第 7 卷◆第 10 期◆版本 1.0◆2026 年
文章类型：论文|刊号（ISSN）：2737-4580(P) / 2737-4599(O)

市政污水泵站运行故障原因及优化方案

关硕
河北省第二建筑工程有限公司
DOI:10.32629/jpm.v7i10.9054

[摘　要] 本文聚焦市政污水泵站运行故障原因、优化方案进行研究，主要是剖析污水泵站于城市排水系统运行里的功能定位、常见故障类型、形成机理、运行优化路径。文章运用文献归纳、机理分析、运维管理研究相互结合的方式，从泵站系统构成、设备运行特征、故障原因识别、技术优化措施还有管理保障机制等方面予以论述。研究表明，市政污水泵站出现故障一般和进水水质波动、泵机设备磨损、电气控制异常、管路堵塞、自动化水平欠缺、运维管理欠佳等因素存在关联。
[关键词] 市政污水泵站；运行故障；设备维护；自动化控制；优化方案

Causes of Operational Failures in Municipal Sewage Pump Stations and Optimization Strategies

Guan Shuo
Hebei Second Construction Engineering Co., Ltd.

[Abstract] This paper focuses on the causes of operational failures and optimization strategies for municipal wastewater pumping stations, primarily analyzing the functional role of these stations within the urban drainage system, common types of failures, their underlying mechanisms, and pathways for operational optimization. By integrating literature review, mechanism analysis, and operational and maintenance management research, the paper discusses the composition of pumping station systems, equipment operating characteristics, identification of failure causes, technical optimization measures, and management support mechanisms. The study indicates that failures in municipal wastewater pumping stations are generally associated with factors such as fluctuations in influent water quality, wear and tear of pump equipment, abnormal electrical control, pipeline blockages, insufficient automation levels, and inadequate operational and maintenance management.
[Key words] municipal wastewater pumping station; operational failure; equipment maintenance; automated control; optimization strategy

引言

市政污水泵站在城市排水系统里属于关键节点，负责污水的提高、输送、调度工作，对于保证污水管网能够稳定运行、污水处理厂可以正常进水、城市水环境治理而言有着重要意义。伴随城市建设规模不断扩大，排水系统负荷持续增加，污水泵站的运行环境变得更为复杂，像设备出现故障、管路发生堵塞、电气出现异常、控制失灵等问题，给系统的连续运行带来了挑战。对其故障原因、优化方案展开研究，能够提高市政排水设施的运行管理水平。

一、市政污水泵站运行管理的基本认识

（1）市政污水泵站的功能定位

市政污水泵站属于城市污水收集与输送系统里的关键设施，主要作用是克服地形高差、管网埋深限制、污水重力流输送不足等状况，把污水从低位区域升至高位管渠，或者输送到污水处理设施那里。泵站一般由进水井、格栅间、集水池、水泵机组、出水管路、阀门系统、电气控制系统、通风除臭系统、自动化监测系统、附属建筑构成。它的运行状态会直接对上游管网水位、下游输送能力、污水处理厂进水稳定性产生影响。污水泵站和普通给水泵站不一样，其输送介质成分复杂，有可能含有泥砂、纤维、漂浮物、油脂、腐蚀性气体，这就对设备耐磨性、抗堵塞能力、运行维护提出了更高的要求。所以，污水泵站管理要兼顾水力调度、设备运行、环境控制、安全防护。

（2）污水泵站运行故障的基本特征

市政污水泵站运行故障具备一些特性，比如说具有突发性，还有连续性影响、多系统关联。突发性的表现是像水泵堵转、控制柜跳闸、液位计失准或者阀门失灵这样的故障，有可

Copyright © This work is licensed under a Commons Attibution-Non Commercial 4.0 International License.

能在较短时间里影响泵站的提高能力。连续性影响是指一旦污水输送受到阻碍，上游管网的水位就会一步步升高，这也许会对排水系统的整体运行产生影响。多系统关联体现为机械设备、电气设备、自动化系统、管路系统、土建设施之间相互产生作用，一处出现异常就可能引发连锁反应。举例来讲，格栅除污效果不好可能会增加水泵堵塞的概率，液位控制不准确可能造成频繁启停，电气保护动作不正常可能影响机组切换。对于污水泵站运行故障不能单独进行判断，应该从设备、介质、工况、管理等多个方面来综合分析。

（3）加强运行优化的现实意义

强化市政污水泵站运行故障分析、优化工作，对于城市排水安全、水环境治理有着实际的意义。其一，泵站稳定运行可确保污水及时被收集并输送出去，进而减少管网处于高水位运行时所产生的压力。其二，运行优化有益于降低设备出现故障的概率、维修成本，还能延长水泵、电机、阀门和电气设备的使用时长。其三，泵站的运行效率和能耗紧密相连，合理安排机组调度、优化控制策略能够降低能源的消耗。其四，伴随智慧水务建设的不断推进，污水泵站正从传统的人工值守朝着自动化、信息化、智能化管理的方向转变。借助对故障原因进行系统分析并提出优化方案，能够提高市政排水设施的精细化管理水准，为城市韧性建设给予支持。

