

小型水库的维修养护及保障措施

文 / 谢林芸 西安市临潼区泾惠灌区灌溉排水管理站

康丹阳 西安市临潼区泾惠灌区灌溉排水管理站

摘要：小型水库的经济效益、社会效益、生态效益的发挥，需要健全的维修保养机制。文章从这个角度入手，指出小型水库有着规模小，与村民生活关联大，工程规模小，自然灾害抵御能力差，功能多样化的特点，对此要能够理性看待当前小型水库出现的各种病害：大坝主体危害、泄洪系统危害、附属设施危害，理清楚这些危害的产生原因，继而倡导建立完善的维修保养技术体系，设定健全的保障方案，从创新组织管理机制、拓展资金投入与筹措渠道、建立信息化支撑平台等维度入手，实现新型水库维修保养机制的构建，这样小型水库的多维度效能才能够全面发挥出来。

关键词：小型水库；维修养护；保障措施

【DOI】10.12254/j.issn.2096-6539.2025.22.072

引言

小型水库，作为我国庞大水利系统中的一部分，其在防洪抗旱、农业灌溉、农村供水等方面发挥着不可替代的作用，其安全运行，关乎民生福祉和区域持续发展。但是因为建设标准比较低、资金投入不足、长期自然侵蚀等，使得很多小型水库存在坝体渗漏、设施老化、管理缺失等问题，继而对于工程安全造成极大的不良影响。由此，在新形势下对于小型水库维修养护与保障措施的问题进行探讨，是很有必要的。

一、小型水库的基本特点

小型水库是我国水利体系中数量众多，分布最为广泛的单元，有着自身显著的特色：其一，规模往往比较小，如果依照库容、坝高等指标来界定，多数都是区域性的水利工程，分布在广大农村以及偏远山区，对于当地居民生产生活有着千丝万缕的联系；其二，从工程结构角度来看，小型水库多数会以土石坝为主导，这样的结构成本比较低、施工也相对简单，可以比较好地适应不同地形条件，但是因为规模比较小，抵御自然灾害的能力比较弱，如果有暴雨引发的洪水、地震等灾害，可能对其造成更大的不良影响；其三，从功能角度来看，小型水库的用途是多样化的，是农业生产的灌溉水源提供者，是粮食安全的保障者，是防洪减灾的参与者，还可以在养殖环节、旅游环节发挥效能，因此是地方经济发展、改善生态环境的重要驱动力量。

二、小型水库的常见病害与成因

（一）大坝主体出现渗漏、裂缝、滑坡、蚁穴掏空等病害

渗漏是最为突出对隐患之一，受到地质条件限制，很多小型水库坝基存在透水层，如果没有做有效的防渗处理，蓄水之后很容易形成管涌通道。加上一些土石坝压实度不够，长期浸润，可能会让坝体内部出现贯通性裂隙，继而出现浑水漏洞。裂缝是因为不均匀沉降或者温度应力导致的，横向的裂缝，可能贯穿坝轴线，纵向的裂缝可能会有局部坍塌的风险。滑坡现象多数会发生

在下游坡面，因为排水不畅很容易出现浸润线抬高的情况，土体抗剪强度迅速降低。更加隐蔽的是白蚁筑巢危害，对于南方湿热的天气而言，白蚁可能会贯通坝芯，掏空内部填料，表面仅仅会看到微小空洞，但还是会对于整体稳定造成极大的不良影响。下图1为某小型水库裂缝示意图。



图1 某小型水库大坝裂缝示意图

（二）泄洪系统出现溢洪道拥堵、闸门锈蚀、启闭机失效的情况

小型水库泄洪系统在运行中也容易出现各种问题：溢洪道可能会因为没有定期清理出现严重淤堵的情况，实际泄洪断面不断缩小，极端天气下，甚至不能泄洪。一些泄洪道边坡没有设置护砌，雨水冲刷之后，很容易坍塌阻塞。对于闸门而言，长期处于水中，门叶以及埋件很容易被锈蚀，尤其是一些钢闸门表面涂层脱落处，会迅速腐蚀，继而出现启闭卡顿甚至漏水的情况。还有一点，止水橡胶条老化开裂，会让渗漏的风险不断加剧。对于很多小型水库而言，启闭机往往使用的老式螺杆式设备，因为没有润滑油、电机老化等问题，会频繁出现故障，一旦汛期需要紧急泄洪，可能会因为操作失灵延误时机，继而对于大坝安全造成极大不良影响。下图2为某小型水库闸门锈蚀示意图。

