

小型水利工程改造提升中泵站水闸施工难点探讨

胡 勇

沭阳县陇集水利站 江苏 宿迁 223600

摘要：小型水利工程改造提升中，泵站水闸施工质量直接关乎工程效能与安全。本文针对该领域施工难点展开研究，系统分析了前期勘察设计、设备拆除与新旧衔接、基础处理与结构加固、水文地质制约、质量控制及安全管理六大类难点。在此基础上，对应提出精细化勘察设计、优化设备衔接工艺、适配性基础加固、动态监测防护等关键技术对策。研究成果可为提升小型泵站水闸改造施工质量、保障工程稳定运行提供技术参考，助力小型水利工程实现功能升级与可持续发展。

关键词：小型水利工程；改造提升；泵站水闸施工；难点分析；解决对策

引言：泵站水闸作为小型水利系统的核心构筑物，其施工环节受地质、水文、原有设施条件等多重因素影响，难点突出，直接制约工程改造成效。因此，深入探讨小型水利工程改造中泵站水闸施工难点，提出针对性解决对策，对提升工程改造质量、强化水利设施功能、保障区域水安全与经济社会稳定发展具有重要的现实意义与实践价值。

1 小型水利工程改造提升中泵站水闸施工的重要性

小型水利工程改造提升中，泵站水闸施工是保障工程整体效能发挥的核心环节，具有以下重要意义。（1）从功能维系看，泵站与水闸是小型水利系统的关键构筑物，其施工质量关乎工程基础功能的优化升级。科学规范的施工能弥补原有设施老化、功能衰减问题，确保水利系统对水资源的调控能力契合当下生产、生活及生态保护需求。（2）在水资源利用方面，其施工质量影响水资源调配的精准与高效。合理改造可提升泵站提水效率，优化水闸泄洪与蓄水节奏，促进水资源区域均衡分配，缓解供需矛盾，为农业、工业用水提供有力保障。（3）安全保障层面，小型水利工程年代久远，原有设施有结构隐患。规范施工改造能强化设施稳定性，增强抵御极端水文灾害的能力，守护周边群众生命财产安全与区域经济社会稳定。（4）高质量的泵站水闸施工是推动小型水利工程绿色生态转型的重要基础。有助于构建生态友好型水利系统，实现水资源可持续利用，让水利工程在发挥功能的同时，更好地融入生态环境，实现人与自然和谐共生^[1]。

2 小型水利工程改造提升中泵站水闸施工难点分析

2.1 施工前期勘察与设计难点

施工前期勘察与设计难点主要体现在以下方面：

（1）勘察精度不足，受小型工程勘察经费有限、勘察

设备简陋等因素影响，难以全面掌握工程区域的地质分层、地下水分布、岩土力学性质等核心数据，导致勘察结果难以精准支撑设计工作；（2）原有工程资料缺失或滞后，多数小型泵站水闸建设年代久远，原始设计图纸、施工记录等资料不完整，部分资料与当前工程实际状况存在较大偏差，增加了设计方案制定的难度；（3）设计适配性不足，改造设计需兼顾原有设施结构、功能需求与新的技术标准，若未能充分衔接新旧工程特性，易出现设计方案与现场实际不匹配的问题，后续需频繁调整设计，延误施工进度。

2.2 小型泵站改造施工中设备拆除与新旧衔接难点

小型泵站改造过程中，设备拆除与新旧衔接的难点主要包括：（1）老旧设备拆除难度大，原有泵站设备长期运行后存在锈蚀、老化、部件粘连等问题，且部分设备安装空间狭窄，拆除过程中易对周边原有结构造成损坏，同时需兼顾拆除废弃物的规范处置，增加了施工复杂度；（2）新旧设备适配性差，新设备的技术参数、安装尺寸与原有基础、管路系统可能存在差异，若衔接设计不合理，易出现设备安装精度不足、连接部位密封不严等问题，影响泵站运行稳定性；（3）过渡阶段功能保障难，改造过程中需避免泵站长时间停运影响区域供水、排涝等功能，如何在设备拆除与新设备调试之间搭建临时保障体系，实现施工与功能保障的平衡，是施工中的重要难点。

2.3 小型水闸改造施工中基础处理与结构加固难点

小型水闸改造的基础处理与结构加固难点主要表现为：（1）基础病害诊断不精准，原有水闸基础长期受水流冲刷、地下水侵蚀等影响，可能存在沉降、裂缝、渗漏等病害，部分病害隐蔽性强，难以全面排查诊断，导致基础处理方案缺乏针对性；（2）基础处理施工受限，

