

极端洪水灾害损失评估方法及应用

仇 蕾^{1,2}, 王慧敏^{1,2}, 马树建^{2,3}

(11 河海大学水文水资源与水利工程科学国家重点实验室, 江苏 南京 210098; 21 河海大学管理科学研究所, 江苏 南京 210098; 31 南京工业大学理学院, 江苏 南京 210007)

摘要: 极端洪水灾害具有频率低、影响范围大、损失高等特点, 一般常遇洪水的灾害损失评估方法难以适用。分析了极端洪水灾害的自然属性与社会属性, 认为极端洪水灾害损失具有时空分布的特性, 因此借鉴空间信息格网技术, 分别形成了极端洪水水文特性格网与社会经济特性格网, 并将其叠加得到具有空间拓扑关系和属性信息的基于GIS的极端洪水损失空间信息格网模型, 从而有效地反映了极端洪水灾害的时空特性。结合极端洪水损失率数据库, 可评估极端洪水灾害损失。利用该方法评估了1998年特大洪水造成哈尔滨市江南主城区的直接经济损失, 实证说明该方法可用于极端洪水灾害损失的评估。

关键词: 极端洪水灾害; 洪灾损失评估; 空间信息格网; 哈尔滨

中图分类号: TV122 **文献标识码:** A **文章编号:** 1002-6791(2009)06-0862-07

近年来, 气候变化引发全球极端洪水事件频发, 已受到越来越多专家、学者关注^[12]。现代气候变化条件下, 洪涝事件表现出新的特点: 在量级上, 远远超过历史的极值, 且发生的频次大幅增加^[3]; 在空间上, 历史上洪水较小的地区也出现特大洪水^[4]。极端洪水破坏力极强, 对社会经济、生命财产以及生态系统造成巨大损失和严重影响。科学评估极端洪水灾害所造成的损失, 不仅为防洪、减灾、救灾提供重要的决策依据, 为实现洪水灾害管理的科学化、系统化、量化奠定基础; 并将促进和提高人类对洪水灾害的认识和管理水平, 从而为寻找一条人口、经济、社会、环境和资源相互协调、和谐发展的可持续发展道路提供有效的保障。

近年来对于洪水灾害损失评价已有一些研究成果^[27]。传统的方法主要是应用历史水文方法粗略圈定洪水的可能淹没范围, 结合淹没范围内各个行政区的社会经济统计数据 and 历史上每次洪灾的损失比例, 确定有多少社会经济财产受灾及其损失值。随着遥感及GIS等高新技术的进步, 有学者将其运用到洪灾损失的评估中^[89], 这是一种将RS/GIS技术、数据库技术、洪水数值模拟、资产评价与预测分析相结合的基于空间分析技术的洪灾损失评价模式, 与传统的统计型评估结果相比, 这种模式能更精确地反映数据空间特征能力。

极端洪水突发性强、灾害损失巨大、发生频率极低, 区域一般常遇洪水评估方法不能简单地应用到极端洪水灾害损失的评估中。本文采用空间信息格网技术构建极端洪水灾害损失评估方法, 以满足针对极端洪水的防洪减灾规划和宏观决策的需求。

1 极端洪水灾害的内涵

极端洪水灾害是一种灾难性的自然现象, 从自然灾害学的角度分析, 极端洪水灾害是指严重影响人类社会正常运转并带来巨大损失和祸患的洪水灾害, 是在一定极端气候模式下, 低频率、高损失的洪水作为致灾因子, 在一定的孕灾环境下, 作用于承灾体所形成的自然灾害。极端洪水灾害具有时间和空间上的相互依赖性和

收稿日期: 2009-02-12

基金项目: 国家自然科学基金资助项目(90924027); 教育部新世纪优秀人才计划资助项目(NCE120600481); 水利部公益性行业科研专项经费资助项目(200801027); 江苏省高校自然科学基金资助项目(09KJB570002); 南京工业大学青年教师学术基金资助项目(39704014)

作者简介: 仇蕾(1978-), 女, 江苏阜宁人, 助理研究员, 博士, 主要从事水资源管理方面研究。

E2mail: qiulei@hhul.edu.cn

时空分布特性,同时还受到人类活动的影响,所以极端洪水灾害具有自然和社会双重属性。

极端洪水灾害的自然属性是指极端洪水灾害发生和发展的过程。极端洪水是一种特殊的自然现象,它是在极端气候变化模式下,由于多方面的影响因素导致的低频率、高损失的洪水灾害。反映极端洪水的自然属性的指标主要包括极端洪水发生和发展的时间、空间范围和严重程度特征指标。

