

ICS 13.030.20
CCS Z05

T/SDEPI

团 体 标 准

T/SDEPI 030—2022

工业废水臭氧催化氧化深度处理技术规程

Industrial Wastewater Catalytic Ozonization Advanced Treatment Technical Rules



2022 - 09 - 26 发布

2022 - 09 - 26 实施

山东省环境保护产业协会 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.....	1
4 总体要求.....	2
5 工艺设计.....	2
6 检测和控制.....	4
7 防腐.....	4
8 施工与安装.....	4
9 运行管理.....	5



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。

本文件由山东省环境保护产业协会提出并归口。

本文件起草单位：山东华特环保科技有限公司、青岛科亮生物工程有限公司、香山红叶集团有限公司、山东正圣环保科技有限公司、山东省生态环境规划研究院、明洋（山东）环境科技有限公司、山东海普欧环保设备科技有限公司。

本文件主要起草人：王炳富、邓徐帧、赵士燕、姜延鹏、赵世刚、孟凡金、陈文文、刘清安、王志法、宋圣才、李敏、许长庆、侯为梅、王庆国、韩延镇、颜炳林。



工业废水臭氧催化氧化深度处理技术规程

1 范围

本文件规定了工业废水臭氧催化氧化深度处理的总体要求、工艺设计、检测与控制、防腐、施工与安装、运行管理等要求。

本文件适用于工业企业、工业园区新建、扩建、改建污水处理站臭氧催化氧化单元工艺设计、施工、安装、运行管理。

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，仅该日期对应的版本适用于本文件；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 50014	室外排水设计规范
GB 50013	室外给水设计规范
GB 50335	污水再利用工程设计规范
GB 50015	建筑给水排水设计规范
GB 50069	给水排水工程构筑物结构设计规范
GB 50009	建筑结构荷载规范
GB 50191	构筑物抗震设计规范
GB 50141	给水排水构筑物工程施工及验收规范
GB 50204	混凝土结构工程施工质量验收规范
GB 50205	钢结构工程施工质量验收规范
HJ/T 355	水污染源在线监测系统运行与参考技术规范
CJJ 60	城市污水处理厂运行、维护及安全技术规程
CJ/T 51	城市污水水质检验方法标准
HGT 3927	工业活性氧化铝
CJ/T 43	水处理用滤料
GBJ 87	工业企业噪声控制设计规范
GB Z1	工业企业设计卫生标准
GB 12348	工业企业厂界噪声标准
GB 50352	民用建筑设计通则
GB 3096	声环境质量标准
GB 50016	建筑设计防火规范
GB 50222	建筑内部装修设计防火规范
CJJ 31	城镇污水处理厂附属建筑和附属设备设计标准
GB 50011	建筑抗震设计规范

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1 臭氧催化氧化 ozone catalytic oxidation

臭氧在催化剂作用下形成羟基自由基、超氧自由基、单线态氧等自由基，对污水中污染物氧化降解的过程。

3.2 O/C 比 O/C ratio

臭氧（O₃）投加量和化学需氧量（COD_{Cr}）去除量的比值。

3.3 空速 no load flow rate

在流动体系中，物料流速（体积/时间）与催化剂体积的比值。单位是s⁻¹或h⁻¹。

3.4 气水联合反冲洗 air water co-rewash

采用空气和水共同冲洗的反冲洗方式。

4 总体要求

4.1 臭氧催化氧化系统后接生化处理或膜处理时，宜在臭氧催化氧化池后设稳定池。

4.2 臭氧发生装置单元气源宜采用氧气源。

4.3 臭氧催化氧化系统应设置臭氧尾气消除装置或其他保证尾气达标的措施。

4.4 臭氧催化氧化系统宜设置反洗系统。

5 工艺设计

5.1 一般规定

5.1.1 臭氧催化氧化系统可用于深度处理或预处理工程，进水悬浮物浓度（SS）宜小于 20mg/L，进水 pH 宜为 7~9，进水总碱度与总硬度之和宜小于 2000mg/L，进水温度不宜大于 33℃。

5.1.2 臭氧催化氧化系统工艺流程选择宜根据进水水质及处理要求，经技术经济和环境影响等因素分析确定。

5.1.3 工艺参数选用宜根据小试、中试试验或参考类似工程经验确定。

5.1.4 工程设计应符合 GB 50013、GB 50014、GB 50335 的规定。

5.1.5 臭氧催化氧化系统构筑物应根据当地气温和环境等条件，采取防冻、防腐蚀等措施，处理构筑物应符合 GB 50069、GB 50009 和 GB 50191 的有关规定。

