

渭河下游河流沿线区域洪水灾害风险评价

李谢辉^{1,2}, 王 磊³, 谭灵芝⁴, 郑 奕⁵

(1. 河南大学黄河文明与可持续发展研究中心, 河南 开封 475001; 2. 兰州大学西部环境教育部重点实验室, 甘肃 兰州 730000; 3. 成都信息工程学院高原大气与环境四川省重点实验室, 四川, 成都 610225; 4. 重庆工商大学长江上游经济研究中心, 重庆 400067; 5. 中国气象局乌鲁木齐沙漠气象研究所, 新疆 乌鲁木齐 830002)

摘要: 区域洪水灾害风险评价是洪灾评估和管理的重要内容。依据灾害系统理论, 利用 GIS 方法, 综合分析了渭河下游对洪水灾害有影响的降水、地形、水系、过境洪水和防洪工程等自然致灾力和孕灾环境的影响度, 以及承灾体遭受不同强度洪水可能损失程度的易损性影响度, 运用层次分析法和因子叠加法, 从自然和社会属性两个方面对洪灾风险进行了综合评价和分析。结果表明: 研究区洪水灾害风险整体上以渭河下游干流为中心逐渐向两边递减, 即离主干河流越近, 风险越高, 反之越低; 从行政区划上来看, 西安市城区和临潼区基本处于高风险区, 而华县、华阴市和潼关县基本处于低风险区。

关 键 词: 渭河下游; 洪水灾害; 风险评价; GIS 方法

中图分类号: P426.616 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-0690(2009)05-0733-07

洪水灾害主要是指由于大气降水的异常不规则运动所引起的洪水给人类正常生活、生产活动带来的损失与祸患, 在水利科学界主要是指洪灾和涝灾^[1]。一般而言, 形成洪水灾害必须具有两个条件: 一是存在诱发洪水的因素(致灾因子)及其形成洪水灾害的环境(孕灾环境); 二是洪水影响区内有人类居住或分布有社会财产(承灾体)。从系统论来看, 致灾因子、孕灾环境、承灾体相互作用, 相互联系, 形成了一个具有一定结构、功能及特征的复杂体系, 这就是洪水灾害系统^[2]。致灾因子和孕灾环境两方面反映的是灾害的自然属性, 承灾体的衡量指标所反映的是灾害的社会属性。

在灾情的形成过程中, 致灾因子、孕灾环境、承灾体缺一不可, 只是这 3 种因素在不同的时空条件下对灾情形成的贡献会发生改变。因此从整体性角度出发, 洪水灾害风险评价应包括洪灾危险性评价和易损性评价两部分。洪水灾害风险评价是洪水灾害管理的基础性工作, 是制定各项防洪减灾措施, 尤其是非工程防洪减灾措施的重要依据, 对减轻洪灾的损失有重要意义^[3]。

关于洪水灾害风险分析和评价研究, 美日等发达国家早在 20 世纪 50~60 年代就已开始, 制作并

发布了国家级的洪灾风险图^[4~7]。中国则从 20 世纪 80 年代中期开始开展这类研究, 并就洪水灾害风险分析的系统理论、评估体系、以及对太湖流域、湘江流域、辽河中下游等地区的洪水灾害风险进行了评价和探讨^[8~20]。本文在前人研究的基础上, 针对渭河下游洪水灾害频发的现状, 依据洪水灾害系统理论, 在综合考虑致灾因子、孕灾环境和承灾体的基础上, 运用层次分析法和因子叠加法, 从自然和社会属性两个方面对研究区洪灾风险进行了综合评价和分析。

1 研究区概况

渭河流域位于中国地形阶梯的第三级, 绝大部分为开阔的平原, 河道比降小。流域降水主要集中在 7~10 月, 由于上游来水和下泄能力的矛盾突出, 加之受季风气候影响, 因此较长时间的连阴雨、连续暴雨或大范围暴雨往往带来洪水灾害。近年来渭河下游泥沙淤积严重, 淤积的重心不断向上游延伸, 范围也不断向上游扩展, 使渭河几乎每年汛期都有不同程度的洪灾出现^[21]。

