

# 霍童溪流域梯级水电站水库群洪水调度研究与实践

郑华峰

(福建省宁德市洪水预警中心, 宁德 352100)

**摘要:**根据霍童溪流域及其梯级水电站水库群防洪调度的特点,开展水库防洪调度工作研究,初步建立了联合调度工作机制,建设了基于C/S架构的水库群防洪信息系统,在近年的流域防洪工作中取得了预期的效果,为防洪调度指挥决策提供参考。

**关键词:**C/S架构;水库群联合调度;水雨情信息;洪水预报;霍童溪流域

中图分类号:TV697.1 文献标识码:B 文章编号:1673-9264(2014)03-21-04

## 1 基本情况

霍童溪为宁德市第二大河流,位于福建省东北部,上游主流棠口溪,发源于政和、屏南、周宁3县交界的鹫峰山脉东麓,自西北折向东南流经屏南县的岭头、棠口等地,沿途有金造溪、黛溪等支流汇入,棠口溪和后垄溪支流于洪口上游金钟渡汇合后称霍童溪,再向东流经宁德市蕉城区洪口、霍童、九都、八都等乡(镇)后入海。霍童溪主河道长126 km,流域面积2 244 km<sup>2</sup>,平均坡降6.2‰。

霍童溪流域具有丰富的水能资源,现已建成一批中小型水电项目,其中大型水库1座,中型水库电站6座。洪口水库下游至入海口约50 km沿河两岸人口相对密集,有蕉城区的洪口、霍童、九都、八都4个乡(镇)所在地和部分村庄,该区域是蕉城区乃至宁德市的防洪重点。霍童溪流域大中型水库分布如图1所示。

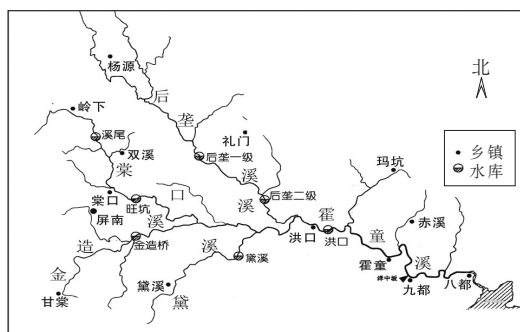


图1 霍童溪流域大中型水库分布图

“2006.6.6”洪水是霍童溪流域近年来较大的洪水,由于旺坑电站水库水位上涨,致使库区棠口乡所在地棠口村山洪排洪受其库水位顶托影响引起内涝,房屋受

淹,交通受阻,部分群众被紧急转移;下游更是汛情危急,霍童溪洋中坂水文站超警戒水位3.90 m,超危险水位2.46 m,洪峰流量达6 180 m<sup>3</sup>/s,接近30年一遇,为洋中坂站1958年建站以来的最大洪水;尤为严峻的是当年洪口水库在建,由于河道洪水快速上涨,上游围堰随时都有可能溃决,洪口、霍童、九都、八都4个乡(镇)路段被洪水分割,交通、供水、供电、通信全部中断,4个乡(镇)所在地和30个行政村被淹1~3 m,时间长达8 h,其中八都镇受入海口潮水顶托被淹时间长达12 h,虽无人员伤亡,但受灾人口11.32万人,紧急转移人口5.15万人,灾害造成经济损失超过亿元。

2007年以后,洪口及以上大中型水库工程陆续建成,这些水库均属电站水库且业主不同,因此,电站水库群的汛期运行计划和发电调度直接关系到流域的防洪工作。针对2006年洪水成灾特点和上游水库在防洪调度中的运行情况,洪水过后组织开展了霍童溪流域梯级水电站水库群防洪调度的研究工作。

## 2 及时调整水库汛限水位,建立联合调度工作机制

根据《福建省防洪条例》,中型水库汛限水位以上的防洪调度由宁德市防汛指挥机构负责,大型水库洪口水库由省授权宁德市调度。7座大中型水库均建设于2006年前后,除黛溪水库和溪尾水库自由溢流之外,其余5座均为有闸控制,为水库群洪水联合调度提供了必备的条件。

