

小型水库除险加固项目存在问题与思考建议

梁轶飞

安徽省安庆市桐城市水利局

摘要:水利事业关系到国计民生,优化对水利设施的建设和维护,将能够更好地促进人民的生活水平提升。小型水库是我国水利建设中的一个重要环节,在我国农村地区的农业生产中占有举足轻重的地位。小型水库在长期高频率、高强度运用过程中往往会存在一定的问题,因此强化对小型水库的除险加固工作,将成为提升水库运行安全性和稳定性的重要保障。而在小水库的除险加固中,将根据小水库的特性,制定出一套完善的除险加固方案,以保证工程得以顺利实施。本文主要基于笔者所参与的桐城市响水岩水库以及狮山水库除险加固工程,对小型水库除险加固的主要内容、所面临的施工问题提出相应的优化对策,以期更好地提升水库建设运行的稳定性。

关键词:小型水库;除险加固;施工管理

【DOI】10.12254/j.issn.2096-6539.2022.04.050

一、引言

小型水库作为农业生产的重要组成部分,具有防洪、养殖、发电、抗旱等功能。新时期,由于缺少管理,许多小水库长期处于无人维护状态,由此将使其存在着许多安全隐患,因此,要针对这些问题,需要采取相应的措施,加强小水库的除险加固,确保小水库得以正常使用。小型水库除险加固工作复杂、意义重大,需要针对其实际情况,制定出一套科学的除险加固方案,以消除其安全隐患。

二、桐城市响水岩水库除险加固工程概况及其存在的问题

(一)桐城市响水岩水库除险加固工程概况

响水岩水库大坝工程位于范岗镇万元村境内,距桐城市区18km,属长江流域菜子湖水系挂车河上游。是一座以灌溉为主,兼顾防洪、养殖等综合利用的重点小(2)型水库,工程等别为V等,大坝、溢洪道及放水设施等主要水工建筑物级别为5级。

(二)存在的问题

经现场察看,工程存在问题总结如下:

1. 大坝:水库大坝为黏土心墙砂壳坝,坝体整体外观良好,上下游坡面规整,坝体匀称,未见明显位移及变形;经对水库现场踏勘过程(当日库水位78.23m)大坝桩号K0+067.09背水坡平71.00m高程处有渗漏、散浸现象。

2. 溢洪道:溢洪道位于大坝右坝端,现状溢洪道由进口段、控制段及三级陡坡组成,现有乡村道路相接。控制段为开敞式宽顶堰,过水断面为矩形,进口底高程为80.10m,堰顶净宽6.00m。进水渠及下游10m右岸(坝

侧)现状浆砌石挡墙前齿坎损毁严重,左岸为山体,下游右岸靠近坝坡处岸墙过矮,泄洪时易造成坝脚冲刷,陡坡段为混凝土乡村道路路面。

3. 放水涵:现状放水涵洞(为2010年高涵拆建)底板高程72.80m,预应力钢筋砼压力管,管径 $\phi 0.4\text{m}$,每节4m,共16节,设计灌溉流量 $0.1\text{m}^3/\text{s}$ 。进口预埋 $\phi 0.25$ 铸铁管,配 $\phi 50\text{mm}$ 斜拉杆启闭,3t启闭机开关,经现场检查,闸门、启闭机运行正常。

4. 管理、观测设施:大坝管理范围和保护范围未确权,管理制度较完善,安装有水位尺、水雨情测报系统。

(三)除险加固设计的内容

根据响水岩水库大坝为三类坝的评定意见,针对工程中存在的各方面问题,本次除险加固设计的内容主要有:

1. 大坝渗漏处理:采用塑性砼防渗墙结合帷幕灌浆对大坝进行防渗处理,同时在坝脚处增设压渗平台,以满足防渗要求。

2. 大坝坝身结构加固处理:对大坝上游损毁的部分干砌石护坡进行维修;在大坝下游侧,沿坝体与岩基交接线设置排水沟;新增大坝渗流监测设施。

3. 对放水隧涵闸门拉杆、启闭机等金属结构进行除锈防腐处理,同时对栈桥栏杆进行更换。

三、桐城市狮山水库除险加固工程概况及其存在的问题

(一)桐城市狮山水库除险加固工程概况

狮山水库大坝于1957年11月开工,土法上马,由群众投工投劳兴建。2010年安全鉴定为三类坝,2010年、2012年分别进行了除险加固,2016年竣工验收,发挥了工程效益。

