

云南省雷电灾害易损性分析及区划

王 惠^{1,2} 邓勇³ 尹丽云^{1,3} 许迎杰³ 景元书⁴

(1. 南京大学大气科学系 210093; 2. 云南省玉溪市气象局;
3. 云南省气象局; 4. 南京信息工程大学)

提 要: 利用云南省124个气象台站1971—2005年年平均雷暴日数资料及2001—2005年雷电灾害资料,从灾害易损性的角度出发,对云南省雷电灾害进行系统的分析研究,计算了各州市的雷击密度、雷击灾害频数、经济易损性指标、生命易损性指标,最后进行了综合评估,初步形成了云南省雷灾易损性区划。结果表明,某一地区雷击灾害的发生及其造成的损失情况既与该地所处的地理位置、大气环境状况有关,也与该地人口密度、经济发展状况有关。所形成的区划对各地防御和减轻雷电灾害,采取有效管理措施提供了比较客观的科学依据。

关键词: 雷电灾害 易损性 区划

Vulnerability Analysis and Zoning of Lightning Disaster in Yunnan Province

Wang Hui^{1,2} Deng Yong³ Yin Liyun^{1,3} Xu Yingjie³ Jing Yuanshu⁴

(1. Department of Atmospheric Science, Nanjing University, 210093; 2. Yuxi Meteorological Office of Yunnan Province;
3. Meteorological Bureau of Yunnan Province; 4. Nanjing University of Information Science and Technology)

Abstract: The number of annual average thunder-day of 124 meteorological stations in Yunnan Province from 1971 to 2005 and the data of lightning disaster form 2001 to 2005 were collected. Lightning disaster was systematically analyzed in view of vulnerability. Lightning striking density, lightning disaster frequency, economic vulnerability indices and life vulnerability indices exposed to lightning disaster were calculated. After comprehensive evaluation of the vulnerability of lightning, the vulnerability zoning in Yunnan Province was also concluded. The result showed that the lightning occurrence and induced losses is not only related to the geographical position, atmospheric environment, but also to the population density and economic development situation. The given zoning provides some objective references for lightning prevention, disaster mitigation and taking effective measures.

Key Words: lightning disaster vulnerability zoning

资助项目: 2006年中国气象局多轨道研究型业务《云南省雷电监测预警业务系统的研究开发》; 2006年云南省气象局业务研究《低纬高原地区雷电探测资料运用和预报方法研究》

收稿日期: 2007年3月12日; 修定稿日期: 2007年10月24日

引 言

雷电是发生在自然大气中的瞬间放电现象,雷电直接击在建筑物、大地或其它物体上,能产生巨大的电效应、热效应和机械力,对国家经济和社会发展及人民群众生命财产安全带来严重危害。云南省是全国的“重雷区”之一,2005年,全省发生雷击事故434起,造成51人死亡、91人受伤,经济损失21384万元,随着微电子技术的快速发展,雷电灾害造成的损失会越来越大。因此对雷电灾害进行分析和评估,有针对性地开展灾害预防十分必要。

对于雷电灾害,目前研究较多的是个例灾后评估,即某处遭受雷击之后,通过实地调查,得到接近准确的灾害损失情况,为灾后重建提供依据。从灾害易损性的角度出发,以实证的方法,对区域雷电灾害进行系统性的分析研究,显得较为欠缺。严春银^[1]应用雷灾易损性指标对江西省各区市的雷灾易损性进行了综合评估,初步形成了江西省雷灾易损性区划;牛海顺^[2]划分了青海东部地区的雷暴日等级,通过对4年的各类雷电灾害的统计分析,提出了青海东部地区的防雷减灾对策。本文利用云南省124个气象台站35年年平均雷暴日数资料及2001—2005年能收集到的全省16个州市雷电灾害资料,计算了各州市的雷击密度、雷击灾害频数、经济易损性指标、生命易损性指标,得到16个州市的雷电灾害综合易损指数,在此基础上对全省雷电灾害易损性进行了初步区划,对防雷减灾工作有一定参考作用。

1 云南省区域环境背景分析

1.1 地理地貌环境背景分析

云南地处中国西南边陲,位于 $21^{\circ}8'32''$

$\sim 29^{\circ}15'8''\text{N}$ 、 $97^{\circ}31'39''\sim 106^{\circ}11'47''\text{E}$,北回归线穿省而过,总面积 $39.4\times 10^4\text{km}^2$,其中84%为山地^[3]。

云南是一个高原山区省份,属青藏高原的南延部分,境内山峰林立,河流众多,海拔在2500m以上的主要山峰就有30座;有大小河流600多条,集水面积遍布全省。高山、河流、盆地相间分布,居民建筑依山而建、傍水而居,为雷电灾害的孕育和发生提供了良好的地理环境。

