

文章编号: 2096-1618(2019)06-0659-05

林芝市雷电风险区划

王 华, 杨乾鹏

(西藏林芝市气象局, 西藏 林芝 860000)

摘要:为更好地开展雷电灾害防御工作,提高服务水平,减少雷电灾害带来的影响,对林芝市雷电风险等级划分进行研究。首先运用数理统计法、GIS空间分析法、克里金插值法,通过分析研究雷暴日数据及ADTD地闪数据,得到林芝市雷电活动时空特征。然后利用层次分析法,结合林芝市土地利用分类情况、雷电灾害土地利用特点及城乡人口分布情况等数据,计算评价指标权重并建立雷电风险计算模型;最后采用GIS空间分析法和自然断点法,完成林芝市雷电风险等级划分。结果表明,林芝市巴宜区、米林、波密、察隅各站30 a平均雷暴日数分别为27.9 d、15.2 d、7.2 d、9.1 d,多发于夏季,春季次之,秋季很少,冬季几乎不发生。雷电主要出现在15:00–21:00,且在17时达到峰值。林芝市雷电频次西部高于东部,南部高于北部,主要发生在朗县、工布江达县境内、巴宜区、米林县西部及墨脱县中南部。林芝市朗县、工布江达县、墨脱县西边均为雷电灾害高风险区,米林县、巴宜区、墨脱县南部以及工布江达县、巴宜区、波密县交界处一带属雷电灾害次高风险区。

关键词:气象学;雷电风险区划;雷电频次;雷电强度;GIS;林芝市

中图分类号:P427.32⁺1

文献标志码:A

doi:10.16836/j.cnki.jcuit.2019.06.015

0 引言

林芝市位于西藏东南部,地形结构复杂,属于印度季风水汽通道前缘具有充足的水汽,对流不稳定活跃,有利于雷电形成与发展,每年4–9月雷电活动频繁。近年来,由于雷电活动造成的农牧民、畜牧死伤及房屋、电器设备损坏等灾害性事件时有发生,严重威胁到人民的生命及财产安全。

为了提高林芝市防雷减灾能力,减少雷电灾害的损失和影响,必须采取科学的方法,掌握林芝市雷电活动时空分布规律,及雷电灾害风险分布特征。目前中国关于雷电灾害易损度评估研究,主要利用雷暴日观测资料、雷电灾害统计资料,再结合研究区域自然环境、经济状况等资料,总结提炼雷电灾害易损性评价指标参数(生命易损模数、经济损失模数、雷电灾害频度及雷击密度),进而开展雷灾易损性综合评估,制定区域雷灾易损性区划。尹娜等^[1]对广东省的区域雷灾易损性分析和评估及易损度区划进行了研究;郭虎等^[2]对北京市雷电灾害易损性分析和评估及易损度区划进行了研究;李彩莲等^[3]对陕西省雷电灾害易损性分析、评估及易损度区划进行了研究。从中国关于雷电风险区划研究来看,主要基于对雷电灾害易损度评估研究的基础结合GIS技术采用空间分析法进行雷电风险的等级划分。顾丽华等^[4]对德清县雷击灾害风险区划进行了研究;刘三梅等^[5]对广东省雷电风险区划进行研究,均利用该方法进行雷电风险等级划分。青藏高原地区对雷电的研究主

要还是针对雷电的活动特征开展的^[6–8],对雷电灾害风险区域划分较少,为此主要针对林芝市开展雷击灾害风险区划研究。选取闪电频次和闪电强度作为雷电灾害致灾因子危险性评估指标,选取土地利用类型为基础划分雷电灾害的承灾体作为雷电灾害承灾体易损性评估指标,利用GIS技术对全市雷电风险进行区域划分^[9],制作精细化的风险区划图,直观显示林芝市各区域雷电风险分布情况,为提高林芝市雷电灾害防御能力建设、科学推进防雷减灾工作和保障社会公共安全提供科学依据,同时为各级主管部门开展防雷减灾工作和决策管理提供参考和指导。

1 数据资料

用到的数据有雷暴日数据、雷电数据、雷电灾害数据、土地利用数据、人口分布数据,其中雷暴日数据来源于林芝市1984–2013年4个地面综合气象观测站人工观测数据,雷电数据来源于西藏自治区ADTD闪电监测定位系统2014年5月–2016年4月的数据,雷电灾害数据来源于林芝防雷中心,土地利用分类数据来源于中国科学院资源环境科学数据中心(<http://www.resdc.cn>),人口分布情况来源于市统计局统计年鉴2015版。

