

岳阳2015—2017年暴雨空间分布与天气形势特征分析

喻长建¹ 陈姣荣¹ 喻宇² 钟泽洲³

(1 岳阳市气象局, 岳阳 414000; 2 湘阴县气象局, 湘阴 414600; 3 汨罗市气象局, 汨罗 414400)

摘要: 利用岳阳市2015—2017年232个区域气象站、6个国家气象站降水资料和欧洲中期天气预报中心(ECMWF)预报形势场资料, 采用统计学方法、天气学原理及中尺度分析技术, 总结了近3年暴雨空间分布特征, 分析了暴雨产生的中低层影响系统。结果表明: 岳阳市暴雨主要出现在东部山区, 药姑山区是岳阳市暴雨最易产生和暴雨强度最大的地区, 连云山区也是暴雨极易产生和局地暴雨强度较大的区域。地形是岳阳市暴雨出现频率高和暴雨强度大的重要因素, 天气系统是暴雨出现的触发因素。影响岳阳市暴雨的中低层天气系统有低涡急流型、低涡切变型、急流辐合型、暖切变影响型、切变控制型和切变东移南压型, 低涡急流型降水强度大、范围广, 多为全市性暴雨或大暴雨; 急流辐合型降水强度大、范围集中且较大, 多为区域性暴雨或大暴雨; 切变控制型降水强度较大、范围集中且较大, 多为区域性暴雨或跨区暴雨; 低涡切变型、切变东移南压型降水强度较大、范围集中, 多为区域性暴雨; 暖切变影响型降水强度较大、范围较小, 多为区域性暴雨。

关键词: 暴雨, 空间分布, 形势分型, 岳阳

DOI: 10.3969/j.issn.2095-1973.2020.03.018

Spatial Distribution and Characteristics of Heavy Rain in Yueyang from 2015 to 2017

Yu Changjian¹, Chen Jiaorong¹, Yu Yu², Zhong Zezhou³

(1 Yueyang Meteorological Bureau, Yueyang 414000 2 Xiangyin Meteorological Bureau, Xiangyin 414600 3 Miluo Meteorological Bureau, Miluo 414400)

Abstract: Based on the precipitation data of 232 regional meteorological stations, 6 national meteorological stations, and ECMWF forecast situation data from 2015 to 2017 in Yueyang City, the spatial distribution characteristics of rainstorms in recent three years and the impact systems of rainstorms in the middle and lower levels were analyzed by using statistical methods, synoptic principles, and mesoscale analysis techniques. The results showed that the rainstorm mainly occurred in the eastern mountainous area of Yueyang City. Yaogu Mountainous area was the area where the rainstorm was most prone to occur and the intensity of the rainstorm was the largest. Liyun Mountainous area was also the area where the rainstorm was prone to occur and the intensity of the local rainstorm was great. The topography was an important factor for the frequency and intensity of the rainstorm in Yueyang City. Climate system was the trigger of the rainstorm. The climate systems affecting the rainstorm in Yueyang City included low eddy jet type, low eddy shear type, jet convergence type, warm shear influence type, shear control type, shear eastward-moving and southward pressure type. The low eddy jet type usually corresponded to large intensity and wide range of precipitation, mostly urban rainstorm or torrential rain. The jet convergence type usually resulted in large, mostly regional rainstorms or torrential rainstorms. The shear control type usually resulted in rainstorms with large intensity, large concentration, and large scope, mostly regional rainstorms or trans-regional rainstorms. The low eddy shear, shear-eastward-moving and southward pressure types usually corresponded to rainstorms with large intensity and concentrated scope, mostly regional rainstorms. The warm shear influence type was usually associated with rainstorms with large intensity and small scope, mostly regional rainstorms.