1.2 土壤环境背景分析

云南省有16个土类,其中红土占50%,黄土占20%,紫色土和石灰岩土占8.98%^[3],坝区旱地主要是红土,土壤电阻率为 $50\sim 100\Omega\cdot\text{m}$,山区旱地主要是含沙砾的红土和黄土,土壤电阻率为 $300\sim 500\Omega\cdot\text{m}$,石灰岩溶地貌地区则达到 $2000\sim 3000\Omega\cdot\text{m}$ 。土壤电阻率较高,为了达到防雷设计要求的低接地电阻,必须添加降阻剂或采取其他措施,导致工程成本增加,因此,防雷设施的安装和检测在经济欠发达地区普及很困难,这在一定程度上降低了对雷击灾害的承受能力。

1.3 人文环境背景分析

2005年,云南省年末人口为4450.4万人,人口密度为 $113\text{人}\cdot\text{km}^{-2}$,其中农业人口占83.7%,少数民族人口占33.5%,城镇化水平为29.5%,低于43%的全国平均水平^[3]。广大农村人口主要居住在山区,地形、气候条件复杂,基础设施落后,各方面条件较差,缺乏雷电防护意识和防护设施,较容易受到雷电的侵袭。

1.4 经济发展状况分析

2005年,云南省国内生产总值达到3472.3亿元,人均生产总值从2000年的4637元,增加到7833元,年均递增13.8%,

固定资产投资从 2000 年的 697.94 亿元增加到 1755.3 亿元,年均递增 30.3%,外贸进出口总额从 2000 年的 181283 万美元增加到 473822 万美元,年均递增 32.3%^[3],随着西部大开发的深入进行和东南亚国际大通道的打通,云南的经济将呈现出越来越好的发展势头,同时,随着经济的进一步发展特别是弱电设备的大量使用,雷电灾害造成的损失也会越来越大。

2 云南雷暴空间分布特征

云南年平均雷暴日数的空间分布呈南多北少特征(图 1)。最南端的西双版纳年均雷暴日数最多,为 97~138 天/年;滇中地区为 50~97 天/年,各站点间差异相对较小;西北角的迪庆和东北角的昭通年均雷暴日数最少,仅为 22~50 天/年^[4]。

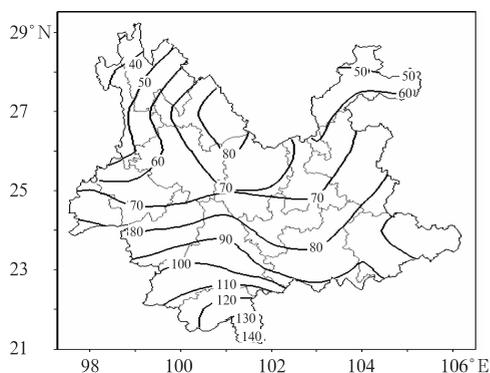


图 1 云南省 1971—2005 年 35 年平均雷暴日数分布^[4]

3 云南省雷灾易损性分析

3.1 易损性概念

易损性是指事物容易受到伤害或损伤的程度,它反映特定条件下事物的脆弱性。灾害的发生是由致灾环境的危险性和承灾体的易损性(或脆弱性)决定的^[5-6]。前者就区域

而言,其产生和存在是客观的、自然的,要改变致灾因子是困难甚至是不可能的,而承灾体则不同,人为因素起着相当重要的作用,相同灾种、相同烈度的灾害在不同承灾体上造成的结果是不同的。人类及其居住环境之间平衡与否以及平衡的程度都可能影响到灾情的严重程度,而这种不平衡又可以通过人类的管理和规划、防御等活动得到改善。

承灾体易损性分析包括自然易损性、经济易损性和社会易损性^[6]。

具体到雷电灾害,雷灾易损性是指人身和财产容易受到雷电伤害或破坏的程度,它直接反映了人身和财产在遭受雷电袭击时的脆弱性。其致灾因子是雷电,承灾体是处于地面上的人和物体^[1]。对于雷电这种致灾因子,以目前的科技手段,要消除是不可能的,但人类却可以通过科技认识和有效的管理、规划来防御,防护措施做得好,可避免和减轻灾害,反之,则导致灾害的发生。因此,减轻雷电灾害的关键是如何降低承灾体的易损性,增强承灾体的承受能力。

