

文章编号:0559-9350(2019)09-1103-08

## 洪灾损失评估系统的研究开发及应用

王艳艳<sup>1,2</sup>, 李娜<sup>1,2</sup>, 王杉<sup>1,2</sup>, 王静<sup>1,2</sup>, 张念强<sup>1,2</sup>

(1. 中国水利水电科学研究院, 北京 100038; 2. 水利部防洪抗旱减灾工程技术研究中心, 北京 100038)

**摘要:** 我国是世界上洪涝灾害多发频发的国家之一, 每次大的洪涝灾害都造成了巨大的经济损失。开展洪涝灾害损失评估对防洪减灾具有重要意义。本文在对洪灾损失评估方法进行研究的基础上, 建立地物空间叠加分析和洪灾损失评估模型, 在GIS平台上集成土地利用、社会经济和洪水淹没数据, 开发完成独立的洪灾损失评估系统, 实现了受淹对象分析和损失评估的通用功能, 可实时地对洪水淹没范围内人口和资产的受淹及损失情况进行快速而精细的评估。并在杭嘉湖区(沪)开展了应用实例研究, 与实测调查统计数据对比结果表明: 利用本文模型和方法评估的洪灾损失与实际相符, 开发的相关系统具有较好的推广应用价值, 能够为防洪减灾决策提供技术支撑。

**关键词:** 洪灾损失; 洪水影响; 评估模型; 决策支持

中图分类号: TV122

文献标识码: A

doi: 10.13243/j.cnki.slxb.20190350

## 1 研究背景

我国是世界上洪涝灾害多发频发的国家之一, 每次大的洪涝灾害都造成了巨大的经济损失, 如1991年、1994年、1996年和1998年, 我国洪涝灾损失占GDP比例高达3%~4%。自1990年代以来, 年均洪灾直接经济损失占到同期年均GDP的1.42%<sup>[1]</sup>, 这一比例是美国的40多倍。洪涝灾害已成为制约我国经济发展的重要因素, 给可持续发展带来巨大压力和严峻挑战。

洪灾损失评估是对洪水造成的后果进行分析和量化的过程。国内外学者取得了有关洪灾损失构成及洪灾损失评估尺度、方法和技术等多方面的成果, 主要将洪水引起的损失大致分为六大类<sup>[2-3]</sup>: 即人员伤亡损失、精神创伤、财产损失、经济活动中断损失、环境影响和社会正常持续混乱等。多采用淹没水深-损失率关系法进行直接经济损失的评估, 其函数形式表现多样, James等<sup>[4]</sup>最早给出了分段线性城市财产淹没水深-损失率函数; Pennin-Rowell等<sup>[5]</sup>和Park等<sup>[6]</sup>通过会议、专家走访、问卷和现场查勘等方式给出了英国的140组损失与水深的对应关系, 提供了各种类型资产随淹没水深变化的损失值区间; 施国庆<sup>[7]</sup>分析了洪灾损失率的主要影响因素, 提出了相关曲线图解法、多元回归分析法等洪灾损失率确定方法。石勇等<sup>[8]</sup>、莫婉媚等<sup>[9]</sup>在洪灾发生后通过问卷调查及实地查勘的方式建立了灾损曲线。1980—1990年代, 随着GIS技术进入实用阶段, 在GIS平台上基于空间分析技术的洪灾损失评估研究和应用逐步活跃起来。英国开发了洪水损失更新系统ESTDAM, 用于洪水损失数据的收集、城市防洪和农村排涝措施的综合评价。美国紧急事务管理署(FEMA)基于GIS技术开发了HAZUS-MH等<sup>[10]</sup>自然灾害损失评估系列软件系统, 能够对地震灾害、台风灾害以及洪涝灾害造成的人员伤亡、损失及社会影响进行定量评估。陈浩等<sup>[11]</sup>基于洪水仿真模型和损失评估模型开发了“北江大堤洪水风险信息管理系统”, 丁志雄<sup>[12]</sup>建立了遥感与GIS技术相结合的洪涝灾害损失评估技术方法