本研究主要以渭河下游河流沿线区域为研究区(图 1), 108°56'~110°42'E, 34°17'~35°03'N,

收稿日期: 2008-11-14 修订日期: 2009-03-11
基金项目: 教育部人文社会科学重点研究基地重点项目(YRCSD08A05)、中国博士后基金项目(20090450925)。
作者简介: 李谢辉(1977-), 女, 新疆石河子人, 博士, 讲师, 河南大学在站博士后, 主要从事 3S 技术应用及风险评估研究。E-mail: lixiehu325328@163.com

包括 3 个市城区、1 个区、1 个市和 4 个县, 总面积 8 029.7 km²。渭河下游两岸支流众多, 其中南岸的数量较多, 但较大者集中在北岸。北岸支流多发源于黄土丘陵和黄土高原, 源远流长, 比较较小, 含沙量较大; 南岸支流均发源于秦岭山区, 源短流急, 径流较丰, 含沙量较小。渭河最大支流北岸的泾河, 干流全长 455.1 km, 流域总面积 45 421 km²; 第二大支流北岸的洛河, 干流长 680 km, 流域面积为 26 905 km² [21]。

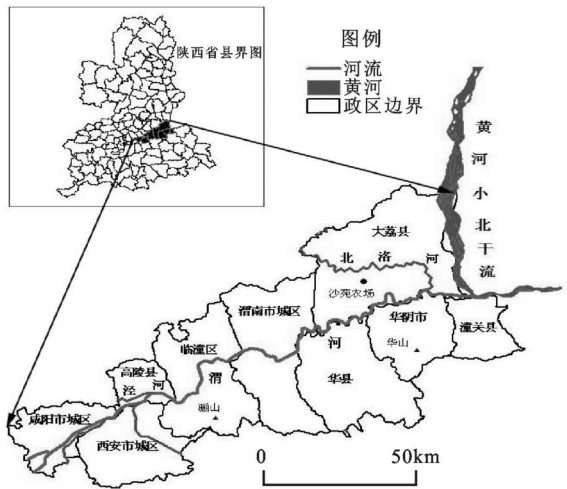


图 1 研究区位置
Fig. 1 Location of study area

2 洪灾风险评价的方法

洪水灾害系统由于受到天、地、人等多种条件的约束和众多复杂因素的影响和干扰, 是一个典型的复杂系统。传统的洪灾风险评价都是以河流和洪泛区为主, 以洪水实际淹没范围划定的边界来进行, 但这并不能完全反映具体所在的行政县域所受的灾害情况, 也根本不可能获得该县域单元上经济价值和灾害损失情况。因此本文依据灾害系统理论, 在综合考虑致灾因子、孕灾环境和承灾体的基础上, 从致灾因子、孕灾环境的自然属性和承灾体的社会属性两个方面, 以各区的行政边界为单位, 借鉴前人洪水灾害风险评价的方法, 将传统的洪灾研究方法和现代技术手段相结合, 把洪水灾害风险评价分为洪水灾害危险性评价和洪水灾害易损性评价两个部分。洪水灾害危险性评价主要从洪水形成的自然属性和孕灾环境出发, 通过选取降水、地形、水系、过境洪水和防洪工程几个因素, 在分析评价了它们对洪水灾害危险性的影响后, 得出了各

因子的洪灾危险性影响度分布图。洪水灾害易损性评价主要是从承灾体遭受损失的社会属性出发, 通过选取人口密度、GDP 密度、单位面积年粮食产量指标, 在分析评价它们对洪水灾害易损性的影响后, 从而得到了各因子的洪灾易损性影响度分布图。而对区域洪灾风险的综合评价运用如下公式获得:

$$R(\text{洪灾风险评价}) = H(\text{洪灾危险性影响度评价}) \times L(\text{洪灾易损性影响度评价}) \quad (1)$$

