

# Analysis of Common Security Risks after Reservoir Reinforcement

Zekai Ma<sup>1</sup>, Wei Ye<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup>Hexi Branch of Nanjing Jinling Middle School, Nanjing Jiangsu

<sup>2</sup>Nanjing Hydraulic Research Institute, Nanjing Jiangsu

Email: 764987173@qq.com, \*1079053235@qq.com

Received: Aug. 1<sup>st</sup>, 2017; accepted: Aug. 18<sup>th</sup>, 2017; published: Aug. 25<sup>th</sup>, 2017

---

## Abstract

In view of the situation that many reservoirs have been reinforced in the whole country, the common hidden safety trouble after reservoir reinforcement is summarized from the aspects of the flood control, dam reinforcement, spillway reinforcement, tunnel reinforcement, maintenance of metal structure and safety monitoring, by the combination of data analysis and field investigation. It is found that there are some problems in dam strengthening and safety monitoring. Problems caused by the actual engineering defects are less, most of which are caused by the lack of proper management and the neglect of management.

## Keywords

Reinforcement, Security Risks, Engineering Construction, Reservoir Management

---

# 水库除险加固后常见安全隐患问题分析

马泽锴<sup>1</sup>, 叶 伟<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup>南京市金陵中学河西分校, 江苏 南京

<sup>2</sup>南京水利科学研究所, 江苏 南京

Email: 764987173@qq.com, \*1079053235@qq.com

收稿日期: 2017年8月1日; 录用日期: 2017年8月18日; 发布日期: 2017年8月25日

---

## 摘 要

针对全国各地众多水库除险加固已完成的形势, 通过资料分析与现场勘察相结合的方式进行调研, 从水

\*通讯作者。

库防汛度汛、大坝加固、溢洪道加固、输水洞加固、金属结构维修改造以及安全监测等6个方面总结了水库除险加固后常见安全隐患问题,发现在除险加固各项工程中,大坝加固与安全监测存在问题较多,但整体而言工程缺陷上的问题较少,多数隐患是由于得不到妥善管理以及管理人员不重视导致的。

## 关键词

除险加固, 安全隐患, 工程建设, 水库管理

Copyright © 2017 by authors and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

## 1. 引言

目前,我国共有水库9万8千多座,其中很大一部分修建于20世纪50~70年代,受建库时的历史条件、工程技术及复杂地质地貌条件限制,很多水库在缺乏起码的基本地质资料和必要的工程技术条件下就仓促动工,存在工程施工质量较差、三边工程等诸多因素,使得大部分水库在修建的时候就留下了安全隐患。随着时间的推移,他们对社会和经济环境的破坏和灾害风险越来越大,威胁着社会稳定和经济发展[1][2]。

针对病险水库的现状,国家在“十二五”中提及加强水利和防灾减灾体系建设,推动了全国病险水库除险加固的进程。通过除险加固工程,数以万计的病险水库得到治理,发挥其防洪、灌溉等综合效益,为我国经济社会又好又快发展提供有力保障,具有重大的现实意义[3]。然而由于除险加固工程中的勘察、设计以及施工等方面的某些疏忽,施工完成的水库或多或少还存在一些问题,对此本文通过调研,探讨水库除险加固后常见安全隐患。

## 2. 调研方法与样本

### 2.1. 调研方法

水库在进行除险加固后,欲下闸蓄水前需进行水库蓄水安全鉴定,在该过程中可以充分认识到水库原先存在的隐患以及工程实际解决的问题。在蓄水安全鉴定时工程参建各方会提供相关自检报告,通过报告可以对水库形成一个完整的认识,了解它的过去以及施工过程;再者,通过现场查看以及专家评审,可以对水库形成一个直观而全面的认识。因此,本次的调研以南京水利科学研究院蓄水安全鉴定为契机,通过资料分析以及现场查看,分析总结水库除险加固后的常见安全隐患。

### 2.2. 调研样本分类

除险加固工程常常包括渗透破坏加固,滑坡加固以及裂缝加固等,发生病害后应进行安全监测,首先要注意检查渗流破坏迹象,滑坡征兆,裂缝的发生和发展等异常现象;其次用电测和同位素设备探测隐患,以及使用大坝原型观测设备进行监控。由于大坝工程情况复杂,机具、材料等具体条件的多变性,因此,对每一具体工程病害,都应进行仔细分析,克服盲目性。除险加固工程施工中的主要内容常常包括大坝(一些平原水库分主坝与副坝)、溢洪道、输水洞(包括泄洪洞与取水洞)、金属结构、安全监测以及相关岸坡整治等。而在此之前的设计阶段还需根据水库等别以及建筑物级别进行防洪度汛的复核并且对工程所处的地区进行地质评价。在整体完工后,要求工程达到一定的工程形象面貌才能通过验收。因此,

