

水利机电排灌设施的运行管理研究

师旭峰

宁夏回族自治区固海扬水管理处 宁夏 中卫 751200

摘要：水利机电排灌设施是水资源调配与防灾减灾的核心装备，其运行管理直接影响水资源利用效率。当前，该类设施存在老化严重、管理机制不完善、专业技术人员匮乏等问题，导致系统可靠性下降、运行效率偏低。研究提出通过加强设施更新改造、完善管理机制、培育专业人才、推进信息化智能化等优化策略，以提升设施完好率、运行效率及管理精准度，为现代农业与城乡供水安全提供支撑，对构建高效稳定的水资源保障体系具有重要意义。

关键词：水利机电；排灌设施；运行管理

引言

水利机电排灌设施作为现代农业与城乡供水的关键工程装备，在水资源调配、防灾减灾中发挥着不可替代的作用。然而，随着运行年限增长，设施老化、管理机制滞后、技术人才短缺等问题日益凸显，制约了其功能发挥。本文聚焦水利机电排灌设施的运行管理现状，深入分析现存问题的成因与影响，在此基础上提出针对性的优化策略，旨在为提升设施运行可靠性、提高水资源利用效率提供理论与实践参考，助力构建可持续的水资源保障体系。

1 水利机电排灌设施概述

水利机电排灌设施是现代农业与城乡供水体系中的核心工程装备，通过机械与电气系统的协同运作，实现水资源在不同区域、不同高程间的精准调配，其技术性能直接影响水资源利用效率与防灾减灾能力。这类设施通常由水泵机组、动力装置、输配水管道、控制系统及辅助设备构成，水泵作为核心执行部件，依据流体力学原理将机械能转化为水流动能，动力装置则通过电动机等提供能量输出，两者的匹配精度决定了系统的运行效能。输配水管道系统需兼顾耐压性与水力特性，通过合理的管径设计与管路布局减少沿程水头损失，确保水流在长距离输送中保持稳定压力与流量，控制系统则借助传感器与自动化模块实时监测水位、流量、压力等参数，动态调节设备运行状态以适应灌溉需求或排水压力的变化。在技术演进中，水利机电排灌设施已从传统的单机运行模式向智能化集群系统转型，变频调速技术的应用实现了电机转速的平滑调节，既降低了启动冲击电流对电网的影响，又能根据实际需水量动态调整输出功率，显著提升了能源利用效率。新型材料的引入使水泵叶轮与管道内壁的摩擦系数大幅降低，抗腐蚀与抗磨损性能增强，延长了设备使用寿命并减少了维护频次。这

类设施的功能覆盖农业灌溉、城市排涝、工业供水等多个领域，在应对季节性干旱时，可通过提水工程将江河湖泊等水源输送至缺水农田，保障作物生长关键期的水分供应；在汛期则能快速排除低洼区域的积水，避免内涝对生活造成影响，其系统性运行能力成为区域水资源安全保障体系的重要支撑。

2 水利机电排灌设施运行管理现状

2.1 设施老化问题突出

水利机电排灌设施的老化呈现系统性特征。核心水泵机组的关键部件如叶轮、轴承，在长期高负荷运行中逐渐磨损，金属疲劳致叶轮动平衡精度降低，运行时振动幅度增大，既增加能耗，又加速机体损坏。部分建于上世纪70年代且未列入更新改造规划的泵站，运行三十多年后，机电设备和工程设施老化严重，机组不匹配问题突出，系统平均效率下降约10%，个别泵站效率降至46%以下，能源单耗增至4.93-6.65千瓦时/千吨米。动力装置上，电动机定子绕组绝缘层在频繁启停和潮湿环境下老化龟裂，绝缘电阻值持续降低，有相间短路隐患。输配水管道系统老化问题多样，混凝土管裂缝渗漏，金属管道锈蚀穿孔；傍山渠道因地形复杂和长期运行，损坏、渗漏严重，输水损失大；且泵站多处低洼，无防洪设施，遇洪水或压力管道爆破易被淹没，威胁安全。泵站配套工程不完善，排水设施不配套，周围山体渗积水腐蚀性强且无法及时排出，导致泵房基础混凝土腐蚀严重，危及结构安全。控制系统老化表现为传感器灵敏度下降、控制模块响应延迟。多数泵站仍采用传统人工调控、手控操作模式，缺少自动化监控和信息化设施，检测、维修设施配备不足，难以实现精准供需平衡控制。这些老化问题相互叠加，使得整个排灌系统的运行可靠性大幅降低，故障频繁发生，严重影响了水资源调配的及时性和有效性。2021年以来固海扬水管理处，大力实

