

文章编号: 1672-3031(2006)02-0107-05

群坝风险评估指数排序方法的探讨

傅琼华, 段智芳

(江西省水利科学研究院, 江西 南昌 330029)

摘要: 结合江西省水库的实际情况, 研究了群坝的风险评估指数排序方法, 综合评定了大坝工程安全风险程度因子和溃坝损失影响因子, 并综合考虑水行政主管部门对水库管理因素的排序、总库容、灌溉效益、加固前期工作等情况, 确定水库的综合影响因子。以这 3 大影响因子的乘积表示水库的风险评估指数的高低, 风险指数越大, 表明水库越危险, 应优先得到除险加固。通过对江西省 200 余座不同类别的水库应用排序表明, 该计算方法简单实用, 可操作性强, 分析结果与实际基本相符, 可用于群坝除险加固排序。

关键词: 大坝险度; 溃坝损失; 综合因子; 评估指数; 风险排序

中图分类号: X820.4

文献标识码: A

至 2002 年底江西省已建成水库 9 268 座, 为全国九分之一, 其中病险水库 3 488 座, 占水库总数的 37.6%, 其量多面广, 除险加固任务重。受江西省经济条件的限制, 需区别轻重缓急, 分类排队, 优先安排风险评估指数高的病险水库进行除险加固。江西省政府在《江西省病险水库除险加固实施意见》中明确提出在 2007 年前全面完成现有病险水库的除险加固任务。在当前国家对病险水库投入减少、地方投资不能足额到位的情况下, 为如期完成目标, 细化加固工作方案, 明确责任, 2005 年 4 月江西省开展了病险水库除险加固工程中期评估工作, 对已加固的水库进行建设管理、工程质量、投资与效益等评价, 对未实施加固的病险水库进行风险排序评估, 有目标、有重点的推进加固工作。本文总结了水库群安全风险分类排队方法, 建立了群坝风险评估指数排序计算方法, 可用以区别轻重缓急, 优先安排风险大的病险水库进行加固除险, 科学合理地安排除险加固计划, 为决策者提供科学合理的除险加固实施依据。

目前, 在确定一座水库大坝是否是病险水库以及是否需要除险加固时, 主要依据工程本身的安全性, 即水库防洪标准、大坝结构稳定、抗震稳定、渗流稳定、泄水和输水建筑物安全、金属结构安全等是否满足现行规范或标准的要求。事实上, 有的水库大坝虽然工程安全状况差, 溃坝可能性较大, 但由于溃坝产生的后果较轻, 风险并不大, 却优先得到加固处理; 有的水库大坝虽然安全性稍好, 溃坝可能性较小, 但对下游影响大, 溃坝产生的后果十分严重, 潜在风险很高, 却迟迟得不到加固除险; 还有一些水库大坝工程安全状况虽然相同或接近, 但由于库容、高程、坝高以及下游经济社会发展水平、防洪保护对象等条件不同, 对下游形成的风险有巨大差别, 在决策时却无法定量考虑这些因素。因此, 作者对群坝风险排序方法研究时, 综合分析评定大坝工程安全风险程度因子、溃坝损失影响因子, 并综合考虑水行政主管部门对水库管理因素的排序、总库容、灌溉效益、加固前期工作等情况, 确定水库的综合影响因子。建立群坝的风险评估指数排序的计算方法, 能保证按风险大小顺序进行除险排序立项, 从而使风险大的水库大坝优先得到加固除险, 确保有限的除险加固经费用到最需要的地方。

1 群坝风险评估指数排序方法确定

群坝风险排序评估方法研究首先基于如下几点考虑: (1) 满足现行规范要求; (2) 具有科学性和先进性; (3) 既能与国际、国内接轨, 又能符合省情; (4) 具有可操作性; (5) 为江西省病险水库除险加固排序提

收稿日期: 2006-04-20

作者简介: 傅琼华 (1963-), 女, 江西赣州人, 学士, 教授级高级工程师, 研究方向为大坝安全评估。Email: fuqiongh@163.com

供科学依据。为此, 经过对不同类别水库工程的现场调查, 引入目前国际上先进的大坝风险分析概念和分析技术, 研究建立了群坝风险评估排序指数分析计算方法, 其结构框图见图 1。

