

李衣长<sup>1</sup> 吴林峰<sup>2</sup> 余春华<sup>1</sup> 林文华<sup>3</sup> 王婷婷<sup>1</sup>

# 三明市雷电气候特征与雷电灾害易损度区划研究

## 摘要

通过对三明市市区及 10 个县(市)气象观测站 1981—2013 年雷电观测资料的统计分析,得出了三明市雷电气候特征与变化规律.采用 2003—2012 年雷电灾害数据,从雷电致灾因子、承灾体因素考虑,选取雷击密度  $N_g$ 、雷电灾害频度  $P$ 、经济损失模数  $D$  和生命受损模数  $L$  作为分析雷电灾害易损度指标参数,通过广泛调研和抽样调查问卷,确定各要素所占权重,计算出三明市区及所属 10 个县(市)雷电灾害易损性风险值,确定了雷电灾害易损度区划分级指标,绘制雷电灾害易损度区划图,完成了雷电灾害易损度区划研究.

## 关键词

雷电灾害;气候特征;易损度;区划

中图分类号 P242

文献标志码 A

收稿日期 2015-12-17

作者简介

李衣长,男,工程师,研究方向为雷电灾害防御.449220703@qq.com

1 福建省三明市气象局,三明,365000

2 福建省将乐县气象局,将乐,353300

3 福建省宁德市气象局,宁德,352100

## 0 引言

三明市地处闽西北山区,位于  $16^{\circ}22' \sim 118^{\circ}39'E$ ,  $25^{\circ}29' \sim 27^{\circ}07'N$ .它东接福州,南邻泉州,西连龙岩,北毗南平,西北靠赣州,东西宽 230 多千米,南北长 180 多千米,境内以中低山及丘陵为主,西北部为武夷山脉,中部为玳瑁山脉,东南角依傍戴云山脉,下辖 1 个县级市(永安市)、2 个区(梅列区、三元区)和 9 个县,国土面积 2.29 万  $km^2$ .据不完全统计,三明市 2006—2014 年共发生了 1 200 多起雷灾,造成 15 人死亡,8 人受伤,引发火灾 7 起,直接经济损失约 2 400 万元,间接经济损失无法准确统计,是福建省雷电次数最多、雷电灾害最严重的地市之一.为防止和减少雷电灾害引发的人身伤亡和财产损失,科学指导城市规划建设和防雷装置设计与安装,需对三明市雷电气候特征和雷电灾害易损度区划开展研究.通过对三明市雷电观测资料统计分析得出雷电气候特征规律,利用 2003—2012 年雷电灾害数据,计算出雷电灾害易损性风险综合指数,完成雷电灾害易损度区划<sup>[1]</sup>,旨在为三明市今后开展防雷减灾工作提供参考,发展智慧气象,切实提升防雷减灾公共服务能力.

## 1 资料来源

### 1.1 雷电观测资料

本文所采用的雷电观测资料为三明市市区及永安市、沙县、将乐等 10 个县(市)气象局地面气象观测站 1981—2013 年雷暴日数及初雷日、终雷日等观测数据的统计分析资料,因 2014 年后雷电观测方式发生改变,使雷电观测数据与之前数据不具比较性,故只取到 2013 年止.

### 1.2 雷电灾害数据

考虑到雷灾资料收集的完整性和可比较性,本文采用三明市市区及所辖 10 个县(市)2003—2012 年近 10 年的雷电灾害数据,较客观真实地反映区域内雷电灾害次数、经济损失和人员伤亡情况<sup>[2]</sup>.

## 2 雷电观测资料统计分析

### 2.1 各地年平均雷暴日数及最大、最小值

通过对三明市各地雷暴日数计算历年平均值和挑取最大、最小值的方法,统计出各地年平均雷暴日数( $T_d$ )及最大、最小值,具体计

算结果如表 1 所示.

