

刘晓梅, 刘国忠, 赵金彪. 广西暴雨过程雨团时空分布特征研究[J]. 灾害学, 2016, 31(1): 39–44. [Liu Xiaomei, Liu Guozhong and Zhao Jinbiao. Temporal and Spatial Distributions of Rain Cluster about the Rainstorm Process in Guangxi[J]. Journal of Catastrophology, 2016, 31(1): 39–44.]

广西暴雨过程雨团时空分布特征研究^{*}

刘晓梅, 刘国忠, 赵金彪

(广西壮族自治区气象台, 广西南宁 530022)

摘要: 利用常规观测、雷达探测和自动站资料对广西近3年暴雨过程中的雨团进行定义分类, 并对其时空分布的特征进行研究, 得到以下结果。①雨团可分为锋面、暖区和台风雨团三种类型。②锋面雨团主要分布在桂林、柳州、河池等地, 其中恭城县龙虎乡是出现雨团频数最多的中心; 暖区雨团受地形地貌影响较大, 主要分布在桂东北山区、水库及桂南沿海地区, 最大频数在兴安猫儿山; 台风雨团也受地形地貌影响较大, 桂南沿海地区出现频次较高, 以防城为高值中心, 最大在垌中镇。武鸣大明山是次大值中心。③锋面雨团多出现在后半夜至上午, 其中桂北、桂中在后半夜出现的频率高, 而桂南在白天出现的频率高; 暖区雨团多出现在白天, 其中桂南、桂中、桂北分别在下午、前半夜、后半夜出现的频率高; 台风雨团多出现在下午至前半夜, 其中桂北在前半夜、桂中在下午至前半夜出现的频率高, 桂南差别不大。

关键词: 暴雨; 雨团; 时空分布; 出现频数; 广西

中图分类号: P458.2; X43 **文献标志码:** A **文章编号:** 1000–811X(2016)01–0039–06

doi: 10.3969/j.issn.1000–811X.2016.01.009

短历时强降水(以下简称雨团)引发山洪、城市渍涝和地质灾害已屡见不鲜^[1–2]。由于雨团生命史短, 局地性强, 因此, 这种局域性强降水预报难度大, 常常造成预报失误。以往对暴雨进行的时空特征研究^[3]大多在时间尺度上仅限于年、月、日的时限, 而对小于24 h或更短时间的短历时强降水特征及变化的研究很少; 在空间尺度上仅选取基本站的降水资料为代表, 而没有充分利用自动站降水资料来更加真实地体现暴雨的局地性。这对短时临近预报来讲显得比较宏观。目前对雨团的研究不多。姚莉等^[4]研究了我国1 h雨强的时空分布特征; 徐双柱等^[5]分析了造成湖北省西部山洪灾害的中尺度雨团时空分布特征; 王田寿等^[6]对青海省短时强降水的特征进行了分析; 徐娟等^[7]分析了山东省短时强降水天气的特征; 王国荣等^[8]研究了北京地区夏季短时强降水时空分布特征。本文将通过对2011–2013年广西暴雨过程中雨团的时空分布特征进行研究, 为发布短时临近预报和预警信号提供时空背景资料和科学参考依据。

1 资料说明及个例选取

文中所使用的资料主要包括以下两种: ①2011–2013年广西区92个基本站日降雨量和2 520个中尺度雨量自动观测站逐小时雨量; ②2011–2013年新一代多普勒天气雷达(CINRAD/SA)资料(6 min间隔)。以上资料均经过质量控制和检验校准, 但未经过误差分析。

文中暴雨过程的定义: 基本站的日暴雨站数 ≥ 10 站。据此标准普查收集到2011–2013年共51个暴雨过程个例(表1)。

1.1 雨团的定义

关于雨团的定义, 目前国内学术界还没有统一的规定或标准。普查雷达资料后, 将雨团定义为在暴雨过程中, 最大雨强 $\geq 20 \text{ mm} \cdot \text{h}^{-1}$, 且在距其中心20 km范围内至少出现1个站点雨强 $\geq 10 \text{ mm} \cdot \text{h}^{-1}$ 的降水区; 挑选雨团的具体步骤如下: ①在逐小时雨量数据中, 先将 $\geq 20 \text{ mm} \cdot \text{h}^{-1}$ 的雨强最大值挑选出来, 若距最大值中心20 km范围内至少出现1个站点雨强 $\geq 10 \text{ mm} \cdot \text{h}^{-1}$ 的降水区就定义为一个雨团。然后将此雨团范围内的所有数据剔除, 以后不再参与挑选; ②在剩余数据中再

