

水库泄洪(放水)影响调查评价及预警系统建设

何秉顺^{1,2} 严建华³ 陈晓龙⁴

(1.中国水利水电科学研究院,北京100038;2.水利部防洪抗旱减灾工程技术研究中心,北京100038;

3.北京国信华源科技有限公司,北京100053;4.北京恒华伟业科技股份有限公司,北京100011)

摘要:目前我国在水库泄洪(放水)预警法规、制度、规范以及系统建设方面一片空白,因水库泄洪向下游预警不及时或没有预警而造成的河道内外人员财产损失频发。介绍了国内、国际水库泄洪(放水)预警系统建设的情况,针对我国以山区小型水库为主、下游基础地理资料收集困难、水库多种管理体制并存、部分水库管理能力薄弱或无人值守等实际,提出了泄洪(放水)影响调查评价及预警系统建设的“飞、测、切、算、展、布、检、宣”八字方案建议。此方案具有“技术成套、低价高效、全面覆盖、人机互补、宣预结合”的特点,可满足有人值守或无人值守的水库泄洪(放水)向河道内及河道外可能受淹区域及时发布预警信息、传递信息到户到人的需求。

关键词:水库;泄洪;河道;调查评价;预警系统

中图分类号:TV697.1 **文献标识码:**B **文章编号:**1673-9264(2016)05-80-04

DOI:10.16867/j.cnki.cfdm.2016.05.040

1 引言

水库安全事关人民群众生命财产安全和社会稳定,事关当地经济社会发展。现阶段的水库大坝安全管理只是针对水库大坝本身的安全进行管理,并未涉及大坝放水、泄洪时对下游的调查评估、提前预警等工作。我国目前尚无对水库泄洪(放水)预警要求的法律、法规,对预警系统建设也无相应的技术指导标准。与此同时,每年因水库泄洪向下游预警不及时或没有预警而造成的洪水上岸或河道内休闲、游泳人员死伤频频发生。本文分析了我国水库泄洪(放水)的特点,提出了适合我国实际情况的泄洪(放水)影响调查评价及预警系统建设“飞、测、切、算、展、布、检、宣”八字方案。此方案涵盖了水库泄洪影响区调查评价到预警系统建设及宣传教育的全流程,既适用于有人值守的水库,又适宜于无人值守或管理薄弱的水库;既能在常规放水时向河道内活动的人群发出远离河道的警告性提示,

又能在紧急泄洪时向可能受淹区域发布准备转移的预警信息。

2 国内外水库泄洪(放水)预警系统建设情况

2.1 国内

目前我国在水库泄洪(放水)预警法规、制度、规范以及系统建设方面基本是一片空白,《防洪法》《水库大坝安全管理条例》等法律法规,都没有提到水库、水电站在非汛期、汛期放水时是否要对下游可能的影响区域预警^[1]。部分地区已经逐步出台政策,建立水库泄洪(放水)上下游联动机制,及时将预警信号传递至下游受影响区域。如贵州省防汛指挥部印发了《贵州省大型水库(水电站)泄洪预警管理暂行办法》^[2],《浙江省防汛抗旱应急预案》^[3]提出,当水库大流量泄洪时,水库工程管理部门应向下发出预警,浙江省已有部分水库正着手编制水库泄洪上下游联动应急响应预案。

收稿日期:2016-08-08

第一作者信息:何秉顺,男,高级工程师,E-mail:hebs@iwhr.com。

基金项目:水利部行业标准山洪灾害预警设备技术条件(1261530110660)。

台湾地区共有39座水库,每座水库都配备了相应的预警广播系统,泄洪预警可通过防汛指挥平台发布,水库泄洪(放水)影响区域精确到乡。台湾新北市翡翠水库无线电泄洪广播系统沿翡翠水库流域布设超过20 km,共有3个主站,28个报警站^[4]。

