

崔新强,付佳,代娟,等.基于Arcgis和AHP的湖北省内高铁(城铁)线路雷电灾害风险区划[J].灾害学,2021,36(2):79-83.[CUI Xinqiang, FU Jia, DAI Juan, et al. Lightning disaster risk zoning on the high-speed railway (city railway) lines in Hubei province based on Arcgis and AHP[J]. Journal of Catastrophology, 2021, 36(2): 79-83. doi: 10.3969/j.issn.1000-811X.2021.02.014.]

基于 Arcgis 和 AHP 的湖北省内高铁(城铁) 线路雷电灾害风险区划^{*}

崔新强,付佳,代娟,刘静,胡宗海,唐俊,徐静

(湖北省气象服务中心,湖北 武汉 430205)

摘要:通过对湖北省内高铁(城铁)沿线相关气象、社会经济、高铁(城铁)里程与运力、地形与水系等相关资料进行离差标准化处理,采用层次分析法(AHP),选取雷电强度与频次、河网密度、海拔高度、高铁(城铁)里程与运力、人均GDP、雷电预警能力等因子构建了湖北省内高铁(城铁)线路雷电灾害风险区划模型,并使用Arcgis10绘制了湖北省内高铁(城铁)线路雷电灾害风险区划图。综合区划结果表明,湖北省内高铁(城铁)线路雷电灾害风险总体呈东部高西部低的特征,武冈城铁、武九铁路全线、京广高铁武汉站到乌龙东站为3个高危险区;武十城铁枣阳站至十堰北站、京广高铁乌龙东站以南湖北段全线、武咸城铁全线、沪汉蓉高铁汉口站以东湖北段全线为4个次高危险区。高危险区段与雷电多发区位置基本一致。研究成果对于湖北铁路运输管理部门科学防御雷电灾害和气象部门开展气象服务具有一定的参考作用。

关键词:高铁;城际铁路;雷电灾害;层次分析法;风险区划与分析

中图分类号:P426.616; X43; X915.5 **文献标志码:**A **文章编号:**1000-811X(2021)02-0079-05

doi: 10.3969/j.issn.1000-811X.2021.02.014

风险管理作为一门新的管理科学,正式形成于1960年代,至1990年代,曾作为西方商业投资人员的必修课。2003年“非典”以来,风险管理再次受到世界各国的高度关注,成为灾害科学及其相关领域的重要发展方向和研究内容。风险区划与评估作为风险管理的重要手段,在防灾减灾工作中发挥着重要作用。不断改进风险区划与评估技术,对于防范灾害风险意义重大。

雷电灾害是被联合国相关组织列为“最严重的10种自然灾害之一”^[1],也是影响我国铁路安全运行的9大气象灾害,仅次于强降雨和大风灾害^[2]。随着我国高铁里程的日益增多和高技术电子设备在高铁上的不断应用,雷电灾害对高铁安全运行造成危害日益突显。2011年7月23日,发生在浙江温州境内的动车追尾事故,造成40人死亡、172人受伤,就是因为雷击导致设备故障后应急处理不力所致。湖北处在我国南北气候的过度带,地形复杂,有平原、丘陵、山地、湖泊等,雷电灾害频发。据余田野等^[3]统计分析,2000-2008年湖北省共发生雷击事故就达千余起,因雷击造成直接经济损失数亿元,伤亡378人,其中死亡226人。

近些年来,一些学者应用不同的技术方法对雷电灾害风险进行了分析研究,并取得了一些有意义的成果。陈柳彤等^[4]根据2017年中国气象局颁布的雷电灾害风险区划技术指南^[5],采用自然

