

团 体 标 准

T/CIECCPA 044—2024

电子行业废水废液无害化处理通用要求

General requirements for harmless treatment of wastewater and waste
liquid in the electronics industry

2024 - 10 - 24 发布

2024 - 10 - 28 实施

中 国 工 业 节 能 与 清 洁 生 产 协 会 发 布

CLECCRA

目 次

前言III

1 范围1

2 规范性引用文件1

3 术语和定义1

4 导则3

5 工艺系统的要求3

 5.1 水量和水质调节设施3

 5.2 处理工艺设计3

 5.3 物化处理5

 5.4 生物处理11

 5.5 废气处理21

 5.6 污泥处置23

 5.7 废水废液24

 5.8 药品的使用24

6 运行要求24

 6.1 废水废液收集24

 6.2 废水废液输送24

 6.3 药品的储存25

 6.4 药品的计量和输送25

 6.5 监控和分析化验25

 6.6 控制及仪表26

附录 A（资料性）废水处理站28

 A.1 废水处理站一般规定28

 A.2 总图布置28

 A.3 建筑结构28

 A.4 消防要求29

 A.5 电气配套29

图 1 单元三相分离器基本构造图14

图 2 沼气净化系统图15

表 1 常用的混凝剂及使用条件 7

表 2 废水沉淀池设计参数 8

表 3 离子交换器的进水要求 10

表 4 超（微）滤装置的进水水质指标 10

表 5 反渗透设备的进水 11

表 6 水解酸化池的主要设计参数 12

表 7 UASB 反应器对污染物的去除率 13

表 8 不同条件下絮状和颗粒污泥 UASB 反应器采用的容积负荷 13

表 9 进水管负荷 14

表 10 去除碳源污染物主要工艺设计参数（设计水温 20℃） 17

表 11 脱氮处理时主要工艺设计参数（设计水温 10℃） 17

表 12 化学洗涤塔典型设计参数 22

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：苏州依斯倍环保装备科技有限公司、重庆赛宝工业技术研究院有限公司、栗田工业（苏州）水处理有限公司、泉州中节能水处理科技有限公司、青岛西海岸公控环保集团有限公司、沃威沃水技术（中国）有限公司、中节能（荆门）环科水务技术发展有限公司、宝武水务科技有限公司、沈阳工业大学、浙江海拓环境技术有限公司、北京绿碳循环信息技术咨询有限公司、北京低碳绿标信息技术咨询有限公司。

本文件主要起草人：常英、刘方荣、廖维、张路子平、王洋、吉田太郎、吴健、费西凯、黄炜、李世文、任晓明、邓向辉、Fulde Thomas、聂秀金、钮佰杰、王志军、周超、陆正华、耿聰、高维春、许海亮、朱斌来、周凤祥、李成功、吴世东、伍佩妆。

CLECCRA

电子行业废水废液无害化处理通用要求

1 范围

本文件规定了电子行业废水废液无害化处理的一般要求、详细要求、废水废液的收集输送和储存、药品的储存计量和运输、仪表和控制系统、废水处理站。

本文件的适用范围为产生电子废水废液的相关企业行业，如上述企业产生相关的废水废液，则本文件适用，包括半导体行业和电路板行业。

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文件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 8978 污水综合排放标准
GB 18484-2020 危险废物焚烧污染控制标准
GB 18597-2023 危险废物贮存污染控制标准
GB 18598-2019 危险废物填埋污染控制标准
GB 18599-2020 一般工业固体废物贮存、处置场污染控制标准
GB/T 19249-2017 反渗透水处理设备
GB 39731-2020 电子工业水污染物排放标准
GB/T 50483-2019 化工建设项目环境保护工程设计标准
GB 55037-2022 建筑防火通用规范
GB 51441-2022 电子工业废水处理工程设计标准
NY/T 1220.1 沼气工程技术规范 第1部分：工艺设计
NY/T 1220.2 沼气工程技术规范 第2部分：供气设计
LY/T 3279—2021 工业水处理用活性炭技术指标及试验方法
HJ 1298-2023 电子工业水污染防治可行技术指南
HJ 2002-2010 电镀废水治理工程技术规范
HJ 2009-2011 生物接触氧化法污水处理工程技术规范
HJ 2013-2012 升流式厌氧污泥床反应器污水处理工程技术规范
HJ 2018-2012 制糖废水治理工程技术规范

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件，来源：GB 51441-2022 《电子工业废水处理工程设计标准》。

3.1

酸碱废水 acidic&alkaline wastewater

生产过程中排放的呈酸性或碱性的废水。

3.2

研磨切割废水 grinding&sawing wastewater

研磨、切割等工艺生产过程中排出的含有固体颗粒物或悬浮物的废水。

3.3

化学机械抛光废水 chemical mechanical planarization (CMP) wastewater

化学机械抛光生产过程中排出的含有固体颗粒物或悬浮物的废水。

3.4

含氟废水 fluoride wastewater

生产过程中排放的含氟离子及其化合物的废水。

3.5

含磷废水 phosphorus wastewater

生产过程中排放的含磷酸、磷酸盐、偏磷酸盐、聚合磷酸盐和有机磷酸盐的废水。

3.6

含砷废水 arsenic wastewater

生产过程中排放的含有各种砷化合物的废水。

3.7

有机废水 organic wastewater

生产过程中排放的含有有机物质的废水。

3.8

无机废水 inorganic wastewater

生产过程中排放的只含无机盐等化合物，不含有机类化合物的废水。

3.9

重金属废水 heavy metal containing wastewater

生产过程中排放的含有镉、铬、铅、镍、银、铜、锌等金属离子、络合物及其化合物的废水。根据废水中所含重金属元素又分别称为含镉废水、含铬废水、含铅废水、含镍废水、含银废水、含铜废水、含锌废水等。

3.10

物化处理 physical&chemical treatment

采用物理及化学的方式处理废水。电子废水物化处理工艺主要包括化学反应、混凝沉淀、吸附、离子交换、过滤、蒸发浓缩等方法。

3.11

生化处理 biochemical treatment

利用微生物的代谢作用，使污水中呈溶解和胶体状态的有机污染物转化为无害物质，以实现净化的方法，包括好氧处理、厌氧处理。

3.12

回用水 reclaim water

废水直接或经适当处理后，达到一定的水质指标，满足某种使用要求，可以使用的。

3.13

氨氮处理气提触媒法 gas stripping&oxidation process for ammonia wastewater

将氨氮废水中的氨吹脱出来并用催化氧化法氧化分解为氮气的废水处理。

3.14

序批式混凝沉淀法 sequencing batch reactor coagulating sedimentation process

在同一反应器中，按时间顺序由进水、反应、沉淀、排水和待机五个基本工序组成的混凝沉淀废

水处理方法。

4 导则

- 4.1 废水废液（以下简称废水）无害化处理（以下简称本文件）工程的工艺选择应遵循综合治理、再生利用、节能减排、总量控制的原则。符合《污水综合排放标准》GB 8978、《HJ 1298-2023 电子工业水污染防治可行技术指南》HJ 1298-2023 和《电子工业水污染物排放标准》GB 39731-2020。
- 4.2 本文件应选用技术成熟、安全可靠、运维便利的工艺流程。科学合理、积极慎重地选用经过验证、行之有效的新技术。
- 4.3 工艺流程的选择应充分考虑地域、地理、地质、气象、地震等自然因素的影响。
- 4.4 工艺流程应考虑初期投资、运行成本、服务寿命、资源占用、能源消耗等因素，通过技术经济比较来确定。
- 4.5 本文件应按照系统运行管理的需要以及项目所在地环境保护管理技术要求安装在线监控系统。
- 4.6 本文件工程设计应提供必要的措施妥善处理运行过程中可能产生的废水、废液、废气、废渣以及其它污染物，满足国家、行业和地方相关法规和标准，防止二次污染。
- 4.7 调节池应设搅拌系统，并根据废水特点考虑加盖、通风、除臭、防爆及排泥等措施。
- 4.8 废水处理站应按照设计要求设置事故应急池，应急池的停留时间应满足项目环境影响评价的要求，以满足事故状态下收集泄露物料、污染消防水和污染雨水的需要。应急池建设应结合所收集废水的种类、特性和处理工艺设置。
- 4.9 废水收集管网应符合根据工业废水的特殊性设计，避免渗漏对土壤和环境产生污染，管道建设符合国家、地方或行业的管道标准，同时管网应定期清理和维护，防止堵塞和泄露，确保污水能顺利流入处理设施。

