【防洪·治河】

黄河下游滩区洪灾损失评估及预测方法研究

李 奔[1],李 涛[2],翟戌亮[3]

(1.武汉大学 水资源与水电工程科学国家重点实验室,湖北 武汉 430072;2.黄河水利科学研究院 水利部黄河泥沙重点实验室,河南 郑州 450003;3.黄河水利委员会 新闻宣传出版中心,河南 郑州 450003)

摘 要:围绕分类财产损失计算,提出了黄河下游滩区洪灾损失评估及预测流程,对直接经济损失和间接经济损失分别进行计算,在计算后者时使用了间接损失经验系数法。对原阳滩区的验证计算结果表明:评估结果较为贴合实际,验证效果良好,可在实际应用中结合当地具体情况合理使用。

关 键 词:损失预测;损失评估;洪灾;滩区;黄河下游

中图分类号:TV853;TV882.1 **文献标识码**:A doi:10.3969/j.issn.1000-1379.2012.11.006

Flood Loss Assessment and Prediction Methods in the Lower Yellow River Floodplain

LI Ben[1], LI Tao[2], ZHAI Xu-liang[3]

(1. *State Key Laboratory of Water Resources and Hydropower Engineering Science, Wuhan University, Wuhan* 430072, *China*;
2. *Key Laboratory of Yellow River Sediment Research, MWR, Yellow River Institute of Hydraulic Research, Zhengzhou* 450003, *China*;
3. *Press and Publication Center, YRCC, Zhengzhou* 450003, *China*)

Abstract: On the classification property damage calculation, flood disaster damage assessment and forecasting process in the lower Yellow River floodplain were proposed, and the direct and indirect economic losses were calculated respectively, with empirical coefficient method used in the calculation of the latter. Validation of the calculation results in Yuanyang floodplain shows that: the assessment result is more fit with practice and has good validation results. The rational use in practice is applicable in conjunction with local circumstances.

Key words: loss prediction; loss assessment; flood disaster; floodplain; lower Yellow River

黄河下游滩区发生洪灾的风险仍然存在,对洪灾损失开展评估和预测,有利于滩区的防洪规划、防洪调度和安全设施建设。根据损失评估开展的时间,洪灾损失评估可分为灾前评估、灾中实时评估和灾后评估。笔者所指的损失评估是在洪灾发生之前预测不同规模洪水发生时可能造成的损失值,属灾前评估。由于灾前评估需要综合考虑待评估区域社会经济发展状况、洪水各要素等,因此评估工作较为复杂。

1 洪灾损失评估和预测流程

基于相同洪水要素条件下,不同类别财产损失率不同的实际情况,采用分类洪水损失估算法,即按照指定受灾对象的分类,根据典型洪灾损失调查统计资料建立各类受灾对象的损失率与洪水要素的关系,再依据某指定基准年各类受灾对象的可比价格,分别计算并汇总各类受灾对象的洪灾损失,得到洪灾区的洪水损失值,并可对某指定年份洪灾损失进行预测。根据以往研究成果,笔者提出了洪灾经济损失评估和预测的基本流程,见图1。

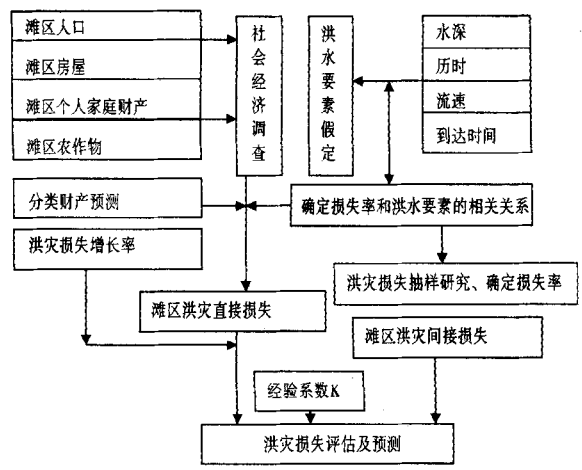

图1 滩区洪灾经济损失评估流程

收稿日期:2012-08-22
基金项目:"十二五"国家科技支撑计划项目(2012BAB02B01);水利部黄河泥沙重点实验室开放课题基金资助项目(2012002)。
作者简介:李奔(1980—),男,安徽寿县人,讲师,博士,主要从事河流管理及跨境水资源开发利用与管理工作。
E-mail: lemonlls@163.com