极端洪水灾害的社会属性主要是指极端洪水对人类和社会环境的影响,即对承灾体的影响。承灾体包括人员、工业、农业、矿业、森林、渔业、交通及环境等,其特性反映在受灾区域人口数量、分布、密度、厂矿企业的分布以及农业、工业产值和商业等总体经济水平等,另外还包括现有的防洪能力和防洪工程等。极端洪水造成的社会经济损失的指标体系通常包括:影响人口,伤亡人口的数量和造成社会的直接和间接经济损失等。

从极端洪水灾害的自然和社会属性的分析可知,极端洪水灾害的损失是由于极端洪水灾害的自然属性(如极端洪水产生的气候模式、致灾因子、淹没水深、历时等)和极端洪水灾害的社会属性(承灾体特性)共同作用的结果。极端洪水的自然属性和社会属性都存在着时空分布的特性,即在不同区域,极端洪水的淹没水深、历时等自然特性分布是不同的;在不同的受灾区域内,极端洪水的承灾体也是有差异的。所以,极端洪水灾害损失具有时空分布的特性。

2 极端洪水灾害损失评估的空间信息格网模型

2.1 极端洪水灾害损失评估空间信息格网的形成

2.1.1 空间信息格网的基本思想

空间信息格网(Spatial Information Grid, SIG)是信息技术条件下空间信息收集、存储、处理、分析的新形式^[10]。国内外空间信息格网的研究主要集中在格网地图的编制、资源环境方面的研究和社会经济数据空间化及应用等方面^{[12][2]}。空间信息格网技术的发展,大大提高了社会经济数据和洪水特征的精确度,为准确评估极端洪水灾害损失提供了技术支持。

极端洪水的时空分布特性是极端洪水灾害损失评估的前提和关键,有必要根据受灾区域状况(如经济发展水平、建筑物、防御能力等)和极端洪水的水文特性将极端洪水发生区域进行时空分割。首先对极端洪水的淹没范围作离散化处理,得到极端洪水水文特性格网,在每一个单元格网内,近似认为淹没水深相等。社会经济数据空间格网的建立可以通过社会经济空间展布的方法^[13],解决社会经济空间数据分布不合理的问题。然后将极端洪水的水文特性空间信息格网和社会经济特性空间格网的叠加,得到极端洪水损失空间信息格网。它是基于GIS的具有空间拓扑结构和关系属性,同时具有水文特性和社会经济指标特性的格网。

通过极端洪水空间信息格网的建立,可以得到极端洪水的水文特性(如极端洪水发生的时间、频率、淹没水深和淹没范围等)和社会经济指标特性,再结合已经建立的极端洪水损失率数据库,即可评估极端洪水灾害的损失。具体的损失评估过程如图1所示。

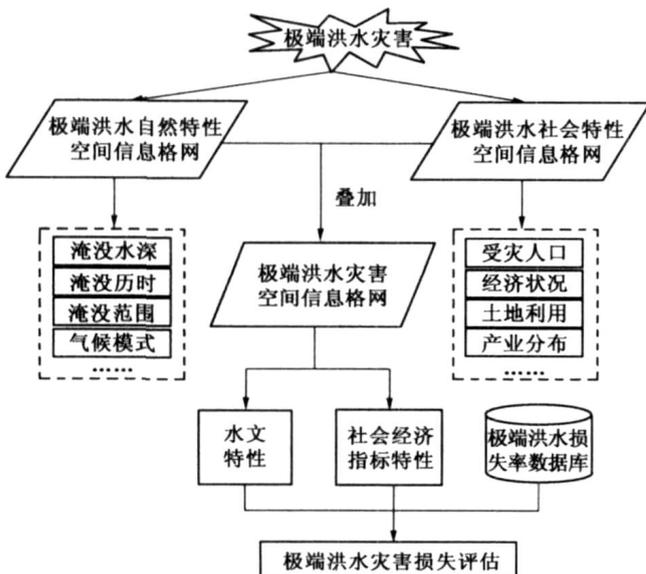


图1 基于空间信息格网的极端洪水损失评估过程图

Fig 1 Extreme flood damage assessment process based on spatial information grid

21112 极端洪水自然特性空间信息格网

极端洪水的自然属性可以用极端洪水的发生时间、淹没范围和水深分布等指标来表示, 这些指标值的确定可以通过基于 GIS 与水动力学模型的洪水模拟演进模型来预测^[14], 从而得到极端洪水淹没信息的空间信息格网。