霍童溪上游的棠口溪,集雨面积985 km<sup>2</sup>,分布着4座中型水库,“2006.6.6”洪水过后,经分析论证,宁德水利局调整了其中有挂闸的金造桥水库、旺坑水库的汛

收稿日期:2013-08-30

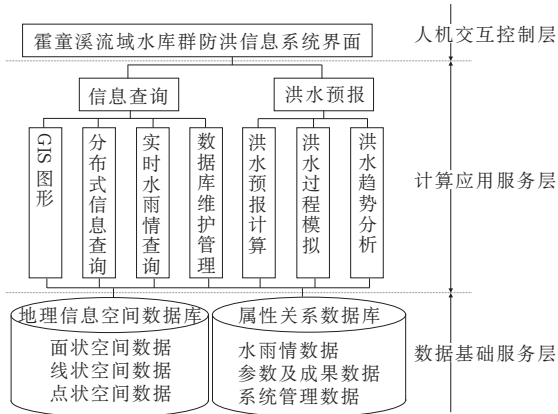
作者简介:郑华峰,男,高级工程师,E-mail:ndslzhf@sina.com。

限水位,金造桥水库汛限水位从617.5 m(正常蓄水位617.5 m)调整至616.5 m,旺坑水库汛限水位从752.5 m(正常蓄水位752.5 m)调整至750.0 m。洪口电站建成发电后,宁德水利局又组织开展了水库下游干流河道安全流量及保证水位的分析确定工作。洪口水库正常蓄水位165.0 m,原设计汛限水位164.5 m,承担的防洪任务为将下游霍童镇的防洪能力从13年一遇提高到20年一遇。经过实地测量计算,下游沿河现状防洪能力仅为4~5年一遇。鉴于此,对洪口水库原设计承担的防洪任务和预留的防洪库容作出相应调整,汛限水位从164.5 m调整至162.7 m,虽然理论上每年损失一部分发电量,但防洪库容从888万m<sup>3</sup>增加到2458 m<sup>3</sup>,有效地减轻了下游的防洪压力。

从2006年开始,每年汛前召开一次流域发电企业水库调度协调会,总结水库防洪调度工作,探讨水库防洪调度中存在的问题和方法,探索水库联合调度工作机制。

### 3 建设流域水库群防洪信息系统

目前,已建成了霍童溪水雨情站点50个,其中水利、水文部门40个,发电企业10个;视频监控点10个,主要用于监视大中型水库和挂闸小型水库大坝及泄洪状况。2010年开发了基于C/S架构的水库群防洪信息系统,其功能逻辑结构主要有人机交互控制、计算应用服务、数据基础服务3个层次,使用功能主要有信息查询和洪水预报,系统功能逻辑结构如图2所示。



#### 3.1 信息查询

信息查询主要包括分布式信息查询和实时水雨情查询。

在分布式信息查询中,可选择一个或多个站点进行查询,并将查询结果显示在站点的地理分布图上(见图3),以了解全流域的水雨情状况。还可通过流域水库群防洪信息概化图,查询水库当前水情信息、水库基本情况信息(总库容、坝高等)。水库如果超限水位,将发出报警声音,每座大中型水库均设有模拟水尺分别显