表 1 三明市年平均雷暴日数及最大、最小值  
Table 1 Annual average, maximum, and minimum lightning days in Sanming

区域	年平均雷暴日数/d	年平均雷暴日数最大值		年平均雷暴日数最小值	
		最大值/d	出现年份	最小值/d	出现年份
市区	56.9	84	1987	26	2003
永安	62.8	81	1997	42	2003
沙县	60.9	89	1997	37	2003
将乐	48.5	72	1983	29	2003
泰宁	56.2	75	1997	32	2003
建宁	58.3	77	1992	40	2013
宁化	67.9	89	1997	38	2003
清流	60.8	79	1992	40	2003
明溪	62.2	81	1983	37	2003
尤溪	62.6	84	2010	32	2003
大田	60.6	81	1981	45	2003

通过以上统计数据可知:三明市年平均雷暴日数为 48.5~67.9 d,其中,年雷暴日数最大值达 89 d(1997 年出现在宁化县和沙县),年雷暴日数最小值为 26 d(2003 年出现在市区),两者相差达 63 d.

### 2.2 雷暴日数空间分布

根据以上计算得出的各地年平均雷暴日数( $T_d$ )的大小,按照相关标准进行雷暴日等级划分,绘制出三明市雷暴日等级划分<sup>[3]</sup>,如图 1 所示.

通过图 1 可知:三明市年平均雷暴日数空间分

布上存在明显的南北差异,年平均雷暴日数呈现南高北低的分布特征,以北部将乐县的 48.5 d 为最小,西南部宁化县的 67.9 d 为最大,两者相差 19.4 d,三明市区相对于周边县(市)较小.

### 2.3 雷暴日数年变化

通过对三明市市区及所属各县(市)逐年年平均雷暴日数求取平均值,得到三明市逐年年平均雷暴日数,根据计算结果绘制出三明市雷暴日数年际变化曲线,如图 2 所示.

通过对图 2 分析可知:三明市年平均雷暴日数为 36.5~77.1 d,平均值为 59.8 d,年际变化较大,以 1997 年的 77.1 d 为最大,以 2003 年的 36.5 d 为最小,两者相差 40.6 d.通过分析发现三明市年平均雷暴日数年际变化呈现出减少的趋势.

### 2.4 雷暴日数月变化

通过对全市各地月平均雷暴日数求取平均值,可计算出三明市逐月平均雷暴日数,并绘制出雷暴日数月变化曲线,如图 3 所示.

通过对图 3 分析得出:三明市雷暴活动一年四季均有发生,呈现出明显季节变化特点,秋冬季节(1—2 月、10—12 月)为雷电活动低谷期,春夏季节(3—9 月)为雷暴活动活跃时期,3 月后雷暴日数逐月增加,8 月达到最高值为 11.6 d,其中 5—8 月为雷电活动高发期,雷暴日数达到 38.4 d,占全年总数的 64.2%,9 月以后又逐渐减少.