收稿日期: 2019-05-20; 网络首发时间: 2019-09-25

网络出版地址: <http://kns.cnki.net/kcms/detail/11.1882.TV.20190925.0851.002.html>

基金项目: 国家重点研发计划项目(2017YFC1502701, 2018YFC1508003), 水利部公益性行业科研专项经费项目(201501014)

作者简介: 王艳艳(1972-), 博士, 教授级高级工程师, 主要从事防洪减灾研究。E-mail: wangyy@iwhr.com

体系等。此类成果的主要特点是将 GIS 空间分析技术引入了以往的损失评估模型，增加各类空间数据为主要数据源评估损失大小及分布。但我国已有的相关模型系统大多是针对某一特定研究区域，并且多是在综合系统中嵌入洪灾损失评估模型，在数据的格式、参数的拟定、评估步骤和内容等方面都各成体系，整体缺乏统一标准和规范，用户参与交互不够，模型的通用性和可扩展性受到限制。

基于此，本文改变以往分散封闭的开发模式，研究具有自主知识产权的、自成一体的通用化洪灾损失评估系统，该系统在社会经济参数设定与评估方法上，充分考虑与国家统计口径数据的一致性，解决数据更新的问题；开发先叠加后加总的空间分析算法，突破以往模型计算能力受限和运算速度慢的瓶颈；对基础数据与模型参数的结构和内容、与洪水分析及避洪转移等专业系统的接口等进行标准化设计，实现损失评估的实时动态高效模拟。将数据管理、拓扑分析、参数设定、损失率关系定制、评估方法选择和模型运算等功能进行一体化集成，提高系统的完整性，同时也兼顾不同区域不同类型洪灾损失评估的个性化需求。在杭嘉湖区(上海太南片和浦南西片)(以下简称杭嘉湖区(沪))开展洪灾损失评估系统的应用实例研究，验证评估模型的合理性。

## 2 洪灾损失评估模型与方法

**2.1 评估步骤** 洪灾损失评估步骤包括(如图 1)：(1)根据洪水分析模型模拟计算确定洪水淹没范围、水深、历时与流速等致灾特性指标；(2)在空间地理图层上对社会经济统计数据进行空间展布；(3)洪水致灾特征分布与社会经济特征分布通过空间地理关系进行拓扑叠加，获取洪水淹没范围内不同淹没水深、历时下分类资产的价值及分布；(4)根据调查资料分析建立淹没水深、历时及流速与各类财产洪灾损失率关系表或关系曲线；(5)根据淹没区内各类经济类型和洪灾损失率关系，计算洪灾经济损失。将步骤(1)一(3)称为受淹对象分析。

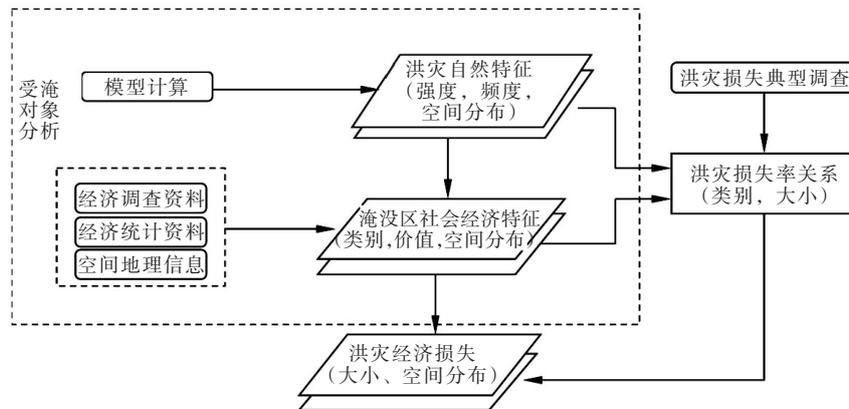


图 1 洪灾损失评估步骤

## 2.2 洪灾损失评估的模型方法

**2.2.1 水动力学洪水分析模型** 洪水分析模型为求解二维非恒定流浅水方程组，根据地形和地物特点，运用不规则网格技术进行计算域的空间离散，采用有限体积法进行数值模拟计算，求出洪水在淹没过程中的淹没水深、历时、流速等洪水要素，模型具备降雨径流模拟、二维洪水演进等计算分析功能<sup>[13-14]</sup>。

