

ICS XXXXXXX
CCS X XXX

团 体 标 准

T/CIECCPA XXX—20XX

石化废水减污降碳及循环利用技术要求

Technical requirements for pollution reduction, carbon emission
reduction and circular utilization of petrochemical wastewater

(征求意见稿)

XXXX - XX - XX 发布

XXXX - XX - XX 实施

中国工业节能与清洁生产协会 发布

目 次

前言	II
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	2
4 总体要求	3
5 石化废水	3
6 减污降碳技术要求	3
7 减污降碳措施	6
8 智能化控制	6

前 言

本文件按照GB/T 1.1-2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利，本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由中国工业节能与清洁生产协会提出并归口。

本文件起草单位：杭州水处理技术研究开发中心有限公司，昆明理工大学，昆环智慧水务发展（珠海）有限公司

本文件主要起草人：黄斌、施宇震、王锦

石化废水减污降碳及循环利用技术要求

1 范围

本文件规定了石化废水减污降碳及循环利用的总体要求、技术要求、减污降碳措施和智能化控制要求。

本文件适用于石化废水处理与循环利用系统减污降碳过程中的技术应用。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期的对应版本适用本文件；不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

- GB 14554 恶臭污染物排放标准
- GB 18613 电动机能效限定值及能效等级
- GB 19044 普通照明用荧光灯能效限定值及能效等级
- GB 19153 容积式空气压缩机能效限定值及能效等级
- GB 19761 通风机能效限定值及能效等级
- GB 19762 离心泵能效限定值及能效等级
- GB 20052 电力变压器能效限定值及能效等级
- GB 28381 离心鼓风机能效限定值及节能评价
- GB 30254 高压三相笼型异步电动机能效限定值及能效等级
- GB 30255 室内照明用LED产品能效限定值及能效等级
- GB 31570 石油炼制工业污染物排放标准
- GB 31571 石油化学工业污染物排放标准
- GB 32030 潜水电泵能效限定值及能效等级
- GB/T 32151.8 碳排放核算与报告要求 第8部分：水泥生产企业
- GB 37485 污水处理用潜水推流式搅拌机能效限定值及能效等级
- GB/T 37894 水处理用臭氧发生器技术要求
- GB 38450 普通照明用LED平板灯能效限定值及能效等级
- GB/T 38680 工业低品位余热集中供热系统技术导则
- GB/T 46925 绿色电力术语
- GB 50014 室外排水设计标准
- GB 50335 城镇污水再生利用工程设计规范
- GB 50747 石油化工污水处理设计规范
- GB 50684 化学工业污水处理与回用设计规范
- CJ/T 264 水处理用橡胶膜微孔曝气器
- HJ 1277 氮肥工业废水治理工程技术规范
- HJ 2016 环境工程 名词术语
- HY/T 108 反渗透用能量回收装置

T/CIECCPA XXX-XXXX

JB/T 15081 一般用途罗茨鼓风机能效限定值及节能评价

SH/T 3099 石油化工给水排水水质标准

SH 3173 石油化工污水再生利用设计规范

T/CPCIF 0454 煤化工含盐废水处理工程技术规范

3 术语和定义

HJ 2016与GB 50747、GB 31570、GB 31571、SH 3173界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

石化废水 petrochemical wastewater

石油炼制、石油化工企业生产产生的废水，包含工艺废水、循环冷却水排污水、污染雨水、除盐水处理站及辅助设施排污水。

[来源：GB/T 31570，3.2，有修改；GB/T 31571，3.2，有修改]

3.2

减污降碳 synergistic reduction of pollution and carbon emissions

在石化废水处理全流程中，同步实施污染物深度去除与碳排放最小化，通过优化处理工艺、智能控制、能源优化及设备管理等综合手段，最大限度降低化学需氧量、氨氮、总氮、总磷、悬浮物、油类等污染物排放量；同时显著降低曝气、泵送、化学药剂使用等环节的直接与间接温室气体（CO₂、N₂O、CH₄等）排放。

