水利工程泵站提升施工质量控制

余 亮
山东大禹水务建设集团有限公司，山东 济南 250102

[摘要]本文以新万福河泵站提升项目为研究对象，围绕泵站施工质量控制展开研究。在分析国内外研究现状的基础上，构建涵盖质量控制依据标准、责任管理架构、目标设定及全流程管控框架的质量控制体系，明确基础工程、混凝土结构、机电设备安装调试及隐蔽工程验收等关键工序的管控要点与问题防治措施。结合智能监测技术、信息化管理手段及复杂工况技术优化方案，实现施工质量实时监控与风险预警。工程实践表明，该体系有效提升泵站施工质量，工程总体合格且多单位工程达优良，降低质量风险，保障泵站安全稳定运行，研究成果对同类水利泵站提升项目质量控制具有重要参考价值。

[关键词]泵站工程；质量控制；智能监测；全流程管控
DOI：10.33142/hst.v9i9.20646 中图分类号：TV523 文献标识码：A

Construction Quality Control of Water Conservancy Pump Station Lifting

YU Liang
Shandong Dayu Water Construction Group Co., Ltd., Ji'nan, Shandong, 250102, China

Abstract: This article takes the Xinwanfu River Pump Station Upgrade Project as the research object and focuses on the quality control of pump station construction. On the basis of analyzing the current research status at home and abroad, a quality control system covering quality control standards, responsibility management framework, goal setting, and full process control framework is constructed, clarifying the control points and problem prevention measures for key processes such as foundation engineering, concrete structure, mechanical and electrical equipment installation and commissioning, and concealed engineering acceptance. By combining intelligent monitoring technology, information management methods, and optimized solutions for complex working conditions, real-time monitoring of construction quality and risk warning can be achieved. Engineering practice has shown that this system effectively improves the construction quality of pumping stations, with overall project qualification and excellent performance of multiple units. It reduces quality risks and ensures the safe and stable operation of pumping stations. The research findings provide valuable reference for quality control in similar water conservancy pump station upgrade projects.

Keywords: pump station engineering; quality control; intelligent monitoring; end-to-end management

引言

水利工程是国家基础设施关键构成，在水资源调配、防洪减灾等领域作用突出，而泵站作为其核心功能性设施，直接决定工程整体效益发挥。当前，水资源供需矛盾加剧与生态环境约束趋紧，传统泵站在运行效率、安全稳定性等方面短板显现，泵站提升改造需求迫切，施工质量则是保障改造后长期可靠运行的核心前提。若泵站施工存在质量缺陷，可能导致设备故障、能耗攀升，严重时引发安全事故，因此开展泵站提升施工质量控制研究极具现实必要性。

从研究现状看，国外起步较早，Hasim A（2025）将智能监测技术应用于泵站施工，通过传感器实时采集数据实现质量精准把控。国内研究也成果丰硕，沈建成（2024）强调基础施工、设备安装等环节质量控制要点，郭专想（2022）提出构建完善质量管理体系。但当前研究仍存在不足，如质量控制系统性、全面性待加强，部分研究仅关注单一环节；复杂工况下质量控制技术研究不深入，难以满足实际需求。

鉴于此，本文以新万福河泵站提升项目为研究对象，从质量控制体系构建、关键工序管控、技术创新应用三方面展开研究，旨在解决现有问题，形成科学可行的质量控制体系，为同类项目提供参考，最终提升泵站施工质量、

Copyright © 2026 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

降低风险、保障安全稳定运行。

1 新万福河泵站提升项目概况

新万福河泵站提升项目位于济宁市鱼台县境内，处于新万福河右岸桩号 0+000-17+742 范围。该项目是鱼台县域水环境治理一期项目【济宁市新万福河治理工程（鱼台段）】的重要组成部分，工程规模为大（2）型，工程等别为II等。其中，南陈东、王楼灌排站级别为 4 级，杜屯灌排站级别为 5 级。

主要建设内容涵盖泵站提升，以及河道清淤、防洪护坡、堤顶路及其他配套设施等。在泵站提升方面，包括改建王楼站、杜屯站，新建南陈东站，维修加固小吴站、南陈站、朱庄站、王台站、相里站、张油坊站、学屋站等。

项目法人为山东鱼水水务发展有限公司，设计单位是山东龙跃兴设计集团有限公司，监理单位为山东润鲁工程咨询集团有限公司，施工单位是山东大禹水务建设集团有限公司，检测单位为山东公用工程质量检测有限公司（原济宁市水利工程质量检测中心）。

