

# T/SDEPI

团 体 标 准

T/SDEPI 047—2024

## 高浓度有机废水处理及回用技术规范

Technical specification for treatment and reuse of high concentration organic  
wastewater

2024 - 12 - 31 发布

2024 - 12 - 31 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 工艺流程 .....         | 2  |
| 6 主要工艺单元的选择及要求 ..... | 2  |
| 6.1 预处理工段 .....      | 2  |
| 6.2 厌氧处理工段 .....     | 3  |
| 6.3 好氧处理工段 .....     | 3  |
| 6.4 深度处理工段 .....     | 3  |
| 6.5 污泥处理工段 .....     | 4  |
| 6.6 沼气处理工段 .....     | 5  |
| 6.7 废气处理工段 .....     | 5  |
| 7 回用要求 .....         | 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。

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：山东本源环境科技股份有限公司、香山红叶集团有限公司、山东中科恒源环境工程有限公司、山东省标准化研究院、山东泰亚环保科技有限公司、日照城投环境科技集团有限公司、山东立德环境工程有限公司、山东舜天环境科技集团有限公司、山东建筑大学。

本文件主要起草人：谢昕、孙圆圆、陈文文、张守健、刘德峰、许建光、王长胜、冯雷、蒋晓雷、马小兰、董超、杨帆、孟露露、李倩、张敏、陈修波、宋扬、高元新、韩延镇、宋学钰、陈成。

# 高浓度有机废水处理及回用技术规范

## 1 范围

本文件规定了高浓度有机废水处理及回用的总体要求、工艺流程、主要工艺单元的选择及基础参数的确定。

本文件适用于高浓度有机废水的处理及回用。

## 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/T 1576 工业锅炉水质
- GB 3838 地表水环境质量标准
- GB 5084 农田灌溉水质标准
- GB/T 6920 水质 pH值的测定 玻璃电极法
- GB 8978 污水综合排放标准
- GB/T 11893 水质 总磷的测定 钼酸铵分光光度法
- GB/T 11901 水质 悬浮物的测定 重量法
- GB/T 11903 水质 色度的测定
- GB 14554 恶臭污染物排放标准
- GB 18918 城镇污水处理厂污染物排放标准
- GB/T 18920 城市污水再生利用 城市杂用水水质
- GB/T 18921 城市污水再生利用 景观环境水水质
- GB/T 19923 城市污水再生利用 工业用水水质
- GB/T 31962 污水排入城镇下水道水质标准
- GB 50014 室外排水设计标准
- CJ/T 51 城镇污水水质标准检验方法
- CJJ/T 243 城镇污水处理厂臭气处理技术规程
- HJ 195 水质 氨氮的测定 气相分子吸收光谱法
- HJ 505 水质 五日生化需氧量（BOD<sub>5</sub>）的测定 稀释与接种法
- HJ 535 水质 氨氮的测定 纳氏试剂分光光度法
- HJ 536 水质 氨氮的测定 水杨酸分光光度法
- HJ 537 水质 氨氮的测定 蒸馏-中和滴定法
- HJ 636 水质 总氮的测定 碱性过硫酸钾消解紫外分光光度法
- HJ 637 水质 石油类和动植物油类的测定 红外分光光度法
- HJ 828 水质 化学需氧量的测定 重铬酸盐法
- HJ 2006 污水混凝与絮凝处理工程技术规范
- HJ 2007 污水气浮处理工程技术规范
- HJ 2013 升流式厌氧污泥床反应器污水处理工程技术规范
- HJ 2016 环境工程 名词术语
- HJ 2023 厌氧颗粒污泥膨胀床反应器废水处理工程技术规范
- HJ 2024 完全混合式厌氧反应池废水处理工程技术规范

## 3 术语和定义

HJ 2016 界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

### 3.1

高浓度有机废水 high concentration organic wastewater

有机物浓度高且生化性较好的废水， $COD_{Cr} > 3000\text{mg/L}$ ，包括但不限于淀粉、淀粉衍生物、蛋白、食品等行业生产活动中产生的废水。

