

水库管理信息化中工程安全管理体系设计与实现

张玉炳^{1,2}, 周 启^{1,2}, 何向阳^{1,2}

(1. 国家大坝安全工程技术研究中心, 湖北 武汉 430010; 2. 长江勘测规划设计研究有限责任公司, 湖北 武汉 430010)

摘要:针对我国部分中小型水库的安全状况,提出需建设一种集安全监测、超限预警、巡视检查和应急响应等功能于一体的水库安全管理体系。在分析水库大坝所存在的安全问题基础上,介绍了水库安全管理体系的构建原则、体系架构和建设内容,并阐述了体系建设过程中涉及的一系列技术问题,如安全监测技术、资料整编分析技术、计算机网络及软件技术等。该体系的建成使用可为水库大坝的安全运行提供有效支撑。

关 键 词:水库管理; 信息化; 安全体系; 计算机技术

中图分类号: TP391

文献标志码: A

DOI:10.16232/j.cnki.1001-4179.2015.16.023

随着水库下游城镇、村庄的社会经济、人口不断增长,水库安全问题更加重要。我国水库大多建于20世纪50~70年代,受当时技术条件和经济条件所限,普遍存在建设标准偏低、工程质量不高等问题,加上长期运行、投入不足、老化失修、管理粗放等因素,导致我国水库安全问题突出。

我国政府高度重视水库大坝安全,先后投入大量资金,分批对病险水库进行了除险加固,目前大规模的除险加固工程已基本完成^[1-5]。除险加固工程完成之后,各水库管理工作重点将逐步转变为工程管理。由于水库管理单位管理水平有限,现阶段亟需实现水库由粗放管理向精细化管理,由传统人工管理向水利现代化管理的转变。随着信息、通信、网络等技术和辅助硬件设备的不断更新换代,一种综合了安全监测、超限预警、巡视检查和应急响应等功能要素的工程安全管理体系在水利信息化管理中建立起来,为有效解决水库的安全运行管理提供了辅助手段和决策支持。

1 安全管理问题分析

水库大坝建成之后就进入运行管理阶段,该阶段占据了大坝大部分的生命周期,水库大坝可能存在的的核心安全管理问题主要有以下几个方面。

(1) 监测不全面导致无法准确掌握工程运行现状。由于各种原因导致水库大坝在工程安全监测方面存在缺陷,无法通过监测设备获得水库运行的实时状况,给以后的观测分析带来数据缺失。

(2) 观测手段落后导致分析判断出现偏差。目前对水库大坝的观测一般是以人工观测为主,由于水库大坝地理条件比较复杂,存在观测不方便、观测频率无法保证、观测结果误差较大等问题,从而导致对水库安全问题判断不准确,分析结果出现误导。

(3) 分析手段不科学不完善。水库大坝安全监测数据整编分析比较复杂,需要有专业的知识背景,而水库管理单位工作人员技术水平参差不齐,导致对工程安全问题的分析判断缺乏有效的技术支持,无法对水库安全问题进行合理的科学分析,较难发现工程的安全隐患。

(4) 无法实时预警。一般而言,人工监测是定期测量,这种测量方式不能及时发现安全问题,具有一定的滞后性,更不具备实时预警功能。

2 安全管理体系设计

2.1 体系概述

在我国,水库运行的安全体系在早期是以安全监测为前提的,随着大坝管理自动化、信息化的普及,工

程安全体系已经发展成以安全监测为基础,以统计分析为手段,以互联网技术和移动终端为载体,结合信息化管理功能的自动化系统。安全管理体系建立之后,能够为水库大坝管理人员提供过程跟踪、科学分析、自动预警、异常处理和应急响应等全过程的辅助手段。

2.2 设计原则

- (1) 全面性原则。工程安全体系要实现安全监测在整个水库大坝的全覆盖,通过全面的监测实现对主要建筑物和关键点的持续有效监测。
- (2) 可靠性原则。安全监测要提供可靠的监测数据,从而为统计分析和预警预报提供依据,不可靠的监测数据只会带来误导和误判。
- (3) 自动化原则。在安全体系中,通过建立预警预报机制,自动判断异常值、超限值等信息并发送给指定责任人,第一时间掌握水库大坝运行情况,进行观测并及时处理。
- (4) 灵活性原则。安全体系中以多种方式实现同一功能,例如异常预报预警、巡视检查上报等功能可以根据需要灵活处理。
- (5) 指导性原则。通过带指导性的功能设计,引导用户进行分析判断,做出异常处理和应急响应,规避技术上的薄弱环节。

