

田晓璐. 卫辉市大风灾害风险区划及评价[J]. 陕西气象, 2021(3): 55-60.

文章编号: 1006-4354(2021)03-0055-06

卫辉市大风灾害风险区划及评价

田晓璐

(新乡市气象局, 河南新乡 453003)

摘要:为科学应对卫辉市大风灾害频发这一问题,选取2012—2018年卫辉市辖区内9个自动气象站逐日风速数据、GDP、土地利用类型等数据,从致灾因子危险性、孕灾环境敏感性、承灾体易损性、防灾减灾能力4个方面构建大风灾害风险评估指标体系,通过主成分分析法、层次分析法确定指标权重,并借助ArcGIS实现卫辉市大风灾害风险区划图。结合卫辉市大风灾害的区域性特点,提出了针对性的防御措施。结果表明:太公泉镇、狮豹头的西南部、唐庄镇的西北部大风灾害风险最高,安都、顿坊店、上乐村镇风险略有降低,汲水镇、柳庄、后河镇、李源屯镇、狮豹头的东北部风险最低。研究结果对卫辉市今后的防灾减灾具有科学的指导意义。

关键词:大风灾害;风险区划;主成分分析法;层次分析法;ArcGIS

中图分类号: S166

文献标识码: A

中国是自然灾害多发的国家。研究资料统计,各类自然灾害中气象灾害占70%以上^[1],每年因重大气象灾害造成的经济损失约占国民生产总值的1%~3%,受影响的人口约4亿人次。卫辉市位于太行山山前冲积倾斜平原和黄河冲积平原的交接部,地势西北高东南低,河系纵横。良好的自然条件及土地资源适于种植业发展,农用地面积占市域总面积的75.64%。东南部平原不仅是河南省小麦、玉米的高产区,而且上乐村的凯特杏基地、唐庄镇的鲜桃生产基地名扬省内外。然而,复杂的地形导致卫辉市气象灾害多发^[2]。整理近58年的灾情数据后发现,大风致灾的事件频繁出现,对农业生产、农民生活、人身安全等都带来了巨大影响。20世纪90年代前后,气象灾害风险区划在全国范围内大规模展开。近年来,地理信息系统ArcGIS的发展与应用,为该方面研究提供了强有力的技术支撑^[3-6]。陈鑫^[7]根据1959—2010年杭州市的极大风速、自然环境以及社会经济数据,借助ArcGIS及模糊综合评价方法,绘制了以1 km×1 km栅格为基本评价单元

的杭州市大风灾害风险区划图。杨丰政^[8]从大风灾害的成因出发,利用灰色关联法、模糊综合评价法和专家打分法,研究了徐水县大风灾害风险分布情况。本文从气象灾害系统理论出发,选取适当的指标构建卫辉市大风灾害风险评估指标体系,结合层次分析法与主成分分析法客观的确定各指标权重,并依托ArcGIS 10.0软件强大的空间分析功能,绘制分辨率为30 m×30 m的大风灾害风险区划图;结合灾害的区域性特点,提出有针对性的防灾减灾策略,以期为卫辉市大风灾害的防御和经济社会的可持续发展提供指导。

1 资料与方法

1.1 资料

气象数据:卫辉市6要素自动气象站于2012年建成并投入使用,选取2012—2018年辖区内4要素、6要素自动站的逐日风速数据。此外,由于东部站点分布较为稀疏,为做出更精确的插值结果,以逼近气象要素的真实情况,加入了周边淇县、浚县和延津县自动站的风速数据,统计站点共计9个。**社会经济数据:**选用卫辉市2018年的

收稿日期:2020-10-29

作者简介:田晓璐(1988—),女,汉族,河南新乡人,硕士,工程师,主要从事短期天气预报工作。

基金项目:新乡市科技发展计划项目(14SF01)

GDP、人口数量、土地利用类型的栅格数据(分辨率为 $1\text{ km}\times 1\text{ km}$),以及各乡镇 2018 年的人均耕地面积、林地面积等。