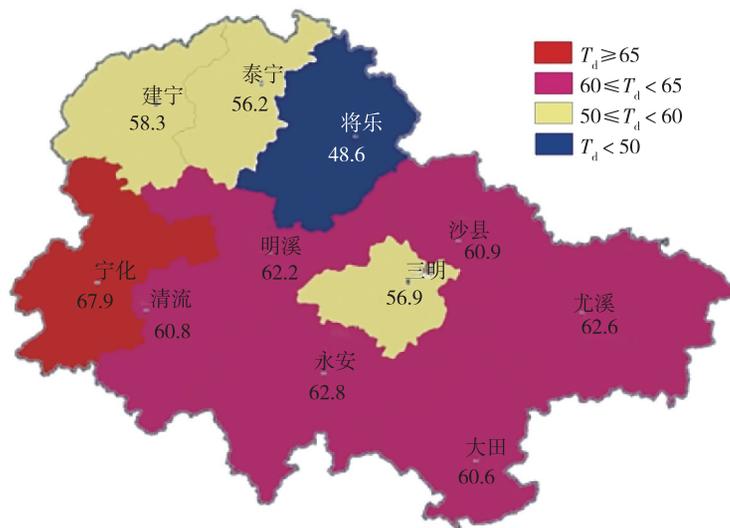


图 1 三明市雷暴日等级划分

Fig. 1 Grades of lightning days in Sanming

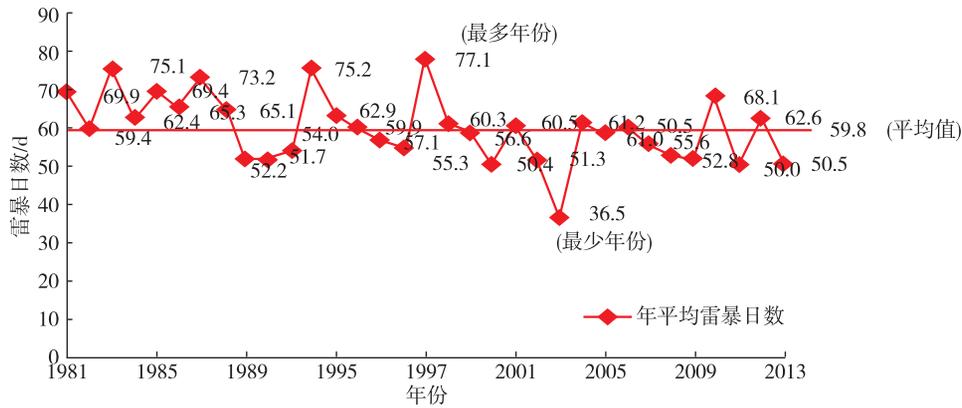


图2 三明市雷暴日数年际变化曲线

Fig. 2 Yearly variation of lightning days in Sanming

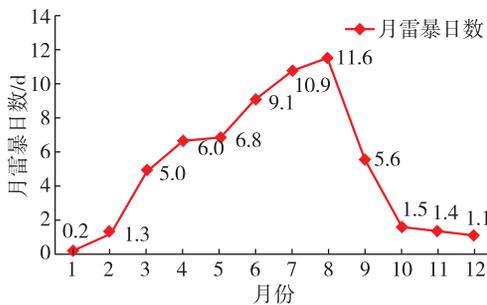


图3 三明市雷暴日数月变化曲线

Fig. 3 Monthly variation of lightning days in Sanming

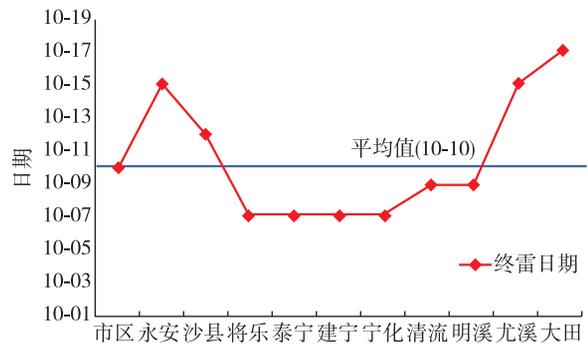


图5 三明市终雷日区域分布曲线

Fig. 5 Distribution of the last lightning day in Sanming

### 2.5 雷暴活动初终日分布特点

通过对市区及所属各县(市)初、终雷暴日期分别计算历年平均值,可计算出全市各地初、终雷日期,并绘制出三明市初、终雷日区域分布曲线,分别如图4和图5所示。

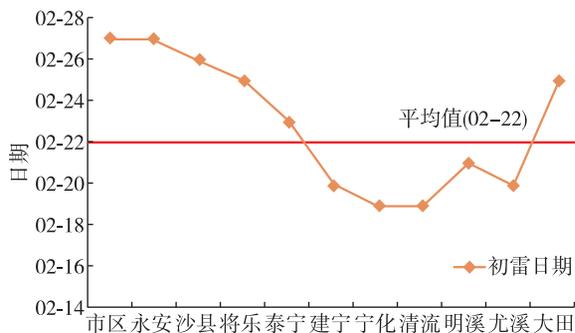


图4 三明市初雷日区域分布曲线

Fig. 4 Distribution of the first lightning day in Sanming

通过对图4、图5及各地初、终雷暴日期资料分析得到:全市平均初雷日在2月22日,最早出现在1月6日(2000年尤溪县、1996年宁化县),最晚出现

在4月9日(1999年泰宁县),各地平均初雷日总体上较为接近,但略有不同,呈现出南部偏早,中、北部偏迟的特点;全市平均终雷日在10月10日,最早出现在8月26日(2001年将乐县),最晚出现在12月29日(1981年大田县),各地平均终雷日也是总体上较为接近,呈现出北部偏早,中、南部偏迟的特点。