5 工艺系统的要求

本文件同时适用于单项技术工艺和组合式技术工艺。

5.1 水量和水质调节设施

- 5.1.1 水质、水量变化大的废水处理系统，应设置调节水质和（或）水量的设施。
- 5.1.2 调节池容积应根据废水水量、水质变化范围以及要求的调节程度确定，应满足水量、水质变化一个周期以上全部废水的调节要求。
- 5.1.3 本文件所涉及工程在设计前期应对废水的水质、水量进行详细调查和分析论证。
- 5.1.4 本文件所涉及工程的系统容量可以实测排水量计算，并合理考虑一定的余量；当无实测值时，其污染物与污染负荷可类比参照同类型企业确定，也可按单位产品的废水量计算，并与国家现行的工业用水量有关规定协调。
- 5.1.5 本文件所涉及工程的废水排放量应按相关管理部门批准的排放量确定。
- 5.1.6 本文件所涉及工程的进水水质，应根据实测数据或参照类似企业的运行实践确定。
- 5.1.7 废水处理系统的设计流量应按下列原则确定：
 - a) 处理系统前无调节设施时，设计流量应按最高时废水量设计；
 - b) 处理系统前有调节设施时，设计流量应按平均时废水量设计。

5.2 处理工艺设计

- 5.2.1 酸碱废水处理应符合下列技术要求：

- a) 酸碱废水宜采用二段式中和处理系统处理;
 - b) 最终进入酸碱废水处理系统的各股废水应均匀进入系统;
 - c) 各股废水在进入废水处理系统前, 根据其不同化学性质应尽量采取对应预处理措施。
- 5.2.2 含氟废水的处理应符合下列技术要求:
- a) 含氟废水宜采用化学混凝沉淀法处理;
 - b) 含氟废水收集应浓淡分离, 高浓度含氟废水应逐步适量投入到低浓度含氟废水进入处理;
 - c) 含氟废水处理系统宜设置污泥回流调理设施;
 - d) 含氟废水处理系统应设置氟离子单元在线监测仪, 并与药剂投加联锁。
- 5.2.3 含磷废水的处理应符合下列技术要求:
- a) 含磷废水应按浓淡分流原则分别收集处理;
 - b) 综合技术经济比较可行时, 高浓度磷酸废液宜委外综合处理, 回收利用;
 - c) 根据含磷废水浓度高低不同, 选取合适的化学混凝处理方法; 含磷废水处理系统宜设置污泥回流调理设施。
- 5.2.4 含氨废水的处理应符合下列技术要求:
- a) 含氨废水应根据浓淡分流的原则分别收集处理;
 - b) 高浓度含氨废水宜采用吹脱—吸收方式预处理后再进入下一级废水处理系统, 且应设置加热措施和有必要的热回收措施;
 - c) 在存在硫酸铵无法处置的问题时, 高浓度含氨废水可采用“热风气提+触媒法”处理;
 - d) 低浓度含氨废水宜采用生物硝化—反硝化工艺处置。
- 5.2.5 含砷废水的处理应符合下列技术要求:
- a) 含砷废水一般情况下宜采用化学混凝沉淀处理, 需要深度处理时应根据排放标准采用选择性树脂吸附法;
 - b) 研磨切割废水所产生的砷化镓(GaAs)颗粒废水宜先进行固液分离回收, 再进入后续处理系统;
 - c) 含砷废水进行污泥脱水时, 脱水装置应单独设置。
- 5.2.6 有机废水的处理应符合下列技术要求:
- a) 有机废水应根据回用要求按浓淡分流原则分别收集处理;
 - b) 高浓度有机废水(COD 大于等于 2000 mg/L) 宜采用化学混凝沉淀法、气浮法或厌氧生物处理系统预处理后再进入后续处理系统;
 - c) 低浓度有机废水(COD 小于 2000 mg/L) 处理宜采用生物法处理;
 - d) 当排水总氮排放有要求时, 宜选择硝化-反硝化脱氮工艺。
- 5.2.7 重金属废水的处理应符合下列技术要求:
- a) 重金属废水一般情况下采用化学混凝沉淀法处理, 需要深度处理时应根据排放标准采用选择性树脂吸附法化学铜;
 - b) 高浓度重金属废水宜单独收集, 对重金属进行回收预处理后, 再定量投加到低浓度重金属废水进行处理;
 - c) 当重金属废水中硫酸盐含量偏高时, 宜选用 NaOH 作为 pH 调节药剂降低酸性, 再配合添加少量 $\text{Ca}(\text{OH})_2$;
 - d) 重金属废水处理系统应设置污泥回流调理设施;
 - e) 含有 H_2O_2 的重金属废水, 宜单独收集并去除 H_2O_2 后, 定量注入重金属废水合并处理。
- 5.2.8 含氨络合废水的处理应符合下列技术要求:
- a) 含氨络合废水可采用硫化物沉淀法、折点氯化法进行预处理;

- b) 硫化物沉淀法处理含氨废水应确保废水在碱性条件下处理，同时有效防止过量投加硫化物药剂，处理后的含氨络合废水应对氨氮污染物进行适当处理，且不应与其它含重金属废水混合；
 - c) 当含氨络合废水中重金属浓度很高时（大于 10 g/L~20g/L），反应完成后可直接进入压滤机进行全量过滤，过滤出水再进入后续处理系统。
- 5.2.9 重金属废水的处理应符合下列技术要求：
- a) 重金属废水宜采用硫酸亚铁处理法、钙盐处理法、亚硫酸氢钠处理法及各种催化还原法；
 - b) 重金属废水水量小于 50m³/d 时，宜采用序批式处理；
- 5.2.10 显像、去墨/膜废液的处理应符合下列要求：
- a) 显像、去墨/膜废液宜采用酸化、化学沉淀或气浮法法预处理后再进行后续处理；
 - b) 宜采用机械搅拌，并投加适量消泡剂，抑制泡沫产生；
 - c) 显像废液宜单独收集酸化处理后再与去墨/膜废液合并处置，宜采用生物接触氧化法、序批式活性污泥法（SBR 法）进行后续处理。
- 5.2.11 研磨废水的处理应符合下列技术要求：
- a) 研磨废水应先采用过滤等方式初步去除大部分颗粒物；
 - b) 采用化学混凝沉淀去除废水中大部分悬浮物、油污及部分有机污染物；
 - c) 采用生物处理法，将废水中的氮脱除。
- 5.2.12 含氰废水的处理应符合下列技术要求：
- a) 采用氧化还原法破除废水中的剧毒物质氰，再进行化学混凝沉淀处理；
 - b) 采用活性炭吸附或生物处理法降低废水中氰化物吸附或转化为无毒物质。

5.3 物化处理

5.3.1 pH 调节

废水 pH 值不能满足后续处理系统或排放要求时，应进行 pH 调节处理。

pH 调节应考虑资源综合利用，药剂选用按照以废制废的原则。可利用电子行业生产过程中产生的废浓硫酸，经去除双氧水等杂质后，作为废水处理中调节 pH 的酸剂使用。

pH 调节设施应具有搅拌功能，废水停留时间宜为 5min~20min。如有必要，可考虑分级调节。

pH 调节采用空气搅拌时，曝气量可按式（1）计算：

$$P=390.24Q_a \lg \left(\frac{h+10.36}{10.36} \right) \dots\dots\dots (1)$$

式中：

P ——理论搅拌强度，w；

Q_a ——曝气量，m³/min；

h ——曝气管淹没深度，m。

pH 调节系统搅拌强度宜为 2w/m³~4w/m³。

pH 调节的药剂投加量应根据废水水质、投加药剂种类通过试验或按等量反应计算确定。

pH 调节的药剂投加应采用 pH 自动调节控制。

5.3.2 混凝和絮凝

5.3.2.1 化学混凝沉淀法处理废水废液无害化处理时，应遵循如下原则：

- a) 反应时间 T 应根据废水特性、化学反应需求以及反应系统型式确定，一般宜控制在 15min~30min；
- b) 反应池的平均速度梯度 G 一般取 70s⁻¹~20s⁻¹，GT 值应为 104~105，速度梯度 G 及反应流速应逐渐由大到小；

- c) 反应池应尽量与沉淀池或者气浮池合并建造，如确需用管道连接时，其流速应小于 0.15 m/s，宜在管道系统中安装水锤消除器、空气室或压力调节阀等设备，以吸收和减轻水锤的压力波动；
- d) 反应池出水穿孔墙的过孔流速宜小于 0.10 m/s；
- e) 反应池宜优先采用机械搅拌方式；
- f) 药剂混合方式和反应系统的类型都应根据废水的各项性质、要求和技术经济条件等综合确定。