断点法对河北省雷电灾害进行了区划。殷娴等^[6]采用主成份分析法和聚类分析法对云南地震高发区雷电灾害风险区划进行了研究。郭林^[7]、陈洁等^[8]、杨超等^[9]、卜俊伟^[10]分别采用主成份分析法、聚类分析法、模糊综合判别法、数理统计法等,主要考虑地闪密度、雷电灾害强度、经济易损模数和生命易损模数等分别对河南、陕西、福建厦门、四川等地雷电灾害风险进行了分析和区划研究,但所用资料较少,区划模型也相对比较简单。余田野等^[3]则采用投影寻踪法、使用雷暴日数、地闪密度、雷电流强度及大小、电流密度等更全面的雷电资料对湖北雷电灾害进行了风险区划。张雷等^[11]、程向阳等^[12]、袁湘玲等^[13]、刘凯等^[14]、赵伟等^[15]、程丽丹^[16]、刘晓东等^[17]则采用目前比较公认的层次分析法,分别对福建、安徽、黑龙江、宁夏、浙江、河南、内蒙等省(区)雷电灾害进行了比较全面的分析和区划研究,他们当中的不少学者将地闪密度作为致灾因子的危险性因子,将地形、水系作为暴露度因子,将人口和GDP作为脆弱性因子,因子考虑相对比较全面。但是,以上分析和区划研究中,使用gis技术的并不多见,而且,其承灾体均为某一区域内的面上承灾体。对于高铁(城铁)这样的线状和快速移动的承灾体,从当前文献查询来看,仅作者

* 收稿日期:2020-08-14 修回日期:2020-11-18

基金项目:国家公益性行业(气象)科研专项(GYHY201306058);湖北省气象服务中心2017年度课题(2017[03])

第一作者简介:崔新强(1963-),男,汉族,陕西扶风人,正研级高级工程师,主要从事应用气象研究。E-mail: zytxq@126.com

通讯作者:付佳(1981-),男,汉族,湖北松滋人,高级工程师,主要从事气象灾害防御研究。E-mail: 2673072@qq.com

崔新强等^[18]在2018年对沪汉蓉高铁线路暴雨灾害进行过区划研究。本文采用业界比较公认的层次分析法,使用Arcgis技术,完成针对铁路线路这一线状和快速移动承灾体的雷电灾害风险区划与分析,对于铁路安全运营,科学防范雷电灾害具有十分重要的意义。

1 资料与方法

1.1 资料与处理

1.1.1 使用资料

研究所使用的资料包括以下四大类:①雷电资料。主要包括湖北省内高铁(城铁)沿线5 km范围内78个气象站的雷暴日数及所属范围的闪电定位资料,来源于湖北省气象局档案馆。雷暴日数据为气象站建站至2017年数据。闪电定位资料为2006–2016年地闪定位资料,包括闪电发生日期、时间、地点、闪电强度等信息。区划时需将高铁(城铁)站点两侧各2.5 km范围内的雷电资料归集到高铁(城铁)站点上。②社会经济资料。主要包括高铁(城铁)沿线各市县GDP及常驻人口信息,来源于湖北省统计局网站^[19–21]。③高铁(城铁)资料。主要包括京广高铁湖北段5站点、沪汉蓉高铁湖北段14站点、武九(武汉–九江)铁路湖北段10站点、武冈(武汉–黄冈)城铁8站点、武咸(武汉–咸宁)城铁13站点、武十(武汉–十堰)城铁24站点相关信息,包括站名、站点经纬度、里程、客流量信息、雷电事故灾害信息,来源于中国铁路武汉局集团有限公司。④地理信息资料。主要包括地形和水系资料,来源于Arcgis10系统自带信息,其中地形资料包括海拔高度、坡向、坡度,水系资料包括河流的干流、支流和支沟等信息。

1.1.2 资料处理

区划需用到多种指标进行加权计算,为消除各类指标的量纲差异,对每一个指标值进行离差标准化处理:

$$D_{ij} = \frac{A_{ij} - \min_i}{\max_i - \min_i} \quad (1)$$

式中: D_{ij} 是第j个站点第i个指标值的标准化值, A_{ij} 是第j个站点第i个指标值, \max_i 和 \min_i 分别是第i个指标值中的最大值和最小值。

1.2 研究方法

1.2.1 区划模型构建

根据气象灾害风险形成机制与风险评价理论函数模型^[22–23],考虑雷电灾害的危险性、孕灾环

境的敏感性、承灾体的脆弱性、防灾减灾能力等各评价因子对灾害风险的作用方向和大小,建立湖北省内高铁(城铁)线路雷电灾害风险区划模型,因子选择与层次结构模型如图1所示。其中,雷电灾害的危险性重点考虑雷电强度和频次^[24–25],河网密度包括河流干流、支流和支沟信息,雷电预警能力按省级、市级、县级业务能力分别赋予不同权重。

1.2.2 区划指数计算

本研究基于章国材的气象灾害风险区划理论^[26],通过LDRI表示雷电灾害风险指数,指数越大,风险越高,计算公式为:

$$LDRI = (V_H \times W_h)(V_E \times W_e)(V_S \times W_s)(1 - V_R \times W_r) \quad (2)$$

