

文章编号:1673-8411 (2016) 04-0102-04

# 河池市雷电时空分布特征及雷击灾害风险区划

黄肖寒, 黄卓帆, 李有为, 王秋文

(河池市气象局, 广西 河池 547000)

**摘要:**基于河池市 10 个气象台站 1960~2013 年的雷暴日数据观测资料,分析了河池市雷暴日数的时空分布特征,同时利用对雷灾有影响的孕灾环境敏感性、致灾因子危险性、承灾体易损性及防灾抗灾能力四个因子构建雷击灾害风险评估模型,对雷击灾害风险进行区划。结果表明:河池市年雷暴日数有下降趋势,下降倾向率为 4.224d/10a;雷暴日数存在明显的季节差异,春夏季是雷暴多发季节,占全年雷电总日数的 86%;雷暴日数存在多个时间尺度变化规律,在 25 年、15 年时间尺度上,显示出强周期位相结构。河池南部的都安、大化县及西南部巴马县是雷击灾害高风险区。

**关键词:**雷电;灾害风险区划;小波分析;GIS

**中图分类号:**P49

**文献标识码:**A

## Spatial and temporal distribution characteristics of Lightning and disaster risk regionalization in Hechi

Huang Xiao-han, Huang Zhuo-fan, Li You-wei, Wang Qiu-wen

(Hechi Municipal Meteorological Service, Hechi Guangxi 547000)

**Abstract:** Based on the thunder daily observation data from 1960 to 2013 of 10 meteorological stations in Hechi, the spatial and temporal distribution characteristics of lightning in Hechi was analyzed and the disaster risk regionalization was made by using the index of sensitivity of disaster-inducing environment, risk of disaster-inducing factors, vulnerability of hazard-affected bodies and disaster prevention and resilience. The result show that: the lightning days presents decreasing by the rate of 4.224 d/10a; the seasonal variation is obvious with more in spring and summer which accounts for 86% in total; The days of thunder shows strong period pattern in 15years and 20 years. The counties of Duan, Dahua and Bama are the high risk area of lighting.

**Key Words:** lightning; disaster risk zoning; wavelet analysis; GIS

## 1 引言

雷电灾害是联合国公布的十种最严重的自然灾害之一,它对人民的生命财产安全和社会经济构成了严重威胁。据不完全统计,全球每年因雷电造成的人员伤亡超过 10000 人,损失超过了 80 亿元以上[1]。河池地处广西西北边陲、云贵高原南麓,境内地形多样,山岭绵亘,天气气候复杂多变。由于常受低纬度和中高纬度天气系统交替影响,河池常出现

对流性天气并伴有雷暴,属于多雷暴区。每年,河池都遭受不同程度的雷击事故,给社会公共财产及人民生命财产造成了严重的损失。

近年来,我国许多学者在雷电灾害方面进行了深入研究。林雨人、黄明旺、李贤凤、覃卫坚<sup>[2-5]</sup>等众多学者分析了海南、广西、深圳等地的雷电灾害的年际变化、季节分布及日变化特征,探讨了雷电发生的天气背景以及致灾的成因。随着全球气象灾害研究的深入开展,雷击灾害风险评估已引起很多学者的

收稿日期:2016-07-25

作者简介:黄肖寒(1987—),女,壮,广西都安人,硕士,工程师,从事 GIS 技术应用及业务管理工作。

关注<sup>[6-8]</sup>。但目前的风险评估大多在省域尺度上进行, 市县级尺度的风险评估较少。由于各地的致灾因子、承灾体等因素各不相同, 现有的评价模型、方法不适宜进行区域外推。本文旨在建立一套基于河池市气候状况、自然环境及人口经济状况的雷击灾害风险区划评估, 为该地区防御雷电灾害、降低雷电灾害损失提供科学依据, 为当地防雷减灾决策工作提供参考。

## 2 资料来源与统计方法

以河池市 10 个气象台站地面观测资料为基础, 选取 1960~2013 年雷电日数资料序列作为研究对象, 对河池市的雷电日数变化特点进行分析。根据地面观测规范规定, 一日内(20~20 时)无论听到 1 次还是多次雷声都统计为 1 个雷暴日。在分析雷电日数变化特征时, 春、夏、秋、冬四季按照气象学划分, 即春季(3 至 5 月)、夏季(6 至 8 月)、秋季(9 至 11 月)、冬季(12 月~次年 2 月)<sup>[9]</sup>。地理数据选用河池市  $5 \times 10^4$  万基础地理信息资料, 并利用 GIS 软件从数字高程模型中提取出河池市  $1\text{Km} \times 1\text{Km}$  网格距的经度、纬度、海拔高度、各县级的行政边界以及乡镇行政点矢量数据。各县人口、面积、GDP 等社会经济资料来源于《2015 年河池统计年鉴》。