^{*} 收稿日期: 2015–05–04 修回日期: 2015–06–08

基金项目: 中国气象局华南区域气象中心科技攻关项目(GRMC2014M13); 国家卫星气象中心项目(201401KY002/02–3); 广西自然科学基金项目(2011GXNSFA018011)

作者简介: 刘晓梅(1975–), 女, 甘肃武威人, 硕士, 工程师, 主要从事短时临近天气预报研究工作. E-mail: lxmxme@163.com

次挑选 $\geq 20\text{ mm}\cdot\text{h}^{-1}$ 的雨强最大值,并按照上述规则找出下一个雨团。以此类推分别找出多个雨团。

1.2 雨团分型

参照蔡义勇、吴曼丽等^[9-10]以天气学理论为基础分型研究,根据雨团统计分析标准,利用广西自动站1 h降水资料普查统计了2011-2013年51个个例,共1 878个雨团。雨团主要有三种类型,如表1所示。

表1 雨团类型与个例、雨团数

雨团类型		个例数	雨团数
锋面雨团	西路冷空气型	6	203
	中路冷空气型	9	314
	东路冷空气型	5	169
暖区雨团		14	599
台风雨团	台风环流型	7	210
	台风环流与冷空气结合型	5	151
	残涡或西南季风型	5	232
合计		51	1878

第一类为锋面雨团(20个个例/686个雨团),按照入侵广西的冷空气移动路径将锋面雨团再划分为三种:西路冷空气型、中路冷空气型和东路冷空气型。第二类为暖区雨团(14个个例/599个雨团)。第三类为台风雨团(17个个例/593个雨团),按照台风影响过程中环境流场特征将台风雨团再划分为三种:台风环流型,台风环流与冷空气结合型,台风环流和西南季风结合或残涡、残

留云系型(简称残涡或西南季风型)。

2 雨团的时空分布特征

根据雨团定义和分型标准,利用广西自动站1 h降水资料统计了2011-2013年暴雨过程中三类雨团的出现总频次和出现时间,得到三类雨团的时空分布特征。

2.1 雨团空间分布特征

锋面雨团(表1)中,西路冷空气型锋面雨团出现了203个。它出现的最大频数为4(图1a),分别以融水和恭城为中心,次大频数(3)位于罗城、都安。频数为2的中心主要分布在桂北。频数为0的中心主要位于桂林以北和桂西南。

中路冷空气型锋面雨团出现了314个。它出现的最大频数为3(图1b),分别以柳城、来宾、恭城和博白为中心,主要分布在桂东。频数为0的中心主要位于桂西。

东路冷空气型锋面雨团出现了169个。它出现的最大频数为2(图1c),分布较为散乱,全区均有。频数为0的中心主要位于桂林和百色。尤其是桂林地区54%的县市没有出现此类雨团。桂东南和沿海均有此类雨团出现。

