

小型水库除险加固工程施工技术研究

王薇 610527198610083227

摘要：我国小型水库分布广泛，是基层水利灌溉、防洪调蓄体系的核心组成部分，多数建成于上世纪中后期，受建设标准偏低、运行年限较长、自然侵蚀等因素影响，普遍存在坝体渗漏、护坡失稳、溢洪道泄洪能力不足等安全隐患，对下游群众生命财产安全和区域农业生产造成威胁。本文围绕小型水库除险加固工程的常见病害展开分析，梳理了坝体防渗加固、护坡修复、溢洪道拓宽加固等核心环节的施工技术要点，并结合工程实践提出质量控制措施，为同类工程施工提供参考。

关键词：小型水库；除险加固；施工技术；质量控制

一、小型水库病害现状与除险加固的必要性

我国现有小型水库近 10 万座，占全国水库总数的 90% 以上，承担着农业灌溉、城乡供水、防洪调蓄等多重功能，是基层水利基础设施的重要组成部分。我国多数小型水库建于二十世纪五至七十年代，受当时建设条件限制，普遍存在勘测设计深度不足、施工标准偏低、建材质量不达标等先天问题，经过数十年的运行，在自然荷载、水文侵蚀、人为活动等因素影响下，各类安全病害日益凸显。

当前我国小型水库常见病害主要分为四类：第一类是坝体结构病害，包括坝体护坡块石风化脱落、坝坡滑塌、坝顶开裂沉降等问题，部分水库坝顶高程不足，无法满足设计洪水标准的防洪要求；第二类是渗流病害，主要表现为坝体、坝基渗漏，部分水库存在集中渗漏通道，汛期高水位时会出现流土、管涌等渗透破坏，严重时可引发坝体失稳；第三类是输水设施病害，多数小型水库的放水涵管为圬工结构，长期受水流冲刷和侵蚀，出现涵管开裂、接口错位、接头渗漏等问题，启闭设备锈蚀老化，无法正常操作；第四类是溢洪道病害，部分早期修建的小型水库无专门溢洪道，或溢洪道宽度不足、底板衬砌损坏，泄洪能力达不到设计要求，汛期存在漫坝风险。

小型水库的安全隐患直接威胁下游村镇、农田和交通干线的安全，一旦发生溃坝事故，将造成不可挽回的损失。因此，推进小型水库除险加固工程，消除安全隐患，恢复水库设计功能，对保障区域水安全、促进农业生产发展具有重要的现实意义。

二、小型水库除险加固核心施工技术要求

（一）坝体防渗加固施工技术

坝体渗漏是小型水库最常见的病害，也是除险加固的核心环节，当前针对小型水库坝体渗漏常用的施工技术主要有高压喷射灌浆、劈裂灌浆和黏土斜墙加固三种。

高压喷射灌浆技术适用于砂壤土、粉质壤土等不同土质的坝体防渗，施工时利用高压喷射流切割破坏坝体原土体，将水泥浆液与土体搅拌混合，形成连续的防渗墙，阻断渗漏通道。施工前需要先对坝体进行地质勘察，明确渗漏位置和范围，按照设计参数布置钻孔孔位，钻孔偏差控制在 5cm 以内。施工过程中，根据坝体土质调整喷射压力和提升速度，一般高压水压力控制在 20-30MPa，浆液压力控制在 1-3MPa，提升速度控制在 10-20cm/min，施工完成后及时对钻孔顶部进行回填密实，避免形成新的渗漏通道。该技术施工速度快，防渗效果好，对原有坝体结构破坏小，适用于多数小型水库的坝体防渗加固。

劈裂灌浆技术依靠灌浆压力将坝体沿坝轴线方向劈裂，同时灌入黏土浆液，形成连续的防渗帷幕。该技术施工成本较低，设备简单，适用于均质土坝的防渗加固。施工时按照“先疏后密、由下至上、少灌多次”的原则进行，灌浆孔沿坝轴线布置，孔距设置为 5-8m，灌浆压力控制在 0.1-0.3MPa，避免压力过大造成坝体隆起开裂。每次灌浆完成后待浆液初凝后再进行下一次灌浆，施工过程中随时监测坝体变形，若出现异常隆起立即停止施工，调整灌浆参数。

