

# T/SDEPI

团 体 标 准

T/SDEPI XXXX—2024

## 工业企业废水处理及回用技术规范

Technical specification for wastewater treatment and reuse in industrial enterprises

征求意见稿

在提交反馈意见时，请将您知道的相关专利连同支持性文件一并附上。

XXXX - XX - XX 发布

XXXX - XX - XX 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 .....	1
5 工艺流程 .....	1
6 主要工艺单元 .....	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 .....	4
6.5 回用工段 .....	5
7 排放及回用要求 .....	5
附录 A（资料性） 工业企业废水处理及回用工艺 .....	6
附录 B（资料性） 典型工业废水处理工艺流程 .....	1
B.1 玉米淀粉、氨基酸生产废水 .....	1
B.2 大豆分离蛋白生产废水 .....	1
B.3 柠檬酸生产废水 .....	1
B.4 白酒生产废水 .....	2
B.5 饮品生产废水 .....	2
B.6 食品生产废水 .....	2
B.7 化工化合制药类生产废水 .....	3
B.8 农药类生产废水 .....	3
B.9 中药类生产废水 .....	3
B.10 精细化工类生产废水 .....	4
B.11 石油化工类生产废水 .....	4
B.12 养殖类生产废水 .....	5
B.13 屠宰类生产废水 .....	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：

本文件主要起草人：

# 工业企业废水处理及回用技术规范

## 1 范围

本文件规定了工业企业废水处理及回用的总体要求、工艺流程、主要工艺单位、排放及回用要求等内容。

本文件适用于工业企业废水的处理及回用。

## 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 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/T 50050 工业循环冷却水处理设计规范  
CJ/T 51 城镇污水水质标准检验方法  
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 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 2016 环境工程 名词术语

## 3 术语和定义

HJ 2016 界定的术语和定义适用于本文件。

## 4 总体要求

4.1 遵循分类收集、分级分质处理和分质回用的原则，废水处理应优先自用。

4.2 应依据水质、水量、回用要求、排放标准和企业节水目标等，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。

4.3 废水分级分质处理工艺，应在取得水源水和废水的水量、水质，以及回用水水质要求等资料后，经水（盐）平衡计算后确定。

## 5 工艺流程

5.1 工业废水处理工艺流程可分为五个工段，分别为预处理工段、厌氧处理工段、好氧处理工段、深度处理工段、回用工段，每个工段常见工艺单元见附录 A。

5.2 典型工业废水处理工艺流程参见附录 B。

## 6 主要工艺单元

### 6.1 预处理工段

#### 6.1.1 格栅

6.1.1.1 根据废水中大块悬浮固体形式，选择不同形式格栅。

6.1.1.2 粗格栅采用机械清除时，格栅间隙为 5 mm~10 mm；细格栅宜选用具有自清能力的机械格栅，格栅间隙为 1 mm~4 mm。

#### 6.1.2 调节池

6.1.2.1 根据废水特点设计多格调节池，分类收集，池内宜设计搅拌装置。

6.1.2.2 调节池容积应根据生产废水水质特点及排放规律确定：

- 玉米淀粉废水停留时间不应小于 8 h；
- 淀粉糖生产废水的停留时间不应小于 12 h；
- 变性淀粉生产废水的停留时间通常不小于 18 h；
- 化工类生产废水的停留时间通常不小于 24 h；
- 发酵类生产废水的停留时间不应小于 10 h；
- 蛋白类生产废水不应大于 6 h；
- 其他种类废水如食品类废水应根据产品生产排水规律确定停留时间。

#### 6.1.3 初沉池

6.1.3.1 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）式等。

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

利用油与水的比重差异，分离去除废水中悬浮状态油品。

#### 6.1.5 气浮机

常用的气浮工艺有涡凹气浮、溶气气浮、浅层气浮等。

#### 6.1.6 高级催化氧化

6.1.6.1 预处理工段高级催化氧化用于难生化降解废水的预处理，提高可生化性。

6.1.6.2 应合理选择不同的高级催化氧化方式，包括但不限于光催化氧化、湿式催化氧化、臭氧催化氧化、电催化氧化、芬顿氧化及衍生工艺多相催化氧化等。

6.1.6.3 臭氧投加量宜采用试验确定，接触时间一般为 1 h~3 h。芬顿氧化及衍生工艺多相催化氧化，反应 pH 宜为 3~4，水力停留时间宜为 2 h~4 h。其余光催化氧化、电催化氧化等均宜采用试验确定反应条件。