锋面雨团共出现了686个。在20次过程中,锋面雨团频数出现较多的主要分布在桂林、柳州、

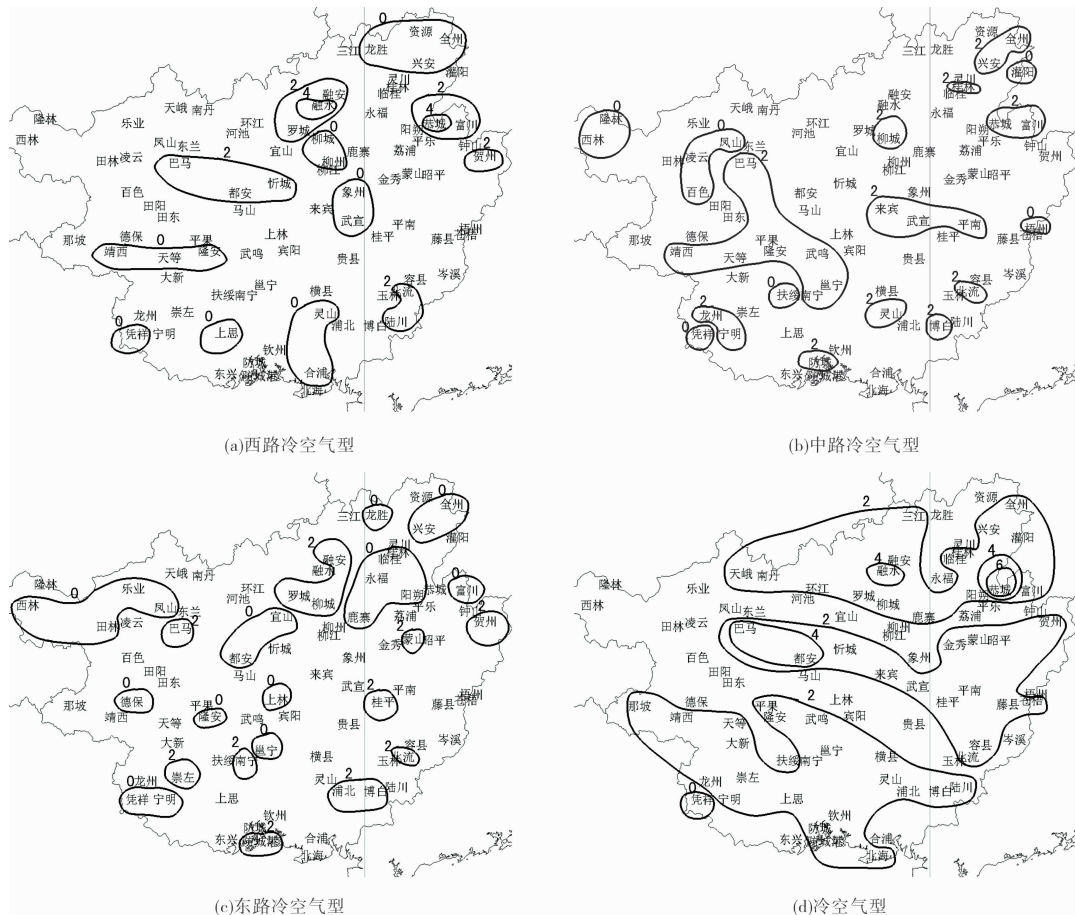


图1 锋面雨团空间频数分布

河池等地(图 1d)。其中恭城县龙虎乡是出现锋面雨团次数最多的中心,多达 7 次;融水、巴马和都安为次大值中心,为 4 次;凭祥从未出现过锋面雨团。

由图 1 可以看出:柳城、柳州未出现过西路冷空气型锋面雨团,但柳城出现中路和东路冷空气型锋面雨团的频数多,尤其是中路的雨团多达 3 次;都安未出现过东路冷空气型锋面雨团,但出现 3 次西路冷空气型锋面雨团;西林和凤山仅出现过 1 次西路冷空气型锋面雨团,兴安、全州和隆安仅出现 2 次中路冷空气型锋面雨团,龙胜仅出现过 1 次中路冷空气型锋面雨团,其他种类雨团未出现过。

暖区雨团共出现了 599 个(表 1)。在 14 次过程中,全区除巴马外,均有暖区雨团出现过(图 2)。它出现的最大频数为 5,以兴安为中心。次大频数(4)中心有 4 个,分布在桂东北和沿海。兴安和全州频数大值中心受地形地貌影响较大,兴安的猫儿山东南侧海拔 1 600 米自动站出现了 5 次,全州的咸水乡石枳水库出现了 4 次。

