

文章编号:1673-8411(2019)01-0062-04

## 河池市闪电活动与下垫面植被类型关系分析

吴量<sup>1</sup>, 郭媛<sup>2</sup>, 向清才<sup>3</sup>(1. 河池市气象局, 广西 河池 547000; 2. 广西区防雷中心, 南宁 530022;  
3. 都安县气象局, 广西 都安 530700)

**摘要:** 基于河池市2010年1月~2017年12月的闪电定位资料和地表植被数据、高程数据, 分析闪电密度、强度分布与不同下垫面的关系。结果表明: 河池市闪电密度与草地、居民建设用地面积呈正相关, 与林地面积呈负相关; 河池市闪电强度与水域地、林地面积呈正相关, 与草地、居民建设用地面积呈负相关。各个植被类型上的闪电日变化呈现“双峰”型, 其中居民建设用地的闪电日变化波动剧烈, 林地的午后闪电变化呈现较均匀的波动增加。林地上的闪电密度值随海拔高度增加而减小, 闪电强度随海拔高度增加而增大。

**关键词:** 闪电定位资料; 下垫面植被类型; 海拔高度; 相关性

中图分类号: P427.3

文献标识码: A

## Analysis of the relationship between lightning activity and vegetation forms on underlying surface in Hechi

Wu Liang<sup>1</sup>, Guo Yuan<sup>2</sup>, Xiang Qingcai<sup>3</sup>

(1. Hechi Meteorological Service, Hechi Guangxi 547000; 2. Guangxi Regional Lightning Protection Center, Nanning Guangxi 530022; 3. Duan Meteorological Service, Duan Guangxi 530700)

**Abstract:** Based on the lightning location data, vegetation data and elevation data of Hechi City from January 2010 to December 2017, the relationships between lightning density, intensity distribution and different underlying surfaces were analyzed. The results show that lightning intensity is positively correlated with grassland and residential construction land area, and negatively correlated with forest land area. Lightning intensity in Hechi is positively correlated with water area and forest area, and negatively correlated with grassland and residential construction land area. In addition, the diurnal variation of lightning in each vegetation form presents a "double peak" type. The daily variation of residential construction land fluctuates violently while the afternoon lightning variation in forest land presents a more uniform fluctuation increase. The lightning density decreases with the increase of altitude, and the lightning intensity increases with the increase of altitude.

**Keywords:** lightning location system data; vegetation types on underlying surface; altitude; correlation

### 引言

近年来, 随着闪电定位系统的建立和运用, 促进了闪电与地表环境之间关系的研究。潘健等分析江苏省雷电强度等级与土地利用类型的关系, 结果显示林地对于雷电强度等级的空间分布影响最大<sup>[1]</sup>。刘海兵等分析得到江西省雷电活动最活

跃区域主要在城乡建设用地、水域和未利用土地三类地表之间变化<sup>[2]</sup>。因此, 不同的下垫面参数对雷暴产生的影响不尽相同<sup>[3-5]</sup>。

河池市地处广西西北, 复杂的地形地貌使河池市的雷电分布具有不均匀性<sup>[6]</sup>, 对河池市雷电参数与地表植被类型之间的相关分析还未见报道, 因此本文将在分析植被类型对闪电活动影响

收稿日期: 2018-10-28

基金项目: 河池市气象局课题项目(河池市雷电灾害风险区划201701)资助。

作者简介: 吴量(1983-)女, 硕士, 工程师, 从事雷电防护技术服务研究, E-mail:54929510@qq.com。

表 1 河池市年份与土地利用率的插值表达式系数

下垫面要素	a	b	c	拟合相似度 (R2)
草地比	6.575 6E-06	-2.644 887 5E-02	26.721 074 81	1.0
耕地比	8.368 92E-06	-3.369 685 9E-02	34.035 202 91	1.0
林地比	-8.368 95E-06	3.357 145E-02	-32.920 734 08	1.0
居民建设用地比	8.368 95E-06	-3.357 742 8E-02	33.683 175 42	1.0
水域地比	-1.494 46E-05	6.015 183 7E-02	-60.518 845 08	1.0

的基础上, 结合海拔高度数据分析闪电与复杂下垫面的相关性, 旨在为进一步研究河池市雷电灾害风险区划奠定基础<sup>[7]</sup>。

## 1 数据来源与分析方法

广西 ADTD 闪电定位监测系统建设有 11 个探测子站, 监测范围可覆盖广西全境, 中心定位处理软件采用时差测向混合定位算法可实时获取闪电发生的时间、位置、极性、强度、陡度等信息<sup>[8]</sup>。

