

浅析泵站机电设备运行和维护管理

曹敏

宁夏回族自治区红寺堡扬水管理处 宁夏 中卫 755100

摘要: 随着水利设施的重要性日益凸显, 泵站机电设备的运行与维护管理成为保障水资源有效调配的关键。本文阐述了泵站机电设备运行的重要性, 分析其运行原理、参数监控及操作规范, 探讨预防性、预测性和事后维护策略, 提出日常维护、定期检修和大修的具体措施, 并强调安全管理的重要性, 为提升泵站运行效能和可靠性提供理论支持与实践指导。

关键词: 泵站; 机电设备; 运行; 维护管理

引言

泵站机电设备作为水利工程的关键环节, 其运行状态与维护水平直接影响水资源调配的效能与安全。随着自动化与智能化技术的发展, 设备运行参数监控与维护管理要求日益提高。本文从运行与维护两方面入手, 首先分析设备运行原理、系统组成与监控方法, 继而探讨维护策略制定、日常保养实施及安全管理措施, 以期为泵站设备的科学管理与效能提升提供系统参考。

1 泵站机电设备运行和维护重要性

泵站机电设备是水利设施的核心组成部分, 其运行状态与维护水平直接决定整个系统的稳定性与效能, 是实现水资源科学调配与供排水安全的重要基础。设备运行的可靠性不仅影响泵站的即时工作效率, 更关乎其长期服务的持续性与经济性, 一旦关键设备发生故障, 将导致系统停运, 严重影响生产生活。维持设备高效运转是发挥泵站功能的根本前提, 而系统化的检查、保养与定期检修能够识别并消除隐患, 有效防止故障扩大。科学维护不仅延长设备寿命、延缓性能衰退, 其积累的运行数据也为状态评估与资源优化提供依据。此外, 细致维护有助于设备在最佳参数下运行, 降低能耗、提高能效, 兼具经济效益与资源节约价值。规范操作和完善维护体系还能提升工作安全性, 降低设备异常对人员和设施的风险。因此, 泵站机电设备的运行与维护是全生命周期的重要工作, 是保障功能连续、提升经济性与安全性的核心措施, 值得持续重视与投入^[1]。

2 泵站机电设备运行

2.1 运行原理与系统组成

(1) 水泵运行原理: 离心泵依靠叶轮高速旋转产生离心力实现流体输送, 当液体进入旋转的叶轮后, 在叶片作用下获得动能和压力能, 随着流道扩展, 部分动能转化为压力能; 轴流泵则通过叶轮产生轴向推力, 使液

体沿轴线方向流动, 其叶片采用翼型设计, 在旋转时产生压差推动液体运动; 混流泵结合两种原理, 液体在叶轮中呈斜向流动。这些泵型的能量转换效率与叶轮形状、转速等参数密切相关, 合理选择泵型对提升系统效能具有重要意义。(2) 电机运行原理: 异步电动机基于电磁感应原理工作, 定子绕组通入三相电流产生旋转磁场, 使转子绕组感应电流并产生转矩, 其转差率特性使电机具备良好的负载适应能力。同步电动机转子转速与旋转磁场严格同步, 通过直流励磁保持恒定转速; 在泵站应用中, 异步电动机因其结构简单、维护便捷获得广泛使用, 同步电动机则适用于对功率因数有特殊要求的场合, 电机选型需综合考虑泵组特性、起动要求和运行经济性等因素。(3) 辅助设备运行原理: 阀门通过改变流道截面积实现流量调节, 闸阀适用于截断工况, 蝶阀便于流量控制, 止回阀防止介质倒流。管道系统依据流体特性选择材质和管径, 合理布置减少水力损失; 起重设备满足安装检修需求, 其选型需考虑最大起重量和空间。这些设备与主机协调配合, 如泵组启动时按顺序操作阀门, 运行中通过阀门调节工况, 共同保证系统稳定运行。(4) 系统组成与连接方式: 泵站系统由进水构筑物、泵房机组、压力管道和控制系统等组成。进水系统包括取水口、格栅和闸门, 确保来水顺畅; 泵房内主机与辅助设备合理布置, 保证运行维护空间; 出水系统通过压力管道将水流输送至目的地。各系统通过机械连接、电气连接和信号连接形成整体, 机械连接确保动力传递可靠, 电气连接实现电能分配, 信号连接完成状态监测和控制指令传输。