在此过程中, 主要运用了 GIS 强大的空间分析功能, 还有层次分析法 (AHP)、因子叠加法, 以及对不同量纲和不同级别数据进行标准化的公式法和专家分级赋值法等。

3 结果与分析

3.1 洪灾危险性影响度评价

1) 降水对洪水灾害危险性的影响。洪灾的发生不仅与降水量有关, 也与降水变率有着密切的关系。由于研究区的降水量主要集中在 7~10 月, 约占全年降水量的 60% 以上, 根据降水量越大, 影响度越高, 降水变率越大, 降水量越不稳定, 洪水危险性越高的原则, 可以确定出降水因子对洪灾形成的 0<影响度<1 的划分标准, 据此综合 9 个区的多年平均汛期 (7~10 月) 的降水量和降水变率两个图层, 利用 ArcGIS 软件得到图 2。

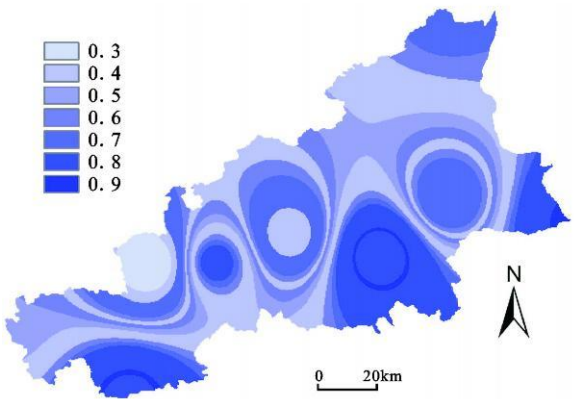


图 2 综合降水影响因子图
Fig. 2 Integrated affecting image of precipitation on flood

2) 地形对洪水灾害危险性的影响。地形对形成洪水的影响主要表现在两个方面: 地形高程及地形变化程度。地形高程越低, 地形变化越小, 越容易发生洪水。地形高程采用美国 SRTM-3 DEM 数据, 地形变化程度用高程相对标准差来反映。根

据绝对高程越低, 相对高程标准差越小, 洪水危险程度越高的原则, 通过确定地形因子与洪水危险程度的关系, 综合叠加 DEM 和数字高程标准差栅格图得到图 3。

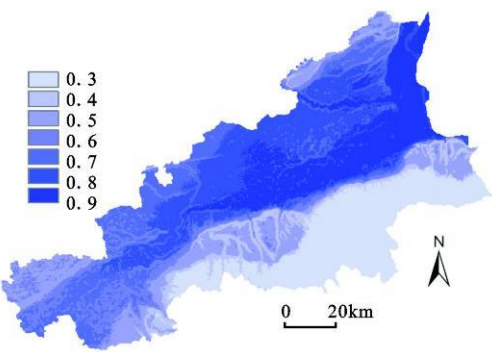


图 3 综合地形影响因子图

Fig 3 Integrated affecting image of terrain on flood

3) 水系对洪水灾害危险性的影响。水系主要包括河流、湖泊和水库, 水系的分布在很大程度上决定了评价区域遭受洪水侵袭的难易程度。距离河道越近, 就越容易遭受洪水的侵袭, 洪水的危险程度就越高。同时, 不同级别的河流其影响力也

是不同的, 级别越高, 其影响范围越大; 同一级别的河流如果其所处地形不同, 影响范围也会不一样, 地势低的河流具有更强的影响力。因此研究水系对洪水灾害危险性综合影响因子的评价时, 需要综合考虑河湖的不同, 河与河之间的不同、评价点与河湖距离的不同、以及河湖所处地形高程的不同等多种因素。

根据历史洪水资料统计可知研究区内的洪水主要来源于渭河干流、泾河、北洛河和南山支流, 而洪水发生最大的区域为干流和它们的一级支流。由于区内没有湖泊, 水库只有两个, 且集水面积不大, 因此水系对洪水危险性的影响主要通过建立水系的不同级别缓冲区来进行, 在做缓冲区时不仅考虑了河流干支流的区别, 而且还考虑了地形的因素, 通过设置不同的缓冲区宽度来反映不同地段受洪水侵袭的难易程度。

