中小型水库除险加固工程关键施工技术及质量控制

吴祖冲
眉山市彭山区东山水利工程维护中心　四川　眉山　620800

摘　要：中小型水库长期运行普遍存在坝体、泄洪及输水设施病害，存在一定安全隐患。本文结合中小型水库工程运行特点，梳理水库主要病害类型与加固施工原则，系统阐述坝体防渗、结构加固、设施修复等核心施工技术，从施工全过程落实质量管控措施，搭建常态化质量管理体系。研究规范水库除险加固施工流程，提升工程施工质量与结构稳定性，保障水库安全长效运行。

关键词：中小型水库；除险加固工程；关键施工技术；质量控制

引言：我国多数中小型水库建设时间较早，建设标准偏低，长期运行后普遍出现各类结构病害，整体安全性能逐年下降，对区域防洪、灌溉及供水保障能力造成影响。为保障水库运行安全，各类除险加固作业得到广泛开展。水库加固施工工序复杂，技术要点较多，质量管控难度较大。本文结合水利工程施工规范，系统梳理中小型水库加固核心施工技术与全过程质量控制措施，为同类水利加固工程施工管理提供参考。

1 中小型水库常见病害及除险加固施工原则

中小型水库在长期投入使用的过程中，会逐步出现各类结构病害问题，病害主要集中出现在坝体结构、泄洪设施和输水设施等关键部位。坝体结构的常见病害包含渗水、不均匀沉降、整体位移、裂缝开裂以及护坡破损等多种形式，这些病害的出现，大多是原有施工压实质量不足、填筑材料分布不均匀以及长期水文环境变化所造成，坝体整体稳定性能会随之逐步降低[1]。泄洪设施经过常年运行，会产生结构破损、钢筋锈蚀、泥沙堆积和设备老化等问题，设施过水断面会不断缩小，设备运行效率也会有所降低，水库在汛期运行阶段的安全风险会明显增加。输水设施普遍存在渗漏、通道堵塞、结构老化等病害，不仅会造成水资源浪费，降低输水作业效率，同时也会对基础结构的完整状态造成破坏。施工单位需要结合工程现场的实际运行状况制定施工方案，严格按照行业规范开展除险加固施工工作，以此消除水库存在的各类安全隐患，有效延长中小型水库的整体服役周期。

2 中小型水库除险加固关键施工技术

2.1 坝体防渗加固施工技术

防渗施工属于中小型水库除险加固工作中的核心内容，这项工作主要用来处理坝身、坝基以及绕坝位置产生的渗漏问题，工程当中常用的施工方式主要有三种，分别为高压喷射灌浆、帷幕灌浆以及劈裂灌浆，不同施工方式可以对应适配不同的渗漏施工场景。高压喷射灌浆多用于处理坝体浅层渗漏问题，也可治理土体松散和小型渗漏通道等病害，施工设备会输出高压浆液射流，对坝体土体进行切割搅拌，浆液和土体混合凝固后就会形成完整密实的防渗墙体，施工人员需要把控好施工压力、设备提升速度和浆液配比，以此保障浅层防渗治理效果。帷幕灌浆主要应用在坝基和坝肩的深层渗漏治理作业中，工作人员会提前布设灌浆孔，采取自上而下的分段灌浆方式，让浆液渗入岩土孔隙和裂缝内部，凝固后可以形成整体防渗帷幕，施工过程中需要规范控制孔体参数和灌浆压力，规避各类施工问题。劈裂灌浆更适合均质土坝的坝身渗漏治理，低压灌入的浆液可以撑开土体细微裂缝，填充固化后能够提升坝体密实度和防渗能力，该施工方式整体扰动较小，施工成本偏低，普遍适用于各类中小型土坝加固工程。

2.2 坝体结构加固施工技术

工作人员一般会采用坝体填筑加厚、裂缝修补以及护坡翻新处理三项技术，对水库坝体出现的沉降、裂缝、滑移和护坡破损等结构问题开展加固施工。坝体填筑加厚技术可以用于处理坝体断面尺寸不足、土体结构松散和整体稳定性较差的问题。施工人员需要提前清理干净坝体表层的松散土体和各类杂物，选用防渗性能与压实性能良好的粘性土作为填筑原料，对土体进行分层摊铺和分层碾压作业，每层摊铺厚度维持在20至30cm之间，再通过小型压实设备完成压实作业，严格把控土体压实度，保障新旧坝体结构可以紧密结合，避免出现分层和脱空的施工问题[2]。工作人员需要按照裂缝的宽度和深度开展针对性修补作业，浅层细微裂缝可直接使用水泥砂浆封堵平整，深度和宽度较大的贯通裂缝需要结合开槽回填和浆液灌浆的方式处理，清理完裂缝内部杂质

