

# 基于风险系统理论的镇村气象灾害风险分析

唐盾<sup>1</sup>,田亮<sup>1</sup>,王波<sup>2</sup>,张厚发<sup>2</sup>

(1. 山阳县气象局,陕西山阳 726400;2. 商南县气象局,陕西商南 726300)

**摘要:**通过分析 2008—2017 年丹凤县气象站及庾岭镇区域自动站气象观测资料,汇总相关部门灾害损失、防洪堤坝、抗灾工程建设投入、非工程措施、各村农特产业收入及地质灾害隐患点资料,运用风险系统理论和方法,展开镇级气象灾害风险分析评估,根据气象灾害危险性、控制机制有效性和受体的易损性,按高、中、低三级对庾岭镇进行灾害风险区划。结果表明:庾岭镇的主要灾害是暴雨引发的山洪灾害,具有片状分布特征;灾害风险由西北向东南方向逐渐增高,高风险区在黄坪村、石门塬村、塔儿坪村,中风险区在吊蓬村、窑沟村、和平村,其他村为一般风险区。针对庾岭镇主要气象灾害,从风险监测、预警与应急、风险管理资源分配等方面提出风险管理对策和防灾减灾工程建设建议。

**关键词:**风险系统;气象灾害;地形;风险管理及建议

**中图分类号:**P49

**文献标识码:**A

气象灾害作为自然灾害的主要灾种之一,已成为制约我国社会经济发展的重要因素<sup>[1]</sup>。庾岭镇位于丹凤县北部,地理坐标介于东经 110°40′~110°58′,北纬 33°42′~33°58′之间,80%区域海拔高度在千米以上,属高寒山区;年平均气温 10.6℃,年降水量 715.4 mm,其中 6—8 月降水量 342.1 mm,占全年降水量的近一半,雷暴日达 43.5 d;有山洪地质灾害隐患点 17 处,分属长江、黄河两个流域,气候差异较大。该镇下辖 11 个村。当地自然气候条件较差,暴雨山洪地质灾害隐患点多,损失较严重,成为贫困户稳定脱贫的一大障碍。近年来有多位学者对气象灾害进行了分析,张建康等<sup>[2]</sup>利用 GIS 的自然断点法及经验订正法对榆林市暴雨灾害进行了风险区划;李艳莉等<sup>[3]</sup>对陕西苹果种植区北扩气候资源及气象灾害风险进行了分析;田光文<sup>[4]</sup>通过使用 GIS 对各项因子进行模拟计算研究了南郑县暴雨灾害风险区划;柏秦凤等<sup>[5]</sup>基于农业气象灾害风险形成的基本原理,分析了陕南玉米涝渍灾害,建立陕南玉米

涝渍灾害风险评估模型并进行风险区划。但是气象灾害风险分析的对象达到镇村一级的较少。本文根据脱贫攻坚需要,对庾岭镇开展了详细气象灾害风险调查,进行灾害风险分析。提出风险管理对策和防灾减灾工程建设意见,进而实施精准帮扶。

## 1 资料和方法

收集 2008—2017 年丹凤县气象站及庾岭镇区域自动站气象观测资料,汇总相关部门灾害损失、防洪堤坝、抗灾工程建设投入、非工程措施、各村农特产业收入及地质灾害隐患点资料,结合实地调查,运用环境灾害风险系统理论和方法,开展镇村气象灾害风险分析。鉴于小区域范围气象灾害时空分布历史资料缺乏,风险源(如暴雨、雷暴冰雹)区域分布着重分析地形对灾害影响。