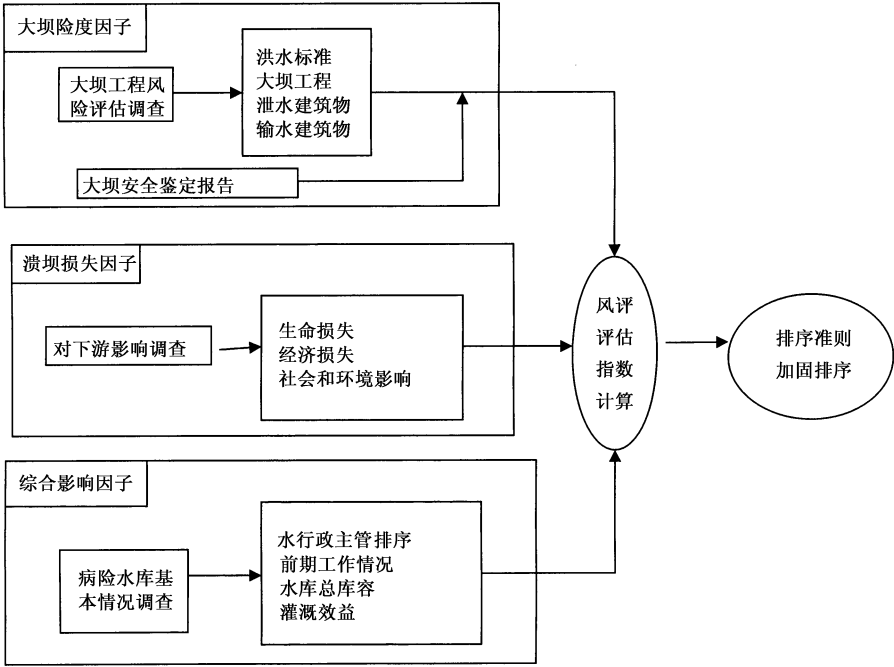


图 1 计算方法

该评估方法主要包括 3 大影响因子: (1) 大坝险度因子, 即大坝工程安全程度评估。通过对大坝工程安全风险程度情况调查、大坝安全鉴定报告对工程的各建筑物安全性评价分别进行赋分, 从而计算出大坝险度因子系数; (2) 溃坝损失因子, 即溃坝后果影响程度评估。通过对大坝下游情况影响调查, 分析溃坝后下游生命损失、经济损失、社会和环境可能产生的后果, 分别赋值计算, 确定溃坝影响因子系数; (3) 综合影响因子系数。通过综合考虑水库的水行政主管部门对水库管理因素的排序、水库的总库容、灌溉效益、加固前期工作等情况综合考虑, 确定水库的综合影响系数。最后对赋值量化的大坝风险度、溃坝损失、综合影响三因子系数以乘积计算, 得到各水库大坝风险评估指数, 按评估指数大小对群坝进行风险排序, 风险指数越大, 表明水库危险性越大, 应优先得到除险加固。

2 影响因子的确定

2.1 大坝险度因子确定 根据大坝安全风险评价的现场评分法, 综合江西省水库实际情况及以往大坝风险研究工作^[1], 分析研究制定水库大坝工程险度评估赋分表及其说明。大坝险度因子值构成共分 5 大部分: 洪水(14 分)、大坝工程(32 分)、泄水建筑物(18 分)、输水建筑物(25 分)、金属结构(11 分)。当出现正常缺项时, 以该项的平均分赋分。江西省水库不属地震区, 一般不考虑抗震安全问题。考虑到江西省输水建筑物绝大部分是坝下涵管, 工程质量差、危害性大, 分值较泄水建筑物高。

表 1~ 表 5 分别为大坝工程险度评估赋分计算表、大坝工程赋分表、泄水建筑物赋分表、输水建筑物赋分表和金属结构赋分表。

表 1 水库洪水影响因素赋分		
风险因素	洪水(14)	
	坝顶高程不足	泄洪安全性不足
赋分	10	4

通过对大坝工程现场情况检查、大坝安全鉴定报告对工程的各建筑物安全性评价分别进行分析, 由专家各自分别赋值, 累计确定大坝工程的病险程度, 从而计算出大坝险度影响因子系数。

2.2 溃坝损失因子确定 水库溃坝后果包括生命损失、经济损失及社会与环境影响。根据南京水利科学研究院

表 2 大坝工程赋分

风险因素	大坝工程风险值构成(32)															
	工程龄期/年				建筑质量				渗流态势				结构稳定			
	≥30	15~ 29	5~ 14	≤4	很差	差	一般	好	有变形、升高趋势且出露点高	有变形、升高趋势但出露点低	较稳定但出露点高	稳定且出露点低	有沉陷有滑坡	有沉陷有裂缝	有沉陷稳定	运行正常
赋分	6	3	1	0	8	6	3	0	10	8	4	0	8	6	4	0