研究首先利用 ArcGIS 中的 Buffer 功能将河流矢量图按不同的干支流、不同的地形高程来做不同级别的缓冲区 (表 1)。然后根据距离河流越近, 洪水危险性越大的原则, 通过确定各级缓冲区对洪水危险性的影响度后得到图 4。

表 1 河流缓冲区等级和宽度值的划分标准 (km)

Table 1 Dividing standard for the buffer zone ranks and width of river (km)

河流级别		绝对高程 (m)				
		< 348	348~ 368	368~ 416	416~ 706	> 706
一级缓冲区	干流	6	5	4	3	2
	一级支流	5	4	3	2	1
	二级及其它支流	4	3	2	1	0.75
二级缓冲区	干流	12	10	8	6	4
	一级支流	10	8	6	4	2
	二级及其它支流	8	6	4	2	1.5

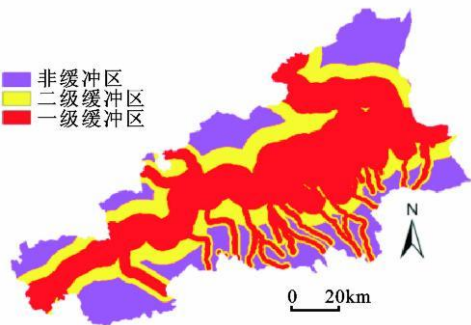


图 4 综合水系影响因子图

Fig 4 Integrated affecting image of water system on flood

4) 过境洪水对洪水灾害危险性的影响。渭

河是黄河的最大支流, 在陕西潼关注入黄河, 通常把禹门口到潼关段称为黄河小北干流。历史洪水资料显示, 对研究区洪水影响较大的水系主要有两部分, 一为下游流域内的水系, 另一部分是黄河小北干流, 主要表现在对渭河洪水的顶托与倒灌上。

影响过境洪水灾害危险性的因子有许多, 由于离河道越近的地方, 越快也更容易受到洪水的袭击, 而地面高程与洪水水位之差则可以反映受淹没的可能性及可能淹没的深度。因此本文根据研究区的地理位置, 选取与河道的距离、某一典型倒灌年 (1977) 地面高程与洪水水位之差两个评价指标, 通过叠加各影响度分级图而综合得到过境洪水

对洪灾危险性影响度图。

5) 防洪工程对洪水灾害危险性的影响。防洪工程在防洪减灾和对保护渭河下游人民生命财产安全中起着重要作用。研究选取工程措施中的堤防密度来作为抗灾能力的度量指标,用以表示防洪工程对洪灾危险性减缓的影响因子。本文以县级行政区为单元来计算每个区的堤防密度,堤防对洪灾风险影响的计算公式如下^[23]:

$$D_d = (\sum l_i w_i) / A \tag{2}$$

式中, D_d 为行政单元(县或乡)或格网的堤防密度度量指标, l_i 为某一级别堤防长度, w_i 为该级别堤防权重, A 为行政单元或格网的面积。

渭河下游堤防总计 242 214 km, 渭河大堤合计 191 554 km(其中大堤左岸合计 100 364 km, 右岸合计 91 19 km), 渭河移民防洪围堤合计 50 66 km。研究根据干支流的堤防防洪标准, 利用专家分级赋分法首先对各堤防赋予权重, 然后统计下游干流、一级支流、南山支流以及黄河部分干流的堤防长度、防洪标准, 通过插值、标准化、重分类赋值处理后就获得堤防对洪灾风险的影响度分级图。