工程于 2022 年 10 月 6 日开工，2024 年 05 月 25 日完工。在建设过程中，各参建单位严格履行职责，项目法人从开工手续、资金申请、施工外部关系协调到施工现场问题处理，均按国家有关规定要求履职尽责，起到了项目管理的核心作用；监理单位以“三控制”为目标，以合同、设计、规范规程为依据开展监理工作，在工程实施过程中，坚持程序化、制度化、规范化的现场管理，编写了监理规划和各专业监理实施细则，现场验收、签证、记录文件齐全、质量评定及时，按合同履行了监理职责；检测单位及时深入施工现场进行质量检测；施工单位严格按合同、设计和规范组织施工，重视工程质量管理和进度管理，接受监理、建设单位、质量监督机构的监督和管理，按合同完成了工程建设。工程建设过程中，多个分部工程和单位工程按计划通过验收，最终工程质量评定为合格，部分单位工程评定为优良，为后续新万福河的防洪、灌溉及水环境治理等功能的发挥奠定了坚实基础。

2 泵站提升工程质量控制体系构建

2.1 质量控制核心依据与标准

泵站提升工程质量控制以国家和行业标准规范为基石，国家层面，《水利泵站施工及验收标准 GB/T51033—2024》适用于各类水利泵站新建、改建与扩建，覆盖主体结构、机电设备安装调试等关键环节，明确施工材料、工艺及验收指标，保障工程安全可靠；《建筑工程施工质量验收统一标准 GB50300》统一建筑工程验收方法与标准，为泵站建筑部分验收提供通用准则。

行业标准中，《水利水电工程施工质量检验与评定规程 SL176-2007》规定质量检验与评定的方法、内容及程序，新万福河泵站提升工程据此对基础工程、混凝土结构工程等开展检测评定；《泵站设备安装及验收规范 SL/T317》聚焦设备安装与验收，明确安装精度、调试要求等，指导水泵、电机等设备安装。实际施工中，材料选择需核查合格证明并抽样检验，施工工艺严格按标准执行地基处理、混凝土浇筑等作业，质量验收制定计划与表格，详细记录结果并存档。

2.2 项目质量责任体系与管理架构

各参建单位权责清晰、协同协作。项目法人山东鱼水水务发展有限公司承担全面质量管理责任，制定质量目标与计划，保障资金到位，协调参建单位关系，解决施工问题，建立质量管理机构与制度，定期检查评估工程质量。

设计单位山东龙跃兴设计集团有限公司对设计质量负责，前期深入勘察现场，结合需求与规范设计泵站布局、结构等，施工中派驻设计代表，解答问题并优化调整设计。

施工单位山东大禹水务建设集团有限公司直接对施工质量负责，建立施工质量管理体系，配备专业人员，施工前组织技术交底与培训，施工中按图规范施工，加强工序质量控制与材料设备管理，收集整理质量记录。

监理单位山东润鲁工程咨询集团有限公司以“质量、进度、投资”三控制为目标，依据合同与规范制定监理规划及细则，全程监理施工现场，监督施工工艺与质量，检验材料设备，组织工程验收，定期提交监理报告。各单位通过工程例会等机制交流信息，保障质量控制有效运作。

2.3 新万福河泵站提升工程质量控制目标设定

工程结合实际制定全面质量控制目标，总体目标为遵循国家行业标准，确保工程质量合格、部分单位工程达优良，保障泵站安全稳定运行，满足防洪、灌溉等功能需求，实现设备运行参数达标，杜绝重大质量事故、控制一般质量问题。

各分部、单位工程具体目标明确，河道综合治理工程（0+000-17+742）4 个分部全部合格，3 个达优良；杜屯站、王楼站改建及南陈东站新建工程各 5 个分部均合格，4 个达优良；维修加固涵闸工程 6 个分部全部合格，1 个达优良；堤顶道路工程 7 个分部全部合格，1 个达优良。目标设定依据设计文件、国家行业标准及工程实际需求，兼顾可行性与挑战性，激励参建单位提升质量。

2.4 施工质量全流程管控框架设计

工程构建覆盖施工准备、施工过程、竣工验收的全流程管控框架。施工准备阶段，组织图纸会审以解决设计问

Copyright © 2026 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

题，编制科学施工方案并经专家论证，采购材料设备时审查供应商资质，进场严格检验。此阶段建立图纸会审、材料设备采购检验等制度，加强监督管理。

施工过程为质量控制核心，按方案精细化管控工序，实行样板引路制度；定期检验检测工程质量，保障检测数据准确；隐蔽工程验收合格后方可隐蔽，做好记录与影像资料。该阶段完善工序质量控制、质量检验检测及隐蔽工程验收制度。

竣工验收阶段，按标准开展单位、分部、分项工程验收，检查外观、实体质量及设备运行情况；整理归档施工图纸、质量检验报告等资料。此阶段制定验收计划与标准，成立专业验收小组，建立竣工资料管理制度，确保工程质量达标。