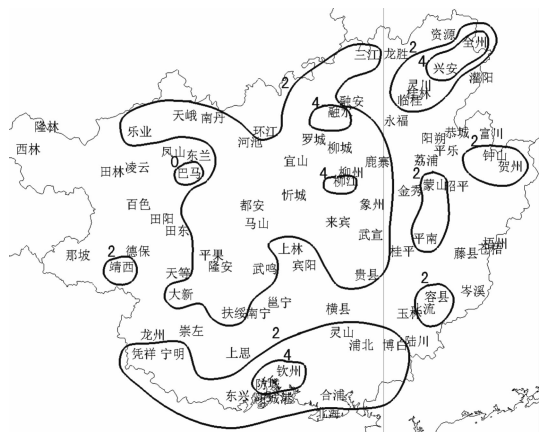


图 2 暖区雨团空间频数分布

台风雨团中(表 1),台风环流型雨团出现了 210 个。它出现的最大频数为 6(图 3a),以防城为中心;次大频数(4)中心有 2 个,一个分布在十万大山附近的上思和防城,另一个分布在武鸣大明山。频数为 0 的区域均在桂北,尤其是柳州、桂林地区出现台风环流型雨团的次数很少。

台风环流与冷空气结合型雨团出现了 151 个。它出现的最大频数为 6(图 3b),以东兴为中心。次大频数(5)出现在东兴和防城。此种雨团的中心主要分布在沿海,而桂西和桂北均很少出现,全区约有 50% 的县市未出现过。

残涡或西南季风型雨团出现了 232 个。它出现的最大频数为 4(图 3c),较前两种雨团的频数低,出现在钦州和桂平;次大频数(3)分布较为分散,出现在田阳、鹿寨、钟山、苍梧和凭祥。田阳主要分布在田阳五村乡惠洞水库。频数为 0 的区域主要在河池和桂林。

总之,台风雨团共出现了 593 个。在 17 次过

程中,沿海出现频次较高(图 3d),以防城为高值中心,多达 11 次,出现在靠近国境边界的垌中镇。武鸣是次高值中心,为 7 次,出现在大明山;河池、柳州和桂林出现次数很少。由图 3 看出,田阳和凭祥出现 3 次残涡或西南季风型雨团,较其他两种雨团出现频繁。

2.2 雨团时间分布特征

首先按不同地域对雨团的时间变化特征进行研究。以北回归线为界限将广西划分为桂北、桂中、桂南三个区域, $\geq 24.5^{\circ}\text{N}$ 以北的区域定义为桂北; $> 23.5^{\circ}\text{N}$ 且 $< 24.5^{\circ}\text{N}$ 的中间区域定义为桂中; $\leq 23.5^{\circ}\text{N}$ 以南的区域定义为桂南。同时将每日 24 h 分成 4 个时段,即:上午(7-12 时)、下午(13-18 时)、前半夜(19-24 时)、后半夜(1-6 时)。统计各类型雨团在不同地域 4 个时段中的出现频率,以反映该地域最容易出现该类型雨团的时段,得出雨团的时间分布特征。

锋面雨团中,各种雨团的出现频率地域之间日变化特征差异较明显。西路冷空气型雨团(图 4a)桂北在后半夜最大,为 37%;下午至前半夜较低,为 18%。桂中在上午最高,为 31%;下午最低,为 16%。桂南在白天(上午至下午)最大,为 31%;前半夜最低,为 16%。

中路冷空气型雨团(图 4b),桂北在前半夜最大,为 41%;下午最低,为 4%。桂中在后半夜最大,为 47%;下午最低,为 9%。桂南在白天较大,约为 31%;夜间较低,约为 20%。

将东路冷空气型雨团(图 4c),桂北的日变化较明显,在后半夜最大,为 50%,下午最低,为 5%。桂中也是在后半夜最大,为 37%,下午最低,约为 15%。桂南则是在上午较大,为 33%,前半夜最低,为 13%。

总体来讲,锋面雨团其日变化特征较明显,多出现在后半夜至上午(图略)。在后半夜至上午出现频率较高,约为 60%,尤其是后半夜,高达 31%。在下午至前半夜出现频率较低,为 40%,尤其是下午,低至 19%。从图 4d 可以看出,桂北和桂中雨团出现时段的日变化特征较桂南明显,均是在后半夜最大,约为 38%,下午最低,为 11%左右。在桂南则是白天较大,为 62%,前半夜最低,为 17%。

暖区雨团没有明显的日变化特征,全区雨团出现频率的日变化特征均不明显(图略),但白天较夜间出现的频率高一些,为 54%,夜间为 46%,而且前半夜最低,为 22%。对于分区域统计(图 5),桂北暖区雨团出现的频率在后半夜最大,为 33%,前半夜最低,为 19%。桂中暖区雨团出现的频率在前半夜最大,为 33%,后半夜最低,为 18%。而桂南则是在下午最大,为 33%,前半夜最低,为 16%。