3.3

循环利用 recycling and reuse

在石化废水处理全流程中，将处理后的石化废水直接回用，或通过深度处理（如物化处理、膜分离等）技术手段净化，实现生产过程内部或跨工序的水回用，减少新鲜水取用量和外排总量。

3.4

二级生化处理 post-secondary biochemical treatment

在石化废水处理全流程中，在二级处理（生化处理 + 二沉池）之后，增设的生物强化处理单元。

3.5

绿色电力 green electricity

利用风能、太阳能、水能、生物质能、地热能、海洋能等可再生能源生产的电力，具有绿色环境属性，简称“绿电”。

[来源：GB/T 46925，3.1，有修改]

3.6

低品位余热 low-grade surplus heat

企业生产过程中可开发利用的品质较低的余热。包括95℃以下的液体、乏气、200℃以下的烟气、400℃以下的固体等蕴含的可被利用的热能。

[来源：GB/T 38680，3.1，有修改]

3.7

峰谷电价 time-of-use tariff

根据电网负荷的时段性变化特征，将一日内的用电时间划分为高峰、平段、低谷等不同时段，并对各时段分别制定不同电价水平的一种分时电价制度。

3.8

碳排放 carbon emission

向大气中释放温室气体的过程。

[来源：GB/T 32151.8, 3.2, 有修改]

4 总体要求

- 4.1 石化废水减污降碳及循环利用技术选型，应优先满足污染物排放低、能源利用效率高、药剂消耗量少、水资源循环利用率高的要求。
- 4.2 石化企业各生产装置排至污水处理场的废水水质应符合 SH/T 3099 排水水质的相关规定。
- 4.3 石化废水排放应符合 GB 31570、GB 31571 规定，在有含盐量要求的排放区域应降低含盐量或实现零排放。
- 4.4 石化废水处理和循环利用过程中，应提高自动化控制水平，根据水量、水质及压力、溶解氧等在线监测指标，动态调整水泵、风机等设备运行工况，优化药剂投加量，降低系统综合能耗。
- 4.5 石化企业应提高循环利用比例，减少污水排放，循环利用水质应符合 SH/T 3099 相应的给水水质指标，根据不同用途水质要求，分级分质供水。

5 石化废水

- 5.1 石化废水包括工艺废水、循环冷却水排污水、污染雨水、除盐水处理站排污水及其他辅助生产设施排污水，各类废水在排入污水处理场前，应满足 SH/T 3099 排水水质指标。
- 5.2 工艺废水主要包括石油炼化废水、石油化工废水、化纤工业废水、化肥工业废水等；石油炼化废水主要包括含油废水、含硫废水、含盐废水、碱渣废水以及其他废水；石油化工、化纤工业、化肥工业废水主要包括合成树脂、合成纤维、合成橡胶、合成氨行业产生的工艺废水，根据产品不同，其废水种类差别较大，主要包括含油废水、有机废水、碱性废水、酸性废水、含重金属废水和其他特定污染物废水。

6 技术要求

6.1 一般要求

- 6.1.1 石化废水减污降碳技术应符合 GB 50747 的相应规定。
- 6.1.2 石化废水循环利用技术应符合 SH 3173 的相应规定。
- 6.1.3 石化废水循环利用水源宜选用达标处理后的低含盐废水、循环水排污水、除盐水处理站排污水等。
- 6.1.4 应加强新型节能降耗工艺和设备的使用。
- 6.1.5 石化废水处理、循环利用过程中使用的工况波动较大的工艺设备应选用变频专用电机。

6.2 减污降碳技术要求

6.2.1 调节与均质

调节池、均质池宜设机械搅拌或空气搅拌，机械搅拌功率和空气搅拌气量应结合石化废水特性，参照 HJ 1277 要求取 $5\sim 10\text{W}/\text{m}^3$ 和 $0.6\sim 0.9\text{Nm}^3/\text{h}\cdot\text{m}^3$ 。