**2.2.2 受淹对象分析方法** 将淹没水深、历时及流速分布图层分别与相应的地物分布图层(居民地、重点单位、道路)进行空间叠加运算，推求受淹对象个数、面积、长度等指标(如图 2)。受淹人口则根据每块受淹居民地面积与其人口密度相乘并加总得到，如式(1)。每块居民地的人口密度通过人口统计数据的空间展布模型求取。

$$P_e = \sum_i \sum_j A_{i,j} d_{i,j} \quad (1)$$

式中： $P_e$ 为受淹人口； $A_{i,j}$ 为第*i*行政单元第*j*块居民地受淹面积； $d_{i,j}$ 为第*i*行政单元第*j*块居民地的人口密度。

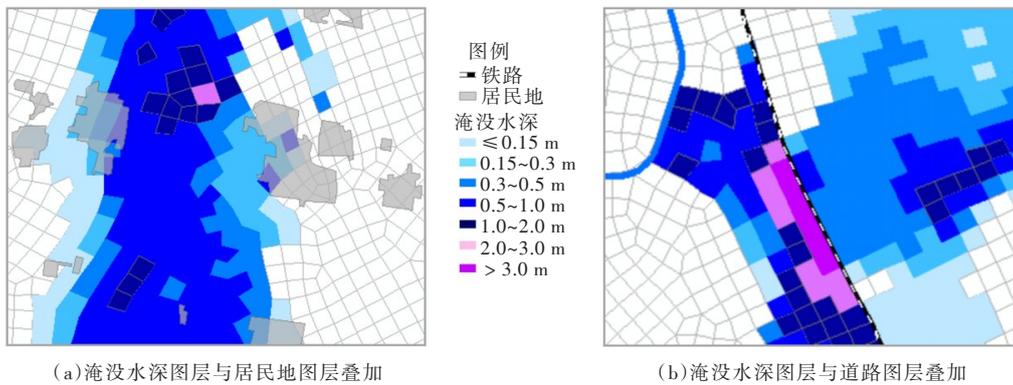


图2 淹没水深图层与土地利用图层叠加分析示意

2.2.3 洪灾损失评估模型 采用淹没水深-损失率关系法计算洪灾损失。洪灾损失率反映承灾体的脆弱性(或抗淹能力)，计算公式如下：

$$\eta = \frac{S_b - S_a + F}{S_b} \quad (2)$$

式中： $\eta$ 为洪灾损失率(%)； $S_b$ 为资产的灾前价值(元)； $S_a$ 为资产的灾后价值(元)； $F$ 为对某些资产进行抢救的费用(元)。

洪灾损失率受淹没程度、地区经济类型、资产类别等多种因素影响，其中淹没水深是最重要的影响指标。通过回归法、类比法等建立淹没水深与各类受淹资产的损失率之间的函数关系，历时和流速作为损失率的修正因素予以考虑。按下式推求洪灾损失：

$$D = \sum_i \sum_j W_{i,j} \eta(i,j) \quad (3)$$

式中： $D$ 为洪灾损失(元)； $W_{i,j}$ 为评估单元在第*j*级水深的第*i*类资产的价值； $\eta(i,j)$ 为第*i*类资产在第*j*级水深条件下的损失率。

企业停产停工引起的损失可根据受淹企业单位时间的平均产值与淹没历时综合确定。

### 3 洪灾损失评估系统实现功能框架及特点

采用 Visual C#等计算机开发语言，在 GIS平台上开发定制洪灾损失评估分析系统，该系统以工程方式组织构架，以流程控制分析评估过程。基于 GIS平台实现数据管理，包括对基础地图数据和淹没数据的提取、转换和标准化，对运算结果的查询与输出等。通过运行受淹对象分析模块对土地利用地图数据和洪水淹没图层进行空间叠加，得到分行政区、分水深的各类受淹地物的面积、长度和数量等指标。通过运行损失评估模型，设定损失率和其他参数，评估分行政区、分资产类别的洪灾经济损失值。系统主要功能如图 3 所示。

