

Analysis of the reasons for the problems of the sewage pump after operation and the treatment method

Lei Zheng

Wuhan Drainage Pump Station Management Office, Wuhan, Hubei, 430000, China

Abstract

This study investigates operational failures at Yingwu Lake Drainage Station. Through field surveys, operational data analysis, equipment inspections, and pipeline diagnostics, we systematically identify critical anomalies in the sewage pump and pipeline network. Comprehensive fault diagnosis and root cause analysis were conducted across multiple dimensions, including mechanical systems, electrical controls, protective devices, pipeline compatibility, design/construction, and operational management. To address key issues such as frequent pump tripping and pipeline overflow, we propose targeted solutions: dredging and pipeline clearance, impeller cleaning, electrical circuit optimization, protection parameter recalibration, pump frequency conversion retrofitting, flow rate regulation enhancement, localized pipeline upgrades, and establishment of long-term maintenance protocols.

Keywords

Drainage Pump Station; Submersible Sewage Pump; Operational Abnormality; Fault Diagnosis; Pipeline Matching; Optimization Processing;

污水泵运行后出现问题的原因分析及处理方法

郑磊

武汉市排水泵站管理处, 中国 · 湖北 武汉 430000

摘 要

本文以鸚鵡湖排水站实际运行故障为研究对象, 在现场勘查、运行数据统计、设备检测及管网排查基础上, 系统梳理污水泵及配套管网系统存在的主要异常现象, 从机械设备、电气控制、保护装置、管路匹配、设计施工、运行管理等多个维度开展故障诊断与成因分析。针对污水泵频繁跳闸、管网溢水顶盖等突出问题, 分别提出清淤疏通、叶轮清理、电气回路整改、保护参数重新整定、水泵变频改造、流量优化调控、局部管网改造及长效运维机制建设等具体解决方案。

关键词

排水泵站; 潜水排污泵; 运行异常; 故障诊断; 管网匹配; 优化处理

1 引言

排水泵站作为城市排水系统的关键节点, 承担着污水提升、压力输送、汛期排涝等重要功能, 其运行稳定性直接关系到城市水环境安全、居民生活质量及公共卫生安全。近年来, 各地陆续开展排水管网改造、泵站升级、污水处理厂扩容等工程建设, 有效改善了城市水环境面貌。

但在实际运行过程中, 部分新建或改造泵站仍会出现设备故障频发、系统匹配性差、运行能耗偏高、管网溢水冒顶等问题。若不能及时准确诊断、科学处置, 不仅会影响工程效益发挥, 还可能造成污水溢流、环境污染、交通受阻、设备损坏扩大等次生问题。

鸚鵡湖排水站是武汉市市属泵站出水水质综合整治一

期工程的重要组成部分, 工程于 2021 年建成投运。自投运以来, 该站 1# 污水泵多次出现开机后自动跳闸、无法连续稳定运行现象, 同时下游管网存在明显压力异常、井盖顶起、污水外溢等情况, 经多次应急处置仍未得到根治, 已成为影响片区污水系统安全稳定运行的突出隐患。

基于此, 本文以鸚鵡湖排水站为工程实例, 围绕污水泵运行异常与管网溢水两大核心问题, 开展现场调查、原因分析、方案论证与优化建议, 形成完整的故障诊断与治理思路, 为工程整改提供技术依据, 也为同类泵站运维管理提供参考案例。

2 工程概况

2.1 项目背景与建设意义

武汉市市属泵站出水水质综合整治一期工程, 系统推进长江经济带生态环境保护的重点基础设施项目。工程以提升污水收集效能、消除污水直排溢流、改善水体环境质量为

【作者简介】郑磊 (1986—), 男, 中国湖北武汉人, 本科, 助理工程师, 从事水力机械研究。

目标,对多个片区排水管网、泵站设施、输送系统进行系统性改造与优化,是保障城市水环境安全、提升人居环境品质的重要民生工程。

鸚鵡湖片区位于武汉市中心城区原有污水管网建设标准不一、部分管段老化、管径偏小、坡度不足,加之早期雨污分流不彻底,导致污水收集率偏低、雨季合流溢流量大,对周边水体环境造成影响。为从根本上解决上述问题,武汉市将鸚鵡湖排水站列为本次整治工程的核心节点,通过新建与改造相结合,完善污水“收集—提升—输送—处理”全链条系统。