表 3 泄水建筑物赋分

风险因素	泄水建筑物(18)											
	工程龄期/年				建筑质量				结构稳定			
	≥30	15~ 29	5~ 14	≤4	很差	差	一般	好	边坡不稳定且底板较差	边坡稳定且底板较差	边坡稳定且底板良好	
赋分	6	3	1	0	6	4	2	0	6	4	0	

表 4 输水建筑物赋分

风险因素	输水建筑物(25)									
	工程龄期/年				运行状况				结构稳定	
	≥20	10~ 19	5~ 9	≤4	有裂缝、渗水	有裂缝、无渗水	无裂缝、有渗水	无裂缝、无渗水	不满足要求	满足要求
赋分	10	6	3	0	10	6	4	0	5	0

表 5 金属结构赋分

风险因素	金属结构(11)							
	运用时间/年				闸门及启闭机运行状况			
	≥20	10~ 19	5~ 9	≤4	启闭不灵	启闭尚好, 供电不正常	能正常启闭, 维护差	运行状况好
赋分	5	3	1	0	6	4	2	0

研究成果^[2,3], 分别对各水库生命损失、经济损失及社会与环境影响严重程度进行赋值计算。

生命损失取决于风险人口总数及其分布、警报时间、溃坝洪水强度(水深、流速及洪水上涨速率)、撤离条件及风险人口对洪水严重性的理解等, 病险水库除险加固排序可暂采用 Dekay & McClelland 法确定^[4,5]。经济损失包括直接经济损失和间接经济损失, 由调查统计资料确定并进行折算。社会影响主要包括政治影响(即对国家、社会安定的不利影响); 给人们造成的精神痛苦及心理创伤, 以及日常生活水平和生活质量的下降等; 无法补救的文物古迹、艺术珍品和稀有动植物等的损失。环境影响主要包括对河道形态的影响, 生物及其生长栖息地的丧失, 人文景观的破坏等。将社会及环境影响的严重程度划分为 5 个级别, 根据调查的影响程度进行赋值计算。

在对溃坝生命损失、经济损失及社会和环境影 响分别赋值分析之后, 对溃坝后果进行综合赋值分析时, 涉及到各影响因素的权重问题, 该权重理应由决策者经同社会科学家会商决定, 研究时从技术角度上采用 Saaty^[6] 建议的 1~ 9 标度法(AHP 法) 来确定各子层因素对母层因素的权重系数。

溃坝损失因子系数^[2]

$$L = \sum_{i=1}^3 S_i F_i = S_1 F_1 + S_2 F_2 + S_3 F_3$$

(1)

式中: S_1 、 S_2 、 S_3 分别为生命损失、经济损失和社会环境影响的权重系数, 可取 0.737、0.105 和 0.158; F_1 、 F_2 、 F_3 分别为生命损失、经济损失和社会环境影响的严重程度系数。

分别对不同类别水库进行溃坝损失因子系数进行计算。

2.3 综合影响因子确定 综合影响因子系数, 是通过综合考虑水库水行政主管部门对水库管理因素的排序、水库总库容、灌溉效益、前期工作情况等综合考虑, 确定水库的综合影响因子系数。从风险分析的水平来看, 一般分为 4 种不同的水平, 即初筛(screening), 初步分析(preliminary), 详细分析(detail) 和非常详细分析(very detail)。在详细分析和非常详细分析中, 要通过可靠度理论计算来获得某一事件出现的概率, 将会提出非常高的技术资料要求, 往往难以达到, 而且中间的某些环节是难以理论分析的。目前世界上溃坝概率分析极少采用详细分析的办法, 绝大多数的风险分析是根据不同要求采用初筛或初步

分析的办法。因此,在研究分析综合影响因子时,主要依靠专家经验来估算。把专家对某一事件可能出现的定性判断转化为可能出现的定量概率,围绕着事件是否发生的定性描述判断和概率分成 3~ 5 个等级来赋值。

结合江西省具体情况和国内外应用研究经验,考虑到本次评估的水库均为病险水库,存在溃坝事件发生的可能,因此,按各设区市不同水库数量,将不同类型水库分为以下各层,分别赋予不同的影响系数,见表 6。按影响系数分别乘以各设区市的排序因子,得出水库的综合影响因子系数。

表 6 综合影响系数

水库类型	部补中型					省补中型					部补小(一)型				
分组层次	3					3					5				
综合影响系数	1~ 0.90	0.90~ 0.75	0.75~ 0.50	1~ 0.90	0.90~ 0.75	0.75~ 0.50	1~ 0.90	0.90~ 0.80	0.80~ 0.70	0.70~ 0.60	0.60~ 0.50				