### 3 三明市雷电气候特征研究分析

通过以上对三明市区及10个县(市)气象观测站1981—2013年雷暴日数及初、终雷暴日期观测资料的统计分析,得到三明市雷电气候特征及最新变化趋势<sup>[4]</sup>。

1)平均雷暴日数区域分布特征明显:三明市年平均雷暴日数为48.5~67.9 d,按照《建筑物电子信息系统防雷技术规范》(GB 50343—2012)规定,均属于多雷区,雷电活动活跃,需加强雷电防御工作,区域分布上存在明显的南北差异,年平均雷暴日数呈现南高北低的分布趋势,以北部将乐县的48.5 d为最小,西南部宁化县的67.9 d为最大,两者相差

19.4 d.年雷暴日数最大值为 89 d(1997 年出现在宁化县和沙县),年雷暴日数最小值为 26 d(2003 年出现在市区),两者相差达 63 d.

2) 平均雷暴日数时间分布特征明显:

①年变化呈现减少趋势:三明市年平均雷暴日数为 36.5~77.1 d,平均值为 59.8 d,年际变化较大,以 1997 年的 77.1 d 为最大,以 2003 年的 36.5 d 为最小,两者相差 40.6 d,近年来呈现出减少的趋势.

②月变化呈现出明显季节性特点:三明市雷暴活动一年四季均有发生,月雷暴日数具有明显季节变化特点,秋冬季节(1—2 月、10—12 月)为雷电活动低谷期,春夏季节(3—9 月)为雷暴活动活跃时期,3 月后雷暴日数逐月增加,8 月达到最高值为 11.9 d,其中 5—8 月为雷电活动高发期,雷暴日数达到 38.4 d,占全年总数的 64.2%,9 月以后又逐渐减少.

3)初、终雷暴日期相对较集中,但存在较明显的地域差异:全市平均初雷日在 2 月 22 日,各地平均初雷日相对较集中,但略有不同,呈现出南部偏早,中、北部偏迟的特点;全市平均终雷日在 10 月 10 日,各地平均终雷日总体上较为接近,但存在一定的地域差异,呈现出北部偏早,中、南部偏迟的特点.

#### 4 雷电灾害易损度区划

通过对以上计算得到的三明市及所属各县(市)年平均雷暴日数( $T_d$ )的应用,再利用三明市 2003—2012 年雷电灾害数据,从雷电致灾因子、承灾体对雷电灾害易损性风险进行综合分析,通过收集资料、广泛调研,选取了雷击密度  $N_g$ 、雷电灾害频度  $P$ 、经济损失模数  $D$  和生命受损模数  $L$  作为雷电灾害易损度评估指标<sup>[5]</sup>,通过对不同行业、不同专业、不同文化程度和不同年龄人群进行问卷调查,确定出计算雷电灾害易损性风险值公式模型,采用 4 级分级法实现雷电灾害综合易损性区划<sup>[6]</sup>.

雷电灾害的致灾因子就是雷电发生的频次及烈度.由于烈度的分析缺乏观测资料(闪电定位观测资料年限较短),所以采用了各地雷暴日数、雷电灾害频度资料进行分析.

承灾体主要指承受雷电灾害的对象,承灾体的易损性包括自然、经济和社会易损性等方面的内容.由于地理环境、人文环境及经济发展状况等的不平衡性,相同烈度雷电灾害在不同区域造成的灾害损

失严重程度有着很大差异.本文主要从承灾体的经济损失和生命损失进行分析.