式中: $LDRI$ 是雷电灾害风险指数, W_h 、 W_e 、 W_s 、 W_r 是各区划因子的权重系数,采用层次分析法和专家打分法获得。 V_H 、 V_E 、 V_S 、 V_R 分别表示致灾因子的危险性、孕灾环境的敏感性、承灾体的脆弱性和防灾减灾能力各区划指数,计算公式为:

$$V_j = \sum_{i=1}^n (A_{ij} Q_{ij}) \quad (3)$$

式中: V_j 第j类因子区划指数, A_{ij} 为第j类第i个因子标准化值, Q_{ij} 为第j类第i个因子权重系数, i 为评价因子个数。

1.2.3 区划因子权重

根据图1所示的区划层次结构模型,采用层次分析法,分层建立因子判断矩阵,按照1~9标度方法进行专家打分并通过矩阵的一致性检验,求解矩阵的特征向量即为因子的权重系数,最后将多位专家打分求得的权重系数进行算术平均,即可得到该因子的权重系数^[18]。计算确定的一级影响因子和二级影响因子权重系数见表1。本研究在因子选择时,一方面参考了作者本人和以往学者的研究成果,另一方面在专家选取方面选择了气象、铁路、雷电等学科20多名专家,最大限度确保专家打分结果的代表性和有效性。

2 区划结果分析

使用ArcGIS10针对湖北省内高铁(城际)线路雷电灾害分别绘制其致灾因子的危险性、孕灾环境的敏感性、承灾体的脆弱性、防灾减灾能力和风险综合区划图。按照风险高低将风险等级划分为5个区间,分别为低危险区、次低危险区、中危险区、次高危险区、高危险区。

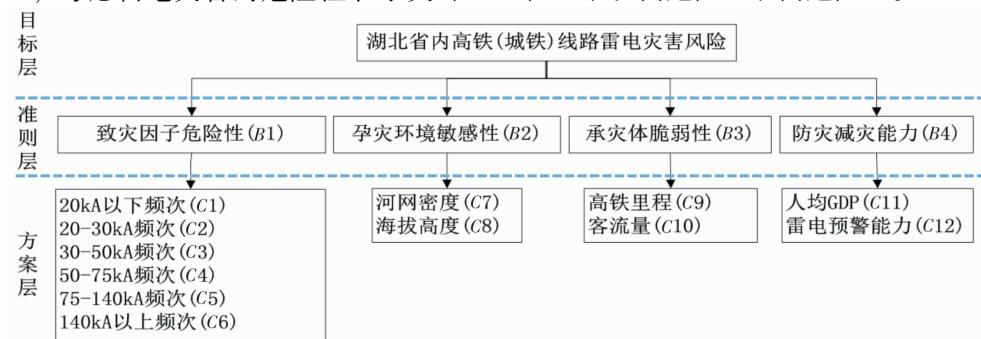


图1 湖北省内高铁(城铁)线路雷电灾害风险区划层次结构模型

表1 湖北省内高铁(城铁)线路雷电灾害风险因子权重系数

一级因子	权重系数	二级因子	分权重系数	总权重系数
致灾因子危险性(B_1)	0.638 1	20kA 以下频次(C_1)	0.033 2	0.015 6
		20~30kA 频次(C_2)	0.052 9	0.032 3
		30~50kA 频次(C_3)	0.083 5	0.040 1
		50~75kA 频次(C_4)	0.142 0	0.062 1
		75~140kA 频次(C_5)	0.249 7	0.102 4
		140kA 以上频次(C_6)	0.438 7	0.185 7
孕灾环境敏感性(B_2)	0.211 5	河网密度(C_7)	0.379 8	0.075 4
		海拔高度(C_8)	0.620 2	0.151 2
承灾体脆弱性(B_3)	0.085 3	高铁里程(C_9)	0.319 2	0.052 0
		客流量(C_{10})	0.680 8	0.127 9
防灾减灾能力(B_4)	0.065 2	人均 GDP(C_{11})	0.221 6	0.042 4
		雷电预警能力(C_{12})	0.778 4	0.112 8