5.2 臭氧发生系统

5.2.1 OC 比宜为 1.2~2.2，可根据实验或参考类似工程确定。

5.2.2 臭氧宜采用液氧源或富氧源臭氧发生器制备，应根据气源成本、臭氧发生量、场地条件以及臭氧发生综合单位成本等因素，选择液氧、空气 PSA 或 VPSA 制氧或符合气源要求的其他富氧源。

5.3 臭氧催化氧化系统

5.3.1 臭氧催化氧化系统应根据处理水质特点和处理要求，采用单级或多级串联处理，采用多级处理时，不应超过三级。

5.3.2 臭氧催化氧化系统应根据处理水量，采用钢混水池或钢制设备。钢混水池宜为方形，钢制设备宜为圆形。

5.3.3 臭氧催化氧化池从下至上应由布气系统、布水系统、滤板、承托层和非均相催化剂层组成。

5.3.4 进水宜采用竖向流形式，流速不宜大于 12m/h，有效水深宜大于 6.0m。

5.3.5 臭氧催化氧化系统空速不宜大于 4h⁻¹。

5.4 布气系统

5.4.1 臭氧投加宜采用微孔扩散、气液强制或抽吸等方式。

5.4.2 微孔扩散方式投加臭氧

a) 采用微孔扩散方式投加臭氧时，宜采用气水顺流、逆流或多级串联交迭逆顺流连续运行方式。

b) 采用微孔扩散方式投加臭氧时，宜采用大阻力布气方式。该系统宜由一根主管及若干支管组成，臭氧气体由干管均匀分配进入支管，支管上应开有间距相等的布水孔。

5.4.3 气液强制或抽吸投加臭氧

a) 气液强制或抽吸投加臭氧宜采用射流投加装置或气液混合泵。

b) 射流投加装置应由增加泵、射流器组成。

- c) 增压泵宜采用变频控制。
- d) 增压泵扬程宜大于 24m，水气比宜大于 2.4。
- e) 增压泵、气液混合泵、射流器宜采用耐臭氧腐蚀的 SS316 材质。
- f) 气液混合泵溶气量宜为 (8-10)% (体积分数)。

5.5 布水系统

5.5.1 布水系统可采用大阻力配水系统和小阻力配水系统。

5.5.2 大阻力配水系统采用管式大阻力配水系统。该系统宜由一根主管及若干支管组成，水由干管均匀分配进入支管，支管上应开有间距相等的布水孔。

5.5.3 小阻力配水系统可采用钢筋混凝土穿孔板、长柄滤头、格栅板等。

5.6 反洗系统

5.6.1 臭氧催化氧化池反洗系统应符合下列规定：

- a) 应包括反洗配水与布气系统。
- b) 反洗宜采用管式大阻力配水系统。应由一根主管及若干支管组成，反冲洗水、气由干管均匀分配进入支管，支管上应开有间距相等的布水孔。

5.6.2 臭氧催化氧化池反洗系统宜采用单独气洗、水洗、气水联合反冲洗方式，冲洗强度和冲洗时间应符合表 1 的规定。

表1 反冲洗强度和时间

序号	项目	单独气洗	气水联合冲洗	单独水洗	备注
1	强度 (L/(m ² S))	12-25	气: 10-15; 水 4-6	8-16	
2	时间 (min)	3-10	3-5	3-10	

注：反洗周期为：根据运行情况。

5.6.3 臭氧催化氧化池反冲洗出水应进行二次处理。

5.7 滤板

支撑催化剂和承托层的滤板应具有合适的承载强度、水平精度和抗腐蚀性，并能起到均匀配水的作用。

5.8 承托层

5.8.1 承托层应具有足够强度和抗腐蚀性能，可采用卵石。

5.8.2 与布水、布气系统接触部分粒径应至少比孔径大 4 倍以上。

5.8.3 承托层粒径应由下而上逐渐缩小，接触催化剂部分的粒径应比催化剂大 1 倍。

5.8.4 承托层高度宜为 300~600mm。

5.9 非均相催化剂

5.9.1 非均相催化剂宜采用负载型催化剂，载体可采用 γ -Al₂O₃、Fe、硅铝等，活性成分应为对臭氧具有催化性的 Cu、Mn、Co、Ti 等过渡金属离子及其氧化物。

