

徐玉霞. 基于GIS的陕西省洪涝灾害风险评估及区划[J]. 灾害学, 2017, 32(2): 103–108. [XU Yuxia. Assessment and Regionalization of Flood Disaster Risk in Shaanxi Province Based on GIS[J]. Journal of Catastrophology, 2017, 32(2): 103–108. doi: 10.3969/j.issn.1000–811X.2017.02.018.]

基于GIS的陕西省洪涝灾害风险评估及区划^{*}

徐玉霞

(宝鸡文理学院 陕西省灾害监测与机理模拟重点实验室, 陕西 宝鸡 721013)

摘 要: 基于陕西省洪涝灾害多发的实情, 为了解其洪涝灾害风险性高低程度, 收集整理陕西省84个气象站点降水资料和1950–2000年洪涝灾害历史记录数据以及陕西省2015年社会经济数据, 采用层次分析法确定各因子的权重, 利用加权综合评价法计算综合风险指数, 并结合GIS的空间分析功能, 对陕西省洪涝灾害风险进行区划。结果表明: 陕西省洪涝灾害风险由南向北有递减的趋势, 高危险区主要分布在安康市; 高暴露区主要分布在西安市、咸阳市; 高脆弱区主要分布在榆林市、西安市; 强防灾减灾能力区域主要分布在西安市; 综合风险高的区域分布在安康市、渭南市、咸阳市。陕西省洪涝灾害风险大小与其气候、地形、社会经济因素密切相关, 经验证风险区划结果和近几十年的洪涝灾害实情基本吻合, 具有一定的参考价值。

关键词: 洪涝灾害; 风险评估; GIS; 区划; 陕西省

中图分类号: X43; P648 **文献标志码:** A **文章编号:** 1000–811X(2017)02–0103–06

doi: 10.3969/j.issn.1000–811X.2017.02.018

近年来, 在以全球变暖为主要特征的气候变化背景下, 极端天气事件和气象灾害频繁发生, 影响了全球的社会经济发展和生态环境建设^[1]。根据《中国水旱灾害公报(2014)》^[2]的统计, 年均因洪涝灾害农作物受灾面积达9 774 km², 年均死亡人口为4 327人。因此, 针对区域性洪涝灾害的风险评估与分区显得日益迫切。目前国内外许多学者高度关注并对洪涝灾害风险进行评估及区划, 基于地理信息系统技术的发展, GIS与水文水力学模拟相接合受到重视。国外有荷兰的PakesU等^[3]探讨了GIS软件(ARC/INFO)与一维洪水演进模型SOBEK的集成问题, 美国Stephen等^[4]对GIS软件(ARC/INFO)与水文水力学模型HEC21/HEC22集成也进行了研究。国内也有诸多学者将GIS技术运用于洪涝灾害风险评估与区划研究^[5–6]。目前的研究方法包括: 基于历史灾情数据的方法, 是指通过对历史发生的大洪水进行调查, 勾绘历史上大洪水的淹没范围来反映洪水风险的方法^[7], 水文

水力学模型与系统仿真模拟方法, 通过对洪水演进的数学模拟, 能够计算出任意给定频率洪水, 在某种洪水调度或工程失事情况下可能淹没范围、深度、流速和历时等要素^[8–10]。基于GIS技术的流域结构特征信息提取模型、GIS支持下的河网密度特征提取及其与洪水危险性关系分析、DEM支持下的洪水危险性分析等^[11–12]。近年来我国的周成虎、宫清华、万金红和赵景波等学者基于GIS技术对选取洪灾形成机制指标模型分别对辽河流域、吉林省、黑龙江省、广东省、江西省、陕西省等地区的洪涝灾害发生的规律及风险评估与区划进行了研究, 取得了较好的研究结果^[13–20], 对防灾减灾起到了一定的指导作用。

本文基于陕西洪涝灾害频发的实情, 利用1954–2015年中国气象数据网提供的降水资料和GIS分析技术, 对陕西省的洪涝灾害风险进行评估及区划, 以期对陕西省的洪涝灾害预测预报以及防灾减灾工作提供一定的参考依据。