2 林芝市雷电活动的时空分布特征

2.1 雷暴日年、季、月分布情况

利用巴宜区、米林县、波密县及察隅县4个站点

1984–2013 年雷暴日资料,运用数理统计方法统计出林芝市巴宜区30 a平均雷暴日数为27.9 d,属于中雷区;米林30 a平均雷暴日数为15.2 d,波密30 a平均雷暴日数为7.2 d,察隅30 a平均雷暴日数为9.1 d,均属少雷区。4 个站点30 a雷暴日的年、季、月平均变化如图1~3所示。

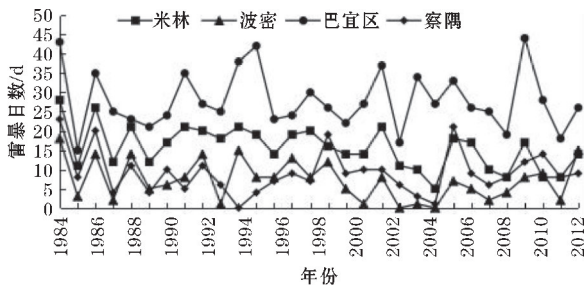


图1 林芝市雷暴日年平均变化

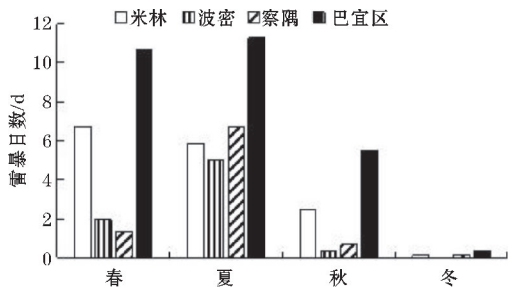


图2 林芝市雷暴日的季平均变化

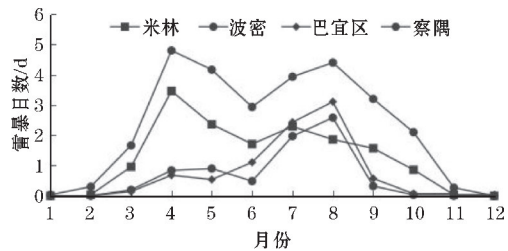


图3 林芝市雷暴日月平均变化

从年平均变化看巴宜区每年雷暴日数明显高于其他3县,其次米林县雷暴日数较多。20 世纪80 年代各县雷暴日均呈下降趋势,90 年代除察隅县外,其他各县雷暴日均持平,2000–2005 年除巴宜区外,其他各县均呈下降趋势,但2005 年后除巴宜区外,各县雷暴日均呈上升趋势。

巴宜区雷暴日总体保持平稳,略有下降趋势,但趋势不明显;米林县、波密县雷暴日总体均呈下降趋势,但90 年代雷暴日都相对平稳;察隅县雷暴日总体保持平稳,略有下降趋势,主要是1984–1994 年雷暴日呈下降趋势,在1995 年后雷暴日数有明显的增加,但增加幅度未超过80 年代平均水平。

从季节上看林芝雷暴天气多发生在春夏两季,秋季次之,冬季几乎不发生。近30 a来,波密县冬季未出现过雷暴天气,米林、察隅冬季仅出现1 天雷暴天气、巴宜区冬季出现雷暴日相对较多,但也仅为10 天,且

主要发生在2 月。米林县、巴宜区初雷一般出现在2–3 月,而波密县、察隅县一般在3–4 月出现初雷,由此可见米林、巴宜区先于波密、察隅进入雷雨季节,这一特点在林芝市雷暴日数月变化图中更为显著。

分析逐月林芝市各站点雷暴日数资料,可见巴宜区、米林两站雷暴日数呈双峰形分布特征,雷暴天气主要发生在4–9 月,占全年雷暴日数的80% 以上,其中4、5 月为雷暴多发期,其次是7、8 月;波密、察隅两站雷暴日数呈单峰形分布特征,雷暴天气主要发生在7–8 月,占全年雷暴日数60% 以上,其中8 月雷暴日数最多。