后灌注水泥浆液，表层利用防渗砂浆封闭处理。对于破损的坝体护坡，施工人员需要拆除原有破损结构，重新铺设碎石垫层和反滤层，通过预制砌块或现浇混凝土完成护坡施工，调整护坡坡度与排水体系，以此提升护坡结构的抗冲刷和抗冻融性能。

2.3 泄洪设施加固施工技术

泄洪设施的加固作业主要用于修复结构损伤，恢复设施原有泄洪功能，提升整体行洪能力，整体施工内容可以分为结构修复、清淤扩容和设备更新三个部分。施工人员需要对溢洪道混凝土结构出现的各类损伤进行统一处理，施工人员会剔除结构表面松散的混凝土材料，再利用专用修补砂浆对基面开展找平作业。结构产生的裂缝问题可以通过灌浆施工和表面封闭的方式完成处理，这类施工方式能够有效提升混凝土结构的整体完整性。对于底板与侧墙磨损较为严重的部位，施工人员可以增设现浇混凝土衬砌结构，有效提升结构抗冲刷和抗空蚀的能力。工程清淤作业会结合机械施工和人工施工两种方式，工作人员需要清理溢洪道与泄洪洞内部的各类淤积物，恢复设施原本的过水断面尺寸，同时修整坡面与底板结构，保障水体流动状态更加稳定。老旧的闸门和启闭设备会被统一拆除更换，施工人员需要安装耐久性更强的新设备，并且对设备密封效果和运行精度进行调试，完善配套的机房与预埋结构，让泄洪设备可以稳定适配汛期的调度运行工作。

2.4 输水设施加固施工技术

输水设施加固工作主要围绕防渗处理、通道疏通、结构修复和功能升级几项内容开展，这项工作可以有效处理涵洞与输水管道存在的各类病害问题。施工人员在开展涵洞加固作业时，需要针对性处理衬砌破损和结构渗漏等常见问题，施工人员可通过洞内衬砌补强的方式开展作业，细小的渗水裂缝可以采用化学灌浆方式完成封堵，破损范围较大的衬砌结构需要拆除重建，工作人员可同步优化接缝止水构造，加装止水配件与密封材料，以此消除接缝位置的渗水隐患[3]。针对涵洞内部出现的淤积堵塞问题，施工人员可以结合机械疏通与高压水冲洗的方式清理内部泥沙杂物，同时对洞壁结构进行规整处理，保障输水通道的通畅性。输水管道的加固作业需要结合管道实际破损情况区分处理，局部破损和接口渗水问题可直接做修补密封处理，老化严重、破损度高的管道则需要整体更换新型防腐管材，工作人员需要合理调整管道铺设坡度与基础垫层结构，降低土体沉降对管道结构造成的破坏。施工人员还需要对输水进出口结构进行加固清理，完善对应的消能防护设施，提升整套输水系统的运行稳定性。

3 中小型水库除险加固工程全流程质量控制措施

3.1 施工前期质量控制

中小型水库除险加固工程的前期质量控制工作，会从工程勘察方案审核、原材料管控、设备与人员管理三个核心方面开展。工程正式施工之前，施工单位需要联合专业勘察人员完成现场勘测工作，全面摸排水库各类构筑物的病害情况、场地地质条件以及水文基础数据，工作人员可以根据勘测结果整理出完整的勘察资料，施工方案的编制工作也会以此作为主要依据，方案内容需要贴合行业规范和工程设计标准，明确各施工工序的工艺参数、质量标准和安全管控要求。成型的施工方案需要经过多方审核评定，相关技术人员、监理单位与建设单位会共同优化方案内容，消除方案存在的隐患缺陷，保障施工方案具备实际应用价值。各类工程原材料的质量验收工作需要落实到位，所有进场材料都需要配套合格的出厂检测资料，材料进场以后还要完成二次抽样复检，只有检测达标的材料才可以投入施工使用，工作人员需要对各类材料的核心性能指标进行把控，规范材料存放管理，同步建立材料使用台账，实现材料质量的全程溯源。施工所用的各类机械设备需要在施工前完成检修与调试工作，保证设备运行状态稳定。施工单位还要组织作业人员参与岗前培训，明确各岗位的工作职责与施工规范，人员考核合格后方可参与现场施工，以此从人员和设备层面保障工程施工质量。