2.2 国际

2.2.1 美国

几乎美国所有的州都已立法,要求水库泄洪时对下游进行预警。美国垦务局下属的戴维斯水坝和帕克水坝,其发布的计划表包括未来3 d的放水计划,放水时间精确到小时,放水量精确到立方尺/秒。即使泄洪不按计划进行,还有泄洪预警系统来疏散危险区域人群。美国田纳西流域管理局旗下31个水电站在其危险部位都安装有泄洪预警系统,全部设有警示牌,预警系统包括:警报器、频闪灯、警示牌以及带有频闪灯与警示牌的电子泄洪屏^[1]。

2.2.2 澳大利亚

澳大利亚部分水库借助于早已普及的现代通信技术,向受影响公众推送水库放水信息,方式有电话、短信、电子邮件,可以随时增删。当地居民或游客只需在其官网上注册账号,选择全部或者特定几座水库,就可以收到有闸门大坝每小时放水量以及停止放水的时间等信息,或者是无闸门水库每小时溢出流量的提醒消息,当下游水位太高可能出现危险时,这项服务会特别提醒注意安全。注册用户还可以更改提醒发送的频率,例如只在放水量发生重大变化时进行提醒^[1]。

2.2.3 日本

日本高度重视水库泄洪(放水)预警,国土交通省出台了《水库放水预警指南》^[5],作为强制标准,已经实现了所有的水库都开展泄洪影响调查评价,同时安装以预警广播为主的预警系统,并按照计划进行检测。

3 水库泄洪(放水)影响调查评价与预警系统建设方案

3.1 水库泄洪(放水)基本情况

根据第一次水利普查以及实地调查成果,我国水库泄洪(放水)基本情况如下:

(1)大中小型水库(水电站)共存,以小型水库(水电站)为主,多种管理体制并存。根据第一次水利普查的成

果,全国共有小(2)型以上水库98 002座,其中大(1)型水库127座,大(2)型水库629座,中型水库3 938座,小(1)型水库17 949座,小(2)型水库75 359座,为世界之最。小型水库(水电站)占绝大多数。

(2)水库管理单位包括省级水利部门、地市水利部门、县级水利部门、中央企业、地方民营企业等,多种类型的管理机构并存。

(3)水库有计划和随机性放水共存、有闸门和无闸门水库并存。水库(水电站)放水主要有以下3种情况:一是水库调节性放水;二是水库发电,根据用电量的情况调整放水量;三是紧急情况下泄洪。对于第一种情况,多有计划性,第二和第三种情况则相对随机。此外,相当一部分水库没有闸门,采用自由溢流的方式泄洪。

(4)水库下游河道地理测绘资料收集困难。为了确定不同下泄流量所对应的淹没范围,首先要收集水库下游河道地理测绘资料,而水库在设计阶段一般仅留存坝址上游有关测绘资料,再加上水库管理机构复杂,给资料收集工作带来很大困难。

(5)部分水库管理能力薄弱。一些水库在责任制落实、汛前准备等方面还存在一些突出问题,甚至于出现无人值守、脱岗脱位的现象。

3.2 方案目标

全面查清水库泄洪(放水)影响范围,建立水库泄流量与下游河段水位、淹没范围的对应关系。确定水库泄洪(放水)预警指标和预警范围,建设覆盖河道亲水空间及沿河村落的预警系统,最大限度减少因水库泄洪(放水)而带来的人员和财产损失。

3.3 调查评价与预警系统建设

3.3.1 工作流程

根据我国以山区小型水库为主、下游基础地理资料收集困难、水库多种管理体制并存、部分水库管理能力薄弱或无人值守等实际情况,提出了水库泄洪(放水)影响调查评价与预警系统建设的工作流程,具体为“测、算、展、布、检、建、验、宣”八字:

(1)测。采用无人机携带CCD照相机、激光雷达沿水库下游河道进行飞行,采用激光雷达测量河道地形及沿河村落宅基地高程。对激光点云进行处理,按照100 m的间距剖切河道横断面,识别沿河村落宅基地高程。