2.2 雷电的空间分布特征

雷暴日是气象观测站通过观测人员听到的雷暴日数,但是林芝市内有人站点较少,仅有4 个,因此能一定程度上反映雷电活动的时间特征,却不能反映雷电活动空间特征。而雷电数据不同于雷暴日数据,其提供的雷电统计数据更加科学合理,能够精确反映地闪发生的时间、位置、强度等。近年来,林芝市各地ADTD 闪电定位监测系统的投入使用,地闪数据不断完善,选取2014 年5 月–2016 年4 月92°E~99°E, 27°N~31°N ADTD 闪电定位仪监测数据来分析林芝市雷电活动的时空分布规律。在观测时段内共筛选出闪电样本28644 个,平均强度47.34 kA;其中负闪24587 个,占85.8%,平均强度45.80 kA;正闪4057 个,占14.2%,平均强度56.61 kA。林芝市闪电主要集中在午后至夜间15:00–21:00,占总数的75%,且在17:00 达到峰值,这与午后到夜间易发展成强对流天气时段有较好的相关性,具体如图4 所示。

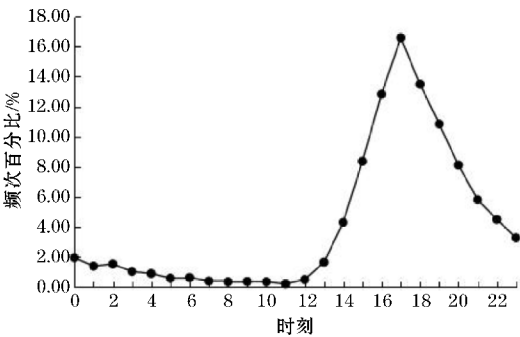


图4 林芝市雷电日变化趋势

闪电频次是闪电活动的重要参数。采用网格法^[10] 计算林芝市内多年平均的闪电频次。网格法是将研究区域划分成若干个连续的面积相近的虚拟网格,分别统计每个网格中闪电次数。综合考虑雷电定位误差、数据意义及图片质量相对精细程度,将统计网格取为30 km×30 km,每个网格面积约为900 km²,并借助ArcGIS 中的空间分析模块,采用空间分析法和克里金插值法,进行平均运算获得内差单元,获得雷电活动空间分布特征如图5 所示。

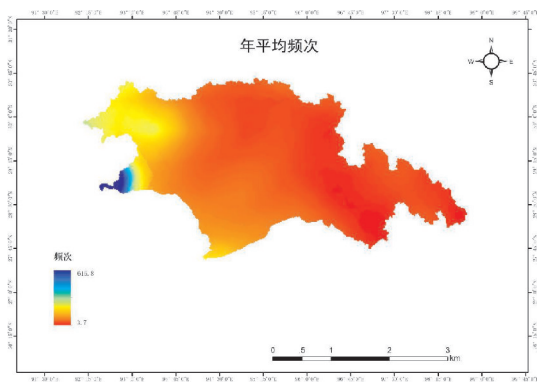


图 5 林芝市雷电活动分布特征

林芝市雷电活动西部高于东部,南部高于北部。主要发生在朗县、工布江达县境内、巴宜区、米林县西部及墨脱县中南部。其中有 1 个较强中心在朗县中西部,越往西闪电次数越多,2 个较弱的中心区域分别在工布江达县、墨脱县南部。从闪电的分布情况来看与林芝市雷暴日数分布情况较一致,波密、察隅闪电较少,巴宜区、米林县较多,且巴宜区闪电比米林县多。

3 雷电风险区划

从灾害学角度出发,雷电风险区划主要考虑致灾因子危险性和承灾体易损性两个因子^[11-12]。雷电灾害风险评估模型为雷电风险=致灾因子危险性×承灾体易损性。即

$$R=f(h,v)=H^a \times V^b \tag{1}$$

其中, R 、 H 、 V 分别为雷电灾害的风险、致灾因子危险性和承灾体易损性; a 、 b 为致灾因子与承灾体对风险的影响程度的权重系数。

3.1 致灾因子危险性

雷电风险的致灾因子主要是由闪电密度和闪电强度决定。闪电密度是指每年每平方公里发生闪电的次数,即单位面积闪电频次。闪电强度越大,单位面积出现闪电次数越多,危险性就越高,雷电灾害发生的风险就越大,造成的损失也就越严重。由于该区闪电密度太小且规律性不强,不能有效反应雷电活动特征,因此采用 30 km×30 km 网格内年平均频次和平均强度作为密度和强度的评价指标。因闪电频次和强度是不同计量因子,为便于计算,将各因子按照式(2)量化成 1~10 的无量纲指标^[2]。闪电年平均频次、平均强度标准化后利用式(3)叠加分析、加权总和,绘制出本市致灾因子危险性分布如图 6 所示。