^{*} 收稿日期: 2016–07–31 修回日期: 2016–09–14

基金项目: 国家自然科学基金(41071359); 陕西省社会科学基金“后退耕时代陕西省退耕还林工程效益评价及其影响研究”(2015D057); 陕西省重点实验室项目“全球气候变化下陕西省旱涝灾害风险评估及区划研究”(16GS005); 宝鸡市哲学社会科学规划课题“宝鸡市经济发展与生态环境保护的协同发展对策研究”(BJSKGH2016–15); 陕西省重点学科自然地理学资助

作者简介: 徐玉霞(1978–), 女, 陕西榆林人, 硕士, 副教授, 研究方向为资源开发利用与防灾减灾. E-mail: 453452166@qq.com

1 研究区概况

陕西省位于 $105^{\circ}29' \sim 110^{\circ}15' \text{E}$, $31^{\circ}42' \sim 39^{\circ}35' \text{N}$ 之间。东西跨度小, 南北跨度大, 自南向北依次是北亚热带陕南秦巴山地、暖温带关中平原、中温带气候带陕北黄土高原。受复杂地形和气候的影响, 洪涝灾害多发^[21]。据统计分析, 1950 – 2000 年的 51 年中陕西省共发生灾害性洪水 122 次, 年均 2.4 次。其中 1981 年汉中洪涝灾害和 1983 年安康洪涝灾害造成直接经济损失分别为 8 亿元以上和 11 亿元以上^[22]。

2 数据来源与研究方法

2.1 数据来源

根据洪涝灾害风险评估区划目的和指标要素确定, 选用的主要基础数据、图件有:

(1) 陕西省各市 1954 – 2015 年、月气温、降水数据来自中国气象科学数据共享网 (<http://cdc.cma.gov.cn>)。

(2) 陕西省各市的洪涝灾害数据来源于《中国气象灾害大典·陕西卷》(2005 年)。

(3) 陕西省行政区划图 1: 100 万地貌数据来自于国家科技基础条件平台建设项目地球系统科学数据共享平台 (<http://www.geodata.cn>)。

(4) 陕西省 DEM 数字高程图、河网密度分布图均出自于地信网 (<http://www.3s001.com>), 并借助 GIS 软件提取获得。

(5) 常住人口、行政区面积、农村人均 GDP、耕地面积、国民经济生产总值等数据来源于陕西省统计年鉴 (2015 年)、中国地情网 (<http://www.diqing.difangzhi.cn>)、陕西省地情网 (<http://www.sxsdq.cn/whsy/dfzwh/>)。

2.2 评估原理与研究方法

2.2.1 灾害风险评估原理

灾害风险评估是基于定量的角度对灾害发生的形式和强度予以评估。一般考虑危险性、暴露性、脆弱性、防灾减灾能力四个主要因子, 每个因子包涵一系列子因子。其表达式为^[22]:

灾害风险 = A (危险性 W、暴露性 B、脆弱性 C、防灾减灾能力 F)。(1)

2.2.2 指标归一化

自然灾害风险评估及区划评估参数不同, 每个因子包含了若干不同量化的指标, 由于各个评估因子具有不同的量纲和不同的数量级, 无法进行直接的比较。为了使得各个指标之间具有可比性, 必须对每个具体指标做归一化处理即统计数据的指数化, 从而使每个指标数值都分布在 [0,

1] 区间范围内^[17]。

$$Y_{ij} = \frac{X_{ij} - \min_{(ij)}}{\max_{(ij)} - \min_{(ij)}}, \text{ 式中 } X_{ij} \text{ 为正指标}; \quad (2)$$

$$Y_{ij} = \frac{\max_{(ij)} - X_{ij}}{\max_{(ij)} - \min_{(ij)}}, \text{ 式中 } X_{ij} \text{ 为负指标}。 \quad (3)$$

2.2.3 AHP 层次分析法

层次分析法^[21] (analytic hierarchy process, AHP) 是比较常用的对各因子、指标进行赋权的方法之一。是将与决策有关的元素分解为目标、准则、方案等层次, 然后进行定性和定量分析的决策方法。主要是通过将复杂问题分解成若干层次和若干因素, 并在各因素之间进行简单的比较和计算, 就可以得出不同要素重要性程度的权重。这种分析方法的主要弊端就是主观性比较强, 容易受到判断者自身情感的影响。其主要步骤为:

- (1) 建立递阶层次结构;
- (2) 构造两两比较判断矩阵;
- (3) 层次单排序和总排序;
- (4) 检验判断矩阵一致性。

2.2.4 加权综合评价法

加权综合评价法是比较常用的评估方法, 主要用于对方案、决策等进行综合评价。根据综合评价的目的, 确定评价指标和构建评价指标体系, 并对评估指标进行同向化和无量纲化处理, 然后依据各个指标对特定因子的影响程度不同确定具体的权重值, 然后根据单项评价价值求综合评价价值^[23-24]。具体公式为:

$$C_{vj} = \sum_{i=1}^m (Q_{vij} W_{ci})。 \quad (4)$$

式中: C_{vj} 表示综合评价因子的总值; Q_{vij} 表示第 j 个因子的指标 i ($Q_{vij} \geq 0$); W_{ci} 表示指标 i 的权重值 ($0 \leq W_{ci} \leq 1$); m 表示评价指标个数。

2.2.5 GIS 空间分析

GIS 在地理空间数据采集、分析和处理具有强大的功能, 方便用于图形编辑, 可以对不同尺度区域 DEM 高程数据、水系进行提取^[25]。基于 GIS 技术, 通过建立空间数据库, 运用其空间分析的基本功能, 对空间数据查询与量算, 利用空间插值法对缺失数据插值, 建立属性数据与图形数据的关联, 运用图层叠加、分级分类分析, 利用自然断点法对干旱灾害进行评估分级、分类, 从而获得区域干旱灾害风险评估区划图^[26-28]。

2.3 指标选择及确定权重

2.3.1 指标选择

一般来说, 洪涝灾害的形成原因复杂, 既包括自然因素, 又涵盖社会经济因素。以自然灾害风险评估相关理论为基础, 综合考虑了影响陕西省洪涝灾害发生程度的要素, 本文共选取了 18 个指标, 构建评价指标体系 (表 1), 对其洪涝灾害风

险进行评估。

表 1 洪涝灾害风险性评估指标权重值

目标层	权重	准则层	权重	评价层	权重
陕西省 洪涝灾害 综合风险		危险性	0.35	洪涝频次	0.32
				临界致灾雨量	0.24
				地形高程	0.21
				河网密度	0.23
	暴露性	0.26		行政区面积	0.18
				常住人口	0.21
				规模以上工业总产值	0.28
				农业总产值	0.33
				耕地面积	0.21
	脆弱性	0.22		粮食总产量	0.36
				人均生产总值	0.17
				人均城市道路面积	0.12
				非农人口	0.14
				GDP	0.22
	防灾减灾 能力	0.17		地方财政收入	0.25
				农民人均纯收入	0.2
				全社会固定资产投资总额	0.13
				医疗卫生人数	0.2

2.3.2 确定权重

基于不同参评因子量纲不一致,利用最小—最大标准化方法对每个指标进行归一化处理,运用 AHP 层次分析法结合德尔菲专家咨询法确定具体指标权重(表 1)。对陕西省洪涝灾害致灾因子影响最大的是降水量和气温;对孕灾环境脆弱性影响最大的是粮食总产量,其次是耕地面积;对承灾体暴露性影响最大的是农业总产值;对防灾减灾能力贡献最大的是地方财政收入。

3 结果分析

3.1 致灾因子危险性评估区划

致灾因子的危险性主要受气象因素和地理因素的影响,本文依据评价指标,基于 GIS 对矢量数据与图形数据进行关联,并运用自然断点法将致灾因子危险性指数 H 划分为低、较低、中等、较高和高危险区,对应的 H 依次为 0.012 ~ 0.061、0.061 ~ 0.277、0.277 ~ 0.471、0.471 ~ 0.534、和 >0.534,得出陕西省洪涝灾害致灾因子危险性区划图(图 1)。

由图 1 可知,洪涝灾害危险性低、较低区域主要分布在陕北地区,主要由于该地区洪涝灾害频次低、降雨距平百分率大、河网密度小、海拔和坡度较大。洪涝灾害危险性中等区域主要分布西安市、咸阳市和渭南市,由于这些地区洪涝频次高、河网密度较大,但是海拔和坡度相对较小。洪涝灾害危险性较高区域主要分布在汉中市,由于该地区洪涝频次较高,河网密度大,坡度海拔

