

农村水利泵站老旧设备改造与安全运行提升路径研究

梁怀伟

临泉县城防管理所, 安徽 阜阳 236400

[摘要]农村水利泵站主要承担着防洪排涝、城市供水、农业灌溉等重要职能,在保障农业生产以及农村的发展过程中发挥着重要的作用,水利部门运维设施在受长期服役的影响普遍存在设备老化的情况,不仅导致能效低,而且增加安全隐患的发生风险。基于此,文中围绕农村水利泵站老旧设备现状,分析老旧设备安全运行短板,在此基础上提出有效的改造与安全运行路径,融合物联网、节能降耗、标准化运营管理等多元手段构建完善的农村泵站发展体系,从而提高提排站运行的效率,延长设备的使用寿命,以供参考。

[关键词]农村水利泵站;老旧设备改造;安全运行;智能化升级;节能技术

DOI: 10.33142/hst.v9i5.19902

中图分类号: TV675

文献标识码: A

Research on the Renovation and Safe Operation Improvement Path of Old Equipment in Rural Water Conservancy Pumping Stations

LIANG Huaiwei

Linquan County Defense Management Office, Fuyang, Anhui, 236400, China

Abstract: Rural water conservancy pump stations mainly undertake important functions such as flood control and drainage, urban water supply, and agricultural irrigation. They play an important role in ensuring agricultural production and rural development. The operation and maintenance facilities of water conservancy departments are generally affected by long-term service, resulting in equipment aging, which not only leads to low energy efficiency but also increases the risk of safety hazards. Based on this, the article focuses on the current situation of old equipment in rural water conservancy pumping stations, analyzes the shortcomings of safe operation of old equipment, and proposes effective transformation and safe operation paths. It integrates multiple means such as the Internet of Things, energy conservation and consumption reduction, and standardized operation management to construct a sound development system for rural pumping stations, thereby improving the efficiency of pumping station operation and extending the service life of equipment for reference.

Keywords: rural water conservancy pumping station; renovation of old equipment; safe operation; intelligent upgrade; energy-saving technology

引言

农村水利提排站作为保障国家粮食安全,推动乡村振兴战略实施的重要支撑,但是,受限于当时的技术条件、资金投入等相关因素的影响,我国现有的农村水利提排站在自动化水平、设备的配置、安全设计等方面,未能更好地满足现代农业高质量发展的需求。加之长时间受限于自然环境的侵袭以及高负荷的运行,设备老化问题日益突出,现有的农村水利提排站普遍存在着高故障率、高能耗等相关问题,影响农村水利安全以及农业生产的稳定性。基于此,为了解决设备老化、安全保障薄弱、能效偏低等相关问题,本文将深入研究农村水利泵站老旧设备改造与安全

运行提升路径。

1 农村水利泵站老旧设备现状与核心问题

虽然农村水利提排站在农村水利保障农业生产中具有重要的作用,但是在长期的运行过程中容易出现各类问题。老旧水泵的性能随着电机长时期的运行明显衰减,处于低效运行状态。各类附属设施也陈旧老化,不仅影响系统运行的稳定性,而且降低整体能耗。同时电器安全隐患问题也比较严重,常出现线路绝缘老化破损等相关问题,转动部件防护措施缺失、泵房结构稳定性下降,加剧结构与机械安全风险。部分农村水利提排站已经建设了自动化系统,但是因在自动化、信息化建设上缺少完备的远程监

测以及数据采集系统，导致运行数据准确性不高。另外，因缺乏完善的管理制度，运维工作随意性比较突出，加之专业技术运维人才不足、资金投入不足，未能满足新型设备的运维要求。基于此，相关部门应该系统性地分析问题的成因，在此基础上提出针对性的设备改造技术路线以及安全运行提升对策，从而为各地农村水利体排站的更新改造以及运维管理提供有力支撑。

2 农村水利泵站老旧设备改造技术路径

2.1 核心机电设备节能更新改造

本次农村水利泵站的改造主要围绕适配工矿高效节能、经济合理的总体原则，对电机、水泵以及配套的辅助系统进行系统化的优化升级。在电机优化升级的改造过程中优先选用 YE3、YE4 系列高效电机，对电机的绝缘结构进行升级改造，并且加装变频调速装置，以此来降低电机的损耗。在水泵的优化升级过程中建议优先选用高效节能的泵型，对具备维修价值的水泵修复更换叶轮等过流部件。另外，为了确保水泵在常用工况区间内可以稳定高效地运行，对进出水流道进行优化整形，改善水流条件的同时降低水力损失。辅助系统同步进行节能升级改造，优先选用 led 节能灯具、优化阀门、管道等输水设施，更换节能型变压器与配电柜，不仅可以提高泵站供电的安全性，而且可以降低设备的运行能耗以及故障风险。