Keywords: rainstorm, spatial distribution, situation analysis, Yueyang

0 引言

洞庭湖区地处中纬度亚热带地区, 是受气象灾害

严重的地区, 暴雨是洞庭湖区汛期主要灾害性天气^[1-3]。多年来许多学者对暴雨时空分布、日变化特征、高山站风对特定区暴雨的作用和地形对暴雨的影响进行了深入研究^[4-8], 暴雨过程的环流形势分型对提高暴雨预报能力有很大的促进作用^[9-11]。叶成志等^[12]根据地形

收稿日期: 2019年7月23日; 修回日期: 2019年8月26日

第一作者: 喻长建(1961—), Email: 837594574@qq.com

作用对“碧利斯”台风造成的湖南大暴雨环流特征进行了分析。喻长建等^[13]根据地形作用指出药姑山、幕阜山、连云山山地是岳阳盛夏强对流天气的主要发源地。本文利用2015—2017年全市暴雨个例，统计了岳阳暴雨空间分布规律，为暴雨预报落区、范围提供有效参考；利用欧洲中期天气预报中心（ECMWF，以下简称EC）细网格850 hPa和700 hPa天气形势特征分析，为预报岳阳暴雨强度、落区提供客观、有效的科学依据。

1 岳阳地形特征

岳阳市西部为湖区、东部为山区（图1）。华容县地处北洞庭湖平原，湘阴县位于南洞庭湖平原，临湘市、平江县为药姑山、幕阜山、连云山山地，岳阳县、汨罗市则为湖区与山地的丘陵地带。药姑山位于临湘市东侧龙源乡，海拔高度为1260 m，幕阜山主峰位于平江县东北南江和虹桥之间，海拔高度1596 m，连云山主峰位于平江县东南献冲乡，海拔高度1600 m，幕阜山、连云山呈东北—西南走向，两山之间为东北—西南低谷山地，在山谷之间形成一条河流为汨罗江向西偏北流入洞庭湖，幕阜山北侧也有一东北—西南低谷山地，也形成一条河流为新墙河向西流入洞庭湖，药姑山、幕阜山、连云山呈南北向排列，是影响湘东北地区天气的主要地形。



图1 岳阳市地形图
Fig. 1 Topographic map of Yueyang

2 暴雨资料来源及分区标准

2.1 资料来源及统计标准

暴雨资料来源于岳阳国家气象站和区域气象站共

计238站，以白天（08—20时）或夜间（20—08时）12 h成片 ≥ 10 站雨量 ≥ 50.0 mm作为暴雨个例统计，以白天（08—20时）或夜间（20—08时）12 h成片 ≥ 3 站雨量 ≥ 100.0 mm作为大暴雨个例统计。资料覆盖时间段为2015—2017年。

在统计的暴雨个例中，以暴雨站数 \geq 总站数的25%的个例作为全市性暴雨过程，全市性暴雨个例之外的暴雨分为区域性暴雨和跨区域暴雨，暴雨区集中在华容县、岳阳市区、临湘市作为北部暴雨，暴雨区集中在岳阳县作为中部暴雨，暴雨区集中在湘阴县、汨罗市、平江县作为南部暴雨，暴雨区集中在平江县、岳阳县东部、临湘市东部作为东部山区暴雨，暴雨区同时出现在两个区域作为跨区域暴雨。

国家气象站和区域气象站雨量资料均经过质量控制，在质控中凡是出现一次缺测或失真数据的站点，该站点数据不参与统计。全市238个测站经过质量控制后，删除62个数据失真测站，保留176个测站数据进行统计。

2.2 暴雨概况

2015—2017年全市共有暴雨过程61次，其中全市性暴雨10次，跨区域暴雨6次，区域性暴雨45次，61次暴雨过程中有大暴雨17次。

3 暴雨空间分布特征

3.1 全市暴雨平均雨量分布和暴雨频次分布特征

2015—2017年全市61次暴雨过程平均雨量分布如图2所示，平均雨量 ≥ 50.0 mm降水区主要出现在临湘市东部的药姑山区，分别是龙源、观山、许畈、明星、城南、詹桥、羊楼司、临湘站、苗圃基地、桃矿站，平均雨量 ≥ 40.0 mm降水区主要出现在华容县东部、岳阳市区、临湘市大部、岳阳县东北部、平江县连云山区，最大降水中心出现在临湘市龙源站，平均雨量55.0 mm。