2 滩区分类财产洪灾损失评估计算

2.1 滩区分类财产洪灾损失率计算

作为描述洪灾直接经济损失的一个相对指标，洪灾损失率通常指各类承灾体洪灾损失的价值与灾前或正常年份其原有或应有的价值之比[1-2]，可表达为

$$L_{ijk} = \frac{V_{ijk0} - V_{ijk1}}{V_{ijk0}} \tag{1}$$

式中：L_{ijk}为滩区第i个区域单位、第j级淹没水深下、第k种财产类型的洪灾损失率；V_{ijk0}为正常年份滩区财产总值；V_{ijk1}为洪灾年份滩区财产总值。

本研究将待评估财产类型设定为房屋、个人家庭财产（房屋除外）、集体财产、主要农作物等类型[3]，因此在待评估滩区范围内，分别计算上述财产类型的洪灾损失率，这将成为后期开展典型滩区洪灾损失评估和预测的基础。

2.2 滩区洪灾直接经济损失

研究以分类财产的方法估算滩区洪灾直接经济损失[4-5]。在分别得到房屋、个人家庭财产、集体财产和农作物等分类财产损失率后，对滩区洪灾区域的直接经济损失进行评估时，将各类财产损失进行汇总[5]：

$$L = \sum_{i=1}^{r}\sum_{j=1}^{n}\sum_{k=1}^{m} V_{ijk}L_{ijk} \tag{2}$$

式中：L为滩区洪灾直接经济总损失；r为待评估的区域数（区域计量单位待定）；n为淹没水深等级数；m为财产类型数；V_{ijk}为滩区第i个区域单位、第j级淹没水深下、第k种财产类型的灾前价值。

2.3 滩区洪灾间接经济损失

滩区洪灾间接经济损失是指区域内因洪水淹没导致自然、社会系统中关系中断或破坏而造成的非直接经济损失总额，主要包括用于抗洪救灾的费用和洪灾导致的时间后滞性损失、行业波及性损失和地域波及性损失等[6]。在计算洪灾间接经济损失时，用于抗洪救灾的费用可在灾后实地调查后统计得出，洪灾后滞性损失和波及性损失估算则可用实地调查法和经验系数法，目前国内外多使用经验系数法对洪灾间接经济损失进行评估。该方法假定洪灾间接经济损失与直接经济损失存在某一确定比例关系，用系数K表示，又被称为间接损失经验系数法。

2.4 滩区洪灾损失预测

随着社会生产力的发展和社会财富的不断积累，在其他条件不变的情况下，同等规模洪灾造成的损失越来越大，即各类财产洪灾损失率呈增大趋势；经济发展则为抗洪救灾提供物质与财力保障，使得承灾体抗灾能力增强，各类别财产洪灾损失率呈减小趋势[7]。事实表明，洪灾的真实经济损失呈增长趋势，其数值的大小由财产价值和损失率决定，因此在预测滩区洪灾损失时，应对财产价值的年均增长率和洪灾损失率的年均增长率展开探讨，用α、β、γ分别表示财产损失值的年均增长率、财产价值的年均增长率和财产损失率的年均增长率，则三者关系可表达为

$$V_0(1+\alpha)^n = V_0(1+\beta)^n(1+\gamma)^n \tag{3}$$

式中：V_0为指定基准年各类财产洪灾损失总价值。公式前后两端均为某待预测年份（n）各类财产洪灾损失总价值。

整理后可得：

$$\alpha \approx \beta + \gamma \tag{4}$$

即财产损失值的年均增长率是财产价值的年均增长率和财产损失率的年均增长率之和。

3 实例分析

3.1 原阳滩区洪灾经济损失评估

在对选定的黄河原阳滩进行洪灾损失评估和预测时，以2009年为基准年，以1996年8月洪水和2003年洪水漫滩时花园口实测流量7 600、2 500 m^3/s为洪水条件，分别对该滩区洪灾直接经济损失和间接经济损失进行评估，见表1。