#### 6.1.7 铁碳微电解

6.1.7.1 适用于氧化还原电位较高的废水生化处理前的预处理，可提高废水的可生化性。

6.1.7.2 适宜偏酸性条件，水力停留时间宜为 1 h~2 h，应设曝气系统，防止铁碳板结。

#### 6.1.8 蒸发器

6.1.8.1 适用于去除高盐工业废水中盐分及部分高沸点有机物，常用的蒸发工艺有多效蒸发、MVR 蒸发等。

6.1.8.2 多效蒸发器适用于高含盐废水处理，根据蒸发的效数（大于等于 1）不同，蒸汽用量不同。

6.1.8.3 MVR 蒸发器适用于高含盐废水除盐、废水深度处理及中水回用，不适宜含有高浓度易挥发性有机物废水的预处理。

### 6.1.9 换热设备

6.1.9.1 用于生化处理前废水温度高于 40 °C 的废水降温，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。

6.1.9.2 若废水中悬浮物已发生堵塞且不易采用沉降工艺预处理时，宜采用宽通道式换热器。

## 6.2 厌氧处理工段

### 6.2.1 水解酸化池

6.2.1.1 适用于难降解废水的预处理，可提高废水的可生化性，水力停留时间宜大于 8 h。

6.2.1.2 生化性较差的化工类、制药类废水可适当延长停留时间。

### 6.2.2 升流式厌氧污泥床（UASB）

6.2.2.1 适用于高浓度废水的处理，宜采用絮状污泥运行，运行负荷小于 5 kgCOD/m<sup>3</sup>·d，CODCr 去除率为 60%~90%。

6.2.2.2 沼气脱硫后可作为燃料利用，沼气不便利用或不能完全利用时，应设火炬处理，利用前也应设置脱硫单元。

### 6.2.3 膨胀颗粒污泥床（EGSB）

6.2.3.1 适用于高浓度废水的处理，宜采用颗粒污泥运行，运行负荷为 8 kgCOD/m<sup>3</sup>·d ~20kgCOD/m<sup>3</sup>·d，占地面积小，CODCr 去除率为 60%~90%。

6.2.3.2 沼气脱硫后可作为燃料利用。

### 6.2.4 内循环厌氧反应器（IC）

6.2.4.1 适用于处理以碳氢化合物为主要污染物的高浓度废水，如淀粉类、发酵类、蛋白类、食品类废水等。

6.2.4.2 反应器高径比宜为 4~8，反应器的高度为 16 m~25 m。

6.2.4.3 宜采用颗粒污泥运行，中温条件下，运行负荷为 10 kg/(m<sup>3</sup>·d)~24kg/(m<sup>3</sup>·d)，CODCr 去除率为 70%~90%。

### 6.2.5 全混式厌氧反应器（CSTR）

采用恒温连续投料或半连续投料运行，适用于养殖场中畜禽粪便的处理和沼气生产、发电工程。

## 6.3 好氧处理工段

### 6.3.1 生物接触氧化池

6.3.1.1 适用于处理较低 CODCr 进水浓度和负荷条件下的废水好氧处理。

6.3.1.2 容积负荷碳氧化/硝化宜为 0.2 kgBOD<sub>5</sub> / (m<sup>3</sup>·d) ~2.0 kgBOD<sub>5</sub> / (m<sup>3</sup>·d)，碳氧化宜为 2.0 kgBOD<sub>5</sub> / (m<sup>3</sup>·d)~5.0 kgBOD<sub>5</sub> / (m<sup>3</sup>·d)，CODCr 去除率为 60%~90%。

### 6.3.2 A/O 池

6.3.2.1 适用于需要脱氮除碳的废水处理，根据脱氮要求，可设置多级 A/O。

6.3.2.2 O 段溶解氧浓度应维持在 2 mg/L 以上，pH 应控制在 7~8 之间。

6.3.2.3 缺氧与好氧水力停留时间宜控制在 1:3 左右，在碳氮比（C/N）小于 5 的情况下需补充反硝化碳源。

### 6.3.3 A<sub>2</sub>/O 池

适用于需要脱氮除磷的废水处理，BOD<sub>5</sub> 污泥负荷宜为 0.1 kgBOD<sub>5</sub> / (kgMLSS·d) ~0.2 kgBOD<sub>5</sub> / (kgMLSS·d)。