1.2 主要研究方法

1.2.1 指标体系构建

从灾害学及自然灾害风险理论出发,形成大风灾害必须具备以下 4 个条件:达到致灾的风速(致灾因子);易形成大风的自然环境(孕灾环境);灾害对人类生命安全及财产的影响(承灾体);应对、抵御灾害的能力(防灾减灾能力)。结合卫辉市实际情况,选取具有针对性的指标构造了如图 1 所示的大风灾害风险评估指标体系。

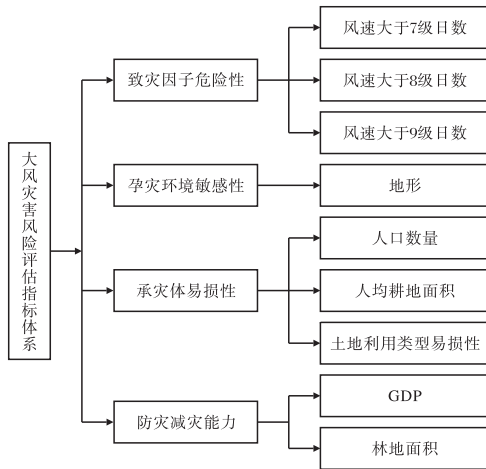


图 1 卫辉市大风灾害风险评估指标体系

1.2.2 层次分析法

该方法将定量与定性分析结合起来,能够合理给出每个决策方案的标准权重。总的来说,层次分析法的思路如下:建立层次结构模型、构造指标判断矩阵、计算权重及检验一致性^[9]。具体步骤为:(1)首先分析各指标之间的关系,建立层次结构模型,由上至下分为目标层、准则层、方案层三个层次。(2)将同一层次内各个指标的影响程度进行两两比较,比较时取 $1/9\sim 9$ 尺度。 $1/9$ 指前一因素比后一因素影响绝对地弱,9 指前一因素比后一因素影响绝对地强。进而可确定每层中各指标的影响程度,构造指标判断矩阵。(3)通过幂法求解矩阵的最大特征根 λ_{\max} 、特征向量 ω ,进而得到各指标权重。此外,由于决策者分析时的主观性,对判断矩阵的一致性检验必不可少。当判断矩阵的一致性比率 < 0.10

时,认为一致性符合要求。

1.2.3 主成分分析法

该方法的核心是降维,通过对原变量的少数几个线性组合,进而体现绝大多数原始信息。思路如下:数据标准化处理、求相关系数矩阵及特征根和特征向量、确定主成分个数、计算主成分综合模型^[10-12]。具体步骤为:(1)采用 Z-score 法对数据进行标准化变换,消除量纲使其之间具有可比性。(2)借助 SPSS 22 软件的因子分析工具,求解相关系数矩阵及特征根、特征向量。(3)主成分方差是衡量信息量的指标,方差越大主成分包含的信息量越大,通常以方差贡献率累计 $> 70\%$ 确定主成分个数。(4)以方差贡献率为权重,对指标在每个主成分中的系数做加权平均,得主成分综合模型。

2 结果与分析

2.1 致灾因子危险性分析

统计卫辉市 1981—2010 年月均大风日数(图 2)发现,大风一年四季均可出现。成因主要分为两种:一是冷空气影响产生的大风。春季西风槽和冷锋活动频繁,影响我国的西伯利亚冷空气南下时间尺度加大,致使春季大风出现频率最高。二是中、小尺度天气系统带来的雷雨大风,夏季多发,其空间尺度小,发展演变迅速,破坏力极强。

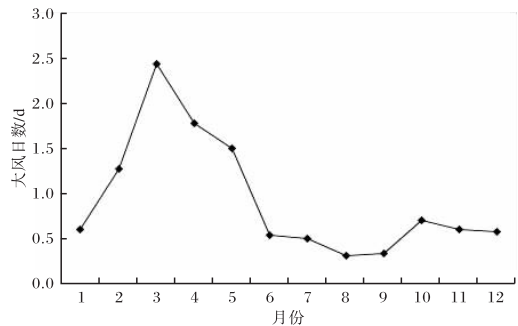


图 2 1981—2010 年卫辉市月均大风日数

统计整理 2012—2018 年卫辉市及周边淇县、浚县和延津县共 9 个 4 要素、6 要素自动气象站的逐日风速数据,分别筛选出各站点风速大于 7 级、8 级以及 9 级日数。计算指标权重时,通过主成分分析法。借助 SPSS 22 软件的 Z-score 法对数据进行标准化处理后,利用因子分析工具进行主成分分析。KMO(Kaiser Meyer Olkin)检验统计量是用于比较简单相关系数和偏相关系数的常

