

机电井双控系统的运维管理标准化体系构建

张 良

新疆塔里木水务集团有限公司，新疆 阿拉尔 843300

[摘要]机电井双控系统作为农业节水与水资源管控的关键设施，然而在实际运用时却存在“设备易遭恶意破坏、数据传输异常、运维成本高、实用效果未达预期”等状况，尽管单套设备的安装成本约为一万元，可因管理不到位而难以发挥功效。本文针对运维难题，从“防护强化、流程规范、成本管控、技术优化”四方面搭建标准化体系，明晰设备防护、数据监管、维护流程等核心要点，在某区域实施应用后，设备损坏率降低 75%，数据上传按时率提升至 90%，运维开支降低 30%。研究为机电井双控系统的高效运维供给解决方案，对增强水资源管控效力、保证设施使用价值具有关键意义，可推动农业节水目标实现。

[关键词]机电井双控系统；运维管理；标准化体系；设备防护；数据传输；成本管控

DOI: 10.33142/aem.v7i11.18400 中图分类号: TH211 文献标识码: A

Construction of Standardized Operation and Maintenance Management System for Electromechanical Well Dual Control System

ZHANG Liang

Xinjiang Tarim Water Group Co., Ltd., Alar, Xinjiang, 843300, China

Abstract: As a key facility for agricultural water conservation and water resource control, the dual control system of mechanical and electrical wells is prone to malicious damage, abnormal data transmission, high operation and maintenance costs, and unsatisfactory practical effects in practical application. Although the installation cost of a single set of equipment is about 10,000 yuan, it is difficult to achieve its effectiveness due to inadequate management. This article aims to address the challenges of operation and maintenance by establishing a standardized system from four aspects: strengthening protection, standardizing processes, cost control, and optimizing technology. It clarifies the core points of equipment protection, data supervision, and maintenance processes. After implementing the application in a certain region, the equipment damage rate decreased by 75%, the data upload on-time rate increased to 90%, and the operation and maintenance expenses decreased by 30%. The research provides an efficient operation and maintenance solution for the dual control system of electromechanical wells, which is of crucial significance for enhancing the effectiveness of water resource management and ensuring the value of facility use, and can promote the achievement of agricultural water-saving goals.

Keywords: electromechanical well dual control system; operation and maintenance management; standardization system; equipment protection; data transmission; cost control

引言

机电井双控系统借助“用电管控+水量监测”达成水资源精准化管理，是推动农业节水政策落地的关键装备，单套设备安装成本大概万元，在农业主要产区得到广泛应用。但现阶段系统运维时，问题频发：农民或职工蓄意损毁设备，切断传输线路、扯掉通讯模块供电线缆，造成数据无法上传或者上传延迟；且机电井分布零碎、数量庞大，运维全面覆盖困难较大，维护开支长期居高不下，最终“投入资金却未达到节水与管控效果”，阻碍了系统功能的施展。

《国家水资源节约集约利用“十四五”规划》规定“加大水资源管控设施运维力度，维持设施稳定运行”。搭建机电井双控系统运维管理标准化架构，既是应对当前运维难点的紧要需求，也是增强设施实际价值、达成水资源高效管理的要点，对推进农业节水与可持续发展具备重要现实意义。

1 机电井双控系统运维管理现存核心痛点

机电井双控系统运维管理碰到“设备破坏、数据异常、管理低效、成本过高”四大困境，致使设施无法达成预期效能，耗费前期投入资金。设备损坏现象凸显，恶意破坏行径多发：部分农民鉴于灌溉需求未落实、职工鉴于管理纷争，存心破坏系统零件，例如割断数据传输线、拔掉通讯模块继电器及供电线路，甚至拆解集成电路板。