6) 洪灾危险性影响的综合分析。为研究方便, 本文将对研究区的洪灾危险性进行分类, 即有本地洪水确定的洪灾危险性影响部分和由过境洪水确定的洪灾危险性影响部分, 认为它们均由属于自身的影响因子所确定, 将两种类型洪水的各个致灾因子对洪灾危险性的影响相叠加, 就得到洪灾危险性影响的综合评价分析结果。其致灾因子对洪灾危险性影响叠加的模型如下:

(洪灾危险性影响度评价) = (降水 $\times W_1$ + 地形 $\times W_2$ + 水系 $\times W_3$ - 防洪工程 $\times W_4$) + (距离 $\times W_5$ + 典型倒灌年水位差 $\times W_6$ - 防洪工程 $\times W_7$) (3)

式中, 前一部分是本地洪水的致灾因子所引起的危险性影响度叠加, 后一部分是过境洪水的致灾因子所引起的危险性影响度叠加, W_i 为各致灾因子的权重。

根据实际数据统计资料、专家意见和分析者的认识, 运用 AHP法, 建立层次结构模型, 构造判断矩阵, 评定相关层次中各有关元素相对重要性的状况, 其判断值主要引入了 1~ 9 的标度, 其中, 1 表示两个因素同等重要, 9 表示一个因素较另一个因素极端重要。在将判断矩阵的数值加以平衡给出后, 利用 Mathpro 小型数量方法专家系统软件, 通过求解判断矩阵的最大特征值和它所对应的特征

向量, 并进行一致性检验, 得到的各权重为: ①对本地洪水, $W_{\text{降水}} = 0.2262$, $W_{\text{地形}} = 0.1594$, $W_{\text{水系}} = 0.5104$, $W_{\text{防洪工程}} = 0.1040$; ②对过境洪水, $W_{\text{距离}} = 0.2970$, $W_{\text{水位差}} = 0.5396$, $W_{\text{防洪工程}} = 0.1634$; ③ $W_{\text{本地洪水}} = 0.8333$ 和 $W_{\text{过境洪水}} = 0.1667$; ④最终确定的 $W_1 = 0.1885$, $W_2 = 0.1328$, $W_3 = 0.4253$, $W_4 = 0.0867$, $W_5 = 0.0495$, $W_6 = 0.0899$ 和 $W_7 = 0.0272$ 。

将各权重值带入洪灾危险性影响叠加模型, 为便于计算和输出显示, 将各数据集重新统一分类到 [1, 10] 的值域, 利用 ArcGIS 的 Grid 模块进行栅格叠加运算并分级后得到(图 5)。

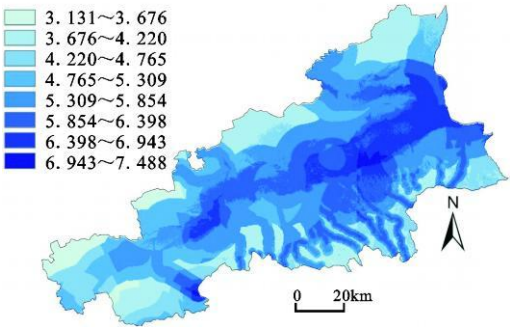


图 5 洪灾危险性影响综合分级图

Fig 5 Integrated affecting ranks about flood disaster's danger

3.2 洪灾易损性影响度评价

由于同样的洪水发生在不同的地区, 可能会导致完全不同的结果, 因此洪灾具有自然和社会的双重属性。一般认为社会经济条件可以定性地反映区域的灾损敏度, 即易损性的高低。易损性分析主要针对承灾体, 通常社会经济发达的地区, 由于人口城镇密集, 承灾体的数量多, 价值高, 遭受洪水灾害时人员伤亡和经济损失就大。同样等级的洪水, 发生在经济发达、人口密集的地区可能造成的损失往往要比发生在荒芜人烟的经济落后地区得多^[24-25]。

为减小研究的复杂性, 考虑到研究区特点和资料的有限性, 本文以行政区为单位, 选取 2002 年各县市的人口密度、GDP 密度和单位面积年粮食产量作为社会经济易损性的评价指标^[26]。主要在 ArcGIS 中首先根据关键字(各县市名字), 利用 Join 功能, 将评价指标统计值与行政区图的属性数据相连接就可得到三个指标的空间分布图。为了将这三个评价指标的空间分布图转换成各自对洪