表1 原阳滩区7 600 m^3/s和2 500 m^3/s洪水时的财产损失

洪峰流量/($m^3 \cdot s^{-1}$)	水深/m	房屋			个人家庭财产		集体财产		农作物	
		损失间数/万间	损失率/%	损失值/万元	损失率/%	损失值/万元	损失率/%	损失值/万元	损失率/%	损失值/万元
2 500	0.3	3.31	15.05	12 063.9	13.39	10 733.2	9.45	7 575.0	51.15	1 665.5
7 600	0.8	11.06	50.32	40 336.0	38.45	30 821.1	31.62	25 346.3	82.75	2 694.5

间接损失经验系数K的确定，需要通过实地调查数据分析，并参考其他区域K值进行修正[3]。根据原阳滩区洪灾损失调查和社会经济发展现状，同时考虑其他区域K值，拟定出该滩区洪灾间接经济损失经验系数，分别为：房屋，15%；个人家庭财产，10%；集体财产，20%，农作物，10%。

由于以2009年为基准年，建筑材料、家具、家用电器、国家（集体）固定资产投资、农产品等的市场价格同洪灾发生年份（2003年和1996年）价格差别较大，各类资产变动幅度很大，因此对于2003年和1996年洪灾损失评估的结果显然比当年实际洪灾损失大。

3.2 原阳滩区洪灾经济损失预测

根据前述方法，拟定出滩区各类财产价值的年均增长率、财产损失值的年均增长率和财产损失率的年均增长率，见表2。

表2 滩区洪灾损失三种指标的年均增长率 %

增长率类型	房屋	个人家庭财产	集体财产	农作物
财产损失值的年均增长率	1.21	3.85	18.9	-1.81
财产价值的年均增长率	1.90	4.20	30.1	3.21
财产损失率的年均增长率	-0.7	-0.09	-10.2	-5.02

根据资产和洪灾损失值的增长率，可以对未来数年洪灾损失作出预测。以2009年为基准年，2013—2015年洪灾损失年均增长率为5.5%，以1996年8月洪水和2003年漫滩时花园口站实测流量7 600、2 500 m^3/s为洪水条件，预测该滩区2013—2015年洪灾经济损失，见表3。

表3 原阳滩区7 600 m^3/s和2 500 m^3/s洪水条件下的财产损失预测结果

项目		7 600 m^3/s				2 500 m^3/s			
		2009年	2013年	2014年	2015年	2009年	2013年	2014年	2015年
房屋	损失值/万元	40 336.0	43 832.5	44 362.9	44 899.7	12 063.9	12 658.5	12 810.4	12 965.4
	损失率/%	50.3	48.9	34.9	32.5	15.05	14.63	14.59	14.55
个人财产	损失值/万元	30 821.1	35 848.8	37 228.9	38 662.3	10 733.2	12 484.0	12 964.7	13 463.8
	损失率/%	38.45	37.08	36.75	36.42	13.39	12.91	12.8	12.68
集体财产	损失值/万元	25 346.3	50 657.3	60 231.5	71 615.3	7 575	14 686.2	17 329.8	20 449.2
	损失率/%	31.62	20.56	18.46	16.58	25.13	10.72	9.63	8.65
农作物	损失值/万元	2 694.5	2 484.8	2 435.2	2 386.5	1 665.5	1 536.2	1 505.5	1 475.4
	损失率/%	82.75	76.33	74.8	73.31	51.15	47.18	46.24	45.31

4 结 语

围绕分类财产损失计算，提出了滩区洪灾损失评估及预测流程，并按此方法对原阳滩进行了验证计算，结果表明：评估结果较为贴合实际，验证效果良好，可在实际应用中结合本地具体情况合理使用。另外，由于黄河近年来持续开展调水调沙，水沙条件及运动发生了较大变化，因此本文预测结果仅能作为参考依据、提供决策支持，洪灾年份经济损失仍应以实际调查数据为准。

参考文献：

[1] 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.