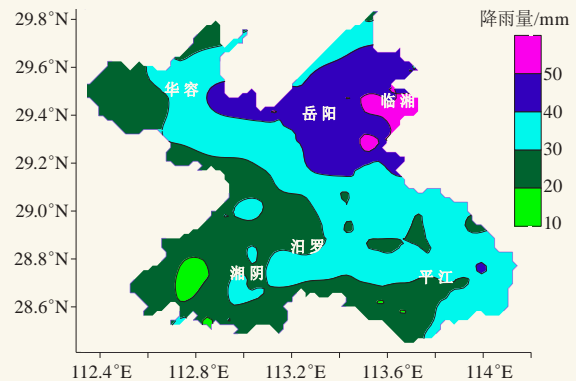


图2 岳阳市暴雨平均雨量分布图
Fig. 2 Distribution of average rainstorm amount in Yueyang

图3为2015—2017年全市61次暴雨过程频次分布图，暴雨频次 ≥ 17 次的区域分布在临湘市的药姑山区、平江县的幕阜山区和连云山区。药姑山区 ≥ 17 次的暴雨区域有龙源、壁山、詹桥、观山、大云山和相思6个站， ≥ 13 次的有33站；连云山区 ≥ 17 次的有芦头林场和石牛寨2个站， ≥ 13 次的有11站；幕阜山区 ≥ 17 次的有幕阜山站， ≥ 13 次的有3站。

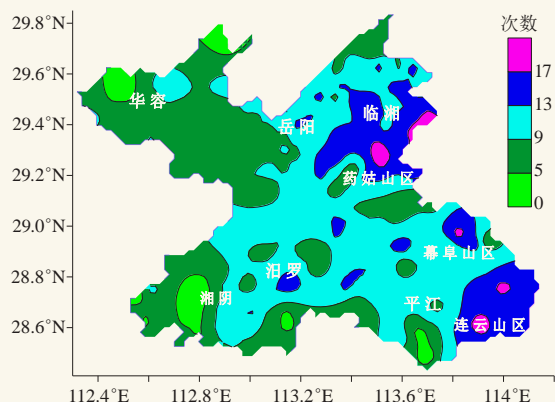


图3 岳阳市暴雨频次分布图

Fig. 3 Frequency distribution of rainstorm in Yueyang

综合图2和图3的暴雨规律，并结合图1地形，通过分析得出：临湘市东部的药姑山区范围广，坡度平，非常有利于气流的上升运动，加之洞庭湖蒸发的水汽正好由西南气流输送到药姑山区，因而药姑山区是岳阳市暴雨最易产生和暴雨强度最大的地区；平江县东南部的连云山区坡度较陡，山顶较高，有利于局地的上升运动，也是暴雨极易产生和局地暴雨强度较大的区域；平江县东北部的幕阜山区虽有暴雨极易产生的区域，但暴雨强度均小于药姑山区和连云山区；华容、湘阴地处湖区平原，暴雨频次和强度都最小。综合全市暴雨平均雨量分布和暴雨频次分布，岳阳市暴雨主要出现在东部山区，地形是岳阳市暴雨出现频率高和暴雨强度大的重要因素，天气系统是暴雨出现的触发因素。

3.2 全市性大范围暴雨强度分布特征

2015—2017年全市性大范围暴雨过程共计10次，其平均雨量分布如图4所示。平均暴雨区范围包括华容县南部、岳阳市区、临湘市中部、南部、岳阳县、湘阴县北部、汨罗市北部、平江县局部； >75.0 mm暴雨范围出现在岳阳市区、临湘市西南部、岳阳县中北部；最大降水中心出现在岳阳市区东风湖站，平均雨量85.1 mm。