## 2 气象灾害风险源分析

根据环境风险理论<sup>[6]</sup>,风险系统由风险源、控制机制和受体三个部分组成。据调查核实,该区域气象灾害的风险源确定为暴雨山洪、地质灾害、

收稿日期:2019-08-13

作者简介:唐盾(1993—),男,汉族,陕西丹凤人,学士,助理工程师,从事地面气象观测工作。

雷电冰雹等;受体为当地的自然地理环境;社会经济条件;控制机制为防灾设施建设,灾害预警警报水平,减灾决策与组织实施水平,依据上述因子开展气象灾害风险分析。

风险源是引发系统安全事件的前提,其危险性的大小决定受体损害程度。众所周知,地形影响大气环流,使局部地区气象灾害增强,改变区域气象灾害空间分布。因此,在镇村级气象灾害风险区划时,主要考虑地形对灾害性天气系统的影响。

### 2.1 不同地形暴雨灾害分布

秦岭暴雨多发于南—北向河谷和海拔高度较高山脉迎风坡的喇叭口地形区域内,海拔高度 1.0~1.8 km 暴雨频次随高度而增加,1.0 km 以下低山丘陵地带,出现频次较小<sup>[7]</sup>。庾岭镇地势西北高、东南低,山势陡峭、高耸,1.5 km 以上的山峰有 23 座。境内的蟒岭平均高度为 1.2 km,呈东西走向,其偏东南方地势呈阶梯状,北高南低,海拔高度 0.6~1.0 km,山体松散,越往南越开阔,是较典型的迎风坡。此类地形不仅有利于暖湿气流抬升,易形成暴雨,而且形成的洪水流量大、流速急、成灾快。其他 1.0 km 以上山峰的东南坡和宽敞的喇叭口地形是诱发暴雨山洪的典型地形。另外,坡面雨量在迎风坡和背风坡还存在明显差异。有人通过观测得出,在平均状态下,坡度为 30° 的迎风坡雨量(雨强)比平地偏多(增强) 7%,而相同坡度的背风坡雨量(雨强)减少(减弱) 8%,迎风和背风两个坡面相差 15%<sup>[8]</sup>。短历时暴雨一般受中、小天气尺度系统影响,强度大,在南北走向山脉的西向坡面上易造成山洪和泥石流;长历时暴雨一般受天气尺度系统影响,过程雨量大,时间长,在西北走向山脉的东南向坡面容易产生滑坡和塌方,这在实地调查中得到了验证。综上分析,蟒岭东南麓,23 个主要山峰的朝西向坡面及其沟溪、河流的下游划分为山洪灾害的危险区域,较低的山地地形、河流上游区域为中度风险区,而背风坡为一般风险区(如图 1)。

### 2.2 不同地形雷暴冰雹灾害分布

雷暴强度及灾害的空间分布与山区地形有一定关系。地形热力效应使底层大气气旋性辐合,易形成不稳定层结,有利于垂直环流的不稳定发

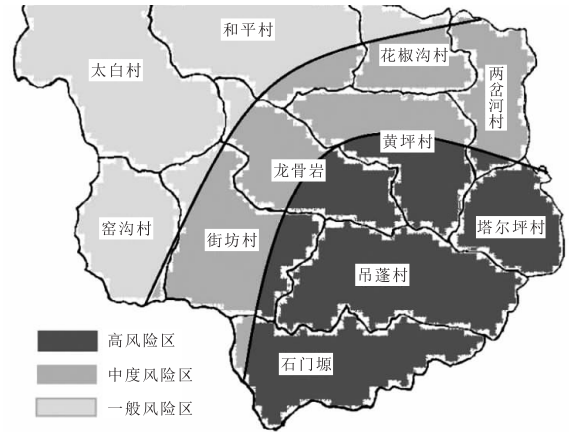


图 1 丹凤县庾岭镇暴雨、冰雹灾害风险区划

展<sup>[9]</sup>。当不稳定层结的空气移到山区,受地形抬升作用容易产生雷雨。另外,喇叭口地形对气流有明显的辐合作用,当暖湿气流进入喇叭口谷地,由于强迫抬升作用,对流增强。据此划定海拔高度 1.0 km 以上东北—西南走向山脉和较大的轴线偏南的喇叭口地形为雷电冰雹高风险区,1.0 km 以上东北—西南走向山脉和较大的轴线偏东的喇叭口地形为中险区,其余地形为一般风险区。