2.2 泵站规模与主要设备

鸚鵡湖排水站主要功能为汇集片区生活污水、商业污水及部分初期雨水,经泵站加压提升后,统一输送至南太子湖污水处理厂进行集中处理,实现达标排放或资源化利用。

设计服务范围:鸚鵡湖核心片区,设计最大输送规模:25万 m^3 /d,站内主要设备:潜水排污泵2台,一用一备,单泵设计参数:轴功率:37kW,设计流量:0.104万 m^3 /h,运行方式:自动/手动控制,根据集水井液位自动启停

泵站于2021年5月底完成竣工验收,6月正式投入带负荷运行,日常每日运行时长约8~12小时,可根据季节、降雨量、污水量灵活调节。工程投运初期,整体运行基本平稳,但随着运行时间增加,设备与管网协同运行矛盾逐渐显现,多项异常问题集中爆发。

2.3 运行现状与突出问题

在实际运行中,鸚鵡湖排水站暴露出两大典型问题:

2.3.1 污水泵频繁自动跳闸

设备启动后,往往无法进入稳定运行状态,运行一段时间即出现无规律跳闸,导致泵站长期只能依靠2#泵单独运行,设备负荷加重、检修压力增大,极端天气或污水量高峰时段存在输送能力不足风险。

2.3.2 下游管网井盖顶起、污水溢水

水泵运行时,拦江路与洲尾正街交汇处检查井井盖被压力顶起、移位,污水大量溢出路面,造成积水、异味、环境污染,影响周边交通与居民出行。虽采取过加固井盖、临时开孔排气等措施,但治标不治本,低负荷运行仍有溢水,说明系统存在根本性匹配问题。

上述问题已严重影响排水站安全稳定运行和周边环境,亟需开展系统性诊断与综合治理^[1]。

3 污水泵及管网系统运行异常现象

3.1 污水泵频繁自动跳闸

污水泵投运后,逐渐出现启动困难、运行不稳定、自动跳闸停机等现象,主要特征如下:跳闸无明显规律,有时刚启动即跳,有时运行数分钟至数十分钟后跳闸;跳闸后手动复位可再次启动,但仍会重复跳闸,无法长期连续运行;控制柜内部件存在明显发热痕迹,部分接线端子绝缘层烧

焦、碳化,接点变色;运维人员曾多次检查电缆绝缘、紧固端子、更换配件,但故障反复出现。

上述现象表明,跳闸并非简单接线松动或瞬时过载,而是机械、电气、控制、水力工况共同作用的综合性故障。

3.2 管网井盖顶起与溢水

在水泵投入运行后,下游关键节点检查井出现明显压力异常:井盖被向上顶起、局部翘起,甚至发生位移;井内污水伴随气体从井盖缝隙大量涌出,形成路面积水与异味;采取压重、加固、钻孔排气等应急措施后,顶盖现象有所缓解,但溢水仍持续;即使降低运行负荷、减小出流量,溢水问题仍不能完全消除。综合判断,管网溢水顶盖属于水力工况失调、泵站输出与管网承载能力不匹配的系统性问题,而非单纯井盖强度不足。

4 运行异常问题原因分析

4.1 污水泵频繁跳闸原因分析

4.1.1 叶轮与泵腔堵塞

污水中常含有塑料袋、布条、砂石、建筑垃圾等杂物,极易缠绕、卡堵潜水排污泵叶轮。叶轮卡堵会直接导致:水泵转动阻力增大,电机负载急剧升高;运行电流超过额定值,触发过载保护;长期堵转运行易造成电机过热、绝缘下降。这是污水泵站最常见、最易发的跳闸原因。