从全市性大范围暴雨过程出现的强度和范围来看，全市性大范围暴雨受天气系统影响更明显，地形也是全市性大范围暴雨的重要影响因素。因而暴

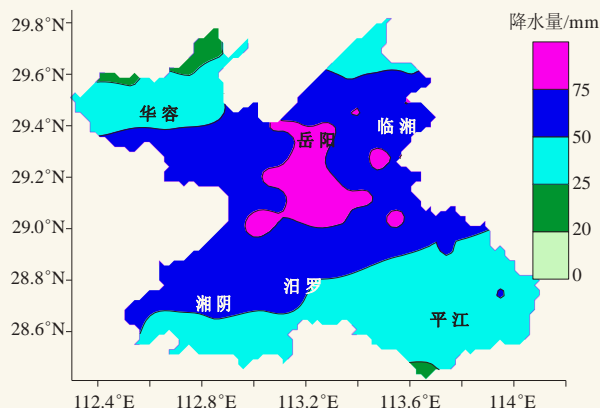


图4 岳阳全市性暴雨强度分布图

Fig. 4 Distribution of heavy rainfall intensity in Yueyang

雨区从洞庭湖东岸一直伸展到临湘市、岳阳县的东部山区。

3.3 区域性暴雨分布特征

2015—2017年全市16次北部暴雨、7次中部暴雨、17次南部暴雨、11次东部山区暴雨个例，经过数据处理后的176个测站数据统计区域暴雨平均雨量。

图5a~5d分别为北部暴雨、中部暴雨、南部暴雨、东部山区暴雨强度分布图，北部暴雨平均雨量以华容县东部、岳阳市区、临湘市大部雨量最大，最强暴雨中心出现在临湘市许畈站，平均暴雨量64.4 mm；中部暴雨平均雨量以岳阳县中东部、临湘市南部雨量最大，最强暴雨中心出现在岳阳县甘田站，平均暴雨量65.2 mm；南部暴雨平均雨量以湘阴县东南部、汨罗市南部、平江县南部雨量最大，最强暴雨中心出现在平江县河东站，平均暴雨量63.0 mm；东部山区暴雨平均雨量以平江县东部地区雨量最大，最强暴雨中心出现在平江县石牛寨站，平均暴雨量80.0 mm。

区域性暴雨综合显示，东部暴雨强度高于西部，药姑山区暴雨不仅次数多，同样强度大。平江幕阜山区既是南部暴雨中心，又是东部暴雨中心，有暴雨重叠区域，是岳阳市区域性暴雨中心。

4 暴雨出现时的中低层形势分型

为便于分析，选择850 hPa、700 hPa的EC细网格数据资料较全的47次暴雨个例进行天气形势分析，结果显示，影响岳阳市暴雨的中低层环流形势主要有6种，分别是低涡急流型、低涡切变型、急流辐合型、暖切变影响型、切变控制型、切变东移南压型。各类天气形势分型对应的暴雨个例数、全区暴雨数、跨区暴雨数、区域性暴雨数和大暴雨数见表1。