结合全国各地的工程情况差异, 本次调研样本可分为防洪度汛、大坝加固、溢洪道加固、输水洞加固、金属结构维修改造以及安全监测整改等 6 个方面。

### 3. 问题调研

#### 3.1. 防洪度汛

水库除险加固施工前需对水库的防洪能力进行评定, 对于不满足防洪要求的需根据验算后的结果采取工程措施进行改造。设计洪水一般采用暴雨资料推算, 对于年代已久的水库, 初建时的暴雨资料与现如今存在较大差异, 因此除险加固复核设计洪水时一般将降雨量系列延续到近几年[4]。河南龙脖水库除险加固工程初设阶段设计洪水采用“84 图集”成果, 该成果 1000 年一遇校核洪水 24 h 洪量比“05 图集”成果偏小 20.4%, 洪峰流量比参证站流量法偏小 1.74%, 未进一步复核设计洪水成果的合理性。在此方面, 对于大中型水库一般能采用最新的暴雨资料, 而某些小型水库由于缺乏配套的雨量站, 降雨量常常使用附近水库的暴雨资料, 虽说降雨情况有一定的相似性, 但终究是两个地点, 降雨量不尽相同, 出于安全考虑需在小型水库配备相应雨量站或雨量观测点。在这方面, 河南省信阳市罗山县的小龙山水库虽资金有限, 依旧在管理房后安置了雨量观测点, 随时获取最新数据[5]。

#### 3.2. 大坝加固

大坝作为水库的主体工程, 在除险加固过程中属于主要加固对象, 一般的渗漏、变形等问题都能很好地解决[6]。在调研过程中发现某些水库的加固工程只是对内部显著问题(如渗漏、变形)进行了整改, 而忽视了外部一些可能的安全隐患, 例如一些水库大坝下游采用草皮护坡, 但加固完成后未形成严格的管理规范导致有牲畜来到下游坡啃食草皮, 危害下游坝坡稳定。如对龙脖水库进行现场鉴定时发现下游坡草皮上出现牛蹄印, 过度踩踏破坏草皮完整, 再有一些牲畜排泄物引至的昆虫使得土体疏松, 危害坝坡稳定。再有一些小型水库大坝周围及大型水库副坝周围住有农户, 在除险加固过程中未对坝体周围的土地利用进行规划, 使得在加固完成后周围的农户将坝坡上的土地用作农田进行农业种植, 如信阳南湾水库副坝上游坝脚铺盖已被耕种成农田, 影响副坝渗流安全, 应商当地政府, 尽快确定副坝安全管理与保护范围。

#### 3.3. 溢洪道加固

溢洪道作为主要泄流建筑物, 保证其能正常运行在汛期至关重要。除险加固工程多为解决溢洪道泄流能力不足、溢洪道混凝土强度不够以及末端消能设施不合适等[7], 还有一些会考虑岸坡稳定情况, 如图 1, 但对于下游河道的情况没有给予足够的关注。有些河道并不顺直, 在其拐弯处转弯半径比较小, 溢洪道泄流时水流速较大, 此时拐弯处会出现水跃上岸坡的情况, 而沿河道两旁常常会有住户, 此时的安全问题需要引起重视。有些水库溢洪道由于长期得不到使用, 在末端已出现交通道路(图 2), 场次以往危及溢洪道安全。有些水库溢洪道末端尾水渠开挖不能严格按照设计要求, 如泼河水库尾水渠段开挖未按设计完成, 仅能通过流量约  $800 \text{ m}^3/\text{s}$ , 泄放设计洪水时水流将淹没挑流鼻坎, 不能形成挑流, 存在安全隐患。

#### 3.4. 输水洞加固

在调研过程中发现, 某些水库进行除险加固时对原有输水洞进行了填堵以及另选路线开挖新的洞体, 调查发现新洞体的设计及施工基本不存在安全隐患, 但对原有洞体以及洞上建筑物如取水塔等给予的关注度不够。这些旧洞体原先是由于渗漏较严重而遭弃用, 通常的做法是直接进行封堵, 但并未进行具体



