

污水装置托管运营导向的技术改造与应用

刘 成 胡海龙

新疆广汇煤炭清洁炼化有限责任公司 新疆 哈密 839000

摘 要：污水装置以托管运营为导向开展技术改造，可实现现有装置高效外包运营与新建扩容项目有序衔接，保障处理水量水质稳定达标。本文阐述改造整体规划、各处理单元改造要点及运行管控措施，明确改造需适配现有生化与深度处理装置外包运营的需求同时承接新建污水扩容项目 $\leq 60\text{m}^3/\text{h}$ 生化出水处理需求，为托管运营模式下污水装置高效运行提供技术支持。

关键词：污水装置；托管运营导向；技术改造；应用

引言：污水装置由预处理、生化处理、深度处理装置及新扩容污水装置共同组成，现有生化处理与深度处理装置计划实施外包运营，同时需承接新建污水扩容项目生化出水 $\leq 60\text{m}^3/\text{h}$ 的处理任务。原有装置运行参数、处理流程与托管运营需求存在适配差距，新建扩容项目需与现有装置顺畅衔接，本研究基于托管运营高效、合规、可控的核心需求，开展污水装置针对性技术改造。本文重点阐述改造整体规划、各处理单元改造细节、运行管控方法与效果验证，为托管运营导向下污水装置的稳定高效运行提供技术参考。

1 托管运营导向下污水装置整体改造规划

1.1 装置改造整体目标与范围

污水装置技术改造以适配托管运营模式为核心目标，兼顾现有装置外包运营的高效性与新建扩容项目的衔接顺畅性，确保改造后系统可稳定承接现有生化与深度处理装置外包运营任务，同时满足新建污水扩容项目生化出水 $\leq 60\text{m}^3/\text{h}$ 的水量处理要求。改造范围覆盖整个污水装置体系，包括预处理装置、现有生化处理装置、现有深度处理装置及新建污水扩容项目配套衔接装置，实现各装置之间流程贯通、参数匹配、管控协同，保障托管运营过程中各项操作规范高效，处理后出水水质符合既定标准。

1.2 现有运营装置外包适配改造规划

现有生化处理与深度处理装置作为外包运营的核心单元，改造重点聚焦流程优化、参数校准与管控适配，确保装置运行状态符合外包运营的标准化要求。生化处理装置改造范围界定为均质池至生化高密出水（即生化处理水），重点优化均质池水质水量调节能力，校准生化反应池运行参数，升级生化高密池固液分离效果，确保生化处理水水质稳定，为后续深度处理奠定良好基础。深度处理装置改造分为两个系列，深度一处理范围为生化

高密出水至反渗透产水，深度二处理范围为二系列调节池至反渗透产水，涵盖外循环水排水和热力化学再生浓盐水处理，重点提升反渗透装置运行稳定性，优化预处理过滤系统，提升产水效率与水质^[1]。

1.3 新建扩容项目改造衔接规划

新建污水扩容项目改造核心是实现生化出水与现有污水装置的顺畅衔接，改造范围界定为新建污水扩容项目生化出水端至生化高密池进水端，确保新建项目 $\leq 60\text{m}^3/\text{h}$ 的生化出水可稳定接入现有生化高密池进行后续处理，不影响现有装置的正常运行与外包运营进度。改造过程中铺设专用衔接管道，选用耐腐蚀、抗磨损材质，适配新建项目生化出水的水质特性，避免管道堵塞、泄漏等问题。改造现有生化高密池的进水系统，增设流量调节装置，可根据新建项目生化出水的瞬时流量进行精准调控，确保进水流量稳定在现有生化高密池的处理负荷范围内，避免因流量波动导致处理效果下降^[2]。

2 各处理单元技术改造细节

2.1 预处理装置技术改造

预处理装置作为污水处理的前端单元，改造重点是提升水质预处理效果，为后续生化处理、深度处理装置稳定运行提供保障，适配托管运营的高效化需求。改造过程中优化预处理格栅的运行参数，选用高效细格栅，提升悬浮物、漂浮物的去除效率，避免杂质进入后续装置造成堵塞、磨损，降低设备维护成本。改造调节池的搅拌与曝气系统，增设高效搅拌装置，确保调节池内水质水量均匀，减少水质波动对后续处理单元的影响；优化曝气装置布局，提升水体充氧效率，抑制厌氧反应发生，避免水体异味产生。改造预处理装置的排泥系统，选用自动化排泥设备，设定合理的排泥周期与排泥量，确保预处理污泥及时排出，避免污泥堆积影响预处理效果。