雷暴日数的周期性分析采用小波分析方法<sup>[10]</sup>, 该方法可以有效地从信号序列中提取有用信息, 然后对信号进行多尺度细化分析。本文选用非正交的 Morlet 小波作为基函数进行小波变换, 它的实频两域都具有很好的局部性。它的傅立叶变换形式为:  $\phi(w) = \sqrt{2\pi e} - \frac{1}{2}(w-w_0)^2$ ,  $w_0$  为中心频率。

加权综合法<sup>[11]</sup>用于计算各个评价因子对雷击灾害综合风险的影响, 该方法是假设由于指标量化值不同, 而使每个指标对于特定因子的影响程度存在差别, 它综合考虑了各个因子对总体对象的影响程度。

层次分析法<sup>[12]</sup>用于计算评价指标权重系数, 它根据专家打分原则构造判断矩阵, 通过求解判断矩阵的特征值和特征向量并经过一致性检验, 计算单一准则下元素的相对权重, 最后确定各层指标的组合同权重。

## 3 研究结果与分析

### 3.1 雷电日数的年际、月际时间变化特征

1960~2013 年期间, 河池市 10 个气象台站年均雷暴日数的年际、月际变化特征如图 1 所示。从图 1(a)可以看出, 近 54a 河池年雷暴日数有下降趋势, 下降倾向率为  $4.224\text{d} \cdot 10\text{a}^{-1}$ , 相关系数值为  $-0.605$ 。在 20 世纪 60 年代至 80 年代初期, 雷暴日数偏多, 除了 1960、1966 和 1976 年, 其余年份的年雷暴日数均大于多年平均值。到了 20 世纪 80 年代中期以后(具体时间为 1986~2013 年), 雷暴日数明显偏少, 除了 4 年(1993、1994、1997、2002 年)雷暴日数多于多年平均值外, 其余年份均小于多年平均值。由此表明, 20 世纪 80 年代中期很可能是近 54a 雷暴日数的突变年。从 1~12 月平均雷电日数变化曲线图 1(b)可以看出: 月雷电日数在 1~8 月随着时间呈现递增趋势, 9~12 月随着时间呈现递减趋势。近 54a 河池市月雷暴日数多年平均值约为 50d, 除了 4~8 月的月雷电日数多于多年平均值外, 其他月份均低于多年平均值。其中, 月雷暴日数最多为 8 月(119d), 最少为 1 月(2d), 两者相差 117d, 是多年平均值的 2.34 倍, 足见振幅较大。从四季的雷暴日数变化特征来看, 河池雷暴日数主要出现在春夏两季: 夏季(6—8 月)的雷电日数最多(337d), 占全年雷电总日数的 55.98%; 春季次之, 雷电日数为 182d, 占全年雷电总日数的 30.23%; 秋季又次之, 雷电日数为 65d, 占全年雷电总日数的 10.79%; 冬季最少, 雷电日数为 18d, 仅占全年雷电总日数的 3%。