3.2 施工中期质量控制

施工中期的质量管理是水库除险加固工程质量把控的核心环节，工作人员需要对各项关键施工工序开展全过程动态监督管理。在坝体灌浆、土方填筑、混凝土浇筑等重点施工环节中，工作人员需要严格遵守行业施工规范，不得随意更改施工工艺或删减施工步骤。灌浆施工期间，工作人员需要精准把控各项施工参数，及时记录现场施工数据，针对施工过程中出现的各类异常问题及时停工处理，保障防渗结构的施工质量。土方填筑作业需要采用分层施工的模式，每层施工完成后，工作人员都需要检测土体含水率与压实度，待检测数据达标后，才可开展后续施工工作。混凝土施工的各个环节都需要规范管控，以此规避常见的混凝土施工质量缺陷[4]。工程包含较多隐蔽施工内容，这类施工内容的质量管控难度相对更高，施工单位需要落实先自检后报验的制度，配合监理单位开展全过程旁站监督，多方验收合格并留存资料后，方可开展后续覆盖作业。除此之外，工作人员需要在施工全过程做好测量与监测工作，施工前

期需要搭建完整的测量控制体系，在施工过程中持续跟踪各类结构施工参数，同步监测坝体运行相关数据，及时修正施工偏差，根据现场实际情况调整施工工艺，规避结构变形和施工质量隐患。

3.3 施工后期质量控制

施工后期质量控制主要包含工程养护、自检整改和资料整理三项基础工作，是保障水库加固工程整体质量达标的重要环节。施工结束以后，工作人员需要根据不同工程结构的特性，落实对应的养护管理工作。混凝土结构需要在浇筑作业完成后，开展覆膜洒水养护处理，养护时长需要符合行业规范，以此规避温差变化与干湿循环带来的结构损伤。坝体填筑施工结束后，工作人员需要完善现场排水体系，做好表层防护工作，防止雨水冲刷和积水浸泡引发土体松散、沉降问题。灌浆结构需要静置固化，养护阶段不得开展碾压作业，也不能让水流直接冲刷结构，工作人员需要做好日常巡查与养护记录，及时处理养护期间出现的各类问题。整体施工工序全部结束后，施工单位需要对照设计图纸和行业质量标准开展全面自检工作，排查工程结构存在的质量缺陷，针对排查出的问题建立整改台账，落实对应的整改工作并完成二次复检，彻底消除工程质量隐患。工程竣工验收之前，工作人员需要系统梳理各类施工资料，保证所有资料完整真实、条理规范，同步更新竣工图纸内容，如实记录施工过程中的各项调整内容，为工程验收以及后期运维管理提供可靠的资料依据。

3.4 常态化质量管控体系建设

中小型水库除险加固工程需要搭建常态化的质量管控体系，以此保障工程质量可以实现长效稳定。相关单位需要建立完善的层级质量责任体系，工程质量终身责任制需要在项目全过程进行落实，建设、施工、监理及设计勘察各方的质量职责需要进行清晰划分。项目管理人员、技术操作人员及一线施工人员的岗位职责需要进一步细化，工程整体可以形成多层级、全覆盖的质量管理模式。项目施工方需要将质量管控成果和岗位考核进行关联，对不规范施工、管控工作落实不到位的工作人员进行责任追究，以此提升全体工作人员的质量管理意识。相关单位还需要健全工程质量监督检查体系，结合日常巡查、定期抽查和专项检查等多种方式，对施工现场开展常态化质量监督[5]。工作人员需要重点检查关键施工工序和隐蔽工程的施工质量，针对核心加固工序开展专项排查工作，对查出的质量问题进行公示整改，落实复查工作，形成完整的闭环管理流程。施工单位需要全程落实技术交底工作，各工序施工前，技术人员需要向作业人员明确施工标准和管控重点，同时结合施工现场的实际情况动态调整施工工艺和管控方案，持续解决现场技术难题，稳步提升整体施工质量管理水平。

结束语

综上所述，中小型水库除险加固是水利运维工作的重要内容，施工技术落实与质量管控水平直接影响工程运行安全。规范各类加固施工工艺，落实工程全周期质量管控措施，能够有效处理水库结构病害。完善常态化质量管理机制，可以持续提升坝体及配套设施的稳定性与安全性，减少工程运行隐患，保障水库长期稳定发挥防洪、灌溉、供水等基础水利效益。

参考文献

[1]赵相航.中小型水库除险加固工程质量控制与安全管理研究[J].奥秘,2026(15):148-150.

[2]陶应洁.水库除险加固工程中防渗设备施工技术与管理研究[J].中国设备工程,2026(16):224-226.

[3]鲁明星.中小型水库除险加固工程中混凝土防渗墙质量控制的研究[J].水泥,2025(10):131-134.

[4]孙健,王亚权.水利工程中小型水库除险加固施工技术的问题研究[J].奥秘,2026(11):145-147.

[5]贾玉莹,杨璐源.小型水库除险加固工程施工技术优化研究[J].工程技术研究,2026,11(12):93-95.