示当前水位、汛限水位、正常蓄水位和死水位。通过界面菜单点击,即可链接至全球眼视频信息查询,以直观了解水库大坝和泄洪情况。

在实时水雨情查询中,可按设定的时间段进行单站逐日或逐时降雨量、水库或河道水位信息的查询。单站逐日降雨量信息查询界面见图4,单站逐时水位(流量)查询界面见图5。

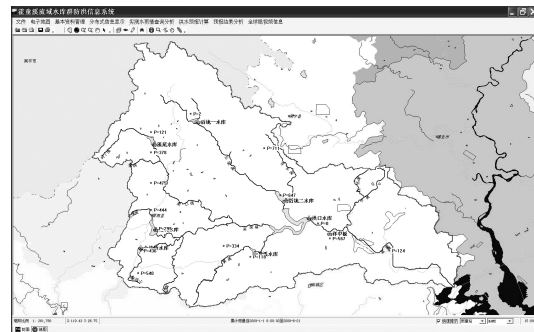


图3 分布式查询地理图显示界面

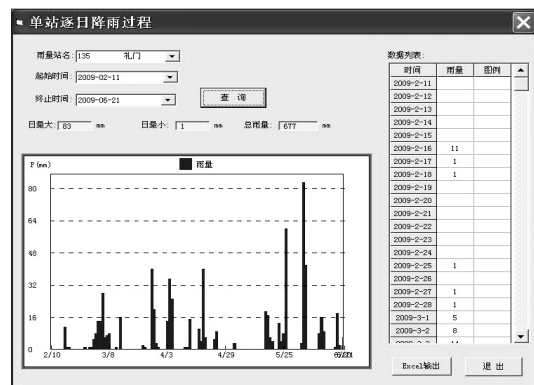


图4 单站逐日降雨量信息查询界面

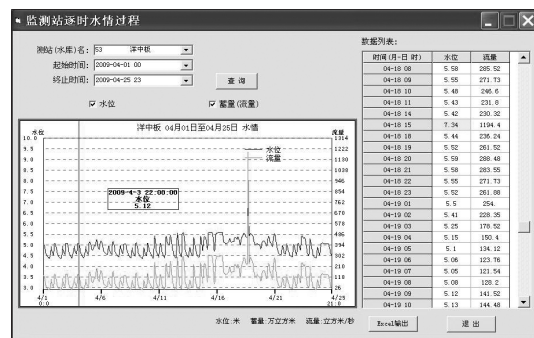


图5 单站逐时水位信息查询界面

#### 3.2 洪水预报

由于霍童溪流域梯级水库已建成,根据各水库初始水位、库容的不同,水库分别起到拦蓄洪水和削峰的作用,下一级水库入库流量同时受到上一级水库发电、泄洪、区间来水的影响。因此,通过洪水预报并进行人工干预模拟,推算下一级水库直至洪口水库下游(人口密集区域)河道水位,并反复调整人工干预(各水库调度)

方案以使各水库控制在合理的水位,达到整体效果最佳。  
根据本流域的自然地理条件,符合“蓄满产流”的产

流方式,本系统采用新安江模型作为降雨径流流域模型。  
霍童溪流域主要大中型水库特性如表1所示。

表1 霍童溪流域主要大中型水库特性表

电站水库名称	水库类型	集水面积/km <sup>2</sup>	正常蓄水位/m	汛限水位/m	总库容/万 m <sup>3</sup>	最大坝高/m	发电流量/(m <sup>3</sup> ·s <sup>-1</sup> )
溪尾	中型	115	870.0	870.0	2 680	65.0	2×4.85
旺坑	中型	274	752.5	750.0	1 465	58.2	2×12.00
金造桥	中型	217	617.5	616.5	9 450	111.3	2×15.96
黛溪	中型	232	395.0	395.0	5 995	96.3	2×14.00
后垄一级	中型	437	440.0	438.0	1 985	95.2	2×19.00
后垄二级	中型	513	280.0	279.0	2 460	73.5	2×22.73
洪口	大型	1701	165.0	162.7	45 000	130.0	2×125.00

洪水预报分自动预报和人工干预预报,可进行洪水过程模拟和预报趋势分析。其中人工干预预报需对各水库的出库流量(发电流量、泄洪流量)作为条件进行设定,不断调整上游水库出库流量进行试算,达到理想预报效果时,各水库的出库流量将作为水库调度指挥决策参考。人工干预预报交互式界面如图6所示。



图6 人工干预预报界面

水库调洪演算根据求解水量平衡方程与蓄泄关系求得:在  $\Delta t$  时段内,入库水量与出库水量之差应等于该时段内水库蓄水量的变化。水库水量平衡方程为:

$$(Q_1 + Q_2)\Delta t/2 - (q_1 + q_2)\Delta t/2 = V_2 - V_1 \quad (1)$$

蓄泄关系为:

$$q = f(v) \quad (2)$$

式中:  $Q_1$ 、 $Q_2$  分别为时段始末的入库流量;  $q_1$ 、 $q_2$  分别为时段始末的出库流量;  $V_1$ 、 $V_2$  分别为时段始末的水库蓄水量;  $\Delta t$  为计算时段长。