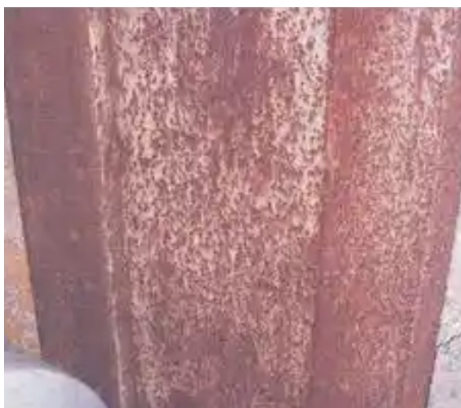


图2 某小型水库闸门锈蚀示意图

(三) 附属设施出现观测设备缺失、交通道路破损、管理房危旧的情况

很多小型水库的配套设施是不健全的：其一，观测设备普遍缺失，仅仅有少数水库设置了简易水位标尺，没有渗流压力计、位移监测仪这些自动化设备，往往不能实时掌握工程的相关信息。上坝道路多数都是土质路面，雨天的时候处于泥泞湿漉的状态，晴天扬尘比较严重，抢险车辆通行难度比较大，这会严重影响应急工作的开展；其二，管理房多数是临时建筑，存在墙体开裂、屋顶漏水等问题，不能满足值守人员基本生活需求，还不能存放防汛物资。下图3为某小型水库交通路面示意图。



图3 某小型水库交通路面示意图

三、小型水库维修保养关键技术与实施方案

(一) 建立日常巡检与监测制度

1. 制定标准化巡查手册

制定标准化的巡查手册，是基础性保障，在此期间要明确巡查的周期，非汛期每个月进行一次，汛期每周进行一次，界定好重点巡查部位和检查内容，并且配套标准化的记录表，确保巡查工作能够全面有效地开展。比如对于土石坝需要重点观察是否有散浸现象、是否有集中渗漏现象，如果是混凝土坝，需要关注是否有表面剥蚀现象、是否有钢筋裸露现象。依靠设定好的量化标准，判定异常状态，避免主观判断上的偏差。

2. 部署自动化监测设备

部署自动化监测设备，可以让预警能力不断提升。在此期间，需要将关注点放在：其一，在关键部位可以

安装位移计、渗压计、雨量站、视频监控设备，确保可以获取到坝体变形信息、浸润线变化信息、降雨量信息等，还可以依靠物联网传输到管理平台上去；其二，在渗压计监测达到浸润线超过了警戒值的时候，系统可以自动触发报警，提醒相关的管理人员及时去处置。

(二) 使用多样化的病害治理技术

1. 防渗加固技术

防渗加固技术，主要是解决渗漏问题的，可以使用高压旋喷灌浆法，对于坝体进行帷幕灌浆，阻断地下水通道。如果是微小裂缝，可以注射聚氨酯化学浆液，可以快速封堵。

2. 结构稳定技术

结构稳定技术，往往关注的是坝体整体性的提升。对于滑坡风险比较高的坝段，可以打预应力锚索，浇筑混凝土框架梁，配合坡面格构梁植草防护方案，不仅仅可以稳固边坡，还可以防止水土流失。对于蚁害比较严重的土坝，可以开挖回填之后，铺设土工膜隔离层，依靠这样的方式，可以彻底清除蚁巢。

3. 金属构件防腐技术

对于钢闸门而言，传统的做法是对于钢闸门进行喷砂除锈，涂刷环氧煤沥青涂料，其效果不是很好。对此，可以将热浸镀锌工艺使用进去，有着良好的防腐效果。对于启闭机螺杆，可以定期涂抹锂基润滑脂，电机加装防潮罩，可以规避受潮短路问题的出现。

4. 生态修复技术

生态修复技术，倡导将绿色理念融入修复环节。比如在坝坡种植一些狗牙根、香根草等，这些都是耐旱植物，根系可以固结土壤。对于库区周边，可以坚持退耕还林，减少泥沙入库；另外还可以设置生态滤沟拦截农田径流污染。依靠上述的各项措施，让工程与生物措施可以协调起来，不仅仅可以改善水质，还可以发挥其景观价值。

(三) 设计应急抢修预案

1. 建立分级响应机制

建立分级响应机制，有利于科学应对突发险情。依照险情严重程度，可以将其划分为不同的等级，对于I级而言，属于重大险情，要立即启动省级应急队伍去应对；对于II级而言，属于较大险情，需要县级防汛指挥部发挥主导效能；对于III级别而言，属于一般险情，让乡镇组织做好抢修工作；对于IV级别而言，属于轻微隐患，让管护单位自行处理。各级预案，需要明确各自的职责范畴，做好分工，设定好物资储备清单，列清楚通讯联络的方式。

2. 使用快速封堵溃口技术

快速封堵溃口技术考验的是应急处置能力，一般情况下可以将抛投黏土袋构筑围堰、铺设土工布截留作为主要方式，如果是紧急情况下，还可以将充气橡胶坝使用进去，起到临时挡水的作用。

3. 人员疏散与物资调配方案

人员疏散与物资调配方案的设定，必须要达到精细

化的水准，细化到户，细化到人。为此需要预先划定好危险区域、安全区域，制作转移路线图，明确老弱病残孕等特殊群体帮扶责任；物资储备库在建设期间，要备好冲锋舟、救生衣、应急照明设备，在此基础上与周边企业签订砂石料供应协议，确保抢险物资3小时内可以达到现场。

