	桂林 Guilin
3 日 08:00 Jul. 3 08:00	40	41	41	41
3 日 20:00 Jul. 3 20:00	43	40	37	42
4 日 08:00 Jul. 4 08:00	33	38	42	36
4 日 20:00 Jul. 4 20:00	39	38	35	40
17 日 08:00 Jun. 17 08:00	39	40	33	36
17 日 20:00 Jun. 17 20:00	43	48	36	35
18 日 08:00 Jun. 18 08:00	37	35	38	41
18 日 20:00 Jun. 18 20:00	39	34	40	40

**4.3 热力条件** 分析 2 次过程的 700、850 hPa 假相当位温  $\theta_{se}$  演变(表 4)可知,第 2 次过程的能量比第 1 次更强,能量中心最高值达 82 °C;2014 年 7 月 4 日 850 hPa  $\theta_{se}$  最初能量中心在广西中部,82 °C 的高能舌区伸向黔西南,黔东南州  $\theta_{se}$  为 80 °C 左右,其后  $\theta_{se}$  增大至 85~88 °C,4 日 08:00~20:00 中心值略南压,黔东南州  $\theta_{se}$  值维持 80 °C 左右,但黔东南州仍处于高能舌区中。2015 年 6 月 17 日 20:00  $\theta_{se}$  高能量中心在黔东南附近,700 hPa  $\theta_{se}$  为 72~82 °C,相对于 2014 年 7 月 3 日 20:00 的热力条件好,在黔东南附近的贵阳和怀化两站 850 hPa  $\theta_{se}$  能量值也比第 1 次暴雨过程大。总体而言,2 次过程热力条件较好,且 2 次过程的  $\theta_{se}$  高值区均在贵州,与暴雨落区有较好的对应关系。

**4.4 不稳定指数 SI 指数** 从表 5 可看出,2014 年 7 月 3 日 08:00~20:00 贵阳、怀化、河池、桂林 4 站 SI 指数为 -1.12~-3.46 °C,2015 年 6 月 17 日 08:00~20:00 4 站 SI 指数为 0.29~-8.41 °C;2015 年 6 月 18 日暴雨过程比 2014 年 7 月 4 日暴雨过程的 SI 指数负值更大,大气层结更不稳定,且暴雨的量级也比 2014 年 7 月范围更大、强度更强。

表 4 2014 年 7 月 4 日和 2015 年 6 月 18 日 2 次过程 700 和 850 hPa 假相当位温

Table 4 Comparison of 700 and 850 hPa pseudo equivalent temperature on Jul. 4 in 2014 and Jun. 18 in 2015

°C

时间 Time	700 hPa				850 hPa			
	贵阳 Guiyang	怀化 Huaihua	河池 Hechi	桂林 Guilin	贵阳 Guiyang	怀化 Huaihua	河池 Hechi	桂林 Guilin
3 日 08:00 Jul. 3 08:00	76.5	75.3	79.1	77.8	78.9	79.1	83.0	83.1
3 日 20:00 Jul. 3 20:00	78.0	76.7	76.4	79.3	83.6	83.8	88.7	88.2
4 日 08:00 Jul. 4 08:00	70.9	74.4	77.5	76.3	77.1	77.8	82.2	81.7
4 日 20:00 Jul. 4 20:00	73.5	76.9	78.0	78.6	80.0	81.1	79.9	85.9
17 日 08:00 Jun. 17 08:00	81.1	80.3	74.7	74.8	81.5	79.5	81.1	78.3
17 日 20:00 Jun. 17 20:00	81.9	81.2	77.3	71.9	86.9	83.6	81.8	85.5
18 日 08:00 Jun. 18 08:00	73.2	70.8	75.4	73.4	75.5	73.4	80.8	80.0
18 日 20:00 Jun. 18 20:00	74.3	72.2	76.2	70.9	74.6	71.9	87.1	80.4

