

# 中小型泵站机电设备运行中的常见故障及其维护管理

朱加涛

沭阳县十字水利站 江苏 宿迁 223600

**摘要:** 中小型泵站是城乡排涝、农田灌溉和河道调控的重要水利设施,设备运行稳定性直接影响区域水利保障能力。受运行环境复杂、设备长期间歇作业、运维体系不完善等因素影响,泵站机电设备极易出现机械磨损、汽蚀、电气老化及控制失灵等故障。本文结合基层泵站实际运行情况,梳理设备常见故障类型,分析故障产生的环境、设备及人为诱因,总结当前运维管理存在的短板。同时结合现场检修经验,提出针对性故障处理方法、应急处置流程和隐患整改策略,为中小型泵站机电设备安全、稳定、长效运行提供实操参考。

**关键词:** 中小型泵站; 机电设备; 设备故障; 故障处理; 维护管理

**引言:** 在基层水利工程体系中,中小型泵站数量多、分布广,是区域防汛排涝、农业灌溉的核心基础设施,在保障农业生产、改善城乡水环境方面发挥着重要作用。多数中小型泵站建设年限久,设备长期在潮湿、多泥沙的户外环境运行,且普遍存在重使用、轻管护的现象。设备老化磨损、运维不规范、应急处置能力不足等问题,导致机组故障频发,不仅降低泵站运行效率,还会影响防汛灌溉工作的正常开展。为此,本文系统梳理泵站机电设备常见故障及成因,剖析运维管理现存问题,制定科学可行的检修与管护优化方案。

## 1 中小型泵站机电设备基本概述

### 1.1 中小型泵站的定义与运行特点

中小型泵站是水利排灌、城乡供水、河道治理工程中的基础配套设施,区别于大型泵站,主要依据装机容量、抽水流量及机组规模界定,普遍具备装机容量小、机组数量少、布置灵活的特点。这类泵站多分布在乡镇灌区、城区低洼排涝区域及小型河道沿线,服务范围针对性较强。相较于大型泵站自动化、标准化运行模式,中小型泵站运行工况更复杂,多数设备需根据季节水量、降雨情况启停,运行间歇性较强。

### 1.2 核心机电设备组成

中小型泵站机电系统结构精简,核心设备主要分为四类,各司其职、协同运行。水泵是核心输水设备,负责水体抽取与输送,常见类型为离心泵、轴流泵,适配不同水位和流量工况。电机为动力驱动设备,与水泵配套运行,为机组运转提供动力,是设备稳定运行的核心。控制柜作为控制中枢,主要承担机组启停、线路调控、过载保护等功能,保障设备安全可控运行。辅助设

备包含管道、阀门、密封件、散热装置等,主要用于辅助机组稳定工况、减少设备磨损,规避漏水、过热等基础问题,保障整套系统持续运转<sup>[1]</sup>。

## 2 中小型泵站机电设备运行中的常见故障

### 2.1 常见机械故障

中小型泵站机电设备长期在潮湿、多泥沙、高负荷的户外工况下运行,机械结构磨损、损耗问题突出,故障发生率较高,直接影响泵站输水排涝的稳定性,主要故障类型如下。(1) 水泵设备故障。水泵作为核心输水设备,常见故障包含部件磨损、泵体汽蚀、接口漏水、运行振动异响。水泵叶轮、泵壳长期与含泥沙水体摩擦,会出现叶片磨损、变薄、表面坑洼等问题,导致输水效率下降。汽蚀故障多因泵站进水水位偏低、管路进水阻力过大,泵内压力低于水体汽化压力,产生大量气泡,气泡破裂冲击泵体内壁,长期会造成泵体剥蚀破损。泵体法兰、密封垫老化破损,以及管路连接松动,是设备漏水的主要原因。而叶轮失衡、泵内淤积杂物、管路固定松动,会引发机组运行振动、异响,长期运行易造成设备结构松动损坏。(2) 电机设备故障。电机故障集中表现为轴承过热、转子卡顿、绝缘老化。电机轴承长期高速运转,润滑油脂干涸、变质或混入泥沙杂质,会增大轴承摩擦阻力,造成温度异常升高,严重时会出现轴承抱死。转子卡顿多由设备长期停机、内部受潮锈蚀,或运行中杂物进入电机内部导致,会直接造成机组启动困难、运行卡顿。泵站长期潮湿的运行环境,会逐步侵蚀电机绝缘层,加之设备常年启停、冷热交替,绝缘层易开裂、老化、脱落,极易引发漏电、短路隐患。(3) 传动与连接部件故障。联轴器、固定螺栓、

密封构件是设备传动连接的关键,常见故障为联轴器偏移、螺栓松动、密封失效。机组长期振动会导致联轴器同轴度偏差,出现偏移、错位问题,造成传动不稳。设备频繁启停、负荷波动,会使连接螺栓长期受交变应力作用,出现松动、脱落。各类密封件长期受水体浸泡、环境腐蚀,加之自然老化,密封性能逐步失效,引发设备渗水、漏油等问题。