该系统自成一体，其特点主要包括：(1)在设定资产分类及社会经济数据结构方面，与国家统计年鉴数据内容紧密结合，较好地解决了数据及时更新的问题；(2)结合土地利用信息，进行社会经济数据的空间展布，重建社会经济数据统计单元内的空间差异特征，提升了洪灾损失评估结果的准确度；(3)在空间分析算法中，预先根据地理拓扑关系叠加计算最小空间单元内的地物面积、长度等值，然后再根据特定指标的分类或分级等级(如淹没水深等级)，将最小单元的值进行汇总统计，运算处理能力和速度大幅提升，突破了传统方法受计算面积和网格精度制约的瓶颈；(4)对于最关键的损失率关系，用户既可以根据系统提供的分类洪水高、中、低三套洪灾损失率关系进行适当调整定制研究区的损失率关系，也可以按照实际需要进行水深分级和相应损失率的输入，自行定义损失率

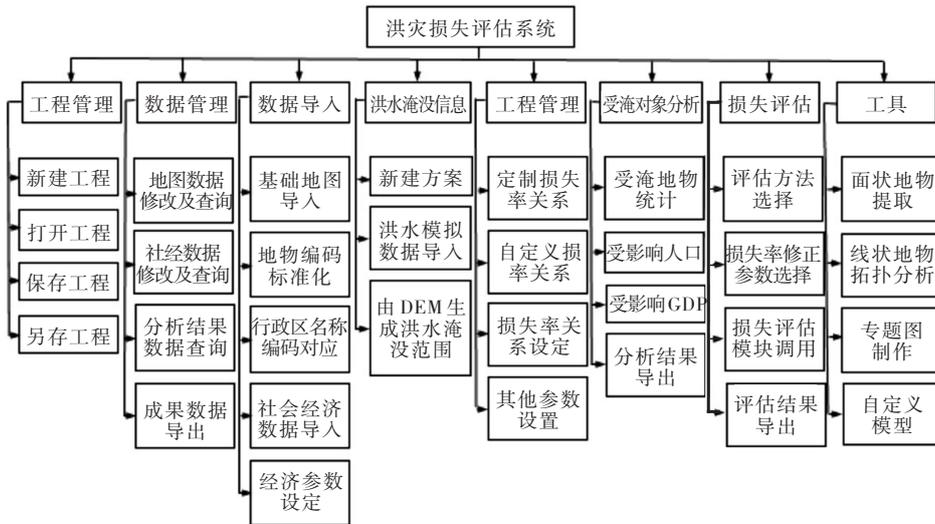


图3 洪灾损失评估系统主要功能

关系，兼顾了系统的通用性和适用性；(5)能够和洪水分析模型、社会经济数据库等动态连接，实现洪灾影响和损失的实时评估。

#### 4 案例研究—杭嘉湖区(沪)洪水损失评估

**4.1 研究区基本情况** 杭嘉湖区(沪)位于上海市西南部，包括上海市水利分片中的太南片和浦南西片，总面积约400 km<sup>2</sup>。常年平均降水量1191 mm，汛期雨量占全年的60%以上；区内及边界处主要河道现状防洪能力约50年一遇，区域总体除涝能力5~10年一遇。研究区涉及青浦区、松江区、金山区等3个行政区的8个镇。据2016年统计数据，区内常住人口69.68万人，GDP为470.05亿元。

杭嘉湖区(沪)地势低洼，历来是太湖流域洪水下泄的主要通道和邻省涝水东排的走廊，也是洪潮相持顶托的敏感地带。近年来台风影响多发，自1997年以来，平均每年都受2个台风影响。2005年“麦莎”台风、2012年“海葵”台风以及2013年“菲特”台风期间该区域都受到了严重的洪、涝、渍害损失。本文就近年来受灾最严重的“菲特”台风实况降雨进行洪水模拟和损失评估<sup>[15]</sup>。

**4.2 “菲特”台风实况降雨洪水分析模拟** 建立杭嘉湖区(沪)二维水动力学模型进行洪水模拟演进分析。模型建模范围如图4所示，建模总面积377.7 km<sup>2</sup>。考虑区内的河流、道路、堤防及居民建筑等地物特征进行二维网格剖分，共剖分12 541个网格，并从1:2000比例尺地形图上提取每个网格的平均高程，见图5。