假设极端洪水水文特性空间信息格网共由 M 个空间信息格网组成, 在空间区域上任意取某一格网单元 l ($l = 1, 2, \dots, M$), 此单元 l 在时间段 $[T_1, T_2]$ 内水文特性表示为

$$Q_l^{[T_1, T_2]} = \{a_l^t, b_l^t, c_l^t, d_l^t\} |_{t \in [T_1, T_2]} \quad (1)$$

式中 $a_l^t, b_l^t, c_l^t, d_l^t$ 分别为单元 l 在时间 t 极端洪水发生的频率、淹没的深度、淹没的范围和流速。通过式(1)可以得到该区域发生的极端洪水水文特性格网信息集为

$$\{Q_1^{[T_1, T_2]}, Q_2^{[T_1, T_2]}, \dots, Q_M^{[T_1, T_2]}\} \quad (2)$$

21113 极端洪水社会特性空间信息格网

通过收集不同区域以行政单元为单位的社会经济统计数据, 将其展布到对应的土地利用类型上, 使社会经济数据在空间分布上更加合理, 建立社会经济空间分布信息的 GIS 图层和相应的关系型数据库, 由此构成了空间展布式社会经济数据库, 即可得到极端洪水社会特性的空间信息格网。

建立极端洪水社会特性空间信息格网要区分极端洪水对城市和农村社会经济的影响。极端洪水对城市和农村造成的损失具有不同的特点。农村的建筑物主要以农房为主, 抵御极端洪水侵袭的能力相对较差, 农村主要以农作物种植为主等。这些特点决定了极端洪水给农村带来的损失具有如下特点: 损失主要是以农产品受淹造成的减产损失为主, 农房几乎全部损失。而城市极端洪水的损失主要是以居民和行政企业的财产损失和因洪水造成的企业停产、停工损失为主, 对城市建筑物造成的损失相对较小。因此对农村和城市在行政单元和空间区域上要给出合理的划分, 确定社会经济数据空间展布和损失率等问题。

假设研究区域按照社会经济信息空间格网由 N 个格网单元区域组成。在时空模型中, 社会经济指标可以看作是三维空间中的分布密度, 记为 $f = f(x, y, t)$, 满足密度函数的基本要求:

$$f(x, y, t) \geq 0, \quad \int_{S = \{(x, y, t) : (x, y) \in R^2, t > 0\}} f(x, y, t) dx dy dt = 1 \quad (3)$$

式中 $f(x, y, t)$ 为分布在时空上的社会经济指标的分布密度函数; (x, y) 为区域所处的地理位置; R^2 为二维平面区域; t 为时间。所以, 此区域某格网单元 d ($d = 1, 2, \dots, N$) 在时间范围 $[T_1, T_2]$ 的社会经济指标值为

$$S_d^{[T_1, T_2]} = \int_{S = \{(x, y, t) : (x, y) \in d, t \in [T_1, T_2]\}} f(x, y, t) dx dy dt \quad (4)$$

式中 $S_d^{[T_1, T_2]}$ 为格网单元 d 在时间段 $[T_1, T_2]$ 的社会经济指标值。通过式(4)可以得到研究区域在某一时间段 $[T_1, T_2]$ 的社会特性格网信息集为

$$\{S_1^{[T_1, T_2]}, S_2^{[T_1, T_2]}, \dots, S_N^{[T_1, T_2]}\} \quad (5)$$

212 极端洪水灾害损失率

极端洪水灾害损失率是指社会资产受到极端洪水侵袭时遭受的毁坏程度, 它可以看作是极端洪水灾害损失模型中的一个参数。极端洪水灾害损失率包括分行业损失率、面上综合损失率和损失增长率等。由于极端洪水发生频率低, 一般洪水的历史资料与数据的参考价值低, 因此极端洪水灾害损失率比较难以获得, 不同的区域、不同的行业、不同的时间段和不同的致灾环境下损失率都是不同的。极端洪水损失率是不同因素共同作用的结果, 根据典型区域的调查数据, 同时考虑随机因素的影响, 建立带扰动项的非线性多因素统计回归模型, 从而得到极端洪水损失率。影响极端洪水损失率的因素主要包括极端洪水特性因子 W (包括频率、淹没的深度、淹没的范围和流速等) 和承灾体种类因子 C (包括社会资产和各种农作物等), 极端洪水损失率 R 表示为