2.3 体系架构

水库大坝的安全体系架构包含了水库管理各方面的元素,这些元素在规章制度、管理流程的有效整合下,才能够合理、有机地运行。根据水库大坝的自身工程特点和水库管理单位的机构设置,下列流程图展示了符合实际需求的安全体系架构。

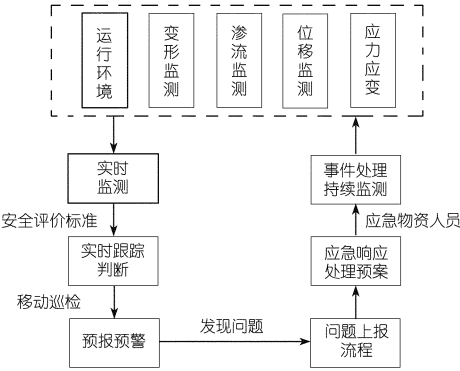


图1 水库大坝工程安全管理流程

2.4 设计内容

水库安全管理体系的建立需要在设计规范的基础上进行,体系建设的首要问题是实施水库大坝监测仪器的布置安装,并实现自动化采集,完善监测自动化系统。针对水库存在的问题和需求,为保证其安全运行,

需按照规程规范要求布设变形、渗流、渗压、应力、应变和位移等监测设施。监测自动化系统由硬件和软件组成,硬件设备包括服务器、工作站、远程测控单元(MCU)、通讯介质设备、传感器等;软件系统主要由数据采集软件、管理软件、资料分析软件和远程控制软件组成,旨在将监测设备所获得的实时数据通过网络传输到数据中心,便于分析判断和资料整编。

获取安全监测数据是建立水库大坝安全体系的关键,根据监测项目的不同,结合工程特点和监测仪器的特性,建立正常监测标准,实现数据判断机制,可以自动捕获监测数据的异常。通常情况下,监测数据的异常主要包括绝对异常和相对异常两种情况:数据绝对异常表明监测值超过设定标准;数据相对异常体现在数据变化速率呈现明显变动。超限记录有两种记录方式:① 在管理系统中详细记录;② 结合无线通讯手段将异常情况实时发送到相关责任人,为下一步应对处理提供依据。

获取异常情况的手段除了通过监测仪器设备自动测量之外,还可以通过定期人工巡检方式补充。常规的人工巡检需要根据水库大坝的巡检规范对大坝关键部位进行巡查,记录实时状况并及时反馈。随着移动智能终端的应用逐步普及,借助移动终端进行移动巡检成为可能,通过规范指导性的移动应用设计,可将巡视检查转移到智能终端,并且可以实时上传巡检记录到管理系统,实现巡视检查与安全体系的有机融合,将巡检问题提示上传到系统,上报给相关负责人及时进行相应处理。

3 安全管理体系实现

3.1 水库管理一体化信息系统

针对我国水库管理的现实情况,水库管理一体化信息系统应运而生。水库管理一体化信息系统是国家大坝安全工程技术研究中心在调研我国 30 余座水库及行业内多个管理部门实际需求的基础上,采用统一的系统架构和平台,研发的一套集基本信息、水雨情、安全监测、防洪调度、兴利调度、视频监控、综合管理以及系统管理等八大功能于一体的水库信息化解决方案(见图 2)。系统通过关键业务的整合建立了水库信息化的安全体系,不仅解决了水库管理单位工程管理的重大问题,而且为水库的安全运行提供手段和支持。

水库管理一体化信息系统是一个综合性的集成管理系统,通过采集水库大坝的监测信息,结合计算机软件、硬件和网络技术,对水管单位业务进行整合,建立了一套水库安全管理体系。系统使用了诸多专业技