相对较低。高危险区域主要分布在安康市、渭南市,由于以上地区河网密度大、临界致灾雨量发生频次高,安康市河网密度大,渭南市坡度海拔低。

3.2 承灾体暴露性评估与区划

承灾体暴露性是指自然环境和社会经济系统可能受到来自各种自然灾害威胁而造成的环境破坏、农业损失以及人员伤亡。运用 GIS 空间分析功能,并利用自然断点法将承灾体暴露性指数 V 划分为五个暴露区,依次为低、较低、中等、较高和高等,对应的 V 依次为 <0.002、0.002 ~ 0.212、0.212 ~ 0.381、0.381 ~ 0.544 和 >0.544,得出陕西省洪涝灾害承灾体暴露性区划图(图 2)。

从图 2 可知,洪涝灾害轻、较轻暴露性区域主要分布在铜川市、商洛市、安康市,由于上述区域规模以上工业总产值低,农业总产值低,社会经济不发达。洪涝灾害中暴露性区域主要分布在宝鸡市、汉中市、延安市,由于上述区域规模以上工业总产值较低,农业产值较低,常住人口密度大。较高暴露性区域主要分布在榆林市、渭南市,因为以上地区人口较为集中,社会经济较发达。高暴露性区域分布在西安市、咸阳市,由于以上地区社会经济发达,人口集中度高。

3.3 脆弱性评估与区划

孕灾环境脆弱性是指在灾害发生时承灾体的潜在受灾程度,洪涝灾害对农业影响大,所以农业粮食产量越大、耕地面积越大脆弱性就越大,人均城市道路面积和非农人口数量越大,潜在的受灾程度将越大。运用 GIS 空间分析功能,孕灾环境脆弱性指数 S 依据自然断点法划分为五个脆弱等级,依次为低、较低、中等、较高和高等,对应的 S 依次为 <0.104、0.104 ~ 0.217、0.217 ~ 0.316、0.316 ~ 0.639 和 >0.639,得出陕西省洪涝灾害孕灾环境脆弱性区划图(图 3)。

由图 3 可知,陕西省洪涝灾害脆弱性以中等风险为主,主要分布在汉中市、安康市,由于这两个市耕地面积较大、粮食生产总值较其他市高、农业比重较大,洪涝灾害对农业影响显著。轻、较轻脆弱区主要集中在铜川市、商洛市,由于人均生产总值较低、人均城市道路面积较小,社会经济欠发达。较高和高脆弱区主要分布在榆林市、西安市、咸阳市和渭南市,这些地区社会经济发达、人口集中,潜在的受灾程度重。

3.4 防灾减灾能力评估与区划

防灾减灾能力是衡量一个地区应对自然灾害的能力,这里选取非工程措施对陕西省的防灾减灾能力进行评估。基于 GIS 空间分析功能,利用自然断点法对防灾减灾能力指数 C 予以分级,划分为低、较低、中等、较高和高防灾减灾能力。对应的 C 依次为 <0.096、0.096 ~ 0.195、0.195 ~ 0.311、0.311 ~ 0.450 和 >0.450,得出陕西省洪