## 2.2 常见电气故障

中小型泵站电气设备布局简易、防护等级偏低,易受环境和运维因素影响,电气故障频发,直接威胁机组运行安全,核心故障如下。(1)控制回路故障。控制回路是机组启停调控的核心,多发线路接触不良、继电器失灵、操作按钮故障。泵站潮湿环境易造成接线端子氧化、锈蚀,线路接头松动,导致接触不良,出现机组启停失灵、间歇性停机等问题。继电器长期带电运行,线圈易发热老化、触点烧蚀,出现吸合不实、无法断开等故障。现场操作按钮长期暴露在外,受潮积尘、机械磨损,会造成按键卡顿、失灵,无法正常控制设备运行。(2)供电与过载故障。供电电压不稳、设备过载、短路跳闸是最常见的供电类故障。农村及城郊泵站供电线路较长、线路老化严重,用电高峰期易出现电压偏高、偏低、波动过大等问题,导致电机运行异常。汛期、灌溉期机组长时间满负荷运行,或水泵堵塞导致负载骤增,会引发设备过载。线路绝缘破损、线缆老化、接线短路等问题,会直接触发开关短路跳闸,造成设备停机。(3)保护装置故障。漏电保护、过热保护等安全装置是设备防护的关键,常出现保护失效、失灵问题。保护装置长期受潮、积尘,内部元件老化,会导致检测精度下降,无法及时识别漏电、过热隐患。部分泵站运维人员私自调整保护参数、拆除防护装置,或长期不校验养护,导致保护装置失效,失去故障防护作用<sup>[2]</sup>。

## 3 中小型泵站机电设备现有维护管理存在问题

现阶段国内多数中小型泵站运维工作缺乏标准化支撑,受场地条件、人员配置、管理制度等因素制约,设备维护管理普遍存以下四点问题:(1)运维管理制度不健全。多数中小型泵站未建立贴合现场工况的运维制度,缺乏统一的巡检、保养、检修标准。设备维护多依赖工作人员经验开展,无固定作业流程和考核标准,维护工作随意性强,易出现漏检、漏保问题,无法实现规范化、常态化管理。(2)日常巡检保养落实不到位。泵站运维多存在重使用、轻养护的问题,机组汛期高强度运行、非汛期长期闲置,日常巡检流于形式。定期清洁、润滑、紧固、防潮等基础保养工作频次不足,设

备微小隐患无法及时排查整改,长期积累演变为重大故障。(3)运维人员专业素养不足。基层泵站运维人员多为兼职人员,缺乏系统的机电设备运维培训。工作人员仅掌握基础启停操作,对设备故障排查、隐患预判、应急处置能力薄弱,面对复杂机械、电气故障无法快速处理,延误设备检修时机。(4)运维智能化水平偏低。多数中小型泵站设备老旧,未配备智能监测、预警设备,仍依靠人工现场排查。无法实时掌握设备温度、负荷、运行状态等关键数据,监测精度低、滞后性强,难以实现设备隐患提前预判,运维效率整体偏低<sup>[3]</sup>。

## 4 中小型泵站机电设备故障针对性处理方案

### 4.1 水泵、电机核心机械故障维修与整改措施

针对泵站水泵与电机高发机械故障,需结合故障成因采取对应检修措施,同时落实整改手段,从源头降低故障复发概率,保障机组机械运行稳定性。(1)水泵故障维修与整改。针对水泵磨损故障,需定期拆解检查叶轮、泵壳、密封环等核心部件,对轻微磨损部位进行打磨修补,磨损超标部件直接更换,避免因部件损耗降低输水效率。针对汽蚀故障,检修时需校准进水水位标准,清理进水口堵塞杂物,优化进水管道路布局,减小管路进水阻力,同时更换汽蚀损坏的泵体构件,调整机组运行参数,杜绝低水位超负荷运行。针对漏水故障,重点检查法兰接口、密封垫、管路接头,更换老化、变形、破损的密封件,重新紧固连接螺栓,保证管路密封贴合。针对振动异响故障,及时清理泵体内淤积的泥沙、杂物,校正叶轮平衡度,加固泵体与管路固定支架,消除机组运行振动隐患。(2)电机故障维修与整改。针对电机轴承过热问题,定期拆解轴承腔体,清理变质、掺杂杂质的润滑油脂,重新填充适配型号的润滑脂,对磨损严重、间隙超标的轴承直接更换,严格控制轴承运行温度。针对转子卡顿故障,清理电机内部堆积的灰尘、杂物,对锈蚀的转子转轴进行除锈打磨,长期闲置的泵站需定期盘机养护,避免部件锈蚀卡滞。针对绝缘老化故障,定期检测电机绝缘电阻,对开裂、脱落、受潮的绝缘层进行修复或重新包裹,潮湿环境下加装防潮防护装置,杜绝绝缘失效引发的安全隐患。