2.1 致灾因子的危险性分析

雷电灾害的发生受多方面原因影响,但雷电发生的强度和频次则是影响雷电灾害发生的关键因素。为此,我们分别统计了各高铁站点周围5 km范围内强度在20 kA以下、20~30 kA、30~50 kA、50~75 kA、75~140 kA、140 kA以上的年均闪电频次^[25~26],按照公式(3)计算区划指数。图2给出了湖北省内高铁(城铁)线路雷电灾害危险性区划图。从图2可以看出,武九铁路鄂州东站-阳新方向湖北段、武冈城铁华容东站-黄冈东站为2个高危险区;武十城铁襄陽西段-武当山段(东津站-武当山西站)、京广高铁汉口站-赤壁方向湖北段、武咸城铁全线(武昌站-咸宁南站)、武冈城铁武汉站-华容东站、武九铁路武汉站-鄂州东站为5个次高危险区。

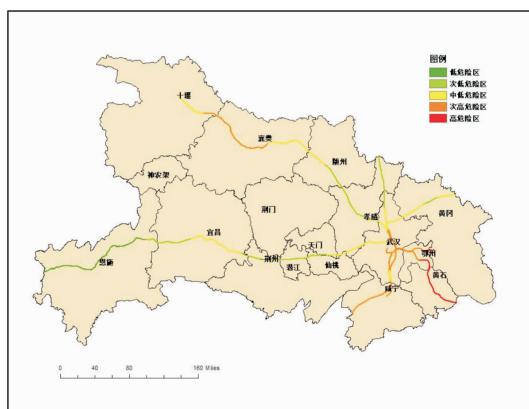


图2 湖北省高铁(城铁)线路雷电灾害的危险性区划图
(以湖北省标准地图为底图制作,审图号:鄂S(2020)003号,下同)

2.2 孕灾环境的敏感性分析

雷电的发生与地形有着密切关系,尤其是海拔高度、河网密度对雷电的地域分布有较大影响。本文选取高铁(城铁)沿线周边的河网密度、海拔高度做为孕灾环境的敏感性因子,按照公式(3)计算区划指数。图3给出了湖北省内高铁(城铁)沿线雷电灾害孕灾环境的敏感性区划图。从图3可看出,沪汉蓉高铁恩施段(建始站-重庆方向)为1个高危险区;武十城铁十堰段(武当山西站-十堰北站)、武九铁路武汉站-华容南站、京广高铁武汉站-乌龙泉东站为3个次高危险区。

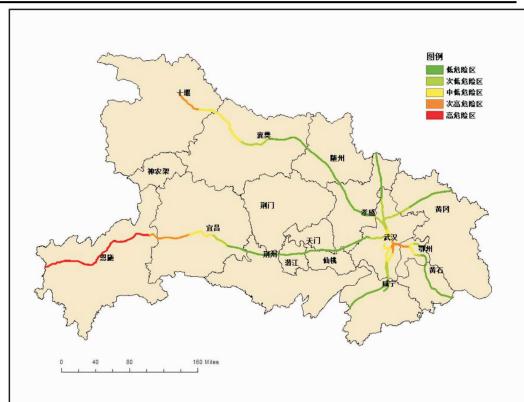


图3 湖北省高铁(城铁)线路雷电灾害的敏感性区划图

2.3 承灾体的脆弱性分析

高铁里程、旅客客流量、桥梁、隧道、站场、列车、供电及通讯设施等,都可以作为高铁风险区划的承灾体,考虑到很难对高铁的桥梁、隧道、站场、列车、供电及通讯设施等做出客观、定量的评价,同时,考虑高铁空间区域跨度大,资料收集难度大,我们选择了高铁里程、旅客客流量为承灾体的脆弱性因子,按照公式(3)计算区划指数。图4给出了湖北省内高铁(城铁)线路承灾体的脆弱性风险区划图。从图4可以看出,高危险区或次高危险区主要分布在沪汉蓉高铁沿线,恩施利川站附近、恩施站-建始站、宜昌东站附近、宜昌东部-荆门段(枝江北站-荆门站)、潜江东段、汉川段、红安西站-麻城北站为7个高危险区或次高危险区。