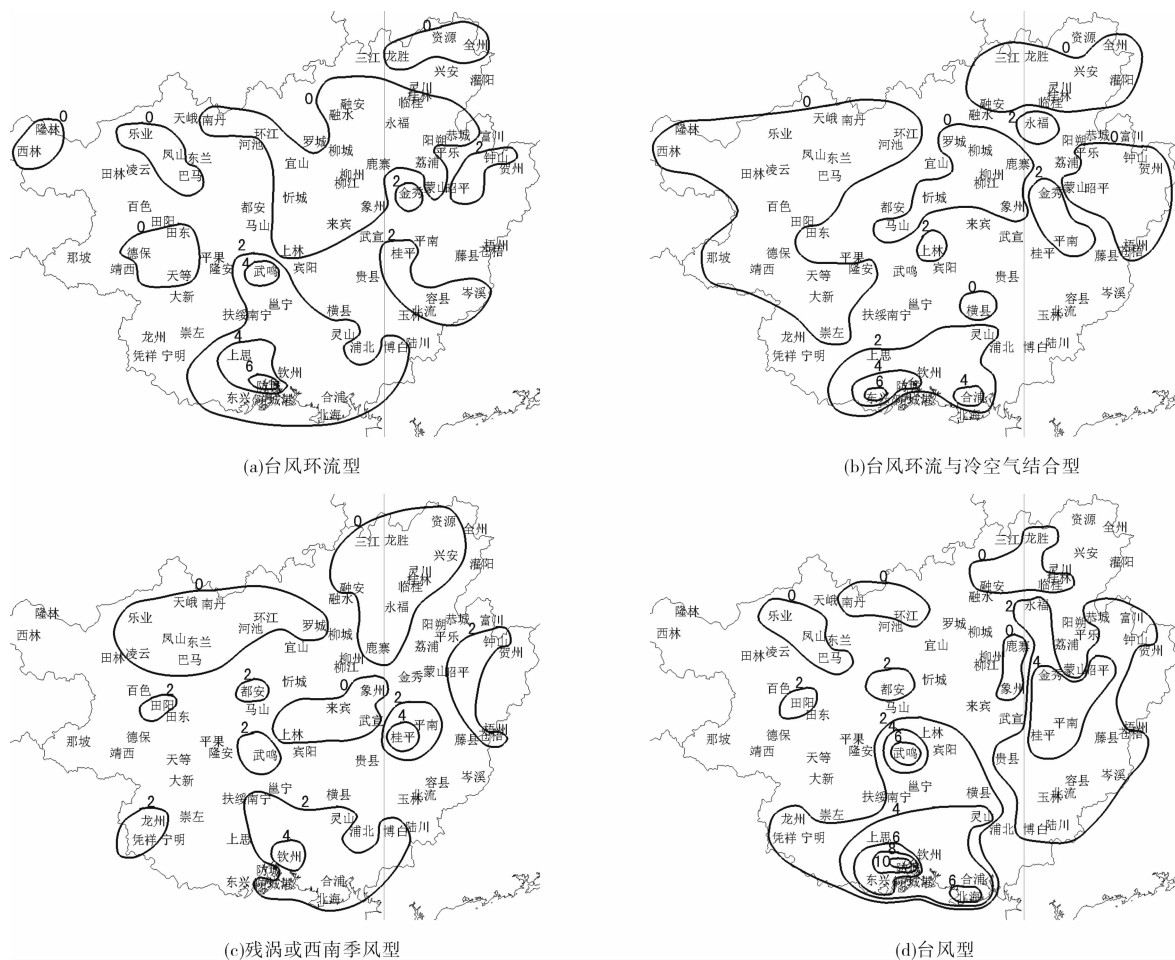


图3 台风雨团空间频数分布

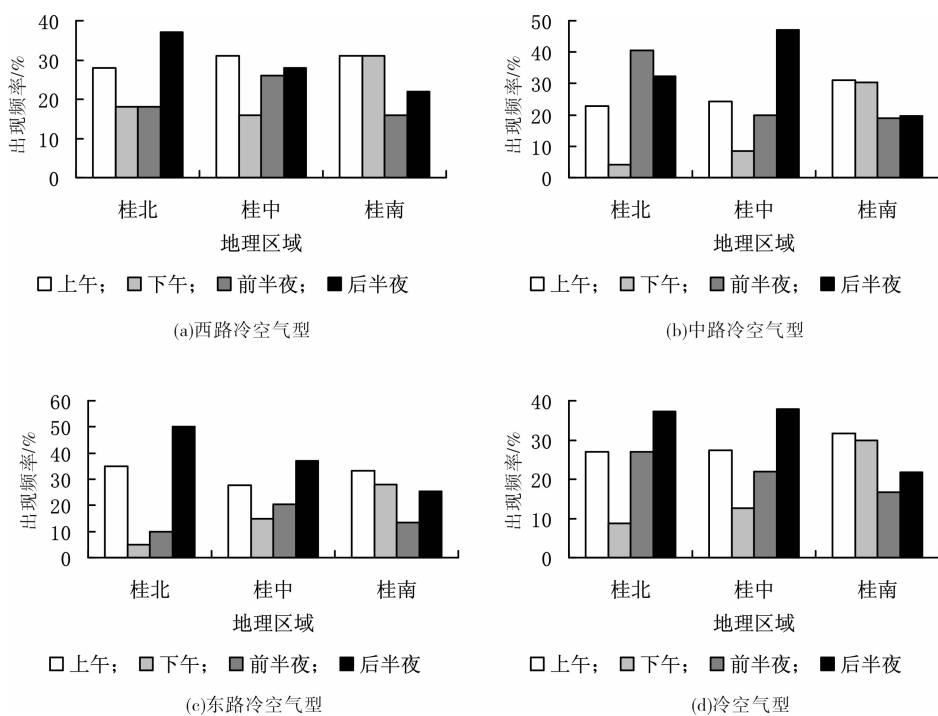


图4 锋面雨团区域时间频率图

台风雨团中, 各种雨团的出现频率地域之间日变化特征差异较明显。对于台风环流型雨团(图 6a), 桂北日变化特征较明显, 在前半夜最大, 为 55%, 而后半夜至上午无雨团出现。