- (2)算。采用水力学方法进行河道水面线、洪水演进时间等要素计算。
- (3)展。生成正射影像和三维模型数据,逼真展现水库下游河道形态与沿河村落分布情况。
- (4)布。以影像图和三维模型数据为基础,结合实际预警对象数量配置以预警广播、频闪灯、显示屏为主的预警设备,形成预警范围及预警设备分布图。
- (5)检。根据预警范围及预警设备分布图开展音达试验,检验预警音频覆盖度,以确保水库最大泄量对应的淹没区都可听到预警音频信号。根据检测结果修正预警设备布设站址。
- (6)建。根据修正后的预警范围及预警设备分布图进行预警系统建设。
- (7)验。根据调查评价确定的预警指标对预警系统进行放水预警验证。
- (8)宣。结合预警设备安装布设,同步配备水库泄洪(放水)宣传栏,告知涉水群众防范常识。图1为根据日本四国地区整备局水库放水宣教材料样式制作的警示牌示例^[5]。



图1 水库泄洪(放水)警示牌示例

3.3.2 预警指标

- 水库泄洪(放水)致灾主要分为常规放水和紧急泄洪两种情形。结合现有防汛预警指标及水库放水(泄洪)特点制定4级预警指标:Level-1、Level0、Level1、Level2。
- (1)Level-1:提前预警信号。
- 预警范围:河道范围内水位陡涨部位。
- 信号说明:水库放水前1~2 h,提示河道及下游可能影响的区域即将放水。
- 适用条件:此级别仅适合于有人值守、具有人工发布

- 预警条件的水库。
- (2)Level0:常规放水预警信号。
- 预警范围:河道范围内水位陡涨部位。
- 信号说明:水库开始放水或水流量突然增大时需要河道内进行游泳、钓鱼、运动以及要进入河流内的人群发出安全提示警告。
- 注意事项:由于Level0信号发布的频率较高,应采用功率适中、不扰民的预警方式告警。Level0预警设备一般布设在沿河两岸亲水空间等地点,目的是提醒河道中和沿岸人群远离河道。
- (3)Level1:准备转移预警信号。
- 预警范围:对应的预警范围为沿河村落。
- 信号说明:水库泄洪量较大,即将达到下游成灾水位。一般是指洪水到达致灾水位前30 min的水位线,因资料不足或其他原因无法精准预判时间的情况下,可将致灾水位线以下1 m作为准备转移水位线。结合调查评价成果综合运用洪峰演进理论、一维水动力学逆推下游准备转移水位所对应的上游采集站点水位。发布Level1预警表示险情可能发生,应提醒危险区人员做好转移准备。

- 注意事项:应采用大功率预警广播发布准备转移通知,确保最大泄量对应的淹没区都可听到预警音频信号。
- (4)Level2:立即转移预警信号。
- 预警范围:沿河村落。
- 信号说明:一般以下游村落河堤高度或村落地势最低的住宅地脚线所对应的水位(成灾水位)作为预警指标基准。结合调查评价成果综合运用洪峰演进理论、一维水动力学逆推下游成灾水位所对应的上游采集站点水位。发布Level2预警表示情况紧急,需要立即转移。

- 注意事项:应采用大功率预警广播发布紧急转移通知,确保最大泄量对应的淹没区都可听到预警音频信号。

3.3.3 预警区间

- 仅对水库放水(泄洪)对下游河道水位升高占主导因素的河段进行预警。
- 预警区间起点:水库溢洪道出口下游河段
- 预警区间终点:以不受泄洪影响或者影响很小的区域为终点。一般具备以下特征:①主干河流或支干河流的汇流点或分流点;②下游水库尾水区;③河流横截面突然变宽的地点。

3.3.4 预警设备

水库预警系统主要由水位监测站、预警主控机、电子警示牌、预警广播、移动预警车等部分组成,系统拓扑图见图2。

(1)水位监测站。在溢洪道出口附近安装水位监测站实时监测水位变化,水位监测设备采用电子水尺传感器采集水位。电子水尺具有实时采集水位数据功能的高精度设备,其单支量程为1 m,需要高量程时一般选择多支级联来扩展量程。

(2)预警主控机。对于有人值守的水库应安装预警主控机,水库管理员根据水库放水计划对下游发布预警。水库管理员可根据放水计划规定的流量提前1~2 h发布对应的预警级别。