## 4 总体要求

4.1 应依据水质、水量、回用要求、排放标准等，进行分类收集、分质处理和分质回用。

4.2 应选择技术经济合理的废水处理与回用技术，必要时可通过试验确定处理工艺。

## 5 工艺流程

高浓度有机废水处理及回用工艺流程如图1所示。各类废水根据产品原料、废水性质选择合适的废水处理工艺路线和单元技术。

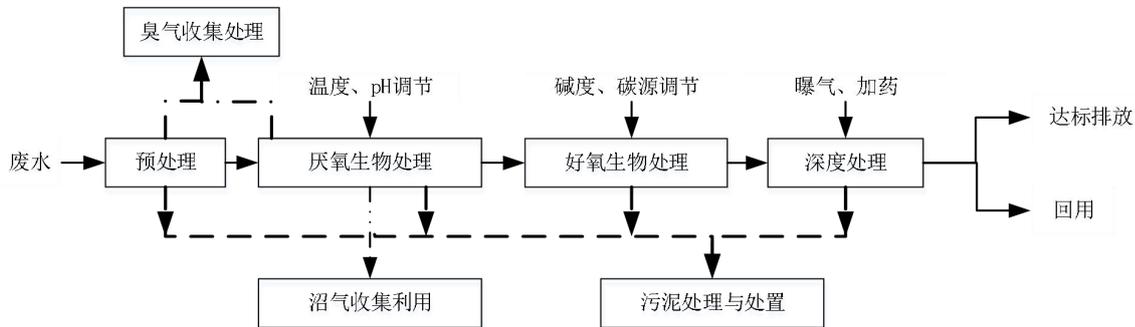


图 1 高浓度有机废水处理及回用工艺流程图

## 6 主要工艺单元的选择及要求

### 6.1 预处理工段

#### 6.1.1 格栅

应根据废水中悬浮物大小、流速等选择粗格栅、细格栅，格栅的设计应符合 GB 50014 的规定。

#### 6.1.2 调节池

6.1.2.1 应根据废水特点设计多格调节池，分类收集。

6.1.2.2 调节池容量应根据污水流量变化曲线确定；没有流量变化曲线时，调节池的容量应满足生产排水周期中水质水量均化的要求，停留时间宜为 8 h~12 h；如为间歇运行，调节池容量宜按 1~2 个周期设置。

6.1.2.3 调节池内宜设置搅拌设施，宜选用曝气搅拌或机械搅拌，搅拌动力宜为  $4\text{ W/m}^3 \sim 8\text{ W/m}^3$  池容。

#### 6.1.3 初沉池

6.1.3.1 对于悬浮物高、影响后续生化单元运行的废水，应根据处理规模、工艺特点和地质条件等因素确定初沉池的形式，包括但不限于平流式、辐流式、竖流式、斜板（管）式。

6.1.3.2 初沉池表面水力负荷宜为  $0.6\text{ m}^3 / (\text{m}^2 \cdot \text{h}) \sim 2.0\text{ m}^3 / (\text{m}^2 \cdot \text{h})$ 。

#### 6.1.4 隔油池

含有较高悬浮固体和油脂的废水宜选用隔油池，包括但不限于平流式、平行板式、倾斜板式。

#### 6.1.5 气浮机

含有悬浮固体和油脂的废水宜选用气浮机，可选择涡凹气浮、溶气气浮、浅层气浮等形式，根据水量、水质特征确定，气浮机的设计应符合HJ 2007的相关规定。

### 6.1.6 换热设备

生化处理前废水温度高于40℃的废水宜选用换热设备进行降温，常用设备包括但不限于闭式冷却塔、板式换热器、列管式换热器。废水中悬浮物浓度高、易发生堵塞时，宜采用宽通道式换热器。

## 6.2 厌氧处理工段

### 6.2.1 配水池（预酸化池）

废水在进入厌氧生化处理前，宜通过蒸汽对废水升温，或换热设备对废水降温，将废水温度控制在35℃~37℃；宜投加酸碱将pH调节至5~7，不同行业、不同种类废水依情况而定。

### 6.2.2 厌氧反应器（池）

6.2.2.1 根据废水水量、化学需氧量、污泥接种条件等选择厌氧反应器（池），包括但不限于升流式厌氧污泥床（UASB）、厌氧颗粒污泥膨胀床（EGSB）、内循环厌氧反应器（IC）、全混式厌氧反应器（CSTR）。

6.2.2.2 升流式厌氧污泥床（UASB）应符合HJ 2013的相关规定，采用絮状污泥运行，中温条件下，运行负荷小于5 kgCOD<sub>Cr</sub>/（m<sup>3</sup>·d），COD<sub>Cr</sub>去除率为80%~90%。