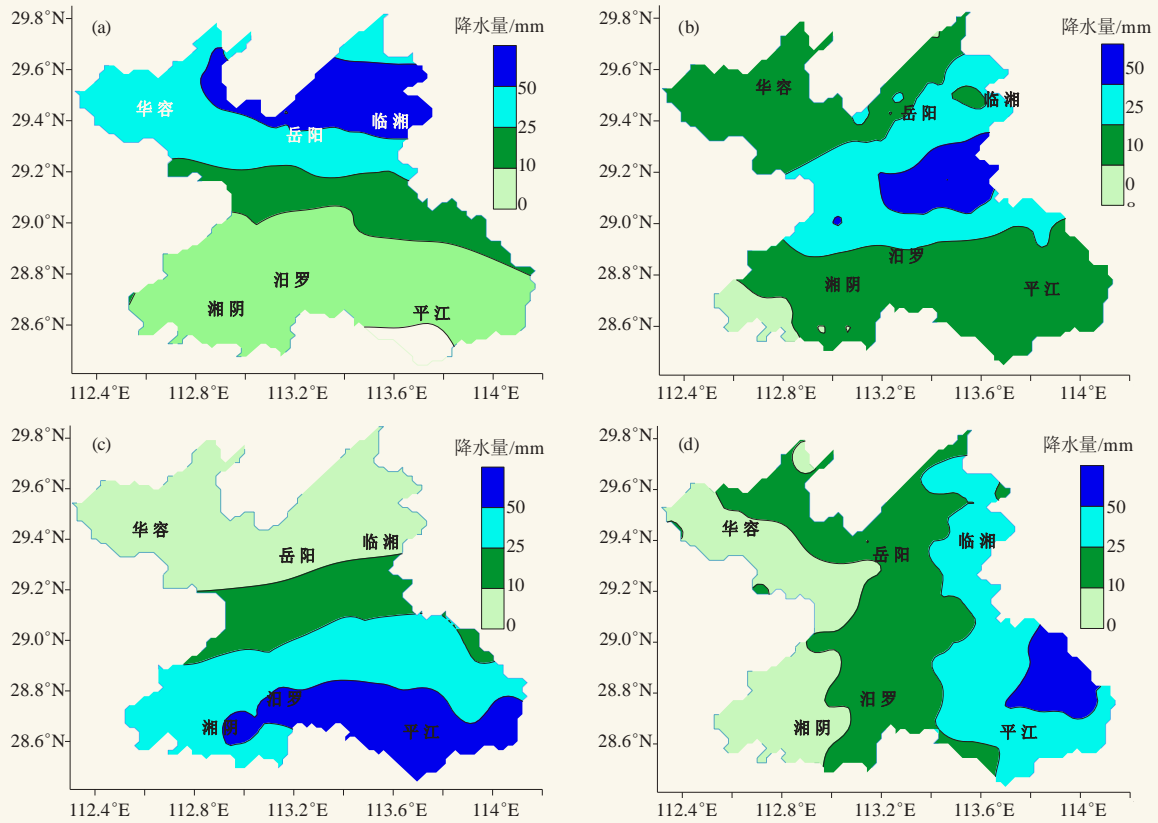


图5 北部暴雨 (a)、中部暴雨 (b)、南部暴雨 (c)、东部 (d) 山区暴雨强度

Fig. 5 Storm intensity in northern (a), central (b), southern (c) and eastern (d) mountainous areas respectively

表1 天气形势分型对应的暴雨分类数 (单位: 个)

Table 1 Classification of rainstorms for various weather patterns (unit: number of events)

形势类型	个例数	全区暴雨数	跨区暴雨数	区域性暴雨数	大暴雨数
低涡急流型	9	5	1	3	7
急流辐合型	10	3	1	6	7
低涡切变型	4	1	1	3	1
切变控制型	11	1	2	8	2
暖切变影响型	5	1	1	5	1
切变东移南压型	8	1	1	7	2

4.1 低涡急流型

850 hPa EC细网格初始场或3 h、6 h、9 h、12 h 预报场2个时次以上在28.5°—29.5°N、110.5°—113°E 范围内有低涡环流, 低涡移动方向为东偏北方向, 低涡东侧有 ≥ 16 m/s的西南急流存在。配合700 hPa EC细网格在28.5°—29.5°N、110.5°—112°E范围内有低涡环流, 低涡中心落后于850 hPa, 低涡东侧有 ≥ 20 m/s的西南急流存在。形势分型见图6, 此类过程降水强度大、范围广, 暴雨区出现在低涡的东部、急流最强盛区域或急流出口区, 9次过程有5次为全市性暴雨, 1次跨区暴雨, 3次区域性暴雨, 其中7次过程出现大暴雨。

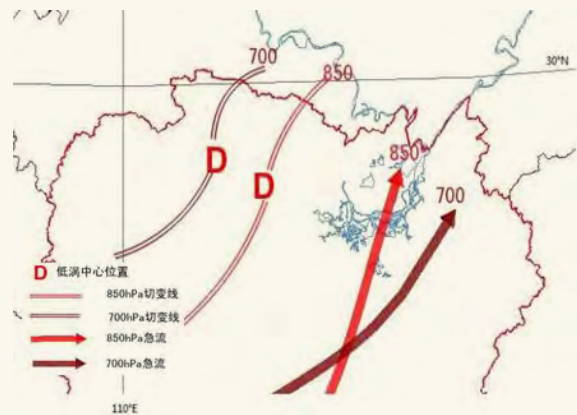


图6 低涡急流型暴雨

Fig. 6 Rainstorm affected by low vortex torrential type

4.2 低涡切变型

850 hPa EC细网格初始场或3 h、6 h、9 h、12 h 预报场2个时次以上在28°—29°N、110.5°—113°E范围内有切变存在, 切变线上有弱低涡环流, 低涡沿切变向东偏北方向移动, 切变南侧有12 m/s左右的西南急流。配合700 hPa EC细网格在28°—29°N、110.5°—113°E范围内有切变存在, 切变线上有弱低涡环流, 切变南侧有12 m/s左右的西南气流。形势分

型见图7，此类过程降水强度较大、范围集中，暴雨区主要出现在850 hPa切变南侧、12 m/s西南气流区附近，4次过程3次为本市南部区域性暴雨，1次为跨区暴雨，其中1次过程出现大暴雨。



图7 低涡切变型暴雨

Fig. 7 Rainstorm affected by low vortex shear type

4.3 急流辐合型

850 hPa EC细网格初始场或3 h、6 h、9 h、12 h预报场在湘中、湘南及洞庭湖区西南气流逐渐加强，并出现成片 ≥ 14 m/s的西南急流，在洞庭湖区西部或北部出现 ≥ 8 m/s以上的风速辐合。配合700 hPa的EC细网格在湘中、湘南及洞庭湖区出现成片的 ≥ 14 m/s的西南急流。形势分型见图8，此类过程降水强度大、范围集中且较大，暴雨区出现在急流最强盛区域或急流出口区，10次过程有3次全区性暴雨，1次跨区暴雨，6次区域性暴雨，其中7次过程出现大暴雨。