3.2 雷灾易损性评价指标

借鉴承灾体脆弱性评价指标的量化方法,结合雷电灾害的实际情况,指标的选取根据以下 4 种方法综合而得^[5,7]:① 根据灾后损失评估体系采用反推法确定指标;② 基于社会对雷灾易损性的概念理解,构建指标;③ 从区域宏观经济发展描述选取指标;④ 由灾害案例分析损失情况,采用信息量法确定指标。本文采用以下 4 个指标来分析云南省的雷灾易损性^[1,6]:① 雷击密度 D ^[8];② 雷电灾害频数 F ;③ 经济易损指标 E ;④ 生命易损指标 P 。其中前两项指标着重于雷电灾害发生频率和次数的评价,反映致灾因子的时空分布和承灾体的受损程度,后两项指标则侧重于灾害损失的评估,反映承灾体的受损强度。

3.2.1 雷击密度 D

$$D = 0.024T_d^{1.3} \quad (1)$$

式中, D 为单位面积内雷击大地的年平均次数, 单位为次 $\cdot \text{km}^{-2} \cdot \text{年}^{-1}$, 反映了某一地区雷电活动的自然规律。雷击密度越大, 说明雷电灾害的孕灾环境复杂, 致灾因子活跃, 承灾体易损性大。 T_d 为年均雷暴日数。

3.2.2 雷击灾害频数 F

$$F = N/n \quad (2)$$

指区域内发生雷电灾害的年平均次数, N 为统计样本内发生雷电灾害的总次数, n 为统计样本量。 F 表示区域内发生雷击灾害的频率和次数的高低, 客观反映了区域的易损性情况。

3.2.3 经济易损指标 E

$$E = D_s/S \quad (3)$$

式中 E 为区域发生灾害时单位面积上的经济损失, 单位为万元/ 100km^2 , D_s 为统计年限内区域因雷电灾害造成的经济损失, S 为区域国土面积。 E 客观反映了区域灾害损失程度和损失分布情况, 间接反映了区域防灾、

抗灾能力和可恢复能力。

3.2.4 生命易损指标 P

$$P = L/S \quad (4)$$

式中 P 为区域发生灾害时单位面积上受危害的人口数量, 单位为人/ 100km^2 , L 为统计年限内区域因雷电灾害造成的人员伤亡, S 为区域国土面积。 P 客观反映了区域内生命对雷电灾害的敏感性, 也间接地反映了区域防灾、抗灾能力。

3.3 云南省雷灾易损性指标

3.3.1 区域划分

云南省现有 16 个州市, 为使研究成果应用于指导防灾减灾实践, 应保持行政区的完整性, 故以各州、市为分析单元, 进行易损性对比分析。

3.3.2 易损性评价

根据 1971—2005 年各气象台站年均雷暴日数资料和 2001—2005 年各州市雷电灾害损失资料, 计算各州市雷灾易损指标, 结果见表 1。

表 1 云南省各州市雷灾易损性指标

	昆明	曲靖	玉溪	保山	昭通	丽江	楚雄	红河	文山	普洱	版纳	大理	德宏	怒江	迪庆	临沧
雷击密度	5.43	6.28	6.27	5.84	2.62	7.74	6.42	8.08	8.15	10.06	12.25	5.24	7.15	3.55	4.03	7.97
雷击灾害频数	51.33	10.00	83.33	19.67	5.00	15.67	35.00	45.33	5.33	73.00	19.00	28.33	26.00	0.50	4.00	20.00
经济易损性指标	3.12	1.41	13.31	4.43	0.91	4.53	2.62	5.03	1.38	2.04	1.58	3.23	6.86	0.27	0.63	2.91
生命易损性指标	0.10	0.04	0.06	0.05	0.05	0.06	0.03	0.11	0.03	0.07	0.03	0.02	0.01	0.01	0.01	0.07

3.3.3 综合评价指数

为便于分析和评价, 综合评价指数采用极高、高、中、低、极低 5 级描述。距平百分率在 $-20\% \sim +20\%$ 内为中, 指数定为 0.6, 距平百分率在 $+21\% \sim +40\%$ 内为高, 指数定

为 0.8, 距平百分率 $>40\%$ 为极高, 指数定为 1.0, 距平百分率在 $-21\% \sim -40\%$ 内为低, 指数定为 0.4, 距平百分率 $<-40\%$ 为极低, 指数定为 0.2。将各区域各项指数之和作为各州市综合易损指数, 结果见表 2。

表 2 云南省各州市雷灾综合易损指数

	昆明	曲靖	玉溪	保山	昭通	丽江	楚雄	红河	文山	普洱	版纳	大理	德宏	怒江	迪庆	临沧
雷击密度指数	0.6	0.6	0.6	0.6	0.2	0.6	0.6	0.6	0.8	1.0	1.0	0.4	0.6	0.2	0.2	0.6
雷击灾害频数指数	1.0	0.2	1.0	0.4	0.2	0.4	0.8	1.0	0.2	1.0	0.4	0.6	0.6	0.2	0.2	0.4
经济易损性指数	0.6	0.2	1.0	0.8	0.2	0.8	0.4	1.0	0.2	0.4	0.2	0.6	1.0	0.2	0.2	0.6
生命易损性指数	1.0	0.6	0.8	0.6	0.6	0.8	0.4	1.0	0.4	1.0	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	1.0
综合指数	3.2	1.6	3.4	2.4	1.2	2.6	2.2	3.6	1.6	3.4	1.8	1.8	2.4	0.8	0.8	2.6