行扩灌系统大型灌区更新改造工程,加大了对机电设备的更新改造,扩灌十二级泵站全部更换了机电设备,电机采用ABB电机和上海电机,水泵采用日立水泵和安德里茨水泵,更新了高低压柜,引用最新的设备振动检测系统,对进出水压力管道进行了更换,对渠道的险工险段进行了改造,大幅提高了泵站的建筑物完好率、设备完好率、泵站效率、安全运行率、供排水量,极大的降低了能源单耗、供排水成本。固海扬水管理处的更新改造成功实施为部分建于上世纪70年代且未列入更新改造规划的泵站提供了很好的经验积累。

2.2 管理机制不完善

水利机电排灌设施的管理缺乏系统性的协同机制,管理模式存在差异且不够完善。目前,部分大型扬水工程由自治区水利厅直属管理,为差额拨款事业单位,下设管理处负责多项工作;一些扬水工程则按属地管理原则,隶属当地政府水行政主管部门,属全额拨款事业单位。在实际运行中,日常维护与运行调度脱节明显。维护团队多侧重设备定期检修,却未结合实际运行负荷与工况变化调整维护周期,致使高负荷设备因维护不足提前损坏,低负荷设备过度维护造成资源浪费。经费管理方面,虽部分地区实行“收支两条线”,但仍问题重重。更新改造后的泵站运行维护费仅由上级财政拨付,仅能满足日常维护,大修费用3-5年后机组大修期到来时无着落。地方财力薄弱,泵站更新改造资金匮乏,难以对大型泵站及时有效投入。水价机制也不合理,扬水水价偏低,因灌区水价由政府定价,水价成本执行不到位,政策性亏损严重,影响工程正常运行与维护,制约灌区可持续发展。设备台账管理漏洞显著。多数设施的技术参数、维修记录等信息分散,缺乏统一数字化管理平台。运行状态监测覆盖不全面,对分散的输配水管网和田间灌溉设备运行状态缺乏有效监控。设备负荷分配缺乏优化机制,灌溉高峰期常出现部分机组满负荷运行、其他机组闲置的情况,降低设备整体利用率,加剧设备不均衡老化^[1]。

2.3 专业技术人员匮乏

水利机电排灌设施的运行维护对技术人员的综合能力要求较高,既需要掌握机械传动、电气控制等专业知识,又要熟悉流体力学、自动控制等交叉学科内容,而当前从事该领域的技术人员中,具备全面知识结构的复合型人才占比不足,多数人员仅能处理简单的机械维修或电气接线等基础工作。由于人事制度改革,自1998年以来,各扬水管理单位基本上很少新增人员,甚至没有,造成泵站运行人员平均年龄偏大,文化程度较低,

各类专业技术人员奇缺。人员结构不合理,年轻力量不足,高学历人才匮乏。技术人员的技能更新滞后于设备技术发展,随着自动化、信息化、智能化技术在排灌设施中的应用,新一代的机电设备、辅助设备技术复杂,现有工作人员专业技术水平和管理能力已远远不能满足运行的需要。现场操作层面存在明显的技能断层,经验丰富的老技术人员因年龄结构老化逐步退出一线,而年轻技术人员由于缺乏系统的实操培训,在设备拆装、精度调试等关键环节表现不足,同时技术人员的主动预防性维护意识薄弱,多数情况下仅在设备出现故障后才进行被动维修,难以提前发现潜在的故障隐患,制约了排灌系统运行效率的提升。

3 水利机电排灌设施运行管理优化策略

3.1 加强设施更新与改造

(1) 积极推进老化工程的更新改造,抓住发展机遇,做好工程普查、项目申报、资金争取等工作。依据《全国大型灌溉排水泵站更新改造规划》,对列入规划的泵站进行全面改造,包括更新主水泵、主电机,新建泵站自动监控、信息化系统及改造配套设施。例如,对固海、南山台子、扁担沟和甘城子等扬水泵站,按照规划更新主水泵、主电机,提高泵站设备的性能和效率,确保改造后的泵站装置效率符合标准,装置扬程在3m以上的大中型轴流泵站与混流泵站的装置效率不低于60%(技术改造后可较新建泵站降低5个百分点)。

(2) 针对泵站配套工程不完善的问题,加强防洪设施和排水设施建设。为泵站周围修建防洪设施,防止洪水淹没泵站;完善排水系统,及时排出周围山体的腐蚀性渗积水,对泵房基础进行防腐处理,避免混凝土腐蚀,保障泵房结构安全。加快末级渠系改造,做好田间工程配套,全面提高农田灌溉效率和效益,减少输水损失。

(3) 对未列入更新改造规划的中小型泵站,加大改造力度,逐步推进更新改造。更换老化机电设备和工程设施,提高自动化程度,改变人工调控、手控操作模式,提升运行效率与可靠性,确保泵站工程完好率达95%以上,设备完好率达100%,与水泵机组安全运行密切相关的设备评级达到《泵站技术管理规程》中规定的一类设备标准。