灾经济易损性的影响度分布图,从统计特征分析出发,参考各指标的均值和标准差,分别把各指标范围分为 5类,并赋予相应的影响度(表 2),最后通过三指标的等权重叠加运算就获得了社会经济易

损性综合影响度空间分布图。由结果可知,西安市城区、咸阳市城区的洪水灾害易损性较大,华县、华阴市和潼关县的较小,其余介于中间。

表 2 单位面积年粮食产量、GDP密度、人口密度分类影响度
Table 2 Influence degree of yearly grain output per unit area GDP density and population density

分类号	粮食产量 (t/km ²)*	GDP(万元 /km ²)* *	人口密度 (人 /km ²)* * *	影响度
1	0 ~ 107.22	0 ~ 229.44	0 ~ 347.75	5
2	107.22 ~ 214.14	229.44 ~ 458.88	347.75 ~ 695.50	6
3	214.14 ~ 338.65	458.88 ~ 1027.46	695.50 ~ 1136.25	7
4	338.65 ~ 462.86	1027.46 ~ 1596.05	1136.25 ~ 1577.01	8
5	≥ 462.86	≥ 1596.05	≥ 1577.01	9

* 均值: 214.44 标准差: 124.21 * * 均值: 458.88 标准差: 568.58 * * * 均值: 695.50 标准差: 440.75

3.3 洪灾风险综合评价

由于洪灾的危险性影响度评价主要反映洪水灾害的自然属性,而易损性影响度评价主要反映洪水灾害的社会经济属性,二者叠加就是洪水灾害风险的综合评价。利用 Grid模块的地图代数功能,采用公式(1)进行叠加得到分辨率为 90 m × 90 m 的研究区洪水灾害风险评价等级图(图 6)。

南山支流也较多,有 12条,洪灾危险性影响度较高,但由于这两个县社会经济易损性影响度最低,因此综合得到的风险影响度低,除渭河干流周边外,大部分都处于中等、较低和低风险区。其余咸阳市城区、高陵县、渭南市、大荔县和潼关县基本都呈现从渭河干流的高风险区逐渐向两边过渡为低风险区的趋势。总之,在某些地区从洪水灾害危险性影响度来看,其值虽然较高,但由于相应的社会经济易损性影响度低,整体洪灾风险影响度可能就低,反之如果洪水灾害的危险性影响度较低,但由于社会经济易损性影响度高,那么整体得到的洪灾风险影响度可能就高,主要因为发生洪水时造成的损失较大。

4 结论和讨论

渭河下游洪水主要来源于渭河干流咸阳以上、泾河、北洛河和南山支流,其洪水具有暴涨暴落、洪峰高、含沙量大的特点。由于洪灾具有自然和社会的双重属性,因此本文依据洪水灾害系统理论,在综合考虑致灾因子、孕灾环境和承灾体的基础上,从引发洪水灾害的多种因素考虑,以各区的行政边界为单位,借鉴前人洪灾风险评价的方法,将传统的洪灾研究方法和现代技术手段相结合,把洪水灾害风险评价分为洪水灾害危险性评价和洪水灾害易损性评价两个部分。由洪灾综合风险评价等级图可知,洪水灾害风险整体上以渭河下游干流为中心逐渐向两边递减,即离主干河流越近,风险越高,反之越低;从行政区划上来看,西安市城区和临潼区基本处于高风险区,而华县、华阴市和潼关县基本处于低风险区,其研究结果与实际情况基本相吻