5.3.2.2 化学混凝沉淀法反应系统的设置宜遵循如下原则：

- a) 反应系统一般应设三段，各段设相应档数搅拌器；
- b) 桨叶中心线速度应为 0.2 m/s~0.5m/s，各段线速度应逐渐减小；
- c) 垂直轴式的上桨板顶端应设于池子水面下 0.3m 处，下桨板底端设于距池底 0.3m~0.5m 处，桨板外缘与池侧壁间距不大于 0.25m；
- d) 每根搅拌轴上桨板总面积宜为水流截面积的 10%~20%，不宜超过 25%，桨板的宽长比为 1 : 15~1 : 10；
- e) 反应系统应防止废水短流，垂直轴式机械反应池应在池壁设置固定挡板；
- f) 反应池单格宜建成方形，单边尺寸宜大于 800mm，池深一般为 2.5 m~4m，池边应设检修平台。

5.3.2.3 混凝反应系统计算

- a) 每池容积 W 按式 (2) 计算：

$$W = \frac{QT}{60n} \dots\dots\dots (2)$$

式中：

W ——每池容积， m^3 ；

Q ——设计水量， m^3/h ；

T ——反应时间，一般为 15 min~30 min；

n ——池数，个。

- b) 单格池边长 L 按式 (3) 计算：

$$L = \sqrt{\frac{W}{H}} \dots\dots\dots (3)$$

式中：

L ——单格池边长， m ；

W ——每池容积， m^3 ；

H ——平均水深， m 。

- c) 搅拌器转数 n_0 按式 (4) 计算：

$$n_0 = \frac{60v}{\pi D_0} \dots\dots\dots (4)$$

式中：

n_0 ——搅拌器转数， r/min ；

v ——叶轮桨板中心点线速度， m/s ；

D_0 ——叶轮桨板中心点旋转直径。

- d) 搅拌器消耗的功率 N_0 按式 (5) 计算：

$$N_0 = \sum_1^n \frac{\rho k l \omega^3}{8} (r_2^4 - r_1^4) \dots\dots\dots (5)$$

式中：

- N_0 ——搅拌器消耗的功率，kW；
- n ——每个叶轮上的桨板数目，个；
- ρ ——废水的密度，kg/m³；
- k ——系数，当 $l/(r_2-r_1)>1$ 时， $k=1.1$ ；
- l ——桨板长度，m；
- ω ——叶轮旋转的角速度，rad/s；
- r_2 ——叶轮外缘半径，m；
- r_1 ——叶轮内缘半径，m。

e) 每个叶轮所需电动机功率 N 按式（6）计算：

$$N = \frac{N_0}{\eta_1 \eta_2} \dots\dots\dots (6)$$

式中：

- N ——每个叶轮所需电动机功率，kW；
- N_0 ——搅拌器消耗的功率，kW；
- η_1 ——搅拌器机械总效率，采用 0.75；
- η_2 ——传动效率采用 0.6~0.95。

5.3.2.4 化学药剂选择

a) 采用混凝沉淀工艺时，投加药剂的种类及数量应根据废水水质和污染物性质试验确定；

混凝剂的选择宜按表 1 的规定确定（数据来源参考：HJ 2006—2010 《污水混凝与絮凝处理工程技术规范》）。

表 1 常用的混凝剂及使用条件

混凝剂		水解产物	适用条件
铝盐	硫酸铝 $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 18 \text{H}_2\text{O}$	Al^{3+} 、 $[\text{Al}(\text{OH})_2]^+$ $[\text{Al}_2(\text{OH})_n]^{(6-n)+}$	适用于pH高、碱度大的原水。 破乳及去除水中有机物时，pH宜在4~7之间。 去除水中悬浮物pH值宜控制在6.5~8。 适用水温20~40℃。
	明矾 $\text{KAl}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$	Al^{3+} 、 $[\text{Al}(\text{OH})_2]^+$ $[\text{Al}_2(\text{OH})_n]^{(6-n)+}$	
铁盐	三氯化铁 $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$	$\text{Fe}(\text{H}_2\text{O})_6^{3+}$ $[\text{Fe}_2(\text{OH})_n]^{(6-n)+}$	对金属、混凝土、塑料均有腐蚀性。 亚铁离子须先经氧化成三价铁，当pH较低时须曝气充氧或投加助凝剂氯氧化。 pH值的适用范围宜在7~8.5之间。 絮体形成较快，较稳定，沉淀时间短。
	硫酸亚铁 $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	$\text{Fe}(\text{H}_2\text{O})_6^{3+}$ $[\text{Fe}_2(\text{OH})_n]^{(6-n)+}$	

表 1 常用的混凝剂及使用条件（续）

混凝剂		水解产物	适用条件
聚合盐类	聚合氯化铝 $[\text{Al}_2(\text{OH})_n\text{Cl}_{6-n}]_m$ PAC	$[\text{Al}_2(\text{OH})_n]^{(6-n)+}$	受pH和温度影响较小，吸附效果稳定。 pH为6~9适应范围宽，一般不必投加碱剂。 混凝效果好，耗药量少，出水浊度低、色度小，原水高浊度时尤为显著。 设备简单，操作方便，劳动条件好。
	聚合硫酸铁 $[\text{Fe}_2(\text{OH})_n(\text{SO}_4)_{6-n}]_m$ PFS	$[\text{Fe}_2(\text{OH})_n]^{(6-n)+}$	

b) 聚丙烯酰胺（PAM）的使用条件如下：

- 1) PAM 应用于铝盐、铁盐混凝反应完成后的絮凝；其用量通常应小于 0.3 mg/L~0.5 mg/L，投加点在反应池末端；
- 2) PAM 应设专用的溶解（水解）装置，溶解时间应控制在 45 min~60 min，药剂配置浓度应小于 2%，水解时间 12h~24h，水解度 30%~40%；
- 3) PAM 溶解配置完成后超过 48h 不能继续使用；
- 4) PAM 常温下保存、贮存应考虑防冻措施。

c) 助凝剂可选择氯（ Cl_2 ）、石灰（ CaO ）、氢氧化钠（ NaOH ）等。

5.3.2.5 计量泵选择与控制

- a) 计量泵一般采用隔膜泵，投加压力较高的场合宜采用柱塞泵；必要时需做好防腐措施；
- b) 计量泵应有备用，并尽量采用相同的型号和规格；
- c) 混凝剂或助凝剂的投加宜选用自动控制计量泵；
- d) 溶液投配管配备必要的溶液过滤器，防止计量仪表堵塞。

5.3.3 沉淀池

沉淀池的设计应符合下列要求：

- a) 沉淀池的设计参数应根据废水处理试验数据或参照类似废水处理的沉淀池运行资料确定。当没有试验条件和缺乏有关资料时，其设计参数可按表 2 的规定确定（数据来源参考：HJ 2002—2010 《电镀废水治理工程技术规范》）。

表2 废水沉淀池设计参数

池型	表面负荷 ($\text{m}^3/\text{m}^2\cdot\text{h}$)	沉淀时间 (h)	固体通量 ($\text{kg}/\text{m}^2\cdot\text{d}$)	出水堰负荷 ($\text{m}^3/\text{d}\cdot\text{m}$)	池深 (m)
竖流式	0.7~1.2	1.5~2.0	40~60	100~130	>5.0
幅流式	1.2~1.5	1.0~1.5	50~70	100~150	3.0~3.5
斜管式	3.0~4.0	1.0~1.5	50~70	100~300	>5.5
澄清池	1.2~1.5	1.5	70~80	100~200	>5.0

- b) 斜板（管）设计一般采用斜板间距（斜管直径）50mm~80mm，其斜长不小于 1.0m，倾斜角 60°；
- c) 有污泥回流的斜板（管）沉淀池，其计算流量应为废水和回流污泥之和；
- d) 斜板（管）沉淀池的排泥宜采用机械排泥或排泥斗。沉淀池排泥斗的斗壁与水平面的夹角，圆斗不宜小于 55°，方斗不宜小于 60°，每个泥斗应设单独的排泥管和排泥阀；
- e) 斜板（管）沉淀池宜设置底部自动清洗装置。

5.3.4 气浮

气浮系统的设计应符合下列要求：

- a) 气浮适用于去除水中密度小于 1kg/L 的悬浮物、油类等污染物，宜用于废水处理，也可用于污泥浓缩；
- b) 气浮工艺具体设计参数应按相关技术规范确定，设计时应考虑水温的影响；
- c) 气浮处理系统应设置水位控制单元，并有调节水位的措施，防止出水带泥式浮渣太厚；
- d) 排渣周期依浮渣量确定，周期不宜过短，一般为 0.5h~2h，浮渣含水率可按 95%~97%考虑，渣厚控制在 10cm 左右；
- e) 浮渣宜采用机械方法刮除。刮渣机的行车速度宜控制在 5m/min 以内。