(二)存在的问题

经现场察看,工程存在问题总结如下:

1. 大坝:水库大坝为黏土心墙砂壳坝,坝体整体外观良好,上下游坡面规整,坝体匀称,未见明显位移及变形;经对水库现场踏勘过程(当日库水位78.23m)大坝桩号K0+067.09背水坡平71.00m高程处有渗漏、散浸现象。

2. 溢洪道:溢洪道位于大坝右坝端,现状溢洪道由进口段、控制段及三级陡坡组成,现有乡村道路相接。控制段为开敞式宽顶堰,过水断面为矩形,进口底高程为80.10m,堰顶净宽6.00m。进水渠及下游10m右岸(坝侧)现状浆砌石挡墙前齿坎损毁严重,左岸为山体,下游右岸靠近坝坡处岸墙过矮,泄洪时易造成坝脚冲刷,陡坡段为混凝土乡村道路路面。

3.放水涵：现状放水涵洞（为2010年高涵改建）底板高程72.80m，预应力钢筋砼压力管，管径 $\phi 0.4\text{m}$ ，每节4m，共16节，设计灌溉流量 $0.1\text{m}^3/\text{s}$ 。进口预埋 $\phi 0.25$ 铸铁管，配 $\phi 50\text{mm}$ 斜拉杆启闭，3t启闭机开关，经现场检查，闸门、启闭机运行正常。

4.管理、观测设施：大坝管理范围和保护范围未确权，管理制度较完善，安装有水位尺、水雨情测报系统。

（三）除险加固设计的内容

根据狮山水库大坝为三类坝的评定意见，针对工程中存在的各方面问题，本次除险加固设计的内容主要有：

1.大坝渗漏处理：采用塑性砼防渗墙结合帷幕灌浆对大坝进行防渗处理，以满足大坝防渗要求。

2.大坝坝身结构加固处理：对大坝上游损毁的部分干砌石护坡进行维修；增设坝顶砼防汛道路；增设大坝渗流监测设施。

3.溢洪道加固：对溢洪道进口段未护砌部分进行护砌，同时对溢洪道右岸浆砌石挡墙及前齿局部损坏部位进行维修加固。

4.对闸门拉杆、启闭机等金属结构进行除锈防腐处理。

四、强化小型水库除险加固效果的策略

（一）强化大坝防渗效果的技术应用

1. 水库大坝裂缝灌浆防渗施工技术

采用裂缝灌浆防渗技术，可以有效地解决坝体漏水问题，有利于坝体的安全运行。在工程实践中，这一技术优点众多：施工工期短，施工速度快，节约成本。首先对外侧两个钻孔进行注浆，注浆后3天内充分渗入淤泥，对坝体应力状况进行适当调节，最后对中部主孔进行加固和注浆。在实际工程中，通常是在间隔孔内进行的。在一次性成孔时，首先要对孔洞底部进行2~3m的灌浆，以保证达到设计要求，再将管道抽出，再以单纯的压力注入孔洞上部。对水库坝体进行注浆防渗处理，可以有效地减少水库坝体渗漏现象的发生，从而使水库工程得到最大限度地利用。

2. 高喷灌浆防渗施工技术

首先，高喷注浆防渗技术中，采用的主要技术是在坝体轴线方向上选取适当的孔隙，以均匀分布的形式，通过注浆的压力沿坝体的分布状况进行充填，从而有效地提高大坝的稳定性。注浆结束后，应全面检查注浆状态，并对未注满的空隙进行补注。建筑企业要针对项目的具体情况，建立全过程的检验与维修模式，制订科学的施工组织方案，采取适当的施工技术，以达到规范施工目的，从根本上杜绝因操作不当造成的安全事故。第二，保证混凝土配合比的科学性，是保证施工用混凝土及其相关部件强度的关键，在实际操作中，应根据有关施工部位、构件的强度，制定科学、合理的混凝土配比，保证水泥砂浆的密度偏差不得超过1%。如果泥浆浓度超出了设计要求，施工单位需要进行相应的调整，以防

止因泥浆浓度的问题而影响到工程的质量。此外，高压喷射会造成地层结构的改变，长期冲击会对地层结构造成影响，从而使其稳定性降低。在高压喷射条件下，注浆过程中，由于注浆过程中的水流在注浆末端聚集，从而使浆体与水、气相混合，从而形成了较为稳定的岩体。

