

陕西省雷电灾害易损性分析、评估及易损度区划^{*}

李彩莲^{1,2}, 赵西社³, 赵东¹, 姚东升¹, 杜建忠¹

(1. 陕西省防雷中心, 陕西 西安 710015; 2. 南京信息工程大学 遥感学院,
江苏 南京 210044; 3. 咸阳市气象局, 陕西 咸阳 712000)

摘要: 根据2002~2007年陕西省10个市的雷暴日和雷电灾害统计资料, 结合陕西各市的经济和人口密度特征, 提出了雷暴日数、雷电灾害频度、生命易损模数及经济易损模数作为各市雷电灾害易损性评估指标, 并在此基础上, 给出了陕西各市雷电灾害易损度评估结构。采用四级分区法对上述雷电灾害易损性评估指标进行了分级, 并赋予各等级如下定值: 极高级为1.0、高级为0.8、中级为0.5、低级为0.2。将陕西省10市按照四个雷电灾害易损性评估指标的所属等级获取相应等级值, 将各市四个评估指标的等级值累加得到平均值作为雷电灾害易损性评估的评价指数, 并利用上述四级分区法形成陕西省雷电灾害易损度区划。

关键词: 雷电灾害; 评估指标; 易损度区划; 陕西

中图分类号: X43; P446 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-811X(2008)04-0049-05

0 引言

雷电灾害是一种严重的气象自然灾害, 是威胁公共安全的主要隐患之一, 在现代生活中, 雷电不仅对生命造成危害, 使建筑和森林发生火灾, 更严重的是对电力、广播电视、航天航空、邮电通讯、国防建设、交通运输、石油化工、电子工业等产生危害。随着社会经济和科学技术的迅速发展及城镇化进程不断加快、现代建筑物中高科技含量的增加、建筑材料的多样化、新建建筑物智能化程度的提高、计算机与通信信息系统及电子控制系统的广泛应用, 雷电对建筑物的破坏, 尤其是雷击电磁脉冲对微电子控制系统损坏的事件时有发生, 灾害造成的损失逐年扩大。加之目前还存在防雷设施不完善, 防雷产品良莠不齐等问题, 使防雷减灾形势日趋严峻。

据保守估计, 我国每年因雷电灾害造成的直接经济损失达数亿元, 而由此造成的间接经济损失则难以估计, 产生的社会影响也越来越大^[1]。陕西省2002~2007年共发生雷击事件246起, 伤亡105人, 直接经济损失6000万元以上, 间接经济损失可达到亿元以上。

在科学研究的基础上对自然灾害进行风险区

划分析, 能将灾害防御管理提高到风险管理的程度, 对于减灾和救灾有十分重要的指导意义。国内外关于地震、洪水、泥石流等风险区划的研究很多^[2-4], 但有关雷电灾害风险区划的研究显得相对薄弱。尹娜等^[5]对广东省雷电灾害进行了风险区划分析, 江苏省也做了类似的工作^[6]。对陕西进行区域雷电灾害易损性分析及易损度区划, 为当地政府防御雷电灾害提供决策依据具有重要的意义。

1 资料说明和易损性指标计算方法

由于气候背景、气象条件和环境地形等短时间不会出现较大改变, 因此陕西省雷电灾害的致灾因子具有相对稳定性, 雷暴日数能代表一个区域内雷暴活动的频繁程度, 表征该区域内的雷电灾害的孕灾危险程度。本文的雷暴日资料来自2002~2007年陕西10个市各个县气象观测站逐日地面气象观测资料, 将每个气象站的年平均雷暴日数合计并进行平均得到各市雷暴日数。

采用的雷电灾害资料分别取自2002~2006年《全国雷电灾害汇编》, 2007年取自陕西省10市的雷击灾害报告。由于各市的人口具有相对稳定性, 本文未考虑各市人口年际变化, 仍使用2005年陕

^{*} 收稿日期: 2008-04-01

基金项目: 2008年中国气象局新技术推广项目(CMATG2008M53); 陕西省气象局2008年度气象科技创新基金项目
作者简介: 李彩莲(1965-), 女, 陕西靖边人, 理科学士, 从事雷电业务管理工作. E-mail: dianxianjiebing@163.com

西省 1% 人口抽样调查结果数据^[7]。各市国民生产总值(GDP)采用的是 2002 ~ 2007 年的平均值, 其中 2002 ~ 2005 年值采用《陕西省统计年鉴》中的数据, 2006 - 2007 年采用各市政府工作报告里的数据。

