

金盆水库溃坝洪灾损失预测研究

陈朋成¹, 周孝德¹, 冯民权¹, 靳春燕², 宋策¹

(1. 西安理工大学 环境科学研究所, 陕西 西安 710048; 2. 海南金海浆纸业有限公司, 海南 洋浦 578101)

摘要: 利用 GIS 软件对黑河金盆水库下游周至县的一些基础资料进行处理, 利用内插法, 生成洪水淹没区实体地形图。利用损失率计算模型对淹没区内损失状况进行了预评估。结果认为, 金盆水库遭受 10 000 a 一遇的洪水重现期发生漫顶溃坝时, 洪灾所造成的直接经济损失为 50.355 亿元, 间接经济损失为 9.0639 亿元。通过对水库溃坝洪水淹没损失的计算分析, 可以让防洪决策人员及水库管理人员对水库洪水可能产生的后果做到心中有数, 平时认真做好科学合理的水量调度, 防止灾害发生。

关键词: 水库; 溃坝; 淹没损失

文献标识码: A

文章编号: 1000-288X(2008)01-0099-03

中图分类号: P338+.6

Study of the Prediction of Dam-break Flood Damage in Jinpen Reservoir

CHEN Peng cheng¹, ZHOU Xiao-de¹, FENG Min quan¹, JIN Chun yan², SONG Ce¹

(1. Environmental Research Institute, Xi'an University of Technology, Xi'an, Shaanxi 710048, China;

2. Hainan Jinhai Pulp and Paper Co. Ltd., Yangpu, Hainan 578101, China)

Abstract: Topographical map of flood areas in the lower reaches of Jinpen Reservoir was generated by using GIS software to process basic data of Zhouzhi County and using interpolation method. The model for the rate of loss was used to assess the loss status of the inundated area. When the reservoir met the flood of a return period of 10 000 years, the overtopping dam-break incident could occur and the flood could cause the direct economic loss to ¥5.0355 × 10⁹ RMB and indirect economic loss to ¥9.0639 × 10⁸ RMB. Calculation and analysis of the loss by dam-break flood in this paper will enable policy makers and reservoir supervisors to know the consequences of the floods and help them to dispatch water volume rationally to avoid the disaster.

Keywords: Jinpen reservoir; dam break; submerged damage

黑河金盆水利枢纽工程是西安市黑河引水工程的主要水源工程, 是一项以城市供水为主, 兼顾灌溉, 结合发电等综合利用的大型水利工程。

金盆水库枢纽工程位于西安市周至县城南黑河干流峪口以上 1.5 km 处, 东距西安市约 86 km, 北距周至县城约 14 km。水库设计正常高水位为 594.0 m, 总库容为 2.0 × 10⁸ m³、有效库容为 1.77 × 10⁸ m³, 多年平均调节水量 4.28 × 10⁸ m³。水库正常运用洪水标准为 500 a 一遇洪水, 非常运用洪水标准为 5 000 a 一遇洪水。

本文假定金盆水库遭受重现期为 10 000 a 一遇的洪水($p = 0.01\%$)时, 发生漫顶溃坝。

1 淹没范围

黑河金盆水库大坝溃坝淹没影响范围主要在周至县境内, 计算网格划分也是以周至县为重点, 所以基础信息收集范围为网格涵盖的周至县 15 个乡镇 196 个村。

将 1:10 000 的周至县地形图 30 张进行无缝拼接, 在 GIS 软件 Mapinfo 下通过配准, 采集地形图上等高线和高程点信息(约 10 万个点), 经过内插处理, 生成洪水淹没区等高线图和实体地形图(见附图 1)。由附图 1 可以看出, 区域内由南向北倾斜, 平原地带高程在 392~470 m 之间。通过洪水演进过程计算,

收稿日期: 2007-07-26 修回日期: 2007-10-16

资助项目: 西安市黑河供水工程管理局

作者简介: 陈朋成(1980—), 男(汉族), 河南省正阳县人, 硕士研究生, 主要研究方向为水污染控制及环境水力学。E-mail: chenpengcheng5910@163.com。

得知溃坝发生 24 h 后,淹没范围达到最大。溃坝发生 24 h,洪水淹没情况如表 1—2 所示。

表 1 溃坝淹没信息

溃坝时间/h	村庄数	人口数/ 10 ⁴ 人	面积/ km ²	耕地面积/ hm ²	村庄最大水深/m
1	19	3.1	48.5	3 300	16.8
3	105	21.4	270.3	19 400	14.7
5	115	24.9	299.2	22 400	9.3
10	120	25.3	304.1	22 800	8.9
24	125	39.7	474.3	37 200	8.0