[2] 余萍，冯平，周潮洪. 蓄滞洪区洪灾损失的评估方法及其应用[J]. 中国农村水利水电，2009(4)：15－17.

[3] 刘树坤，宋玉山，程晓陶. 黄河滩区及分滞洪区风险分析和减灾对策[M]. 郑州：黄河水利出版社，1999.

[4] 兰宏波. 洪泛区洪灾损失评估研究[D]. 武汉：华中科技大学，2004.

[5] Dushmanta Dutta，Srikantha Herath，Katumi Musiake. A Mathematical Model for Flood Loss Estimation[J]. Journal of Hydrology，2003(277)：24－49.

[6] 曹永强，杜国志，王方雄. 洪灾损失评估方法及其应用研究[J]. 辽宁师范大学学报：自然科学版，2006(3)：355－358.

[7] 冯平，崔广涛，钟昀. 城市洪涝灾害直接经济损失的评估与预测[J]. 水利学报，2001(8)：64－68.

【责任编辑 王 琦】

（上接第17页）

水库调度结束后，陆浑、故县两水库分别增蓄水量1.9亿、2.5亿 m^3，小浪底水库汛末水位达到262.87 m，相应蓄量为72.11亿 m^3，拦蓄洪量52.9亿 m^3。在确保防汛安全的前提下，充分利用雨洪资源，为后来的抗旱储备了水源，实现了多赢的目标。

4 结 语

（1）加强洪水风险调度管理与洪水资源化实践和研究是当前亟待开展的工作。黄河流域水资源严重短缺，且时空上分布不均衡，如何在确保防洪安全的前提下，充分发挥黄河干支流水库调蓄能力，实现由洪水控制向洪水泥沙管理转变，以水资源的可持续利用保障流域经济社会快速发展，是黄河洪水调度管理亟待解决的问题。主汛期（7—8月）是暴雨洪水频发期，洪水调度应以确保防洪安全和减淤调度为主。后汛期（9—10月）经常发生秋汛洪水，洪水调度应统筹防洪安全、水资源安全、水库河道减淤、兴利发电等因素，在防洪安全的前提下，强化洪水风险调度管理，实现综合效益最大化。2011年黄河秋汛洪水调度是成功的，但也存在水库长期超汛限水位运用与防汛管理规定不相适应的问题，建议继续开展汛限水位动态控制研究，加强洪水风险调度管理，提高洪水调度管理水平。

（2）强化河道治理、提高防洪保障能力是实现洪水风险调度管理的前提。确保防洪安全决定了实施洪水风险调度的前提是洪水量级在水库调控能力的控制范围内，并且下游河道有足够的过洪能力。为适应秋汛洪水风险调度的需要，建议：①继续实施水沙调控，维持黄河下游主槽最小平滩流量4 000 m^3/s；②加快伊洛河河道治理，增大安全泄量；③加强水库库区和下游河道管理，消除蓄洪和行洪障碍，维持水库基本的防洪调控能力。

（3）准确的水文预报和先进的决策支撑技术是洪水风险调度的保障。实施水库风险调度必须以准确的降水和洪水预测预报、先进的防汛指挥调度决策支撑能力为保障。建议继续加强黄河中游暴雨监测和预报系统建设，加快防汛会商系统建设，提高洪水风险调度决策支撑能力。

【责任编辑 翟戌亮】