灾害的发生是由致灾环境的危险性和承灾体的脆弱性共同决定的^[8]。陕西省“雷电灾害易损性”反映了本地区面对雷电发生时的敏感度, 其既与各市自然雷暴的气候背景有关, 也与遭受雷电灾害地市的经济、人口密度特征等有关。本文借鉴相关研究方法, 采用以下 4 个指标来评价陕西省雷电灾害易损性: ①雷暴日数 M ; ②雷电灾害频度 P ; ③经济(GDP)易损模数 D ; ④生命易损模数 L 。雷电灾害频度是指各市每年发生雷电灾害的次数 P (次/a)。经济易损模数表示区域内发生雷电灾害时, 单位面积上的经济损失 D ($D = D_s/S$, 万元/ km^2 , 其中 D_s 用各市的 GDP 生产总值代替, S 为各市的行政面积)。该指标既可以反映区域单位面积上的经济损失, 还可以间接反映各市抵抗雷电灾害的能力及灾后恢复能力。生命易损模数表示区域发生雷电灾害时单位面积上受危害的人口数量 L ($L = L_s/S$, 10 万人/ km^2 , 其中 L_s 为各市常住人口, S 为各市的行政面积)。该指标反映了区域生命对灾害的敏感性^[9]。上述前两项指标着重于雷电及雷电灾害发生频率和次数的评价, 其反映承灾体遭受灾害的可能性程度; 后两项指标则侧重于雷电灾害损失的评估, 反映承灾体面对雷电灾害时受损程度。

2 陕西省雷暴日和雷电灾害频度特征

雷电的产生与大气环流、水汽能量、地形地貌、地理纬度等影响因子有密切的关系, 陕西地处西风带, 南北纵跨 8 个纬度, 境内地形复杂, 地貌总的特点是南北高, 中间低, 长城沿线以北为温带干旱半干旱气候, 陕北其余地区和关中平原为暖温带半干旱或半湿润气候, 陕南盆地为北亚热带湿润气候。年降水量的分布是南多北少, 受山地地形影响比较显著。雷电天气主要集中在 4 ~ 9 月, 7 ~ 8 月为最盛期。

陕西的雷暴日分布具有明显的区域特征, 图 1 为陕西省 2002 ~ 2007 年的年平均雷暴日分布图。榆林市的府谷、神木县为陕西省雷暴日最多的县, 年平均雷暴日在 35 d 以上。榆林市除了定边、靖边的年平均雷暴日数在 25 d 以下外, 其他 8 个县

与延安市各县的雷暴日数基本在 25 ~ 30 d。关中地区除了咸阳北部长武、淳化, 渭南北部韩城、白水县城外其他区域的年平均雷暴日都在 20 ~ 30 d, 其余地区的雷暴日数均在 15 d 左右。陕南地区的雷暴日数基本都在 20 ~ 25 d, 偏南地区几个县在 25 ~ 30 d, 镇巴、镇平雷暴日在 30 d 以上。由此看出陕西省的雷暴日分布整体上具有“两头多中间少, 西安及平原地区雷暴最少”的空间分布特征, 即陕北、陕南山区雷暴日较多, 关中平原的雷暴日较少。

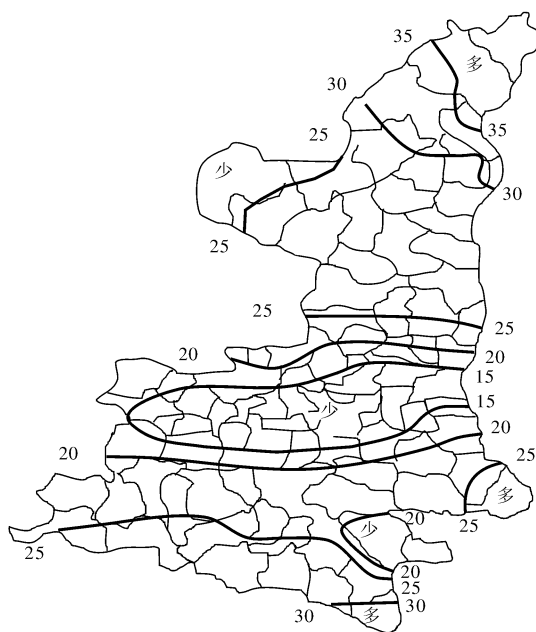


图 1 陕西省 2002 ~ 2007 年年平均雷暴日分布图(单位: d/a)