选取 2010 年 1 月~2017 年 12 月河池市闪电资料, 在这期间共监测到 526796 个闪电数据。海拔高度和 2005、2010、2015 年的植被数据由中国科学院资源环境科学数据中心提供, 河池市的土地覆盖类型主要包括林地、耕地、草地、水域和居民建设用地 5 种, 分别约占土地总量的 75%、11%、13%、0.7% 和 0.3%, 海拔高度跨度为 27~1616m。

利用 ArcGIS 软件处理闪电定位资料, 将河池市划分成 1km×1km 的网格<sup>[9-11]</sup>, 统计每个网格的闪电密度、强度和对应的下垫面性质的数据, 将闪电定位数据和下垫面的数据相结合探讨地表环境分布对闪电活动的影响。

## 2 闪电分布与土地利用类型的关系分析

### 2.1 植被类型因子的二次插值

由于植被类型因子资料年限有限, 因此本文对河池市下垫面资料用二次函数  $y=ax^2+bx+c$  拟合年份与土地利用度 (年份为自变量, 各个植被类型因子为因变量) (表 1), 从而得到 2010~2017 年各个植被类型因素利用率。

### 2.2 闪电参数与下垫面因子利用率的相关分析

利用 SPSS 软件中的主成分分析方法, 计算得河池市闪电密度、闪电强度与下垫面因子利用率的相关关系 (表 2)。

从表 2 可以看出, 闪电密度主要是受草地、居民建设用地和林地影响, 草地、居民建设用地面积的增多可导致闪电密度的增加, 林地面积的增多可导致闪电密度的减少; 闪电强度主要是受林地、居民建设用地、水域地和草地影响, 其中闪电强度随着水域地、林地面积的增多而增大, 随着草地、居民建设用地面积的增多而减小。

### 2.3 不同地表覆盖种类上闪电的日分布

对各个植被类型上的闪电数据分别统计逐小时内的频次, 绘制成相应的闪电日变化曲线 (图 1)。

由图 1 可知, 各个植被类型上的闪电日变化

表 2 河池市闪电密度、闪电强度与下垫面因子利用率的相关关系

	草地比	耕地比	居民建设用地比	林地比	水域地比
闪电密度	0.559	0.351	0.456	-0.454	0.055
闪电强度	-0.44	0.102	-0.623	0.626	0.585

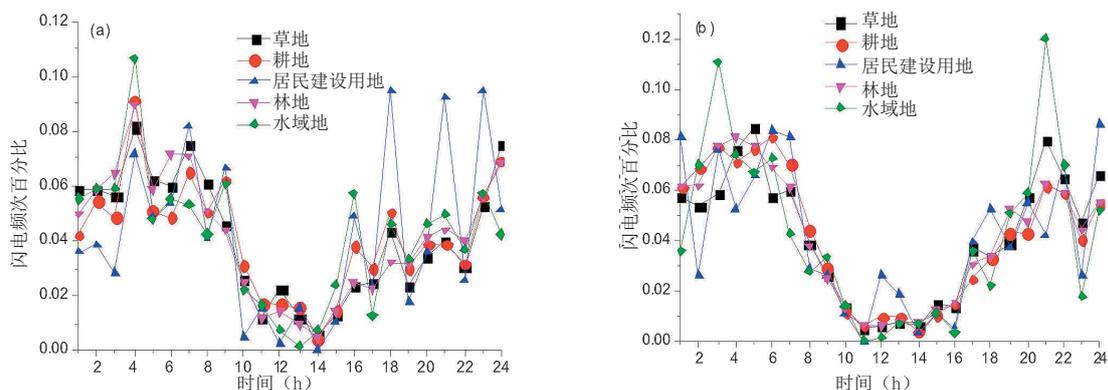


图 1 2010 年下垫面植被闪电日分布 (a)、2015 年下垫面植被闪电日分布 (b)

总体呈双峰单谷型<sup>[12]</sup>, 在午后到傍晚呈现增多的总体趋势, 因为该时段太阳辐射加热导致下垫面温度升高, 从而使地面热力条件发展旺盛, 增加了局地热对流的发生, 而在半夜到早晨出现闪电的另一个高发时段, 考虑是系统性天气对雷暴发生的影响。其中2010年草地、耕地和水域地的闪电午后峰值时间为16:00~18:00, 2015年草地、耕地和水域地闪电在午后17:00~19:00出现峰值, 但在21:00再次出现峰值。2010、2015年居民建设用地的闪电日变化波动剧烈, 考虑是因为除了太阳辐射、天气系统的影响, 城市的热岛效应有利于对流云团的抬升和闪电的发生<sup>[13-14]</sup>。2010、2015年林地的午后闪电变化呈现较均匀的波动增加, 考虑是因为午后的太阳辐射加热对林地的影响没有其他下垫面植被类型的快。