Figure 1. Side of spillway  
图 1. 溢洪道边坡



Figure 2. Road at the end of the spillway  
图 2. 溢洪道末端交通道路

的渗漏点勘察，一般认为只要断水即可制止渗漏，忽视了日后运行过程中可能出现的封堵不密实而再次渗漏的情况。再者对于原有的取水塔等建筑物，虽然不再工作于原洞体上，但经历了除险加固工程后依旧在新洞体上发挥效用，通常的做法是自然衔接即不再对取水塔进行稳定等方面的复核直接使其工作[8]。如寺河水库在更换输水洞后依旧采用原先的进水塔及工作桥，但却未复核进出口启闭塔的抗滑、抗倾稳定及配筋，沿用了除险加固前的计算结果，存在安全隐患。

### 3.5. 金属结构维修改造

原先的金属结构部分基本不存在选型不对、强度不足等情况，选用的相关设备如：闸门、启闭机、柴油发电机等一般都能保证出厂合格以及安装合理。在除险加固后，拆除老旧锈蚀的相关金属设备，对



新的设备需要妥善养护。在调研过程中有发现某些水库进行加固后选用的闸门厚度及配重存在问题, 使得原有启闭机工作困难, 这将使得启闭机寿命大大降低。还有些水库在闸门以及止水的安装过程中操作不规范, 闸门在运行一段时间后出现漏水现象。再者就是对于一些泥沙量大的水库在闸门处常常会有淤积(图 3), 因定期清淤以免影响闸门开启。一般而言, 只要严格按规范进行设计及安装, 金属结构部分存在的问题很少, 只要做好后期运行过程中的养护以及操作的规范, 基本不会出现安全问题[9]。

### 3.6. 安全监测

进行除险加固的水库基本都是建造年代久远的, 当初的水库大坝基本没有进行安全监测项目的设计, 因此在加固后, 大坝大多埋设了安全监测设施以及配备了相应的安全监测系统[10]。对于小型的水库, 不一定有安全监测系统, 但人工读数的安全监测设备还是需要的。在调研过程中, 发现安全监测这一项目中的主要问题体现在监测项目不全, 监测仪器存活率不高等方面。有些水库在主坝体内只进行了沉降观测, 渗流观测靠观察下游坡面情况以及排水沟和量水堰, 这种方法能发挥一定的作用, 但终究是不严谨的。仪器的存活率不高主要是由于加固过程中的施工不规范导致的, 在加固完成后若要再进行更换将要耗费大量的人力物力, 虽然施工过程中允许一定的损毁, 但很多关键部位的仪器损坏将导致不能准确把握大坝的运行性态。有些水库的安全监测加固工程也会出现实际埋设的监测仪器与设计不符, 出现漏埋或埋设位置不对等状况。

除以上问题外, 由于新的地震动参数区划图的发布, 很多水库所处的地区的地震烈度出现了变化, 但未进行抗震复核, 如寺河水库, 小龙山水库等, 存在安全隐患。

就调研结果来看, 常见除险加固后的主要问题如表 1。

本次调研共考察河南省兔子湖、大石桥、铁佛寺、小龙山、老龙埂、邬桥、五岳、长洲河、龙脖、泼河、寺河、南湾等十余座水库, 据此对各水库除险加固遗留问题所占比例进行统计如图 4。