6.2.2 中和

石化废水中和应优先采用废酸、废碱。

6.2.3 隔油

隔油池产生的含油污泥应进行泥、水、油分离处理，处理后污油应送炼油装置回炼。

6.2.4 气浮

气浮池产生的浮油、浮渣应进行泥、水、油分离处理，处理后污油应送炼油装置回炼。

6.2.5 生化处理

6.2.5.1 采用 AO、AAO、多级 AO 或其他需要硝化液回流的工艺时，硝化液回流宜优先选择低扬程高效率的潜水回流泵或轴流泵等，且宜设在线流量监控，水泵应变频控制，根据进水水量、水质实时调整回流比例，回流比例不应大于 400%。

6.2.5.2 生化处理厌氧池、缺氧池搅拌功率，应符合 GB 50014 的相应规定，取 2~8W/m³。

6.2.5.3 生化系统好氧池应设在线溶解氧分析仪，与风机和曝气调节阀、流量计联动，动态调整曝气风量，实现精准曝气

6.2.5.4 生化系统好氧池曝气器宜选用盘式、管式、板式橡胶微孔曝气器，曝气器氧利用率应符合 CJ/T 264 的相应规定，盘式不低于 31%，管式不低于 28%，板式不低于 30%。

6.2.6 二沉池

二沉池污泥回流宜设置流量在线监控仪，污泥回流泵与生化池污泥浓度连锁，进行变频控制，动态调整回流量。

6.2.7 二级生化处理

6.2.7.1 二沉池出水无法满足 GB 31570、GB 31571 规定的排放限值或后续工艺要求时，应进行二级生化处理。

6.2.7.2 二级生化处理宜采用曝气生物滤池、生物接触氧化等工艺，其设计应符合 GB 50747 的相应规定。

6.2.8 高级氧化

高级氧化可作为石化废水预处理和深度处理工艺，用于深度处理时，应符合以下要求：

6.2.8.1 高级氧化工艺的选择应优先考虑能耗低、无二次污染或二次污染易于控制的技术，避免过度依赖高能耗、高药剂消耗的氧化方式。

6.2.8.2 采用臭氧氧化、臭氧催化氧化工艺时，应符合 SH 3173 的相关规定。

6.2.8.3 臭氧氧化、臭氧催化氧化系统的臭氧投加，应与进水有机物浓度联动，实时调整投加量，避免无效消耗与过量投加。

6.2.8.4 臭氧发生系统原料气宜采用氧气源或富氧源，应对反应后的尾气进行处理，处理后尾气宜通过余氧回收系统回收利用，无法利用需要排放的，应符合 GB 14554 规定的限值。

6.2.8.5 臭氧发生器宜选择低功耗产品，单位臭氧能耗应符合 GB/T 37894 规定的技术指标，空气源时，不高于 17kWh/kgO₃，氧气源时，不高于 10kWh/kgO₃（额定臭氧产量≤800g/h）和 12 kWh/kgO₃（额定臭氧产量≥1kg/h）。

6.3 循环利用技术要求

6.3.1 化学软化和澄清

6.3.1.1 宜选用化学沉淀与高效澄清池联用等技术，其设计应符合 T/CPCIF 0454 的相应规定；

6.3.1.2 高效澄清絮凝池搅拌器与污泥回流泵宜采用变频控制，并应根据水量、水质实时调整转速和回流量，以增强抗冲击负荷能力，提高处理效率。

6.3.1.3 高效澄清絮凝池加药泵宜采用变频控制，并根据水量、水质实时调节加药量，实现精准投加。

6.3.1.4 当具备可利用二氧化碳气源时，可采用二氧化碳软化除硬技术。

6.3.2 介质过滤

- 6.3.2.1 介质过滤反冲洗水量宜不高于处理水量的 2%。
- 6.3.2.2 滤布滤池反冲洗水量应符合 GB 50335 的相关规定，不高于处理水量的 1%。
- 6.3.2.3 连续过滤砂滤池反冲洗水量应符合 GB 50335 的相关规定，为处理水量的 3%~7%。
- 6.3.2.4 反冲洗废水应收集后，返回前端处理。