$$R = BW^A C^B + E \quad (6)$$

式中 A 、 B 、 C 为待估参数; E 为扰动项, 满足 $E(E) = 0$, $D(E) = R^2$ 。则 $E(R) = E(BW^AC)$ 。

在典型区域, 对于一般资产, 首先进行承灾体分类, 如果承灾体种类分得足够细, 或者根据损失评估要求确定承灾体种类因子, 只考虑极端洪水淹没特性因子即可, 如淹没历时和淹没水深。对于农作物, 极端洪水灾害损失率还受到农作物生长期的影响, 因此农作物不仅要按照类型分类, 还应按照农作物的生长期划分, 进而建立极端洪水灾害损失率的计算模型。

2.1.3 基于空间信息格网的极端洪水灾害损失模型

记研究区域的损失为 D , 由式(2), 式(5)和式(6)得

$$D = \{Q_1^{T_1}, T_2^J\}_{i=1, 2, \dots, M} \dot{Y} \{S_d^{T_1}, T_2^J\}_{d=1, 2, \dots, N} \alpha R \quad (7)$$

式中 运算符/ \dot{Y} 表示极端洪水的自然空间信息格网和社会信息格网的叠加, 运算符/ α 表示叠加数据在极端洪水损失率数据库中选择适当的损失率作乘法。这里规定先进行/ \dot{Y} 运算, 后进行/ α 运算。根据极端洪水自然和社会两个信息格网叠加原理, 可得到在极端洪水空间信息格网的每个信息单元的损失。

在具体应用中要对式(7)作适当的变形。基于空间信息格网的极端洪水损失评估主要考虑不同行业固定资产的损失和停工停产造成的财产损失; 极端洪水水文特性主要考虑极端洪水的水深、淹没历时和预警时间体现的抗洪抢险行为的力度等。

假设下列变量和参数:

$R_{nkm} = (R_{1km}, R_{2km}, \dots, R_{nkm})^T_{i @}$ 为损失率向量, 其中 R_{jkm} 表示第 j 种行业在第 k 级水深, 第 m 级淹没历时的损失率。

$Y_{ns} = (Y_{1s}, Y_{2s}, \dots, Y_{ns})^T$ 为第 j 种行业在预警时间内损失率的折扣系数向量, 其中 Y_{js} 表示第 j 种行业在第 s 级预警时间内损失率的折扣系数。

$[A_{ij}]_{pn}$ 为格网行业的资产数矩阵, 其中 A_{ij} 表示在第 i 个格网单元内第 j 种行业资产数量。

D 表示单元格网的类型, 当单元格网为耕地、居民用地等时, $D=1$; 当单元格网为未利用的土地类型时, $D=0$ 。 e_j 表示第 j 种行业的年经济增长率, $e_j \geq 0$, 令 $G = (1 + e_j)^N$, 其中 N 表示损失计算时间, 即为到社会经济数据普查数据时间的年限。记 D_{ikm} 表示第 i 个格网单元内第 k 级水深、第 m 级淹没历时的灾害损失, 记 D 为研究区域的格网损失向量, $D = (D_{1km}, D_{2km}, \dots, D_{pkm})^T$, 则在一定的时间内, 对某一研究区域, 每个单元格网的极端洪水经济损失评估模型如下:

$$D = \begin{bmatrix} D_{1km} \\ D_{2km} \\ \vdots \\ D_{pkm} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} A_{11} G D_1 & A_{12} G D_2 & \dots & A_{1n} G D_n \\ A_{21} G D_1 & A_{22} G D_2 & \dots & A_{2n} G D_n \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ A_{p1} G D_1 & A_{p2} G D_2 & \dots & A_{pn} G D_n \end{bmatrix} @ (R_{nkm} @ Y_{ns}) \quad (8)$$

利用空间信息格网模型, 极端洪水损失评估关键是解决式(8)中社会特性空间格网和极端洪水水文特性的空间匹配和极端洪水损失率的计算问题。可以通过以点代面的方法, 分析某一特定区域归属的社会经济展布空间的格网单元和该区域对应的极端洪水的水文特性, 根据具体的经济实体从行业损失率数据库中选择适当的行业损失率计算极端洪水灾害损失。