### 3.2 雷电日数的空间变化特征

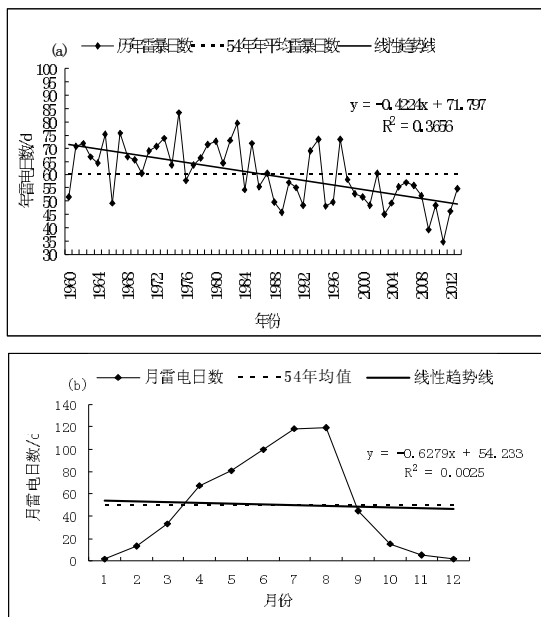


图 1 1960~2013 年河池市雷暴日数年际、月际时间变化曲线图

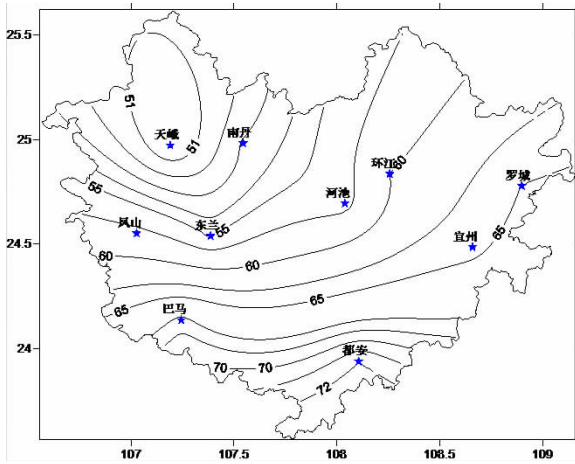


图 2 河池市 10 个气象台站年平均雷电日数的空间分布特征图

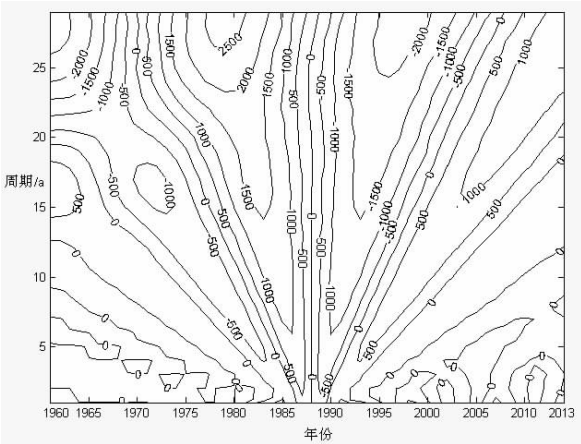


图 3 河池市年平均雷电日数小波分析变化图

河池市 10 个气象台站年雷暴日数的空间分布如图 2 所示。从中可以看出其分布特征:(1)年雷电日数南多北少。河池南部及东南部的都安、宜州、巴马、罗城县的年雷暴日数较多,都大于 65d;河池北部及西北部的天峨、南丹、环江县的年雷暴日数较少,均小于 54d。(2)24.5°N 以南地区年雷暴日数纬向变化是南多北少,24.5°N 以南地区年雷暴日数经

向变化特征不明显;24.5°N 以北地区年雷暴日数纬向变化是南多北少,24.5°N 以北地区年雷暴日数经向变化特征明显,呈现东多西少的特征。(3)年雷暴日数经向变化特征不明显。

从年平均雷电日数小波分析变化图 3 中可以看出,54a 雷暴日照时数存在多个时间尺度变化规律。在 25a 时间尺度上,显示出强周期位相结构,主要存在 4 个时间段的变化。正负位相以 13a 左右的周期震荡,并且以偏少、偏多交替出现。其中 1973~1987 年和 2003~2013 年为正位相,表示这段时间年日照时数较多;而 1960~1972 年和 1988~2002 年为负位相,表示这段时间年日照时数较少。且等值线稀疏变化不大,说明日照时数的变化相对平稳。而在 15a 左右的时间尺度上,出现 5 个周期最明显,年雷暴日数 3 次增加,2 次减少。

3.3 雷电日数的区划

3.3.1 选取区划评价因子

基于自然灾害风险形成理论,雷击灾害风险系数评估模型为:雷击风险=致灾因子危险性\*孕灾环境敏感性\*承灾体易损性\*防灾抗灾能力<sup>[6]</sup>。本文借鉴郭虎、尹娜等<sup>[6-8]</sup>学者对雷电灾害风险区划研究的基础上,结合河池本地的雷击灾害实际情况,确定构建雷电灾害风险评估的指标有:年雷电日数和 7-8 月雷电日数作为致灾因子;地形地貌、水系和植被分布作为孕灾环境;人口密度和耕地面积占全市总耕地面积的比重作为承灾体;人均 GDP 和国民生产总值作为防灾抗灾能力。

3.3.2 确定因子权重

考虑到各子对雷击灾害风险的影响程度不同,需要对每个因子赋予权重。确定权重常用的方法有德尔菲法、等差法、回归系数法、模糊综合评判法和灰色关联度法等。采用层次分析法计算雷电灾害风险区划评价指标权重。

表 1 雷电灾害风险区划评价指标权重

目标层	权重	准则层	权重	评价层	权重
雷电灾害风险区划	1	致灾因子	0.60	年雷电日数	0.45
				7、8 月雷电日数	0.55
		孕灾环境因子	0.20	地形	0.49
				水系	0.36
				植被	0.15
		承灾体因子	0.10	人口密度	0.67
				耕地面积比重	0.33
		防灾抗灾能力因子	0.10	人均 GDP	0.78
				国民生产总值	0.22

### 3.3.3 GIS 制图

运用 GIS 空间数据运算方法, 通过反距离权重插值法 (IDW) 推算出各区划指标因子在  $1\text{km}\times 1\text{km}$  网格上的分布, 将致灾因子危险性、孕灾环境敏感性、承灾体易损性和防灾抗灾能力四个因子按照要素属性条件进行叠置分析, 借助于 GIS 软件的空间分析工具和栅格计算器, 采用自然断点分级法将致灾因子危险性指数按 4 个等级分区划分 (高危险区、次高危险区、中等危险区、低危险区), 推算出雷电灾害风险区划的综合空间分布图。