2.2 运行参数与监控

(1) 关键运行参数: 流量反映输送能力, 与转速和系统阻力相关, 扬程表示能量增加值, 包括位差、压差和速度水头。功率体现能量转换效率, 分为轴功率和有

效率；转速影响泵性能曲线，需保持稳定；电压电流反映电气系统状态，其波动会影响设备运行。这些参数相互关联，如流量扬程遵循性能曲线，功率与流量扬程效率相关，掌握参数关系有助于优化运行。(2) 参数监控方法：现场仪表提供基础监测，压力表、流量计等直接显示运行状态。自动化系统通过传感器采集数据，压力传感器、温度传感器等将物理量转换为标准信号；变送器对信号进行处理后，通过现场总线传输至控制中心；监控系统具备数据存储、趋势分析和报警功能，实现远程监视和智能诊断。系统采用分层架构，确保数据传输可靠高效。(3) 参数异常分析与处理：流量异常可能因堵塞或磨损引起，需检查过滤装置和叶轮状态。扬程下降可能与汽蚀或密封磨损有关，通过声音监测和压力检测进行判断；功率异常反映机械或电气故障，需综合分析振动、温度等参数；转速波动影响系统稳定性，应检查动力源和传动装置，参数异常需及时采取应对措施，轻微异常调整运行方式，严重异常立即停机检查^[2]。

2.3 运行操作规范与流程

(1) 开机前准备：检查设备外观完好，连接部件紧固。确认电气系统绝缘良好，保护装置正常；润滑系统油位适中，油质符合要求；冷却水路畅通，流量充足；盘车检查转动灵活，无卡涩现象；阀门处于正确位置，仪表指示正常；完成各项检查并记录，确认具备启动条件。(2) 开机操作流程：依次启动辅助系统，确认润滑和冷却运行正常；合闸送电，观察电气参数；点动检查电机转向，监听有无异响。正式启动电机，监测启动过程，缓慢开启出口阀门，调节至工作工况；记录启动参数，监测运行状态；大型机组采用软启动方式，减少电流冲击。特殊泵型按专用规程操作。(3) 运行中监控与调整：定时记录运行参数，与额定值比较分析。监测轴承温度、振动噪声，判断机械状态；观察密封泄漏情况，保持在允许范围；根据需求变化调整工况，优化运行效率；注意汽蚀预防，控制进口压力；定期检查油质油位，及时补充更换，发现异常及时分析处理，必要时安排检修。(4) 停机操作流程：逐步关闭出口阀门，降低运行负荷。切断电机电源，记录停机过程，观察设备惰走状态，注意异常现象；停运辅助系统，按顺序操作；关闭进口阀门，排空泵内积液，进行设备检查，记录待处理问题；长期停机采取防护措施，定期维护保养，完善停机记录，为后续运行提供参考。

3 泵站机电设备维护管理

3.1 维护管理策略与计划制定

(1) 维护管理策略选择：预防性维护按照预定周期

实施，通过定期检查保养降低故障概率，保障设备连续运行；预测性维护基于设备状态监测，分析运行参数变化趋势，在潜在故障发生前采取干预措施。事后维护在设备出现故障后实施修复，适用于非核心设备，实际应用中需结合设备重要性、运行环境等因素，采取混合维护策略。关键设备宜采用预防性与预测性维护相结合，次要设备可适度采用事后维护，实现维护资源优化配置。(2) 维护计划制定原则：制定维护计划需评估设备在系统中的重要程度，核心设备应安排更密集的维护频次。运行工况直接影响维护需求，包括设备负载率、运行时长和环境条件等要素；历史故障记录为维护周期确定提供依据，分析故障规律可优化维护间隔。维护资源配备情况制约计划执行，需考虑人员技能、工具设备和备件储备；维护时机选择应考虑运行需求，避免影响正常供水，计划应保持适度弹性，适应突发情况调整。(3) 维护计划内容：维护项目应明确具体操作内容，涵盖检查、调整、更换等各类活动。维护周期根据设备特性分级设定，日常维护按日或周实施，定期维护按月或季度安排；维护方法需规范操作步骤和技术标准，确保作业质量一致。人员安排要明确职责分工，特殊作业需持证上岗；备件计划根据维护项目确定种类和数量，提前做好储备。质量验收标准应量化可测，便于效果评估，记录要求规范文档管理，形成完整维护档案^[3]。