### 6.3.4 厌氧氨氧化（ANAMMOX池）

适用于高氨氮、高总氮废水的处理，总氮、NH<sub>3</sub>-N 去除率均可达80%以上。

### 6.3.5 序批式活性污泥法（SBR池）

适用于CODCr 浓度在2000 mg/L 以下中、小水量的废水处理，CODCr 去除率为50%~80%。

### 6.3.6 MBR膜生物反应器

适用于生化处理出水指标要求较高的废水处理，宜作为生化处理的后端工序，出水高悬浮物可低至10 mg/L以下。

## 6.4 深度处理工段

### 6.4.1 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。

### 6.4.2 磁絮凝沉淀池

适用于水量大、总磷要求高、占地面积小的废水处理。表面水力负荷宜为  $8 \text{ m}^3/(\text{m}^2\cdot\text{h}) \sim 10 \text{ m}^3/(\text{m}^2\cdot\text{h})$ 。

### 6.4.3 高密度沉淀池

适用于水量大、占地面积小的项目。表面水力负荷宜为  $4 \text{ m}^3/(\text{m}^2\cdot\text{h}) \sim 8 \text{ m}^3/(\text{m}^2\cdot\text{h})$ 。

### 6.4.4 高级催化氧化

6.4.4.1 用于废水深度处理，进一步降解有机物。

6.4.4.2 应合理选择不同的高级催化氧化方式，包括但不限于光催化氧化、湿式催化氧化、臭氧催化氧化、电催化氧化、芬顿氧化及衍生工艺多相催化氧化等。

6.4.4.3 臭氧投加量宜采用试验确定，接触时间一般为1 h~3 h。芬顿氧化及衍生工艺多相催化氧化，反应pH 宜为3~4，水力停留时间宜为2 h~4 h。其余光催化氧化、电催化氧化等均宜采用试验确定反应条件。

### 6.4.5 脱色池

6.4.5.1 用于末端色度较高的工业废水，如发酵制药类废水、印染废水等。

6.4.5.2 脱色药剂应根据发色物质选择，如次氯酸钠、铁盐、芬顿试剂、臭氧等。脱色剂用量应根据实验确定。

### 6.4.6 消毒池

6.4.6.1 出水水质对大肠菌群有要求或回用类废水，末端需采用杀菌消毒工艺，工业废水处理中常用消毒方法包括但不限于氯消毒、臭氧、紫外线等。

6.4.6.2 氯消毒后应进行混合和接触，接触时间不应小于30 min。一级处理后污水加氯量应为20 mg/L~30 mg/L，二级处理后污水加氯量应为5 mg/L~10 mg/L。臭氧投加量应为5 mg/L~15 mg/L。

### 6.4.7 过滤器

6.4.7.1 过滤器根据滤料不同，设计滤速不同，不宜低于4 m/h。

6.4.7.2 过滤器应设计水洗、气洗，定期反冲洗。

### 6.4.8 曝气生物滤池（BAF）

适用于处理有机物和高悬浮物浓度较低的废水，进水高悬浮物浓度应小于60 mg/L。CODCr 去除率为30%~50%。

### 6.4.9 深床反硝化滤池

用于出水总氮要求较高废水，可与好氧脱氮工艺结合使用，出水总氮可低至10 mg/L。

## 6.5 回用工段

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。

## 7 排放及回用要求

### 7.1 工业废水的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满足 GB/T 31962 的相关规定；
- 排入江河、渠道等地表水体的应满足 GB 3838、GB 18918 的相关规定。

### 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，应满足 GB/T 19923 的相关规定；
- 回用至工业循环冷却水时，应满足 GB/T 50050 的相关规定；
- 回用至锅炉补给水时，应满足 GB/T 1576 的相关规定；
- 回用至杂用水及景观用水时，应满足 GB/T 18920、GB/T 18921 等相关规定；
- 回用至农田灌溉时，应满足 GB 5084 的相关规定；
- 回用至其他工艺水与产品用水水源时，应达到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 1。