4.1.2 电气接线与元器件接触不良

控制柜内接线端子、母排、电缆接头若压接不牢、接触面氧化、螺丝松动,会导致接触电阻增大,大电流通过时局部发热严重,进而:

绝缘层老化、烧焦、碳化;回路电阻不稳定,电流波动大;保护装置检测到异常,动作跳闸。现场已发现端子烧蚀痕迹,可判定该问题确实存在,但并非唯一原因。

4.1.3 电机绝缘下降或漏电

潜水排污泵长期在水下运行,密封件老化、电缆破损、泵体进水均可能导致:电机绕组受潮,绝缘电阻降低;出现漏电、相间短路、对地短路隐患;漏电保护器、过流保护动作跳闸。即使绝缘测试暂时合格,在带负荷、振动、温升变化条件下,仍可能出现间歇性绝缘失效。

4.1.4 保护装置整定参数不合理

热继电器整定偏小

热继电器用于电机过载保护,整定值通常设为额定电流的1.05~1.1倍。若整定电流偏小,水泵正常启动或轻微波动即会误动作。

塑壳断路器保护参数不匹配

断路器瞬动、短延时保护参数若未合理躲过启动电流,或长延时过载值设置过严,都会造成运行中频繁跳闸。

4.1.5 机械卡涩、轴承损坏或安装偏差

水泵安装过程中若存在:泵体与管路不同心;导杆、支座安装偏差;轴承磨损、缺油、锈蚀;泵轴弯曲、动静部

件摩擦。会导致运行阻力异常、振动加大、电流偏高，最终引发保护跳闸。

4.2 管网井盖溢水顶盖原因分析

4.2.1 下游管网淤积堵塞

片区管网建成年代不一，长期运行中：泥沙、油污、杂物沉积管底，减小过流断面；管道有效通水能力下降，水流速度降低；上游来水无法及时下泄，形成压力顶托；检查井成为泄压点，导致井盖顶起、污水外溢。

4.2.2 泵站排水能力与管网接纳能力不匹配

泵站按远期规划设计，流量、扬程相对偏大。而下游部分管网仍为老旧管段：管径偏小、坡度偏缓；局部瓶颈段、弯头多、阻力大；

管网整体过流能力低于泵站设计输出能力。水泵一启动，流量“供大于求”，管网内压力迅速升高，形成顶托溢水。

4.2.3 管道施工缺陷与水力条件差

部分管段存在：施工坡度不足，甚至局部倒坡；接口错位、渗漏、淤积；检查井内部构造不合理，水头损失大。导致排水不畅、局部壅水，进一步加剧压力异常。

4.2.4 排气不畅与气堵影响

污水中含有有机物分解产生的气体，若管网高点未设置排气装置：气体聚集形成气堵；管内有效过水面积减小，压力波动大；压力瞬间升高，顶起井盖^[2]。

5 针对性处理方案与优化措施

5.1 污水泵跳闸综合治理方案

5.1.1 彻底清理叶轮与流道

停机断电，安全作业前提下，吊出水泵；拆解检查叶轮、泵腔、进水口，清除缠绕物与堵塞物；检查叶轮磨损、腐蚀情况，必要时修补或更换；恢复安装后，手动盘车确认转动灵活、无卡滞。

5.1.2 电气回路全面整改

更换烧蚀、老化接线端子、连接线；所有接点重新压接、紧固，做抗氧化、防潮处理；检查母排、接触器、热继电器触点烧蚀情况，损坏件全部更换；复测电缆、电机绝缘电阻，确保符合规范要求。