$$x' = \frac{x}{x_{\max}} \times 10 \tag{2}$$

$$H = H_1 \times 0.667 + H_2 \times 0.333 \tag{3}$$

其中 x 为各因子的原始数据, x_{\max} 为各因子的最大值, H_1 为年平均闪电频次, H_2 为平均强度。

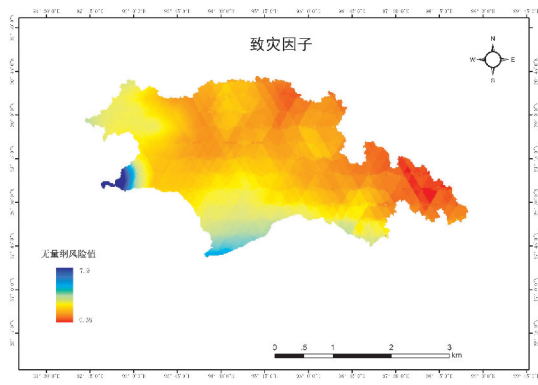


图 6 林芝市雷击致灾因子危险性分布

雷击致灾因子危险性分布,能反映某地区遭受雷击灾害的可能性大小。由图 6 可知,雷击致灾因子危险性分布与雷电活动频繁程度密切相关,雷电活动频繁的地区危险性也较高,其中朗县中西部,是林芝市危险性最高的地方。林芝市雷电活动具有较强的区域性,从研究时段数据看,全市闪电平均强度相差不大,最多几倍之差。但是在朗县,尤其朗县中西部地区,发生闪电的频次远高于其他区域,最高可达上百倍,这也导致该区致灾因子危险性最高。总体来看林芝市雷电灾害致灾因子危险性西部高于东部,南部高于北部。危险性由高到低依次为朗县的中西部、墨脱南部、察隅南部及西南部、工布江达县中西部、波密西北和东南部、巴宜区、米林县、察隅县东部及北部。

3.2 承灾体易损性

雷电灾害风险不仅与雷电自身的活动有关,还与雷击承灾体的易损性有关,而承灾体评价指标十分复杂。通过对林芝 10 多年雷击灾害统计分析,林芝雷击灾害多发于农村、城镇、草地、耕地等农牧民活动密集的场所,主要造成农牧民、畜牧死伤及房屋、电器等损坏,严重威胁人们的生命财产安全;而林地雷击所占比例很小,有统计以来林地因雷击发生的灾害仅一起。由林芝市统计年鉴,得到林芝市大部分地区农村人口多于城镇人口,且林芝地处中国西部,农牧民文化程度相对较低、缺乏灾害防范意识,故农村地区雷电灾害频发。为便于研究的开展,将复杂的承灾体评价指标使用土地利用类型代替。

3.2.1 雷击承灾体易损性系数

利用 2015 年中国土地利用分类数据(数据来源于中国科学院资源环境科学数据中心)找出林芝市土地利用分类数据,根据实际情况将林芝市土地利用类型分为耕地、林地、草地、水域、城市、农村居住地、未利用地 7 类。

不同利用类型土地遭受雷击灾害的概率和防御能力不同,同时根据林芝市在不同土地利用类型雷击灾害造成

的损失和人口分布特征,利用层次分析法(AHP)^[13-14]确定各类土地利用类型的易损性系数,见表1。

表1 林芝市各土地利用类型的易损性系数

土地利用类型	耕地	林地	草地	水域	城镇	农村居住地	未利用土地
易损性系数	0.071	0.045	0.145	0.045	0.278	0.386	0.030

