

梅州雷电危险性分布特征分析

郭青¹ 曾东好¹ 高国靖¹ 刘导² 曾惠娟¹

(1 广东省梅州市气象局, 梅州 514021; 2 广东省平远县气象局, 平远 514600)

摘要: 利用梅州市近60年的年雷暴日、2002—2013年地闪资料及历史天气图, 对梅州市雷电活动规律及雷电发生的天气学成因进行了分析。分析表明, 梅州市近60年雷电活动大致呈现周期性变化, 近几年雷电活动频繁度略有减少, 空间分布特征呈明显的“中部高, 南至北递减的趋势”, 其中, 梅江区最高, 蕉岭最低。雷暴日季节性变化较明显, 一年四季均有发生, 属于多雷区, 各年的雷电活动的月分布曲线、时分布曲线呈明显的“单峰”特性, 主要集中分布在4—9月, 尤其是8月。雷电活动日变化峰值区为14—19时(北京时), 其中16时段雷电活动最为强烈。危险区划结果表明, 梅州地区雷暴活动的高危险性区域位于梅州中部、五华中部以及丰顺中南部地区, 低危险性区域位于北部地区, 南部地区风险明显强于北部地区。雷电活动规律与天气系统密切相关, 因而, 利用雷电活动规律及雷电发生的天气学成因, 可以合理安排日常生产生活, 减少雷电灾害的发生。

关键词: 雷电, 雷暴日, 规律, 天气学原理, 梅州

DOI: 10.3969/j.issn.2095-1973.2019.01.008

Analysis of Lightning Hazard Distribution Characteristics in Meizhou

Guo Qing¹, Zeng Donghao¹, Gao Guojing¹, Liu Dao², Zeng Huijuan

(1 Meizhou Meteorological Bureau, Meizhou 514021; 2 Pingyuan Meteorological Bureau, Pingyuan 514600)

Abstract: Using the thunderstorm days, 2002–2013 yearly lightning flashes and historical weather maps from Meizhou during the past 60 years, the lightning activity patterns, and the synoptic causes of lightning occurrence in Meizhou were analyzed. The analyses showed that there were periodic changes in lightning activity in Meizhou city in the last 60 years. The frequency of lightning activity has slightly reduced during recent years. The spatial distribution characteristics showed lightning activity was high in the middle with a south to north decreasing trend. The Meijiang area had the highest occurrences of lightning and Jiaoling has the lowest. There was evidence of seasonal variation in thunderstorm days. Each year, the lightning activity distribution curve showed a single peak characteristic, mainly concentrated in April to September, especially in August. The daily lightning activity usually peaked between 2 and 7 p.m., being most frequently at 4 p.m. Risk zoning results showed that the high-risk areas of thunderstorm activity in Meizhou were located in central Meizhou, central Wuhua, and central and southern Fengshun. The low risk areas were located in the northern region, and the risk in the southern region was significantly stronger than that in the northern region. The law of lightning activity was closely related to the weather system. Using the information from this study, daily life can be planned to reduce lightning-related hazards.

Keywords: thunder, thunderstorm day, activity, synoptic principle, Meizhou

0 引言

广东省是雷电灾害的高发区, 大范围雷暴天气时有发生, 部分地区雷电灾害频繁。对于雷电的研究, 西方一些国家开展得较早, 我国相关研究虽然起步晚, 但不少学者也在这方面做了大量的研究工作^[1-10]。当前尚未有对梅州地区雷电危险性的分析, 本文利用1954—2013年梅州市近60年的年雷暴日和

2002—2013年地闪资料, 分析了梅州市雷电活动规律以及雷电活动的天气学成因, 通过对该地区雷电危险性的研究, 旨在对今后的雷电预警发布提供参考, 以期为该地区防雷减灾提供科学依据。

1 资料及方法

本文的资料主要采用1954—2013年梅州市近60年的年雷暴日资料、2002—2013年的闪电定位资料及历史天气图, 通过数理统计等方法, 分析了梅州市雷电活动规律及雷电发生的天气学成因, 基于年平均雷暴日和地闪密度资料对该地区的雷电活动进行了风险区划。

收稿日期: 2017年9月18日; 修回日期: 2018年6月15日
第一作者: 郭青(1985—), Email: 422147578@qq.com
资助信息: 梅州市科技计划项目(2013B161和2016B204)