（二）坝体护坡加固施工技术

小型水库上游坝坡长期受水位涨落和风浪冲刷影响，容易出现护坡块石风化、脱落、滑塌等问题，下游坝坡则容易受雨水冲刷形成冲沟，需要进行加固修复。当前小型水库护坡加固多采用混凝土预制块护坡和现浇混凝土护坡两种方案，其中预制混凝土块护坡施工速度快，抗冲刷能力强，应用较为广泛。

施工时先清除原有坝坡的松动土体和破坏的护坡结构，对坡面进行整平夯实，铺设 10-15cm 厚的砂石垫层，垫层分层铺设压实，保证坡面平整度符合要求。然后按照设计尺寸吊装预制混凝土块，从坡脚向坡顶依次铺设，块体之间预留 1-2cm 的伸缩缝，用水泥砂浆填缝，铺设完成后及时进行养护，避免块体出现开裂。对于坡度较陡、稳定性较差的坝坡，可在护坡底部设置混凝土齿墙，嵌入坝体内部，增强护坡整体稳定性。

（三）溢洪道除险加固施工技术

溢洪道加固主要解决泄洪能力不足和结构损坏两大问题，对于宽度不足的溢洪道，首先按照设计洪水标准进行拓宽开挖，开挖过程中控制边坡坡度，避免开挖造成边坡失稳，对开挖后的边坡进行衬砌防护。对于原有溢洪道底板和侧墙出现的开裂、冲坑等损坏，先清除损坏的结构层，对基础进行整平压实，然后重新浇筑混凝土衬砌，浇筑过程中设置伸缩缝，缝内填充沥青止水材料，避免温度变化产生裂缝。溢洪道出口消力池损坏也是常见问题，需要对消力池底板进行修复，调整消力池尺寸，保证泄洪时消能效果，避免下游冲刷引发溃岸。

（四）输水涵管加固施工技术

针对小型水库放水涵管的病害，根据损坏程度可采用内衬加固和重建两种方案。对于涵管整体结构完好，仅存在局部开裂和渗漏的涵管，可采用内衬钢管或内衬混凝土的加固方案，施工时先清理涵管内部的淤积和杂物，对裂缝进行修补，然后安装钢管或浇筑薄层内衬混凝土，在新旧结构之间灌注水泥浆液，填充缝隙，增强整体防渗性。对于涵管损坏严重、结构失稳的情况，可采用新建涵管方案，一般采用顶管施工工艺，不需要开挖坝体，对坝体结构影响小，施工速度快，适合小型水库的涵管改造。

三、小型水库除险加固工程质量控制措施

小型水库除险加固工程虽然规模不大，但直接关系到水库运行安全，需要从多个环节强化质量控制。首先，施工前要做好前期勘察工作，全面摸清水库病害的类型、位置和严重程度，结合水库实际情况制定合理的加固方案，避免盲目施工造成资源浪费。其次，严格控制原材料质量，对水泥、砂石、钢筋等原材料进场前进行质量检验，不合格的原材料严禁进入施工现场。第三，强化施工过程质量管控，每一道施工工序完成后都要进行质量检验，检验合格后方可进入下一道工序，比如防渗灌浆施工完成后，要通过钻孔取样或注水试验检验防渗效果，不合格的部位要进行补灌。

四、结语

小型水库除险加固是保障基层水利安全的重要民生工程，施工过程中需要根据水库病害的具体情况，合理选择施工技术，严格落实质量控制措施，才能有效消除安全隐患，恢复水库的设计功能。随着我国水利基础设施建设的不断推进，小型水库除险加固工程的施工技术也在不断完善，未来需要进一步推广低成本、

高效率的施工工艺，提升小型水库除险加固的整体质量，更好地发挥小型水库的综合效益。

参考文献：

[1] 李辉. 小型水库除险加固工程施工技术要点探讨[J]. 水利科技与经济, 2021, 27(5): 68-72.

[2] 王军. 我国小型水库病害特点及除险加固技术分析[J]. 中国农村水利水电, 2019, (10): 142-145.

[3] 张磊. 小型水库坝体防渗加固施工技术应用研究[J]. 工程技术研究, 2022, 7(12): 89-91.