

小型水库防洪调度技术报告

孙佳

深圳市罗湖区水务工程质量安全监督站

摘要：为加强水库的安全管理和科学调度，充分发挥水库功能和效益，确保水库及其流域与区域的防洪安全，依据国家有关法律、法规和相关技术规范、规程，以及经审查批准的水库设计文件确定的任务、原则、参数、指标等，本报告结合横沥口水库目前的管理和运行状况，详细分析小型水库防洪调度技术要求。

关键词：横沥口水库；生态补水；安全运用条件；防洪调度

【DOI】10.12254/j.issn.2096-6539.2024.24.071

一、基本概况

（一）水库现状

横沥口水库位于深圳市罗湖区东湖街道。横沥口水库原是一座以供水为主，兼有防洪等功能的小型水利工程。横沥口水库坝址建在梧桐山河上，坝址以上集雨面积 $F=4.60\text{km}^2$ ，本流域多年平均降雨量 1750mm ，横沥口水库主流河长 $L=3.25\text{km}$ ，平均河床比降 $J=0.1517$ 。

（二）水库运用参数及主要指标

1. 特征水位与特征库容

水库的特征水位是指导水库运用调度的依据，未经批准不得任意改变。

横沥口水库设计洪水位（ $P=2\%$ ） 95.80m ，校核洪水位（ $P=0.2\%$ ） 96.14m ，正常蓄水位 94.05m ，死水位 83.50m ；横沥口水库总库容 11.28万m^3 ，正常库容 6.72万m^3 ，调洪库容 4.56万m^3 ，死库容 0万m^3 。

2. 水库调度参数

横沥口水库设计标准为50年一遇，校核标准为500年一遇，调洪起调水位为 94.05m ，溢洪道500年一遇洪水最大下泄流量为 $197\text{m}^3/\text{s}$ 。

3. 水库调节成果分析

根据2022年安全评价报告，横沥口水库死水位维持 83.50m ，死库容 0万m^3 。

通过横沥口水库的水量平衡分析计算可知。横沥口水库在丰水年 $P=10\%$ ，全年可补水量为 361.61万m^3 。平水年 $P=50\%$ ，全年的可补水量为 264.73万m^3 。枯水年 $P=90\%$ ，全年的可补水量为 361.61万m^3 。因此，横沥口水库在各个年份都能满足下游梧桐山河的最小生态需水量。

4. 水库调度目标和任务

水库调度的任务主要为防洪调度，以确保人民群众生命安全为首要目标，在水库调度工作中必须遵循团结协作和局部利益服从全局利益的原则，科学调度，优化配置，服从有调度权限的防汛部门指挥，努力降低洪水灾害损失，确保人民财产和大坝安全，确保工程在设计标准内不发生事故。

二、调度条件与依据

（一）水库安全运用条件

1. 水工建筑物的安全运用条件

横沥口水库水工建筑物包括挡水、输水、泄水建筑物，其安全运行条件如下：

（1）挡水建筑物

坝体坝顶无破坏性裂缝、无严重异常变形、无严重积水或植物滋生等现象；防浪墙无破坏性开裂、挤碎、架空、错断、倾斜等情况。迎水坡护坡无严重损坏；伸缩缝未老化及损坏；近坝水面无冒泡、变浊或漩涡等异常现象。背水坡无破坏性裂缝、剥落、滑动、隆起、塌陷、冒水、渗水坑或流土、管涌等现象；无白蚁巢穴；排水系统较通畅；坝下输水管出口附近无异常渗流现象。坝趾导渗降压设施无严重异常或破坏现象。坝基础排水设施的工况正常，水体不浑浊；坝基及坝肩基础岩体无挤压、错动、松动和鼓出等现象。

（2）输水建筑物

输水涵为坝内埋管，位于主坝右端坝下，输水涵管进口底高程 83.50m ，管径 $\Phi 1000\text{mm}$ ，进口设有卷扬机控制垂直升降的铸铁闸门，启闭机室为亭式结构。出口位于大坝下游右侧，出口有少量渗水，出口两侧浆砌块石边墙基本完整，未见边墙和顶拱塌滑；底板混凝土冲刷不明显。其主要安全运行条件满足：进水口和涵道无淤堵、裂缝及损坏；进水口、出水口边坡无裂缝及滑坡体。管身无裂缝、坍塌、鼓起、渗水、空蚀等现象；放水时管内声音正常。管身伸缩缝及排水孔运行正常。放水期出水口水流形态、流量正常，无冲刷、磨损、淘刷；停水期无渗漏；出水口无淤堵、裂缝及损坏；下游渠道及岸坡无异常冲刷、淤积和波浪冲击破坏等情况。