2 雷电活动规律

2.1 雷暴年变化规律

梅州市年平均雷暴日有72.1 d（60年平均），属于多雷区。最高年份可达108 d，最少年也有50 d，极值差异达2.16倍，由此可见，梅州雷暴日数年际间相差很大。初雷一般始于2月—3月中下旬，最早初雷日为1月4日（2016年）；终雷一般在10月，最晚终雷日为12月30日（1992年）。梅州市各年雷电活动大致呈现周期性变化，近几年雷电活动频繁度略有减少。

由梅州市年雷暴日距平曲线（图1）可以看出，梅州市年平均雷暴日数在20世纪80年代前后发生了明显变化，80年代中期以前为年雷暴日数正距平占优势的多雷暴日阶段，80年代中期以后的年雷暴日是负距平占优势的少雷暴日阶段。每10年雷暴日数大致减少2.13 d。

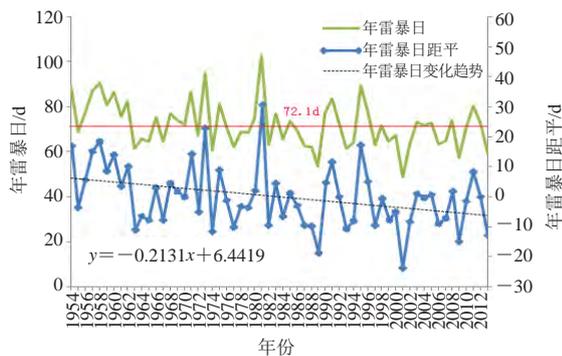


图1 梅州市近60年年雷暴日年际变化曲线

Fig. 1 Interannual variation curves of thunderstorm days in Meizhou during the last 60 years

2.2 雷暴空间分布规律

由年雷暴日空间分布（图2）和地闪密度空间分布（图3）可知，梅州市雷暴空间分布特征呈明显

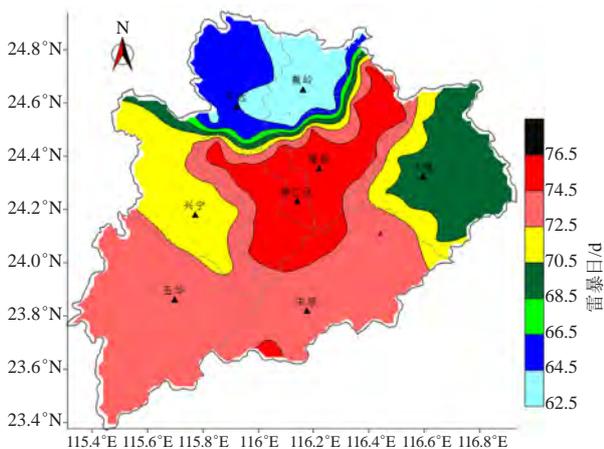


图2 梅州市近60年年雷暴日空间分布图

Fig. 2 Spatial distribution of thunderstorm days in Meizhou during the last 60 years

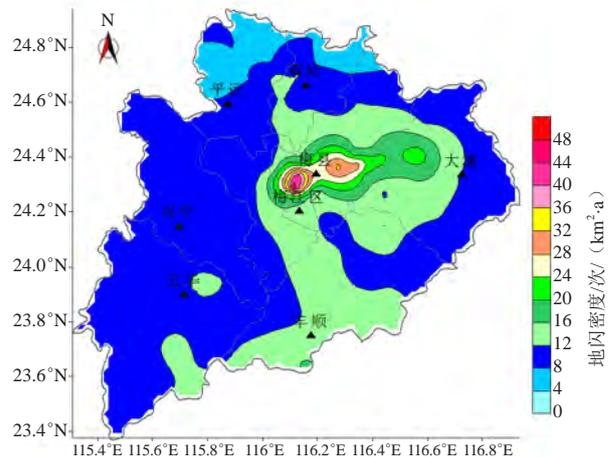


图3 梅州市近10年地闪密度空间分布图

Fig. 3 Spatial distribution of flash density in Meizhou in the last 10 years

“中部高，四周低，南部高于北部”的趋势，其中梅江区、梅县区为全市的峰值区域，丰顺县、五华县次之，平远县、蕉岭县为全市低值区域。

梅州地区属于多雷区的主要原因是：1）梅州山多，地形造成的大气动力抬升作用较强，下垫面相对比较复杂，受热不均，容易产生热力差异；2）梅州河流多，特别是各县县城，均有一条河流穿城而过，提供了充足的水汽条件。城区“四周环山，中间河流穿城而过”的特征，提供了动力和热力条件，进而造成本地区对流活动强，常年多雷暴天气。