表 1 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)	重铬酸盐法	HJ 828
生化需氧量(BOD)	稀释与接种法	HJ 505
悬浮物(SS)	重量法	GB/T 11901
动植物油	红外光度法	HJ 637
石油类	红外光度法	HJ 637
总氮	碱性过硫酸钾-消解紫外分光光度法	HJ 636
氨氮	蒸馏-中和滴定法	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

附录 A  
(资料性)  
工业企业废水处理及回用工艺

工业企业废水处理及回用工艺见图A.1。



图 A.1 工业企业废水处理及回用工艺

附 录 B  
(资料性)  
典型工业废水处理工艺流程

### B.1 玉米淀粉、氨基酸生产废水

玉米淀粉、氨基酸生产废水处理工艺流程见图B.1。

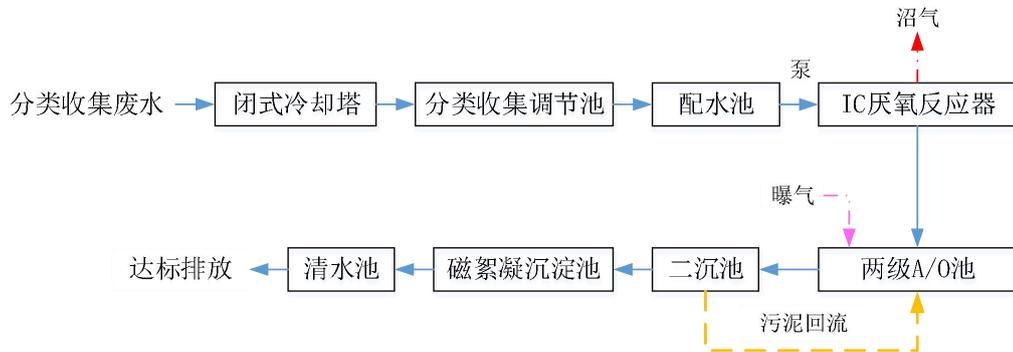


图 B.1 玉米淀粉、氨基酸生产废水处理工艺流程图

### B.2 大豆分离蛋白生产废水

大豆分离蛋白生产废水处理工艺流程见图B.2。

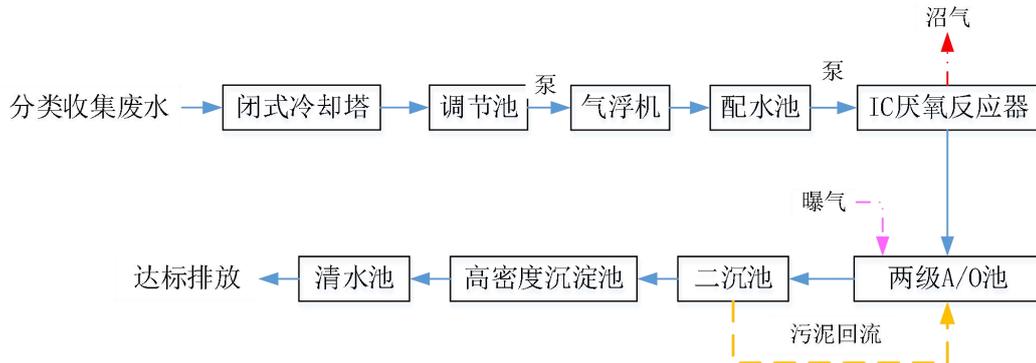


图 B.2 大豆分离蛋白生产废水处理工艺流程图

### B.3 柠檬酸生产废水

柠檬酸生产废水处理工艺流程见图B.3。

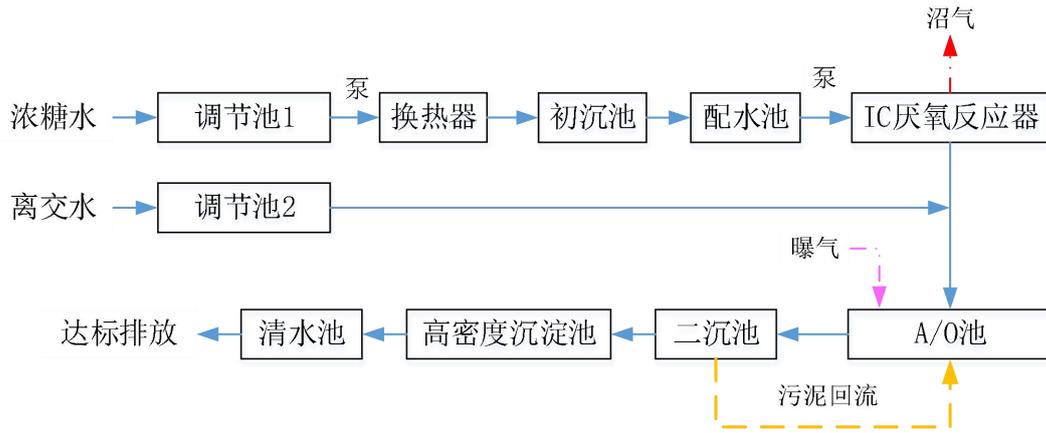


图 B.3 柠檬酸生产废水处理工艺流程图