（3）泄水建筑物

水库溢洪道为开敞式WES实用堰，溢流坝段共3孔，净宽 30m 。边、中墩厚 0.5m ，下游边坡为 $1:0.7$ ，堰顶高程为 94.05m ，圆弧半径 6.0m ，挑射角 30.0° 。泄水建筑物主要安全运行条件满足：进水段无堵塞，两侧无滑坡或坍塌迹象；护坡无裂缝、沉陷、渗水；流态正常。堰顶、胸墙、边墙、溢流面、底板、消力池等处无裂缝、渗水、剥落、冲刷、磨损和损伤；排水孔及伸缩缝完好。泄水槽无气蚀、冲蚀、裂缝、变形和淤积。下游河床及岸坡无冲刷、淤积，无阻水建（构）筑物。

2. 金属结构设备的安全运用条件

（1）闸门（阀门）及其开度指示器能够正常工作；闸门无变形、裂纹、螺（铆）钉松动、焊缝开裂；门槽无卡堵、气蚀等；主侧轮未发现锈死不转动现象；钢丝绳无锈蚀、磨损、断裂；止水设施完好无损；门页无严重扭曲变形、裂纹、脱焊、油漆剥落、锈蚀等情况；闸门（阀门）部分开启时无振动、气蚀现象。

(2) 启闭机正常工作；制动、限位设备准确有效；吊点结构牢靠；齿轮及制动完整灵活；电源、传动、润滑等系统正常；启闭灵活；备用电源及手动启闭可靠；连接闸门（阀门）的螺杆、拉杆、钢丝绳无严重锈蚀、弯曲等损坏现象。

(3) 金属结构防腐剂无锈蚀。

(4) 电气控制设备、动力和备用电源工作正常。

(二) 水文气象情报与预报

横沥口水库降雨量统计精度应为1mm、水位统计精度不低于0.01m、流量统计精度为0.1m³/s。

横沥口水库降雨预报数据来自深圳市气象台，预报级别分为3级，即黄色、橙色、红色暴雨信号。

横沥口水库为深圳水库上库，考虑到深圳水库现记录有长序列的降雨资料（1975~2018年），横沥口水库不同重新期下设计暴雨可参考深圳水库降雨分析成果。

三、防洪调度

(一) 防洪调度原则

以大坝安全为主，在确保水库大坝安全和防洪安全的前提下，原则上选择适当的防洪调度措施，使水库既能安全度汛，又能兼顾水库的生态用水需求。

(二) 防洪调度时段

防洪调度时段包括全年，汛期和非汛期。横沥口水库汛期为每年4月15日至10月15日，每年的具体时间以深圳市防汛防旱防风指挥部办公室公布的汛期为主。

(三) 防洪限制水位

根据区水务局审批确定的，横沥口水库汛限水位为94.05m。

(四) 防洪控制断面

横沥口水库通过溢洪道泄洪至梧桐山河，河水最后注入深圳水库。梧桐山河全长3.83km，流域面积12.60km²，河床平均比降为44.9%。根据《深圳市梧桐山河综合治理工程初步设计报告》，梧桐山河设计防洪标准为50年一遇。

横沥口水库通过溢洪道向梧桐山河进行泄洪。根据水库调洪验算成果，横沥口水库在遭遇与下游河道对应防洪标准50年一遇设计洪水时，水库最高水位达到95.80m，对应下泄流量为149m³/s，没有超过河道允许下泄流量（梧桐山河综合治理工程初步设计报告，2005年），与下游区间洪水叠加后，不会超过梧桐山河河口设计过流能力。

(五) 防洪调度方式

1. 防洪调度方式

横沥口水库采用无闸门溢洪道的设计以保证大坝安全度汛，汛限水位与溢洪道堰顶高程一致，当水位达到溢洪道堰顶高程后即敞泄，采用打开输水涵闸门放水腾出部分库容蓄纳洪水及输水涵放水、移动泵抽水辅助泄洪的调度方式实施防洪调度，具体调度方式如下：

(1) 汛期调度方式

1) 当水库水位低于90.00m时，不放水，关注水位上涨及天气状况，做好水位持续上涨应对准备。

2) 当水库水位介于90.00~94.05m之间时，密切与气象部门沟通，关注近期库区附近降雨预报情况，分别进行以下两种调度操作：①短期（3~5天，下同）内无雨或少雨时，可不放水；②短期内预报将有较强降雨（中雨及以上）时，输水涵闸门打开50%进行放水，控制泄量3.5m³/s。待水位降至90.00m后，停止放水。