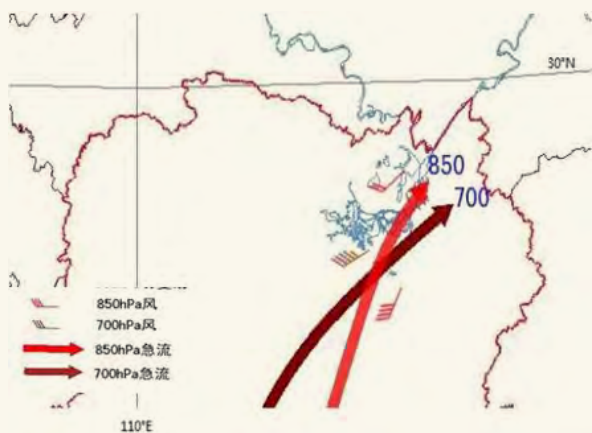


图8 急流辐合型暴雨

Fig. 8 Rainstorm affected by rapid convergence type

4.4 暖切变影响型

850 hPa的EC细网格初始场或3 h、6 h、9 h、12 h预报场2个时次以上在 28° — 30° N、 112° — 115° E范围内有暖切变存在，切变北侧为偏东气流，切变南侧为

西南气流，切变区域较宽广。700 hPa的EC细网格形势与850 hPa相近。形势分型见图9，此类过程降水强度较大、范围较小，暴雨区出现在曲率最大的区域或风速辐合最大的区域。5次过程均为区域性暴雨，其中1次过程出现大暴雨。



图9 暖切变影响型暴雨

Fig. 9 Rainstorm affected by warm shear type

4.5 切变控制型

850 hPa的EC细网格在湘北有东北—西南向切变缓慢东移南压进入洞庭湖区，维持时间在12 h以上，切变北侧为东北（偏北）气流，切变南侧为西南气流（大多 ≥ 12 m/s），切变移距12 h大多 ≤ 1 个经纬距。当850 hPa切变压至岳阳北部时，700 hPa一般为 ≥ 12 m/s的西南急流，暴雨区在岳阳北部或中部，多为区域性暴雨。当850 hPa切变压至岳阳南部时，700 hPa一般有切变相配合，并出现 ≥ 12 m/s的西南急流，暴雨区在岳阳南部或东部山区，并可出现大暴雨。形势分型见图10，此类过程降水强度较大、范围集中且较大。11次过程中其中1次为全区暴雨，2次为跨区暴雨，8次为区域性暴雨，其中2次过程出现大暴雨。



图10 切变控制型暴雨

Fig. 10 Rainstorm affected by shear control type

4.6 切变东移南压型

850 hPa的EC细网格在湘北有东北—西南向切变东移南压南压过洞庭湖区，影响时间在6~9 h，切变北侧为偏北气流，切变南侧为西南急流（大多 ≥ 12 m/s），切变移距6 h超过2个经纬距。配合700 hPa的EC细网格一般为 ≥ 14 m/s西南急流，或有小槽或切变影响洞庭湖区。形势分型见图11。此类过程降水强度较大，范围集中，多为区域性暴雨，暴雨区主要出现在850 hPa切变南侧、西南急流区附近。当850 hPa西南急流风速 ≥ 20 m/s时有大暴雨出现。8次过程均为区域性暴雨，其中2次过程出现大暴雨。