数据传输异常状况普遍存在，降低管控精准度：设备遭受损坏后，水量、用电量等数据无法及时上传，抑或上传延迟超出 24h，造成水资源管控部门无法及时知晓灌溉用水情形，难以精准调节；部分未被毁坏的设备，还因传输线路陈旧、通讯模块兼容性欠佳，出现数据丢失、误传，数据有效率不足 50%，无法为水资源管理提供可靠支撑^[1]。

管理覆盖效能低下问题突出，运维响应存在滞后情况：机电井散落于田间各处，点位离散、距离长，有些处在偏远区域，运维人员无法全面涵盖；且系统缺少实时故障预

警机能，设备出现故障之后，得依靠人工巡查来察觉，平均察觉时长超过 3d，错失最佳维修时段，进而使数据缺失范围进一步扩大，某县域机电井超 2000 眼，仅凭借 10 人运维队伍，难以达成高效覆盖。

2 机电井双控系统运维管理标准化体系构建目标与核心原则

2.1 体系构建核心目标

机电井双控系统运维管理标准化体系把“降破坏、保数据、提效率、控成本”当作核心目标，保障系统平稳运作、实现实际价值。明确目标包含：设备防护的既定目标，把蓄意破坏比率从 60% 降低到 15% 以下，使部件故障概率控制在 10% 以内；数据传输目的，达成数据上传及时率超 90%，让数据有效率提升到 85%，保障水资源管控部门实时获得精准数据；管理效能目标，把故障察觉时间由 3 天缩减到 2h 内，让维修反应时间限制在 24h 以内，达成运维全域覆盖。

2.2 体系构建核心原则

体系建设要遵循“防护优先、流程闭环、技术适配、成本可控”四大规则，保障标准化管理兼具实用性与可操作性^[2]。防护首要原则，以“预防设备破坏”为根基，从硬件防护、人员管理两方面切入，削减蓄意破坏与意外损伤，降低故障根源；依照流程闭环原则，设立“故障预警-排查-维修-验收-记录”全流程管理体系，杜绝运维环节遗漏，保证问题彻底化解；技术适配准则，挑选契合农村环境、抗干扰性能佳的技术与部件，防止因技术不匹配引发的数据异常，并且简化操作流程，降低对运维人员的技术要求。

3 机电井双控系统运维管理标准化体系核心内容

3.1 设备防护标准化：强化物理防护与人员管控

设备防护标准化为体系核心内容，借助“硬件升级、人员监管、宣传引导”三个维度降低蓄意破坏与意外损毁情况。硬件防护强化聚焦“防破坏、防老化”，对现存设备实施改造：为集成电路配备密封式金属防护外壳，该壳运用防拆构造，需借助专用工具方可开启，防止部件外露；把外露的传输线改成地下埋设，选用拥有抗腐蚀、抗拉伸性能的铠装电缆，埋入深度不小于 0.8m，防止被砍断；为通信模块和继电器配备防拔插装置，插头插入之后需借助钥匙解锁才可拔出，与此同时在设备醒目位置张贴“破坏设施违法”警示标识，标注上举报电话。

人员监管规范化搭建“巡查+举报”机制：对运维责任区域进行划分，为每个区域配置 2~3 名专职巡检人员，每星期至少巡检 2 次，重点查看设备防护层、传输线路、供电线路是否完好无损，记载巡检情况；设立群众举报奖赏体制，激发村民检举蓄意破坏行径，对查证属实的举报给予 200~500 元现金奖赏，与此同时和当地派出所联手，对蓄意破坏者依法惩治，若情节恶劣则追究其法律责任。

宣传引导标准化强化认知：利用村中的广播、宣传展

板、微信群聊等方式，宣扬机电井双控系统的节水功效与破坏影响，如“破坏设备将影响灌溉用水调控，导致用水紧张”；安排村干部和运维人员上门宣讲，针对曾出现破坏行径或抵触反应的农户，开展单独交流，化解实际诉求，缓解抵触情绪，某区域开展宣传活动后，农户对系统的认可度增加了 70%，故意破坏的意向显著下降。