术,并将各类管理制度信息化流程化,让工程安全管理更加科学、便利。

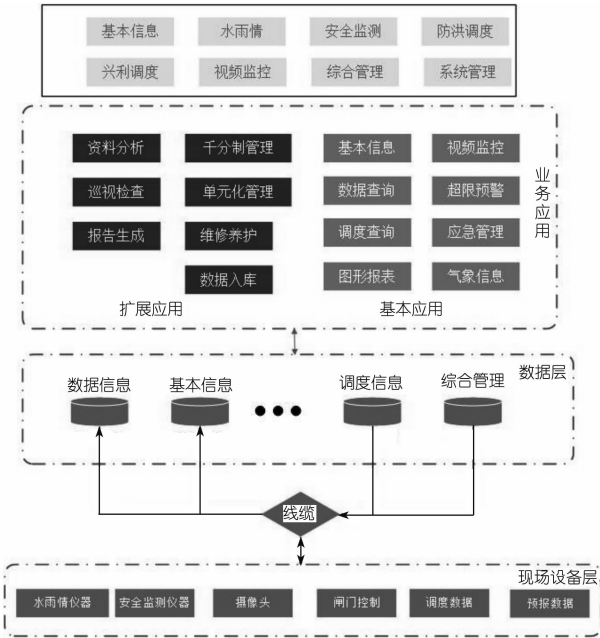


图 2 水库管理一体化信息系统架构

3.2 系统技术要点

3.2.1 安全监测技术

由于水库大坝的结构形式、尺寸、地形、地质条件等不同,按照有关设计规定,其安全监测项目也不同,在监测过程中,还要根据实际情况适当调整,但水库监测大体分为以下 5 个方面。

- (1) 变形监测。包括水平位移、垂直位移、裂缝、土石坝内部分层固结、混凝土坝挠曲、倾斜、结构缝变化等观测。
- (2) 渗流监测。包括坝体及坝基渗漏量、水质分析、土石坝坝体浸润线及坝基测压管水位、混凝土土石坝坝基扬压力及坝体渗压力等观测。
- (3) 结构内部监测。包括混凝土温度、应变、应力、钢筋应力、填土压力、土体内应力、应变、孔隙压力等。
- (4) 环境量等工作条件监测。包括上下游水位、冰冻、岸坡地下水位、气温、坝前水深、坝体温度、坝前淤积、坝区地震等。
- (5) 巡视检查。

3.2.2 资料整编分析技术

大坝安全监测资料整编分析主要是根据监测资料的定性、定量分析成果,对大坝当前的工作状态作出综合评价,并为进一步加强安全管理、监测和应采取的防范措施提出指导性意见。主要内容有:① 工程概况及其安全监测系统的布置、考证和工作状况;② 巡视

检查情况和主要成果;③ 监测资料整编分析;④ 对大坝性态和存在的问题作出综合评价;⑤ 对工程的安全管理、监测工作、运行调度以及安全防范措施等方面的建议。

水库管理一体化信息系统提供了人工在线整编功能,首次提出并实现了可视化整编,具备整编权限的用户可以在线整编异常数据,提高了系统的友好程度。

如图 3 所示,用户通过在线分析监测数据的变化过程可发现异常数据,通过操作直接链接到数据编辑页面,对异常数据进行修改完善(见图 4),达到在线整编的目的,实现可视化整编。

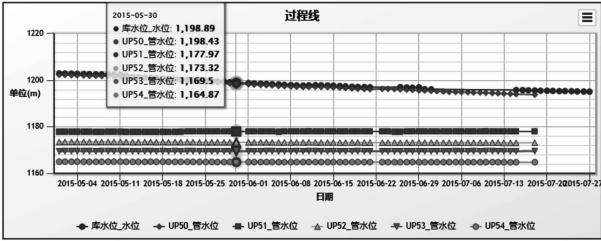


图 3 在线分析发现异常数据



图 4 在线整编修改异常数据

3.2.3 移动巡检技术

水库大坝的巡检制度是提前发现问题的关键,通过日常定期和汛期非定期的人工巡检发现工程隐患,将事故消灭在萌芽阶段。随着智能移动设备的普及,一种可用于水库大坝巡视检查的移动应用在水库管理一体化信息系统中得以实现。该应用可以针对不同坝型制定巡检路线、巡检对象和检查方法,通过移动智能设备记录巡检结果并实时上传到综合管理系统,同时可以提交给相关负责人对发现的问题进行及时处理。