西安市和渭南北部是陕西省雷电灾害最严重的地区, 图 2 给出了陕西省近几年年平均的雷电灾害频度分布特征。西安市雷电灾害频度最高 8.0 次/a, 因西安市经济发达且微电子器件设备众多, 人口稠密, 虽然雷暴日数少, 但经济损失最大, 次之渭南市雷电灾害频度在 5.2 次/a。榆林市大部分地区和延安市虽雷暴日数多但雷电灾害频度在 1.5 ~ 2.5 次/a 之间, 因这些地区面积大人口密度低, 电子仪器等设备相对较少, 所以雷电灾害频度并不是很高。关中西部宝鸡是雷电灾害最少的区域, 年平均雷电灾害次数最少 1.3 次/a。由于宝鸡每年的雷暴日较少, 微电子仪器设备和人口密度相对较少, 因此雷电灾害也相对较少。通过上述分析可以发现陕西省各市的雷电灾害既与自然雷电活动的分布有一定的关系, 但又不完全由雷电活动的频繁程度所决定, 而与人口密度等多方面因素有关, 自然雷电活动只是雷电灾害的致灾因子之一。

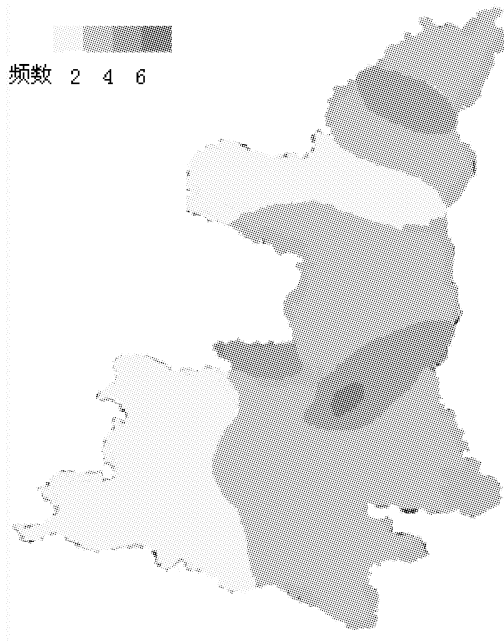


图2 陕西省2002~2007年年雷电灾害频度分布图(单位:次/a)

3 陕西省雷电灾害易损性指标分级

根据陕西省各市2002~2007年雷电灾害统计资料,从中挑选出各市的雷击事件,计算出全省各市雷电灾害频度。依据2002~2007年雷暴日统计资料,计算出全省10市的年平均雷暴日数。通过全省各市的生产总值(GDP)资料、人口和行政面积资料,计算出各市的经济易损模数和生命易损模数(表1)。

表2 陕西省各地市雷电灾害易损性指标的等级标准

评估指标	极高(1.0)	高(0.8)	中(0.5)	低(0.2)
雷暴日数	≥ 26.1	26.0~23.6	23.5~16.1	≤ 16.0
雷电灾害频数	≥ 5.1	5.0~3.1	3.0~2.1	≤ 2.0
经济损失模数	$\geq 0.030\ 6$	0.030\ 5~0.020	0.019~0.009	≤ 0.008
生命易损模数	$\geq 0.045\ 6$	0.045\ 5~0.022	0.021~0.013	≤ 0.012

为了便于各市间进行比较,将上述雷电灾害易损指标按照表2的等级进行分析,进一步计算出陕西省各市的雷电灾害综合易损度(表3)。

表3 陕西省各市雷电灾害综合易损度评估结果

地市	雷电灾害级别指标值				雷电灾害综合易损度
	雷暴日数	雷电灾害频度	经济损失模数	生命易损模数	
西安市	0.2	1.0	1.0	1.0	0.8
榆林市	1.0	0.2	0.2	0.2	0.4
延安市	1.0	0.5	0.5	0.2	0.55
铜川市	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
渭南市	0.5	1.0	0.8	0.8	0.775
咸阳市	0.2	0.8	1.0	0.8	0.7
宝鸡市	0.2	0.2	0.8	0.5	0.425
商洛市	0.5	0.5	0.2	0.5	0.425
安康市	0.8	0.8	0.2	0.2	0.5
汉中市	0.8	0.2	0.2	0.5	0.425

表1 陕西省10市雷电灾害易损性分析指标

地市	雷暴日数	雷电灾害频度	经济损失模数	生命易损模数
西安市	11	8.0	0.122	0.08
榆林市	30	1.7	0.007	0.008
延安市	28	2.3	0.009	0.006
铜川市	22	2.3	0.017	0.021
咸阳市	15	4.8	0.039	0.049
宝鸡市	15	1.3	0.021	0.021
渭南市	17	5.2	0.022	0.042
商洛市	23	2.2	0.008	0.018
安康市	24	3.7	0.006	0.011
汉中市	24	1.8	0.008	0.013