#### 2.4 林地闪电参数随海拔高度变化

2010、2015年林地占总下垫面积的74%以上, 发生的闪电占总闪电的72.9%、74.7%, 因此为更好的研究林地覆盖上的闪电分布, 有必要结合海拔高度做进一步分析。林地的海拔高度跨度为27~1530m, 主要面积集中于海拔150~1150m, 约占全部面积的99.48%。

将林地海拔高度以50m间距统计对应范围内的闪电密度和强度值(图2), 可以看出, 在海拔区间的两端(<150m和>1150m)数据波动较大, 原因为两端统计面积的减少造成闪电统计样本的缺乏, 使得统计结果不够稳定。对于样本充足的区间(150~1150m)进行一元线性拟合可得, 相关系数分别为0.67(2010年闪电密度)、0.08(2015年闪电密度)、0.84(2010年闪电强度)和0.98(2015年闪电强度), 可知2010年林地覆盖上的闪电密度、强度与海拔高度呈现较好的相关性, 2015年林地覆盖上的闪电强度与海拔高度呈现较好的相关性, 但闪电密度与海拔高度的相关性不明显。2010、2015年闪电密度与海拔高度的拟合方程斜率分别为-0.83、-0.36, 即林地覆盖上的

闪电密度值随海拔高度增加而减小; 2010、2015年闪电强度与海拔高度的拟合方程斜率分别为0.92、0.99, 即林地覆盖上的闪电强度随海拔高度增加呈线性增大趋势。

### 3 结论

利用河池市闪电定位资料结合地表植被数据、高程数据, 对不同地表植被覆盖类型的雷电活动特征进行分析, 得到如下结论:

(1) 河池市闪电密度主要是受草地、居民建设用地的影响, 草地、居民建设用地面积的增多可影响闪电密度的增加; 林地面积的增多可影响闪电密度的减少。河池市闪电强度主要是受林地、居民建设用地、水域地和草地影响, 水域地、林地面积的增多可影响闪电强度的增大, 草地、居民建设用地面积的增多可影响闪电强度的减小。

(2) 由于太阳辐射加热和系统性天气对雷暴发生的影响, 各个植被类型上的闪电都在午后到傍晚、半夜到早晨出现高值。2010、2015年草地、耕地和水域地的闪电在午后16:00~19:00出现峰值, 但是2015年草地、耕地和水域地闪电在21:00再次出现峰值。

由于太阳辐射、天气系统和城市热岛效应的共同影响, 居民建设用地的闪电日变化波动剧烈。林地的午后闪电变化呈现较均匀的波动增加, 考虑是午后的太阳辐射加热对林地的影响没有其他下垫面植被类型的快。

(3) 林地上的地闪分布与地貌条件关系密切, 闪电密度值随海拔高度增加而减小, 闪电强度随海拔高度增加呈线性增大趋势。

#### 参考文献:

- [1] 潘健, 毕硕本, 沈香, 等. 江苏省雷电强度等级空间分布及其与土地利用类型的关系[J]. 江苏农业科学, 2017, 45(8): 219-223.
- [2] 刘海兵, 朱海燕. 基于Landsat 8 OLI数据的地表植被覆盖类型与江西省雷电活动相关性分析[J]. 气象与减灾研究, 2018, 41(1): 63-68.
- [3] 庄燕洵, 刘三梅, 黄惺惺, 等. 广东省地闪密度空间分布的特征分析[J]. 广东气象, 2014, 36(4): 57-60.
- [4] 范仲之, 付雅婷. 山西省闪电活动时空特征及其与地形的相关性分析[J]. 广东气象, 2017, 39(4): 69-72.
- [5] 仇健, 陈惜茂, 黎红源, 等. 珠海市雷电活动的时空分布特征[J]. 广东气象, 2016, 38(1): 27-31.
- [6] 吴量, 覃飞, 卢丽莉. 河池市近47年雷暴特征分析[J]. 气象研究与应用, 2013, 34(S2): 221-222.
- [7] 李准, 杨慧民, 林春. 南昌地区雷电灾害易损性分析及区划[J]. 气象研究与应用, 2013, 34(3): 78-82.