3 实例应用

哈尔滨市位于黑龙江省南部, 松花江干流中游江畔, 地跨松花江南北两岸, 坐落在松嫩平原, 属平原城市和临江城市。哈尔滨市自开埠建设以来, 一直受洪水威胁侵袭之害。松花江干流哈尔滨站自有水文记载以来 101 年间, 发生超过 $4500 \text{ m}^3/\text{s}$ (相当于警戒水位的洪峰流量) 的洪水 29 次, 洪峰流量超过 $8500 \text{ m}^3/\text{s}$ 的大洪水 10 次, 1998 年洪水是自有记录以来最大洪水。据 1998 年汛后在全市范围内统计: 包括堤外民堤溃决损失, 全市

265 个乡镇有 161 个受灾, 受灾人口 81119 万人, 转移 22195 万人; 进水城镇 12 个, 进水村屯 389 个, 房屋损坏 9182 万间; 农作物受灾 261915 万 hm^2 ; 损坏小型水库 25 座; 水毁堤防 267 处。洪水期间, 全市停产工矿企业 480 个, 半停产 204 个; 公路中断 78 条次, 毁坏 379 km, 毁坏桥涵 463 座; 供电线路中断 17 条。以哈尔滨市为例, 通过计算该地区 1998 年的洪水损失来说明空间信息格网技术在极端洪水损失评估的应用。

基于哈尔滨 1998 年极端洪水的遥感数据资料, 利用上述模型评估其灾害损失, 极端洪水损失估测主要分为 3 个步骤:

(1) 建立极端洪水自然水文特性的空间信息格网, 结合哈尔滨市的地形, 可以分为江南主城区、松北开发区、群力新区、江中保护区和呼兰区等 5 个格网。以江南主城区这个信息格网为例, 遥感监测淹没范围和淹没水深等情形, 从遥感监测影像上提取江南主城区淹没范围, 将遥感监测淹没范围与该地区的地形叠加计算, 可以计算得到淹没范围内的水深分布等情况, 该区域极端洪水的水文特性见表 1。

表 1 1998 年哈尔滨市江南主城区极端洪水水文特性

Table 1 Hydrological characteristics of extreme flood of 1998 in river south main city area of Harbin

频率/%	洪峰流量/ $(\text{m}^3\text{s}^{-1})$	受淹面积/ km^2	最高水位/m	最大受淹历时/d	最大淹深/m
2	16600	36.57	120189	45	6.2

(2) 根据不同频率洪水的淹没范围、水深分布情况, 江南主城区的资产类别主要划分为居民财产、机关企事业单位及基础设施等经济指标, 建立哈尔滨市江南主城区空间展布式社会经济数据库, 根据哈尔滨市 1997 年的统计年鉴, 江南主城区的社会经济状况见表 2。

(3) 不同重现期的洪水淹没损失还取决于各类资产的洪水灾害损失率。根据哈尔滨市历史洪水资料, 采用回归分析的方法, 考虑到经济变化等扰动因素, 可得到在不同重现期内各类财产损失率。如表 3 所示。

表 2 1998 年哈尔滨市江南主城区社会经济状况

Table 2 Socioeconomic status in river south main city area of Harbin in 1998

总人口 /万人	城市居民		机关、企事业单位		
	房屋		产业单位	法人单位	
	平房户数	楼房一层以下户数	年营业收入 /万元	固定资产 /万元	年营业收入 /万元
951762	48162	11857	987437	2063514	5137564

表 3 不同洪水频率下哈尔滨市江南主城区各类财产损失率 %

Table 3 Types of property loss ratio under the different flood frequency in river south main city area of Harbin

洪水频率	工商企事业单位及基础设施损失率	城市居民财产损失率
5%	101.2	31.3
2%	171.1	61.7
1%	231.1	101.5
0.15%	321.6	141.9

依据空间信息格网技术以及数据可得性原则, 由式(8)计算可以得到 1998 年哈尔滨市江南主城区的直接经济损失为 140166 亿元。应用基于空间信息格网的极端洪水灾害损失评估方法, 不仅能够得到洪水淹没范围、最大淹没水深以及具体的空间范围,