表1给出的各市的雷电灾害易损性指标,主要体现在该区域发生雷电灾害时在某一方面可能造成的损失量的大小,尚不能给出雷灾易损性大小的直观概念。为弥补上述不足,将雷电灾害易损性指标用极高、高、中、低4个级别来描述,并结合陕西省雷电灾害的实际情况,赋予各等级如下的定值^[5,8]:极高为1.0、高为0.8、中为0.5、低为0.2。分级方法采用气象学统计分析中的分级统计方法^[10],其核心思想是:首先将10市的某个指标值从小到大按顺序排列,并按第一、二组3个记录,第三、四组2个记录的方法分为4组数据。第 n ($n=1, 2, 3$)组中的最大值和第 $n+1$ ($n=1, 2, 3$)组中的最小值的平均值作为第 n' ($n=1, 2, 3$)级的最大值和第 $(n+1)'$ ($n=1, 2, 3$)级的最小值,即: $n'_{\max} = (n+1)'_{\min} = n_{\max} + (n+1)_{\min}/2$ 。全省4个雷电灾害易损性指标分级标准如表2所示。分级完成后,首先判断每个市每个指标的所属级别,最后获取平均值作为综合评价指标。

4 陕西省雷电灾害易损度区划

根据表3中的雷电灾害综合易损度的评估结果,同样采用4级分区法将陕西省10市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。计算的各等级雷电灾害综合易损度值分别为:低易损区(0.000~0.425),中易损区(0.426~0.525),高易损区(0.526~0.737 5),极高易损区(0.737 6~1.000)。最后根据10个市的雷电灾害综合易损度值,判断各自所属的易损度等级。详细区划结果见图3和表4。

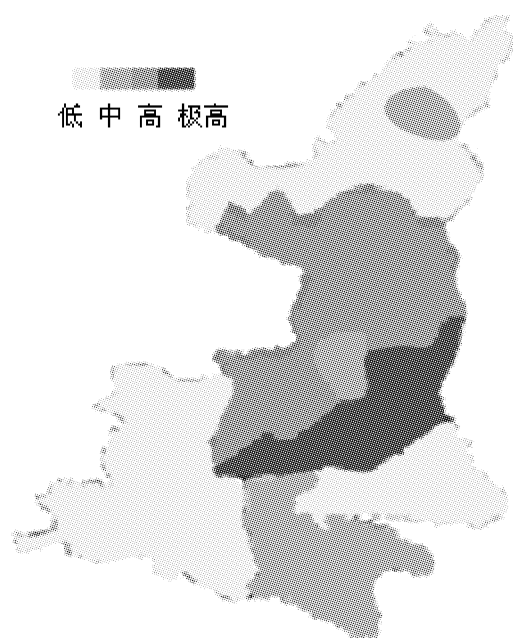


图3 雷电灾害易损度区划图

表4 陕西省雷电灾害易损度区划表

易 损 度 分区名称	市(区, 县)
低易损区	宝鸡市、商洛市、榆林市(除榆阳区、佳县)、汉中市
中易损区	榆林市(榆阳区与佳县)、铜川市、安康市
高易损区	延安市 咸阳市
极高易损区	西安市 渭南市

5 讨论

本文分析了陕西省各市的雷电灾害数据和雷暴日数据,并结合陕西省的人口和经济情况,提出了陕西省雷电灾害易损性分析指标,对陕西省10市进行了易损度区划分析,得出的结论和有待深入讨论的问题如下。

(1) 通过对陕西省雷电灾害综合评估的结果表明:西安市、渭南市为陕西省雷电灾害的极高易损区,宝鸡市、榆林市(除榆阳区、佳县外)、商洛市、汉中市为雷电灾害的低易损区域,其它市为雷电灾害的中易损区、高易损区。

(2) 进行区域雷电灾害易损性评估的关键是如何合理地选取评估指标。雷电灾害一般由云地闪引起者居多,云地闪频数是最直接地反映孕灾环境的评估指标^[10]。因此选取雷暴日作为陕西省雷

电灾害的孕灾环境背景资料。随着陕西省地闪资料的积累,应选取地闪频数作为评估指标之一,对陕西省雷电灾害易损性分布情况作进一步的探讨。

(3) 在承灾体脆弱性评价中,由于选择多个因子一起参与评价,而不同评价因子间的重要性程度存在差异,因此在进行综合易损性分析时其权重应该是不一样的。如何将本文的4个定性指标量化地考虑其权重,是需进一步研究的问题^[11,12]。