图4 洪水分析模型建模范围

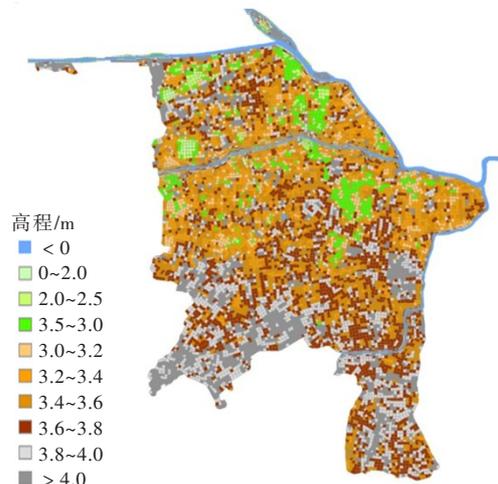


图5 洪水二维模型建模范围及网格分布

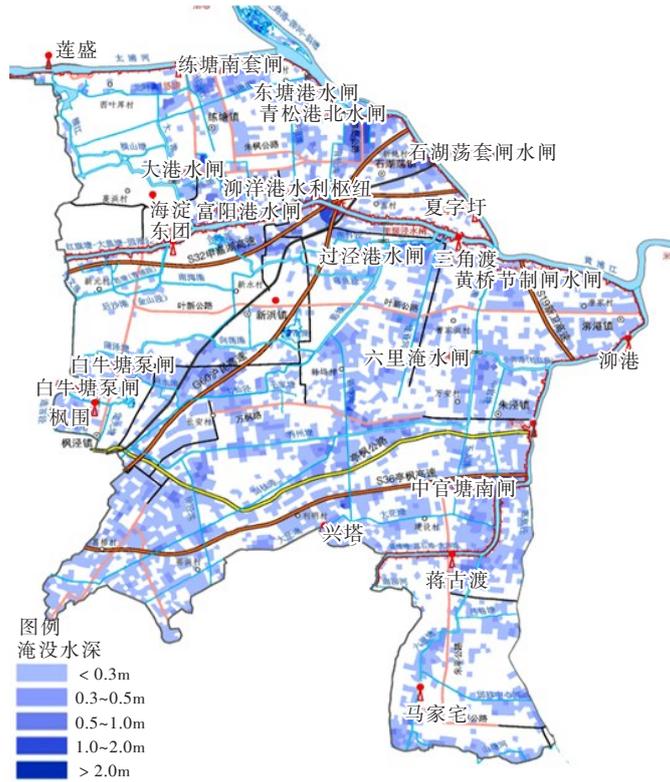


图6 洪水模拟最大淹没水深分布



图7 洪水模拟淹没历时分布

选择2013年10月“菲特”台风实况降雨进行洪水模拟分析，采用的降雨数据为杭嘉湖区(沪)及周边的雨量站实测数据，模型上边界采用太浦河、拦路港等河段代表水位站实测水位过程，下边界采用黄浦江米市渡站实测水位过程作为出流条件，模拟总时长为7d。运行二维洪水分析模型，模拟的“菲特”台风实况降雨最大洪水淹没水深分布如图6、淹没历时分布如图7所示。据对当时实际淹没情

况统计，秀州塘、掘石港等部分堤防发生坍塌和漫堤，沿线被洪水淹没，朱泾镇、枫泾镇部分区域积水超过 30 cm，模型的模拟结果也显示这些堤段部分发生漫溢，相应的城镇积水严重，说明洪水分析模型计算值与实际值较为相符。

### 4.3 洪灾损失评估

4.3.1 价值参数及损失率关系 研究区域主要资产价值根据 2014 年青浦区、金山区和松江区的统计年鉴(实为 2013 年统计数据)确定参数取值如表 1 所示。

表 1 主要价值参数取值

指标	单位	价值	指标	单位	价值
居民建筑物成本价	元/m <sup>2</sup>	3000~4000	居民人均家庭财产值	万元/人	2~3.75
国道修复费用	万元/km	800	省道修复费用	万元/km	500
县道修复费用	万元/km	200	乡道修复费用	万元/km	100