3.2.2 雷电灾害承灾体易损性分布

承灾体易损性分布,是将林芝市土地利用类型,按30 km×30 km的均匀网格划分,然后采用面积归属法来计算网格区域内的易损性值,再利用GIS技术绘制易损性值分布图如图7所示。承灾体易损性大小,是反应承灾体对雷电灾害的敏感程度,承灾体易损值越大,受到灾害时,造成损失的风险也就越大,反之越小。由图7可知,林芝市承灾体易损区域主要在中西部以及北部,总体西部高于东部,北部高于南部。由于朗县、工布江达县、米林县,草地多畜牧业较发达,雷电灾害易造成较多的畜牧伤亡,且该区海拔较高,每年虫草采挖季(每年4-6月),有大量的农牧民到高山草地采挖虫草,雷电灾害也易造成较多人员伤亡,其次波密县、巴宜区、工布江达县,地处318国道沿线,道路沿线农村居住地多,人类活动频繁,雷电灾害造成人员比列伤亡较高。故承灾体易损性,由大到小依次为朗县、工布江达县、巴宜区、米林县、波密县、察隅县、墨脱县。

密县、察隅县。其中朗县、工布江达县、墨脱县西边均为雷电灾害高风险区,米林县、巴宜区、墨脱县南部以及工布江达县、巴宜区、波密县交界处一带属雷电灾害次高风险区。

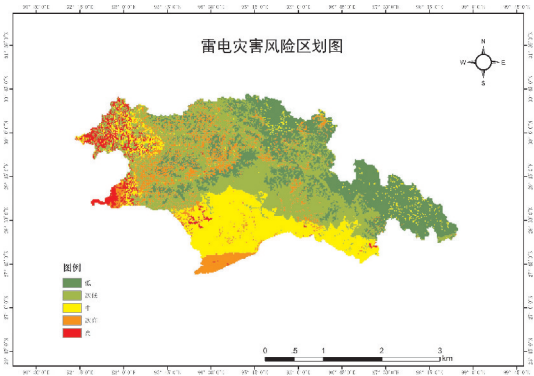


图8 林芝市雷电灾害风险区划图

4 结论与讨论

(1)林芝市雷暴日夏季最多,春季次之,秋季很少,冬季几乎不发生。雷电主要出现在15:00-21:00,且在17时达到峰值。

(2)林芝市雷电频次西部高于东部,南部高于北部。主要发生在朗县、工布江达县境内、巴宜区、米林县西部及墨脱县中南部。

(3)林芝市朗县、工布江达县、墨脱县西边均为雷电灾害高风险区,米林县、巴宜区、墨脱县南部以及工布江达县、巴宜区、波密县交界处一带属雷电灾害次高风险区。

(4)通过分析和研究林芝市雷电活动特征和雷电风险区划图的制作,能够更加直观和定性的分析林芝市雷电灾害防御重点区域,为加强全市防雷减灾规划、提高全民防雷意识,以及各级主管部门开展防雷减灾工作和管理决策提供参考和指导。

(5)研究还存在一些不足。使用的雷电数据资料时间序列较短,只能反映某时期的雷电活动空间特征,代表性欠佳,因需要累积更长时间序列和不同时期的资料,进行修正;评级指标过于单一化,为了提高风险区划的精度和准确度,还需进一步完善指数模型,选取更多的评价指标等。

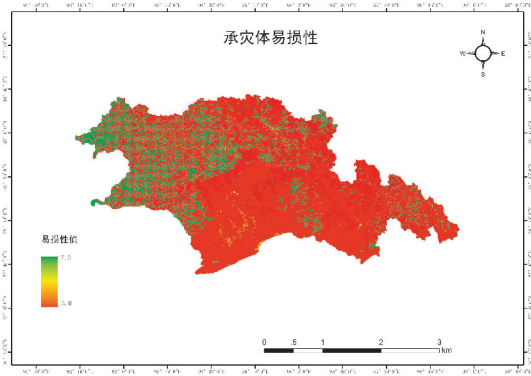


图7 林芝市雷击承灾体易损性分布

3.3 林芝市雷电灾害风险

根据式(1)雷电风险评估模型计算林芝市雷电灾害风险度,采用层次分析法(AHP)确定权重系数a为0.667、b为0.333。运用GIS技术,先将雷电灾害风险评估指标致灾因子及承灾体易损性进行空间叠加运算,再利用自然断点分级法^[15]将雷电灾害风险值划分为低风险区、次低风险区、中风险区、次高风险区、高风险区五个等级,并基于ArcGIS绘制林芝市雷电灾害风险区划图如图8所示。林芝市雷电灾害风险由高到低依次为:朗县、工布江达县、墨脱县、米林县、巴宜区、波