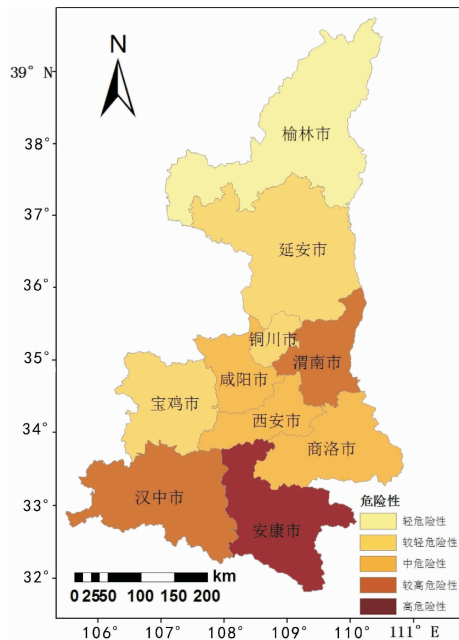


图1 陕西省洪涝灾害危险性风险分区图

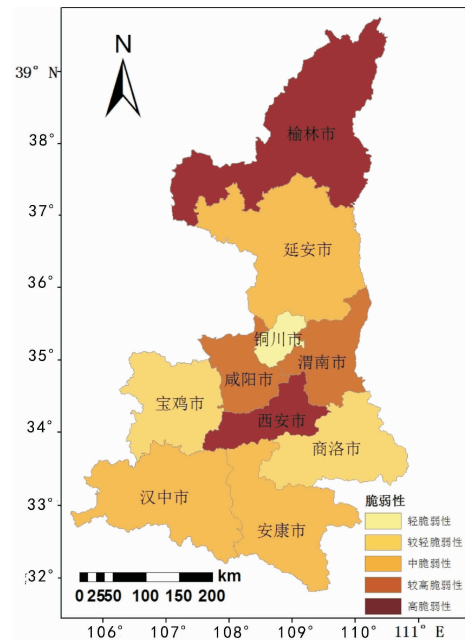


图3 陕西省洪涝灾害脆弱性风险区划

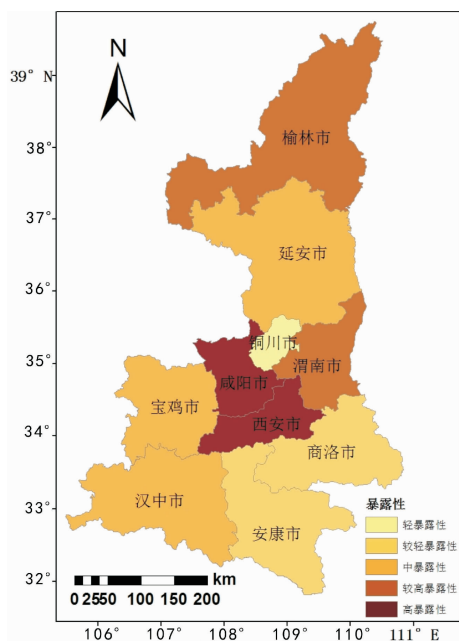


图2 陕西省洪涝灾害暴露性风险区划图

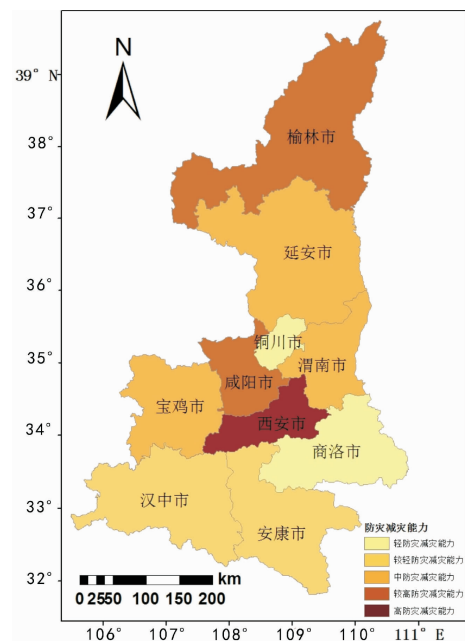


图4 陕西省洪涝灾害防灾减灾能力区划图

涝灾害防灾减灾能力区划图(图4)。

由图4可知,陕西省洪涝灾害防灾减灾能力以低、此低防灾减灾能力为主。低、较低防灾减灾能力区域主要分布在铜川市、安康市、商洛市,其恢复能力相对较差。中防灾减灾能力区域主要分布在宝鸡市、咸阳市、渭南市、延安市。较高防灾减灾能力区域主要分布在榆林市。高防灾减灾能力区域主要分布在西安市,对洪涝灾害的防范和承受能力强。

3.5 洪涝灾害风险综合评估与区划

洪涝灾害风险是危险性、暴露性、脆弱性、防灾减灾能力四个因子综合作用的结果,危险性、

暴露性、脆弱性和灾害风险成正比关系,防灾减灾能力与灾害风险成反比关系。其陕西省洪涝灾害综合风险评价指数的表达式如下:

$$UDRI = 0.35 \times W + 0.26 \times B + 0.22 \times C - 0.17 \times F. \quad (5)$$

式中: $UDRI$ 为洪涝灾害综合风险指数, W 为危险性, B 为暴露性, C 为脆弱性, F 为防灾减灾能力。根据上式对陕西省的洪涝灾害危险性、暴露性、脆弱性、防灾减灾能力栅格数据进行加权叠加得到洪涝灾害的综合风险指数。依据综合风险 $UDRI$ 值将旱灾风险区划分为低、较低、中等、较高和高等5个风险等级区,对应的 $UDRI$ 依次为 < 0.067 、 $0.067 \sim 0.226$ 、 $0.226 \sim 0.295$ 、 $0.295 \sim 0.333$ 和 > 0.333 , 运用 GIS 10.2 软件并结合自然