雷电灾害易损性风险计算公式如下:

$$R = f(N_g, P, D, L) = N_g(a) + P(b) + D(c) + L(d),$$

其中: $R$  表示雷击灾害风险度; $N_g$ 、 $P$  表示致灾因子危险性; $D$ 、 $L$  表示承灾体易损性; $a$ 、 $b$ 、 $c$ 、 $d$  为权重系数,分别表示致灾因子危险性、承载体易损性对雷电灾害易损风险值的贡献程度.

#### 4.1 参数定义、说明及取值规定

1) $N_g$ (雷击密度):表示区域内单位面积所发生的年平均雷电数量,是反映雷电频次的一个重要指标,雷击密度大,说明区域内雷电发生次数多,致灾因子活跃,承载体易损性大. $N_g = 0.1 \times T_d$ , $T_d$  取本文对三明市区及所属 10 个县(市)气象观测站统计得出的年平均雷暴日数,通过公式计算出雷击密度值.

2) $P$ (雷电灾害频数):表示区域内年平均发生雷电灾害的次数,反映区域内雷电灾害发生频次的高低,也客观反映出区域雷击易损性情况,是进行致灾因子分析的一项重要指标. $P = T/a$ , $T$  定义为某区域内 2003—2012 年雷电灾害总次数, $a$  为年数,本文取 10.

3) $D$ (经济损失模数):表示区域内因雷击造成单位面积年平均经济损失模数,单位:10 元/( $\text{km}^2 \cdot \text{a}$ ),该指标比较客观地反映出区域内因雷击的经济易损情况,体现区域雷电灾害损失程度和防御雷电灾害的能力. $D = D_s \times 10^3 / (S \times a)$ , $D_s$  定义为某区域内 2003—2012 年雷电灾害经济损失总额,单位为万元, $S$  为区域面积,单位为  $\text{km}^2$ , $a$  为年数,本文取 10 a.

4) $L$ (生命受损模数):表示区域内因雷击造成单位面积内年平均人员伤亡模数,单位:人/( $10^5 \cdot \text{km}^2 \cdot \text{a}$ ),该指标比较客观地反映出区域内生命对雷电灾害的敏感性,也体现了区域内雷电灾害造成人员伤亡程度和人员防御雷电灾害的能力. $L = L_s / (S \times 10^5 \times a)$ , $L_s$  定义为某区域内 2003—2012 年内因雷击造成人员伤亡总人数,单位为人, $S$  为区域面积,单位  $\text{km}^2$ , $a$  为年数,本文取 10.

5)权重系数及各项评估参数的取值:

①权重  $a$ 、 $b$ 、 $c$ 、 $d$  值确定:采用问卷调查形式,通过广泛调研,对 200 多名从事与防雷工作相关人员进行问卷调查,经过统计分析,得出权重数据<sup>[7]</sup>,结果如表 2 所示.

表 2 雷电灾害易损性风险区划评估指标权重系数统计值

Table 2 Index weights of the lightning disaster vulnerability risk evaluation

$N_g$ 权重/(a)	$P$ 权重/(b)	$D$ 权重/(c)	$L$ 权重/(d)
23	20	22	35

② $N_g$ 、 $P$ 、 $D$ 、 $L$  参数取值:通过对第 2 节计算结果的应用,可计算出三明市各地落雷密度  $N_g$  值;利用三明市 2003—2012 年雷电灾害次数、经济损失额、伤亡人数及各县(市)区域面积可计算出三明市各地雷电灾害频数  $P$ 、经济损失模数  $D$ 、生命受损模数  $L$ (表 3)。

表 3 三明市区及所属各县(市)雷电灾害易损性风险评估参数计算值

Table 3 Evaluation results of lightning disaster vulnerability risk in Sanming city and its counties

