

除盐水系统运行稳定性提升策略探讨

景帅旗

(中石化(天津)石油化工有限公司, 天津 300000)

摘 要 除盐水系统作为保障工业生产过程中高纯水供给的重要环节,其运行稳定性直接影响到工艺设备的使用寿命与生产效率。然而,在实际应用中,除盐水系统常因设备老化、运行参数波动、操作管理不当等因素造成水质波动和系统故障,严重制约了系统运行的持续性与经济性。本文围绕除盐水的运行特征,系统分析了影响其稳定运行的关键因素,从设备维护、运行监控、工艺优化等方面提出了针对性的提升策略,并结合典型工程案例进一步验证了相关措施的可行性与效果,以为相关人员提供借鉴。

关键词 除盐水系统; 运行稳定性; 运行管理; 设备维护

中图分类号: TM621.8

文献标志码: A

DOI:10.3969/j.issn.2097-3365.2025.17.022

0 引言

在火电、石化、冶金等行业中，除盐水系统是保障设备高效运行与工艺用水纯度达标的重要基础设施。系统运行稳定与否，直接影响到锅炉寿命、换热效率和工艺连续性。传统除盐水系统运行中普遍存在膜污染频发、离子交换效率下降、运行波动频繁等问题。随着生产规模的扩大与自动化水平提升，对系统连续性和水质稳定性的要求也不断提高。因此，研究并完善除盐水系统运行稳定性提升策略已成为提高工业用水质量与运行效率的重要方向。本文以实际系统运行过程为基础，针对运行中常见问题，探索系统运行优化的关键路径，提供针对性解决措施，以期为行业运行管理水平的提升提供技术支持。

1 除盐水系统运行稳定性影响因素分析

1.1 设备老化与维护不足

系统稳定运行离不开设备的高效协同。然而，部分企业在长期运行过程中未能及时更新关键设备，导致泵阀腐蚀、仪表失灵或管道渗漏频发，形成系统运行瓶颈。例如某化工企业在使用多年的反渗透膜组件后未及时更换，导致进水压力波动频繁，膜污染严重，最终影响除盐水产水质量^[1]。设备老化叠加维护滞后，易引发系统运行参数偏移，降低整体处理效率。系统运行中应建立周期性检测与预防性维修制度，定期对设备进行全面检查，以延长设备使用寿命并减少运行干扰。此外，还应加强设备运行状态的动态监测，借助红外热成像、振动分析等技术手段实现早期故障识别，提升设备管理的前瞻性。建立关键设备运行台账与维修档案，有助于系统化追踪运行趋势，为后续设

备更新与维护决策提供数据支持,从而保障系统持续稳定运行。

1.2 运行参数控制不当

除盐水系统依赖于多个工艺参数的精准控制，如压力、流速、电导率与 pH 值等。一旦运行参数设定不合理或控制精度不足，将直接影响水处理效果。例如：在运行过程中，如果进水温度波动较大而未及时调整加药量或运行压力，极易造成反渗透膜结垢或微生物滋生，从而影响系统通量与脱盐率。因此应强化参数监控手段，建立联动调控机制，保障系统运行在稳定范围内。同时，应结合在线监测系统与自动控制装置，实现对关键参数的实时反馈与自动调节，提升系统响应能力和运行精度。通过引入数据分析模块，还可进行趋势预测与异常预警，及时发现潜在风险并调整运行策略，从而有效降低系统故障发生率，提升整体水质保障能力。

1.3 操作人员专业能力不足

操作人员的业务素养直接决定系统运行状态。部分岗位因缺乏系统性培训, 出现错误操作或异常判断滞后的现象, 容易引发系统故障或延误处理。以某电厂为例, 由于值班人员未及时判断离子交换器树脂失效状态, 导致产水质量下降, 后期不得不进行整套系统停运检修, 造成大量损失。因此, 强化操作规范与培训机制是提升系统稳定性的关键保障。

2 除盐水系统运行管理优化路径

2.1 完善设备巡检与维护机制

除盐水系统的设备状态是保障系统稳定运行的基础。若关键设备如反渗透膜、离子交换柱、高压泵等

维护不当或运行故障,将直接导致水质波动或系统中断运行。因此,必须建立科学完善的巡检与维护机制^[2]。首先,运行管理人员应制定定期巡检计划,明确检查频次、巡检内容及记录方式,确保各设备运行状态实时掌控。其次,应建立设备运行档案,记录设备参数变化、维修情况与故障历史,作为日常管理与预测维护的参考依据。此外,还应加强备品备件管理,确保关键部件在突发情况下能迅速更换,减少系统停运时间。例如在某化工厂实践中,巡检制度执行到位后,设备故障率明显下降,系统运行的连续性与稳定性显著提升。通过制度化巡检流程与技术支持手段的结合,可有效延长设备寿命,保障系统高效运行。