3.2 日常维护与保养

(1) 设备清洁与检查：设备表面清洁，电气用干布，机械用中性清洁剂，注意保护仪表铭牌；外观检查全面，涵盖连接件紧固、密封泄漏、结构件变形裂纹等；转动部件防护罩完好，安全装置有效，发现问题及时记录处理，轻微缺陷现场消除，大问题纳入维修计划，并建立检查台账。(2) 润滑系统维护：润滑管理影响设备寿命，油品依负荷、转速、温度选。高速轻载用低粘度油，低速重载用高粘度或极压油品，密封困难处用润滑脂；油品更换周期依运行时间与油质分析定，每年至少检验一次，检查包括油位、油压、油质，油位异常调整，油压变化预示故障，油质异常立即换，加油遵循规程。(3) 电气系统维护：电气连接用专业工具测接头温度，定期紧固接线端子。导线绝缘层破损即修复，定期绝缘测试并分析；接地系统测电阻，确保连接可靠；校验保护装置，定期清理电气柜灰尘；电缆沟干燥清洁，桥架盖板完整牢固，电气房间温湿度可控，防凝露影响绝缘。(4) 易损件更换：机械密封换前确认型号，检查轴套磨损；轴承换时测游隙，避免直接敲击，密封垫片选合适材质，均匀紧固；滤芯按压差或定期换，装前清洁壳体；记录

更换详情,跟踪效果^[4]。

3.3 定期检修与大修

(1) 定期检修内容与周期:定期检修包括设备解体检查、尺寸测量、性能试验等项目。水泵检修测量叶轮间隙、轴弯曲度,检查密封环磨损,电机检修检测绝缘电阻、轴承状态,清理通风系统;阀门检修检查密封面、阀杆螺纹,操作机构加注润滑。检修周期根据运行时间确定,一般每年进行一次全面检修,特殊设备按制造厂要求或实际状态调整周期,检修后进行试运行,验证检修效果。(2) 大修计划制定与实施:大修前全面评估设备状态,确定检修范围和深度。编制详细施工方案,明确工艺要求和质量标准,安排合理工期,考虑工序衔接和意外情况;预算编制涵盖人工、材料和机械费用;施工过程严格质量控制,关键工序设立验收点,安全管理落实隔离措施,危险作业专人监护,大修后进行全面调试,确保设备性能恢复。(3) 检修与大修记录管理:检修记录包括时间、人员、项目、测量数据等内容。更换零部件记录型号规格和更换原因,调试数据记录运行参数和振动温度值,记录应准确完整,签字确认后归档保存;建立电子档案系统,便于数据查询和分析,利用记录数据评估检修质量,优化后续维护策略,历史记录为设备改造更新提供决策依据。

3.4 维护管理中的安全管理

(1) 安全管理制度建设:建立健全安全管理制度体系,明确各级人员安全职责。规程编制涵盖各类作业活动,规定安全操作要求,检查制度定期排查隐患,建立整改跟踪机制,应急预案针对可能事故,明确处置程序和资源准备,制度应根据实际情况持续改进,保持适用性和有效性。(2) 安全培训与教育:定期组织安全培训,提高

人员风险意识。培训内容结合现场实际,包括设备危险源、防护设施和应急处置;新员工必须经过安全教育培训,考核合格后上岗;特种作业人员持证上岗,定期参加复训,采用实操演练、案例讨论等多种形式,增强培训效果,建立培训档案,记录培训内容和考核结果。(3) 安全事故处理与预防:分析历史事故案例,识别常见事故类型。机械伤害主要发生在转动部件处,电气事故多因违章操作;制定事故处置预案,明确报告程序和抢救措施,开展预防性安全检查,及时消除事故隐患;完善设备防护装置,杜绝接触危险部位,加强现场监督,纠正不安全行为,建立安全奖惩机制,促进责任落实^[5]。

结束语:泵站机电设备的运行与维护管理是一项复杂且系统的工程,贯穿设备全生命周期。通过科学合理的运行操作、全面细致的维护策略以及严格有效的安全管理,能够显著提升设备可靠性,延长使用寿命,降低运营成本。未来,随着技术不断进步,应持续优化维护管理模式,推动泵站机电设备管理向智能化、精细化方向发展,为水利事业发展提供更强动力。

参考文献

- [1]刘振兴.影响泵站机电设备维修质量的原因及对策[J].农业科技与信息,2020(24):117-118.
- [2]孟凡兵,秦峰,朱德龙.泵站电气设备故障分析及维护管理[J].山东水利,2020(11):4-6.
- [3]王银东.影响泵站机电设备维修质量的原因及解决措施[J].农业科技与信息,2020(22):119-120.
- [4]孙浩晖,阚永庚,孙明权.泵站电气设备故障排查方法探析[J].江苏水利,2020(08):63-66.
- [5]丁付进.阐述泵站多发的电气设备故障与处理措施[J].陕西水利,2020(07):228-229+234.