#### B.4 白酒生产废水

白酒生产废水处理工艺流程见图B.4。

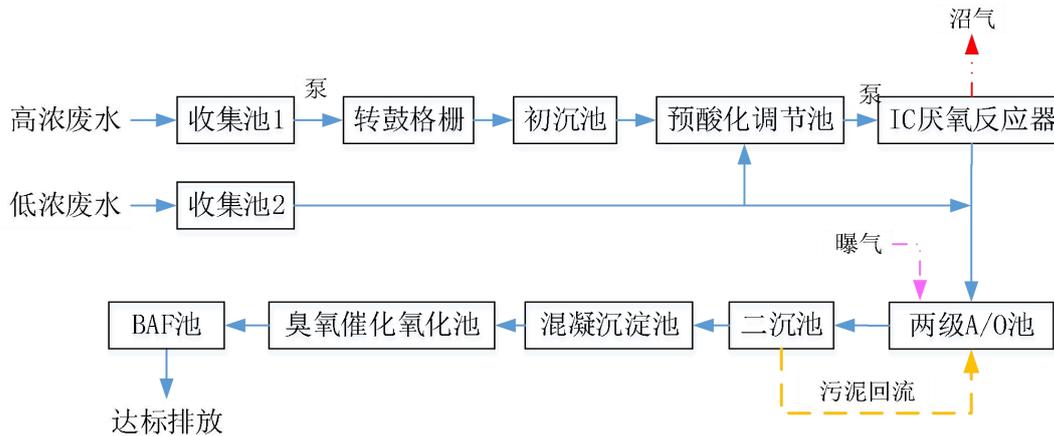


图 B.4 白酒生产废水处理工艺流程图

#### B.5 饮品生产废水

饮品生产废水处理工艺流程见图B.5。

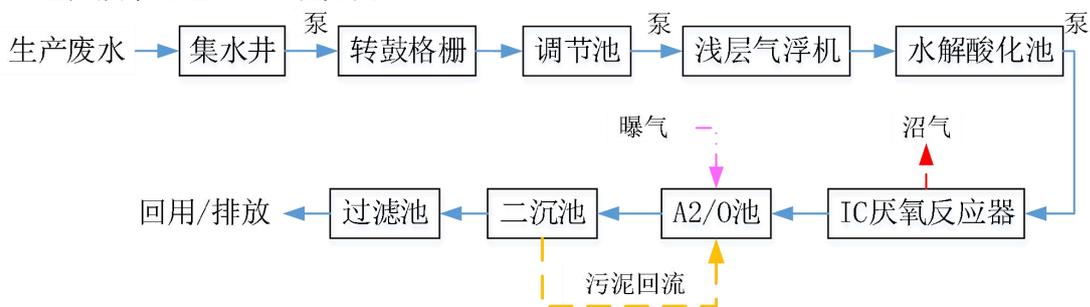


图 B.5 饮品生产废水处理工艺流程图

#### B.6 食品生产废水

食品生产废水处理工艺流程见图B.6。

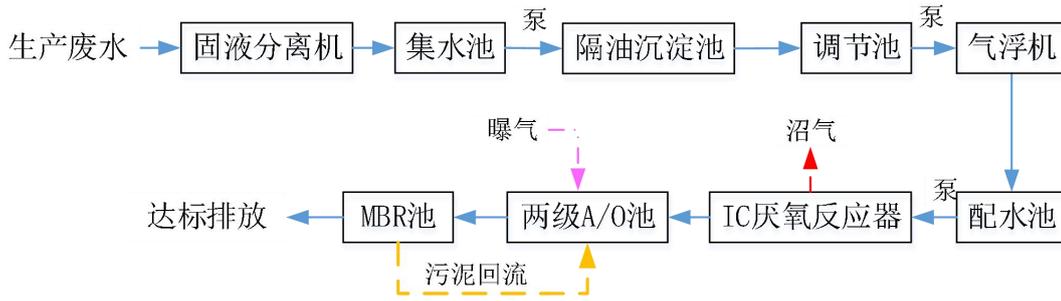


图 B.6 食品生产废水处理工艺流程图

### B.7 化工化合制药类生产废水

化工化合制药类生产废水处理工艺流程见图B.7。