3. 混凝土构造与防渗墙连接施工技术

在水利建设中，要立足于实际，注重对具体情况的了解，对于较为明显的缓坡，可以采用一般的办法进行处理，如果两侧的岩石上都有大量的碎石，而不渗透层又很深，则要根据具体情况，采用两侧墙体的底板进行帷幕注浆。如果坡度较大，则可以在这种条件下直接进行帷幕注浆。从大坝顶部到建筑物的防渗墙的轴线应根据实际情况在上游进行布置。在防渗墙的顶端，可以有效地保证在异常工况下的水位线相对较高一些。进行混凝土防渗面建设时，应先用相应的工具对防渗面进行清洁，再进行手工凿毛。然后将凿毛部位的杂质清除，再用冷底子油覆盖基层，一般要刷两次，然后再进行下一步，由此更好地强化水库大坝的防渗效果。

（二）大坝坝身结构加固技术

1. 高压喷射浆技术

高压喷射注浆技术较为成熟，使用设备简单，成本低廉，施工方便快捷，防渗效果好，适用于多种土层，尤其适用于对软弱地层中加固。对周边建筑物及周边环境影响程度低，能够有效保证泥浆和土层的有效结合，提高结构的整体强度，实施时不影响上部结构的正常使用。施工前应对地层进行详细勘察，确定地层渗漏处及加固范围等因素选择合适的水泥浆液及注浆方法。并且在安装钻机时应严格检查钻机的平整度和钻杆垂直度，钻进过程应防止钻孔偏斜。等到钻至设计深度后，及时安装灌浆管，灌浆过程中随时观察灌浆压力，压力至设计值时，停止加压。拔管、灌浆应分段进行，每次拔管时应控制高度。同时，灌浆塞应有良好膨胀和耐压性能，并应提前安装，每一分段灌浆完成时及时安装灌浆塞并保证安装牢固。并且灌浆作业应连续、不间断，搅拌机拌和能力应与灌浆作业相适应，并应均匀、连续的拌制浆液。除此之外，还需要根据控制性灌浆需要，可在浆液中加入外加剂，种类和掺量应通过现场灌浆试验确定。

2. 柔性及刚性防渗技术

在水库渗漏面积较大的情况下，在水库加固工程中应采用柔性、刚性防渗技术，对渗漏部位进行集中和合理的处置。施工过程中要严格遵守操作程序，尤其要注意各个工序的操作。主要内容有：回填混凝土或开挖管线；实施封闭施工，一般选用淤泥物料；加强工程质量的检查与验收，确保工程质量。对于混凝土截水墙与岩质结构的组合防渗体，在薄壁层的情况下，可选用刚性防渗结构。在加固前要开展清理工作，去除所有的杂质，在加固的时候要注意对加固的质量和控制在完成后还需要进行适当的维护，一般在21天左右。

3. 提高防洪标准

通过增大大坝尺寸、减小溢洪道高度尺寸、增大溢洪道断面面积的方式，可以有效地解决防洪标准问题。在满足防洪要求的条件下，还可以采取加大坡度、增加坝顶高度等措施来增加坝体的强度。在没有其他因素的情况下，通过增大坝顶的高度、增大坝顶的大小，使得防洪标准能够达到符合国家规定的要求，或者通过设置防浪墙提高坝顶的大小，以此使其形成一个比较封闭的体系，而防浪墙一般采用钢筋混凝土结构。

(三) 溢洪道加固技术

1. 抗滑桩加固治理技术

在高边坡的加固中，混凝土抗滑桩具有较好的经济效益，例如，在某水利工程坝址地区开挖施工中，采用了爆破法，从而形成了滑坡，滑坡初起时，每天平均滑移速率为3mm左右，而在一年内，每天滑移速率超过10mm，若不采取有效的加固措施，很可能造成大规模的滑坡灾害。结合施工条件和现场地质条件，采用混凝土抗滑桩施工工艺，沿滑坡体纵向布置两列抗滑桩，每列间距为6m，按滑坡体厚度计算，桩深为26~40m，共18根，对周围岩体具有较好的稳定性。

2. 混凝土沉井加固治理技术

由于混凝土沉井是一种框架结构，因此需要采取分段施工的方法，既能起到抗滑桩的作用，又能起到围护作用。在混凝土沉井的设计中，应充分考虑施工现场布置、基坑施工等各种因素，而在水平面上，应采取“田”字形布置。横向隔离墙的高度应该在脚踏面1.5米以上，以确保施工建设的安全性。尤其需要注意的是在沉井下沉期间，要组织施工人员进行沉井开挖，使用简单的工具搬运沉井，并对沉井的偏差进行监测和调整。