3.2 完善运行管理机制

(1) 建立合理水价与稳定财政补贴机制。依据《水利工程供水价格管理办法》,按“补偿成本、合理收益、优质优价、公平负担”原则,采取“一次定价、分年实施、逐步到位、适时调整”办法,建立动态水价机制。农业供水逐步按运行成本定价,城镇及农村生活、

工业用水按完全成本收费,实行超定额用水累计加价制度。确保财政补贴稳定,适度增加上级财政对泵站运行维护费投资,保证正常运行年份略有节余用于大修,市县属公益性水利工程相关经费由市、县(区)财政解决。(2)全面推行“管养分离”。将水管单位维修养护与运行管理分离,建立市场化、专业化、社会化维修养护体系。制定《水管单位管养分离实施方案》,以区为单位组建专业安装公司,可独立经营或隶属区级泵站管理单位,负责区内大中型泵站安装、大修、维修业务,配备精良设备和技术力量,协助水行政部门安排大修时间,提高维修养护质量。(3)优化内部管理,推进人事制度改革。单位岗位设置完成后,依据《两定标准》岗位任职条件,按“公开、平等、竞争、择优”原则全员竞聘上岗,实现聘用制。建立健全领导干部任期目标责任制,加强考核,中层以下管理人员竞争上岗,逐步公开招聘。完善收入分配制度,建立重贡献、实绩的分配激励机制,使管理责任、工作绩效与职工利益挂钩,合理拉开收入差距,调动职工积极性^[2]。

3.3 加强专业技术人员培养与引进

(1)构建完善的人才培育体系,加强对现有职工的教育与培训。鼓励职工通过进修、培训等方式提升学历,要求泵站管理人员学历达大专以上,技术人员达本科以上。开展模块化课程培训,结合理论教学与实操训练,提升技术人员对新型设备,尤其是自动化、信息化、智能化设备的操作维护及故障诊断能力。(2)优化人才结构,引进高层次专业人才。与专业院校合作建实习基地,吸引机械、电气等专业毕业生加入,补充年轻力量。聘请行业资深专家担任顾问,通过现场指导传承经验,解决技术断层,构建老中青结合的技术梯队,形成应用型技术人才、学科带头人、复合型人才及知识化专业化年轻化管理干部队伍。(3)建立健全人才激励机制,稳定和吸引人才。完善收入分配制度,实行岗位工资制,工资与工效、效益挂钩,向一线、关键岗位及有突出贡献职工倾斜,确保职工平均收入高于当地平均水平且年增长率不低于10%。鼓励创新精神,对重大科技骨干重奖,鼓励技术人员科技承包与创业,营造良好人才发展环境,提高行业人才吸引力(如:固海扬水管理处成立的尚吉武大师工作室)。

3.4 推进信息化与智能化管理

(1)搭建一体化智能监测平台,在泵站枢纽、输配水管网及田间灌溉节点布设高精度传感器,实时采集水位、流量、压力、设备振动、温度等参数。通过合适的网络将数据传输至中央控制系统,实现对排灌系统运行状态的全域感知,开发数据可视化界面,直观展示设备运行参数与管网水力特性,为调度决策提供数据支撑。

(2)引入智能控制算法和自动化技术,实现泵站无人值班少人值守的现代管理体系。基于监测数据构建水资源供需预测模型,融合作物生长阶段需水量、气象预报等信息,自动生成水泵机组运行方案。借助变频调速技术动态调节电机转速,让输水量与实际需求相匹配。在灌溉高峰期自动优化机组运行台数与出力,兼顾供水压力与节能;在排水时依据积水深度和排水速率,自适应调整排水设备,提升内涝处置效率。(3)开发设备故障诊断系统,运用机器学习算法解析设备振动频谱、电流波形等特征参数,构建故障模式识别模型。该模型可自动识别叶轮磨损、轴承异响、绕组绝缘下降等潜在故障,提前预警并推送维修建议。系统集成远程控制功能,技术人员能通过相关设备远程监控设备状态,对简单故障进行远程调试,减少现场巡检次数,提升故障处理效率,实现排灌系统的智能化、精准化管理^[3]。

结语

综上所述,水利机电排灌设施的运行管理关乎水资源利用效率与区域供水安全。当前设施老化、管理机制不完善、技术人才匮乏等问题,需通过系统性措施解决。加强设施更新改造可夯实硬件基础,完善管理机制理顺运行体系,培育专业人才可提升技术支撑能力,推进信息化智能化则为精准管理提供路径。这些策略的协同实施,将有效提升排灌系统的稳定性与高效性,为现代农业发展与城乡水资源安全保障提供有力支撑,具有重要的实践价值。

参考文献

- [1]张峰.农村水利机电排灌设施运行管理中存在的问题及措施[J].农家参谋,2021(5):187-188.
- [2]覃兴远.农村水利机电排灌设施运行管理中存在的问题及应对措施探讨[J].新农民,2023(26):43-45.
- [3]杨帆.扬黄泵站机电排灌设施运行管理中存在的问题及措施[J].户外装备,2023(9):250-252.