6.2.2.3 厌氧颗粒污泥膨胀床（EGSB）应符合HJ 2023的相关规定，采用颗粒污泥运行，中温条件下，运行负荷为8 kgCOD<sub>Cr</sub>/（m<sup>3</sup>·d）~20 kgCOD<sub>Cr</sub>/（m<sup>3</sup>·d），COD<sub>Cr</sub>去除率为80%~90%。

6.2.2.4 内循环厌氧反应器（IC）采用颗粒污泥运行，中温条件下，运行负荷为10 kgCOD<sub>Cr</sub>/（m<sup>3</sup>·d）~24 kgCOD<sub>Cr</sub>/（m<sup>3</sup>·d），COD<sub>Cr</sub>去除率为80%~90%。

6.2.2.5 全混式厌氧反应器（CSTR）应符合HJ 2024的相关规定，采用絮状污泥运行，适用于高悬浮物高浓度有机废水，高温或中温条件下，运行负荷小于5 kgCOD<sub>Cr</sub>/（m<sup>3</sup>·d），COD<sub>Cr</sub>去除率为80%~90%，采取搅拌措施保证反应器内流态呈完全混合状态。

## 6.3 好氧处理工段

### 6.3.1 好氧生化池

6.3.1.1 好氧处理工艺可分为活性污泥法和生物膜法，包括但不限于A/O工艺、厌氧氨氧化工艺、生物接触氧化法、序批式活性污泥法（SBR）、膜生物反应法（MBR）、曝气生物滤池法（BAF）等。

6.3.1.2 对于高氨氮废水，根据氨氮去除要求，可采用A/O法、厌氧氨氧化法等：

——氨氮浓度<300 mg/L时宜选用A/O法，运行负荷宜按0.12 kgNH<sub>3</sub>-N/（m<sup>3</sup>·d）设计，设置级数根据脱氨要求确定，A池内宜采用机械搅拌，搅拌动力宜为8 W/m<sup>3</sup>~10 W/m<sup>3</sup>池容；

——氨氮浓度>300 mg/L时宜选用厌氧氨氧化法，运行负荷宜按0.3 kgNH<sub>3</sub>-N/（m<sup>3</sup>·d）~1.0 kgNH<sub>3</sub>-N/（m<sup>3</sup>·d）设计。

6.3.1.3 好氧生物处理pH值宜为7~8，剩余碱度宜大于70 mg/L（以CaCO<sub>3</sub>计），当碱度不能满足上述要求时，宜通过投加碱度的方式，提高废水的剩余碱度。

6.3.1.4 好氧生物处理温度宜控制在15℃~30℃之间，必要时采取降低负荷、保温或增温等措施。

6.3.1.5 好氧单元内曝气方式可根据设计要求、溶氧等选用膜式微孔、旋流或射流形式。

### 6.3.2 二沉池

好氧生化池内物料的泥水分离在二沉池内进行，表面水力负荷宜小于0.6 m<sup>3</sup>/（m<sup>2</sup>·h），污泥设置回流装置，回流比宜为100%。

## 6.4 深度处理工段

### 6.4.1 混凝沉淀池

6.4.1.1 混凝沉淀池用于投加除磷剂，去除磷酸盐；或用于投加絮凝剂，降低废水中高悬浮物浓度等。混凝与絮凝处理应符合HJ 2006的相关规定。

6.4.1.2 根据水力负荷运行差异和池内工艺需求，可设计为辐流沉淀池、竖流沉淀池、斜板沉淀池、磁絮凝沉淀池、高密度沉淀池：

- 水量较大的废水宜选用辐流沉淀池，表面水力负荷宜为  $0.6 \text{ m}^3/(\text{m}^2\cdot\text{h}) \sim 1.0 \text{ m}^3/(\text{m}^2\cdot\text{h})$ ；
- 水量较小的废水宜选用竖流沉淀池和斜板沉淀池，竖流沉淀池表面水力负荷宜为  $0.6 \text{ m}^3/(\text{m}^2\cdot\text{h}) \sim 1.0 \text{ m}^3/(\text{m}^2\cdot\text{h})$ ，斜板沉淀池表面水力负荷宜为  $1.3 \text{ m}^3/(\text{m}^2\cdot\text{h}) \sim 2.0 \text{ m}^3/(\text{m}^2\cdot\text{h})$ ；
- 水量大、总磷出水要求高、占地面积小的废水宜选用磁絮凝沉淀池，表面水力负荷宜为  $8 \text{ m}^3/(\text{m}^2\cdot\text{h}) \sim 12 \text{ m}^3/(\text{m}^2\cdot\text{h})$ ；
- 水量大、占地面积小的废水宜选用高密度沉淀池，表面水力负荷宜为  $4 \text{ m}^3/(\text{m}^2\cdot\text{h}) \sim 8 \text{ m}^3/(\text{m}^2\cdot\text{h})$ 。