2.2 泵站智能化与信息化升级改造

构建“感知层-传输层-平台层-应用层”的智能化技术架构。

感知层：部署高精度传感器，实时采集水位、流量、水泵振动、电机温度、电压等运行参数。

传输层：依托无线网络，结合光纤有线通信，构建数据传输通道，实现监测数据实时上传与控制指令精准下发。

平台层：搭建边缘计算节点与云端服务器协同的数据管理中心，对运行数据进行深度挖掘与分析。

应用层：开发 PC 端管理平台与移动 APP，实现泵站运行状态可视化监控、设备远程启停、转速智能调节、故障自动报警。

2.3 泵房结构与安全设施加固改造

在升级改造过程中，充分围绕水利局的工作要求，重点关注泵站的安全以及应急设施，实施综合性的升级改造。对于泵房结构，通过实施加固整治提高泵房结构的稳定性以及耐久性能，在具体的改造过程中优先采用灌浆、碳纤维加固等工艺修补混凝土裂缝及剥落部位，同步治理基础沉降、加固地基。同时，需要高度重视设备的安全防护管理，健全机械安全防护措施，在水泵联轴器、传动轴等转

动部位加装全封闭防护罩，设置双冗余紧急停机装置，优化设备布局并预留充足操作空间，增设安全通道与防护栏杆，有效防范机械伤害风险；全面升级电气安全防护体系，规范完善设备接地系统并保证接地电阻不大于 4Ω ，定期开展性能检测，在高压区域增设绝缘挡板与安全警示标志，配齐绝缘防护器具，同时对电气柜体及设备外壳做好防腐处理，加装防潮设施以减轻潮湿环境影响；完善防汛抢险与事故处置应急预案，足额储备应急物资并定期组织应急演练。实施防汛与应急设施改造，对进出水池进行清淤疏浚，加固岸坡以提高防洪排涝能力，配置柴油发电机等应急备用电源及轴承、密封环等常用易损备件，保障突发状况下可快速投用，全面提升泵站应急保障与处置水平。

3 农村水利泵站安全运行提升策略

3.1 构建标准化安全管理体系

强化安全管理体系建设。水务局注重健全安全管理规章制度体系，进一步健全完善安全管理相关制度规定，明确各岗位职责、操作规程、维护维修标准以及安全注意事项等内容，做到有据可依、按章办事；严格落实“日巡查+季保养+年检修”运管维养制度，坚持每日例行检查，加强运行声音、温度、振动以及油面观察；每年开展小检修工作，排除内部杂物、更换密封件，并测量其绝缘性能；每年开展一次大检修，在机组检修期间对设备进行解体查看、调整轴线，检验相关表计准确性，全面科学管理维护，确保水利设施设备持续高效安全运行。从履行安全生产职责方面着手，完善“政府领导、部门监管、单位负责、岗位有责”的安全生产责任体系，并逐级签署安全生产目标责任书，把安全工作责任细化到每个岗位、落实到每个人，同时加大安全工作考核力度及安全事故责任追究，夯实全员安全责任。

3.2 强化全生命周期设备管理

在设备资料方面，实行“一机一档”档案信息化管理，为每台设备建立详细的设备档案，详细记录设备名称、出厂日期、安装调试、运行状态、维修保养以及事故处理等情况，并随时将有关信息补充到设备档案中去，确保设备档案的完整性、连续性和有效性；为设备合理使用、更新改造以及退役处理等提供数据支持和参考依据。在设备管理方面大力开展预知性维修工作，在线监测系统的应用使得我们可以利用历史数据建立预警机制，并根据数据分析结果进行预见性检修，减少意外故障导致的故障停运时间，在保证综合维修费用下降的基础上提高设备运行稳定性和使用寿命。同时进一步规范备品备件管理工作，结合实际运维需求，对轴承、密封环、保险丝、传感器等常用易

损易耗件进行科学储备与定额管理,建立规范清晰的备品备件台账,定期开展盘点核查与缺口补库,保障设备出现故障时能够快速更换、及时修复,最大限度压缩故障处置与停机检修时长。

3.3 加强专业人才培养建设

水务局应该高度重视人才队伍建设对泵站长期稳定运行的重要性。定期组织一线运维人员参加实战化、常态化、系统化的培训,在培训过程中,通过理论学习与实操训练相结合的方式,全面提高一线运维人员的专项技能水平。培训的内容主要围绕新型水泵机组的工作原理、设备的操作流程、智能监控系统的操作运维、典型故障的诊断、处理方法、安全生产规范等。除此之外,聘请技术骨干以及行业专家前往现场进行统一的授课指导,培训的过程中围绕典型的案例进行讲解,以此强化人员的风险处理能力以及实操能力,补齐运维人员的技能短板,强化其安全生产的防范意识。依托公开招录、专项引进等多种渠道,重点吸纳机电工程、自动化控制、信息化技术等领域专业技术人才,不断充实基层泵站一线运维力量。积极创新人才激励保障机制,完善绩效考核与奖惩管理办法,将设备运维质量、安全生产绩效、节能降耗成效等核心指标纳入综合考核体系,对工作实绩突出、履职成效显著的人员予以相应奖励,充分调动运维队伍的工作积极性、主动性与责任意识。