各遗留问题所占比例如图 5 所示。



Figure 3. Deposit near the gate  
图 3. 闸门淤积

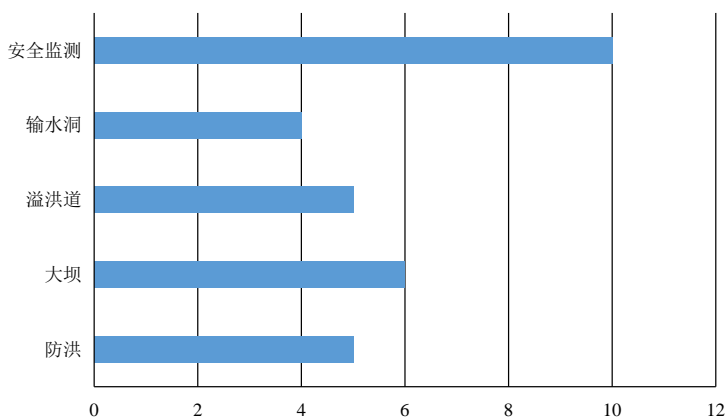


Figure 4. Number of reservoirs with legacy problems

图 4. 含遗留问题水库数目

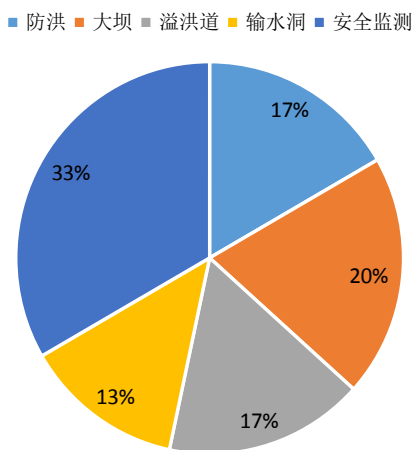


Figure 5. Number of remaining problems

图 5. 各遗留问题所占数目

Table 1. Common problems of reinforce

表 1. 除险加固常见问题

	设计	施工	管理
防洪度汛	暴雨资料序列不够	未设置雨量站	未定期统计雨量数据
大坝	地震烈度出现变化, 未进行抗震复核		坝坡出现耕地, 护坡植被得不到保护
溢洪道	溢洪道转弯半径过小, 水流冲刷岸坡; 地震烈度出现变化, 未进行抗震复核	尾水渠深度等开挖不够	
输水洞	新建输水洞后未对原取水塔, 工作桥等建筑物进行安全复核; 地震烈度出现变化, 未进行抗震复核		
金属结构	闸门配重不当; 地震烈度出现变化, 未进行抗震复核	止水安装不当	
安全监测	监测点数量不够	仪器埋设存活率低, 埋设点漏埋仪器	对出现异常的数据未核对, 未及时进行资料整编分析, 缺少人工监测

## 4. 结论

通过对全国不同地域除险加固后水库的调研, 分析了各水库的除险加固资料, 勘察了除险加固后的现场, 总结了常见加固后水库大坝存在的安全隐患。调研发现: 一般而言, 只要设计合理、施工规范, 病险水库在经过除险加固后均能达到安全运行的要求, 并不会遗留重大安全隐患, 相比之下, 加固后的水库运行管理缺乏具体的指导准则, 很多小隐患得不到水库管理人员的重视等问题较为突出, 但是水库是生命工程, 隐患无关大小, 只有扼杀了危险的苗头, 才能保证水库的安全运行。

## 参考文献 (References)

- [1] 刘建飞, 刘景学, 方海儒, 张宇杰. 病险水库除险加固问题探讨[J]. 西北水资源与水工程, 2001(2): 51-52+57.
- [2] 严祖文, 魏迎奇, 张国栋. 病险水库除险加固现状分析及对策[J]. 水利水电技术, 2010, 41(10): 76-79.
- [3] 金帮琳, 王丛. 小型病险水库除险加固分析与探讨[J]. 水利天地, 2009(2): 14-15.
- [4] 岳华, 刘发明, 颜真梅. 用暴雨资料推求中小河流洪峰流量的方法研究[J]. 四川大学学报(工程科学版), 2012, 44(4): 39-44.
- [5] 马福恒, 胡江, 李子阳, 等. 河南省罗山县小龙山水库除险加固工程蓄水安全鉴定报告[R]. 南京: 南京水利科学研究院, 2016.
- [6] 黎军锋. 病险库大坝加固理论及技术研究[D]: [硕士学位论文]. 南京: 河海大学, 2002.
- [7] 肖利军. 水库工程中溢洪道加固的施工技术管理措施[J]. 中国高新技术企业, 2015(18): 135-136.
- [8] 王铮. 关于水库输水洞维修加固设计初步分析[J]. 黑龙江水利科技, 2015, 43(4): 62-64.
- [9] 王大江, 杨明化, 严晶. 水库蓄水安全鉴定中金属结构安全评价注意事项[J]. 人民长江, 2016(3): 72-75.
- [10] 马福恒, 华伟南, 李子阳. 浙江省大中型水库大坝安全监测系统现状调研[J]. 水电能源科学, 2012, 30(5): 48-50.

### 期刊投稿者将享受如下服务:

1. 投稿前咨询服务 (QQ、微信、邮箱皆可)
2. 为您匹配最合适的期刊
3. 24 小时以内解答您的所有疑问
4. 友好的在线投稿界面
5. 专业的同行评审
6. 知网检索
7. 全网络覆盖式推广您的研究

投稿请点击: <http://www.hanspub.org/Submission.aspx>

期刊邮箱: [ojswc@hanspub.org](mailto:ojswc@hanspub.org)