2.3 雷暴季节变化规律

由梅州市闪电的月平均分布（图4）可知，梅州市各月闪电的分布规律基本一致，梅州市雷电活动月

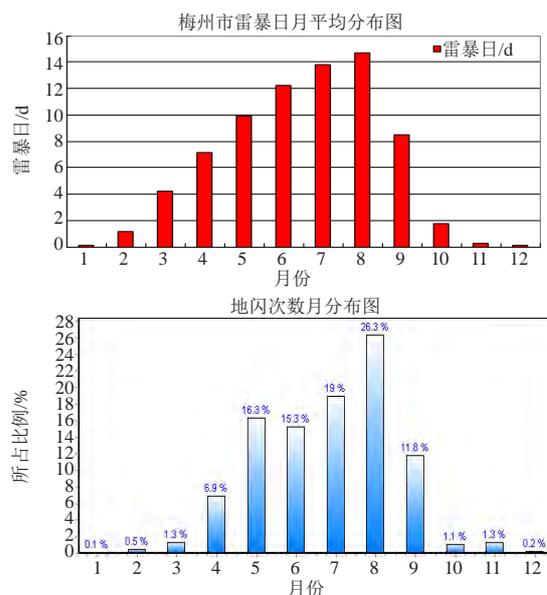


图4 梅州市闪电的月平均分布

Fig. 4 Monthly average distribution of lightning in Meizhou

平均曲线呈现“单峰”特性，5—8月为每年雷电活动高频月份，其中8月最强。夏季最多，冬季最少。造成这种季节、月分布规律的主要原因是：产生雷暴的必要条件是温暖潮湿的上升气流，春季开始，气温逐渐回升，热力不稳定条件逐渐加强，对流活动活跃，夏季高温使近地面层对流活动加剧，闪电频次达到一年中的峰值，随着秋季气温开始下降，热力不稳定条件逐渐减弱，闪电频次逐渐减少，而冬季大气层结趋于稳定，强对流天气难于形成，因此雷暴发生次数少。

2.4 地闪时分布规律

闪电的24 h分布规律只能借助于闪电定位系统的观测数据，该区域地闪时分布曲线呈“单峰”型，主要活动时段为13—20时（北京时，下同），峰值区为14—19时，21时—次日12时的闪电频次较低（图5）。闪电的时分布规律基本与大气的热力对流活动规律相吻合。一般而言，中午12时开始，随着气温不断升高，热力不稳定造成的对流活动不断活跃，16时达到了一天中的峰值。随着夜晚气温下降，大气层结稳定，对流活动减弱，闪电频次明显减少。

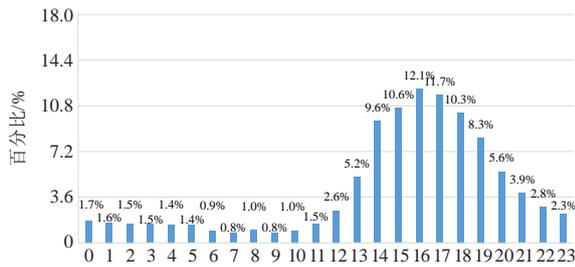


图5 梅州市地闪次数时分布图
Fig. 5 Distribution of ground flashover in Meizhou

2.5 雷电灾害特征

近年来，梅州地区年平均雷电灾害起数均在100起以上，直接经济损失均达到100万元以上。雷电灾害主要集中分布在4—9月。其中，6月最严重，其次是8和7月梅州地区雷击致人伤亡的事故偶有发生，并且多数出现在农村。

雷击事故1：2013年7月7日09：30—10：18左右，受强降雨影响，广东省梅州市丰顺埔寨镇采芝村发生一起雷击事故。该村3名村民在埔寨镇采芝村吴湖角栽种红柚时，突然下起大雨，雷雨交加，3人在避雨亭躲避风雨时遭受雷击，造成2死1伤。事故还同时造成避雨亭帽顶受损，避雨亭一根支柱底部被雷电流击穿。