6.3.3 超（微）滤

- 6.3.3.1 进水泵宜采用变频控制。
- 6.3.3.2 反冲洗的自耗水率应符合 GB 50684 的相关规定，不高于处理水量的 10%。
- 6.3.3.3 反冲洗废水、化学加强反洗废水和在线化学清洗废水等应收集后，返回前端处理。

6.3.4 反渗透

- 6.3.4.1 应结合原水含盐量、回收率要求选择一段、两段或三段式工艺，浓水宜结合纳滤分盐技术进一步回收淡盐水。
- 6.3.4.2 进水高压泵宜采用变频控制。
- 6.3.4.3 反渗透系统应优先采用能量回收装置，能量回收装置的转换效率应符合 HY/T 108 的相关规定。
- 6.3.4.4 冲洗废水应收集后，返回前端处理。
- 6.3.4.5 反渗透浓水应进行处理后达标排放，应符合 GB 31570、GB 31571 的排放指标要求。
- 6.3.4.6 反渗透浓水处理宜优先采用耐盐菌技术为基础的生化处理技术降解有机物，降低对高级氧化技术的依赖程度，应用前宜先开展小试或中试，验证工艺稳定性及处理效果。

6.3.5 电渗析

反渗透浓水可采用电渗析技术进一步进行浓缩，提高循环利用比例，其技术要求应符合 T/CPCIF 0454 的相应规定。

6.3.6 双极膜电渗析

反渗透浓水、电渗析浓水可采用双极膜电渗析工艺生产低浓度酸碱，用于减污降碳及循环利用过程中的酸碱调节、软化等，其技术要求应符合 T/CPCIF 0454 的相应规定。

6.4 药剂投加系统

- 6.4.1 药剂溶解、稀释应优先选用自产再生水。
- 6.4.2 配制各类水处理药剂时，应结合药剂物理化学特性，选择合适的药剂浓度。
- 6.4.3 药剂投加系统应自动化运行，加药泵宜采用变频控制，基于水量与水质指标实时调节运行频率与投加量，实现药剂的精准投加。

6.5 污泥处理处置

- 6.5.1 石化废水处理与循环利用过程中产生的污泥，应进行浓缩、脱水处理，并符合 GB 50747 的相应规定。
- 6.5.2 脱水污泥含水率宜低于 60%，干化污泥含水率宜低于 40%，污泥干化宜采用高效节能干化技术，如热泵耦合可回收低品位余热技术等。
- 6.5.3 含油污泥经油资源回收处理后，其残渣应优先进行资源化利用，严格限制填埋处置，鼓励推进焚烧耦合发电或余热回收利用。