2.2 构建智能化运行监控平台

信息化、自动化手段的应用是提升除盐水系统运行效率和监控精度的重要方向。构建智能化运行监控平台,可实现对系统运行数据的实时采集与可视化。平台通过布设传感器对压力、电导率、流量等关键参数进行监控,并结合 PLC 自动控制系统实现数据联动与异常报警。通过 SCADA 系统或数据集成平台,运行人员可即时掌握运行状况并快速作出调整。例如:某电厂引入智能控制系统后,系统响应速度和故障处理能力大幅提升,有效降低了人为误操作带来的风险。同时,数据平台还能实现历史数据趋势分析与运行效率评估,为后续管理优化提供技术支持^[3]。智能化平台的建设不仅提高了管理精度,也为系统稳定运行奠定了技术基础。

2.3 优化运行工艺与加药策略

合理的运行工艺与科学的加药策略是保障除盐水系统稳定高效运行的关键。工艺流程应根据进水水质、季节性变化等因素灵活调整,防止膜污染、交换效率下降等问题。例如:在高硬度水源条件下,应加强预处理环节,加大阻垢剂与絮凝剂的使用力度,并适时清洗膜组件,维持系统通量与脱盐率。同时,加药策略也应从传统的人工投加模式向自动化调控模式转变。通过设置在线监测仪与自动加药系统,可根据水质参数实时调节药剂投加量,提升药剂利用效率。例如:某企业改用自动加药系统后,膜污染率降低约 30%,运行成本也相应下降。系统化调整运行工艺和加药方式,不仅优化水处理过程,也大幅提升了系统稳定性和运行经济性。

3 提升运行稳定性的系统化策略与案例应用

3.1 建立标准化运行操作体系

除盐水系统运行涉及多个工艺流程及设备系统的协同配合,操作流程的规范化直接关系到系统稳定性

与水质控制的持续性。然而在许多实际运行单位中,操作人员往往依赖经验进行操作,缺乏统一的标准化作业指导,这容易导致不同班组、不同人员在操作过程中产生偏差,从而造成系统波动或水质异常。为此,构建一套科学、系统、具体、可操作的标准化运行操作体系显得尤为重要。首先,应由专业技术人员依据除盐水系统工艺流程编制详细的《运行操作规程》,涵盖启动、运行、停机、反洗、再生等各环节,并明确各项参数设定标准及操作注意事项。其次,应建立岗位职责清单和关键岗位操作流程卡,将操作任务具体量化并与岗位职责对应,确保每一位操作人员都能明确自身职责与操作流程。例如在某电厂运行实践中,通过推行标准化运行操作卡,设置关键参数提示点和操作时间节点,使得系统在更换离子交换树脂时不再出现水质短时波动的问题。再次,应建立标准化巡检制度和异常处理流程,将设备巡检与运行数据采集纳入日常工作体系,确保异常情况能被及时识别与响应。此外,推行模拟操作培训和标准化考试机制也是保障执行效果的重要手段。通过每季度组织一次模拟操作演练,让人员熟悉应急预案流程,同时建立操作评分机制,将标准化执行情况纳入绩效考核,有效提高了运行管理的规范化水平。标准化操作体系不仅提升了人员执行的准确性与一致性,也为系统运行提供了稳定、可控的基础保障,对实现高质量的水处理系统运行具有重要意义。

3.2 实施专业化人员培训机制

除盐水系统运行管理具有较高的技术含量,涵盖化学处理、电控设备管理、水质分析、膜技术应用等多个知识领域。操作人员不仅要具备基本的设备操作能力,更要能够理解系统工艺原理、判断异常情况并进行及时处理。然而,在实际运行中,许多单位存在培训机制不完善、人员专业水平参差不齐、岗位技术更新滞后的问题,严重制约了系统稳定运行水平的提升。因此,构建科学、系统、持续的专业化人员培训机制,成为提高运行稳定性的重要保障。首先,应根据岗位职责设定分级培训内容,对新入职人员开展基础理论培训,包括除盐水系统组成、运行原理、水质指标解读等内容,为后续上岗操作奠定知识基础^[4]。对中高层技术人员则应开展工艺优化专题培训与技术研讨,提升其对系统整体运行的理解与掌控能力。其次,培训应注重实践性与互动性,可通过案例教学、情景模拟、实操演练等方式提升培训效果。例如:某热电厂实施“每月一案例”学习制度,选取系统运行中典型问题如膜结垢、树脂污染等进行分析讨论,使操作人员在真实