桂中的出现频率在下午最大, 为 55%。桂南的日变化特征不明显, 基本变化不大。

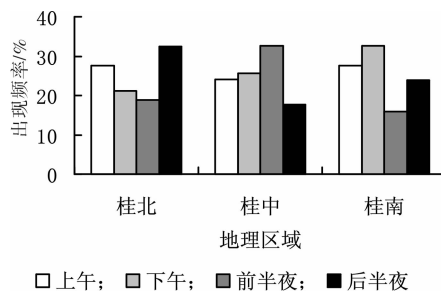
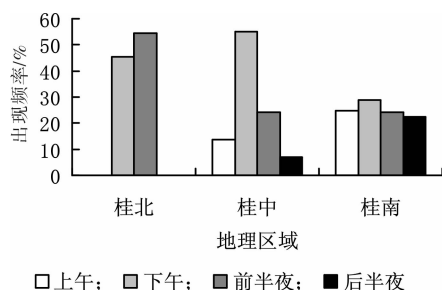
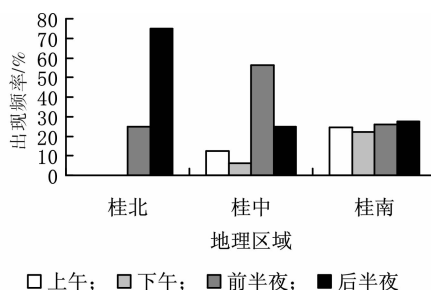