水闸基础施工多处于水下或半水下环境,作业空间狭小,且受水文条件影响大,传统基础处理技术难以高效应用,新型技术的施工成本与操作难度又较高;(3)结构加固与原有结构协同性差,加固过程中需保证新增结构与原有结构紧密结合,若粘结工艺不到位、受力传导设计不合理,易出现加固部位与原有结构脱节,无法有效提升整体承载能力。

2.4 泵站水闸施工中的水文与地质条件制约难点

水文与地质条件是影响泵站水闸施工的关键外部因素,其制约难点主要有:(1)水文条件不稳定,施工过程中可能遭遇汛期、暴雨等极端天气,导致水位骤升,增加水下施工难度,甚至引发施工区域积水、边坡失稳等问题;(2)不良地质条件影响,部分施工区域存在软土地基、砂土液化、岩溶发育等不良地质现象,易导致基础沉降、基坑坍塌,需采取复杂的地质处理措施,增加施工成本与工期压力;(3)地下水影响显著,地下水水位过高、水流速度过快,易引发基坑涌水、管涌等问题。

2.5 小型水利工程改造中泵站水闸施工的质量控制难点

泵站水闸施工质量控制的难点主要体现在:(1)施工工艺管控难度大,小型工程施工队伍技术水平参差不齐,对混凝土浇筑、钢筋绑扎、设备安装等关键工艺的规范执行不到位,且缺乏完善的过程管控机制,易出现工艺偏差;(2)原材料质量把控不严,部分小型工程为控制成本,存在使用劣质原材料的风险,且原材料进场检验流程不规范,难以全面保障原材料质量;(3)隐蔽工程质量检测困难,基坑支护、基础垫层、管道接口等隐蔽工程的质量缺陷难以直观发现,若检测手段落后,易导致隐蔽工程质量隐患留存。

2.6 泵站水闸施工中的安全管理难点与风险防控

施工安全管理与风险防控的难点主要包括:(1)安全管理体系不完善,小型水利工程施工单位多缺乏系统的安全管理制度,安全责任划分不明确,对施工人员的安全培训不到位,易引发安全意识淡薄问题;(2)高危作业风险管控难,泵站水闸施工涉及高空作业、水下作业、基坑开挖等高危环节,作业环境复杂,易发生坠落、溺水、坍塌等安全事故,风险预判与防控难度大;(3)应急处置能力不足,施工单位对突发安全事故的应急预案不完善,应急物资储备不足,且缺乏有效的应急演练,一旦发生事故,难以快速高效处置,易导致事故后果扩大^[2]。

3 解决小型泵站水闸改造施工难点的关键技术与对策

3.1 施工前期勘察与设计优化技术及对策

针对前期勘察与设计难点,需从勘察精度提升、资料补全整合、设计适配性优化三方面推进:(1)采用精细化勘察技术,结合小型工程特点选用轻便型高精度勘察设备,扩大勘察点位覆盖范围,重点核查地质分层、地下水动态及岩土力学参数,必要时辅以物探技术补充探测,提升勘察数据精准度;(2)完善原有工程资料收集与核验,通过现场实测复核、走访原有施工人员等方式,补全缺失的设计图纸、施工记录等资料,建立资料比对分析机制,确保资料与工程实际状况相符;(3)推行协同化设计模式,组织勘察、设计、施工单位开展前期会商,充分衔接新旧设施结构特性与技术标准,采用模块化设计理念提升方案灵活性,预留调整空间,同时引入BIM技术构建三维模型,模拟施工全过程,提前排查设计与现场实际的冲突问题。

3.2 小型泵站设备拆除与新旧衔接关键技术及对策

破解设备拆除与新旧衔接难题,需强化拆除管控、优化衔接工艺、保障过渡功能:(1)采用精细化拆除技术,针对老旧设备锈蚀粘连问题,优先选用机械拆解与人工辅助相结合的方式,配备专用拆解工具,对关键结构部位进行防护加固,避免拆除过程中损坏周边设施,同时规范废弃物分类处置流程,确保环保合规;(2)优化新旧设备衔接工艺,提前对新设备参数与原有基础、管路系统进行精准比对,采用定制化转接件、柔性连接等技术解决尺寸偏差问题,加强连接部位密封处理,选用高性能密封材料并严格把控施工精度,提升衔接稳定性;(3)构建临时功能保障体系,根据工程实际需求搭建临时泵站或调水设施,合理规划施工时序,采用“分段拆除、分段安装、分段调试”的模式,最大限度缩短泵站停运时间,确保供水、排涝等核心功能持续保障^[3]。