### 2.3 山洪地质灾害隐患点分布

调查显示,庾岭镇山洪地质灾害具有片状分布特征,地质灾害隐患点主要分布在庾岭镇东南部,而山洪灾害隐患点主要分布在其西北部,西南部山洪地质灾害隐患点较少。东北部山洪地质灾害隐患点较多,为高风险区,偏西南部山洪地质灾害较少为一般风险区,其余为中度风险区(如图 2)。

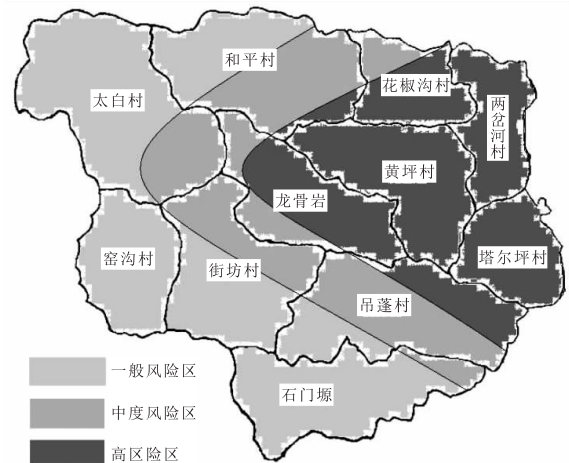


图 2 丹凤县庾岭镇山洪、地质灾害风险区划

### 3 气象灾害风险评价

#### 3.1 气象灾害风险系统各因子状况

表 1 给出了气象风险系统各因子状况。与暴雨中心距离一定程度上决定灾害程度大小。表 1 中,与暴雨中心距离是各村到暴雨中心区域外围的最短距离。不同坡度坡向的地形山洪、泥石流灾害强度不同,坡度坡向因子风险大小确定依据是:坡度超过 40°,东北—西南走向山脉朝向东南的坡面,确定为 3 级;坡度 25°~40°之间,东北—西南走向山脉朝向东南的坡面,或者坡度超过

况的,确定为 1 级。

#### 3.2 气象灾害风险评价指标的归一化处理

由于所选因子的单位不同,各个因子之间数值无可比性,为了便于计算,把表 1 中各因子按照风险源的危险性、控制机制的有效性以及受体脆弱性分为 3 个等级。其中,风险源的危险性按低、中、高,控制机制的有效性和受体自身抗灾能力分别按强、中等、弱,划分为 1、2、3 级,相应赋值 1、2、3 分,参与模型计算。

表 1 丹凤县庾岭镇各村气象风险系统调查表

风险因子	太白	两岔河	花椒沟	黄坪	和平	龙骨岩	街坊	窑沟	吊蓬	石门塬	塔儿坪
暴雨灾害频率	0.2	0.4	0.4	0.7	0.5	0.4	0.3	0.3	0.1	0.3	0.4
山洪地质灾害隐患点个数/个	1	0	1	5	1	2	1	0	1	3	1
与暴雨中心距离/km	8	6	5	3	6	3	4	5	1	1	1
坡度坡向因子	1	1	1	2	2	2	3	2	3	3	3
平均雷暴日数/d	42.3	30.1	39.7	31.2	38.3	46.5	50.2	48.6	46.7	44.3	47.1
有无预案制度	无	有	无	有	无	有	有	无	有	有	有
监测预警设备数量/个	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1	1
应急演练次数/次	0	0	0	1	0	0	1	0	1	0	0
避灾设施数量/个	1	1	1	5	1	2	1	1	1	2	1
近三年防洪设施投入/万元	20	50	70	110	40	50	80	60	100	90	65
有无应急准备认证	无	无	无	无	无	无	无	无	无	无	无
加油站数量/个	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0
隐患点常住人口/人	10	0	280	227	36	36	17	0	11	36	9
医疗卫生机构数量/个	2	3	1	2	3	2	7	2	2	4	1
村级农林年产值/万元	2 100	2 500	1 400	2 000	1 600	1 100	3 700	1 200	1 800	2 200	1 300