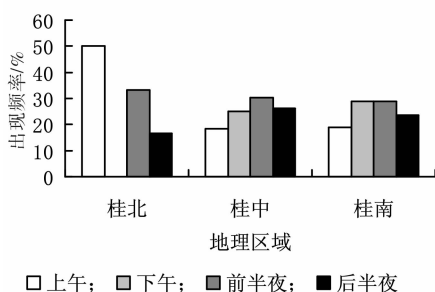
图5 暖区雨团区域时间频率图



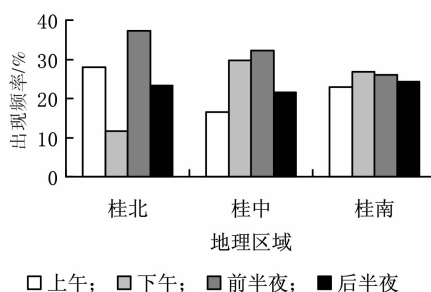
(a) 台风环流型



(b) 台风环流与冷空气结合型



(c) 残涡或西南季风型



(d) 台风型

图6 台风雨团区域时间频率图

台风环流与冷空气结合型雨团(图 6b), 桂北、桂中日变化较明显, 尤其是桂北, 后半夜高达 75%, 而白天(上午至下午)无雨团。桂中则是前半夜最高, 为 56%; 下午最低, 为 6%。桂南日变化特征不明显, 基本变化不大。

残涡或西南季风型雨团(图 6c), 桂北日变化特征较明显, 上午高达 50%, 而下午无雨团。桂中、桂南的日变化特征虽不明显, 但桂中在夜间(前半夜至后半夜)相对高一些, 桂南则在下午至前半夜相对高一些, 均为 57% 左右。

总而言之, 台风雨团没有明显的日变化特征, 但多出现在下午至前半夜(图略), 为 54%。前半夜出现频率最高为 28%, 上午出现频率最低, 为 22%。由图 6d 可知, 桂北日变化特征最明显, 桂中次之, 桂南不明显。桂北前半夜出现频率最多, 为 37%, 而下午最低, 为 12%; 桂中多出现在下午至前半夜, 出现频率达 62%; 桂南差别不大。

3 总结与讨论

总结出广西暴雨过程中不同类型雨团的时空分布特征, 结论如下所示。

(1) 锋面雨团, 主要分布在桂林、柳州、河池等地。其中恭城县龙虎乡是出现雨团次数最多的中心; 融水、巴马、都安为次大值中心; 凭祥从未出现过雨团。柳城、柳州未出现过西路冷空气型锋面雨团, 都安未出现过东路冷空气型锋面雨团。暖区雨团, 全区除巴马外, 均有暖区雨团出现过。它出现的最大频数以兴安为中心。次大频数中心有 4 个, 分布在桂东北和沿海。兴安和全州频数大值中心受地形地貌影响较大, 分别在兴安的猫儿山东南侧海拔 1 600 m 和全州的咸水乡石枳水库。从锋面雨团和暖区雨团对比来看, 不同地域对两类雨团出现的敏感程度不同。例如, 恭城虽然是出现锋面雨团次数最多的中心, 但很少出现暖区雨团。兴安、全州、柳江、钟山、钦州、防城、合浦和东兴是出现暖区雨团次数较锋面雨团多的中心。富川、北海、陆川、南宁、天等是出现锋面雨团次数较暖区雨团多的中心。巴马未出现过暖区雨团, 但出现锋面雨团次数较多; 凭祥从未出现过锋面雨团, 但出现暖区雨团次数较多。

(2) 台风雨团, 沿海出现频次较高, 以防城为高值中心, 出现在靠近国境边界的垌中镇。武鸣

是次高值中心,出现在大明山。河池、柳州和桂林出现次数很少。田阳和凭祥出现3次残涡或西南季风型雨团,较其他两种雨团出现频繁。

(3)锋面雨团多出现在后半夜至上午。其中桂北、桂中在后半夜而桂南在白天出现频率高;暖区雨团多出现在白天,其中桂南、桂中、桂北分别在下午、前半夜、后半夜出现频率高;台风雨团多出现在下午至前半夜,其中桂北在前半夜、桂中在下午至前半夜出现频率高,桂南差别不大。

由短历时强降水(雨团)造成的严重洪涝灾害已屡见不鲜,所以对其预报是当前精细化天气预报的一个新兴领域。此文的结论对短历时强降水的短时临近预报提供了气候背景和技术支撑,对短临预报有一定参考意义,同时也为暴雨预警信号的发布提供了一定的技术指导。需要指出的是本文的结论还是比较初步的,有关雨团时空分布特征的深入研究今后将作进一步探讨。

参考文献:

- [1] 黄玉华,冯卫,李政国. 陕北延安地区2013年“7.3”暴雨特征及地质灾害成灾模式浅析[J]. 灾害学, 2014, 29(2): 54-59.
- [2] 游勇,陈兴长,柳金峰. 四川绵竹清平乡文家沟“8.13”特大泥石流灾害[J]. 灾害学, 2011, 26(4): 68-72.
- [3] 黄明策. 广西暴雨时空分布特征[J]. 广西气象, 2006, 27(3): 9-13.
- [4] 姚莉,李小泉,张立梅. 我国1小时雨强的时空分布特征[J]. 气象, 2009, 35(2): 80-87.
- [5] 徐双柱,王仁乔,柯怡民,等. 湖北省山洪灾害暴雨的中尺度分析[J]. 自然灾害学报, 2006, 15(6): 101-105.
- [6] 王田寿,李生辰. 青海省短时强降水(强暴雨)特征分析[J]. 青海科技, 2007(4): 17-20.
- [7] 徐娟,杨晓霞,韩风军. 山东省短时强降水天气的特征分析[J]. 山东气象, 2012, 32(2): 9-11.
- [8] 王国荣,王令. 北京地区夏季短时强降水时空分布特征[J]. 暴雨灾害, 2013, 32(3): 276-279.
- [9] 蔡义勇,王宏,余永江. 1991—2008年福建省强对流天气特征[J]. 气象与环境学报, 2012, 28(6): 38-43.
- [10] 吴曼丽,陈宇,王瀛,等. 黄渤海北部沿海大风时空变化特征[J]. 气象与环境学报, 2012, 28(6): 65-71.

Temporal and Spatial Distributions of Rain Cluster about the Rainstorm Process in Guangxi

Liu Xiaomei, Liu Guozhong and Zhao Jinbiao
(Guangxi Meteorological Observatory, Nanning 530022, China)

Abstract: Using conventional observation, radar and automatic station data, the definition, classification and the temporal and spatial distributions characteristics of the rain cluster in recent 3 years in the rainstorm process in Guangxi are studied, the results show that: ① Rain cluster is divided into three types: frontal rain cluster, warm region rain cluster and typhoon rain cluster. ② The frequency regions of the frontal rain cluster are mainly distributed in the Guilin, Liuzhou, Hechi. Long Hu town in Gong Cheng county is the rain cluster center appeared the most times; The warm region rain cluster, which is more effected by topography, mainly distributes in the mountain areas and reservoir in Northeast and the southern coastal region of Guangxi. The maximum frequency appears at Maoer Mountain in Xing An country. The typhoon rain cluster also is more affected by terrain and landform. Higher frequency appears in the southern coastal region of Guangxi. Fang Cheng region is the higher center. The maximum appears at the Dong Zhong town. Da Ming Mountain in Wu Ming country is the second largest value center. ③ The frontal rain cluster more appears after midnight to morning. The northern and middle areas of Guangxi after midnight and south areas in the daytime appear in high frequency. The warm region rain cluster more appears during the daytime. The southern, middle and northern of Guangxi respectively in the afternoon, before midnight and after midnight appear in high frequency. The typhoon rain cluster more appear in the afternoon to night. The northern and middle of Guangxi respectively before midnight and in the afternoon to before midnight appear in high frequency. There is little difference in southern Guangxi.

Key words: rainstorm; rain cluster; temporal and spatial distribution; frequency; Guangxi

《灾害学》2015 年的影响因子及期刊主要评价指标

据《2015 年版中国科技期刊引证报告(扩刊版)》(万方数据股份有限公司,北京:科学技术文献出版社,2015 年 10 月),《灾害学》杂志最新的影响因子为 1.805(参与统计的 6210 种期刊的影响因子平均值为 0.573, ≥ 1 的期刊为 823 种)。

《灾害学》的主要期刊评价指标

总被引频次	影响因子	即年指标	他引率	引用期刊数	学科影响指标	学科扩散指标	被引半衰期	H 指数
1925	1.805	0.275	0.79	540	0.72	30.00	5.5	8
来源文献量	文献选出率	平均引文数	平均作者数	地区分布数	机构分布数	海外论文比	基金论文比	引用半衰期
167	0.97	22.04	3.57	27	110	0.010	0.870	6.79