从雷电灾害风险区划空间分布图 4 (见彩页) 可看出:

高风险区: 主要分布在都安、大化、巴马等地。上述地区雷暴发生频次高、强度大、持续时间长, 常伴随强降雨天气, 雷电致灾因子危险性最高。且都安、大化人口密度大, 承灾体易损性最高, 抗灾能力中等, 综合来看, 雷击灾害风险最高。

次高风险区: 主要分布在环江、南丹、东兰、凤山、金城江等地。原因是上述地区的雷电致灾因子危险性仅次于雷电高风险区, 春季常伴有冰雹大风等强对流天气, 致灾因子危险性较高, 虽然抗灾能力不强, 但孕灾环境比较敏感, 成灾体易损性较高, 因此灾害风险仍然较高。

中等风险区: 主要分布在宜州、罗城等地, 上述地区雷电致灾因子危险性为次高和次低, 但承灾体综合易损性和孕灾环境的敏感性中等。

低风险区: 分布于天峨和南丹西北部。其原因是这些地区雷电致灾因子危险性最低, 孕灾环境不敏感, 承灾体易损性低, 虽然抗灾能力较弱但雷击灾害风险最低。

## 4 结论

(1) 近 54a 河池年雷电日数有下降趋势, 下降倾向率为  $4.224\text{d}/10\text{a}$ 。在 20 世纪 80 年代中期以前, 年雷电日数偏多, 然而在 20 世纪 80 年代中期以后, 年雷电日数明显偏少。河池市月雷电日数在 1~8 月随着时间呈现递增趋势, 9~12 月随着时间呈现递减趋势。河池雷电日数主要出现在春夏两季, 两季占全年雷电总日数的 86%。

(2) 河池年雷电日数南多北少, 即南部及东南部的都安、宜州、巴马、罗城县的年雷电日数较多, 都大于 65d; 北部及西北部的天峨、南丹、环江县的年雷电日数较少, 均小于 54d。在 25 年时间尺度上, 主要存在 4 个时间段的周期变化, 分别出现 2 次正位相, 2 次负位相。而在 15 年左右的时间尺度上, 出现 5 个周期最明显, 年雷电日数 3 次增加, 2 次减少。

(3) 河池雷电灾害高风险区主要分布在都安、大化、巴马等地。上述地区雷暴发生频次高、强度大、持续时间长, 常伴随强降雨天气, 雷电致灾因子危险性最高。

### 参考文献:

- [1] 严春银. 江西省雷电灾害易损性分析及其区划 [J]. 江西科学, 2006, 24 (2): 131-135.
- [2] 黄明旺, 许向春, 赵学华, 等. 海南省澄迈县雷暴气候特征及其灾害防御 [J]. 气象研究与应用, 2007, 28 (3): 50-52.
- [3] 李贤凤. 博白县雷暴活动规律及成因分析 [J]. 广西气象, 2001, 22 (4): 22-23.
- [4] 覃卫坚. 广西雷电活动时间分布规律 [J]. 广西气象, 2000, 21 (4): 32-35.
- [5] 林雨人, 高鸿, 刘敦训. 2007 年深圳市雷电灾害气候特征分析 [J]. 气象研究与应用, 2008, 29 (3): 46-48.
- [6] 顾丽华, 蔡云泉, 李嘉鹏, 等. 德清县雷电时空分布特征及雷击灾害风险区划 [J]. 气象与环境学报, 2012, 28 (4): 73-78.
- [7] 尹娜, 肖稳安, 冯民学, 等. 区域雷灾易损性分析、评估及易损度区划 [J]. 热带气象学报, 2005, 21 (4): 441-448.
- [8] 郭虎, 熊亚军. 北京市雷电灾害易损性分析、评估及易损度区划 [J]. 应用气象学报, 2008, 19 (1): 35-39.
- [9] 黄肖寒, 杨睿, 贺春江. 近 54 年罗城日照变化特征及其影响因子分析 [J]. 陕西气象, 2014, (1): 13-17.
- [10] 林振山, 邓自旺. 子波气候诊断技术的研究 [M]. 北京: 气象出版社, 1999: 49-50.
- [11] 张会, 张继权, 韩俊山. 基于 GIS 技术的洪涝灾害风险评估与区划研究—以辽河中下游地区为例 [J]. 自然灾害学报, 2005, 14 (6): 141-146.
- [12] 张菡, 郭翔, 王锐婷, 等. 四川省暴雨洪涝灾害风险区划研究 [J]. 中国农学通报, 2013, 29 (26): 165-171.