问题中提升问题识别与处理能力。此外,培训机制还应与绩效评价挂钩,通过考试、评估与岗位晋升制度将学习成果应用到实际工作中,提升人员学习主动性。在某企业运行团队建设中,通过实施“技能晋级”制度,明确技术等级与薪酬待遇挂钩关系,极大激发了员工提升专业能力的积极性。最后,应与设备厂商、科研机构建立合作关系,邀请专业技术人员定期开展前沿技术培训,及时掌握膜材料更新、自动化控制系统升级等行业新动态,保持团队知识结构的先进性。专业化人员培训不仅提升了系统运行能力,更构建了运行团队的知识梯队与管理支撑体系,是推动系统运行长期稳定的关键基石。

3.3 推动管理流程与绩效联动机制

除盐水系统的运行管理不仅仅是技术和设备的配合,更需要制度保障与管理机制的协同支持。传统管理模式中,往往缺乏对运行质量的量化评估与责任落实机制,导致系统问题发现滞后、处理效果反馈不足、人员积极性不高。为此,建立以运行稳定性为核心指标的绩效联动机制,有助于推动系统管理科学化、流程化和责任化。首先,应明确各岗位运行责任,通过制定“岗位责任制管理办法”,将设备完好率、水质达标率、运行故障响应时间等关键指标量化分解到个人或班组,并建立相应的评价体系。例如:在某工业水处理中心推行“运行绩效评分卡”,将系统稳定运行时间、水质在线合格率、系统故障处理及时率等纳入考核指标,按月通报并与绩效奖金挂钩,有效提高了运行人员的责任意识和执行效率。其次,应建立问题反馈与整改闭环机制,将运行过程中发现的问题进行分级归类,明确整改责任人和整改期限,并将整改情况纳入绩效考核。通过问题闭环管理不仅提升了系统改进效率,也增强了管理制度的执行力。在某企业案例中,通过实施“运行问题整改闭环表”,系统运行故障率较改进前下降了25%。此外,管理流程还应与数据平台建设相结合,借助信息化手段实现运行绩效的数据化管理与分析,提升管理决策的科学性。最后,应注重激励与约束并重,结合评优评先制度、技术竞赛与岗位晋级机制,形成正向激励氛围,增强人员归属感与成就感。绩效联动机制的建立不仅提升了管理效能,也有效推动了系统运行目标向高质量转变,是实现除盐水系统稳定运行管理升级的重要支撑路径。

3.4 典型工程案例分析

为了更好地验证系统运行稳定性提升策略的实际效果,本文选取某大型热电企业除盐水系统运行优化

改造项目作为典型案例进行分析^[5]。该企业在长期运行过程中面临系统波动频繁、膜污染严重、出水电导率不稳定等问题,严重影响了锅炉供水质量与运行安全。项目组在对系统进行全面诊断后,采用了“三步提升策略”:一是更换老化膜组件与优化膜组件排列方式,提升膜通量与脱盐效率;二是引入自动化加药系统与智能监控平台,实现加药量的精准控制与系统运行数据的实时监测;三是构建标准化运行管理流程,并对操作人员开展专题培训。改造实施后,系统产水电导率稳定维持在 $4.5\ \mu\text{S}/\text{cm}$ 以内,反渗透膜清洗周期由原来的每月一次延长至每季度一次,系统运行能耗下降12%。同时,故障停机次数大幅减少,设备利用率提升至98%以上。企业在运行效益显著提升的同时,也建立了完整的运行标准化与绩效联动体系,实现了除盐水系统由“经验管理”向“智能管理”的跨越。该案例表明,多维度协同推进的稳定性提升策略在实践中具有良好的推广价值与复制性,为同类系统运行提供了可借鉴的路径和经验。

4 结束语

除盐水系统的运行稳定性直接关系到工业生产的连续性和设备的安全运行,是实现高效水处理与节能降耗的关键保障。实践表明,从设备管理、运行监控到操作流程优化,系统化、多维度的提升路径是提高运行稳定性的有效手段。未来,应进一步加强技术革新与智能化平台建设,提升运行数据分析与故障预警能力,实现系统运行的可控化与精细化管理,为企业提供更高质量的用水保障。同时,还需持续强化人员培训与管理机制协同,构建稳定、高效、可持续发展的除盐水运行体系。

参考文献:

- [1] 林阳.除盐水联合装置大检修的有关措施[J].化工管理,2019(34):180-181.
- [2] 邢大伟,段权鹏,刘发圣.全膜法除盐水制水系统调试过程中常见问题处理工程技术研究[J].工程技术研究百科,2019(04):56-57.
- [3] 程一杰,厚谔,沈阳,等.调相机除盐水系统设计问题分析与改进建议[J].工业水处理,2022(08):178-181.
- [4] 肖方榜,曹成艳.国外某核电厂除盐水生产系统应对原水水质问题措施探讨[J].给水排水,2020(S1):122-124.
- [5] 许可宸,曹成艳,王瑞,等.某核电厂除盐水处理房综合设计优化[J].给水排水,2020(S1):119-121.