通过试算法联解式(1)和式(2)即可求得库水位(蓄水量)和出库流量过程。图7为旺坑水库预报与实测水位过程比较,图8为洪口水库预报与实测水位过程比较,图9为洋中坂站预报与实测流量过程比较。

洪口水库于2008年7月下闸蓄水,洪口下游洋中坂站区间流域面积381 km<sup>2</sup>,选择2008年至2010年16场降雨资料进行模拟计算,与洋中坂站实测比较,合格率为87.5%。2011~2012年8场降雨过程预报和实测结果比较,合格率为75%。

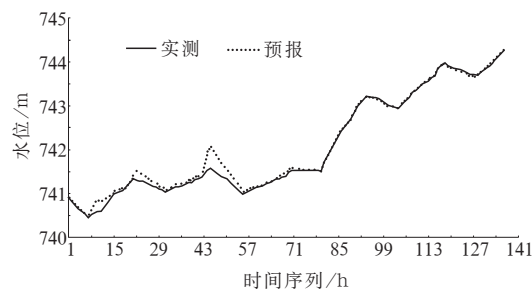


图7 旺坑水库预报与实测水位过程比较  
(2012年8月2日1:00至8月7日22:00)

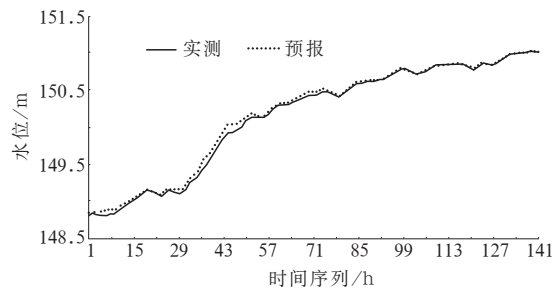


图8 洪口水库预报与实测水位过程比较  
(2012年9月12日13:00至9月18日10:00)

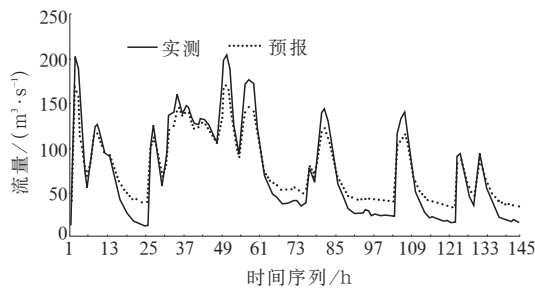


图9 洋中坂站预报与实测流量过程比较  
(2012年9月12日13:00至9月18日14:00)

#### 4 结论与建议

霍童溪流域水电工程陆续建成之后,梯级水电站水库群的洪水调度工作不容忽视。近年来,通过开展这方面的工作研究和实践,取得了预期的效果。2006年之后,流域没有发生大的洪水,加之科学调度,(下转第40页)

据。村级基层防汛组织制度主要包括：防汛防台安全检查制度、防汛防台值班制度、防汛防台抗旱抢险队伍管理制度、防汛防台抗旱紧急信息报送办法、防洪物资使用管理制度以及避灾场所的管理制度，各类制度要公布上墙。

(3)要有一支队伍保障。队伍建设是防汛工作的有力保障，主要有监测预警队伍、人员转移队伍、抢险救援队伍和后勤保障队伍。监测预警队伍包括水库、堤防、地质灾害点、公路危险地段等巡查预警人员；人员转移队伍包括人员转移负责人、避灾安置点管理人员；抢险救援队伍主要是以村里的青壮年为主组成的抢险突击人员，负责人员救援和工程抢险。上述人员信息均应登记造册，及时更新，并上报市、乡（镇）备案，以便召之即来、来之能战。

(4)要有一批物资保障。原则上行政村要设立一个防汛仓库，并配备一定数量的物资，如雨衣雨鞋、救生衣、救生圈、救生绳索、编织袋、照明工具等，物资储备数量参考《浙江省乡（镇、街道）、村（社区）防汛物资储备定额》，并登记造册，建立物资出入台账，对消耗的物资进行及时补充和添置。