用指标^[13],KMO 越接近 1,意味着数据间相关性越强,常以 $KMO > 0.5$ 作为标准。计算得 KMO 为 0.725,表明上述数据适合进行主成分分析。方差是衡量主成分包含的信息量,以方差贡献率累计 $> 70\%$ 确定主成分个数。借助 SPSS 分析可得,第 1 主成分方差贡献率累计达 94.641%,表示提取 1 个主成分即可。经计算,第 1 主成分的特征根为 2.839,3 个初始因子载荷分别为 0.987、0.970、0.962,用初始因子载荷除以特征根开平方,并将系数做归一化处理,得到大风致灾因子危险性评估模型

$$H = 0.338H_1 + 0.332H_2 + 0.33H_3 \quad (1)$$

式中, H 为致灾因子危险性指数,用于表示致灾因子危险性程度。 H_1 、 H_2 、 H_3 分别表示 3 项评价因子,即风速大于 7 级日数、风速大于 8 级日数、风速大于 9 级日数。

使用 ArcGIS 10.0 软件的克里金插值、栅格计算器等工具,绘制如图 3 所示的大风致灾因子危险性区划图。可见,太公泉镇、狮豹头的西南部及唐庄镇的西北部为致灾因子高危险区,而狮豹头的东北部、柳庄以及孙杏村镇、后河镇、李源屯镇的南部为致灾因子低危险区。

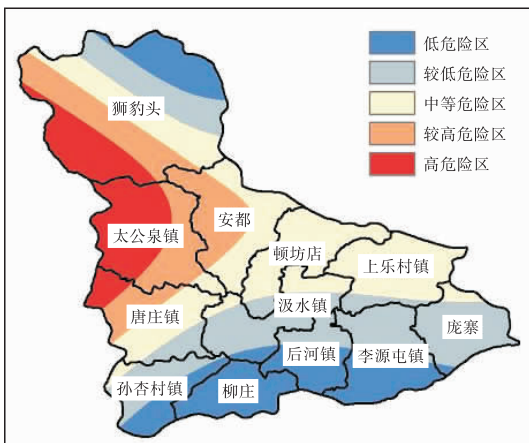


图 3 卫辉市大风致灾因子危险性区划

2.2 孕灾环境敏感性分析

卫辉市西北部紧临太行山脉,最高海拔在黄梅草嶂峰,为 1 069 m,最低海拔为 24 m,高度差超过 1 000 m,地势悬殊明显。境内有 4 座中小型水库和 7 条主要河流,复杂的地形地貌特征增加了大风灾害发生的可能性。相关研究表明,风速

随海拔高度增加呈递增趋势,即绝对高程越高,大风的危险性越大。并且在同等风速的前提下,沟壑林立、峰峦叠嶂的地区更容易产生大风灾害^[14-15]。

结合卫辉市的地形特点,利用 ArcGIS 10.0 软件的自然间断点分级法,将高程划分为如表 1 所示的 4 个区间。利用焦点统计工具计算每个栅格周围 3×3 邻域内 9 个栅格的高程标准差(σ),作为表征该处地形变化的指标。 $\sigma \geq 10$ m 表示起伏较大, $1 \text{ m} < \sigma < 10 \text{ m}$ 表示起伏适中, $\sigma \leq 1 \text{ m}$ 表示起伏平缓。通过表 1 可以看出,当高程大于 700 m 且地形起伏较大时,发生风灾的可能性最高,赋值 0.9。当高程小于 100 m 且地形起伏平缓时,发生灾害的可能性最低,赋值 0.4。由此得到的孕灾环境敏感性区划,如图 4 所示。可见,北部的狮豹头位于太行山区,由于峰峦叠嶂的复杂地形特征,孕灾环境敏感性最高。

表 1 高程与高程标准差(σ)组合赋值表

高程/m	$\sigma \geq 10 \text{ m}$	$1 \text{ m} < \sigma < 10 \text{ m}$	$\sigma \leq 1 \text{ m}$
> 700	0.9	0.8	0.7
$(300, 700]$	0.8	0.7	0.6
$(100, 300]$	0.7	0.6	0.5
≤ 100	0.6	0.5	0.4