5.3.5 过滤池

过滤池的设计应符合下列要求：

- a) 废水经加药沉淀后，是否需要过滤，应根据出水水质要求确定；
- b) 设计过滤池时，可参照有关规定。过滤池的反冲洗水应返回，不应直接外排。

5.3.6 吸附

5.3.6.1 当再生水需要进行脱色、除臭、除重金属和去除难以氧化的有机物时，可采用吸附处理，如活性炭吸附。

5.3.6.2 活性炭吸附系统的设计与选择应符合下列要求：

- a) 宜进行静态选炭及炭柱动态试验，根据被处理水水质和后续工序要求，确定各项参数；
- b) 应选择各项性能良好的活性炭，碘吸附值宜高于 400mg/g（参考标准：LY/T3279—2021《工业水处理用活性炭技术指标及试验方法》）；
- c) 活性炭使用周期宜以目标去除物接近超标时作为再生的控制条件；
- d) 活性炭的再生宜采用高温加热再生法。

5.3.6.3 活性炭吸附器的设计宜通过试验或按类似条件下的运行经验确定。当无资料时，宜采用下列数据：

- a) 进水浊度不宜大于 3NTU；
- b) 设计流速宜根据吸附水的水质情况和布设位置合理选择流速；
- c) 活性炭池层高度及运行周期，宜符合下列要求：
 - 1) 用于吸附水中有机物时，装载高度不宜小于 2m；
 - 2) 当进水 COD 小于或等于 30mg/L 时，设计运行周期不宜小于 1000h；
 - 3) 用于吸附水中余氯时，装载高度不宜小于 1.5m，设计运行周期不宜小于 8000h。

5.3.6.4 活性炭吸附器的经常性冲洗周期宜为 3d~5d，水冲洗强度宜为 11L/(m²·s)~13L/(m²·s)，冲洗时间宜为 8min~12min，膨胀率宜为 15%~20%，定期大流量冲洗周期宜为 30d，冲洗强度宜为 15L/(m²·s)~18L/(m²·s)，冲洗时间宜为 8min~12min，膨胀率宜为 25%~35%，冲洗水宜采用活性炭吸附器产水，反冲洗水管上应设流量调节和计量装置。

5.3.7 离子交换

离子交换系统的设计应符合下列要求：

- a) 离子交换法可用于处理含重金属离子、大分子有机物的污水，也可用作反渗透的预处理工艺或后处理工艺；
- b) 采用离子交换法处理污水时，宜选择酸、碱消耗量低的工艺，树脂的工作交换容量宜低于理论值，同时应选择机械强度高、抗污染能力强的离子交换剂；
- c) 离子交换器的进水宜符合表3的要求（数据来源参考：GB 51441-2022 《电子工业废水处理工程设计标准》离子交换树脂）。

表3 离子交换器的进水要求

测试项目	单位	再生值
水温	℃	5~45
浊度	NTU	<2
游离余氯（以 Cl ₂ 表示）	Mg/L	<0.1
总铁（Fe）	Mg/L	<0.3
COD _{Mn}	Mg/L	<2

注：强碱II型树脂，丙烯酸树脂的进水水温不应大于 35℃。COD_{Mn} 值是对使用凝胶型强碱阴离子树脂的要求。

5.3.8 超（微）滤

超（微）滤装置的进水水质指标宜符合表4的规定：

表4 超（微）滤装置的进水水质指标

	单位	许用值
水温	℃	10~40
pH 值	—	2~11
浊度	NTU	内压式膜组件 <39
		外压式膜组件 100

超（微）滤膜组件的设计通量宜通过中试确定，中试时间宜大于 2000h。

当不具备做中试的条件时，超（微）滤膜组件的设计可按下列数据取值：

- a) 当进水浊度大于 30NTU 时，宜选用外压式超（微）滤膜组件，滤膜组件宜选用聚偏氟乙烯材质的产品，设计通量不宜大于 50L/（m²·h）；
- b) 当进水浊度小于 30NTU 时，外压/内压式超（微）滤膜组件均可采用，滤膜组件宜选用 PVDF、改性聚砜或聚醚砜材质的产品。

超（微）滤膜装置不宜少于 2 套，每套间距不宜小于 1.2m，其他通道宽度不应小于 0.8m，并应布置在室内。

超（微）滤膜装置的操作压力宜小于 0.5MPa，跨膜压差宜小于 0.1MPa。

超（微）滤膜装置的进、出口应设浊度仪、差压表及取样接口，进水应设 50μm~100μm 的预过滤器，出口宜设 SDI 仪的接口。

超（微）滤膜装置的反洗应采用自动反冲洗系统，外压式超（微）滤膜装置应设空气擦洗设施，内压式超（微）滤膜装置应设加药反洗系统。反冲洗的自耗水率应低于总进水量的 10%，反冲洗水宜回收利用。

超（微）滤膜的设计使用寿命不应低于 3 年，应设在线监测微滤膜完整性的自动测试装置。

5.3.9 反渗透

反渗透系统的设计应符合下列要求：

- a) 反渗透系统应根据再生水水源的特性，回用对象对水质的要求，合理选择配置，预处理工艺应满足反渗透进水要求；
- b) 反渗透系统应保证连续稳定的供水量，系统能力宜富余 20%~30%；
- c) 膜元件的设计通量不宜大于该水源适用通量的中间值。膜元件的数量应能保证在最低设计水温运行时，产水量可达到设计值；
- d) 废水回用处理宜选用操作压力低、抗污染的反渗透膜，在设计使用条件下，反渗透本体初始运行压力宜小于 1.5MPa；
- e) 当采用二级反渗透系统时，第二级反渗透的浓水应循环到一级重复使用，不合格产水应回收；
- f) 每套反渗透装置宜配置独立的保安过滤器、高压泵，保安过滤器的精度宜为 5 μ m，不宜采用带反洗功能的保安过滤器。保安过滤器、高压泵宜选用不锈钢材质。
- g) 反渗透装置应有流量、压力、温度等控制措施，注意保护开关。当几台反渗透装置的产水并联进入一条产水总管时，每台装置的产水管应设止回阀；
- h) 反渗透装置进水、产水和浓水均应计量，并且产水应设电导监测仪表；
- i) 反渗透装置应设置加药清洗设施，反渗透各段应分别设置清洗管（接口）；
- j) 反渗透装置宜布置在室内，保持环境温度不低于 4℃，装置两侧应留有不小于膜元件长度 1.2 倍距离的空间；
- k) 反渗透浓水排放管的布置应能保证系统停用时最高一层膜组件不会被排空；

反渗透设备的进水宜符合表 5 的要求（数据来源参考：GBT19249-2003 《反渗透水处理设备》）。

表5 反渗透设备的进水

项目	单位	醋酸纤维素膜	复合膜
水温	℃	5~10	5~45
pH 值	—	4~6（运行）	4~11（运行）
浊度	NTU	3~7（清洗）	2.5~11（清洗）
SDI15	—	<3	<5
游离余氯（以 Cl ₂ 表示）	mg/L	0.3~1.0	<0.1
总铁（Fe）	mg/L	<0.05	<0.05

5.4 生物处理

5.4.1 一般要求

厌氧生物处理宜用于高浓度、难生物降解有机废水。

好氧生物处理宜用于进水 $BOD_5 : COD$ 大于等于 0.3 的易生物降解废水。

废水废液无害化处理生物处理工艺设计参数应参考相关技术规范、或通过试验、参考同类工程实例确定。

5.4.2 厌氧生物处理

5.4.2.1 厌氧生物处理的一般要求：

- a) 厌氧生物处理宜采用中温厌氧消化，厌氧反应器内温度宜为 $30^{\circ}C \sim 37^{\circ}C$ ；
- b) 厌氧生物处理产生的气体，应考虑收集、利用和无害化处理。

5.4.2.2 水解酸化反应器的设计应符合下列要求：

- a) 水解酸化反应器宜用于难降解有机物的预处理；
- b) 水解酸化池的设计应符合下列要求：
 - 1) 水解酸化池内宜设置生物填料；
 - 2) 生物填料的设置应使维护检修工作能够进行。悬挂式生物填料距离池底不应小于 0.8m；
 - 3) 悬挂式生物填料的总量不宜小于池容的 70%；悬浮式生物填料的总量不宜小于池容的 40%；
 - 4) 水解酸化池宜按常温进行设计；
 - 5) 水解酸化池的主要设计参数宜根据试验资料确定；无试验资料时，可按表 6 的规定取值（数据来源参考：HJ 2018-2012 《制糖废水治理工程技术规范》）。

表6 水解酸化池的主要设计参数

项目	单位	参数值
填料区容积负荷	$kg\ COD_{cr} / (m^3 \cdot d)$	3~6
填料区水力停留时间	h	3~6
COD_{cr} 处理效率	%	20~40
BOD_5 处理效率	%	20~40
污泥产率系数	$kg / kg\ COD_{cr}$	0.1~0.2