断点法得出陕西省干旱灾害综合风险等级区划图(图 5)。

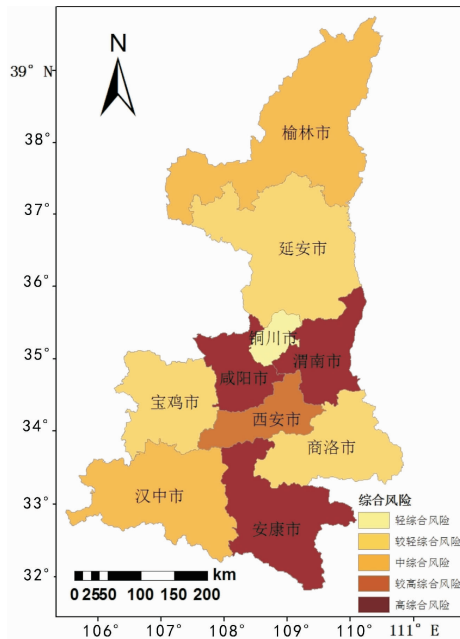


图 5 陕西省洪涝灾害综合指数风险区划图

从图 5 可知,陕西省综合干旱灾害风险等级自南向北呈递减趋势。由于陕南地区河网密度较大、临界致灾雨量频次高、历史洪涝灾害频次较高,虽然安康市的海拔坡度较高,但是城市建筑大多沿河分布,人口集中,一旦发生洪涝灾害呈现出高危险性、低防灾减灾能力、中暴露性和脆弱性所以综合风险高。陕西省洪涝灾害综合风险中、较高、高综合风险的市占全省市的绝大部分。这表明陕西省受洪涝灾害影响程度较大,风险较高。尤其是安康市、渭南市、咸阳市的高危险区,相关的政府部门应密切关注气象预测、把握历史洪涝灾害规律,及时做好防范工作。

4 结果验证

本文依据中国气象数据网 1954 – 2015 年陕西省 84 个自动观测区站点的降水资料,《中国气象灾害大典·陕西卷》的灾害资料对区划结果进行验证,用近 60 年各市的洪涝频率来验证区划结果。参照文献[24]和文献[25]得出降水距平百分率的旱涝等级划分标准(表 2)。依据表 2 旱涝等级划分标准计算得出陕西省 1954 – 2015 年各市偏涝、大涝的洪涝频率(表 3)。

表 2 降水距平百分率 M 的旱涝等级划分标准

等级	降水距平百分率/%	旱涝类型
1	$M \geq 50$	大涝
2	$25 \leq M < 50$	偏涝
3	$-25 < M < 25$	正常
4	$-50 < M \leq 25$	偏旱
5	$M \leq -50$	大旱

表 3 陕西省发生洪涝灾害频率表

	偏涝频率	大涝频率	总频率
西安市	0.0926	0.0555	0.1481
铜川市	0.1356	0.0169	0.1525
宝鸡市	0.1525	0.0169	0.1694
咸阳市	0.1017	0.0508	0.1525
渭南市	0.0678	0.0339	0.1017
延安市	0.1356	0.0169	0.1525
汉中市	0.1525	0.0339	0.1864
榆林市	0.2034	0.0169	0.2203
安康市	0.1356	0.0678	0.2034
商洛市	0.1017	0.0678	0.1695

由表 2、表 3 可知,陕西省偏涝频率大致呈对称性分布,陕北和陕南地区偏涝频率总体大于关中地区;大涝频率呈现出陕南地区大于关中地区,关中地区大于陕北地区。洪涝总频率呈现出陕南 > 关中 > 陕北的分布规律。因降雨距平百分率是衡量某时段、某地区降雨量与该地同一时段降雨平均状态的偏离程度。由于各市多年年均降雨量存在差异较大,仅用降雨距平验证存在不足。因此参照《中国气象灾害大典·陕西卷》1950 – 2000 年 51 年的历史灾情数据可知陕西省 51 年内共发生灾害性洪水 122 次,年均 2.4 次,其中安康地区的洪涝灾害频率最高,渭南地区洪涝灾害频率次之。以上两项分析结果和本文的验证结果基本相符,说明本研究的结果和实际情况基本相符,具有一定的参考价值。