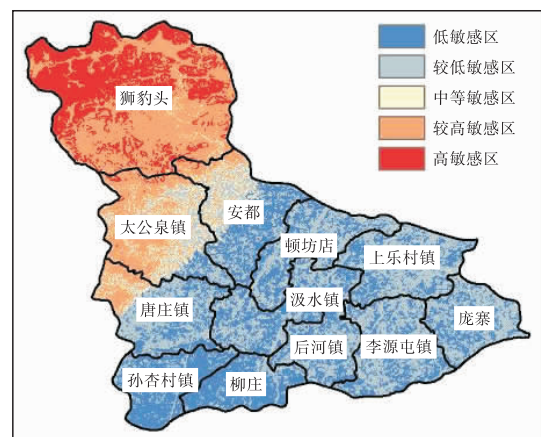


图 4 卫辉市大风孕灾环境敏感性区划

2.3 承灾体易损性分析

承灾体易损性指的是可能遭受大风威胁的人员、财产的损失程度。灾害的危害度和承灾体易

损性密切相关,即便是同等强度的灾害,在不同地区造成的损害可能完全不同。若一个地区人口密布,耕地、财产集中,那么灾害造成的损失要比发生在经济落后、荒芜人烟的地区大得多。选取土地利用类型易损性、人口数量和人均耕地面积作为承灾体易损性指标。在计算指标权重时,选用层次分析法。通过 Excel 求解,可得人均耕地面积、人口数量、土地利用类型易损性的权重分别为 0.24、0.55、0.21。大风灾害承灾体易损性评估模型为

$$V=0.24V_1+0.55V_2+0.21V_3 \quad (2)$$

式中, V 为承灾体易损性指数,用于表示承灾体易损性程度。 V_1 、 V_2 、 V_3 分别表示 3 项评价因子,即人均耕地面积、人口数量、土地利用类型易损性。

通过 ArcGIS 10.0 软件空间叠加功能按该权重值对相应图层进行叠加,得到如图 5 所示的大风承灾体易损性区划图。由于上乐村镇、顿坊店、安都为卫辉市粮食主产区,耕地面积之和占卫辉市耕地总面积近 40%,可以发现,这 3 个乡镇的承灾体易损性最高。而狮豹头由于人口稀少,耕地量少等原因,承灾体易损性最低。

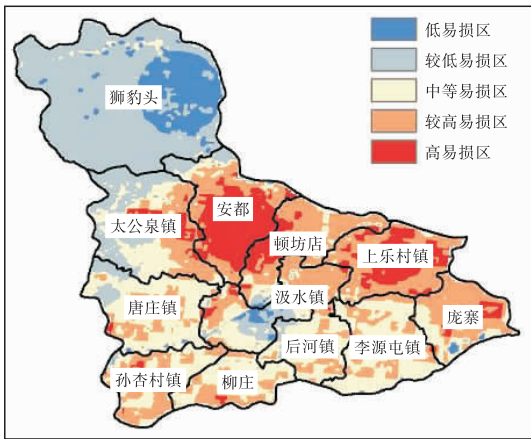


图 5 卫辉市大风承灾体易损性区划

2.4 防灾减灾能力分析

各乡镇的防灾减灾能力从当地的 GDP 水平和林地面积两个角度进行分析。一般来说,遭受相同大风灾害时,随着 GDP 提升,抵御灾害的能力会大幅度提升。而森林对抑制大风灾害的发生能起到显著作用,大量研究表明,大片防风林可有

效防风固沙、降低风速、改善环境。将卫辉市各乡镇的林地面积进行空间插值后,与 GDP 栅格图层相叠加,得到的防灾减灾能力区划图,如图 6 所示。可以看出,汲水镇的防灾减灾能力最强。