3.3 小型水闸基础处理与结构加固核心技术及对策

针对基础处理与结构加固难点,需精准诊断病害、优化施工技术、强化协同受力:(1)运用精准化病害诊断技术,结合地质雷达、超声波探测等无损检测手段,全面排查基础沉降、裂缝、渗漏等隐蔽病害,建立病害数据库,为基础处理方案制定提供精准依据;(2)采用适配性基础处理技术,针对水下、狭小空间施工特点,选用小型化、模块化的基础处理设备,推广高压喷射注浆、微型桩加固等轻型技术,降低施工难度与成本,同时加强施工过程中的水文条件监测,规避恶劣水文环境对施工的影响;(3)强化结构加固协同性,采用植筋、粘钢、外包混凝土等加固技术时,严格把控粘结材料质量与施工工艺,确保新增结构与原有结构紧密结合,通过受力验算优化加固方案,保障受力传导顺畅,提升整

体承载能力。

3.4 应对水文与地质条件制约的技术与对策

缓解水文与地质条件制约,要注意以下方面:(1)建立动态监测与预警体系,部署水位、雨量、边坡位移等监测设备,实时采集水文地质数据,结合气象预报信息开展风险预判,提前制定汛期、暴雨等极端天气的施工应急预案,必要时暂停高危作业并启动避险措施;(2)优化施工防护技术,针对水位波动问题采用钢板桩、围堰等临时挡水设施,提升施工区域排水能力,避免积水影响施工;对边坡开挖区域采用喷锚支护、土钉墙等技术加固,降低失稳风险;(3)适配不良地质条件施工,针对软土地基采用换填垫层、排水固结等技术改良地基承载力;对砂土液化区域采用振冲加密、碎石桩等技术加固;对岩溶发育区域加强注浆封堵处理,同时优化施工工序,缩短基坑暴露时间,降低坍塌风险。

3.5 小型水利工程泵站水闸施工质量控制技术与对策

提升施工质量控制水平,需采取以下措施:(1)规范施工工艺管控,制定关键工序标准化作业流程,对施工人员开展专项技术培训,推行“样板引路”制度,明确混凝土浇筑、钢筋绑扎、设备安装等工序的质量标准,配备专职质量监督员开展全过程旁站监督,及时纠正工艺偏差;(2)严格原材料质量管控,建立原材料进场检验全覆盖机制,核查原材料出厂合格证、检测报告,对钢筋、水泥、混凝土等核心材料进行抽样复检,杜绝劣质材料进场,同时规范原材料存储管理,避免材料变质影响质量;(3)完善隐蔽工程检测,采用超声波、回弹法等先进检测技术,对基坑支护、基础垫层、管道接口等隐蔽工程进行全面检测,建立隐蔽工程质量验收记录,未经验收合格不得进入下道工序,确保质量隐患早发现、早处置。

3.6 泵站水闸施工安全管理与风险防控对策

强化安全管理与风险防控,需采取以下对策:(1)健全安全管理体系,制定针对性的安全管理制度,明确各岗位安全职责,加强施工人员安全培训与考核,提升安全意识,定期开展安全隐患排查整治,建立隐患台账并跟踪整改;(2)严控高危作业风险,对高空、水下、基坑开挖等高危作业制定专项安全方案,配备合格的安全防护设施,安排专人现场监护,严格执行作业许可制度,确保作业环境安全可控;(3)提升应急处置能力,编制完善的突发安全事故应急预案,明确应急响应流程、责任分工,储备充足的应急救援物资,定期组织应急演练,提升施工人员应急处置技能,确保事故发生后能够快速响应、高效处置,降低事故损失^[4]。

结束语:小型水利工程改造提升中泵站水闸施工难点贯穿于工程全流程,涉及勘察设计、施工实施、质量安全管控等多个维度,其复杂性与关联性较强。本文梳理的六大类施工难点及对应解决技术对策,为工程实践提供了系统性思路。在实际施工中,要结合工程具体条件灵活应用相关技术,强化各环节协同管控。未来,应进一步推动小型水利施工技术的轻量化、智能化发展,提升施工精准度与效率。

参考文献

- [1]顾越.水利工程中水闸泵站施工技术的运用分析[J].科技资讯,2025,23(18):156-158+162.
- [2]李路.小型水利工程改造提升中泵站水闸施工难点探讨[J].智能建筑与工程机械,2025,7(1):99-101.
- [3]崔波,单体佳.农田水利工程中水闸施工的技术难点与对策[J].棉花科学,2025(3):68-70.
- [4]周国华.水利工程中水闸施工工艺要点及施工质量控制[J].湖南水利水电,2025(2):88-90.