表 2 溃坝 24 h 淹没情况

水深/m	0.1~0.5	0.5~1.5	1.5~3.0	>3.0
村庄数/个	39	53	18	17
面积/km ²	75.6	138.1	44.8	42.4
受灾人口/10 ⁴ 人	5.3	11.8	3.7	3.1

2 洪灾损失计算

2.1 计算方法^[1-3]

洪灾经济损失可以分为直接经济损失与间接经济损失 2 大类。一般来说,洪灾的直接经济损失是一个静态概念,它是洪灾经济损失评估的中心内容;洪灾的间接经济损失是由直接经济损失波及带来的或派生的损失,它是与直接经济损失相关联的,是一个动态的概念。

目前国内外通用的方法是面上综合洪灾损失法。所谓面上综合洪灾损失法,就是根据洪水预报进行水利水文计算,预测可能淹没的地区范围,计算出不同水深等级的淹没面积和淹没历时,并根据社会经济统计资料计算受灾的城镇、农田面积、受灾人口以及各部门在淹没范围内的受灾情况及财产分布。通常洪水淹没损失与淹没深度、淹没历时及淹没区社会经济的发展水平相关。对于直接经济损失,可利用损失率等直接求出。间接损失中有形的部分可通过调查直接算出,另外的部分可采用直接调查估算法或经验系数法来计算。

一次洪灾总经济损失 D_p 包括直接经济损失和间接经济损失两部分。

$$D_p = (1 + K)D_d + C_p \quad (1)$$

式中: D_d : 一次洪灾造成的总直接经济损失(元); C_p : 抗洪、抢险、救灾等费用(即第一部分间接损失,可调查统计求得)(元); K : 反映第 2 与第 3 部分间接损失的洪灾间接损失系数。

洪灾直接经济损失是由洪水冲击破坏和淹没对各类承灾体造成的直接经济损失。对于周至县主要包括农、林、经济作物损失,城乡居民财产损失,企业损失,工商业损失,事业损失,工程损失等几方面。总直接经济损失可以按财产类型、经济发展水平与洪水淹没程度(水深、历时等),分部门、分区、分级计算,并进行累加。计算公式如下:

$$D_d = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m \sum_{k=1}^l W_{ijk} \eta_{jk} \quad (2)$$

式中: W_{ijk} , η_{jk} ——第 k 级淹没范围内,第 j 级经济分区,第 i 级财产值(元)和相应的损失率; n ——财产类型(经济部门)数; m ——按经济发展水平分区的分区数; l ——洪水淹没程度(水深与历时)的分级数。

将式(2)代入式(1),并假定 i 类财产, j 类经济区, k 级淹没程度下的间接损失系数为 K_{ijk} , 则洪灾总经济损失即为:

$$D_p = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m \sum_{k=1}^l (1 + K_{ijk}) W_{ijk} \eta_{jk} + C_p \quad (3)$$

式中: W_{jk} ——不同经济分区、不同淹没等级下受淹总财产值(元); η_{jk} ——不同经济区,不同淹没等级下相应的综合洪灾损失率; K_{jk} ——不同经济区,不同淹没等级下的洪灾间接损失系数。间接损失系数根据国家推荐使用的值,考虑到周至县以农业为主,所以 K 取 0.18。

2.2 洪灾损失率确定^[4]

洪灾损失率是描述洪灾直接经济损失的一个相对指标,通常指各类承灾体遭洪灾损失的价值量与灾前或正常年份各类承灾体原有价值量之比,简称洪灾损失率。洪灾损失率是洪灾经济损失评估的重要指标,分为各类承灾体分项洪灾损失率(如农作物洪灾损失率、工商企业财产洪灾损失率、城乡居民财产洪灾损失率等)和各类承灾体综合洪灾损失率两种。影响洪灾损失率的因素很多,如地形、地貌、地区的经济类型、淹没程度(水深、历时)、财产(承灾体)类别、承灾季节、抢救措施等。一般可按不同地区、财产类别分别建立洪灾损失率与淹没程度(水深与历时)的关系曲线或关系表。

根据周至县社会经济结构构成状况,主要的几类损失率有:农林牧渔业损失率、居民房屋财产损失率、居民家庭财产损失率、工商业损失率、企业损失率、事业损失率、工程损失率。根据文献资料,采用经验数据进行计算,结果如表 3 及图 1—3 所示。