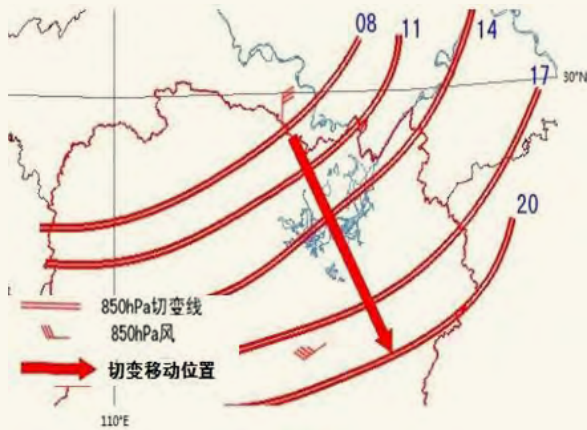


图11 切变东移南压型暴雨

Fig. 11 Rainfall affected by shear—eastward—moving and south—pressure type

5 小结与讨论

药姑山区范围广、坡度平，非常有利于气流的上升运动，加之洞庭湖蒸发的水汽正好由西南气流输送到药姑山区，因而药姑山区是岳阳市暴雨最易产生和暴雨强度最大的地区；连云山区坡度较陡、山顶较

高，有利于局地的上升运动，也是暴雨极易产生和局地暴雨强度较大的区域；幕阜山区虽有暴雨极易产生的区域，但暴雨强度小于药姑山区和连云山区。地形是岳阳市暴雨出现频率高和暴雨强度大的重要因素，天气系统是暴雨出现的触发因素。

低涡急流型降水强度大、范围广，多为全市性暴雨或大暴雨；急流辐合型降水强度大、范围集中且较大，多为区域性暴雨或大暴雨；切变控制型降水强度较大、范围集中、多为区域性暴雨或跨区暴雨；低涡切变型、切变东移南压型降水强度较大、范围集中，多为区域性暴雨；暖切变影响型降水强度较大、范围较小，多为区域性暴雨。

参考文献

- [1] 喻长建. 汛期南洞庭湖高洪水位与湖南暴雨分析. 气象, 1992, 18(2): 47-49.
- [2] 吴贤云, 叶成志, 王琪. 两湖流域雨季降水气候特征分析. 暴雨灾害, 2016, 35(6): 497-503.
- [3] 喻长建, 喻宇. 岳阳市2017年汛期暴雨决策服务成败分析. 湖南气象, 2017, (3): 15-17.
- [4] 卢瑞荆, 樊兰峰. 1961—2008年贵州暴雨的时空分布特征分析. 沙漠与绿洲气象, 2010, 4(3): 17-21.
- [5] 王国荣, 王令. 北京地区夏季短时强降水时空分布特征. 暴雨灾害, 2013, 32(3): 276-279.
- [6] 黄秋霞, 方雯, 王春燕, 等. 新疆昌吉市主汛期降水日变化特征. 沙漠与绿洲气象, 2016, 10(6): 19-23.
- [7] 唐冶, 陈春艳, 赵克明. 伊宁市1991—2011年降雨特征分析. 沙漠与绿洲气象, 2014, 8(6): 41-46.
- [8] 叶成志, 陈静静, 傅承浩. 南岳高山站风对湖南2011年6月两例暴雨过程的指示作用. 暴雨灾害, 2012, 31(3): 242-247.
- [9] 郑丽娜, 孙兴池. 气旋类山东暴雨过程天气学特征研究. 沙漠与绿洲气象, 2016, 10(4): 74-80.
- [10] 王成福, 谢蕊, 吉哲君, 等. 甘南高原大到暴雨天气过程分型及特征. 干旱气象, 2019, 37(1): 97-108.
- [11] 王小龙, 朱拥军, 李悦, 等. 天水地区暴雨特征、环流形势及概念模型分析. 中国农学通报, 2015, 31(16): 259-266.
- [12] 叶成志, 李昀英. 湘东南地形对“碧利斯”台风暴雨增幅作用的分析. 暴雨灾害, 2011, 30(2): 122-129.
- [13] 喻长建, 喻宇, 昌立伟. 湘东北盛夏午后热对流降水分析. 安徽农业科学, 2014, 42(21): 7136-7138.

岳阳气象防灾减灾体系建设

■ 王威

为应对气候变化的挑战，提高城市抵抗各种气象灾害的能力，岳阳市气象部门的水、陆、空、天四位一体的立体化智能综合气象观测网络体系构建完成；基于精准化、智慧化网格预报的气象灾害监测预报预警体系建立，旅游景区、交通干线等重点区域的短时强降雨、大风、冰雹、雷电、龙卷等



强对流天气的预报预警服务有序开展；广覆盖、高时效的岳阳市突发事件预警信息发布系统建设完成；气象灾害风险普查和风险区划逐步推进，岳阳气象灾害风险防范体系初步建立。

（作者单位：湖南省岳阳市气象局）