3.2 数据传输标准化：保障数据实时准确上传

数据传输标准化着重“实时性、准确性”，依靠“技术优化、实时监测、故障处置”保障数据有效。技术优化规范化挑选契合农村环境的设备：更替老旧通信模块，选用拥有 4G/5G 与 LoRa 双模特性的模块，在信号欠佳区域自动切换至 LoRa 模式，增强数据传输稳定性；给数据采集终端增添本地存储功用，即便遇到短时断网，数据仍可临时存放，网络恢复以后自动补传，杜绝数据丢失；按照定期安排对传输线路实施检测，替换老化的线路，保证线路传输效率。

即时监测标准化创立“云端+本地”双监测机制：构建云端数据监控平台，实时展现各机电井数据上传情形，若数据超过 1h 未刷新，自动启动预警，发送至对应区域运维人员手机；在乡镇级运维站部署本地监测装置，委派专人进行值班，每日查验数据上传情形，若察觉异常即刻标记，告知巡查人员前往现场排查；构建数据校验准则，自动核对用电量与水量的逻辑联系。

故障处置规范化明确回应流程：运维人员接到数据出现异常的预警之后，2h 之内赶赴现场排查问题根源，若传输线路或者通讯模块出现损坏，即刻更换备用的部件（随身带着常用的备件，像传输线、模块），4h 内让数据上传恢复正常；若存在技术故障，联系技术人员实施远程指导，若远程无法解决，24h 以内到现场开展维修工作；故障排除结束后，要于系统里记录处理流程、替换部件、数据复原时间，构建闭环记录，某区域应用该措施后，数据上传及时的比率从 50% 提升到 90%，数据有效比例达到 85%。

3.3 运维流程标准化：提升管理效率与覆盖度

运维流程标准化以“巡查、维修、记录”为核心搭建闭环管理体系，攻克机电井分布零散、管理效能低下的难题。巡查流程规范化界定“分区、定时、定责”：按照地理位置对区域内机电井进行划分，形成若干运维责任区，每个责任区配置 1 名巡检员+1 名兼职村级联络人，联络员协助发觉本村设备问题；巡检人员每星期固定两天开展巡检工作，运用“GPS 定位打卡+照片记录”形式，保证巡查切实到位，主要检查设备的防护状况、数据指示灯所处状态，一旦发现问题便马上拍照并上传至运维平台，标记问题的类别。

维修流程实施标准化规定“响应、处置、验收”：运维平台收到问题反馈后，10min 内把任务单分派给维修人员，维修人员配备备件后 1h 内启程，偏远井位最晚

2h 抵达；维修期间应依照“先排查原因、再更换部件、最后测试数据”的步骤开展操作，若设备不存在数据上传情况，先对供电线路进行检查，再对通讯模块展开排查，最后测试数据传输状况；维修工作结束后，维修人员应现场开展数据测试上传工作，验证数据正常之后，由村联络员签字确认验收，接着在平台里提交维修报告，保障维修质量^[3]。

记录归档规范化达成“全程可追溯”：构建电子运维档案，记载每眼机电井的设备规格、装配时间、各次巡查资料、检修资料、部件更替资料，档案即时更新。每月对运维档案开展汇总剖析，统计设备故障种类、高发地带、维修开销，为后续防护改进提供支撑，如某区域借助档案剖析发觉，30%的故障聚集在偏远井位，立刻加大该区域巡查次数，故障发生率减少40%。

3.4 成本管控标准化：降低运维资金投入

成本管控标准化借助“备件管理、人力优化、费用核算”降低运维开支，杜绝资金浪费。备件管理达成标准化，实现“按需储备、循环利用”：构建县级备件库房，按照区域设备总量的10%储备常用备品，杜绝过度储备；实施备件的以旧换新举措，若维修替换下来的旧部件具备修复条件，集中送达仓库开展维修工作，维修好后当作备用的备件，减少新部件的采购数量；和备件供应商缔结长期合作合约，争取批量采购优惠，单个部件采购成本下降15%~20%，某区域落实该举措后，年备件费用缩减40%。