5 结论与讨论

(1)陕西省洪涝灾害风险区域差异较大,总体呈现由南到北逐渐递减的趋势。此结果主要与该省的气候特点、地形高程、河网密度等因素密切相关。从危险性来看,高危险性主要分布在汉江流域;从暴露性和脆弱性来看,高风险区主要分布在社会经济较发达地区,这些地区人口集中、社会生产总值高、工业发达。从防灾减灾能力看,经济越发达的地区防灾减灾能力越强。从综合风险看,中、较高、高风险地区占全省 60% 的区域,这表明洪涝灾害对陕西省的社会经济和自然环境整体影响较大。

(2)由于洪涝灾害的形成受多种因素影响,将其影响因子完全量化有一定困难,需要进一步完善。本文选取临界致灾雨量频次、洪涝灾害频次、河网密度、海拔、高程为危险性指标,由于资料有限,所选取区划单位较大,再将危险性指标量化时,进行市区均值化处理,未将危险性指标进行细致空间化处理,会对最终综合风险区划的空间性效果有一定的影响。但最终的区划结果与陕西省洪涝灾害发生的频率及李茜^[28]陕西省暴雨灾害风险实时评估技术研究结果基本相符,说明区

划结果和实际情况基本相符。

(3) 基于 GIS 技术建立空间数据库和洪涝灾害风险区划具有一定的可行性, 未来工作的重点是考虑如何使自然因素和社会经济因素做进一步精确化处理, 使得各风险要素的指标量化和分级更加合理, 从而使得区划结果更精确, 更符合现实情况。

本论文在完成的过程中 2012 级地理科学专业学生梁阳和 2015 级研究生许小明做了不少工作, 在此表示感谢。

参考文献:

- [1] 任国玉, 封国林, 严中伟. 2010 中国极端气候变化预测研究回顾与展望[J]. 气候与环境研究, 2010, 15(4): 337-353.
- [2] 国家防汛抗旱总指挥部, 中华人民共和国水利部. 中国水旱灾害公报(2014)[M]. 北京: 中国水利水电出版社, 2015.
- [3] Tine ke, De Jonge. Modeling floods and damages assessment using GIS[C]//Hydro GIS: Application of Geographic Information System in Hydrology and Water Resources Management. IAHS Publ. 1996.
- [4] Philip A Townsend. Modeling flood plain inundation using an integrated GIS with radar and optical remote sensing [J]. Geomorphology, 1998, 21: 295-312.
- [5] 张会. 基于 GIS 技术的辽河中下游洪涝灾害风险评估与管理对策研究[D]. 长春: 东北师范大学, 2007.
- [6] 汤奇成. 中国干旱区洪涝灾害的研究[J]. 干旱区资源与环境, 1996, 10(1): 38-45.
- [7] 黄崇福, 刘新立, 周国贤. 以历史灾情资料为依据的农业自然灾害风险评估方法[J]. 自然灾害学报, 1998, 7(2): 1-9.
- [8] 周成虎, 万庆, 黄诗峰. 基于 GIS 的洪水灾害风险区划研究[J]. 地理学报, 2000, 55(1): 15-24.
- [9] 宫清华, 黄光庆, 郭敏等. 基于 GIS 技术的广东省洪涝灾害风险区划[J]. 自然灾害学报, 2009, 18(1): 58-63.
- [10] 徐乾清, 戴定忠. 中国防洪减灾对策研究[M]. 北京: 中国水利水电出版社, 2002: 8-9.
- [11] 黄诗峰, 徐美, 陈德清. GIS 支持下的河网密度提取及其在洪水危险性分析中的应用[J]. 自然灾害学报, 2001, 10(4): 129-132.
- [12] 黄大鹏, 刘闯, 彭顺风. 洪灾风险评估与区划研究进展[J]. 地理科学进展, 2007, 26(4): 11-22.
- [13] 赵霞, 王平, 龚亚丽, 等. 基于 GIS 的内蒙古中部区域洪水灾害风险评估[J]. 北京师范大学学报(自然科学版), 2007, 12(6): 666-669.
- [14] 张会, 张继权, 韩俊山. 基于 GIS 技术的洪涝灾害风险评估与区划研究 - 以辽河中下游地区为例[J]. 自然灾害学报, 2005, 14(6): 141-146.
- [15] 孙建霞. 基于 GIS 和 RS 技术的吉林省暴雨洪涝灾害风险评估[D]. 长春: 东北师范大学, 2010: 8-40.
- [16] 姜蓝齐, 马艳敏, 张丽娟, 等. 基于 GIS 的黑龙江洪涝灾害风险评估与区划[J]. 自然灾害学报, 2013, 22(5): 238-246.
- [17] 万金红, 张葆蔚, 刘建刚, 等. 1950-2013 年我国洪涝灾情时空特征分析[J]. 灾害学, 2016, 31(2): 63-68.
- [18] 赵景波, 杨晓玉, 许永红, 等. 陕西安康近 50 年来极端气温指数变化研究[J]. 灾害学, 2016, 31(2): 89-94.
- [19] 张兴毅, 王国梁. 基于 GIS 的江西省洪涝灾害风险区划[J]. 陕西师范大学学报, 2014, 28(4): 68-72.
- [20] 李帅杰, 谢映霞, 程晓陶. 城市洪水风险图编制研究 - 以福州为例[J]. 灾害学, 2015, 30(1): 108-114.
- [21] 张继权, 魏民. 加权综合评价法在区域玉米生产水平综合评价与等级分区中的应用[J]. 经济地理, 1994, 14(5): 19-21.
- [22] 王以彭, 李结松, 刘立元. 层次分析法在确定评价指标权重系数中的应用[J]. 第一军医大学学报, 1999, 19(4): 377-379.
- [23] 王跃民, 鲁慧霞, 刘璟瑜, 等. 3 个不同旱涝指标等级划的比较研究[J]. 现代农业科技, 2011(7): 326-327.
- [24] 鞠笑生, 杨贤为, 陈丽娟, 等. 我国单站旱涝指标确定和区域旱涝级别划分的研究[J]. 应用气象学报, 1997, 8(1): 26-33.
- [25] 李新运, 李勇先, 余锦, 等. 山东省近 600 年旱涝时间分形特征[J]. 地理学与国土研究, 1995(11): 41-46.
- [26] 白雷超, 罗明良, 阳岳龙. 基于层次分析法(AHP)的陕西省洪涝灾害风险评估[C]//四川省地理学会 2014 年学术年会. 2014.
- [27] 王莎, 王晓峰, 黄先超, 等. 基于 GIS 的秦岭暴雨灾害风险评估研究[J]. 河南科学, 2015(9): 1647-1652.
- [28] 李茜, 蔡新玲, 雷向杰, 等. 陕西省暴雨灾害风险实时评估技术研究[J]. 中国农学通报, 2015(25): 241-246.

Assessment and Regionalization of Flood Disaster Risk in Shaanxi Province Based on GIS

XU Yuxia

(Key Laboratory of Disaster Monitoring and Mechanism Simulating of Shaanxi Province, Baoji University of Arts and Sciences, Baoji 721013, China)

Abstract: Based on the fact that flooding is frequent in Shaanxi Province, we can recognize that disaster risk assessment is helpful in reducing casualties and financial loss, which include rainfall record in 84 Forain Smart Stations in Shaanxi Province, the historical flooding trace from 1950 to 2000, and the latest social and economic message of Shaanxi Province in 2015 to scientifically and systematically carry out the work of disaster risk assessment and prediction. We adopt the way of Analytic Hierarchy Process (AHP) to explore risks of flooding in fatalness, exposure, and vulnerability and disaster prevention and mitigation capacity. The four major factors to poor standardization of sub factors data processing, comprehensive weighting method is used to calculate the index coefficient, and combined with the Arc-spatial analysis function of GIS, flooding factors of districts in Shaanxi province. The results show that the frequent flood are mainly distributed in Shaanxi province Ankang municipality; Weinan, severe exposure in Xi'an, Xianyang; extreme vulnerability in Yulin and Xi'an; advanced ability of disaster prevention and mitigation in Xi'an; Comprehensive risk in Ankang municipality, Weinan, Xianyang. Flooding is closely related to the climate, topography and social economy. The results show that the divisions are identical to the flooding happened in recent decade's years, so has some reference value.

Key words: flood disaster; risk assessment; GIS; regionalization; Shaanxi Province