而且可以详细地评估受灾人口数量及其程度和空间分布、各类经济财产损失数量及其空间属性, 提高了评估的客观性和准确性。

4 结 论

(1) 极端洪水灾害具有频率低、影响范围大、损失程度高等特点, 一般常遇洪水的历史资料与数据的参考价值低, 其灾害评估方法难以用于极端洪水。

(2) 极端洪水损失具有时空分布特性, 利用空间信息格网技术, 根据受灾区域状况(如经济发展水平、建筑物、防御能力等)和极端洪水的水文特性将极端洪水发生区域进行时空分割, 分别形成极端洪水的自然特性空间格网和社会经济特性格网, 并将其叠加得到具有空间拓扑关系和属性信息的基于 GIS 的极端洪水损失空间信息格网模型, 从而可以有效反映极端洪水灾害的时空特性。

(3) 极端洪水灾害损失率是一个比较难以获得的参数, 通过典型区域的调查数据, 可建立非线性多因素统计回归模型和极端洪水灾害损失率数据库。

(4) 利用该方法评估了 1998 年特大洪水造成哈尔滨市江南主城区的直接经济损失, 该应用说明空间信息格网技术应用于极端洪水灾害损失评估是可行的。

参考文献:

- [1] 闵 , 钱永甫. 中国极端降水事件的区域性和持续性研究[J] 水科学进展, 2008, 19(6): 76327711 (MIN Shen, QIAN Yongful Regionality and persistence of extreme precipitation events in China[J] Advances in Water Science, 2008, 19(6): 76327711 (in Chinese))
- [2] BELL J L, SLOAN L C, SNYDER M A I Regional changes in extreme climatic events: A future climate scenario[J] Journal of Climate, 2004, 17: 82871
- [3] 任国玉, 姜彤, 李维京, 等. 气候变化对中国水资源情势影响综合分析[J]. 水科学进展, 2008, 19(6): 7722779 (REN Guoyu, JIANG Tong, LI Weijing, et al. An integrated assessment of climate change impacts on China's water resources[J]. Advances in Water Science, 2008, 19(6): 7722779. (in Chinese))
- [4] 裘书服, 陈珂, 温家洪. 2007 年 7 月重庆和济南城市暴雨洪水灾害认识和思考[J]. 气象与减灾研究, 2009, 32(2): 5054. (QIU Shufu, CHEN Ke, WEN Jiahong. The July 2007 flash flood disasters of Chongqing and Jinan[J]. Meteorology and Disaster Reduction Research, 2009, 32(2): 5054. (in Chinese))
- [5] 王宝华, 付强, 谢永刚, 等. 国内外洪水灾害经济损失评估方法综述[J] 灾害学, 2007, 22(3): 952991 (WANG Baohua, FU Qiang, XIE Yonggang, et al. A review on evaluation method of economic loss assessment of flood disaster in the world[J] Journal of Catastrophology, 2007, 22(3): 952991 (in Chinese))
- [6] ZHAI Guofang, FUKUZONO T, IKEDA S I Modeling flood damage: Case of Tokai flood 2000[J] Journal of the American Water Resources Association, 2005, 41(1): 772921
- [7] 康相武, 吴绍洪, 戴尔阜, 等. 大尺度洪水灾害损失与影响预评估[J] 科学通报, 2006, 51(增刊 1): 1521641 (KANG Xiangwu, WU Shaohong, DAI Erlu, et al. Pre-evaluation of flood losses and disaster impacts at large scale[J] Chinese Science Bulletin, 2006, 51 (Supplement 1): 1521641 (in Chinese))
- [8] 丁志雄, 胡亚林, 李纪人. 基于空间信息格网的洪灾损失评估模型及其应用[J] 水利水电技术, 2005, 36(6): 9296, 1011 (DING Zhixiong, HU Yalin, LI Jiren. Model for loss assessment of flood disaster based on spatial information grid[J] Water Resources and Hydropower Engineering, 2005, 36(6): 9296, 1011 (in Chinese))
- [9] 李喆, 秦其明, 阿布都瓦斯提吾拉木, 等. 基于 RS/GIS 的城市财产保险洪灾损失评估研究[J] 水科学进展, 2004, 15(5): 6702674 (LI Zhe, QIN Qiming, ABDUWASIT Wulamu, et al. Research on urban flood disaster insurance loss estimation using RS and GIS[J] Advances in Water Science, 2004, 15(5): 6702674 (in Chinese))
- [10] 邵振峰, 李德仁. 基于网格计算环境下的空间信息多级格网研究[J] 地理信息世界, 2005, 3(2): 312351 (SHAO Zhenfeng, LI Deren. Study on spatial information multi-grid under grid computing environment[J] Geomatics World, 2005, 3(2): 312351 (in Chinese))
- [11] 刘宇, 李成名, 刘德钦, 等. 空间信息格网研究进展[J] 测绘科学, 2007, 32(4): 1821891 (LIU Yu, LI Chengming, LIU Deqin, et al. Progress of spatial information grid[J] Science of Surveying and Mapping, 2007, 32(4): 1821891 (in Chinese))
- [12] WHITE D, KIMERLING A J, SAHR K, et al. Comparing area and shape distortion on polyhedral-based recursive partitions of the sphere [J] International Journal of Geographical Information Science, 1998, 12(8): 80528271
- [13] 李纪人, 丁志雄, 黄诗峰, 等. 基于空间展布式社会经济数据库的洪涝灾害损失评估模型研究[J] 中国水利水电科学研究院学报, 2003, 1(2): 10421101 (LI Jiren, DING Zhixiong, HUANG Shifeng, et al. Research of flood and waterlogging loss assessment model based on spatial distribution socioeconomic database[J] Journal of China Institute of Water Resources and Hydropower Research, 2003, 1 (2): 10421101 (in Chinese))
- [14] 苏布达, 姜彤, 郭业友, 等. 基于 GIS 栅格数据的洪水风险动态模拟模型及其应用[J] 河海大学学报: 自然科学版, 2005, 33(4): 37023741 (SU Budada, JIANG Tong, GUO Yeyou, et al. GIS raster data-based dynamic flood risk simulation model and its application [J] Journal of Hohai University: Natural Sciences, 2005, 33(4): 37023741 (in Chinese))