3 泵站提升工程关键工序质量控制实践

3.1 基础工程施工质量控制

基础工程以基坑开挖和地基处理为核心，开挖前需完成测量放线、环形排水沟与集水坑排水系统设置、1.2m以上临边防护及开挖方案制定。开挖遵循分层分段原则，每层深度≤4m、分段长度≤30m，机械开挖至设计标高以上 100mm 时改人工清底，软土地段边坡 1∶1.5、硬土地段 1∶0.75~1∶1，坑壁外侧设砖砌排水沟与集水井。

地基处理需适配地质条件，新万福河泵站软土地基采用直径 600mm 水泥搅拌桩加固，桩间距 1.2m，严控水泥掺入量，施工后检测桩身强度与完整性；特殊地质需专家论证方案。针对边坡坍塌，需合理放坡、必要时用钢板桩支护并加强排水；针对地基承载力不足，需细化勘察、选对方案并通过静载试验验证。

3.2 混凝土结构施工质量管控

原材料选用普通硅酸盐水泥、级配中粗砂、合规碎石及试验确定掺量的外加剂。配合比设计需平衡强度、耐久性与和易性，严控水灰比与砂率，试配验证后用电子计量配料。

浇筑采用分层连续施工，插入式振捣器振捣 20～30s 至表面泛浆，大体积混凝土需分层浇筑、设冷却水管控温防裂。浇筑后 12h 内覆盖洒水养护，普通混凝土≥14 天，抗渗混凝土适当延长。

常见问题防治，裂缝、蜂窝麻面；缺陷处理按严重程度，细微裂缝用表面封闭法、较宽裂缝用压力灌浆法，小蜂窝用同配比去石子砂浆修补、大蜂窝剔除松动骨料后用高一级微膨胀细石混凝土填补。

3.3 机电设备安装与调试质量控制

安装前核对设备型号、外观及文件，验收基础。安装严控精度，水泵轴向水平度偏差≤0.1mm/m、联轴器径向位移<0.03mm，电机需找平并均匀紧固地脚螺栓。调试分单机与联动，单机空载试运行查转向、轴承温度、振动值，负载试运行逐步增流量扬程；联动调试需验证闸门联动时间差、远程控制信号延迟、PLC 程序成功率，校准仪表。针对噪声振动过大、连接松动、电气故障等问题，需及时排查处理。

3.4 隐蔽工程与关键部位验收管控

隐蔽工程及关键部位验收，需依据《建筑地基基础工程施工质量验收标准》GB50202 等标准，按“施工自检→提交申请→资料审查→现场检查→签署意见”流程执行。验收重点核查材料质量、施工工艺与实体质量，如钢筋间距、管道压力试验，问题整改后需重新验收。施工单位需收集整理图纸、检验报告等资料归档，预防钢筋间距偏差、管道渗漏等问题，确保隐蔽工程质量可控。

4 泵站提升施工质量控制技术创新与应用

4.1 智能监测技术在质量控制中的应用

新万福河泵站提升工程广泛应用智能监测技术，构建“传感器采集-无线传输-云平台分析-异常预警”的闭环管控体系。针对泵站关键结构与设备，精准部署应变计、位移传感器、温度传感器，应变计安装于基础、梁柱等受力部位，实时捕捉结构应力变化；位移传感器布设于基础与主体连接节点，监测变形趋势；温度传感器覆盖混凝土浇筑区域与机电设备运行环境，防控温度应力引发的质量风险。

传感器通过 4G、LoRa 无线技术，将监测数据实时传输至云端管理平台。平台依托大数据分析算法，对数据进行建模与趋势预测，如通过应变数据判断结构受力安全性，结合位移数据识别潜在变形风险。当监测值超出预设阈值，系统立即触发多维度预警——向项目经理、技术负责人发送短信通知，在监控平台弹出红色弹窗，并联动现场声光报警器，确保管理人员第一时间介入。例如，某次混凝土浇筑温度监测中，传感器显示局部温度骤升超 50℃，系统即时预警，技术团队通过调整冷却水管流量、延长养护时间，成功避免温度裂缝产生，有效保障施工质量。

4.2 信息化管理手段的实践探索

工程引入 BIM 技术与专业项目管理软件，实现质量控制的数字化与协同化。在设计阶段，利用 BIM 构建泵站三维整合模型，整合建筑、结构、机电各专业信息，通过碰撞检查发现并解决 20 余处设计冲突，减少施工阶段返工成本。施工阶段，将 BIM 模型与进度计划绑定，可视化模拟施工流程，提前优化复杂工序，并依托模型精准计算工程量，实现材料按需采购，降低浪费率约 8%。

Copyright © 2026 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

项目管理软件则聚焦质量过程管控，构建“计划-执行-检查-整改”全流程记录体系，提前录入各阶段质量目标与检测标准，施工人员实时上传质量检查数据，软件自动统计分析数据趋势。例如，软件监测发现某区域混凝土强度数据波动较大且接近设计下限，经追溯分析，确定为搅拌时间不足与振捣不规范所致。技术团队据此调整施工工艺——延长搅拌时间至 90s、增加振捣点位密度，后续检测数据均稳定达标，显著提升混凝土结构质量稳定性。