市(县)	$N_g$ / ( $d \cdot a^{-1}$ )	$P$ / (次 $\cdot a^{-1}$ )	$D$ / (10 元/ ( $km^2 \cdot a$ ))	$L$ / (人/( $10^5 \cdot km^2 \cdot a$ ))
市区	5.69	24.9	32.26	4.36
永安	6.28	15.3	29.14	27.20
沙县	6.09	8.9	5.84	0
明溪	6.22	5.4	7.36	5.85
清流	6.08	9.0	6.79	0
宁化	6.79	12.3	7.81	16.80
将乐	4.85	6.8	4.05	8.83
泰宁	5.62	8.3	14.96	6.52
建宁	5.83	9.6	10.74	17.22
尤溪	6.26	13.3	5.22	2.92
大田	6.06	24.9	16.67	34.87

4.2 确定各项评估指标分级标准,完成雷电灾害易损性风险区划

1)各项评估指标分级标准确定:雷电灾害易损性体现了该区域未来因雷电造成的可能损失量的高低.本文对区域综合易损度采用极高、高、中和低 4 个易损度等级来描述,分级方法采用气象学统计分析中的分级统计方法,其核心思想是:首先将 12 个县(市、区)的各项指标值从小到大按顺序排列,按每组 3 个记录的方法分为 4 组数据,第  $n$  ( $n=1, 2, 3, 4$ ) 组中的最大值和第  $n+1$  组中的最小值的平均值分别作为第  $n$  ( $n=1, 2, 3, 4$ ) 级的最大值和第  $n+1$  级的最小值,4 项雷电灾害易损性指标分级标准如表 4 所示。

表 4 各项雷电灾害风险评估指标等级划分

Table 4 Grades of lightning disaster risk assessment

指标	划分等级(取值)			
	低(2)	中(5)	高(8)	极高(10)
$N_g$ /( $d \cdot a^{-1}$ )	<5.69	5.69~6.07	6.07~6.24	>6.24
$P$ /(次 $\cdot a^{-1}$ )	<8.60	8.60~10.95	10.95~20.10	>20.10
$D$ /(10 元/( $km^2 \cdot a$ ))	<6.32	6.32~9.28	9.28~22.91	>22.91
$L$ /(人/( $10^5 \cdot km^2 \cdot a$ ))	<3.64	3.64~6.19	6.19~17.01	>17.01

2)计算雷电灾害易损性风险值:将表 3 雷电灾害易损性风险评估指标按照表 4 的等级标准进行划分,即将各项易损性风险评估指标统一换算为等级取值,如表 5 所示.然后根据公式

$$R=f(N, P, D, L) = N_g(a) + P(b) + D(c) + L(d) = 0.23N_g + 0.2P + 0.22D + 0.35L$$

将各区域的各项雷电灾害易损指标等级取值乘以权重系数再计算合计值,得到三明市市区及所属县(市)的雷电灾害易损性风险值计算值( $R$ )(表 5)。

表 5 各项评估参数取值及雷电灾害易损性风险

Table 5 The calculated values of lightning disaster vulnerability risk and related assessment parameters

市(县)	等级取值				$R$
	$N_g$	$P$	$D$	$L$	
市区(含梅列、三元区)	5	10	10	5	7.10
永安	8	8	10	10	9.14
沙县	8	5	2	2	3.98
明溪	8	2	5	5	5.09
清流	8	5	5	2	4.64
宁化	10	8	5	8	7.80
将乐	2	2	2	8	4.10
泰宁	2	2	8	8	5.42
建宁	5	5	8	10	7.41
尤溪	10	8	2	2	5.04
大田	5	10	8	10	8.41

3)三明市雷电灾害易损性风险区划:根据表 5 的雷电灾害综合易损度计算值,采用 4 级分区法将三明市 12 个县(市、区)划分为雷电灾害低易损区、中易损区、高易损区和极高易损区 4 个不同的易损度区域<sup>[8]</sup>,分级标准使用上述相同的方法确定,得到各等级雷电灾害易损度区划标准,如表 6 所示。