Assessment method for extreme flood disaster losses and its application^X

QIU Lei^{1,2}, WANG Huimin^{1,2}, MA Shujian^{2,3}

(1) State Key Laboratory of Hydrology & Water Resources and Hydraulic Engineering, Hohai University, Nanjing 210098, China;

2) Institute of Management Science, Hohai University, Nanjing 210098, China;

3) College of Science, Nanjing University of Technology, Nanjing 210007, China)

Abstract: Extreme flood is characterized with low frequency but large affecting area and huge economic loss. The natural and social attributions of extreme flood disaster were analyzed in the paper. The current assessment methods are mainly used for common frequently occurred flood, but not suitable for extreme flood. The spatial information grid of hydrological characteristics and social economic attribution for extreme flood were constructed through referencing the spatial information technology. In further, the spatial information grid model of extreme flood losses was established with the spatial topological relationship of different grid information. The model can not only reflect the spatial characteristics of extreme flood, but also assess the losses of extreme flood through combining relevant database. The model was employed to assess the direct economic loss in main city district north to Songhuajiang River in Harbin City, which indicates the model is feasible in practice for extreme flood disaster losses assessment.

Key words: extreme flood disaster; flood disaster assessment; spatial information grid; Harbin City

第四届黄河国际论坛在郑州召开

2009年10月20~23日,由黄河水利委员会主办的国际水利盛会)))第四届黄河国际论坛在河南省郑州市召开。来自美国、墨西哥、澳大利亚、埃及、印度、日本,以及欧盟成员国等61个国家和地区从事水资源、流域管理及有关社会科学、人文科学等领域的专家、学者、管理决策者与会。

本届论坛以“生态文明与河流伦理”为中心议题,论坛内容围绕中心议题安排有全球气候变化对人类生存环境的影响、生态文明及现代流域管理、流域生态建设等9个专题会议,15个政府间合作及国际组织相关分会。论坛闭幕式上发布了“构建河流伦理”宣言,呼吁人们关爱河流,尊重河流,保护河流,以水资源的可持续利用支持流域经济社会的可持续发展;呼吁人们给予河流道德关怀,让人类与河流相依相伴到永远。

黄河国际论坛自2003年举办以来已成功举办了3届,是以黄河为平台、增进国际水利学术交流与合作的大型国际研讨会,旨在促进不同国家和地区间的沟通,交流河流治理经验,共同研究解决黄河问题及世界流域管理所面临的共性问题,实现人水和谐。得到了世界各国水利界的高度重视和大力支持。

第五届黄河国际论坛将于2011年举办,主题为“保障河流自身用水权”。

(摘自《中国水利报》)

X The study is financially supported by the National Natural Science Foundation of China (No. 90924027).