4.3 复杂工况下质量控制技术优化

针对工程面临的软土地基、高地下水位、施工场地狭窄等复杂工况，项目团队制定针对性技术优化方案，破解质量管控难题。在软土地基处理中，结合地质勘察数据，选用“水泥搅拌桩+高压旋喷桩”组合加固工艺，水泥搅拌桩采用直径 600mm、间距 1.2m 的布设方案，严控水泥掺入量与搅拌速度，确保桩体均匀性；高压旋喷桩针对局部软弱夹层，通过调整喷射压力与旋转速度，强化地基承载力。施工后经静载试验验证，地基承载力提升至设计要求的 1.2 倍，满足泵站运行荷载需求。

针对地下水位高的问题，采用井点降水与管井降水结合的方式，在基坑周边布设井点管与管井，通过真空泵持续抽水，将地下水位稳定控制在基底以下 0.5m，确保基础施工在无水环境中进行，避免地下水浸泡导致的地基软化。

面对施工场地狭窄难题，通过 BIM 模型优化场地布局，划分材料分区堆放区，搭建 1.2m 高架空堆放平台防潮；规划专用设备停放带，避免设备占用作业空间；设置单向人员通行路线并标注安全警示标识，保障施工秩序。通过系列优化，在有限场地内实现材料、设备、人员的有序管控，未因场地限制影响施工质量与进度。

5 结论

本研究以新万福河泵站提升项目为案例，构建了涵盖标准依据、责任架构、目标设定及全流程管控的质量控制体系，明确了基础工程、混凝土结构、机电安装及隐蔽工程等关键工序的管控要点与问题防治措施，并应用智能监测、信息化管理及复杂工况优化技术。实践表明，该体系有效提升施工质量，工程总体合格且多单位工程达优良，降低质量风险、减少返工成本，保障泵站安全稳定运行。

研究成果为同类水利泵站工程提供可借鉴的质量控制模式，对提升水利工程建设质量具现实意义。未来可进一步完善质量控制标准，深化智能监测与数字化管理融合，加强复杂工况技术研究，为水利工程高质量发展提供支撑。

[参考文献]

[1]董贤强.水利工程施工管理中的安全风险识别与控制措施研究[J].城市建设理论研究(电子版),2025(27):40-42.
[2]靳桂斌.浅谈水利工程施工设备中导流施工技术的应用[J].中华建设,2025(9):198-200.
[3]袁邦陆.水利工程施工中控制混凝土裂缝技术分析[J].价值工程,2025,44(25):81-84.
[4]金鹏举.水利工程施工中生态保护技术的应用[J].工程建设与设计,2025(16):156-158.
[5]Hasim A . Research on Construction Technology of Water Conservancy Projects Based on “Internet + Smart Water Conservancy”[J].Scientific and Social Research,2025,7(7):222-227.
[6]沈建成.农田水利工程提水泵站施工质量控制要点[J].农业灾害研究,2024,14(1):268-270.
[7]朱灵兔.农田水利工程提水泵站施工质量控制要点[J].农业工程技术,2023,43(19):53-55.
[8]郭专想.水利泵站施工的质量管理策略探究[J].新型工业化,2022,12(5):133-136.
[9]王娅茜.水利工程施工质量控制问题及应对措施分析[J].城市建设理论研究(电子版),2025(24):199-201.
[10]尹朝阳.水利工程施工组织与项目管理技术分析[J].城市建设理论研究(电子版),2025(24):202-204.
[11]江登荣.水利工程施工中导流施工技术的应用分析[J].新疆钢铁,2025(3):124-126.
[12]陈远根.水利工程施工质量的管理与控制研究[C]//广西大学广西县域经济发展研究院.2025 年第三届工程技术数智赋能县域经济城乡融合发展学术交流会论文集.禹顺生态建设有限公司;,2025:195-196.
[13]何晓阳.水利工程基坑排水施工技术探析[J].产品可靠性报告,2025(7):155-156.
[14]李鹏飞.水利工程施工技术及现场施工管理方法研究[J].水上安全,2025(5):7-9.
[15]Hasim A . Research on Reinforcement and Anti-Seepage Construction Methods of Hydraulic Engineering Embankments Based on Digital Twin Technology[J].Journal of Architectural Research and Development,2025,9(4):118-123.
[16]Chen J . Exploration of Construction Management of Water Conservancy Project[J].Engineering Technology Trends,2024,2(5):5.

作者简介：余亮（1990 年—），男，汉族，湖北石首人，职称工程师，学历本科，武汉工程大学工程管理专业，水利水电工程施工。

Copyright © 2026 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.