3) 当水位升至94.05m时，输水涵闸门打开50%进行放水。水位下降至90.00m后停止放水；

4) 当水位介于94.05~95.80m之间时，采用溢洪道泄洪，或采用溢洪道泄洪和输水涵闸门全开进行辅助泄洪（控制泄量为8m³/s），将水库水位降至94.05m水位后立即采用输水涵放水至90.00m。

5) 当水位升至95.80m时，采用溢洪道泄洪和输水涵闸门全开进行辅助泄洪，将水库水位降至94.05m水位后立即采用输水涵放水至90.00m。

6) 当水位升至96.14m时，采用溢洪道泄洪和输水涵闸门全开进行辅助泄洪，输水涵闸门按全开控制，同时增加移动泵抽排泄洪，将水库水位尽快降至94.05m水位后立即采用输水涵放水至90.00m。

7) 当水位超出96.14m时，采用溢洪道泄洪和输水涵闸门全开进行辅助泄洪，输水涵闸门按全开控制，同时增加移动泵抽排泄洪，将水库水位尽快降至94.05m水位后立即采用输水涵放水至90.00m，并在水库坝顶抢筑子堰，防止水库漫堤溃坝，采取“临水截渗、背水导渗”等一系列措施保证水库安全。此外，需在区三防指挥部统一指挥下，转移水库下游人员。

8) 超标准洪水应对：

当水库水位超过校核洪水位96.14m并持续上涨，在水库坝顶抢筑子堰同时应加大水库坝面巡查，当发生坝后的地面发生翻砂涌水，可采用抢筑围井方法。

在泄洪前，需通知相关部门及泄洪河道沿线居民，明确告知泄洪时间，泄洪期间应远离河道，并做好泄洪河道沿线巡查、信息反馈和各项安全防范措施，确保人员等全部撤离后，开始泄洪。

根据华东勘测设计研究院有限公司编制的《深圳市罗湖区横沥口水库安全评价报告》（2022年）泄洪安全性评价内容，溢洪道及下游出水渠段能够满足在设计、校核洪水条件下洪水安全下泄要求，下泄洪水能够顺利流入下游河道，不会对两岸造成不利影响。

(2) 非汛期调度方式

1) 当水库水位少于或等于94.05m时，密切关注天气预报，根据近期库区附近降雨预报情况，分别进行以下两种调度操作：①短期（3~5天，下同）内无雨或小雨时，可不放水；②短期内预报将有中雨及以上降雨时，打开输水涵闸门进行放水，涵管预泄的控制流量3.5m³/s，待水位降至92.00m后，停止放水。

2) 当水位高于94.05m时，密切关注天气预报，根据近期库区附近降雨预报情况，分别进行以下两种调度操作：①短期（3~5天，下同）内无雨或小雨时，采用溢洪道自动溢流将水位降至94.05m；②短期内预报将有

中雨及以上降雨时,采用溢洪道泄洪,或同时采用溢洪道泄洪和输水涵辅助泄洪,将水库水位尽快降至94.05m水位后立即采用输水涵放水至92.00m。

3)为加强水库防洪能力,调度时可采用提前放水增加水库防洪容量。

2. 防洪调度权限

本次防洪调度权限规定主要参照《中华人民共和国防洪法》等相关条例,《防洪法》第四十四条规定:在汛期,水库、闸坝和其他水工程设施的运用,必须服从有关的防汛指挥机构的调度指挥和监督。在汛期,水库不得擅自限制水位以上蓄水,其汛期限制水位以上的防洪库容的运用,必须服从防汛指挥机构的调度指挥和监督。

横沥口水库采用无闸门溢洪道的设计,无设防洪高水位,故不存在汛限水位以上的防洪库容,溢洪道主要作用为滞洪和保证大坝安全度汛,横沥口水库防洪调度主要为水库水位低于汛限水位时采用输水涵提前放水腾出库容及超出汛限水位后采用输水涵辅助泄洪的方式,由罗湖区水务建设与管理中心具体实施。横沥口水库防洪调度权限如下:

(1)当暴雨预警信号生效前或取消后,横沥口水库水位低于或达到汛限水位94.05m时,采用输水涵放水腾库容的防洪调度方式,放水流量不超出控制流量,由罗湖区水务建设与管理中心书面上报罗湖区水务局、罗湖区三防办备案,由罗湖区水务建设与管理中心实施调度;放水流量超出控制流量由罗湖区水务建设与管理中心书面上报罗湖区水务局审批,经罗湖区水务局批复同意后按批复意见实施调度,并于调度实施前及时上报罗湖区三防办备案,由罗湖区三防办向罗湖区三防工作一级责任单位、各街道办发布泄洪通知。

(2)当横沥口水库水位高于汛限水位94.05m时,采用输水涵放水辅助泄洪的防洪调度方式由罗湖区水务建设与管理中心上报罗湖区水务局审批,经罗湖区水务局批复同意后按批复意见实施调度,并于调度实施前及时上报罗湖区三防办备案,由罗湖区三防办向罗湖区三防工作一级责任单位、各街道办发布泄洪通知。

(3)罗湖区水务局可根据水库汛情直接向罗湖区水务建设与管理中心下达或变更横沥口水库防洪调度指令,罗湖区水务建设与管理中心按调度指令实施调度,并由罗湖区水务局及时报罗湖区三防办备案,由罗湖区三防办向罗湖区三防工作一级责任单位、各街道办发布泄洪通知、泄洪变更通知。

(4)当水库遭遇超出500年一遇防洪标准洪水时由罗湖区三防指挥部统一调度指挥,罗湖区水务建设与管理中心按照区三防指挥部指令实施调度。

(5)当水库出现或即将出现崩塌、漫坝、溃决、贯穿上下游横向裂缝,已经危及大坝安全时,由区政府、区三防指挥部行使指挥权力,采取一切手段加大水库泄洪力度,罗湖区水务建设与管理中心按照区政府、区三防指挥部指令实施调度。

(六) 水库放水安全调度

1. 暴雨天气放水调度

当夏季汛期来临,强降雨导致水位上涨超过汛限水位,为避免水漫坝,溃坝而导致的风险,现场巡查人员需立即申报罗湖区水务建设与管理中心申请调度,开启闸门向下游泄洪。

2. 预泄水调度方案

汛期来临时,对于即将到来的暴雨天气,为减小下游防洪压力,增加工程本身对洪水的调蓄能力,需考虑提前进行开闸预泄方案。

预泄方案的基础是可靠的水情预报资料和通讯系统,在汛期时段现场管养人员需及时关注暴雨预警信号,与管养负责人保持通讯及时沟通。当水库管理处发出预警信息后,组织本单位人员进行巡查发现问题及时向罗湖区水务建设与管理中心汇报。

(七) 库区及坝下游河道管理

1. 库区及坝下游河道管理原则

水库调度运行会对库区岸坡稳定、干支流水环境、下游河道演变带来一定影响,水库调度应密切关注水库上下游影响区域的变化情况。库区及坝下游河道管理范围包括:水库移民迁移线或土地征用线以下的水面及库岸,下游河道管理的范围主要包括划定的下游河道行洪区。库区及下游河道管理办法包括:水库集雨区域(含所设置界桩、水库集水区域内所设水文气象测报情报设施、库区测量标志、水土保持等)管理办法、排放污物管理办法、水库周围堆放物管理办法、坝轴线上下游100m范围内的水面及库岸管理办法等。

2. 库区及坝下游河道管理范围及责任部门

按照有关责任划分的管理区域,实行“谁管理谁负责”的原则,各责任部门之间加强配合和监督,按照库区管理办法严格执行。

(八) 水库调度物资保障管理

水库运行期间为确保汛期应急抢险顺利实施,根据可能发生的险情类型储备相应的三防物资,如:救生衣、救生圈、雨衣、雨鞋、编织袋、铁马、铁锹、斗车、油锯、抽水泵、电缆、发电机、应急手电筒、投光灯、铅丝、土工布、救生舟、对讲机、抢险车辆、安全警示牌、警戒线、砂石料、块石等,数量符合《广东省小型水库安全运行标准化管理工作指引》有关规定,并做好物资定期保养维护工作。

四、结语

防洪调度不仅关乎水库的安全运行,更直接关系到周边居民的生命财产安全,乃至整个生态系统的平衡,只有科学合理地运用防洪调度技术,才能确保小型水库在应对洪涝灾害时发挥最大的作用,下一步,我们将结合智慧水务、水库智能化监控等通过技术创新和管理优化,进一步提升小型水库防洪调度的效能。

参考文献

[1]于梅艳.基于四象限法的中小型水库防洪预警方法研究[J].黑龙江水利.2017,(4).