3.4 健全资金投入与长效保障机制

在经费保障上继续增加财政投入,在向上争资中努力争取国家和省财政专项补助资金,主要用于泵站老化机组设备更新、智能工程和安防设施建设等重大项目建设;在筹资方式上不断创新,积极探索 PPP 模式、BOT、财政补贴等方式方法,积极引导社会资本参与泵站改造建设和运行管理;鼓励村集体、受益户以自筹资金等方式参与小型泵站改造建设,多渠道解决工程建管资金问题,并统筹水利、农业、乡村振兴等部门项目资金,加强资金整合运用,形成多方筹措资金合力,全力保障泵站改造提升及正常运维管理工作所需资金。同时建立稳定的泵站运维经费保障制度,将泵站正常运行维护经费全额列入县级财政年度预算,全面兑现公益岗位人员基础经费和工程维修养护补贴,保证泵站正常巡查、保养、培训等各项工作的正常有效推进。

4 改造效益分析

在本次研究中,通过泵站升级改造设计,取得了比较显著的综合效益,服务保障能力以及整体的运行质量均得到全面的提高。在本次改造升级工程中,首先更换掉低效率高能耗的老旧机电设备,并对技术进行优化升级,从而

使水泵、电机等核心装备与工况匹配度更加合理,进一步提高设备的运行效率。在改造升级过程中,建议优先选用先进节能的技术,如智能化调控,变频调速等,可以有效防止因高负荷空载运行,大流量运行造成的能耗,在一定程度上可以降低泵站的整体电耗水平,降低日常的用电开支,以及长期的运营维护成本,同时也有助于提高水资源的利用率,本项目的改造升级策略契合“双碳”目标与绿色低碳发展战略。在本次改造工程项目中,着重注重设备的安全运行,通过完善安全管理体系设备的防护结构、升级加固,重点关注电气设备、消防系统、防雷设施,防护围栏等,进行针对性全面的整改优化,可以提高安全管理效率,避免防护不足、线路隐患、设备老化等一系列突出问题。除此之外,通过智能故障预警系统数据的实时采集、智能化在线监测等干预措施,全天候实时监控设备的电流、温度、振动等关键指标,及时发现设备潜在的故障,并能够及时定位到故障的具体位置,以及对异常问题进行分析,进一步提高应急响应的速率,从而实现潜在问题的提前排查,以及及时针对性地处置,能够确保泵站长期可靠稳定、安全运行,避免一系列突发状况造成的停机。在管理效能方面,智能化改造与标准化管理体系同步推进,大幅减少现场人工操作频次,基本实现远程管控、精简值守的运行模式;运行数据可实现实时采集、智能分析与高效共享,推动管理模式向精细化、科学化转型,整体运维效率得到明显提升。

5 结论与展望

在农村水利泵站老旧设备更新改造的过程中,通过对核心机电设备如配电装置、电机、水泵等进行节能化更新换代,不仅可以使设备契合工况,而且可以提高设备的运行能效水平。在升级改造的过程中,通过运用泵站智能化监测、信息化管理平台建设,以及自动化控制等先进的技术手段,可以实时采集设备运行的所有数据,对设备进行远程监控以及智能调控,从而实现节能目标。对泵房主体结构、安全防护设施、机电管线等进行全面的完善与加固处理。构建全生命周期设备管理机制,能够整体提升农村水利泵站的供水保障、灌溉支撑与安全运行综合能力,有效解决当前农村水利泵站所存在的安全隐患突出,设备老化,智能化水平不足,能耗偏高等一系列突出问题,从而为农村水利基础设施提质增效、助力乡村振兴发展奠定基础。下一步,可进一步深化数字孪生技术在泵站运行管护中的实践应用,搭建虚拟仿真场景与远程智能运维平台;同时积极探索光伏、风电等清洁能源与水利泵站一体化融合利用模式,持续推动农村水利泵站朝着高质量、绿色化、

可持续方向稳步发展。

[参考文献]

- [1]周培波.水电站综合自动化设备改造策略优化研究与应用[J].电力设备管理,2024(9):99-101.
- [2]傅渝然.某电站溢洪道闸门启闭机更新改造设计[J].水电站机电技术,2024,47(5):89-92.
- [3]吴文海.湄江水库中型灌区改造工程机电及金属结构设计[J].水电站机电技术,2024,47(4):98-100.
- [4]范婉丽.泵站更新改造工程中的电气设备及其自动化研究[J].水电站机电技术,2024,47(8):61-64.
- [5]高飞,焦展.引黄灌区农业灌溉效率提升的技术途径与效果分析[J].价值工程,2025,44(8):90-92.
- [6]柴伟.大中型灌排泵站标准化建设管理路径探索——以乌江抽水站为例[J].水电站机电技术,2024,47(3):112-114.
- [7]陶东,郭振莉,张印.固海扩灌扬水泵站更新改造主要问题的思考与建议[J].中国水利,2022(1):56-57.
- [8]张礼华,程吉林.中小型灌区排涝泵站优化运行模式探讨[J].灌溉排水学报,2006,25(5):33-35.
- [9]游雪现,谢力峰,方海燕.提升泵站综合节能改造措施研究[J].水利科技与经济,2025,31(7):73-76.

作者简介：梁怀伟（1970—），男，安徽临泉人，现就职临泉县水利局城防管理所，长期从事水利泵站工作。