- c) 水解酸化池填料区容积应按公式（7）计算：

$$V_t = \frac{Q_s \times S_0}{1000 \times N_v} \dots\dots\dots (7)$$

式中：

- V_t ——水解酸化池填料区容积， m^3 ；
- Q_s ——水解酸化池设计流量， m^3/d ；
- S_0 ——水解酸化池进水化学需氧量， mg/L ；
- N_v ——水解酸化池填料区容积负荷， $kg\ COD_{cr} / (m^3 \cdot d)$ 。

- d) 水解酸化池有效水深宜为 4m~6m；
- e) 应妥善设计布水装置和集水装置，使废水能均匀分布。

5.4.2.3 上流式厌氧污泥床反应器（UASB）的设计应符合下列要求（参考标准：HJ2013-2012 《升流式厌氧污泥床反应器污水处理工程技术规范》）

- a) UASB 反应器应符合下列进水条件：
- 1) pH 值宜为 6.0~8.0；
 - 2) 常温厌氧温度宜为 20℃~25℃，中温厌氧温度宜为 35℃~40℃，高温厌氧温度宜为 50℃~55℃；
 - 3) 营养组合比（COD_{cr}：氨氮：磷）宜为（100~500）：5：1；
 - 4) BOD₅/COD_{cr} 的比值宜大于 0.3；
 - 5) 进水中各污染物浓度含量应符合标准，进水中 COD_{cr} 浓度高于 2000mg/L 时，应先进入厌氧生物处理系统进行预处理（数据来源参考：HJ2013-2012《升流式厌氧污泥床反应器污水处理工程技术规范》）。
- b) 如果不能满足进水要求，宜采用相应的预处理措施；
- c) 设计出水直接排放或进入下一级处理系统时，应符合各项标准要求；
- d) UASB 反应器对污染物的去除效果可参照表 7；

表7 UASB反应器对污染物的去除率

化学耗氧量（COD _{cr} ）	五日生化需氧量（BOD ₅ ）	悬浮物（SS）
80%~90%	70%~80%	30%~50%

- e) UASB 反应器容积宜采用容积负荷计算法，按式（8）计算：

$$V = \frac{Q \times S_0}{1000 \times N_V} \quad \text{..... (8)}$$

式中：

V ——反应器有效容积，m³；

Q ——UASB 反应器设计流量，m³/d；

S_0 ——UASB 反应器进水有机物浓度，mg COD_{cr}/L；

N_V ——容积负荷，kg COD_{cr}/（m³·d）。

- f) UASB 反应器的容积负荷应通过试验或参照类似工程确定。处理中、高浓度复杂废水的 UASB 反应器设计负荷可参考表 8；

表8 不同条件下絮状和颗粒污泥UASB反应器采用的容积负荷

废水 COD _{cr} 浓度 (mg /L)	在 35℃采用的负荷 (kg COD _{cr} / (m ³ ·d))	
	颗粒污泥	絮状污泥
2000~6000	4~6	3~5
6000~9000	5~8	4~6
>9000	6~10	5~8

注：高温厌氧情况下反应器负荷宜在本表的基础上适当提高。

- g) UASB 反应器工艺设计宜设置两个系列，具备可灵活调节的运行方式，且便于污泥培养和启动。反应器的设计参数应符合相关标准要求；
- h) 布水装置：
- 1) UASB 反应器宜采用多点布水装置，进水管负荷可参考表 9；

表9 进水管负荷

典型污泥	每个进水口负责的布水面积 (m^2)	负荷 $[\text{kg COD}_{\text{Cr}}/(\text{m}^3 \cdot \text{d})]$
颗粒污泥	0.5~2	2~4
	>2	>4
絮状污泥	1~2	<1~2
	2~5	>2

- 2) 布水装置宜采用一管多孔式布水、一管一孔式布水或支状布水;
 - 3) 布水装置进水点距反应器池底宜保持 150mm~250mm 的距离;
 - 4) 一管多孔式布水孔口流速应大于 2m/s, 穿孔管直径应大于 100mm;
 - 5) 支状布水支管出水孔向下距池底宜为 200mm; 出水管径孔应在 15mm~25mm 之间; 出水孔处宜设 45°斜向下布导流板, 出水孔应正对池底。
- i) 三相分离器的设计应符合下列要求:
- 1) 宜采用整体式或组合式的三相分离器, 单元三相分离器基本构造见图 1;

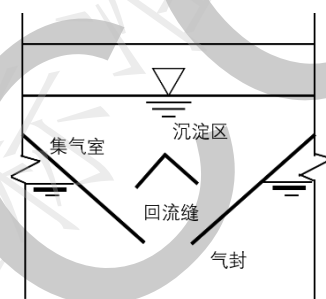


图 1 单元三相分离器基本构造图

- 2) 沉淀区的表面负荷宜小于 $0.8\text{m}^3/(\text{m}^2 \cdot \text{h})$, 沉淀区总水深应大于 1.0m;
 - 3) 出气管的直径应保证从集气室引出沼气, 集气室的上部应设置消泡喷嘴;
 - 4) 三相分离器宜选用防腐材料。
- j) 出水收集装置:
- 1) 出水收集装置应设在 UASB 反应器顶部;
 - 2) 断面为矩形的反应器出水宜采用几组平行出水堰的出水方式, 断面为圆形的反应器出水宜采用放射状的多槽或多边形槽出水方式;
 - 3) 集水槽上应加设三角堰, 堰上水头大于 25mm, 水位宜在三角堰齿 1/2 处;
 - 4) 出水堰口负荷宜小于 $1.7\text{L}/(\text{s} \cdot \text{m})$;
 - 5) 处理废水中含有蛋白质或脂肪、大量悬浮固体, 宜在出水收集装置前设置挡板;
 - 6) UASB 反应器进出水管道宜采用聚氯乙烯 (PVC)、聚乙烯 (PE)、聚丙烯 (PPR) 等材料。
- k) 排泥装置:
- 1) UASB 反应器的污泥产率为 $0.05\text{kg VSS}/\text{kg COD}_{\text{Cr}} \sim 0.10\text{kg VSS}/\text{kg COD}_{\text{Cr}}$, 排泥频率宜根据污泥浓度分布曲线确定。应在不同高度设置取样口, 根据监测污泥浓度制定污泥分布曲

线；

- 2) UASB 反应器宜采用重力多点排泥方式；
 - 3) 排泥点宜设在污泥区中上部和底部，中上部排泥点宜设在三相分离器下 0.5m~1.5m 处；
 - 4) 排泥管管径应大于 150mm；底部排泥管可兼作放空管。
- l) 反应器宜采用保温措施。如不能满足温度要求，应设置加热装置，具体要求如下：
- 1) 加热方式可采用池外加热和池内加热；
 - 2) 热交换器选型应根据废水特性、介质温度和热交换器出口介质温度确定。热交换器换热面积应根据热平衡计算，计算结果应留有 10%~20% 的余量；
 - 3) 加热装置的需热量按式 (9) 计算：

$$Q_t = Q_h + Q_d \quad \text{.....(9)}$$

式中：

Q_t ——总需热量，kJ/h；

Q_h ——加热废水到设计温度需要的热量，kJ/h；

Q_d ——保持反应器温度需要的热量，kJ/h。

m) 沼气净化及利用

- 1) UASB 反应器的沼气产率为 $0.45\text{Nm}^3/\text{kg COD}_{\text{Cr}} \sim 0.50\text{Nm}^3/\text{kg COD}_{\text{Cr}}$ ，沼气产量按式 (10) 计算：

$$Q_a = \frac{Q \times (S_0 - S_e) \times \eta}{1000} \quad \text{.....(10)}$$

式中：

Q_a ——沼气产量， Nm^3/d ；

Q ——设计流量， m^3/d ；

S_0 ——进水有机物浓度， $\text{mg COD}_{\text{Cr}}/\text{L}$ ；

S_e ——出水有机物浓度， $\text{mg COD}_{\text{Cr}}/\text{L}$ ；

η ——沼气产率， $\text{m}^3/\text{kg COD}_{\text{Cr}}$ 。

- 2) 沼气净化系统组成见下图：

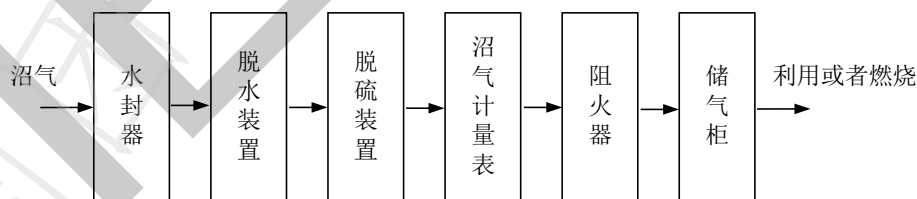


图2 沼气净化系统图

- 3) 沼气净化利用设计应符合有关规定 NY/T 1220.1 《沼气工程技术规范》第 1 部分：工艺设计和 NY/T 1220.2 《沼气工程技术规范》第 2 部分：供气设计；
- 4) 沼气贮存可采用各式储气柜；储气柜与周围建筑物应有一定的安全防火距离；
- 5) 储气柜容积应根据不同用途确定；
- 6) 沼气储气柜输出管道上宜设置安全水封或阻火器。沼气利用工程应设置内燃式燃烧器；
- 7) UASB 反应器可作为炊事、采暖或厌氧换热的热源，沼气日产量高于 1300m^3 时还可用于发电。