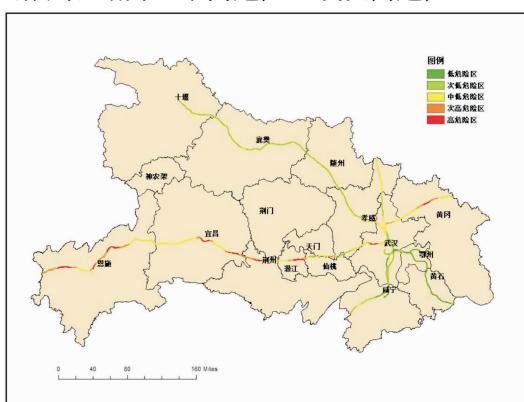


图4 湖北省高铁(城铁)线路雷电灾害的脆弱性区划图

2.4 防灾减灾能力分析

衡量一个地方的防灾减灾能力一般将地区财政收入、常住人口、GDP 等作为重要衡量指标，另外，如果雷电灾害提前预警并采取相应措施，也可避免或减少灾害损失，所以某地的雷电预警能力也可做为防灾减灾能力的衡量指标。我们选取了省辖市和地级市所辖行政区域人均 GDP 及省级、地级、县级雷电预警能力作为防灾减灾能力评价因子，按照公式(3)计算区划指数。图 5 给出了湖北省内高铁(城铁)线路防灾减灾能力区划图。从图 5 可以看出，沪汉蓉高铁恩施全段、红安西站—麻城北站、武十城铁安陆段、京广高铁孝感北站—郑州方向湖北段、武九铁路黄石南段(大冶北站—枫林站)为 5 个高危险区；武十城铁十堰北站附近、武十城铁随州段、武十城铁孝感东站—安陆北站、沪汉蓉高铁黄冈境内红安西站以西及麻城北站以东、沪汉蓉高铁荆州站附近及宜昌西段为 7 个次高危险区。

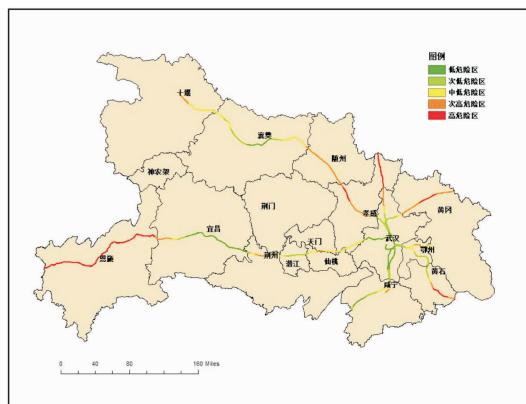


图 5 湖北省内高铁(城铁)线路防灾减灾能力区划图

2.5 雷电灾害风险综合区划分析

综合湖北省内高铁(城铁)线路雷电灾害的危险性、孕灾环境的敏感性、承灾体的脆弱性、防灾减灾能力，根据其区划指数和权重系数，按照公式(2)计算风险区划综合指数，图 6 给出了湖北省内高铁(城铁)线路雷电灾害风险综合区划图。从图 6 可以看出，武冈城铁全线、武九铁路全线、京广高铁武汉站—乌龙泉东站为 3 个高危险区；武十城铁枣阳站—十堰北站、京广高铁乌龙泉东站以南湖北段全线、武咸城铁全线、沪汉蓉高铁汉口站以东湖北段全线为 4 个次高危险区。

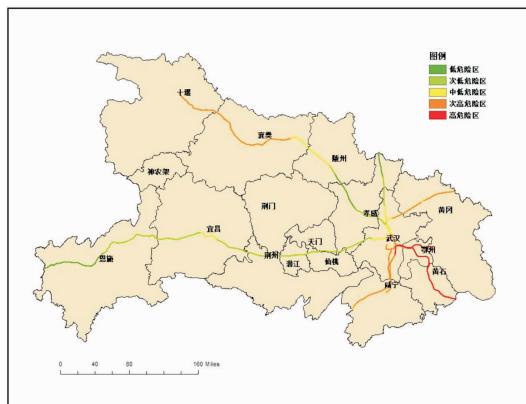


图 6 湖北省内高铁(城铁)线路雷电灾害风险综合区划图

3 区划结果验证

余田野等^[3]将湖北雷电灾害分为三个大区，其中，鄂西北为少雷区，鄂西南、鄂东为多雷区。鄂西南多雷区主要位于利川—宣恩—鹤峰一线西南部区域，鄂东多雷区主要位于罗田—黄石—咸宁一线东南部区域。这一结果与本文高铁(城铁)线路雷电灾害东高西低特征一致。鄂西南雷电多发区在沪汉蓉高铁线路以南，对沪汉蓉高铁构成的风险较低。鄂东多雷区位置则与本文分析的东部高铁(城铁)线路高风险区和次高风险区基本一致。由此看来，本区划结果与实际雷电灾害分布较为一致，可以为铁路部门科学防范雷电灾害提供决策参考，同时，也可以为气象部门开展铁路雷电预警预报服务提供依据。