将表 5 的计算结果按照表 6 的标准,完成三明市 12 个县(市、区)雷电灾害易损度区划<sup>[9]</sup>,具体区划结果如图 6 所示。

表6 三明市雷电灾害易损性风险(R)区划标准

Table 6 Lightning disaster vulnerability risk (R) grades

区划等级	低易损区	中易损区	高易损区	极高易损区
R	<4.84	4.84~6.26	6.26~7.61	>7.61

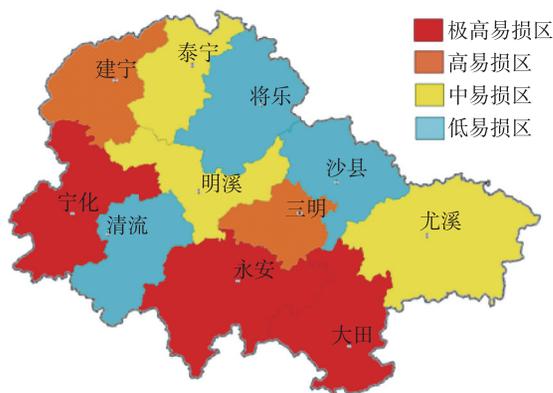


图6 三明市区及所属各县(市)雷电灾害易损度区划

Fig. 6 Zoning map of lightning disaster vulnerability in Sanming

### 4.3 雷电灾害易损度区划结果分析

从三明市雷电灾害易损度区划结果分析可知:三明市雷电易损度等级呈现出南北高中部低的特点,极高易损区分布在西南部的宁化县和南部的永安市、大田县,高易损区分布在北部的建宁县和南部的三明市区,中易损度区位于三明市中部的明溪县、北部的泰宁县和东南部的尤溪县,低易损度区分别位于两个极高易损区中间的清流县和被中易损区包围的将乐县和沙县.这一雷电灾害易损度区划与近几年三明市发生雷击灾害的情况非常吻合,也与三明市雷电活动气候特征及最新变化趋势分析结果基本吻合,具有科学性、合理性,能为三明市各县(市、区)减低雷电灾害,开展雷电灾害防御规划提供较客观的科学依据.

## 5 结论

本文通过对雷电观测资料的统计分析,研究了三明市雷电气候特征与变化趋势.在综合考虑各种主要指标后,通过对雷击密度 $N_g$ 、雷电灾害频度 $P$ 、经济损失模数 $D$ 和生命受损模数 $L$ 的计算,确定了雷电灾害易损度区划分级指标,绘制了雷电灾害易损度区划图,完成了全市12个县(市、区)的雷电灾害易损度区划,有利于抓住防雷减灾工作的重点,能为当地政府制订经济社会发展规划和开展防雷减灾规划工作提供有力的科学依据<sup>[10]</sup>,并能引导人们在安排日常生产、生活中,尽量避开雷电高发期和雷电

主要发生时段.本文开展的雷电气候特征与雷电灾害易损度区划研究方法,也可为我国其他省市防雷减灾工作提供参考,各地可根据当地实际自然和人文环境,参考本方法进行综合分析、评估后完成雷电灾害易损度区划,使防雷减灾工作的侧重区域更明确.各地可在加强研究的基础上,选取更多评估指标,建立更加科学合理的数学模型,提高综合分析评估和雷电灾害易损度区划的科技内涵.