2.2 生化处理单元技术改造

生化处理单元改造围绕均质池至生化高密出水的全流程开展,核心是优化生化反应效率,提升生化处理水质稳定性,适配外包运营的标准化管控需求。均质池改造重点是升级水质水量调节系统,增设智能监测与调控装置,实时监测进水水质、流量参数,自动调整搅拌强度与进水速度,确保均质池出水水质、水量波动控制在允许范围内,为生化反应池提供稳定进水条件。生化反应池改造过程中,优化池内曝气系统布局,选用高效曝气器,提升氧利用率,降低曝气能耗;调整生化反应池的运行参数,优化污泥龄、水力停留时间等关键指标,提升微生物活性,增强污染物去除效率^[1]。生化处理单元改造后,其处理负荷需与现有外包运营需求及新建扩容项目衔接需求相匹配,生化处理负荷可通过以下公式计算,用于评估改造后生化处理单元的运行效果:

$$L = \frac{Q \times C}{V}$$

式中: L为生化处理单元容积负荷, kgBOD₅/(m³·d); Q为生化处理单元进水流量, m³/d; C为生化处理单元进水BOD₅浓度, mg/L; V为生化反应池有效容积, m³。该公式通过进水流量、污染物浓度与反应池容积的比值,直观反映生化处理单元的运行负荷,改造后生化处理单元容积负荷控制在0.8-1.2kgBOD₅/(m³·d),确保生化处理水质BOD₅浓度降至20mg/L以下,满足后续深度处理单元的进水要求。若计算得出的L超出该范围,则需调整进水流量或优化生化反应池运行参数,确保处理负荷适配。

改造生化处理单元的监测系统,在均质池、生化反应池、生化高密池等关键部位增设水质在线监测装置,实时监测BOD₅、COD、氨氮、悬浮物等指标,数据同步传输至外包运营管控平台,便于外包单位实时调控,保障生化处理单元稳定运行。

2.3 深度处理单元技术改造

表1 单元核心改造参数表

处理系列	核心参数名称	参数值	参数单位
深度一处理系统	反渗透进水压力	1.2-1.5	MPa
深度一处理系统	产水回收率	75-80	%
深度二处理系统	反渗透进水压力	1.3-1.6	MPa
深度二处理系统	产水回收率	75-80	%
深度一、二处理系统	反渗透产水COD浓度	≤ 50	mg/L

改造深度处理单元的管控系统,实现反渗透装置运行参数的自动调控,增设故障预警装置,一旦出现产水水质不达标、压力异常等问题,及时发出预警并联动调整,适配托管运营的远程管控需求,降低人工运维成本。

深度处理单元改造分为深度一与深度二两个系列,核心是提升反渗透产水效率与水质,优化外循环水排水和热力化学再生浓盐水的处理效果,适配托管运营的精细化管控需求。深度一处理系统(生化高密出水至反渗透产水)改造重点是优化预处理过滤环节,增设精密过滤器,选用高效过滤介质,提升悬浮物、胶体物质的去除效率,避免杂质污染反渗透膜,延长膜使用寿命。改造反渗透装置的运行参数,优化进水压力、温度、回收率等指标,提升产水效率;更换老旧反渗透膜元件,选用高性能反渗透膜,确保产水水质达标^[4]。深度二处理系统(二系列调节池至反渗透产水)改造重点是适配浓盐水质特性,增设预处理脱盐装置,降低浓盐水中的盐分浓度,避免对反渗透膜造成腐蚀结垢;优化二系列调节池的搅拌系统,确保浓盐水与药剂充分混合,提升预处理效果。改造两个深度处理系列的反渗透清洗系统,增设自动化清洗装置,设定合理的清洗周期与工艺,及时清除膜表面污染物,确保反渗透装置长期稳定运行。深度处理单元改造后,反渗透产水回收率是核心评估指标,可通过以下公式计算:

$$R = \frac{Q_p}{Q_f} \times 100\%$$

式中: R为反渗透装置产水回收率, %; Q_p为反渗透装置产水流量, m³/h; Q_f为反渗透装置进水流量, m³/h。该公式通过产水流量与进水流量的比值,直观反映反渗透装置的产水效率,改造后深度一、深度二处理系统反渗透产水回收率均控制在75%-80%,确保产水水质符合既定标准,同时减少水资源浪费。若R低于75%,则需检查反渗透膜污染情况或调整运行参数,提升产水回收率。为清晰呈现深度处理单元改造后的核心运行参数,便于托管运营单位监测与调控,制定深度处理单元核心改造参数表如下1:

3 改造后系统运行管控与效果验证

3.1 托管运营适配性管控标准

改造后污水装置运行管控以适配托管运营模式为核心,制定标准化管控标准,确保外包运营单位可快速接

手、规范运行。管控范围覆盖预处理、生化处理、深度处理及新建扩容衔接部位的全流程,明确各单元的运行参数管控范围、监测频率、维护周期等要求。生化处理单元管控重点是均质池水质水量调节、生化反应池微生物活性、生化高密池固液分离效果,管控标准与外包运营的标准化流程保持一致;深度处理单元管控重点是反渗透装置运行压力、产水回收率、产水水质,定期开展反渗透膜清洗与维护^[5]。新建扩容项目衔接部位管控重点是进水流量与水质监测,设定 $\leq 60\text{m}^3/\text{h}$ 的流量管控阈值,通过流量调节装置实现精准调控,确保衔接部位运行稳定。建立完善的监测数据传输机制,所有关键部位的监测数据实时传输至外包运营管控平台,确保外包运营单位可实时掌握装置运行状态,实现远程调控与故障处置。

3.2 系统整体处理效率评估

改造后污水装置整体处理效率是评估改造效果与托管运营可行性的核心指标,可通过以下公式计算,全面反映系统对污水中污染物的去除能力:

$$\eta = \frac{C_{\text{in}} - C_{\text{out}}}{C_{\text{in}}} \times 100\%$$

式中: η 为污水装置整体处理效率,%; C_{in} 为污水装置进水COD浓度, mg/L ; C_{out} 为污水装置反渗透产水COD浓度, mg/L 。该公式通过进水与出水COD浓度的差值占进水COD浓度的比例,直观反映系统的整体处理效果,改造后系统整体处理效率 $\geq 90\%$,确保产水水质达标,满足环保排放与回用要求。若 $\eta < 90\%$,则需排查各处理单元的运行异常,调整运行参数,确保处理效率符合要求。分别评估各处理单元的处理效率,生化处理单元COD去除率 $\geq 85\%$,深度处理单元COD去除率 $\geq 30\%$,预处理单元悬浮物去除率 $\geq 90\%$,新建扩容项目衔接部位流量稳定性达标率100%,确保各单元运行效果符合改造目标与托管运营需求。定期开展水质、流量监测,每周采集进水、各单元出水及最终产水样品进行检测,对比分析监测数据与管控标准,及时调整运行参

数,保障系统处理效率稳定。

3.3 改造后运行效果

污水装置经托管运营导向技术改造后,顺利实现现有生化处理与深度处理装置的外包运营移交,外包运营单位可通过远程管控平台实时掌握装置运行参数,实现标准化、精细化运营,大幅降低了业主单位的运营成本。改造后系统可稳定承接新建污水扩容项目 $\leq 60\text{m}^3/\text{h}$ 的生化出水处理任务,衔接部位运行稳定,未出现流量波动、水质异常等问题,实现现有装置与新建项目的协同运行,满足整体污水处理需求。

结语

污水装置以托管运营为导向开展技术改造,通过科学合理的整体规划、各处理单元针对性改造及标准化运行管控,实现了现有生化与深度处理装置外包运营的顺畅衔接,同时满足新建污水扩容项目 $\leq 60\text{m}^3/\text{h}$ 生化出水的处理需求。本文详细阐述改造整体规划、各处理单元改造细节、运行管控与效果验证。结果表明,改造后系统运行稳定、处理效率达标,能耗与维护成本显著降低,适配托管运营的标准化、精细化需求,为污水装置托管运营模式的推广应用提供了技术支撑,具备显著的工业应用价值与推广前景。

参考文献

- [1]刘丽霞,张加银,王春丽.甲醇装置污水生化曝气方式技术改造总结[J].氮肥技术,2024,45(2):45-47.
- [2]王翔,党燕红.合成氨装置污水排放提标技术改造总结[J].氮肥技术,2021,42(4):10-12.
- [3]陈鹏.聚甲醛装置污水处理系统工艺设计及技术改造[J].大氮肥,2020,43(4):271-273.
- [4]赵玮彬.煤气化污水零排放系统改造技术研究[J].石油和化工设备,2025,28(6):62-64,56.
- [5]吴建荣,王英魁,杨康东.常减压装置电脱盐污水治理的工艺改造与优化[J].石油化工安全环保技术,2024,40(2):47-52.