损失率关系的确定主要参考了笔者两项前期研究成果：(1)基于 1990 年代至 20 世纪初上海市相关部门洪灾损失统计资料以及保险公司理赔资料用回归方法拟合的洪灾损失率关系曲线<sup>[16]</sup>；(2)与本研究区域属同一水利分区的杭嘉湖嘉南区和上塘河区经 2007 年“罗莎”台风暴雨和 2010 年“春汛”洪灾实际调查数据率定的分类资产洪灾损失率等级关系<sup>[17-18]</sup>，分析上海市尤其是研究区域所处的远郊区域近年来在建筑物类型、产业发展、农业种植结构以及各种受淹资产承灾脆弱性等方面的变化，并根据 2005 年“麦莎”台风、2012 年“海葵”台风上海市灾情统计数据，进行损失种类更新、损失率关系的类比、回归修正确定的研究区分类资产洪灾损失率关系(见表 2)。

表 2 杭嘉湖区(沪)洪灾损失率-淹没水深关系 (单位：%)

	水深等级				
	0.05~0.3/m	0.3~0.5/m	0.5~1.0/m	1.0~2.0/m	>2.0/m
家庭财产	0.5	3	10	28	38
家庭住房	0	1	4	17	23
农业损失	20	24	41	59	93
工业资产	0.5	1	7	22	30
商业资产	0.5	2	10	20	29
铁路	0.5	2	5	15	28
省道及以上公路	0.5	1	6	17	32
省道及以下公路	1	2	7	19	34

4.3.2 结果分析 将研究区域 2013 年社会经济数据、2012 年土地利用数据和洪水分析模型模拟的“菲特”台风实况暴雨淹没数据输入洪灾损失评估系统，按表 2 设定分类财产损失率-淹没水深关系，运行洪水受淹对象分析与洪灾损失评估模型，得到受淹对象分析结果如表 3，洪灾经济损失评估结果如表 4。

从表 3 可以看出，经模型评估，“菲特”台风实况降雨造成杭嘉湖区(沪)淹没面积 137.57 km<sup>2</sup>，占整个研究区域的 36.5%，受淹居民地 707.85 万 m<sup>2</sup>，农田 6498.33 hm<sup>2</sup>，影响人口 12.09 万人。并且 94% 左右的淹没都集中在小于 0.5 m 的水深等级内；此次“菲特”台风实况降雨共造成洪灾经济损失约

表 3 杭嘉湖区(沪)“菲特”台风实况降雨各级淹没区域受淹对象分析结果

水深等级/m	淹没面积/km <sup>2</sup>	淹没居民地面积/万 m <sup>2</sup>	淹没农田面积/hm <sup>2</sup>	受淹公路长度/km	受淹铁路长度/km	受淹重点单位数(个)	其中化工厂(个)	受影响人口总数/万人	受影响 GDP/万元
[0.05,0.3)	110.37	647.98	5119.20	85.95	6.45	312	1	10.99	741512.16
[0.3,0.5)	19.50	49.08	961.53	10.46	1.10	29	1	0.92	128081.98
[0.5,1.0)	6.80	10.48	364.89	5.51	0.45	2		0.18	52765.76
[1.0,2.0)	0.90	0.31	52.71	0.90					8016.05
≥2.0									
合计	137.57	707.85	6498.33	102.82	8.00	343	2	12.09	930375.95

表4 杭嘉湖区(沪)“菲特”台风实况降雨洪灾损失评估结果 (单位:万元)

方案名称	居民房屋 损失	家庭财产 损失	农业 损失	工业资产 损失	工业产值 损失	商贸业资产 损失	商贸业主营 收入损失	公路 损失	铁路 损失	经济 总损失
菲特实况	621.43	1730.88	7126.2	1885.46	997.72	145.89	241.79	266.18	46.05	13061.62

表5 杭嘉湖区(沪)“菲特”台风实况降雨洪灾损失调查统计值 (单位:万元)