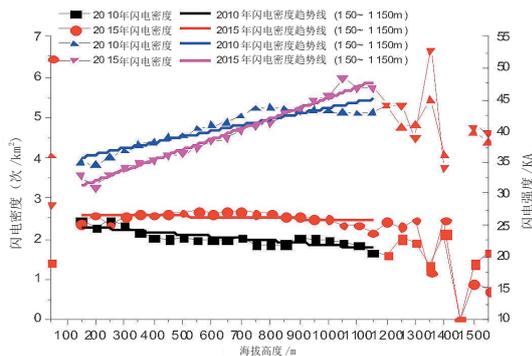


图2 林地闪电密度、强度随海拔高度分布

(上接第61页)

- 度和微物理特征模拟分析[J]. 大气科学, 2008, 32(5):1019-1036.
- [5] 段旭, 许美玲, 孙绩华, 等. 一次滇西南秋季暴雨的中尺度分析与诊断[J]. 高原气象, 2003, 22(6):597-601.
- [6] 陆秋霖, 黄荣, 农孟松, 等. 2017年4月广西北部一次强对流天气中尺度分析[J]. 气象研究与应用, 2017, 38(2):18-21.
- [7] 田万顺, 刘艳华. 河南3次降水过程的人工增雨条件分析[J]. 气象与环境科学, 2011, 34(1):5-13.
- [8] 夏丽花, 冯玲, 曾光平, 等. 福建省干旱概况及夏旱期间人工增雨条件分析[J]. 应用气报, 2003, 14(刊):143-149.
- [9] 胡勇林, 洪展. 一次中尺度强降水天气过程分析[J]. 气象研究与应用, 2011, 32(3):1-3.
- [10] 渠永兴, 滕水昌, 蔡元成, 等. 火箭人工增雨作业的案例分析[J]. 干旱气象, 2006, 24(2):33-38.
- [11] 黄浩辉, 吴兑. 新丰江流域云和降水气候特征及人工增雨潜力的初步分析[J]. 广东气象, 1993, (2):37-39.
- [12] 陈安世, 唐新, 吕抒航. 火箭防雷技术探讨及研究[J]. 气象研究与应用, 2014, 35(3):82-84.
- [13] 戴玉珍, 曹江平, 王冀, 等. 地面碘化银烟炉在广西人工影响天气作业中的应用[J]. 气象研究与应用, 2015, 36(3):64-67.
- [14] 高建秋, 肖伟生, 董志虎, 等. 广东春季飞机人工增雨作业概念模型[J]. 广东气象, 2018, 40(6):61-64.
- [15] 张曙, 戴润. 多普勒雷达产品在两次人工增雨中的对比分析[J]. 广东气象, 2004, 26(3):20-24.
- [16] 刘玉明, 梁域, 邓荣昌. 云浮市人工增雨作业指挥系统介绍[J]. 广东气象, 2006, 28(4):58-60.
- [17] 陈秋壮. 海南乐东降水特征与干旱及人工增雨潜力分析[J]. 气象研究与应用, 2008, 29(2):47-51.
- [18] 游积平, 冯永基. 广东省人工增雨作业指挥系统的设计[J]. 广东气象, 2006, 28(1):57-59.
- [19] 钟小英. 飞机人工增雨作业效果分析[J]. 气象研究与应用, 2010, 31(2):67-71.
- [20] 唐佐阳, 吕巍伟, 吕校华, 等. 衡邵盆地7-8月对流云特征与人工增雨作业效果分析[J]. 气象研究与应用, 2018, 39(1):51-54.

(下接第64页)

- [8] 郭媛, 吴量, 何宽, 等. 基于层次分析法的广西雷灾风险区划[J]. 气象研究与应用, 2018, 39(2):108-113.
- [9] 李韬, 奚广平, 黄远盼. 贺州市雷电灾害风险区划及防御研究[J]. 气象研究与应用, 2016, 37(2):96-99.
- [10] 庄燕洵, 吕海勇, 黄惺惺, 等. 基于时钟图与地统计的广州市闪电活动[J]. 广东气象, 2017, 39(2):70-73.
- [11] 刘三梅, 胡锐俊, 曾阳斌, 等. 2012年广东省雷电活动特征与雷电灾害损失浅析[J]. 广东气象, 2013, 35(5):46-48.
- [12] 刘怡明, 许艺馨, 杨宇川. 贵港市闪电活动特征的分析[J]. 气象研究与应用, 2016, 37(S1):164-166.
- [13] 邓明, 杨亚钦, 李江南. 城市下垫面对华南地区前汛期暴雨的影响初探[J]. 气象研究与应用, 2017, 38(3):23-30.
- [14] 叶骏菲, 文秀, 林奕桐, 等. 基于遥感的南宁城市热岛效应时空演变分析[J]. 气象研究与应用, 2018, 39(1):55-58.