表 3 农林牧渔业直接损失与淹没等级的关系

水深等级/m	< 0.5				0.5~ 1				> 1			
淹没历时/d	1~ 2	3~ 4	5~ 6	> 7	1~ 2	3~ 4	5~ 6	> 7	1~ 2	3~ 4	5~ 6	> 7
损失率	0.5	0.65	0.8	0.9	0.65	0.8	0.95	1	0.85	0.95	1	1

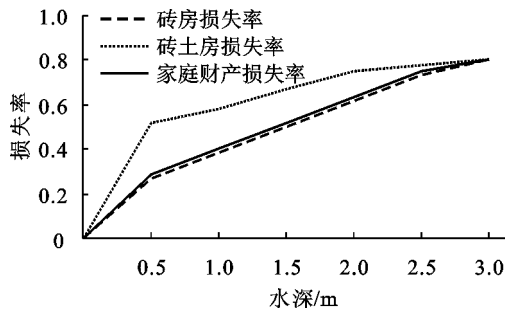


图 1 家庭财产、房屋损失率与水深等级关系

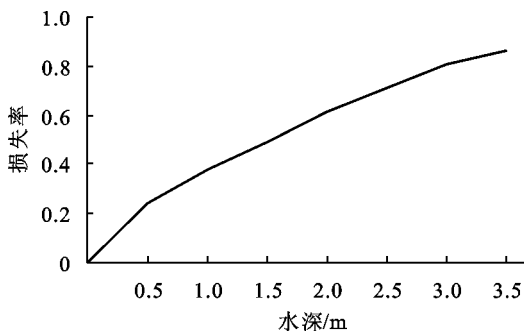


图 2 工商业财产损失率与水深关系

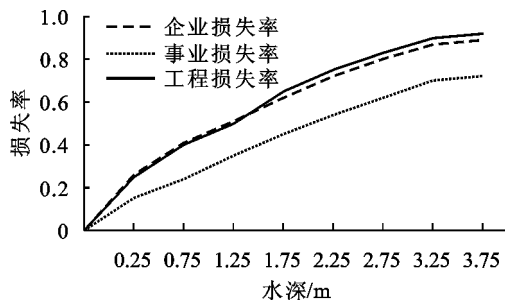


图 3 企业、事业、工程损失率与水深关系

3 洪灾损失计算结果

根据每个行政区划内的平均水深, 与洪灾损失率数表中的淹没水深范围和淹没历时范围进行比较, 求出各个行政区划内的分类资产在淹没条件下的损失值及损失率, 逐步叠加, 求出各个区内某类财产的总直接经济损失, 再通过所有受淹区的分类财产的损失合计求取全部受淹区域内所有财产总的直接经济损失。溃坝淹没情况下的损失计算结果如表 4 所示。

表 4 金盆水库洪灾损失 10⁴元

损失类别	损失量
耕地损失	11 788
经济作物损失	7 232
林业损失	6 021
居民房屋财产损失	96 978
居民家庭财产损失	180 084
工程损失	41 771
企业损失	27 076
事业损失	77 700
工商业损失	54 900
直接经济损失	503 550
间接经济损失	90 639
合计	594 189

4 结语

通过收集黑河金盆水库下游周至县的一些基础信息资料, 以及洪水演进不同时刻的水深信息, 利用损失率计算模型对淹没区内损失状况进行了预评估。得出金盆水库遭受 10 000 a 一遇的洪水重现期($p = 0.01\%$) 发生漫顶溃坝时, 洪灾所造成的直接经济损失为 5.04×10^9 元, 间接经济损失为 9.06×10^8 元。

通过对金盆水库溃坝洪水淹没损失的计算分析, 可以让防洪决策人员及水库管理人员对水库的洪水可能产生的后果做到心中有数, 以便平时认真做好科学合理的水量调度, 防止灾害发生。

[参 考 文 献]

- [1] 冯民权, 周孝德, 张根广. 洪灾损失评估的研究进展[J]. 西北水资源与水工程, 2002, 13(1): 32—36.
- [2] 谢任之. 溃坝水力学[M]. 山东: 山东科学技术出版社, 1993.
- [3] 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, 29(3): 355—358.
- [4] 李红英, 李洋. 基于 GIS 的洪灾损失评估应用研究[J]. 西北水力发电, 2007, 23(1): 45—48.