5.4.3 好氧生物处理

5.4.3.1 好氧生物处理的一般要求

- a) 好氧生物处理工艺中有毒有害和抑制物质的允许浓度应通过试验或按有关技术资料确定；
- b) 好氧生物处理工艺供氧应满足废水处理需氧量、混合等要求，宜采用鼓风曝气方式；
- c) 好氧生物处理系统应根据废水性质，有针对性的采用水力消泡式化学消泡措施；
- d) 好氧生物反应池有效水深应结合地质条件、曝气设备类型、废水高程设计确定，宜为 4m~6m；
- e) 廊道式生物反应池的池宽与有效水深之比宜为 1: 1~2: 1，长宽比不宜小于 5: 1；
- f) 生物反应池的超高应满足所采用的曝气方式的需求，当采用鼓风曝气时，超高宜为 0.5m。

5.4.3.2 生物接触氧化法

- a) 生物接触氧化法的一般要求：
 - 1) 当进水水质不符合要求时，应当采取对应处理措施；
 - 2) 进水水温需控制在 12℃~37℃之间；
 - 3) 生物接触氧化池填料应选择对微生物无毒害、各项性能良好的填料；
 - 4) 生物接触氧化池进水应防止短流、出水宜采用堰式出水，池底部应设置排泥和放空措施。
- b) 接触氧化池有效容积可按式（11）计算：

$$V = \frac{Q \times (S_0 - S_e)}{M_c \times \eta \times 1000} \quad (11)$$

式中：

V ——接触氧化池的设计容积， m^3 ；

Q ——接触氧化池的设计流量， m^3/d ；

S_0 ——接触氧化池进水五日生化需氧量， mg/L ；

S_e ——接触氧化池出水五日生化需氧量， mg/L ；

M_c ——接触氧化池填料去除有机污染物的五日生化需氧量容积负荷， $kg\ BOD_5/(m^3\text{填料} \cdot d)$ ；

η ——填料的填充比，%。

- c) 脱氮反应的接触氧化池有效容积的计算：

- 1) 硝化好氧池有效容积可按式（12）计算：

$$V = \frac{Q \times (N_{IKN} - N_{EKN})}{M_N \times \eta \times 1000} \quad (12)$$

式中：

V ——接触氧化池的容积， m^3 ；

Q ——设计流量， m^3/d ；

N_{IKN} ——接触氧化池进水凯氏氮， mg/L ；

N_{EKN} ——接触氧化池出水凯氏氮， mg/L ；

M_N ——接触氧化池的硝化容积负荷， $kg\ TKN/(m^3\text{填料} \cdot d)$ ；

η ——填料的填充比，%。

- 2) 反硝化缺氧池有效容积可按式（13）计算：

$$V_{DN} = \frac{Q \times (N_{IN} - N_{EN})}{M_{DNL} \times \eta \times 1000} \quad (13)$$

式中：

V_{DN} ——缺氧池的设计容积， m^3 ；

Q ——设计流量, m^3/d ;

N_{IN} ——反硝化池进水的硝态氮, mg/L ;

N_{EN} ——反硝化池出水的硝态氮, mg/L ;

M_{DNL} ——缺氧池的反硝化容积负荷, $\text{kg NOx-N}/(\text{m}^3 \cdot \text{d})$;

η ——填料的填充比, %。

- d) 同时去除碳源污染物和氨氮时, 应分别计算两项容积负荷。接触氧化池的设计池容应取其高值, 或将两种计算值之和作为接触氧化池的设计池容;
- e) 采用水力停留时间对计算得出的池容进行校核计算, 计算公式 (14) 所示:

$$V = \frac{Q \times HRT}{24} \dots\dots\dots (5)$$

式中:

V ——设计池容, m^3 ;

Q ——设计流量, m^3/d ;

HRT ——水力停留时间, h 。

f) 工艺参数:

- 1) 去除碳源污染物的工艺设计参数宜按表 10 所列的设计参数取值 (数据来源参考: HJ 2009-2011 《生物接触氧化法污水处理工程技术规范》)。但水质相差较大时, 应通过试验或参照类似工程确定设计参数;

表10 去除碳源污染物主要工艺设计参数 (设计水温 20°C)

项目	符号	单位	参数值
五日生化需氧量填料容积负荷	M_c	$\text{kg BOD}_5/\text{m}^3\text{填料} \cdot \text{d}$	0.5~3.0
悬挂式填料填充率	η	%	50~80
悬浮式填料填充率	η	%	20~50
污泥产率	Y	$\text{kg VSS}/\text{kg BOD}_5$	0.2~0.7
水力停留时间*	HRT	h	2~6

- 2) 同时除碳脱氮时, 应设置缺氧池和接触氧化池, 主要工艺设计参数宜按表 11 取值; (数据来源参考: HJ 2009-2011 《生物接触氧化法污水处理工程技术规范》)

表11 脱氮处理时主要工艺设计参数 (设计水温 10°C)

项目	符号	单位	参数值
五日生化需氧量填料容积负荷	M_c	$\text{kg BOD}_5/\text{m}^3\text{填料} \cdot \text{d}$	0.4~2.0
硝化填料容积负荷	M_N	$\text{kg TKN}/\text{m}^3\text{填料} \cdot \text{d}$	0.5~1.0
好氧池悬挂填料填充率	η	%	50~80
好氧池悬浮填料填充率	η	%	20~50
缺氧池悬挂填料填充率	η	%	50~80
缺氧池悬浮填料填充率	η	%	20~50

表11 脱氮处理时主要工艺设计参数（设计水温10℃）（续）

项目	符号	单位	参数值
水力停留时间*	HRT	h	4~16
	HRTDN		缺氧段0.5~3.0
污泥产率	Y	kg VSS/kg BOD ₅	0.2~0.6
出水回流比	R	%	100~300

3) 多级接触氧化工艺的第一级水力停留时间应占总水力停留时间的 55%~60%。

g) 池体设计：

- 1) 接触氧化法池的长宽比宜取 2: 1~1: 1，有效水深宜取 3m~6m，超高不宜小于 0.5m；
- 2) 接触氧化池采用悬挂式填料时，应由下至上布置曝气区、填料层、稳水层和超高。其中，曝气区高宜采用 1.0m~1.5m，填料层高宜取 2.5m~3.5m，稳水层高宜取 0.4m~0.5m；
- 3) 接触氧化池进水应防止短流，进水端宜设导流槽，其宽度不宜小于 0.8m。导流槽与接触氧化池之间应用导流墙分隔。导流墙下缘至填料底面的距离宜为 0.3m~0.5m，至池底的距离不宜小于 0.4m；
- 4) 竖流式接触氧化池宜采用堰式出水，过堰负荷宜为 2.0 L/(s·m)~3.0 L/(s·m)。

5.4.3.3 曝气生物滤池

- a) 曝气生物滤池处理工艺的容积负荷宜按试验资料确定；
- b) 曝气生物滤池进水悬浮固体不宜大于 60mg/L；
- c) 曝气生物滤池池体高度宜为 5m~7m，滤料层高度宜为 2.5m~4.5m；
- d) 曝气生物滤池的反冲洗供气和曝气充氧系统宜分别设置。曝气装置可采用单孔膜空气扩散器或穿孔管曝气器。曝气器可设在承托层或滤料层中。曝气充氧系统的气水比不宜小于 2；
- e) 曝气生物滤池的滤料应各项性能良好，宜选用球形滤料，滤料承托层宜选择机械强度高和化学稳定性好的材料；
- f) 曝气生物滤池的反冲洗宜采用气水联合反冲洗。反冲洗空气强度宜为 10L/（m²·s）~15L/（m²·s）；反冲洗水强度宜为 5L/（m²·s）~8L/（m²·s）。冲洗时间宜为 8min~12min。
- g) 曝气生物滤池宜设置自动控制系统。反冲洗周期可定时和根据滤料层阻力控制；
- h) 曝气生物滤池并联运行组数不宜少于 2 组，当一组反冲洗时，其他滤池的过流量应满足进水水量的要求；
- i) 曝气生物滤池反冲洗排水不宜直接排放。