表5 2014年7月4日与2015年6月18日2次过程SI指数对比

Table 5 Comparison of SI index on Jul. 4 in 2014 and Jun. 18 in 2015

时间	贵阳	怀化	河池	桂林
Time	Guiyang	Huaihua	Hechi	Guilin
3日08:00 Jul. 3 08:00	-2.12	-1.54	-1.12	-2.12
3日20:00 Jul. 3 20:00	-3.46	-2.12	-2.06	-2.41
4日08:00 Jul. 4 08:00	2.98	-1.12	-2.41	0.29
4日20:00 Jul. 4 20:00	-1.18	0.29	0.40	-1.41
17日08:00 Jun. 17 08:00	-1.12	-1.47	0.29	0.69
17日20:00 Jun. 17 20:00	-4.46	-8.41	-1.41	-1.47
18日08:00 Jun. 18 08:00	0.69	0.04	-2.12	-3.71
18日20:00 Jun. 18 20:00	-0.71	1.98	-2.12	-1.12

**4.5 不稳定指数CAPE值** 从表6可以看出,在暴雨来临前,2次过程的CAPE值均比较大,20:00除怀化站较小,贵阳、河池、桂林均超过1 000.0 J/kg,对暴雨的产生是极其有利的。特别是第2次过程的20:00在黔东南附近的贵阳、河池均比第1次分别多出660.6、1 894.0 J/kg,最大值出现在河池站,为2 121.6 J/kg,所以第2次过程降水比第1次大也属于正常。2次过程的第2天CAPE值在黔东南州减弱,大值仍维持在河池和桂林一线,随之暴雨过程南压至河池、桂林,暴雨移出贵州省影响广西,贵州省暴雨结束。

表6 2014年7月4日与2015年6月18日2次过程CAPE对比

Table 6 Comparison of CAPE on Jul. 4 in 2014 and Jun. 18 in 2015

时间	贵阳	怀化	河池	桂林
Time	Guiyang	Huaihua	Hechi	Guilin
3日08:00 Jul. 3 08:00	1 089.6	1 891.4	852.7	1 340.4
3日20:00 Jul. 3 20:00	1 002.2	545.5	2 027.6	2 372.7
4日08:00 Jul. 4 08:00	0.7	419.4	532.1	2 501.5
4日20:00 Jul. 4 20:00	72.2	80.4	20.1	1 819.6
17日08:00 Jun. 17 08:00	712.5	248.9	1 989.3	276.0
17日20:00 Jun. 17 20:00	1 662.8	345.6	2 121.6	1 153.4
18日08:00 Jun. 18 08:00	29.5	0.7	1 900.5	1 470.6
18日20:00 Jun. 18 20:00	50.2	0	1 399.7	90.2

## 5 小结

(1)2次暴雨天气过程的主要影响系统是由于西太平洋高压稳定少动,对高空槽、中低层江淮低涡切变、梅雨锋西段的移动造成阻挡,致使切变系统在贵州长时间停滞而出现暴雨、大暴雨天气过程;2次过程黔东南均受副热带高压外围偏西南气流影响,700~850 hPa的切变线几乎重合,中高纬度

均有冷平流和高空槽的共同影响。

(2)2次灾情中,2015年6月的直接经济损失没有2014年7月损失大,但2015年因滑坡泥石流掩埋死亡2人事故。

(3)2次大暴雨天气过程从发展到结束比湿条件均已超过黔东南夏季暴雨的指标,2015年6月18日上干下湿更明显,所以造成暴雨的量级比2014年7月4日的更大得到证实。

(4)从黔东南周边4个探空站资料分析来看,暴雨发生前K指数均为33~48℃,第2次过程明显比第1次过程的K指数大,怀化站在暴雨发生前的20:00达48℃,为近2年来暴雨过程的最大值。

(5)700 hPa假相当位温 $\theta_{se}$ 对比分析得出,第2次过程的能量比第1次更强,能量中心最高值达82℃;同时850 hPa假相当位温 $\theta_{se}$ 不断升高,其中心北侧所伸展出的高能舌区与暴雨区有较好的对应关系。