4 结语与讨论

4.1 主要结论

(1) 基于气象灾害风险形成机制与风险评价理论函数模型，构建了湖北省内高铁(城铁)线路雷电灾害风险区划模型，使用 Arcgis10 分别绘制了高铁(城铁)线路雷电灾害的危险性、敏感性、脆弱性、防灾减灾能力和风险综合区划图，并对区划结果进行了分析和初步验证。

(2) 风险综合区划结果表明：湖北省内高铁(城铁)线路雷电灾害风险总体呈东高西低分布特征，武冈城铁全线、武九铁路全线、京广高铁武汉站—乌龙泉东站为 3 个高危险区；武十城铁枣阳站—十堰北站、京广高铁乌龙泉东站以南湖北段全线、武咸城铁全线、沪汉蓉高铁汉口站以东湖北段全线为 4 个次高危险区，其余线路雷电灾害风险相对较低。

(3) 区划给出的高风险区段与以往学者分析的湖北雷电多发区位置基本一致，说明区划结果对于防范铁路雷电灾害具有一定的实际参考价值。

4.2 问题与改进

(1) 雷电灾害的局地性较强，研究使用高铁(城铁)线路周边气象观测站和闪电定位观测地代替高铁(城铁)站点资料，与高铁(城铁)线路实际雷电发生情况存在差异。

(2) 由于高铁(城铁)空间区域跨度大，资料收集难度大，因此在分析承灾体的脆弱性方面时，一些更好的评价因子被迫舍弃，因此在脆弱性区划方面可能存在偏差。

(3) 今后的分析研究，一方面应尽量采用距离高铁(城铁)线路最近的区域自动站资料。另一方面应加强与铁路部门的深入合作，尽量收集更多高铁(城铁)线路、站场及设备资料，增加评价因子，改进区划结果。

参考文献：

- [1] 朱涯, 鲁韦坤, 余凌翔, 等. 玉溪市雷电灾害风险区划研究 [J]. 中国农业资源与区划, 2017, 38(11): 159–164.