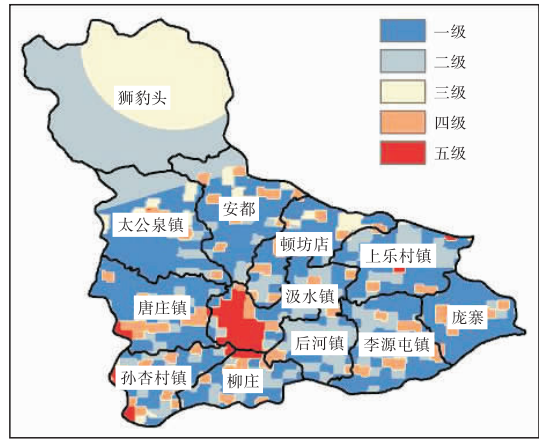


图 6 卫辉市大风防灾减灾能力区划

2.5 大风灾害风险区划

通过层次分析法,对致灾因子危险性、孕灾环境敏感性、承灾体易损性、防灾减灾能力分别按 0.475、0.255、0.163、-0.161 赋权重,得到如表 2 所示的卫辉市大风灾害风险评估指标体系。通过 ArcGIS 10.0 软件叠加各图层绘制大风灾害风险区划图(图 7),可以发现,太公泉镇、狮豹头的西南部、唐庄镇的西北部风险最高,安都、顿坊店、上乐村镇风险略有降低,汲水镇、柳庄、后河镇、李源屯镇、狮豹头的东北部风险最低。

3 防灾减灾对策

卫辉市的自然条件适于发展种植业,经济以农业为主。提高对大风灾害形成机理、发展原因及环境条件的研究,因地制宜采取减灾对策显得尤为重要。结合卫辉市大风灾害的区域性特点,提出如下针对性防灾减灾策略。

3.1 推进植树造林工作

研究证明,一亩防风林可保护 100 多亩农田免受风灾^[16]。为达到最好的防风效果,在树木品种选择时,应挑选抗风性能强、根系发达的树种成行、成带、成网种植。位于太行山基岩山丘区的狮豹头、太公泉镇、安都、唐庄镇,因其特殊的地理位置,大风多发。应适当调整该区域的农林牧结构,绿化荒山秃岭,大力种草植树。由于卫辉市大风

表 2 大风灾害风险评估指标体系

一级指标体系	权重	二级指标体系	权重
致灾因子危险性	0.475	风速大于7级日数	0.338
		风速大于8级日数	0.332
		风速大于9级日数	0.330
孕灾环境敏感性	0.255	地形	1.000
		人口数量	0.550
承灾体易损性	0.163	人均耕地面积	0.240
		土地利用类型易损性	0.210
		GDP	0.500
防灾减灾能力	-0.161	林地面积	0.500

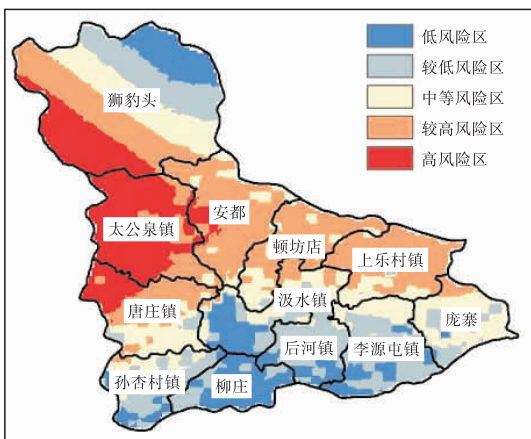


图 7 卫辉市大风灾害风险区划

常出现在春季,而此时正值桃树开花、坐果的关键阶段。唐庄镇作为全国著名的万亩鲜桃基地,严重的风灾常导致落花、落果,影响鲜桃的品质及产量。应考虑在桃园周边设置防风林,且主林带要与常年大风的风向垂直。

3.2 做好灾害易发区的大田管理

卫辉市的农业占其总产业很大比重,上乐村镇、顿坊店、安都耕地面积之和约占全市的40%。通过大风灾害风险区划可以看出,这3个乡镇的灾害风险等级位居前列。因此,做好灾害易发区的大田管理显得尤为重要。大秋作物品种选择方面,尽量选择茎粗、高度低的品种为宜。在与常年大风风向相垂直的方向,应选择根系强大,抗风能力强的树种,实施植树造林工程。大风过后作物若出现倒伏,应及时扶正。同时,需密切关注天气预报,大风之前不宜灌溉以避免倒伏的发生。