参考文献:

- [1] 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):441-448.
- [2] 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):35-40.
- [3] 李彩莲,赵西社. 陕西省雷电灾害易损性分析、评估及易损度区划[J]. 灾害学,2008,23(4):49-53.
- [4] 刘三梅,吕海勇,陈绍东,等. 广东省雷电区划研究[J]. 资源科学,2014,36(11):2337-2344.
- [5] 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.
- [6] 王俊芳,曹冬杰,卢红,等. 西藏羊八井地区的闪电活动特征[J]. 高原气象,2011,30(3):831-836.
- [7] 罗骥翔,许永彬. 西藏自治区雷暴时空分布特征[J]. 安徽农业科学,2015,43(23):173-176,240.
- [8] 林志强,假拉,罗骥翔,等. 青藏高原闪电特征时空分布特征[J]. 气象科技,2012,40(6):1002-1006.
- [9] 陈阿仲,周兴瑶,罗承桢,等. 基于GIS技术的雷电灾害风险区划研究[R]. 厦门:第二十八届中国气象学会年会,2011.
- [10] 陈家宏,郑家松,冯万兴. 雷电日统计方法[J]. 高电压技术,2006,32(11):115-118.
- [11] Petak. Natural hazard risk assessment and public Policy[M]. New York:Springer-Verlag,1992.
- [12] Burton I R. The environments hazard[M]. New York:The Guildford Press,1994.
- [13] 樊运晓,罗云,陈庆寿. 承灾体脆弱性评价指标中的量化方法探讨[J]. 灾害学,2000,15(2):78-81.
- [14] Saaty T L. The Analytic Hierarchy Process[M]. New York:Megraw Hill,1980.
- [15] Toshihiro Osaragi. Classification methods for spatial data representation: CASA working papers. No40 ISSN 14671298 working paper[R]. London, UK: Centre for Advanced Spatial Analysis (UCL),2002.

Lightning Risk Division for Nyingchi City

WANG Hua, YANG Qianpeng

(Nyingchi Meteorological Service. Nyingchi 860000, China)

Abstract: The This paper is aimed to study studies the classification of lightning risk level of Nyingchi (city of Tibet) for better service in preventing of lightning disaster and bringing down the impact caused by the hazard. Firstly, the temporal and spatial characteristics of the occurrence of lightning are concluded obtained by analyzing employing the mathematical statistics, GIS spatial analysis and Kriging Interpolation method to analyze the data of thunderstorm days and ADTD flash with mathematical statistics method, GIS spatial analysis method and Kriging Interpolation employed. Then, based on the data of the circumstances of land use classification, the utility characteristics of land struck by lightning and population distribution in Nyingchi City, the weight of evaluation index is calculated and then the lightning risk calculation model is established by using analytic hierarchy process (AHP). Finally, GIS spatial analysis method and natural breakpoint method are applied to classify the lightning risk in of Nyingchi City. The results indicate that the 30 a average values of thunderstorm days in the stations of Bayi District, Mainling County, Bomê County and Zayü County in Nyingchi City were are 27.9 d, 15.2 d, 7.2 d and 9.1 d, respectively. Most thunderstorm days happened happens mostly in spring and summer, many in follow by autumn, and few in autumn winter and nearly none in winter. Lightning occurred frequently during 15:00-21:00 and peaked at 17:00. The lightning frequency in western Nyingchi City is higher than that in the eastern part and it is higher in southern Nyingchi City than that in the northern part, with major occurrence in Nang County, Gongbo'gyamda County, Bayi District, western Mainling County and south-central Mêdog County. In Nyingchi City, the high-risk areas of lightning disasters are Nang County, Gongbo'gyamda County and western Mêdog County, and the secondary high-risk areas of lightning disasters are Mainling County, Bayi District, southern Mêdog County and the border zone of Gongbo'gyamda County, Bayi District and Bomê County.

Keywords: meteorology; lightning risk division; lightning frequency; lightning intensity; GIS; Nyingchi