#### 6.4.2 过滤器（池）

出水悬浮物要求较高或采用膜处理进行回用的废水宜选用过滤器（池），根据滤料不同，包括但不限于石英砂过滤、纤维束过滤、多介质过滤等。滤速根据不同滤料设计不同，不宜低于 $4.0 \text{ m/h}$ 。过滤器应设计水洗、气洗，定期反冲洗。

#### 6.4.3 活性炭吸附池（罐）

- 6.4.3.1 活性炭吸附池（罐）涉水部件应具有耐腐蚀性和足够的强度，内壁应采用防腐漏涂层。
- 6.4.3.2 吸附填料应选用具有高比表面积、中孔发达和具有良好吸附性能的活性炭，所选指标根据实际水质进行选择。
- 6.4.3.3 设计合理的水流速度与活性炭接触时间，确保吸附效率达到工艺要求，过水流速宜 $<5 \text{ m/h}$ 。

#### 6.4.4 消毒池

- 6.4.4.1 出水水质对大肠菌群有要求或回用类废水，需采用消毒池进行杀菌消毒，常用消毒方法包括但不限于氯消毒、臭氧消毒、紫外线消毒等。
- 6.4.4.2 氯消毒后应进行混合和接触，接触时间不应小于  $30 \text{ min}$ 。一级处理后污水加氯量应为  $20 \text{ mg/L} \sim 30 \text{ mg/L}$ ，二级处理后污水加氯量应为  $5 \text{ mg/L} \sim 10 \text{ mg/L}$ 。臭氧投加量应为  $5 \text{ mg/L} \sim 15 \text{ mg/L}$ 。

#### 6.4.5 回用单元

- 6.4.5.1 处理后废水回用按照“城镇污水再生利用分类”实施，根据各分类要求，废水在经过深度处理后可直接回用，也可进行膜分离除盐后回用。
- 6.4.5.2 应根据原水的水质全分析报告，选择超滤（UF）、反渗透（RO）、高压膜（DTRO、STRO等）等膜处理工艺及配置。
- 6.4.5.3 处理后废水回用于农林业用水（农田灌溉、林草花卉灌溉等）、工业用水（冷却用水、洗涤用水、工艺用水等）、补充用水（地下水回补、补充地表/地下水等），宜配置膜分离除盐单元。
- 6.4.5.4 处理后废水回用于城市杂用水（冲厕、道路清扫、绿化、车辆冲洗等）、环境用水（景观、湿地、生态环境等），可不配置膜分离除盐单元。

### 6.5 污泥处理工段

#### 6.5.1 基本要求

预处理工段、厌氧处理工段、好氧处理工段和深度处理工段产生的污泥应进行处理，污泥处理总体上宜采用“污泥浓缩单元、机械压滤单元、污泥烘干减量单元”，根据需求从前往后选择其中部分单元。

#### 6.5.2 污泥浓缩池

根据污泥的利用价值和去向，对污泥进行分类收集，浓缩后含水量为 $96\% \sim 98\%$ 。浓缩池内宜设置浓缩机，物化污泥固体负荷宜为 $80 \text{ kg}/(\text{m}^2\cdot\text{d}) \sim 120 \text{ kg}/(\text{m}^2\cdot\text{d})$ ，生化污泥固体负荷宜为 $30 \text{ kg}/(\text{m}^2\cdot\text{d}) \sim 60 \text{ kg}/(\text{m}^2\cdot\text{d})$ 。