3. 喷射混凝土和混凝土框架护坡技术

针对溢洪道高边坡，采用混凝土框架结构，可以在一定程度上保护滑坡的表面，从而提高滑坡的结构稳定性，防止滑坡的风化，并防止地表水流向滑坡体内渗透。例如，对某水库工程下山滑坡采用钢筋混凝土框架，在边框节点处设置锚索，并在560~550m的边框交界处，设置直径32厘米、36厘米、长度14米的灰浆锚；在高560~580米的边框交界处，设置26厘米直径、8米长的水泥砂浆锚杆，并在框架内进行钢筋混凝土浇筑。在设置混凝土框架时，应先在坡面上开挖沟槽，再将其埋入斜坡内，再进行回填法，以利于在坡面上植植植物，从而达到保护植被的目的。

(四) 水利闸门金属结构防腐处理

当前金属结构防腐处理，主要是在钢构件表面与水体、空气之间建立起隔离层（保护膜），保护水工金属结构。防腐处理主要有以下几种方法：

1. 涂料保护法

涂料保护是一种常见的防腐防锈方法，它具有施工简单、经济、实用、应用广泛等优点。近年来，高质量

的高效涂层被大量应用于水工金属部件，再加上合适的应用工艺，可以延长水闸10年的寿命。

2. 喷锌、喷铝防腐

喷镀技术是一种比较先进的技术，它的制造工艺是：在高温下将铝线（Zn）熔化，然后用高压空气将其吹成薄薄的雾状物，然后喷洒在经过处理的金属表面，形成一种锌（铝）膜，既能隔离腐蚀介质，又能防止阴极。镀锌铝涂层具有较长的防腐寿命，约20年；加入5%的稀土元素后，其物理性能和化学组成均得到了提高。但其施工过程繁琐，且一次投入较大。

3. 喷锌、喷铝加涂料

为了延长镀锌铝喷层的使用寿命，采用涂层对喷铝层进行密封。目前，钢门采用喷锌或喷铝，再涂二次氯化橡胶漆，其耐腐蚀性能得到极大改善，其使用寿命可增加3~6倍。按闸门的型式，可选用多种涂层：①在水中浸泡已久的结构，可选用沥青系列或环氧漆；②干湿交替使用氯化胶漆；③对长期暴露于阳光下的建筑，可以采用铝粉涂层。要达到喷涂锌、铝的长效防护作用，锌的含锌量需要达到99.99%。

结束语

综上所述，为了解决小型水库的病险问题，开展小型水库除险加固工程势在必行。本文主要基于桐城市响水岩水库以及狮山水库除险加固工程中主要存在的大坝渗漏、大坝坝身结构不稳定、大坝渗流、溢洪道损坏以及闸门拉杆、启闭机等金属结构生锈腐蚀等方面的问题，提出针对性的优化对策，以保障小型水库除险加固工程的建设质量，从而推动小型水库的可持续发展。

参考文献

- [1] 董小勇. 光明区小型水库除险加固施工质量管理问题及对策思考[J]. 居舍, 2021(35): 124-126.
- [2] 罗少军. 突出重点狠抓落实全力做好水库除险加固和运行管护工作[J]. 河北水利, 2021(08): 6-7.
- [3] 水库除险加固与运行管护吉林磐石: 深化小型水库管理体制改革示范县创建全面提升小型水库管理水平[J]. 吉林水利, 2021(10): 2.
- [4] 水库除险加固与运行管护吉林桦甸: 深化小型水库生态修复综合治理全面提升小型水库综合效益[J]. 吉林水利, 2021(10): 63.
- [5] 水库除险加固与运行管护吉林永吉: 深化创新驱动夯实责任扎实推进小型水库管护工作[J]. 吉林水利, 2021(11): 64.
- [6] 赵赴钧. 小型水库除险加固施工技术研究——以禹州市南河水库除险加固工程为例[J]. 工程技术研究, 2019, 4(13): 96-97.

作者简介:

梁轶飞, 1972年12月, 男, 安徽省桐城市人, 职称: 高级工程师, 单位: 桐城市水利局, 研究方向: 水利工程管理, 工程造价。