二、市政污水泵站常见运行故障类型

（1）水泵机组运行故障

污水泵站的核心设备是水泵机组，它常见的运行故障有启动困难、运行之时出现振动、流量不足、扬程下降、轴承温度升高、机械密封出现泄漏、叶轮磨损、泵体堵塞、电机过载等。污水里面有杂物和泥砂，长时间运行会磨损叶轮、泵壳、密封部件，进而致使效率降低。纤维状杂物、塑料制品和沉积物进入泵腔以后，有可能缠绕叶轮或者堵塞流道，造成机组负荷加大。水泵频繁地启动和停止会加剧电机和控制设备的损耗，对运行稳定性产生影响。要是水泵选型与实际流量、扬程、介质特性不相符，也有可能出现长期偏离高效区运行的状况。水泵机组故障通常会直接影响泵站的提高能力，是运行维护中要重点关注的内容。

（2）管路阀门与集水系统故障

污水泵站管路阀门、集水系统出现故障时，主要呈现出进水不顺畅、出水阻力增加、阀门开启与关闭出现失灵状况、止回阀关闭存在不严实的问题、管道出现沉积现象、管路产生振动、集水池出现淤积等情况。污水当中存在较多的固体颗粒、漂浮杂物，要是格栅截留、沉砂、清掏工作做得不到位，就容易在集水池、吸水口和管道低洼之处积聚起来，进而影响水流的条件。止回阀要是关闭得不严密，就有可能造成出水出现倒流的情形，使得水泵进行重复提高，从而增加能耗、设备负荷。闸阀、拍门、伸缩接头等部件长期处于潮湿、腐蚀、有污水气体的环境之中，容易出现锈蚀、卡阻或者密封性能降低的问题。集水池液位变化不均匀、死角区出现沉积、吸水口布置不合理等情况，同样会对水泵的吸入条件产生影响。

（3）电气控制与自动化系统故障

电气控制、自动化系统对污水泵站达成安全运行、无人值守而言是关键基础。常见故障有电源出现异常、控制柜发生跳闸、接触器遭到损坏、变频器发出报警、保护装置产生动作、液位计变得不准、信号传输出现中断、PLC 程序出现异常、远程监控数据不一致等情况。污水泵站运作的环境湿度较大，硫化氢这类具有腐蚀性的气体有可能对电气元件、接线端子的稳定性产生影响。液位计、流量计还有压力传感器长时间接触污水或者潮湿空气，要是维护不及时的话，很容易出现测量误差。

三、市政污水泵站运行故障形成原因分析

（1）污水水质复杂与前端截污不足

污水泵站运行出现故障，重要原因之一在于污水水质复杂、前端截污有不足。城市污水里面常常混入生活垃圾、塑料袋、湿巾、纤维织物、油脂、泥砂还有施工残留物等杂质，当这些物质进入泵站后，会让格栅负荷增加，同时使水泵堵塞风险上升。要是进水口格栅间距设置得不恰当，除污设备运行不稳定，或者人工清掏不够及时，杂物就有可能进入集水池、泵腔。泥砂长时间沉积会让集水池有效容积减少，进而影响液位控制、水泵吸入状态。

（2）设备选型与运行工况匹配不足

设备选型跟运行工况的匹配程度会对污水泵站运行效果产生直接影响。进行水泵选型的时候要全面考量设计流量、最高水位、最低水位、扬程变化、管路损失、污水介质特性、运行方式还有备用能力这些方面。要是选型的流量过大，水泵就有可能频繁地启停，并且会长时间处于低效区，要是选型流量不足，就没办法满足高峰期的提高需求。叶轮形式、流道宽度、通过能力同样要和污水杂质含量相适应才行。电机功率、变频控制、保护装置配置要是和实际负荷不匹配，就可能引发过载、能耗增加或者保护频繁动作的情况。

（3）运行维护管理精细化程度不足

污水泵站运行出现故障，这与维护管理的精细化程度存在关联。部分泵站着重于故障发生后的抢修处理，却对日常状态的检查、预防性维护有所忽视，以至于一些小问题逐步积累，最终演变为设备故障。像水泵轴承润滑、机械密封检查、电机绝缘测试、阀门启闭试验、格栅清污、集水池清淤、传感器校验、控制柜除湿等这些工作，要是缺少相应的计划、记录，那么设备的状态就难以被及时掌握。运行人员的技能水平同样会对故障判断效率产生影响，当面对变频器报警、液位异常、自动控制失灵的情况时，要是缺乏系统分析能力，就有可能延误

Copyright © This work is licensed under a Commons Attibution-Non Commercial 4.0 International License.