类别	水利设施	农林牧渔业	工业交通运输业	其他	合计
损失	2400	6934	2142.8	1735.2	13212

13 061.62万元, 各类损失中工农业损失最为严重。

通过与实况调查统计数据对比验证分析评估结果的合理性。模拟采用的降雨和潮位边界、社会经济数据均为“菲特”台风发生的2013年的实测或统计数据, 近似认为2012年的土地利用矢量数据也反应了“菲特”台风当年的实况, 保证模型模拟与实况调查统计在分析基础上的一致性。暴雨灾后实际损失的调查统计值<sup>[16]</sup>如表5所示。从表4、表5对比可以看出, 调查统计和模型运算的损失类型并不一致, 所以仅对损失类别相同且损失占比最大的两个类别即农业损失和工业交通运输业损失值进行对比分析。据调查统计, 杭嘉湖区(沪)菲特降雨的农业损失为6934万元, 模型计算为7126万元, 偏大2.8%; 调查统计工业交通运输业损失(不含停产停业损失)为2142.8万元, 模型计算的工业资产损失与公路铁路损失为2197.69万元, 偏大2.6%。模拟结果与实际统计调查数相近, 在以乡镇为评估单元的空间分布上也与实况灾情基本一致。调查统计总损失为13 212万元, 模型模拟结果为13 061.62万元, 尽管在类别上存在差异, 但总损失的量值和分类损失的比例与调查统计基本吻合。对存在偏差原因进行分析: (1)评估模型采用的洪水淹没数据源自于洪水分析模型运算的结果, 可能与实际淹没情况存在偏差; (2)用于比照的调查统计数据按照行政区面积比例折算而来, 可能与杭嘉湖区(沪)的实际受灾情况有差异; (3)损失率关系的选用存在不确定性。

## 5 结论与展望

洪灾损失评估是防洪减灾研究领域的一项基础性研究工作, 但同时也是一项非常复杂的工作。本文在对洪灾损失评估流程和方法研究的基础上, 开发了一套灵活、完善、可操作强的独立而通用的洪灾损失评估系统, 其遵循洪灾成灾的基本原理, 基于洪水分析数值, 能够实现受淹对象及主要类别洪灾损失的快速和准确评估。通过在杭嘉湖区(沪)开展应用研究表明, 系统建立的洪灾损失评估模型能够合理地模拟研究区的洪灾损失大小和分布。该系统在与其他相关软件系统的接口、输入输出数据的标准化方面亦做了大量的工作, 有利于该系统的推广和应用。

在今后的研究中, 洪灾损失评估类型中应考虑增加地下空间、车辆和水利工程等近年受灾严重的损失种类。从评估方法上还需深入研究其他诸如洪水流速、洪峰到达时间等洪水特征对损失率关系的影响, 并将其纳入损失评估模型中; 洪灾损失率的选用方面应注重区域的适用性, 尽量采用历史场次洪水发生当年的数据进行损失率的率定和模型的验证; 应根据社会经济发展等因素对损失种类、所考虑的淹没因素、具体的函数关系等进行适时更新。就评估系统的功能实现, 应在基础数据和模型的参数设置等方面加强管理和检验, 以确保结果的合理性。通过评估模型中资产类别的拓展, 方法、模型研究的逐步深入, 系统功能的不断优化和完善, 进一步提高洪灾损失评估的准确度、科学性和计算效率, 拓宽应用领域, 以期更好地为防洪调度决策、洪水影响评价、防洪效益计算、洪水保险和洪水风险区划等方面提供技术支撑。

## 参 考 文 献:

[ 1 ] 国家防汛抗旱总指挥部. 中国水旱灾害公报2017[M]. 北京: 中国水利水电出版社, 2018.