#### 3.3 气象灾害风险评价模型

应用层次分析法构造判断矩阵,确定各因子对系统的贡献率(权重系数)。将表 1 中各因子进行定量化、标准化处理后,代入式(1)

$$R = \sum_{i=1}^n p_i \omega_i, i = 1, 2, \dots, n \quad (1)$$

计算得出区域环境风险综合指数值(表 2)。式中,  $R$  为区域环境气象灾害风险综合指数,  $p_i$  为评价因子等级,  $\omega_i$  为评价因子权重系数,  $n$  为评价因子个数。

#### 3.4 评价结果

在气候条件和流域特征、植被、社会经济活动

等因素的影响下,庾岭镇山洪灾害具有成片、成带分布的特点。根据气象灾害危险性、控制机制有效性和受体的易损性,按高、中、低三级进行山洪灾害风险区划。黄坪村、石门塬村、塔儿坪村是气象灾害高风险区,吊蓬村、窑沟村、和平村是中风险区,其他太白村、两岔河村、花椒沟村、龙骨岩村、街坊村为一般风险区。高风险区的石门塬村、塔儿坪村处于暴雨中心,而黄坪村虽不在暴雨中心,但山洪灾害多发,有 5 个山洪灾害隐患点,隐患区人口多,按照统一的评分标准,纳入高风险区(图 3)。

表 2 丹凤县庾岭镇各村气象风险系统因子评分表

评价因子	太白	两岔河	花椒沟	黄坪	和平	龙骨岩	街坊	窑沟	吊蓬	石门塬	塔儿坪	系统贡献率/%
暴雨灾害危险性	3.67	3.67	7.33	11.00	11.00	7.33	3.67	3.67	3.67	3.67	7.33	11
山洪地质灾害危险性	2.67	2.67	2.67	8.00	2.67	2.67	2.67	2.67	2.67	8.00	2.67	8
暴雨洪水危险性	3	3	3	6	3	6	6	6	9	9	9	9
坡度坡向危险性	1.67	1.67	1.67	3.33	3.33	3.33	5.00	3.33	5.00	5.00	5.00	5
雷暴冰雹危险性	6.67	3.33	3.33	3.33	3.33	6.67	10.00	10.00	10.00	6.67	10.00	10
预案制度完善程度	4.67	2.33	4.67	2.33	4.67	2.33	2.33	4.67	2.33	2.33	2.33	7
监测预警控制机制完善程度	2.67	2.67	2.67	2.67	2.67	2.67	1.33	2.67	2.67	2.67	2.67	4
应急演练机制完善程度	3.33	3.33	3.33	1.67	3.33	3.33	1.67	3.33	1.67	3.33	3.33	5
避灾设施完善程度	7.00	7.00	7.00	2.33	7.00	4.66	7.00	7.00	7.00	4.66	7.00	7
防洪设施完善程度	8.00	8.00	5.33	5.33	8.00	5.33	2.67	5.33	2.67	2.67	5.33	8
应急准备认证完善程度	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
加油站等受体易损性	0.67	0.67	0.67	0.67	0.67	0.67	2.00	0.67	0.67	2.00	0.67	2
隐患点常住人口脆弱性	3	3	9	9	6	6	6	3	3	6	3	9
医疗卫生保障完善程度	6	4	6	6	4	6	2	6	6	2	6	6
农林产业受体规模	4	6	2	4	2	2	6	2	4	6	2	6
环境评价综合指数	60.02	54.34	61.67	68.66	64.67	61.99	61.34	63.34	63.35	67.00	69.33	100