(4) 本文使用的资料时限不长,时间序列(2002~2007)样本均值的稳定性和代表性有限,用以评估和区划的可靠性不高。待收集、积累长时间序列的资料后,可对本文得出的结论修正。

(5) 雷电的人工观测有效半径为30 km以内,观测覆盖面较小,那么观测资料数据本身的客观性、全面性就受到制约,期待陕西省闪电定位自动监测系统(2004年建成)积累较长时间序列的资料数据之后,雷暴日数才有可能客观、全面。

参考文献:

- [1] 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): 830-834.
- [2] 汤爱平,董莹,文爱花,等. 国外地震风险评估和风险管理基础研究[J]. 世界地震工程, 1999, 15(3): 26-32.
- [3] 布里林格 D. R., 片山恒雄. 地震危险性评定与地震区划[M]. 黄玮琼,译. 北京:地震出版社, 1988.
- [4] 刘希林. 区域泥石流风险评价研究[J]. 自然灾害学报, 2002, 9(1): 54-61.
- [5] 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.
- [6] 《江苏省雷灾分析及经济型区划》课题组. 江苏省雷电灾害分析[EB/DL]. <http://www.jsxnm.gov.cn/uploadfiles/ldzh-fx/htm/lb.htm>.
- [7] 崔正来. 2005年末西安市常住人口突破800万[EB/DL]. <http://tieba.baidu.com/f?kz=139071957>.
- [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.
- [9] 郭虎、熊亚军、付宗钰,等. 北京市自然雷电与雷电灾害的时空分布[J]. 气象, 2008, 34(1): 13-17.
- [10] 张义军,孟青,马明,等. 闪电探测技术发展和资料应用[J]. 应用气象学报, 2006, 17(5): 613-620.
- [11] 郭虎,熊亚军、扈海波,等. 北京市雷电灾害综合评估模式[J]. 灾害学, 2008, 23(1): 14-17.
- [12] 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): 85-87.

Vulnerability Analysis' Assessment and Zoning of Thunderstorm Disasters in Shaanxi Province

Li Cailian^{1,2}, Zhao Xishe³, Zhao Dong¹, Yao Dongsheng¹ and Du Jianzhong¹

(1. *Shaanxi Provincial Lighting Protection Center, Xi'an 710015, China;*

2. *School of Remote Sensing, Nanjing University of Information Science & Technology,*

Nanjing 210044, China; 3. Xianyang Meteorological Bureau, Xianyang 712000, China)

Abstract: According to the thunderstorm disaster frequency, thunderstorm days and economic and population data of 10 cities in Shaanxi Province from 2002 to 2007, the day numbers, frequency, vulnerability evaluation indexes and economic loss rate of thunderstorms vulnerability analysis are presented as vulnerability assessment index of thunderstorm disasters in these cities. Based on them, the vulnerability assessment structures of thunderstorm disasters in each city of Shaanxi are given. Then, the vulnerability assessment indices of thunderstorm disasters are classified as four degrees with given values as following: the extreme high degree is 1.0, the high degree is 0.8, the moderate degree is 0.5, and the low degree is 0.2. The comprehensive vulnerability assessment indices of these ten cities are also graded as corresponding four degrees. Finally, vulnerability zoning of the thunderstorm disasters in Shaanxi province is made by use of the above-mentioned four degrees.

Key words: thunderstorm disaster; assessment index; vulnerability zoning; Shaanxi

+++++
(上接第 48 页)

Analysis on Characteristics of Geological Hazard Induced by Tropical Cyclone Rainfall in Fujian

Liu Aiming, Huang Zhigang, Gao Shan and Lin Xiaohong

(*Fujian Meteorological Observatory, Fuzhou 350001, China*)

Abstract: Fujian, a mountainous province, is impacted by tropical cyclone seriously. Numerous landslides due to tropical cyclone rainfall result in a great loss of life and property during typhoon season every year. Analysis on the geological disasters caused by tropical cyclone rainfalls in 1990 ~ 2006 indicate that the scale and intensity of geological hazards induced by tropical cyclone rainfall are greater than that induced by monsoon rainfall. Geological hazards are closely related with tropical cyclone track, total precipitation and daily precipitation. They mainly take place within 2 days after heavy rainfall. Before and after landfall of tropical cyclone, with the joint action of easterly jet, southwest monsoon, chilly air and warm shear, rainfall would be intensified and easily induce geological hazards.

Key words: tropical cyclone; geological hazard; heavy rainfall; Fujian