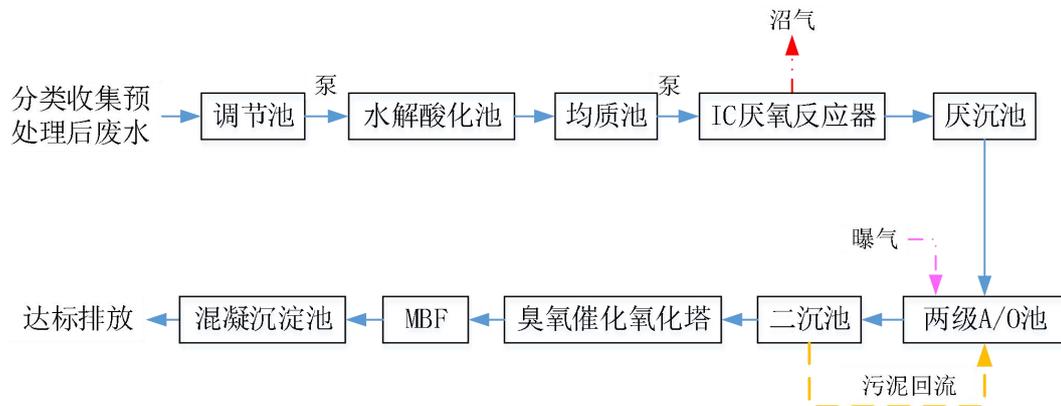


图 B.7 化工化合制药类生产废水处理工艺流程图

### B.8 农药类生产废水

农药类生产废水处理工艺流程见图B.8。

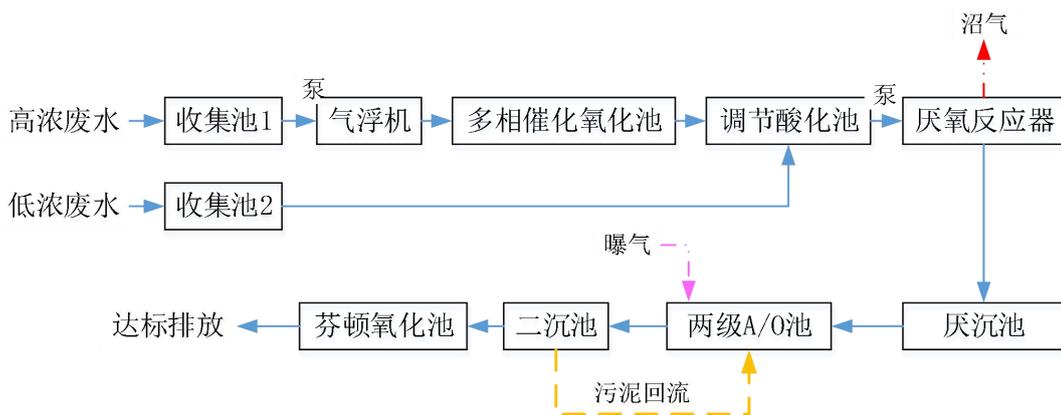


图 B.8 农药类生产废水处理工艺流程图

### B.9 中药类生产废水

中药类生产废水处理工艺流程见图B.9。

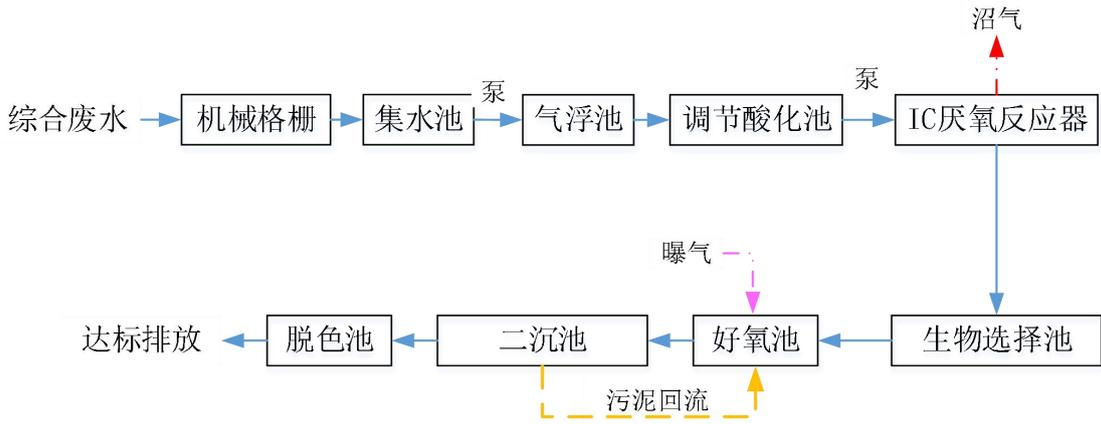


图 B.9 中药类生产废水处理工艺流程图

B.10 精细化工类生产废水

精细化工类生产废水处理工艺流程见图B.10。

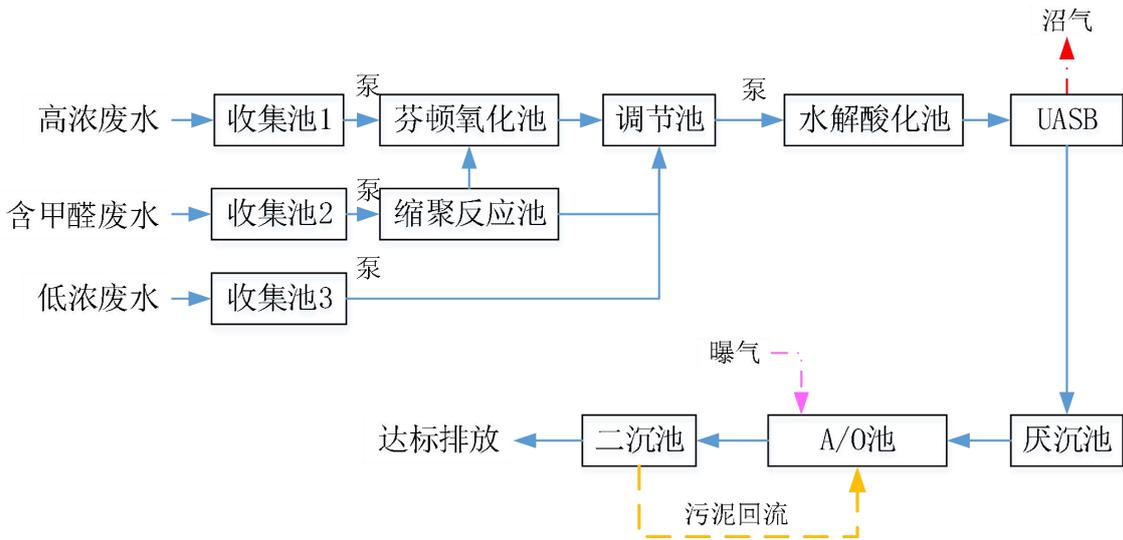