(6)2次过程的SI指数对比分析发现,2015年7月18日暴雨过程比2014年7月4日暴雨过程的值更小、大气层结更不稳定,暴雨的量级也比前1次更大、强度更强。

(7)2次过程CAPE值均比较大,在20:00除怀化站较小,贵阳、河池、桂林均超过1 000.0 J/kg,对暴雨的产生是极其有利的。特别是第2次过程的20:00在黔东南附近的贵阳、河池均比第1次分别多出660.6、1 894.0 J/kg,最大值出现在河池站,为2 121.6 J/kg,大气层结极不稳定。

## 参考文献

- [1] 万雪丽,杨静.低空急流对贵州夏季暴雨的作用分析[J].贵州气象,2007,31(3):16-18.
- [2] 池再香,白慧,黄红,等.夏季黔东南州局地暴雨与西太副高环流的关系[J].高原气象,2008,27(1):176-182.
- [3] 方建刚,陶建玲,白爱娟,等.陕南近期两次特大暴雨天气成因分析[J].灾害学,2006,21(2):69-75.
- [4] 王婧羽,崔春光,王晓芳,等.2012年7月21日北京特大暴雨过程的水汽输送特征[J].气象,2014(2):133-145.
- [5] 周明飞,杜小玲,熊伟.贵州初夏两次暖区暴雨的对比分析[J].气象,2014(2):186-195.
- [6] 中国气象局科教司.省地气象台短期预报岗位培训教材[Z].北京:气象出版社,1998:225-226.
- [7] 陆汉城.中尺度天气原理和预报[M].北京:气象出版社,2000:251-281.
- [8] 曹春燕,江莹,孙向东.一次大暴雨过程低空急流脉动与强降水的关系分析[J].气象,2006,32(6):102-106.
- [9] 2014年中国移动互联网行业年度研究报告[EB/OL].(2014-04-24)[2016-03-03].http://www.iresearch.com.cn/report/2146.html#chart.
- [10] 宋永鹏.公园虚拟旅游系统研究与应用[D].南京:河南大学,2012.
- [11] 扬·盖尔.交往与空间[M].何人可,译.北京:中国建筑工业出版社,2002.
- [12] 蒋玮璇.基于社交城市导向的体育公园景观研究[D].合肥:合肥工业大学,2014.
- [13] 吴近桃.人的行为模式与室内空间设计[J].金陵职业大学学报,2003,18(1):61-63.
- [14] 王华.城市公园中参与体验性活动初探[D].南京:南京林业大学,2010.
- [15] 徐银芳.城市湿地公园参与性景观设计研究[D].武汉:武汉理工大学,2008.

(上接第222页)

## 参考文献

- [1] 谭少华,赵万民.城市公园绿地社会功能研究[J].重庆建筑大学学报,2007,29(5):7-8.
- [2] 尹小丰.城市公共绿地与人的行为之间的关系研究[D].北京:北京服装学院,2007:3,40.
- [3] 2015季“暗访夜精灵”2.5H传统场完美收官[EB/OL].(2015-08-11)[2016-03-19].http://www.shbg.org/sites/zhiwuyuan/InfoContent.aspx?ctgId=22ea9dc1-52f2-47fa-9e81-bf65eb9d313a&infold=8d1575d0-3582-4095-b481-3b6e145f0c90.
- [4] 戴菊.[2015上海(国际)花展]春暖花开观鸟正当时;自然课堂观鸟导赏活动顺利举办[EB/OL].(2015-04-17)[2016-03-19].http://www.shbg.org/sites/zhiwuyuan/InfoContent.aspx?ctgId=737e03a1-a4d0-4e86-8f8c-e1fbfb005ae&infold=9d7e800f-e5f8-41f9-ba82-2e42fc3d1b41.