(3)电子警示牌。电子警示牌是针对Level0预警点安装的中等功率预警设备。主要以文字显示、警灯闪烁、小功率预警广播的方式向在河道中和沿河游玩、洗衣、宿营的人员发出警示。电子警示牌平时处于低功耗值守状态,接到Level0报警后开启文字、闪光、警笛多种方式报警。

(4)预警广播。预警广播用于下游沿河居民区,大功率输出。当上游水库泄洪,水库管理人员可通过预警主控机远程通知当地居民注意安全。预警广播布设应进行音达试验,保证预警广播覆盖范围。可对危险区现有预警广播进行升级改造接入水库预警系统以节省建设经费。

(5)移动预警广播车。应急预警设备主要用于极端情况下的应急预警发布,具有大功率输出、大范围覆盖、多信号源输入、机动灵活的特点。

4 方案特点

本文所提出的技术方案具有“技术成套、低价高效、全面覆盖、人机互补、宣预结合”的特点,可满足水库泄洪(放水)时向河道内及河道外可能受淹区域及时发布预警信息、传递信息到户到人的需求。

(1)技术成套:方案涵盖了从水库下游河道基础地理信息获取到预警设备布设及检测的全过程,通过无人机航测及水力学计算,为预警设施设备布设提供预警指标、预警响应时间、最大预警范围等关键参数,解决了大量中小水库下游河道基础地理数据和水文资料欠缺的问题,该成套技术可快速复制推广。

(2)低价高效:相比传统测量方式,采用无人机及机载雷达测量河道,效率提高40%以上,成本降低20%以上。

(3)全面覆盖。首先针对河道范围内钓鱼、游泳等人员,在水库放水时警告其快速离开;其次是沿河村落,开展音达试验,检验预警音频覆盖度,以确保水库最大泄量对应的淹没区都可听到预警音频信号。

(4)人机互补。针对部分水库有人值守、部分水库无人值守的实际情况,开发了技防和人防互补的预警系统。为有人值守的水库配备人工预警发送设备,可在实际放水前1 h或2 h一键发射预警信息(人防);同时还配备以水位、流量自动监测和预警发布系统(技防)。无人值守的水库根据实时泄流量自动对下游发布预警信息,人防和技防互补、互备。

(5)宣预结合。既注重预警设施设备建设,也同步开展宣传栏、警示牌等安装布设,向下游群众告知水库泄洪预警信号所代表的意义,提示群众泄洪时远离河道。

参考文献

- [1] 黄童超. 水电站放水不预警,不拿人命当回事[EB/OL]. [s.n.]. <http://news.163.com/special/reviews/dam0123.html>.
- [2] 贵州省水利厅. 贵州省大型水库(水电站)泄洪预警管理暂行办法[R]. 2015.
- [3] 浙江省防汛抗旱指挥部办公室. 浙江省防汛抗旱应急预案[R]. 2015.
- [4] 台北翡翠水库管理局. 广播系统[EB/OL]. [s.n.]. <http://www.feitsui.gov.taipei/ct.asp?xItem=117307&CtNode=31442&mp=122011>.
- [5] 日本国土交通省. 水库放水预警指南[R]. 2009.

责任编辑 凌永玉

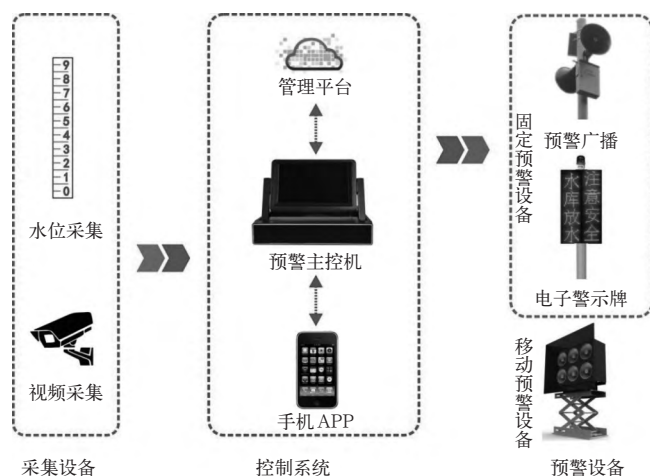


图2 水库泄洪(放水)预警系统拓扑图