人力优化标准化提高效率、削减成本：合并巡查与维修人员，教导巡查员掌握基础修理技能，小故障由巡查员即时处置，杜绝专门安排维修派单，人力成本降低25%；在偏远乡村招募兼职联络专员，给予每个月300~500元的津贴，协助查找设备毛病，减少巡查工作者往返的耗时，某县域借助人力配优化，运维团队从10人缩减到7人，年人力成本节省8万元。

费用核算标准化达成“透明、高效”：建立运维费用台账，登记备件采买、人力、交通等各项花销，每月披露费用明细，每季度对运维费用及成效进行评定，要是某区域运维成本过高而故障发生率没有下降，分析缘由并调整举措，就像某区域察觉，某村运维成本高是因为设备破坏情况频繁发生，于是强化该村的宣传与监管工作，后续成本降低了30%^[4]。

4 体系应用成效与实践启示

某农业主产区（包含5镇、200个村落，拥有机电井2300眼）施行该标准化体系6个月以后，运维管理收效明显：设备损坏率从60%降低至15%，仅出现35起蓄意破坏事例，和之前相比减少105起，部件更换开销从每月

5万元降至2万元；数据上传按时率从50%提升到90%，数据有效性达到85%，水资源管控部门可实时把握灌溉用水情形，精准调控用水配额；运维成本削减30%，每年节省运维资金60万元，与此同时设备的稳定运行促进农业节水15%，灌溉用水功效明显增强。

实践例证说明，机电井双控系统运维管理得“标准化为基、防护为要、协同发力”：标准化作为提升运维效率的关键，应清晰界定各环节的流程与要求，杜绝任意行事；设备防护作为降低故障的根源，要结合故意破坏特性，有目的地升级硬件并增强人员管控力度；需汇聚政府、村集体、农户的力量协同推进，政府加大监管与惩戒，村集体辅助巡查，农户增强认识，方可凝聚运维合力，保障系统实现实用价值^[5]。

5 结语

机电井双控系统运维管理标准化体系凭借“设备防护、数据传输、运维流程、成本管控”四大标准化举措，切实化解了设备易受损、数据偏差、管理欠佳、成本过巨的难题，达成了“降破坏、保数据、提效率、控成本”的目标。体系应用之后设备损坏率下降超过75%，数据上传按时率提升到90%，运维开支降低30%，维护了前期安装投入的实用意义，促进水资源管控与农业节水目标实现。

未来，需进一步优化体系：融合物联网技术，给设备配备视频监控与振动传感器，实时监控破坏行径；针对不同区域（如偏远地区、高破坏率地区）拟定差异化维护方案，提高体系契合性；加大运维人员技术培育，提升故障应对能力，切实达成机电井双控系统的长期平稳运行，为农业水资源高效管理提供持续助力。

【参考文献】

- [1]吴迪,陈凌.基于深度学习的智能化变电站运维安全管控系统设计[J].电力设备管理,2025(19):117-119.
- [2]马清峰.电厂运维作业风险预控系统设计与实现[J].电气时代,2025(7):43-45.
- [3]曾陟.发电厂集控系统的创新运维与管理升级分析[J].大众用电,2025,40(3):45-46.
- [4]司剑云,乔柱桥,李祥斌,张任驰.面向换流站数字化运维的智能感知与数字管控系统技术研究及应用[J].中国质量,2025(2):34-38.
- [5]王茜茜.基于机器视觉的电力运维检修预控系统[J].电气技术与经济,2025(1):190-192.

作者简介：张良（1980.11—），毕业院校：北京航空航天大学，所学专业：土木工程，当前就职单位名称：新疆塔里木水务集团有限公司，职务：农业灌溉事业部部长。