5.4.3.4 序批式活性污泥法

- a) 序批式活性污泥反应池数量不宜少于 2 组；
- b) 序批式活性污泥反应池的有效容积可按式（15）计算：

$$V = \frac{24QS_0}{1000XL_S t_R} \dots\dots\dots (15)$$

式中：

V——序批式活性污泥反应池有效容积，m³；
Q——每个周期进水量，m³/h；
S₀——进水 BOD₅（或 TN）浓度，mg/L；
L_S——BOD₅（或 TN）污泥负荷，kg/（kg[MLSS]·d）；

X ——生物反应池内混合液悬浮固体 (MLSS) 平均质量浓度, g[MLSS]/L;

t_R ——每个周期反应时间, h。

c) 用于脱氮时, 反应池容积应满足按有机负荷和总氮负荷计算的结果;

d) 序批式活性污泥工艺各工序的时间宜符合下列要求:

1) 进水时间可按式 (16) 计算:

$$t_F = \frac{t}{n} \quad (16)$$

式中:

t_F ——每池每周期所需要的进水时间, h;

t ——一个运行周期需要的时间, h;

n ——每个系列反应池个数, 个。

2) 反应时间可按式 (17) 计算:

$$t_R = \frac{24S_0m}{1000XL_S} \quad (17)$$

式中:

t_R ——反应时间, h;

m ——充水比, 需脱氮时宜取 0.15~0.3。

3) 沉淀时间 t_s 宜为 1 h;

4) 排水时间 t_D 宜为 1.0 h~1.5 h;

5) 一个周期所需时间可按式 (18) 计算:

$$t = t_R + t_s + t_D + t_b \quad (18)$$

式中:

t_b ——闲置时间, h。

e) 反应池宜采用矩形池, 水深宜为 4.0~6.0 m; 间歇进水时反应池长度和宽度之比宜为 1: 1~2: 1, 连续进水时宜为 2.5: 1~4: 1;

f) 连续进水时, 反应池的进水应设导流装置;

g) 反应池应采用滗水器及清除浮渣的装置, 并设置固定式事故排水装置;

h) 序批式活性污泥工艺的运行宜采用程序控制。

5.4.3.5 膜生物反应器

a) 处理化工污水的膜生物反应器宜选择孔径分布均匀, 非对称、耐污染和易清洗的改性聚乙烯、聚砜膜。对于含油污水, 宜选择聚偏氟乙烯膜;

b) 当膜池与生物反应池分开设置时, 膜池的间数不宜少于 2 间;

c) 膜的设计通量宜通过试验确定, 计算总通量时应扣除水反洗、在线化学反洗和化学清洗时不产水部分模块的通量, 并宜有 10%~20% 的余量;

d) 一体式膜生物反应器宜选用膜孔径为 0.1 μ m~0.4 μ m 的外压式微滤膜组件, 分置式膜生物反应器宜选用管式超滤膜组件;

e) 一体式膜生物反应器设计宜符合下列要求:

1) 膜的工作水通量宜大于 10L/($m^2 \cdot h$);

2) 污泥浓度宜为 5g [MLSS]/L~12g [MLSS]/L;

3) 污泥停留时间宜为 15d~60d。

5.4.3.6 曝气系统

a) 污水需氧量应根据填料参数进行计算。没有相关参数时宜按公式 (19) 计算:

$$O_2 = 0.0001aQ(S_0 - S_e) - c\Delta X_v + b[0.001Q(N_k - N_{ke}) - 0.12\Delta X_v] - 0.62b[0.001Q(N_t - N_{ke} - N_{oe}) - 0.12\Delta X_v] \quad (19)$$

式中：

- O_2 ——设计需氧量 (O_2)， kgO_2/d ；
 a ——碳的氧当量，当含碳物质以五日生化需氧量计时，取 1.47；
 Q ——曝气池进水量， m^3/d ；
 S_0 ——进水的五日生化需氧量的浓度， mg/L ；
 S_e ——出水中五日生化需氧量的浓度， mg/L ；
 c ——常数，细菌细胞的氧当量，取 1.42；
 ΔX_v ——排出系统的微生物量， kg/d ；
 b ——常数，氧化每千克氨氮所需氧量， $\text{kgO}_2/\text{kg N}$ ，取 4.57；
 N_k ——进水的总凯氏氮浓度， mg/L ；
 N_{ke} ——出水的总凯氏氮质量浓度， mg/L ；
 $0.12\Delta X_v$ ——排出系统的微生物量中氮含量， kg/d ；
 N_t ——进水的总氮浓度， mg/L ；
 N_{oe} ——出水的硝态氮浓度， mg/L 。
b) 标准状态下污水需氧量按式 (20) 计算：

$$O_s = K_0 \times O_2 \quad (20)$$

其中：

$$K_0 = \frac{C_s}{\alpha(\beta C_{sm} - C_0) \times 1.024^{(T-20)}} \quad (21)$$

$$C_{sm} = C_{sw} \left(\frac{O_t}{42} + \frac{10 \times P_b}{2.068} \right) \quad (22)$$

$$O_t = \frac{21(1-EA)}{79+21(1-EA)} \times 100 \quad (23)$$

式中：

- O_s ——标准状态下污水需氧量， kgO_2/d ；
 K_0 ——需氧量修正系数，采用鼓风曝气装置时按式 (21)、(22)、(23) 计算；
 O_2 ——设计污水需氧量， kgO_2/d ；
 C_s ——标准状态下清水中饱和溶解氧浓度， mg/L ，取 9.17；
 α ——混合液中总传氧系数 (KLa) 与清水中总传氧系数 (KLa) 之比，一般取 0.8~0.85；
 β ——混合液的饱和溶解氧值与清水中的饱和溶解氧值之比，一般取 0.9~0.97；
 C_{sm} ——实际温度和压力条件下，按曝气装置在水下深度处至池面的清水平均溶解氧， mg/L ；
 C_0 ——混合液剩余溶解氧， mg/L ，一般取 2；
 T ——混合液温度， $^{\circ}\text{C}$ ，一般取 5~30；
 C_{sw} ——实际温度和压力条件下，清水表面处饱和溶解氧， mg/L ；
 O_t ——曝气池逸出气体中氧气所占体积比，%；
 P_b ——曝气装置所处的绝对压力， MPa ；
 EA ——曝气设备氧的利用率，%。

c) 采用鼓风曝气装置时，应按式（24）将标准状态下污水需氧量，换算为标准状态下的供气量：

$$G_s = \frac{O_s}{0.28E_A} \quad (24)$$

式中：

G_s ——标准状态下的供气量， m^3/h ；

O_s ——标准状态下污水需氧量（ O_2 ）， kg/h ；

0.28——标准状态下的每 m^3 空气中含氧量， kgO_2/m^3 ；

E_A ——曝气设备氧的利用率，%。

曝气设备和鼓风机的选择以及鼓风机房的设计应参照 GB 50014 《室外排水设计规范》。

5.5 废气处理

5.5.1 废气处理要求

- 废水废液无害化处理系统应采用有毒有害废气散发量少的废水处理工艺和设备，且应对此类废气进行必要的处置，使其排放符合项目环境影响评价的要求；
- 废气处置工艺通常可采用的方法有废气洗涤工艺、吸附以及生物过滤工艺等，也可把工艺进行组合；
- 废气风量应按公式（25）、（26）计算：

$$Q = Q_1 + Q_2 \quad (25)$$

$$Q_2 = K \cdot Q_1 \quad (26)$$

式中：

Q ——废气处理装置收集的废气量， m^3/h ；

Q_1 ——废气处理装置需处置的构筑物或设备排放的废气量， m^3/h ；

Q_2 ——收集系统漏失风量， m^3/h ；

K ——漏失风量系数，可按 10% 计。

- 废气量宜根据构筑物或设备的种类、散发废气的水面面积、封闭程度以及封闭空间体积等因素综合确定。如无实测数据可按下列要求确定：
 - 曝气处理构筑物或设备的废气量按曝气量的 110% 计算；
 - 污泥浓缩池等构筑物或设备废气量按单位水面面积 $3\text{m}^3/(\text{m}^2 \cdot \text{h})$ 计算，同时增加 1 次/h~2 次/h 的站房空间换气量；
 - 封闭设备按封闭空间体积换气次数 6 次/h~8 次/h 计；
 - 半封闭设备或设备通气口按集气罩开口处抽气流速为 0.6m/s 计。

5.5.2 废气洗涤装置

- 洗涤处理废气装置应包括洗涤塔、洗涤液循环系统、投药系统、除雾装置和电气控制系统等；
- 洗涤处理废气装置的洗涤系统应具有针对性。洗涤处理废气装置所选择的洗涤剂符合下列要求：
 - 容量大、选择性高、价廉易得；
 - 化学稳定性好、腐蚀性小、无毒；
 - 不易起泡、黏性小；