### 4.2 电气回路、保护装置故障排查与修复方法

电气故障具有隐蔽性、突发性特点,需遵循先排查、后修复、再校验的原则,精准处理回路与保护装置故障,保障电气系统安全稳定运行。(1)控制回路故障处理。针对线路接触不良问题,逐一排查控制柜接线端子、线路接头,打磨氧化、锈蚀的接线触点,重新紧固松动线路,对老化破损线缆进行整体更换,做好线路防

潮、防尘防护。针对继电器失灵故障,定期检查继电器线圈、触点状态,清理触点烧蚀痕迹,对线圈老化、吸合异常的继电器直接更换,完成更换后测试通断性能,确保启停控制灵敏有效。针对操作按钮故障,拆解清理按钮内部积尘、水汽,修复卡顿机械结构,损坏失灵的操作按钮及时更换,保证机组操控精准可靠。(2) 供电与过载故障处理。针对电压不稳问题,配合供电部门优化厂区供电线路,加装稳压设备,稳定机组运行电压,避免电压波动损伤电气设备。针对设备过载、短路跳闸故障,及时排查水泵堵塞、机械卡滞等负载异常问题,清理设备堵塞杂物,解除机械故障,同时检查线路绝缘状态,修复破损线缆,排查线路短路点,故障消除后方可重启机组。(3) 保护装置故障处理。定期对漏电保护、过热保护装置进行校验调试,清理保护装置内部灰尘、水汽,更换老化失效的保护元件。严格规范运维操作,禁止私自改动保护参数、拆除防护装置,对失灵的保护设备及时更换升级,确保设备出现漏电、过热、过载问题时可及时跳闸断电,发挥防护作用<sup>[4]</sup>。

#### 4.3 设备故障应急处置流程与突发问题应对方案

中小型泵站汛期、灌溉期运行负荷高,突发故障频次多,需建立标准化应急处置流程,快速处置突发问题,缩短停机时长。(1) 突发故障基础处置流程。机组出现异响、过热、跳闸、漏水等异常情况时,运维人员需第一时间切断设备电源,紧急停机排查,禁止带故障、带隐患运行。初步判断故障类型,机械故障重点排查传动、水泵、电机结构问题,电气故障严禁带电作业,做好安全防护后开展排查检修。小型故障现场快速修复,重大故障立即上报,停机封存设备,安排专业人员专项检修。(2) 高峰期突发问题应对。在防汛、灌溉关键时期,提前做好设备全面预检,备足备用配件与工具。若主设备突发故障,立即切换备用机组运行,保障输水、排涝工作不间断。针对暴雨、潮湿天气引发的电气受潮、设备短路问题,提前做好电气柜防水封堵,故

障发生后及时除湿、烘干设备,排查隐患并快速修复。

#### 4.4 故障复盘与隐患根除优化策略

单次故障修复仅能解决当下问题,通过故障复盘与隐患优化,可实现从被动维修向主动防控转变,从根源减少同类故障重复发生。(1) 建立故障复盘机制。设备故障修复完成后,及时记录故障现象、故障位置、成因、处理方式及停机时长,建立设备故障台账。定期对月度、季度故障数据进行汇总分析,梳理高发故障类型、薄弱设备及常见诱因,精准定位运维工作短板,为后续养护优化提供数据支撑。(2) 落实隐患根除优化。针对反复出现的磨损、汽蚀、线路故障,针对性优化设备运行方式与养护方案,调整机组运行工况,规避恶劣运行条件。对老化严重、频繁故障的老旧设备、线路进行升级改造,提升设备运行稳定性。

**结束语:** 中小型泵站机电设备故障主要集中在机械结构损耗和电气系统失效两大方面,故障发生与设备工况、运行环境、日常管护密切相关。当前多数基层泵站存在运维制度不完善、巡检养护不到位、人员专业能力不足等管理问题,是设备故障频发的主要诱因。针对性开展故障检修、规范应急处置流程、落实故障复盘整改,能够有效降低设备故障率。

#### 参考文献

- [1] 霍海洲. 数字化技术在泵站机电设备运行管理中的应用 [J]. 信息记录材料, 2026, 27(15): 67-69.
- [2] 蒋晨. 泵站机电设备运行中的常见故障及其维护管理 [J]. 水上安全, 2024, (1): 188-190.
- [3] 陈景茹. 中小型泵站主机设备故障诊断与维护策略分析 [J]. 中文科技期刊数据库(文摘版)工程技术, 2025, (9): 017-020.
- [4] 王永飞. 泵站机电设备运行故障排除及养护办法 [J]. 科技创新与生产力, 2024, 45(7): 68-70.