3.3 气象灾害预警信息及时进村入户

卫辉市农村人口比例大,村民居住分散。气象部门向社会发布气象灾害预警的主要途径有短信、电视、网络、传真等。但偏远山区通信落后,以上传播方式效果不佳。位于山区、地广人稀且经济较为落后的狮豹头乡,可考虑使用气象大喇叭的方式提醒村民及时避险。

3.4 防灾减灾科普知识宣传

结合3月23日世界气象日、5月12日全国防灾减灾日、10月13日国际减灾日,可组织开展形式多样的防灾减灾科普知识宣传,让民众知道在灾害发生时需要做什么,可以去哪里避险,必要时立即开展自救,最大程度地减少人员伤亡。

4 结论与讨论

(1)卫辉市致灾因子高风险区位于太公泉镇、狮豹头的西南部及唐庄镇的西北部;孕灾环境高敏感区主要位于狮豹头;承灾体易损性高风险区主要集中在上乐村镇、顿坊店、安都;汲水镇的防灾减灾能力最强。

(2)卫辉市大风灾害风险区划表明,太公泉镇、狮豹头的西南部、唐庄镇的西北部风险最高,安都、顿坊店、上乐村镇风险略有降低,汲水镇、柳庄、后河镇、李源屯镇、狮豹头的东北部风险最低。

(3)结合卫辉市大风灾害的区域性特点,提出了针对性的防灾减灾策略:适当改变灾害易发区的农林牧结构,大力种草植树,在桃园周边培育防风林;做好灾害易发区的大田管理;气象灾害预警信息及时进村入户;加强防灾减灾科普知识宣传。

参考文献:

- [1] 陈怀亮,张红卫,薛昌颖. 中国极端天气事件与农业气象服务[J]. 气象与环境科学, 2010, 33(3): 67-77.
- [2] 马月枝,王新红,叶东,等. 一次春季冷锋过境引起的大风天气分析[J]. 气象与环境科学, 2010, 33(3): 41-47.
- [3] 张建康,李强,王云,等. 基于 GIS 的榆林市暴雨灾害风险区划[J]. 陕西气象, 2013(4): 29-32.
- [4] 张婧,郝立生,许晓光. 基于 GIS 技术的河北省洪涝灾害风险区划与分析[J]. 灾害学, 2009, 24(2): 51-55.
- [5] 满苏尔·沙比提,陆吐布拉·依明. 南疆近 60 年来大风灾害特征及其对农业生产的影响[J]. 干旱地区农业研究, 2012, 30(1): 265-269.
- [6] 雷延鹏,李生袖,孙智辉,等. 基于 GIS 的安塞县花期冻害风险区划[J]. 陕西气象, 2012(5): 22-24.
- [7] 陈鑫. 杭州大风灾害风险区划[D]. 南京:南京信息工程大学, 2012.
- [8] 杨丰政. 基于 GIS 的徐水县气象灾害风险评估研究[D]. 南京:南京信息工程大学, 2012.
- [9] 曹茂林. 层次分析法确定评价指标权重及 Excel 计算[J]. 江苏科技信息, 2012(2): 39-40.
- [10] 冯慧,张二国,张世昌. 基于主成分分析的省级气象计量检定能力评估方法[J]. 陕西气象, 2019(2): 50-52.
- [11] 何亮. 主成分分析在 SPSS 中的应用[J]. 山西农业大学学报(社会科学版), 2007, 6(5): 20-22.
- [12] 李艳双,曾珍香,张闽,等. 主成分分析法在多指标综合评价方法中的应用[J]. 河北工业大学学报, 1999, 28(1): 94-97.
- [13] 解坤,张俊芳. 基于 KMO-Bartlett 典型风速选取的 PCA-WNN 短期风速预测[J]. 发电设备, 2017, 31(2): 86-91.
- [14] 刘和平,代佩玲. 河南大风灾害分布特征及成因分析[J]. 气象与环境科学, 2008, 31(S1): 135-137.
- [15] 孙霞,陈小雷,俞海洋,等. 河北省大风灾害及其危险性区划统计分析[J]. 中国农学通报, 2016, 32(1): 183-187.
- [16] 陈波. 城市风灾与防风林建设[J]. 中国城市林业, 2008, 6(5): 16-18.