- [ 2 ] NANNI G B . Impact of the 1993 flood on the mississippi river in illinois[J] . Hydraulic Engineering, 1994(5) : 613-617 .
- [ 3 ] JONKMAN S N . Loss of life estimation in flood risk assessment[D] . The Netherlands: Delft University, 2007 .
- [ 4 ] JAMES L D, LEE R . Economics of Water Resources Planning[M] . McGraw-Hill Book Company, 1971 .
- [ 5 ] PENNING-ROUSELL E C, JOHNSON C, TUNSTALL S M . The Benefits of Flood and Coastal Risk Management: a Manual of Assessment Techniques[M] . London: Middlesex University Press, 2005 .
- [ 6 ] PARKER D J, GREEN C H, THOMPSON P M . Urban Flood Protection Benefits: a Project Appraisal Guide [M] . Aldershot: Gower Technical Press, 1987 .
- [ 7 ] 施国庆 . 洪灾损失率及其确定方法探讨[J] . 水利经济, 1990(2): 37-42 .
- [ 8 ] 石勇, 许世远, 石纯, 等 . 城市居民建筑洪涝灾害脆弱性研究初探[J] . 华北水利水电学院学报, 2009, 30(1): 34-37 .
- [ 9 ] 莫婉媚, 方伟华 . 浙江省余姚市室内财产洪水脆弱性曲线[J] . 热带地理, 2016, 36(4): 633-641 .
- [ 10 ] SCAWTHORN C, FLORES P, BLAIS N . HAZUS-MH flood loss estimation methodology II: Damage and loss assessment[J] . Natural Hazard Review, 2006(5): 72-81 .
- [ 11 ] 陈浩, 仇劲卫, 王艳艳 . 北江大堤保护范围洪水风险图的制作与应用[J] . 水利水电技术, 2000, 31(7): 38-43 .
- [ 12 ] 丁志雄 . 基于 RS 和 GIS 的洪涝灾害损失评估技术方法研究[D] . 北京: 中国水利水电科学研究院, 2004 .
- [ 13 ] 王静, 李娜, 程晓陶 . 城市洪涝仿真模型的改进与应用[J] . 水利学报, 2010, 41(12): 1393-1400 .
- [ 14 ] 仇劲卫, 李娜, 程晓陶, 等 . 天津市城区暴雨涝灾仿真模拟系统[J] . 水利学报, 2000(11): 34-42 .
- [ 15 ] 中国水利水电科学研究院 . 杭嘉湖嘉南区和上塘河区洪水风险分析研究报告[R] . 北京, 2013 .
- [ 16 ] 王艳艳, 陆吉康, 郑晓阳 . 上海市洪涝灾害损失评估系统开发[J] . 灾害学, 2001, 16(2): 7-13 .
- [ 17 ] 王艳艳, 韩松, 喻朝庆, 等 . 太湖流域未来洪水风险及土地风险管理减灾效益评估[J] . 水利学报, 2013, 44(3): 327-335 .
- [ 18 ] PENNING-ROUSELL E C, YANYAN W, WATKINSON A R, et al . Socioeconomic scenarios and flood damage assessment methodologies for the Taihu Basin, China[J] . Journal of Flood Risk Management, 2016, 10(6) : 23-32 .
- [ 19 ] 上海市防汛信息办公室 . 上海市防御强台风“菲特”总结汇编[Z] . 上海, 2013 .
- [ 20 ] 国家防汛抗旱总指挥部办公室 . 水旱灾害统计报表制度[EB/OL] . [http://shzhfy.mwr.gov.cn/tzgg/201901/t20190107\\_1073634.html](http://shzhfy.mwr.gov.cn/tzgg/201901/t20190107_1073634.html), 2011 .

## Development and application of flood damage assessment system

WANG Yanyan<sup>1, 2</sup>, LI Na<sup>1, 2</sup>, WANG Shan<sup>1, 2</sup>, WANG Jing<sup>1, 2</sup>, ZHANG Nianqiang<sup>1, 2</sup>

(1. China Institute of Water Resources and Hydropower Research, Beijing 100038, China;

2. Research Center on Flood & Drought Disaster Reduction of the Ministry of Water Resources, Beijing 100038, China)

**Abstract:** China is one of the countries with frequent floods and disasters in the world. Every major flood disaster event has caused huge economic losses. Conducting flood damage assessment is of great significance for flood control and disaster mitigation. Based on the in-depth study of the flood damage assessment method, this paper establishes a vector-grid spatial-overlap analysis and flood damage assessment model, integrates land use, socio-economic and flood inundation data on the GIS platform, and develops an independent flood damage assessment system. A common function of flood inundated object analysis and damage assessment is implemented to quickly and in real time assess the inundated population and assets within the flooded area. The application case study was carried out in part of Hangzhou-Jiaxing-Huzhou area in Shanghai region. The comparison with the measured data shows that the flood damages assessed by the model and method are consistent with the actual situation. The related systems developed have better value of popularization and application and could provide technical support for flood control and disaster reduction decision making.

**Keywords:** flood damage; flood impact; assessment model; decision making

(责任编辑: 王成丽)