文章类型：论文| 刊号（ISSN）：2737-4580(P) / 2737-4599(O)

处理时机。

四、市政污水泵站运行优化技术方案

（1）优化水泵机组配置与运行调度

要提高污水泵站运行的稳定性需先优化水泵机组配置、运行调度。对于既有泵站来说结合实际进水流量、液位变化、运行时长、启停频次还有能耗数据来评估水泵性能，以此判断机组是不是长期偏离高效运行区。依据运行需求通过大小泵组合、变频调速、轮换运行、分时调度等办法，提高机组适应不同流量工况的能力。变频控制要与液位变化、管网调蓄、出水压力相匹配以免频繁启停。

（2）完善格栅除污与管路疏通措施

格栅除污、管路疏通属于减少污水泵站机械故障的关键举措。污水泵站需要依据进水水质、杂物含量情况，科学合理地配置粗格栅、细格栅或者粉碎型格栅，并且建立起定期检查、清捞、维护的相关制度。机械格栅要维持连续且可靠的运行状态，及时将栅渣清除掉，防止水位差变得过大进而对进水条件产生影响。集水池应当定期进行清淤工作，以此减少泥砂沉积、池底出现死角的情况。吸水口周边要保持畅通无阻，防止杂物堆积对水泵吸入造成产生吸入造成影响。出水管路与阀门需要定期进行检查，重点留意止回阀密封、闸阀启闭、管道沉积、异常振动等方面。

（3）提升电气控制与自动化监测水平

对电气控制与自动化系统加以优化，这是提高污水泵站运行可靠性的一个关键方向。污水泵站需要完善对于液位、流量、压力、电流、电压、温度、振动、设备状态等多方面参数的监测工作，从而能够及时了解设备的运行状况。液位计要定期进行清洗、校验、比对等操作，以此避免因污物附着而致使测量出现误差。控制柜要强化防潮、通风、除湿、防腐等方面的处理，保证接线端子、接触器、继电器、变频器能够稳定运行。自动控制逻辑应当依据实际的工况进行优化，合理设定启停液位、保护参数、备用泵切换、异常报警等内容。

五、市政污水泵站运行故障防控保障机制

（1）建立预防性检修与巡检制度

市政污水泵站故障防控需要建立起预防性检修、规范巡检制度。巡检的内容应当包括水泵机组、电机、阀门、格栅、集水池、液位计、控制柜、除臭通风设施、备用电源还有安全防护设施。巡检的时候不光要查看设备是不是在运行，还得记录电流、振动、温度、液位、流量、启停次数、报警信息。预防性检修要依据设备运行的时长、故障历史、厂家技术要求来制定计划，对轴承、密封、叶轮、电缆、传感器、控制元件进行定期维护。

（2）完善运行数据分析与能效管理

运行数据分析属于污水泵站优化管理的一种重要方式。泵站需要持续记录进出水液位、泵组运行时间、启停的频次、流量、电耗、报警次数、维修记录等内容，并且要针对这些数据展开统计分析。借助比较单位水量电耗、不同机组运行效率、不同液位控制策略下的能耗变化情况，能够发现设备效率衰减、调度不合理等问题。能效管理不能仅仅着眼于电费降低，还应当全面考虑设备寿命、运行安全、管网调度需求等方面。对于运行时间显著偏高、流量显著下降或者电流异常波动的机组，应当及时进行检查、性能测试。

（3）加强人员培训与应急处置能力建设

污水泵站的安全运行需要专业人员的支持。运行维护人员要熟悉水泵结构、管路系统、电气控制、自动化平台、有限空间作业、安全防护、应急处置流程。管理单位应定期进行设备维护、电气安全、传感器校验、格栅清污、集水池清淤、控制系统故障判断、应急演练等方面的培训，以此提高人员的综合能力。在应急处置方面，针对水泵停运、电源中断、管路堵塞、液位异常、暴雨高水位、有害气体聚集等情况制定预案，明确责任分工、备用设备、抢修材料、信息报送流程。

结论

市政污水泵站运行故障原因及优化方案的研究，对于保障城市排水系统能够安全稳定地运行、提高污水输送效率、推动市政设施实现精细化管理而言，是非常重要的内容。研究显示，污水泵站作为城市排水系统里的关键节点，其运行状态会受到污水水质、设备性能、管路条件、电气控制、自动化水平、运维管理等诸多因素的共同作用。常见故障主要集中在水泵机组、管路阀门、集水系统、电气自动化系统等方面，其形成原因涵盖了前端截污不足、设备选型与工况匹配欠佳、运行维护精细化程度欠缺等。要提高泵站运行的可靠性，需要优化水泵机组配置与运行调度，完善格栅除污和管路疏通举措，提高电气控制与自动化监测水平。要建立预防性检修和巡检制度，完善运行数据分析与能效管理，加强人员培训、应急处置能力建设。

[参考文献]

[1]住房和城乡建设部. 室外排水设计标准：GB 50014—2021[S]. 北京：中国计划出版社，2021.

[2]住房和城乡建设部. 城镇排水管渠与泵站运行、维护及安全技术规程：CJJ 68—2016[S]. 北京：中国建筑工业出版社，2016.

[3]中国市政工程华北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[M]. 北京：中国建筑工业出版社，2017.

[4]王建华，刘志强. 市政污水泵站运行管理及故障处理措施研究[J]. 中国给水排水，2020，36(18)：108-112.

[5]李明，张海峰. 城市污水泵站设备运行维护与自动化控制优化探析[J]. 给水排水，2021，57(09)：92-96.

Copyright © This work is licensed under a Commons Attibution-Non Commercial 4.0 International License.