3.3 系统管理制度

水库管理一体化信息系统将水管单位的工作制度进行了信息化改造,结合工作流等技术让工程安全管理体系中管理制度可操作、有依据。具体而言,系统中集成的管理制度包括水库大坝安全管理制度、大坝安全检查制度、工程维修养护制度、闸门运行管理制度、防汛调度规范、防汛抗旱应急响应预案等。

4 结语

水库信息化管理安全体系是一个集安全监测、预警预报、巡视检查、流程管理和应急响应于一体的综合体系,它能实时监测水库的运行状况,提前预判水库可

能存在的问题,发现问题后能够及时预警报警并能根据事件严重程度指导救援处理。水库管理一体化信息系统有效建立了水库信息化管理安全体系,实现了各功能模块的联合互动,为水库大坝的安全运行提供了有效依据。

参考文献:

[1] 杨明化,潘建波,章赢. 监测自动化系统在花凉亭水库除险加固中的应用[J]. 人民长江,2011,(6).

[2] 帅移海,李俊辉,高红民. 湖北省水库大坝安全监测现状及对策[J]. 水电能源科学,2010,(8).

[3] 陈剑,葛从兵. 水库智能巡检系统中物联网技术研究[C]//北京:2014(第二届中国水利信息化与数字水利技术论坛,2014.

[4] 方卫华,范连志. 水库大坝安全监测调查研究[J]. 工程建设与管理,2013,(10).

[5] 储华平,章薛栋,李东. 基于网络技术的宜兴油车水库综合自动化系统建设及基础方案[J]. 江苏水利,2014,(7).

(编辑:胡旭东)

Design and implementation of engineering safety management system
in reservoir management informatization

ZHANG Yubing^{1,2}, ZHOU Qi^{1,2}, HE Xiangyang^{1,2}

(1. National Dam safety Research Center, Wuhan 430010, China; 2. Changjiang Institute of Survey, Planning, Design and Research, Wuhan 430010, China)

Abstract: Aiming at the safety condition of partial middle and small reservoirs in China, a new reservoir safety management system is proposed, which integrates the safety monitoring, overrun warning, perambulation inspection and emergency response. On the basis of analyzing the existing problems of reservoir management, the construction principle, system frame and construction content are introduced, as well as the technical problems involved in construction process such as safety monitoring technology, data compilation and analysis, computer network and software. The completion and application of this system can provide effective protection for dam safety operation.

Key words: reservoir management; informatization; safety system; computer technique



(上接第 82 页)

[12] 柳云龙,施振香,卢小遮,等. 上海城郊大棚蔬菜地土壤总硝化与反硝化作用研究[J]. 长江流域资源与环境,2011,20(5):592 -

596.

(编辑:常汉生)

Characteristics of nitrogen and phosphorus in rainfall runoff under
different land – use types: case of estuary area of Ganjiang River

XIANG Sulin^{1,2}, TAO Shuping¹, WANG Fengwu¹

(1. Department of Environment Engineering, East China Jiaotong University, Nanchang 330013, China; 2. Key Laboratory of Poyang Lake Environment and Resource Utilization of MOE, Nanchang University, Nanchang 330047, China)

Abstract: To analyze the agricultural non – point pollution characteristics under different land – use types in estuary area of Ganjiang River, the typical agricultural lands (forest land, vegetable land, paddy land) are selected and the nitrogen and phosphorus distribution characteristics of the runoff are analyzed. The analysis results show that the surface runoffs from different land – use type in estuary area of Ganjiang River are different, following a downward order of forest land, vegetable land and paddy land, so the land – use type is the main influential factor on runoff yield; the nitrogen and phosphorus content in runoff is higher in the initial period of precipitation, which rises sharply in a short time and then decrease, and the initial scouring effect is obvious; the nitrogen and phosphorus content in the runoff from vegetable land is the highest, followed by paddy land and forest land. The research result can provide important theoretical basis for preventing the nitrogen and phosphorus loss in rainfall runoff under different land – use types in estuary area of Ganjiang River.

Key words: land – use type; rainfall runoff; non – point pollution; estuary area of Ganjiang River