2.4 风险评估指数的确定 对水库的风险评估指数表示为以上 3 大影响因子的乘积,即

$$R = P_t L S \tag{2}$$

式中: R 为病险水库风险评估指数; P_t 为大坝险度因子系数; L 为溃坝损失因子系数; S 为综合影响因子系数。

分别对不同类别水库进行计算,得出大坝风险评估指数值,按数值大小进行分类排序。风险指数越大,表明该水库危险性大且溃坝损失影响严重,应优先得到除险加固。

3 风险评估计算排序的应用

根据以上赋分原则及系数,通过对江西省已列入除险加固规划但尚未实施的 64 座中央补助中型水库、50 座省补助中型水库及 128 座中央补助重点小(一)型水库,由 5 位专家各自针对每座水库具体情况进行分析赋分计算,再统计以平均值计算得出病险水库的风险评估指数,按风险评估指数大小对水库群进行除险加固排序。计算分析表明,江西省中央补助类水库风险指数高于省补助类水库,而小型水库风险指数相对较低,但大部分水库风险评估指数均密集于不可容许的高风险区,表明应尽快进行加固。水行政主管部门根据本次中期评估排序结果,对江西省病险水库除险加固工作计划进行调整,促进了病险水库加固更科学有序的进行。

4 结语

应用表明,该计算方法简单实用,可操作性强,分析结果与实际基本相符,可用于群坝除险加固排序工作,能为决策层提供科学合理的加固实施依据。

参 考 文 献:

[1] 傅琼华,苏立群.水库安全风险排序[J].水利建设与管理,2004,(4):46- 47.
[2] 富曾慈,王仁钟,李雷,赵广和.病险水库判别标准体系研究[R].南京:南京水利科学研究院,2004.
[3] 王仁钟,李雷,王昭升,彭雪辉.基于风险评价的病险水库除险加固排序实用方法研究[R].南京:南京水利科学研究院,2004.
[4] Dekay M L, McClelland G H. Predicting loss of life in case of dam failure and flash flood[J]. Risk Analysis, 1993, (2) .
[5] 姜树海,范子武.大坝的允许风险及其运用研究[J].水利水运工程学报,2003,(3):7- 12.
[6] 林齐宁.决策分析[M].北京:北京邮电大学出版社,2002.

(下转第 150 页)

Fuzzy synthetic evaluation on benefits of urban green-land water-saving irrigation

ZHAO Hua, GAO Ben-hu, GAO Zhan-yi
(Dept. of Irrigation and Drainage, IWHR, Beijing 100044, China)

Abstract: This paper sets up a synthetic evaluation index system by analyzing influencing factors of urban green-land water-saving irrigation. In the system the technical factors as well as social, economic and ecologic benefits are taken into consideration. A fuzzy mathematical method is used to establish hierarchy evaluation model, which deals with fuzzy benefit evaluation indexes. The model has been used in 5 practical examples, which were sorted and ranged in terms of the evaluation indexes. Main influencing factors are discussed also. The new method provided here for evaluating benefits of urban green-land water-saving irrigation techniques is proved to be more comprehensive than traditional methods which only use economic benefit factor. This method can also be used for synthetic evaluation in other fields.

Key words: urban green-land water-saving irrigation; index system; fuzzy synthetic evaluation.

(责任编辑: 吕 斌秀)

(上接第 110 页)

Study on index-ordering method of group-dam risk evaluation

FU Qiong-hua, DUAN Zhi-fang
(Jiangxi Provincial Institute of Water Sciences, Nanchang, Jiangxi 330006, China)

Abstract: A practical calculation method of group-dam risk evaluation index ordering, which is suitable for Jiangxi Province, is presented in this paper. The dam safety risk degree factor and the dam failure influence factor are evaluated synthetically. At the same time, a comprehensive influence factor is deduced with consideration of management, total reservoir capacity, irrigation profits as well as early stage reinforce work which is decided by corresponding water administrative department. The product of the 3 factors is used to ascertain the dam risk evaluation index. A dam with higher risk index is more dangerous and should be reinforced prior to others. This method has been applied to risk ordering of 200 ill-dangerous dams in Jiangxi Province. It is proved that this method is simple, practical, and easily operable. The analysis result is in good accordance with the real situation.

Key words: dam risk degree; dam failure loss; comprehensive influence factor; evaluation index; risk ordering

(责任编辑: 王成丽)