5.1.3 保护参数重新整定

核对电机铭牌额定电流；热继电器调整为 1.05 ~ 1.1 倍额定电流；断路器过载、短路保护参数按设计与规范重新设定；多次空载、带载试运行，观察保护动作可靠性。

5.1.4 机械部分检修与校正

检查轴承、机械密封，老化失效立即更换；校正泵体安装垂直度、同心度；消除安装应力与异常振动；恢复后进行连续试运行，监测电流、温升、噪声。

5.1.5 增设前置拦污设施

在集水井进水口加装格栅或滤网，定期清理，从源头减少杂物进入水泵，降低堵塞概率。

5.2 管网溢水顶盖优化处理方案

5.2.1 全面清淤疏通

采用 CCTV 管道检测设备，对下游关键管段全面探查；采用高压水射流清洗、机械掏挖、人工辅助等方式彻底清淤；清除检查井内淤泥、垃圾，恢复通水能力。

5.2.2 实施水泵变频流量控制（推荐核心方案）

为污水泵增设变频控制柜；根据集水井液位、管网压力、溢水情况，自动调节转速与输出流量；使泵站输出与管网接纳能力动态匹配，从根源消除压力顶托；优点：投资适中、改造快、效果明显、节能降耗。

5.2.3 局部管网瓶颈改造

对检测中发现的：严重缩径、破损、倒坡管段；阻力过大的瓶颈节点；进行局部更换、翻新或改线，提升系统过流能力。

5.2.4 完善排气与井盖安全措施

在管网高点合理增设排气阀，消除气堵；更换或加固防盗、防顶起检查井井盖；优化井盖密封与通气结构，减少溢水溅漏。

6 运行保障与长效管理机制

为避免问题反复，实现泵站长期稳定运行，建议建立“设备—管网—人员—制度”四位一体的运维体系。

6.1 设备日常巡检与维护制度

每日巡检：电流、电压、温升、振动、噪声、有无异味；每周检查：控制柜、接线端子、仪表显示；每月维护：清理格栅、滤网，检查密封、润滑；每季度/年度：全面保养、性能测试、绝缘检测。

6.2 管网定期养护机制

建立管网清淤常态化制度，定期疏通；重要节点定期 CCTV 检测，早发现、早处置；建立管网、检查井、阀门、排放口台账。

6.3 运维人员技能提升

开展潜水排污泵、电气控制、变频系统、管网维护培训；掌握常见故障判断、应急处置、安全操作流程；实行专人专管、责任到人。

6.4 在线监测与智能调控

逐步完善自动化监测系统：集水井液位、水泵运行电流、电压、能耗；出口压力、流量、运行状态；异常自动报警、远程监控、历史数据记录；为精细化调度提供数据支撑。

6.5 应急预案与应急处置

针对以下情况制定专项预案：水泵突然跳闸、无法启动；管网大面积溢水、道路积水；停电、设备损坏、汛期高水位运行。定期组织演练，确保快速响应、有效处置^[3]。

7 结语

鸚鵡湖排水站 1# 污水泵频繁跳闸、下游管网井盖顶起溢水问题，是设备故障、电气缺陷、水力匹配失调、运维管

理不足等多因素叠加导致的系统性问题。通过本文系统诊断与分析,可得出以下结论:1.污水泵跳闸以叶轮堵塞、电气接触不良、保护参数不合理、机械安装偏差为主要原因,通过清淤、电气整改、参数整定、机械校正可有效解决。2.管网溢水顶盖核心原因为管网淤积、过流能力不足、泵站与管网流量不匹配,优先采用清淤疏通+变频流量调控,可在较短时间内实现系统稳定。3.两类问题均需坚持“短期治标、长期治本”,在完成故障整改后,必须同步建立标准化、常态化运维管理体系,才能确保长期稳定运行。4.本文形成的故障排查思路、技术改造方案与管理建议,具有较强实用性与可操作性,可为鸚鵡湖排水站整改提供直接依据,也可为

国内同类城市排水泵站故障治理、系统优化与安全运行提供工程参考。

通过科学诊断、精准治理、规范管理,鸚鵡湖排水站能够完全恢复设计功能,稳定高效服务于片区污水收集与水环境治理,持续为长江大保护和城市高质量发展提供坚实支撑。

参考文献

- [1] 北京市市政工程设计研究总院有限公司. 给水排水设计手册(第5册): 城镇排水. 北京: 中国建筑工业出版社.
- [2] 泵站设计规范 GB 50265-2010. 北京: 中国计划出版社.
- [3] 潜水排污泵技术条件 JB/T 10830-2008.