分析表 2 得出:全省雷击密度较高的地区位于滇南的普洱、版纳、文山等地;雷击灾害频数较高的地区位于滇中的昆明、楚雄、玉溪到南部的红河、普洱一带;经济易损指数较高的地区是玉溪、保山、丽江、德宏、红河等地;生命易损指数较高的是昆明、玉溪、丽江、红河、普洱、临沧。

综合指数表明,全省雷击灾害易损度较高的地区并不在雷暴活动频繁的南部,而在文化经济相对较发达、人口密度较高的中部一带;滇西北和滇东北由于所处纬度较高,雷暴活动少,加上地广人稀,经济不发达,因而成为全省雷击灾害易损度最低的地区。

表 2 的结果说明,某一地区雷击灾害的发生及其造成的损失情况既与该地所处的地理位置、大气环境状况有关,也与该地人口密度、经济发展状况有关。

4 云南省雷灾易损区划

将综合指数按 5 级划分: <1.3 为极低易损区, $1.3\sim 1.7$ 为低易损区, $1.8\sim 2.2$ 为中易损区, $2.3\sim 2.7$ 为高易损区, >2.7 为极高易损区,可以得到云南省雷灾易损区划表和图,见表 3 和图 2。

表 3 云南省雷在易损区划表

分区名称	范围			
极高易损区	昆明	玉溪	红河	普洱
高易损区	保山	德宏	丽江	临沧
中易损区	楚雄	版纳	大理	
低易损区	曲靖	文山		
极低易损区	昭通	怒江	迪庆	

5 结论和讨论

(1) 某一地区雷击灾害的发生及其造成的损失情况既与该地所处的地理位置、大气环境状况有关,也与该地人口密度、经济发展状况有关。滇中地区是全省人口密度最大、经济最发达的地区,而滇西南是雷暴多发地区,因而成为雷灾易损度较高的地区。

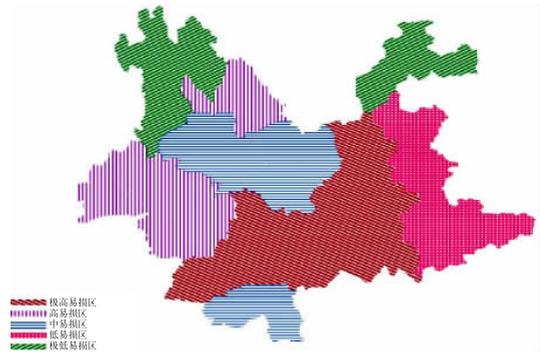


图 2 云南省雷灾易损区划图

(2) 进行区域雷灾易损性评估,指标的选取至关重要,文章用实际发生的灾害资料,用历史反推法来评估可能有一定不足;同时,云南省建立雷电灾害报告、调查、鉴定、评估制度的时间不长,所收集的资料年限过短且难免有遗漏之处,有待进一步研究和探讨。

(3) 云南自然灾害频繁,灾害损失大,本文不仅对云南省防御和减低雷电灾害损失有一定的实际意义,而且也为开展其它方面的灾害评估和区划提供了一种思路和方法。

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] 牛海顺, 李维强. 青海东部雷电灾害分析及防雷减灾对策[J]. 青海环境, 2006, 16(3): 97-98.
- [3] 云南省统计局. 云南统计年鉴-2006[M]. 北京: 中国统计出版社, 2006.
- [4] 尹丽云, 许迎杰, 张腾飞. 云南雷暴的时空分布特征[J]. 灾害学, 2007, 22(2): 87-92.
- [5] 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.
- [6] 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[J]. 灾害学, 2001, 16(3): 59-63.
- [7] 冯利华, 吴樟荣. 区域易损性的模糊综合评判[J]. 地理学与国土研究, 2001, 17(2): 63-66.
- [8] 国家机械工业部. 建筑物防雷设计规范[S] GB/50057-94. 北京: 中国计划出版社, 2001: 附录 1.
- [9] 曾山伯, 肖稳安, 李霞. 苏州地区雷暴活动规律和雷灾分析[J]. 气象科学, 2006, 26(5): 517-524.
- [10] 张义军, 周秀骥. 雷电研究的回顾和进展[J]. 应用气象学报, 2006, 17(6): 829-834.