雷击事故2：2018年5月30日18时左右，五华县受强降雨云团影响，出现短时雷雨大风，潭下镇柏洋

村发生一起雷击事故。该村一村民在自家天台遭遇雷击，经抢救无效，于30日21：50死亡。事故发生地房屋楼梯间天面石棉瓦受损、固定铁丝烧毁，楼梯地面受损。

3 雷暴的危险性区划

通过对影响雷电危险性的3种因子进行分析，结合各自对雷电危险性的影响程度，采用气象学分析方法中经常用的分级统计方法^[10]和加权综合评价法（WCA）^[11]对雷暴危险性等级进行划分。

分级统计方法是依据各个县（市、区）的地闪密度、平均雷电流幅值、年平均雷暴日，划分出4个等级，具体方法是：将8个县（市、区）的地闪密度、平均雷电流幅值、年平均雷暴日按由小到大排序，然后按照每组2个记录，划分为4组数据，将第1组数据中的最大值和第2组数据中的最小值的平均值作为第1个等级的最大值和第2个等级的最小值，将第2组数据中的最大值和第3组数据中的最小值的平均值作为第2个等级的最大值和第3个等级的最小值，以此类推，划分等级。按照分级统计法将雷电危险性因子分为低危险区（0.2）、中等危险区（0.5）、次高危险区（0.8）、高危险区（1.0）4个等级。

加权综合评价法是假设由于指标量化值的不同，而使每个指标对于特定因子的影响程度存在差别，其表达式为

$$V(i, j) = \sum_{i=1, j=1}^n W_{ij} D_{ij}, \quad (1)$$

式中， $V(i, j)$ 为评价因子的总值； D_{ij} 为雷电风险因子的等级值（ $0 \leq D_{ij} \leq 1$ ）； W_{ij} 为权重值（ $0 \leq W_{ij} \leq 1$ ），通过分级统计方法得出； n 为评价指标个数。

结合专家打分法和刘三梅等^[3]的建议，对主要影响危险性3个因子进行划分，地闪密度认为对雷电风险影响最大（权重设为0.5），平均雷电流幅值影响次之（权重设为0.3），而年平均雷暴日影响最小（权重设为0.2），权重因子总和为1。表1为危险因子的区划表。

由地闪密度、平均雷电流幅值和年平均雷暴日资料的危险性区划结果（图6）可知，梅州地区雷暴活动的高危险性区域位于梅州中部、五华中部以及丰顺中南部地区，低危险区域位于北部地区，南部地区风险明显强于北部地区。造成中部地区雷暴高危险的主要原因是地形和河流，梅江区、梅县区四周环山，区域河网密布，有利于形成上升气流，进而发展形成雷暴。而造成梅州南部地区，特别是丰顺中南部处于雷电高危险区域的主要原因是地形差异，受丰顺北部地区的莲花山脉的影响，当南边暖湿气流受高山影响被

表1 危险因子的区划表
Table 1 Risk zoning table of risk factors

风险区划	低风险区 (0.2)	中等风险区 (0.5)	次高风险区 (0.8)	高风险区 (1)
地闪密度/次 (km ² ·a)	≤9.93	>9.93, ≤11.015	>11.015, ≤12.91	>12.91
平均雷电流幅值/kA	≤16.8	>16.8, ≤19.3	>19.3, ≤21.6	>21.6
年平均雷暴日数	≤67.62	>67.72, ≤72.63	>72.63, ≤74.66	>74.66

迫抬升时, 在山坡迎风的一侧暖湿空气爬升, 到达一定高度因冷却而形成雷雨云, 所以造成梅州地区南面雷暴活动更频繁。

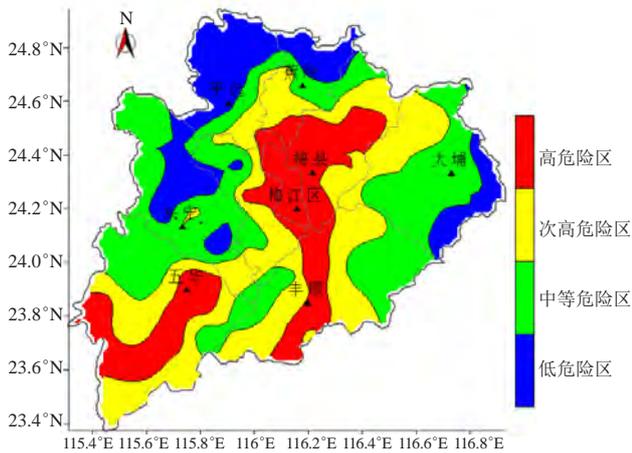


图6 梅州市近10年雷电危险性区划图

Fig. 6 Lightning risk zoning map of Meizhou City in the last 10 years

4 天气学原理分析

尽管在这方面已有部分研究工作^[8-9], 但是有必要结合本地区实际对梅州市雷电发生时的天气形势进行归纳分析。具体天气形势如下:

1) 东风波型^[8]

当副高脊线位于28°N以北, 梅州受低空信风和高空东风气流控制, 500 hPa上盛行的东风里有明显自东向西移动的东风波, 副热带高压往往东退出海。此刻梅州地区热力不稳定明显, 流场易造成大气层结不稳定, 多产生对流系统, 引起雷暴。

2) 西风槽之槽前型

500 hPa 华南有小槽东移, 梅州上空转受槽后西北气流影响, 由于前期受西南暖湿气流控制, 小槽过境对对流有触发机制, 梅州出现强对流天气。地面受锋面低槽影响, 850 hPa切变线南下影响梅州上空, 空气中水汽充沛, 多有辐合气流或上升运动的低值系统, 易产生大气层结不稳定, 在切变线上常出现雷电。

3) 副高西伸加强型

副高脊线位于南岭附近, 梅州地区处于弱高压区, 850 hPa风场以偏南风为主且风速较大, 呈气旋性弯曲, 地面受弱脊控制, 地面气温高, 有扰动出现时

易出现强对流天气。

4) 热带环流影响

受热带气旋影响, 气旋北侧类似东风波结构的倒槽作用, 在流场上表现为东南与东北气流辐合, 易发生雷电灾害, 而比较容易造成梅州地区雷电灾害的台风主要是粤东沿海登陆的台风, 其他地方的台风影响主要是体现在风雨上, 雷电影响不明显。但是热带气旋内的雷电活动一般具有间歇性活动特征, 另外闪电密度通常在热带气旋区域分布不均匀, 随着热带气旋强度增强或减弱发生变化。

5 结论

1) 梅州市60年雷电活动大致呈现周期性变化, 近几年雷电活动频繁度略有所减弱; 空间分布呈明显的“南至北递减的趋势”特征, 其中, 梅江区、梅县区最高, 蕉岭最低。雷暴的高风险区域位于梅州中部, 低风险区域位于梅州北部, 主要是受地形差异的影响。

2) 梅州市雷电主要发生在4—9月。各年的雷电活动的月分布曲线以及时分布曲线呈明显的“单峰”特性, 6—8月为每年雷电活动的峰值区, 其中8月最强; 地闪主要活动时段为13—20时, 峰值区为14—19时, 其中16时段雷电活动最为强烈; 21时—次日12时, 闪电频次较低。

3) 雷暴高发期的天气系统主要有东风波型、西风槽之槽前型、副高西伸加强型和热带环流影响。

参考文献

- [1] 许小峰. 雷电灾害与监测预报. 气象, 2004, 30 (12): 17-21.
- [2] 朱乾根, 林锦瑞, 寿绍文. 天气学原理和方法. 北京: 气象出版社, 1981.
- [3] 刘三梅, 吕海勇, 陈绍东, 等. 广东省雷电风险区划研究. 资源科学, 2014, 36(11): 2337-2344.
- [4] 李宏景, 赵建吉. 百色城区近51年雷暴气候变化特征及分析. 气象研究与应用, 2013, 34(1): 83-85.
- [5] 郭冬艳, 姜涛, 陈红, 等. 海南岛雷电灾害特征及易损性分析区划. 气象研究与应用, 2010, 31(2): 78-81.
- [6] 林卓宏, 梁斌, 李荣标, 等. 江门地区雷电灾害易损性研究. 气象研究与应用, 2012, 33(4): 86-90.
- [7] 张晨辉, 罗碧瑜, 陈立宏. 广东省梅州雷暴时空变化特征分析. 安徽农业科学, 2009, 37(17): 8060-8062, 8094.
- [8] 林良勋. 广东省天气预报技术手册. 北京: 气象出版社, 2006.
- [9] 林良勋, 梁巧倩, 温晶, 等. 广州地区雷电时空分布特点及天气学分析. 气象科技, 2006, 34(6): 680-683.
- [10] 庄燕涛, 刘三梅, 黄愷愷, 等. 广东省地闪密度空间分布的特征分析. 广东气象, 2014(4): 57-60.
- [11] 张继权, 魏民. 加权综合评价法在区域玉米生产水平综合评价与等级分区中的应用. 经济地理, 1994, 14(5): 19-21.