四、小型水库维修保养保障体系的构建

（一）创新组织管理机制

1. 推行三个责任人制度

三个责任人是指行政责任人、技术责任人、巡查责任人，据此建立的责任人制度，可以形成闭环管理链条。对于行政责任人，可以由地方政府分管领导去担任，统筹各方面的资源，确保对应政策能够有效落实下去；对于技术责任人而言，确保他们有水利工程师资格，负责制定科学维养方案，并且将该方案落实下去；对于巡查责任人，多数是基层水管员或者村民担任，他们需要执行日常巡检工作，并且在初期险情处置中发挥自身的效能。对于上述三个责任人，需要依靠签订责任状、公示牌上墙、绩效考核挂钩等方式，让安全责任可以细化到人，这样才能不断落实下去^[1]。

2. 培育专业化维养队伍

在专业化维养人才匮乏的背景下，需要切实地采取措施做好维养队伍培育工作。县级以上水行政主管部门，要定期组织技能比武活动、现场教学活动，重点关注土石坝防渗处理节点、混凝土裂缝修补环节、机电设备检修节点，确保相关的实操能力可以锻炼。另外，鼓励成立区域性水利工程维修保养公司，吸纳退役士兵、返乡技工等群体，打造持证上岗的专业团队。还有一些地区可以试点师徒制度，让经验丰富的老师傅带新人，确保实用技艺可以不断传承。

3. 引入第三方专业机构参与运维

依靠政府购买服务的方式或者特许经营的方式，吸引有资质的设计院所、施工单位，参与到小型水库管护中去。对于第三方机构而言，可以提供隐患排查、方案设计、施工监理等全流程服务，弥补基层技术力量不足的短板。

（二）拓展资金投入与筹措渠道

1. 测算年度维修养护成本构成

依照水利工程维修养护定额标准，结合本地物价水平和工程特性，精准核算人工费用、材料费用、检测费用、设备租赁费用等支出项目。一般情况下，小型水库平均维养费用大约是初始投资的3%，其中大坝加固、泄洪道清淤属于比较大的节点。

2. 探索财政补贴、水费计提、社会资本多元融资模式

改变单一的依靠财政拨款的局面，形成政府主导、多方共担的资金格局。对于中央以及省级财政而言，可以继续发挥兜底作用，依照因素法分配补助资金，地方可以通过水资源费用、灌溉水费提取一定比例，将其使

用到维养中去。另外还可以探索发行绿色债券、设立公益基金的方式，引导企业履行社会责任^[2]。

3. 建立绩效挂钩的资金拨付机制

打破平均分配的局面，实行以奖代补、先干后补。为此需要将关注点放在：其一，制定量化考核指标，将隐患整改率、设备完好率、应急响应时效等融入进去，经过第三方评估合格之后，才能够拨付对应的款项；其二，对于管护到位、连续多年没有事故的水库，可以进行奖励，对于敷衍了事，重复出现险情的项目，可以进行减扣经费。

（三）建立信息化支撑平台

1. 开发移动端APP实现巡查任务派发与轨迹追踪

依靠移动互联网技术，可以开发专用的APP，将地图导航、任务分配、现场拍照上传、电子签名等功能融入进去；管理人员可以在后台看到巡查人员位置信息、工作进度信息，继而发现问题，在此基础上自动生成统计报表^[4]。

2. 搭建BIM三维建模辅助病害诊断

依靠建筑信息模型技术，对小型水库进行全要素数字化建模。使用无人机航测采集地形数据信息，结合地质勘探报告，可以将坝体结构、地下渗透路径等参数融入三维模型中去。在监测数据显示异常的时候，可以在虚拟环境中模拟不同治理方案的效果，优中选优，这样才能够保证对应应对方案是有效的。

3. 对接气象预警系统提升防汛的主动性

对于小型水库监测而言，最好可以将监测数据与气象部门的降雨预报、山洪预警系统关联起来。在预测未来24小时降雨量超过警戒线的时候，可以自动触发预警信息，同步可以将其推送给管理人员手机、周边乡镇广播站、危险区域的居民。

结语

综上所述，小型水库的维修保养是一项系统性的工作，要能够结合小型水库的特点，遵循其维修保养的规则，选择合适的维修保养方式、内容、方案，建立完善的日常巡检与监测制度、使用多样化的病害防治技术、设计应急抢修预案，在此基础上创新组织管理机制、拓展资金投入与筹措渠道、建立信息化支撑平台，继而让小型水库的维修保养系统可以更好地发挥其效能。

参考文献

- [1] 刘天朝, 苏丹, 李璨. 山东省县级行政区小型水库管护评估与分析调查[J]. 人民黄河, 2025, (S1): 182+184.
- [2] 刘焱, 舒涛. 汝南县小型水库的维修养护及保障措施[J]. 河南水利与南水北调, 2025, (06): 17-18.
- [3] 江炜, 吕天伟, 罗林峰. 浙江省小型水库专业化管护模式探索实践与思考[J]. 水利建设与管理, 2025, (01): 74-79.
- [4] 郝洁, 陈哲, 潘文明, 叶胜, 李军, 贾海磊, 石中文. 小型水库土石坝安全评价报告格式及内容[J]. 红水河, 2024, 43(06): 1-4.