6.6 臭气收集与处理

- 6.6.1 石化废水处理过程，应对格栅和集水池、调节池、事故池、均质池、中和池、隔油和气浮装置、

T/CIECCPA XXX-XXXX

水解酸化池、生化池、二沉池、污泥浓缩池和调理池、污泥处理间等臭气进行收集和处理，符合 GB 50747 和 GB 50014 的相应规定。

6.6.2 臭气处理系统宜优先选用低能耗、低二次污染的技术，避免因过度处理导致的无效能耗与碳排放增加。

6.6.3 臭气尾气排放应符合 GB 14554 的排放指标规定。

7 减污降碳措施

7.1 节能设备

7.1.1 电气设备

电气设备应符合以下规定：

a) 设备电动机应符合 GB 18613、GB 30254 相关能效规定，优先选用 1 级能效产品，且不低于 2 级能效；

b) 油浸式和干式配电变压器应符合 GB 20052 相关能效规定，优先选用 1 级能效产品，且不低于 2 级能效；

c) 建构筑物照明设备应符合 GB 19044、GB 30255、GB 38450 相关能效规定，优先选用 1 级能效产品，且不低于 2 级能效；

7.1.2 机械设备

机械设备应符合以下规定：

a) 离心泵应符合 GB 19762 相关能效规定，优先选用 1 级能效产品，且不低于 2 级能效；

b) 潜水泵应符合 GB 32030 相关能效规定，优先选用 1 级能效产品，且不低于 2 级能效；

c) 潜水搅拌机应符合 GB 37485 相关能效规定，优先选用 1 级能效产品，且不低于 2 级能效；

d) 通风机应符合 GB 19761 相关能效规定，优先选用 1 级能效产品，且不低于 2 级能效；

e) 离心式风机、罗茨鼓风机应符合 GB 28381、JB/T 15081 相关能效规定；

f) 容积式空压机应符合 GB 19153 相关能效规定，优先选用 1 级能效产品，且不低于 2 级能效；

7.2 能源供给

7.2.1 石化废水处理和循环利用应优先利用企业自产或外购的绿色电力，在条件允许时逐步提高绿电使用比例。

7.2.2 石化废水处理和循环利用应结合热泵技术，回收企业低品位余热。

7.2.3 石化废水处理和循环利用应结合峰谷电价，优化运行负荷，在保障出水水质前提下降低电耗、减少碳排放，兼顾运行成本。

8 智能化控制

8.1 石化废水减污与循环利用系统应提高智能控制水平，关键工艺单元（曝气、回流、过滤、膜系统、加药）自动控制覆盖率 $\geq 90\%$ ，手动操作点 $\leq 10\%$ 。

8.2 泵提升出水的工艺水池、水罐（箱）、加药罐（箱）等应设液位传感，与水泵联动，实现设备自动启停，降低故障风险。

8.3 各废水来水口、排放水口、回用水口以及其他关键环节应设在线水质分析，水质异常情况时自动切换至事故池或应急处理系统，降低废水来水冲击和不达标排放风险。

8.4 生化系统曝气宜采用多参数闭环控制，曝气风机通过与在线氨氮、化学需氧量、溶解氧、水量和风量、温度、压力参数变化联动，实时调整频率，确保电-氧高效转移。

- 8.5 生化系统污泥回流、硝化液回流宜采用多参数闭环控制，回流泵与在线硝态氮、污泥浓度、水量等参数变化联动，实时调整频率，确保稳定的污泥浓度和反硝化效率。
- 8.6 生化系统宜采用“前馈+反馈”的反硝化碳源投加控制，通过在线硝态氮和氧化还原电位测定，精确计算反硝化所需碳源，实现“按需投加”，防止出水总氮和有机物超标导致间接碳排放增加。
- 8.7 宜优化超滤膜反洗控制策略，通过超滤膜通量衰减预测与智能反洗，利用机器学习算法监测跨膜压差和标准化通量的变化，根据“污染增长模型”自动选择最佳时间点启动反洗和加强化学清洗等。
- 8.8 反渗透系统宜采用高压泵能量回收监控，实时监测反渗透能量回收装置的转换效率，确保系统在高效率区间运行，最大限度回收浓水余压。
- 8.9 宜建立药剂全生命周期管控系统，对混凝剂、絮凝剂、酸碱等进行自动化加药控制，通过进水负荷与在线实验数据结合，减少化学药剂使用量，间接降低碳排放。
- 8.10 宜建立能源看板：将电耗、水耗、药剂消耗全部接入智慧平台，实时计算单位水量能耗和单位污染物削减能耗。
- 8.11 智能化控制系统应具备必要的冗余设计和数据安全保护措施，防止系统故障或网络攻击导致处理系统失控。
-