- [2] 崔新强, 郭雪梅. 1950~2015 年我国铁路气象及其衍生灾害特征分析[J]. 气象与环境科学, 2018, 41(2): 98~104.
- [3] 余田野, 王学良, 袁海锋, 等. 基于投影寻踪方法的湖北省雷电灾害风险区划[J]. 暴雨灾害, 2019, 38(3): 291~296.
- [4] 陈柳彤, 龙爽, 俞海洋, 等. 河北省雷电灾害风险区划研究[J]. 灾害学, 2019, 34(3): 189~195.
- [5] QX/T 405—2017 雷电灾害风险区划技术指南[S]. 北京: 气象出版社, 2017.
- [6] 殷娴, 胡颖, 周清倩, 等. 云南省地震高发区雷灾风险分析与区划研究[J]. 灾害学, 2017, 32(4): 67~72.
- [7] 郭林. 基于主成分分析法的雷电灾害风险区划研究[J]. 科技与创新, 2016(19): 5~7.
- [8] 陈洁, 苏炳彦. 基于聚类法的陕西省雷电灾害风险区划[J]. 陕西气象, 2015(S1): 4~6.
- [9] 杨超, 赵丽娟. 模糊综合评判法在厦门市雷电灾害风险区划中的应用[J]. 气候与环境研究, 2011, 16(6): 774~778.
- [10] 卜俊伟. 基于闪电定位资料的四川省雷电风险区划分析[J]. 高原山地气象研究, 2014, 34(2): 86~90.
- [11] 张雷, 涂慰云, 李天城, 等. 基于层次分析法的福建省雷电灾害风险区划[J]. 武夷学院学报, 2017, 36(9): 53~59.
- [12] 程向阳, 谢五三, 王凯, 等. 雷电灾害风险区划方法研究及其在安徽省的应用[J]. 气象科学, 2012, 32(1): 80~85.
- [13] 袁湘玲, 纪华, 程琳, 等. 基于层次分析模型的黑龙江省雷电灾害风险区划[J]. 暴雨灾害, 2010, 29(3): 279~28.
- [14] 刘凯, 王迎春, 厚军学, 等. 基于层次分析模型的宁夏雷电灾害风险区划[J]. 科技与创新, 2014(13): 141~142.
- [15] 赵伟, 杨续超, 张斌, 等. 浙江省雷电灾害风险分析及区划[J]. 热带气象学报, 2014, 30(5): 996~1000.
- [16] 程丽丹. 层次分析法和 GIS 技术在河南省雷电灾害风险区划中的应用[J]. 南京信息工程大学学报(自然科学版), 2019, 11(2): 234~240.
- [17] 刘晓东, 尤莉, 宋昊泽, 等. 基于 GIS 和 AHP 的雷电灾害风险区划分析与评估[J]. 中国农学通报, 2019, 35(20): 75~82.
- [18] 崔新强, 付佳, 代娟, 等. 基于 GISP 的沪汉蓉高铁线路暴雨灾害风险区划[J]. 气象科学, 2018, 38(1): 113~120.
- [19] 湖北省统计局网站. 2014 年全省统计年鉴 [EB/OL]. (2015-09-07)[2018-06-13]. <http://tjj.hubei.gov.cn/tjsj/>.
- [20] 湖北省统计局网站. 2015 年全省统计年鉴 [EB/OL]. (2016-09-28)[2018-06-13]. <http://tjj.hubei.gov.cn/tjsj/>.
- [21] 湖北省统计局网站. 2016 年全省统计年鉴 [EB/OL]. (2017-10-12)[2018-06-13]. <http://tjj.hubei.gov.cn/tjsj/>.
- [22] 代娟, 崔新强, 刘文清, 等. 高速铁路气象灾害风险分析与区划方法探讨[J]. 灾害学, 2016, 31(4): 33~36.
- [23] 阮小飞, 付茂金, 陈建译, 等. 铁路雷电灾害风险评估技术的研究[J]. 铁道通信信号, 2015, 51(11): 1~5.
- [24] 宋敏敏, 郑永光, 等. 我国中东部 3~9 月云-地闪电密度和强度分布特征[J]. 热带气象学报, 2016, 32(3): 322~333.
- [25] 潘健, 毕硕本, 沈香, 等. 江苏省雷电强度等级空间分布及其与土地利用类型的关系[J]. 江苏农业科学, 2017, 45(8): 219~223.
- [26] 章国材. 气象灾害风险评估与区划方法[M]. 北京: 气象出版社, 2010: 1~177.

Lightning Disaster Risk Zoning on the High-speed Railway (City Railway) lines in Hubei Province Based on Arcgis and AHP

CUI Xinqiang, FU Jia, DAI Juan, LIU Jing, HU Zonghai, TANG Jun and XU Jing

(Hubei Meteorological Service Center, Wuhan 430205, China)

Abstract: Lightning is an important meteorological factor affecting the safe operation of railway, and it is of great significance to scientifically assess the distribution of lightning disasters along railway lines. Through the relevant meteorological, socio-economic, high-speed railway (city railway) mileage and capacity, terrain and water system along the Hubei high-speed railway (city railway) and other related information to standardize the treatment, using the hierarchical analysis method (AHP), Selecting the factors such as lightning strength and frequency, river network density, altitude, high-speed railway (city railway) mileage and capacity, per capita GDP, lightning early warning capability, etc. to construct the lightning disaster risk zone model of high-speed railway (city railway) line in Hubei Province, and the use of Arcgis10. The results of the zoning show that the risk of lightning disaster on the high-speed railway (city railway) line in Hubei is generally characterized by high-western high-risk, Wuhan-Huanggang City railway, Wuhan-Jiujiang Railway, Beijing-Guangzhou High-speed Railway Wuhan Station to Wulongquan East Station is 3 high-risk zones; Wuhan-Shiyan Zaoyang station to Shiyan north station, Beijing-Guangzhou high-speed rail Wulongquan East Station south of the Hubei section of the whole line, Wuhan-Xianning City railway line, Shanghai-Wuhan-Chengdu high-speed railway Hankou station east of the Hubei section of the whole line of the four sub-high danger zone. The location of the high-risk section is basically the same as that of the lightning-prone area, and the research results have a certain reference effect for the Hubei railway transportation management department to carry out meteorological services for the scientific defense of lightning disasters and meteorological departments.

Key words: high-speed railway; city railway; lightning disaster; analytic hierarchy process; risk zoning and analysis