#### 6.5.3 污泥脱水机

根据需求配套合适的机械脱水设备，常用污泥脱水机如表1所示。

表1 污泥脱水机

| 项 目  | 叠螺脱水机  | 板框压滤机 | 带式压滤机 | 卧螺离心机 |
|------|--------|-------|-------|-------|
| 脱水原理 | 螺旋增力脱水 | 压滤脱水  | 滚压脱水  | 离心脱水  |

|         |       |       |       |       |
|---------|-------|-------|-------|-------|
| 清洗水用量   | 少     | 较少    | 多     | 较多    |
| 泥饼含水率 % | 80~85 | 60~70 | 70~80 | 80~85 |

#### 6.5.4 污泥干化机

污泥机械脱水后的再减量宜选用污泥干化机，应根据不同需求和实际情况进行选择，包括但不限于低温除湿干化机和桨叶干燥机等。

### 6.6 沼气处理工段

#### 6.6.1 基本要求

厌氧产出沼气宜进入沼气处理工段进行处理和利用，总体上宜采用“脱硫单元、稳压单元、沼气利用单元”，根据需求从前往后选择其中部分单元。沼气处理和利用应符合HJ 2013的相关规定，电机应注意防爆，设备布置应满足防火要求。

#### 6.6.2 沼气脱硫塔

根据需求配套合适的脱硫工艺，常用工艺包括但不限于生物脱硫、络合铁脱硫、湿法脱硫、干法脱硫等。

#### 6.6.3 沼气柜

宜设置沼气柜用于沼气压力和流量的调节。根据需求配套合适的沼气柜形式，包括但不限于膜式气柜和湿式气柜。

#### 6.6.4 沼气利用单元

沼气利用单元包括但不限于蒸汽锅炉、热水锅炉、发电机、RTO炉等，根据使用需求在利用装置前增加风机，同时配套火炬用于沼气利用设备维修期间的沼气燃烧排放。

### 6.7 废气处理工段

6.7.1 预处理工段和厌氧处理工段应设置废气收集和处理装置，好氧处理工段根据需求进行选择。

6.7.2 废气处理工艺包括但不限于生物法、化学法和吸附法，废气换气量参照 CJJ / T 243 执行，废气排放应符合 GB 14554 的相关规定。

## 7 回用要求

### 7.1 处理后的废水排放应符合相关排放标准：

- 有行业排放标准的应符合相关标准的要求，暂未有相关排放标准和当地部门要求的，应符合 GB 8978 的相关规定；
- 排入城市下水道的应符合 GB/T 31962 的相关规定；
- 排入江河、渠道等地表水体的应符合 GB 3838、GB 18918 的相关规定；
- 排入污水处理厂的按有关要求执行协议标准。

### 7.2 工业废水的回用应根据回用对象对水质的要求确定：

- 回用至工业用水时，应符合 GB/T 19923 的相关规定；
- 回用至锅炉补给水时，应符合 GB/T 1576 的相关规定；
- 回用至杂用水及景观用水时，应符合 GB/T 18920、GB/T 18921 等相关规定；
- 回用至农田灌溉时，应符合 GB 5084 的相关规定；
- 回用至其他工艺水与产品用水水源时，应符合相关行业用水水质要求。

### 7.3 水污染物监测分析方法参见表 2。

表 2 水污染物监测分析方法

| 监测项目                      | 测定方法   | 方法来源   |
|---------------------------|--------|--------|
| 化学需氧量(COD <sub>cr</sub> ) | 重铬酸盐法  | HJ 828 |
| 生化需氧量(BOD <sub>5</sub> )  | 稀释与接种法 | HJ 505 |

|         |                                       |                             |
|---------|---------------------------------------|-----------------------------|
| 悬浮物(SS) | 重量法                                   | GB/T 11901                  |
| 动植物油    | 红外分光光度法                               | HJ 637                      |
| 石油类     | 红外分光光度法                               | HJ 637                      |
| 总氮      | 碱性过硫酸钾消解紫外分光光度法                       | HJ 636                      |
| 氨氮      | 气相分子吸收光谱法、纳氏试剂分光光度法、水杨酸分光光度法、蒸馏-中和滴定法 | HJ 195、HJ 535、HJ 536、HJ 537 |
| 总磷      | 钼酸铵分光光度法                              | GB/T 11893                  |
| 色度      | 稀释倍数法                                 | GB/T 11903                  |
| 溶解性总固体  | 重量法                                   | CJ/T 51                     |
| pH      | 玻璃电极法                                 | GB/T 6920                   |

---