(5)要有一套设施保障。村级防汛设施最关键的是信息接收设备和预警设备。接收设备包括手机、电话、电脑等，通过这些设备，可以及时掌握上级的各种通知、指示和命令，及时了解当前水雨情信息，方便防洪抢险和预警决策。预警设备主要包括铜锣、扩音喇叭、手摇报警器和短信发布平台，同时可以结合村民广播进行预警。在特别危险的区域，有条件的情况下可配置无线广播，通过市、乡直接无线预警。

(6)要有一套预案保障。根据当地实际情况，编制以人员转移、预警信息传播和抢险救灾为重点的防汛防台工作预案。主要包括：防汛防台应急预案、小流域山洪灾害应急预案、水库山塘抢险预案和地质灾害应急预案。预案应因地制宜、科学实用、简明扼要、便于操作。

（上接第23页）旺坑水库库区棠口村未出现严重内涝，下游洪口水库没有泄洪，发电、防洪效益显著，洋中坂站均未出现超警戒水位。2010年建成的水库群防洪信息系统，经过两年多的使用，达到设计要求，对于水库科学调度指挥决策提供了不可或缺的技术手段。但是，也应该看到，面对复杂多变的气候条件以及经济社会发展的需求，确保流域的防洪安全，任务仍十分艰巨。因此，做好流域防洪调度是一项长期的工作。

(1)进一步完善联合调度工作机制。由于各水库分属于不同的发电企业，企业信息也相对独立，客观上各企业对本水库上下游统筹考虑难免欠缺，各企业要处理好发电效益和防洪安全的关系，必须细化调度规则、完备监控技术措施，强化监督，严肃调度纪律。

(2)提高预报精度，指导防洪调度决策。确保霍童溪

为不使预案停留在形式上，可以用通俗易懂的图表方式将人员转移示意图、防汛防台工作流程图等公布上墙，让每一个村民都能理解。

(7)要有一定场所保障。首先要有一定的固定办公场地，成列公布各类制度，陈放预警设备、防洪物资以及各类预案。有人员转移任务的行政村，必须确定一个结构牢固、质量较好的建筑物作为避灾安置场所，比如学校、会堂等公共场所，并具体落实避灾场所的管理与使用制度。避灾安置点可以结合民政部门联合实施，以免重复建设、浪费资源。

(8)要有一定经费保障。充足的经费是防汛减灾工作有效实施的前提，应建立村级组织防汛最低运转经费保障机制，由市和乡（镇）级作适当补助，满足村级基层防汛工作的基本开支，特别是物资经费、预警监测人员补贴等。

上述8方面内容相辅相成，相互影响，相互作用，形成一个完整的网络。必须对涉及的相关内容进行及时修订，人员信息及时更新上报，物资及时更新，才能让这个村级基层防汛防台体系网络系统正常运行，常用常新，发挥出保境安民的作用。

## 5 结 语

做好村级基层防汛防台工作，是一项功在当代、惠及子孙的民心工程。应切实贯彻“建管一体”的思路，坚持“安全第一，常备不懈，以防为主，全力抢险”的方针，遵循团结协作和局部利益服从全局利益的原则，结合市情和水情切实抓好基层防汛防台体系工作，为发展“三农”经济、建设社会主义新农村建设保驾护航。

## 参考文献

[1] 范德琦.浙江奉化市基层防汛体系建设实践与思考[J].中国防汛抗旱,2013,23(3):42-43.

流域洪水预报精度、做好电站水库群洪水调度是一项细致而繁重的工作，在今后的使用过程中，要在收集资料的同时不断总结分析、不断磨合，以提高预报精度。

(3)协调好与发电调度的关系。电力调度部门要做好科学的发电调度，合理控制好汛前、汛末的水库水位，在确保防洪安全的前提下，最大限度地发挥发电效益。

## 参考文献

[1] 林三益.水文预报[M].北京:中国水利水电出版社,2001.  
[2] 郑华峰.宁德水电发展探索与思考[M].北京:中国水利水电出版社,2006.  
[3] 宁德市人民政府防汛抗旱指挥部办公室.宁德市霍童流域水库群防洪信息系统运行应用总结报告[R].2012.