## 参考文献

### References

- [1] 李家启,申双和,秦健,等.重庆市雷电灾害易损性风险综合评估与区划[J].西南大学学报(自然科学版),2011,33(1):96-102.  
LI Jiaqi, SHEN Shuanghe, QIN Jian, et al. Comprehensive estimate and zoning of lightning disaster vulnerability risk in Chongqing [J]. Journal of Southwest University (Natural Science), 2011, 33(1): 96-102.
- [2] 蒋勇军,况明生,李林立,等.基于地理信息系统的重庆市自然灾害综合区划及评价[J].西南师范大学学报(自然科学版),2003,28(4):627-632.  
JIANG Yongjun, KUANG Mingsheng, LI Linli, et al. GIS-based comprehensive regionalization and assessment to natural disaster in Chongqing [J]. Journal of Southwest China Normal University (Natural Science), 2003, 28(4): 627-632.
- [3] 殷娴,肖稳安,冯民学,等.区域雷灾分布特征及易损度区划[J].气象科技,2009,37(2):216-220.  
YIN Xian, XIAO Wenan, FENG Minxue, et al. Regional distribution and vulnerability regionalization of lightning disaster [J]. Meteorological Science and Technology, 2009, 37(2): 216-220.
- [4] 林雨人,高鸿,刘敦训,等.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.  
LIN Yuren, GAO Hong, LIU Dunxun, et al. Analysis of climate characteristics of lightning disaster of Shenzhen city in 2007 [J]. Journal of Meteorological Research and Application, 2008, 29(3): 46-48.
- [5] 吴高林,唐世宇,印华,等.利用落雷密度划分重庆雷区的研究[J].高电压技术,2007,33(4):122-124.  
WU Gaolin, TANG Shiyu, YIN Hua, et al. Research on the thunder distribution in Chongqing region using ground flash density [J]. High Voltage Engineering, 2007, 33(4): 122-124.
- [6] 尹娜,肖稳安.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):441-449.  
YIN Na, XIAO Wenan. Regional vulnerability analysis, evaluation and vulnerability zoning of lightning [J]. Journal of Tropical Meteorology, 2005, 21(4): 441-449.
- [7] 樊运晓,罗云,陈庆寿.区域承灾体脆弱性综合评价指标权重的确定[J].灾害学,2001,16(1):86-87.  
FAN Yunxiao, LUO Yun, CHEN Qingshou. Establishment of weight about vulnerability indexes of hazard bearing body [J]. Journal of Catastrophology, 2001, 16(1): 86-87.

- [ 8 ] 蒋勇军,况明生,匡鸿海,等.区域易损性分析、评估及易损度区划;以重庆市为例[J].灾害学,2001,16(3):59-64  
JIANG Yongjun, KUANG Mingsheng, KUANG Honghai, et al. Regional vulnerability analysis, evaluation and vulnerability zoning: Taking Chongqing as an example [J]. Journal of Catastrophology, 2001, 16(3): 59-64
- [ 9 ] 黄崇福,张俊香,陈志芬,等.自然灾害风险区划图的一个潜在发展方向[J].自然灾害学报,2004,13(2):9-15  
HUANG Chongfu, ZHANG Junxiang, CHEN Zhifen, et al. Toward a new kind of natural disaster risk zoning map [J]. Journal of Natural Disasters, 2004, 13(2): 9-15
- [ 10 ] 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  
GUO Hu, XIONG Yajun. Vulnerability analysis, evaluation and vulnerability zoning of lightning disaster in Beijing [J]. Journal of Applied Meteorological Science, 2008, 19(1): 35-39

## Lightning characteristics and lightning disaster vulnerability zoning in Sanming of Fujian province

LI Yichang<sup>1</sup> WU Linfeng<sup>2</sup> YU Chunhua<sup>1</sup> LIN Wenhua<sup>3</sup> WANG Tingting<sup>1</sup>

1 Sanming Meteorological Bureau of Fujian Province, Sanming 365000

2 Jiangle Meteorological Bureau of Fujian Province, Jiangle 353300

3 Ningde Meteorological Bureau of Fujian Province, Ningde 352100

**Abstract** The lightning characteristics and variation trends in Sanming of Fujian province are analyzed based on lightning monitoring data from 1981 to 2013, and the vulnerability risk zoning of lightning disaster are made for period of 2003–2013. Lightning vulnerability indicators, including cloud to ground lightning density ( $N_g$ ), the frequency of lightning disaster ( $P$ ), economic vulnerability module ( $D$ ), and vital vulnerability module ( $L$ ), are selected as indexes for risk assessment of regional lightning disaster and comprehensive evaluation of the vulnerability of Sanming city and its 10 counties. The weights of the lightning vulnerability indicators are calculated based on investigation and questionnaire. Finally, Sanming's lightning vulnerability zoning map is made, which provides scientific basis and valuable reference for the reasonable planning of lightning disaster prevention and reduction in Sanming.

**Key words** lightning disaster; climatic characteristics; vulnerability; zoning