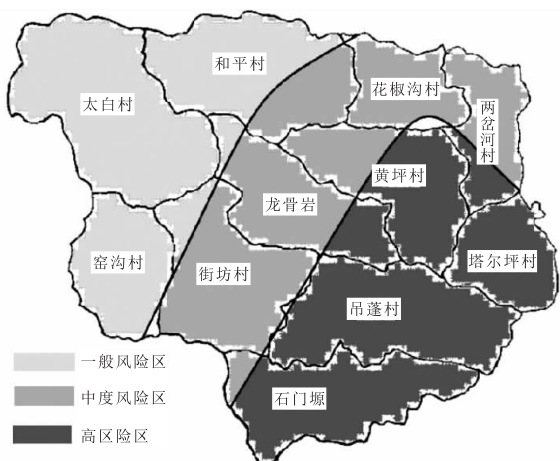


图 3 丹凤县庾岭镇气象灾害风险区划

#### 4 建议

(1)庾岭镇地处武关河上游,植被环境良好,农业生产以种植业为主,加上近几年防洪河堤建设投入较大,暴雨山洪地质灾害风险较小,相当多群众和部分村干部对气象灾害有麻痹大意思想,未开展应急准备认证,部分村没有气象灾害防御预案,只有少数村开展了灾害应急演练,防洪设施的标准普遍较低。该镇全境处于雷电冰雹高发区,要加强防雷安全设施管理,高度重视人工防雷增雨工作,减小风险源的危险性。

(2)黄坪村、石门塬村、塔儿坪村气象灾害高风险区是区域环境风险的优先管理区域,是风险

监测、预警与应急工作重点,风险管理资源配在此类区域;吊蓬村、窑沟村、和平村是中度风险区属于重点风险管理区域,相关单位需密切关注此类区域的风险动态变化情况,防止其向高风险区演变;其他低风险区的工作重点是加强极端气象灾害防范,做好气候灾害预防,明确区域环境风险管理的区域,进一步明确风险主导因素,有针对性地制定安全防范措施和分配环境风险管理资源,实现区域环境风险的优化管理。

(3)以村级行政区域这一行政单元为界,便于收集与整理研究所需数据,使研究结果更具针对性。与传统的气象灾害风险分析方法相比,风险系统概念明确,思路清晰,风险管理可操作性强,可用于小区域灾害风险评估。

致谢:王卫民、瑚波两位高工对论文进行了指导,提供了资料;驻村工作队于艳鹏、李翀龙、王辉三位同志协助开展了气象灾害风险调查,在此一并致谢!

#### 参考文献:

[1] 李美荣,段昌辉,王川,等.风险管理视角下陕西省

(6):44-47.

- [2] 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.
- [3] 李艳莉,王景红,李鹏利.陕西苹果种植区北扩气候资源及气象灾害风险分析[J].陕西气象,2011(3):15-17.
- [4] 田光文.南郑县暴雨灾害风险区划研究[J].陕西气象,2018(3):10-14.
- [5] 柏秦凤,贺文丽,梁轶.陕南玉米涝渍灾害指标构建与风险区划[J].陕西气象,2019(3):1-8.
- [6] 曲常胜,毕军,葛怡等.基于风险系统理论的区域环境风险优化管理[J].环境科学与技术,2009,32(11):167-170.
- [7] 殷志有,王俊,孙军鹏.秦岭山地暴雨与地形关系分析研究[J].陕西气象,2004(1):8-11.
- [8] 程晓丹,雷蕾,张厚发.坡面雨量的风力敏感性观测实验及坡面雨量计算模式[C]//.中国气象学会2012年年会水文气象、地质灾害气象预报与服务分会场论文集.北京:中国气象学会,2012.
- [9] 罗葳,陈青.长汀县雷暴及其灾害的时空分布特征[J].闽西职业技术学院学报,2012,14(1):109-116.