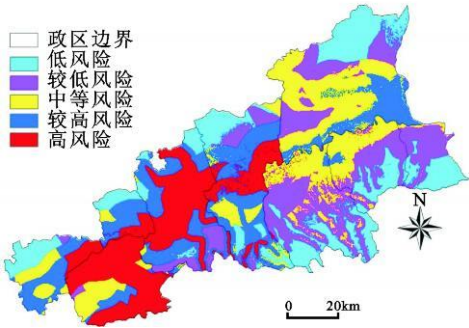


图 6 洪灾风险评价等级图

Fig 6 The ranks flood disaster's risk assessment

从图 6可知研究区洪水灾害风险整体上以渭河下游干流为中心逐渐向两边递减,即离主干河流越近,风险越高,反之越低。从行政区划上来看,由于西安市城区社会经济易损性影响度最高,且境内除渭河干流,还有灞河等小支流,河流的缓冲区较宽,影响度较大,因此综合叠加的风险影响度高,大部分处于高风险区。临潼区内除渭河干流,还有不少二级支流,在河流的缓冲区范围内洪水灾害危险性较大,由于社会经济易损性影响度也较高,综合得到的整体风险影响度大,属于高和较高风险区。华县和华阴市由于降水量丰富,发源于秦岭北麓的

合。

由于洪水灾害本身是一个复杂大系统,致灾因素众多,不仅涉及到地理、水文、气象等自然属性,而且还与区域的社会经济发展水平、当地防洪水平和公众的防洪意识等有较大的关系。本文在对区域洪水灾害风险评价的过程中,针对渭河下游洪水灾害的特点,由于资料的缺乏和一些因素无法量化等原因,主要考虑了部分致灾因子,但实际上还存在其它一些影响因素,如河道泥沙淤积量和渭河倒灌南山支流的水文特性、排涝能力、洪水淹没历时和流速、决策者的宏观调控及人民抗灾活动等。因此,为了更准确的评价洪灾风险,应该综合考虑多种影响因素,建立健全适合研究区特点的评价指标体系,这在后续的研究中可进一步的考虑和完善。

参考文献:

[1] 左大康.现代地理学辞典[M]. 北京:商务印书馆, 1990

[2] 魏一鸣, 杨存建, 金菊良, 等. 洪水灾害评估与分析的集成方法[J]. 水科学进展, 1999, 10(1): 25~ 30

[3] 许有鹏, 李立国, 蔡国民, 等. GIS技术下中小流域洪水风险图系统研究[J]. 地理科学, 2004, 24(4): 452~ 457.

[4] Correia F N, Fordham M, Bemardo F, et al Flood hazard assessment management Interface with the public[J]. Water Resources Management, 1998, 12(3): 209~ 227.

[5] Erich J P. Flood Risk and Flood Management[J]. Journal of Hydrology, 2002, 267: 2~ 11

[6] Shanker K S, Aminuddin A G, Mohd S S, et al Flood risk mapping for Pari River incorporating sediment transport[J]. Environment Modelling & Software, 2003, 18: 119~ 130.

[7] Zeger. Examining GIS decision utility for natural hazard risk modelling[J]. Environmental Modelling & Software, 2002, 17: 287~ 294.

[8] 魏一鸣, 金菊良, 周成虎, 等. 洪水灾害评估体系研究[J]. 灾害学, 1997, 12(3): 1~ 5.

[9] 李辉霞, 蔡永立. 太湖流域主要城市洪涝灾害生态风险评价[J]. 灾害学, 2002, 17(3): 91~ 96

[10] 杜 鹏, 何 飞, 史培军. 湘江流域洪水灾害综合风险评价[J]. 自然灾害学报, 2006, 15(6): 39~ 44

[11] 张 会, 张继全, 韩俊山. 基于 GIS技术的洪涝灾害风险评估与区划研究[J]. 自然灾害学报, 2005, 14(6): 141~ 145.

[12] 尹义星, 许有鹏, 陈 莹. 基于复杂性测度的中国洪灾受灾面积变化研究[J]. 地理科学, 2008, 28(2): 241~ 246

[13] 周德民, 程进强, 熊立华. 基于 DEM 的洪泛平原湿地数字水系提取研究[J]. 地理科学, 2008, 28(6): 776~ 781

[14] 李子君, 李秀彬. 近 45年来降水变化和人类活动对潮河流域年径流量的影响[J]. 地理科学, 2008, 28(6): 809~ 818.