图 B.10 精细化工类生产废水处理工艺流程图

B.11 石油化工类生产废水

石油化工类生产废水处理工艺流程见图B.11。

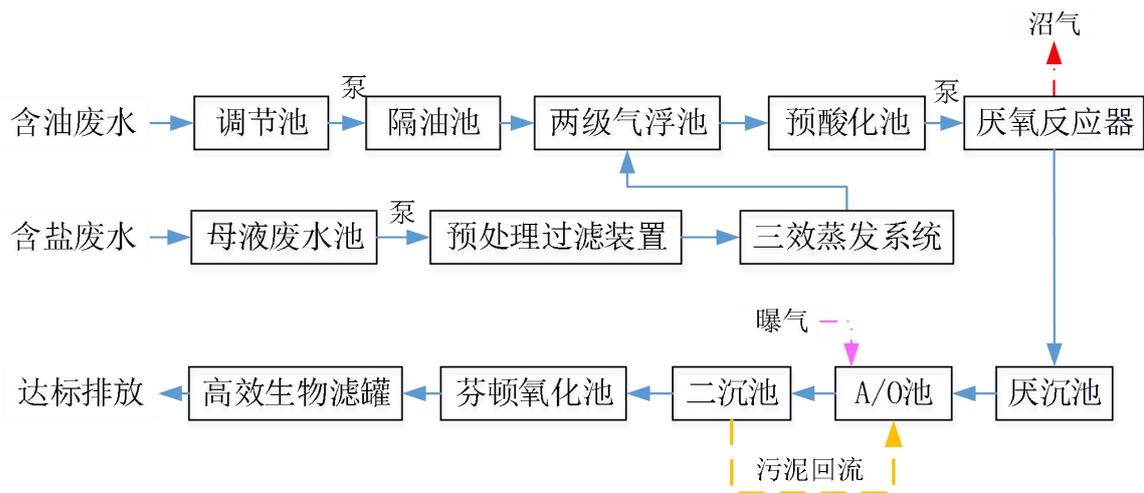


图 B.11 石油化工类生产废水处理工艺流程图

### B.12 养殖类生产废水

养殖类生产废水处理工艺流程见图B.12。

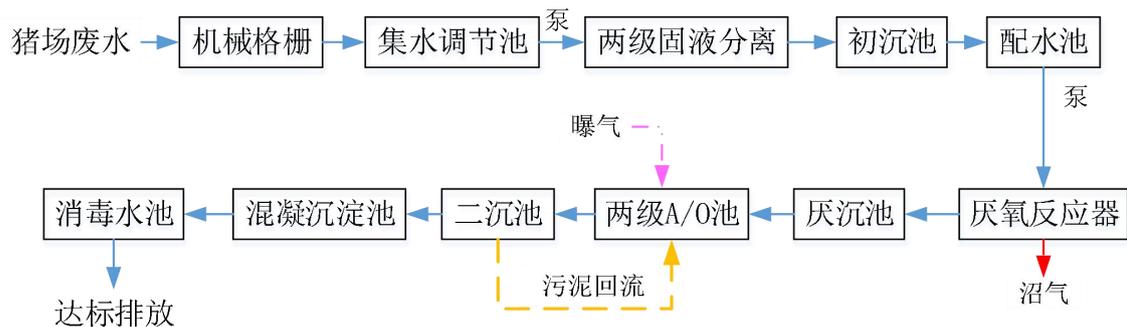


图 B.12 养殖类生产废水处理工艺流程图

### B.13 屠宰类生产废水

屠宰类生产废水处理工艺流程见图B.13。

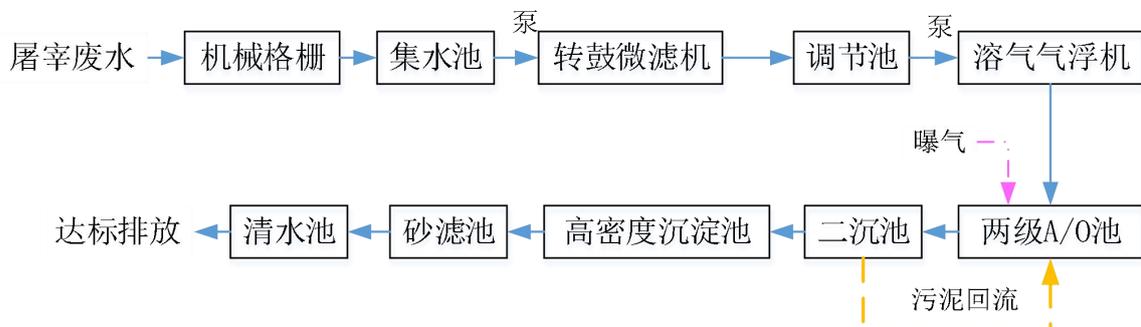


图 B.13 屠宰类生产废水处理工艺流程图