5.9.2 非均相催化剂制备宜采用共混法。

5.9.3 非均相催化剂应比表面积大、孔隙率高、密度合适，质轻且有足够的机械强度，物理性能应符合表 2 的规定。

表2 非均相催化剂性能参数

序号	名称	单位	参数	备注
1	粒径	mm	3-6	
2	堆密度	g/cm ³	0.6-0.9	
3	比表面积	m ² /g	≥200	

4	孔容	m ³ /g	≥0.3	
5	抗压强度	N/颗	≥100	
6	磨损率	%	<0.3	
7	吸水率	%	≥40	
8	粒度合格率	%	>90	
9	活性组分含量	%	≥6	
10	使用寿命	年	≥5	

6 检测和控制

- 6.1 检测与控制系统应根据工艺运行要求设置，应实现运行管理自动化。
- 6.2 检测控制单元应由检测仪表和控制单元构成
- 6.3 机电设备运行状况宜就地在操作屏上显示，并应操作便捷、清晰明了。
- 6.4 建（构）筑物以及检测仪表、电气控制设备应共用接地，无电气、控制系统的建（构）筑物接地电阻不应大于 4Ω；有电气控制系统的不应大于 1Ω。
- 6.5 臭氧催化氧化单元宜设置独立配电间和控制室。

7 防腐

7.1 含臭氧污水管道

- 7.1.1 含臭氧污水输送管道材质宜选用 SS316、PE 或双相不锈钢等耐臭氧腐蚀材质。
- 7.1.2 含臭氧污水输送管道配套阀门材质选择应符合下列规定：
 - a) 密封材质宜选用三元乙丙、聚四氟乙烯等耐臭氧腐蚀的产品；
 - b) 过流部件材质宜选用 SS316L、三元乙丙、聚四氟乙烯等耐臭氧腐蚀材质。
- 7.1.3 伸缩器、补偿器、柔性接头材质选择应符合下列规定：
 - a) 伸缩器，补偿器材质宜选用 SS316L；
 - b) 柔性接头材质宜选用三元乙丙等耐臭氧腐蚀材质。

7.2 池体形式及防腐

- 7.2.1 涂料防腐：臭氧催化氧化接触池内壁不应涂覆易被臭氧氧化的涂料。
- 7.2.2 混凝土自防腐
 - a) 臭氧催化氧化池内壁混凝土保护层厚度不宜小于 50mm；池体内外裂缝不宜大于 0.15mm；
 - b) 臭氧催化氧化池池体结构混凝土材料水胶比、最大氯离子含量、最大碱含量等耐久性均应按强腐蚀环境等级选取，宜添加抗裂防水剂；
 - c) 检修人孔材质应耐腐蚀，并应具有良好密封性。

7.3 钢制设备防腐

宜采用 SS316L、搪瓷罐体、钢衬 PO、钢衬四氟、钢衬塑等耐腐蚀材质。

8 施工与安装

- 8.1 臭氧催化氧化系统施工除应符合本规程外，尚应按 GB 50141、B 50231、GB 50254 执行。
- 8.2 臭氧催化氧化系统施工内容应包括设备就位、固定，设备间管线及线缆连接。
- 8.3 设备就位时应按平面布置图摆放、找平找正，横向纵向水平度宜为（2.5~5）mm/m。
- 8.4 安装设备地面应坚固、平整，并应确定安装后地面铺设瓷砖等的应对调整方案。
- 8.5 设备包装在就位安装时应暂时保留。除底座、设备接口处包装外，其余部分包装应到安装结束、开始调试前拆除。
- 8.6 安装结束后，应对安装内容及质量按设计要求检查：

- 8.6.1 将设备安装检查内容和结果记录；
- 8.6.2 确认设备、仪器仪表、阀门、管道、线缆等的就位和连接状况；
- 8.6.3 确认设备内部及连接管道清洁状况；
- 8.6.4 供电开关、配电设备安装与电试验应符合设计文件及当地供电部门要求。

9 运行管理

- 9.1 运营方应制定管理制度、岗位操作规程、安全操作规程、设施和设备维护保养手册及应急预案，并应符合 CJJ 60 的有关规定。
- 9.2 操作人员应掌握处理工艺和设备运行、维护要求及技术指标。
- 9.3 臭氧催化氧化系统维护应符合下列规定：
 - a) 维护、维修记录应包括电气、仪表、机械设备累计运行记录和维护、维修与保养记录；
 - b) 操作人员应每日进行巡视检查；
 - c) 应保持设备表面清洁；
 - d) 应按设备维修保养手册保养维护；
 - e) 设备出现故障后应及时排除，并应做维护和交接班记录；
 - f) 应检查库存备品备件情况，并及时订货、补充；
 - g) 应对仪器、仪表检查和校验。