[15] 傅文杰. GIS支持下基于支持向量机的滑坡危险性评价[J]. 地理科学, 2008, 28(6): 843~ 846

[16] 崔林丽, 史 军, 周伟东. 上海极端气温变化特征及其对城市化的响应[J]. 地理科学, 2009, 29(1): 93~ 97

[17] 陈 莹, 许有鹏, 尹义星. 土地利用 覆被变化下的暴雨径流过程模拟分析——以太湖上游西苕溪流域为例[J]. 地理科学, 2009, 29(1): 117~ 123.

[18] 张丽娟, 李文亮, 张冬有. 基于信息扩散理论的气象灾害风险评估方法[J]. 地理科学, 2009, 29(2): 250~ 254

[19] 赵景波, 王长燕. 兰州黄河高漫滩沉积与洪水变化研究[J]. 地理科学, 2009, 29(3): 409~ 414.

[20] 殷 杰, 尹占娥, 许世远. 上海市灾害综合风险定量评估研究[J]. 地理科学, 2009, 29(3): 450~ 454

[21] 张琼华, 赵景波. 近 50 a渭河流域洪水成因分析及防治对策[J]. 中国沙漠, 2006, 26(1): 117~ 121

[22] 李景宜. 陕西渭河下游湿地环境风险因素分析[J]. 地理科学, 2007, 27(3): 371~ 375.

[23] 詹小国, 祝国瑞, 文余源. 平原地区洪灾风险评价的 GIS方法研究[J]. 长江流域资源与环境, 2003, 12(4): 388~ 392

[24] 唐 川, 朱大奎. 基于 GIS技术的泥石流风险评价研究[J]. 地理科学, 2002, 22(3): 300~ 304.

[25] 唐 川, 张 军, 万石云, 等. 基于高分辨率遥感影像的城市泥石流灾害损失评估[J]. 地理科学, 2006, 26(3): 358~ 363.

[26] 中国国家统计局. 陕西统计年鉴(2003)[M]. 北京: 中国统计出版社, 2004

Study on Regional Risk Assessment of Flood Disaster in Catchment Area along Weihe River

LIX ie-hu^{1, 2}, WANG Lei³, TAN Ling-zhi⁴, ZHENG Yi⁵

(1. Research Center of Yellow River Civilization and Sustainable Development, Henan University, Kaifeng, Henan 475001; 2. College of Resource and Environment, Key Laboratory of Western China's Environmental Systems, Ministry of Education, Lanzhou University, Lanzhou, Gansu 730000; 3. Plateau Atmosphere and Environment Key Laboratory of Sichuan Province, Chengdu Institute of Information Engineering, Chengdu, Sichuan 610225; 4. Research Center of the Economy of the Upper Reaches of Yangtze River, Chongqing Technology & Business University, Chongqing 400067; 5. Institute of Desert Meteorology, China Meteorological Administration, Urumqi, Xinjiang 830002)

Abstract Regional flood disaster assessment is an important content for flood disaster estimate and management. According to disaster system theory, using GIS method, through comprehensive analyzing some impact degrees of factors to flood disaster, such as rainfall, terrain, water systems, passing flood and flood prevention projects, as well as impact degrees of the factors to potential losing extents when encountering flood disaster, ecological risks of flood disaster were assessed and analyzed synthetically by applying to analytic hierarchy process and factorial overlay methods from two sides of natural and social attribute. The results show that risk of flood disaster declines gradually from center to two sides around main stream of the lower reaches in the Weihe River as a whole. That is, the closer to main stream, the higher the risk. From administrative divisions, Xi'an City and Lin tong District are in high risk zones, Hua County, Huayin City and Tongguan County are in low risk zones.

Key words lower reaches of the Weihe River, flood disaster, risk assessment, GIS