- 4) 洗涤废液易于处理。
- c) 洗涤塔典型设计参数按表 12 的要求确定：

表12 化学洗涤塔典型设计参数

项目	单位	数值
填料高度	m	1.8~3
气体在填料中的停留时间	s	1.3~2.0
洗涤液流量	$\frac{l/s \text{ (洗涤液)}}{m^3/s \text{ (气流)}}$	2~3
	kg H ₂ O/kg 气流	1.5~2.5
补充水流量	L /s kg （硫化物） PH=11	0.075
	L /s kg （硫化物） PH=12.5	0.004
洗涤液 PH	量纲为1	11~12.5
温度	°C	15~40
碱用量	kg NaOH / kg 硫化物	2~3

5.5.3 活性炭吸附装置

- a) 活性炭吸附工艺宜用于进气浓度较低的废气处理；
- b) 活性炭吸附废气处理装置应符合下列指标：
- 1) 应根据臭气排放要求和活性炭吸附容量等因素确定活性炭的再生次数和更换周期。
 - 2) 臭气湿度过高时应增加除湿措施。
 - 3) 活性炭料宜采用颗粒活性炭，颗粒粒径宜 3mm~4mm，孔隙率宜为 0.5~0.65，比表面积不宜小于 900m²/g。
 - 4) 活性炭层的填充密度宜为 350kg/m³~550kg/m³。

5.5.4 生物过滤装置

- a) 生物过滤工艺的空塔停留时间不宜小于 15s，空塔风速不宜大于 200m/h~500m/h，单层填料层高度不宜超过 3m。在寒冷地区宜适当增加生物处理装置的空塔停留时间；
- b) 生物过滤装置填料层的有效体积和高度应按公式（27）、（28）计算：

$$V=Q \times T / 3600 \cdots \cdots (27)$$

$$H=v \times T / 3600 \cdots \cdots (28)$$

式中：

V ——填料层有效体积，m³；
 Q ——臭气流量，m³/h；
 T ——空塔停留时间，s；
 H ——填料层高度，m；

v ——空塔气速，m/h。

5.6 污泥处置

5.6.1 污泥处置一般规定

- a) 污泥处理与处置应符合减量化、稳定化、无害化的原则，可以利用的污泥宜综合利用；
- b) 污泥处理量应包括污水物化、生物处理各系统排出的污泥，并应根据污水处理工艺或按类似水质类似处理工艺的运行数据确定，污泥处理设施的规模应与污水处理的排泥操作相适应。

5.6.2 污泥产量

废水处理系统污泥产量应要按照工程的实际情况来定。

5.6.3 污泥处理一般工艺

污泥处理工艺应综合考虑污泥的最终处置方式确定。

- a) 剩余污泥应进行浓缩。当采用重力浓缩时，污泥固体负荷宜采用 $20\text{kg}/(\text{m}^2\text{d})$ ，浓缩时间不宜小于 16h；
- b) 也可采用机械浓缩和气浮浓缩工艺；
- c) 污泥均质池容积应根据各类污泥产量及排泥方案确定，可按 2h~4h 的污泥排放量估算，均质池内应设置潜水推进器、搅拌器等设备；
- d) 污泥脱水前应进行加药调理，药剂种类和投加量应通过污泥性质和干污泥的处理方式试验确定；
- e) 污泥脱水机械的类型应按污泥的性质、产生量和脱水要求，经技术经济比较后确定；
- f) 污泥脱水前的含水率宜小于 98%，污泥脱水后的含水率宜小于 80%。

5.6.4 危险废物的污泥处理工艺

需符合 GB 18484-2020 《危险废物焚烧污染控制标准》。

以下危险废物污泥处理工艺适用于总汞，烷基汞，总镉，总铬，六价铬，总砷，总铅，总镍，苯并芘，总铍，总银等：

- a) 单独收集；
- b) 进入压滤系统，压滤后含水率低于 75%；
- c) 烘干机烘干，含水率低于 30%。

5.6.5 污泥浓缩废水

污泥浓缩脱水过程所产生的废水应进入调节池处理。

5.6.6 污泥脱水设备要求

污泥脱水设备的布置应符合下列要求：

- a) 污泥脱水机布置应便于操作维护；
- b) 污泥脱水机房有滤饼贮斗式滤饼堆放场地，其容积、面积根据滤饼外运条件确定；
- c) 应考虑滤饼外运的设施和通道；
- d) 污泥脱水机房及泥饼贮存区域宜独立设置。

5.6.7 污泥处置要求

污泥处置应根据污泥性质及当地的环境保护要求确定，并符合各项现行国家标准。

5.7 废水废液

5.7.1 电子工业废水废液应按清污分流的原则，根据废水性质、处理工艺的要求分类、分质收集。

5.7.2 符合危险废物属性的废液贮存应满足 GB 18597—2023 《危险废物贮存污染控制标准》、GB 18598-2019 《危险废物填埋污染控制标准》和 GB 18599-2020 《一般工业固体废物贮存、处置场污染控制标准》。

5.8 药品的使用

5.8.1 严禁工作人员未经许可现场制备各种用于工艺处理和化学实验所需的化学药剂。

5.8.2 制备化学药剂前必须配戴好必要的防护用品，例如防护服、防腐手套等。

5.8.3 注意防止污水/药剂溶液污染饮用水系统。

5.8.4 使用后的化学废液须妥善处理，严禁直接倾倒入地面或排污管线以及所有未经许可的区域。

5.8.5 严禁混合或品尝各种化学药剂。

5.8.6 不同化学药剂须分开存放于指定区域，并填写名牌以防误操作。

5.8.7 对于有害药剂的存放，须在明显部位设置警告标牌，并进行严格的使用记录。

5.8.8 聚丙烯酰胺药剂、聚合硫酸铁溶液、盐酸等危险药剂，在使用过程中需小心谨慎，若不慎发生药剂洒溅到地面或沾染眼睛和皮肤，需立即用水冲洗地面或皮肤，以免发生事故。

5.8.9 氯酸钠为无色或白色立方晶系结晶。味咸而凉。相对密度 2.490。熔点 255℃。易溶于水，溶于乙醇、液氨、甘油。加热到 300℃以上易分解放出氧气。在中性或弱碱性溶液中氧化力非常低，但在酸性溶液中或有诱导氧化剂和催化剂（如硫酸铵、硫酸铜、黄血盐等）存在时，则是强氧化剂。与酸类（如盐酸、硫酸）作用放出二氧化氯。有极强的氧化力，与硫、磷及有机物混合或受撞击易引起燃烧和爆炸。有潮解性，在湿度很高的空气中能吸收水气而成溶液。

6 运行要求

6.1 废水废液收集

废水中继提升站罐槽容量应根据生产设备排水特点确定，有效容积不宜小于 5min 最大工作泵组出流量。每小时水泵启停次数不宜大于 4 次（参考标准：GB 51441-2022 《电子工业废水处理工程设计标准》）。

6.2 废水废液输送

6.2.1 废水输送应符合下列要求：

- 应根据输送介质的腐蚀性、介质温度和压力等因素合理选择 PVC、PP、PVDF 等管道材料，做好环氧沥青、聚丙烯防腐等措施；
- 装卸输送浓酸、碱液体，可采用负压抽吸泵输送或重力自流，不应采用压缩空气输送；
- 化学药剂采用固体碱及盐时，应设置吊运和溶解设备。

6.2.2 废水管道布置应符合下列要求：

- 废水管道应架空敷设或管沟敷设，废水管道不应直埋敷设；
- 当采用非通行管沟敷设时，管沟底应设有坡度，并应坡向沟内集水坑，坑内废水应排至废水处理系统，管沟及集水坑应采取防渗漏措施；
- 当采用通行管沟敷设时，沟内应设照明和通风等设施；

- d) 应在合理安排、组织好各类管道的走向和安全距离的前提下，使管道布置简洁美观，且便于安装、操作和维修；
 - e) 管道布置设计时应避免气袋、口袋、盲肠和水锤；
 - f) 管道敷设间距应考虑管件、管道保温、阀门、仪表和小型设备的设置情况，合理设置。
- 6.2.3 跨越人行通道的管道，其净高不应低于 2.2m。
- 6.2.4 操作介质温度小于 38℃、不保温的金属管道的设计温度同介质温度，内部或外部保温的管道应依据传热计算或试验确定。
- 6.2.5 在调节阀前的管道包括调节阀，压力应按最小流量下即关闭或节流时来设计。而在调节阀后的管道，应按阀后终了的压力加上摩擦和压头损失来设计。
- 6.2.6 正常操作条件下，针对不同的温度和压力进行设计时，不应包括风荷载和地震荷载。
- 6.2.7 非受压部件包括管架及其配件或管道支撑构件的基本许用应力应与受压部件相同。
- 6.2.8 废水处理站内不同种类的废水、污泥、药剂和气体等管道应用不同的标志来区分介质种类及流向。
- 6.2.9 鼓风机出口管道应采取高温隔热防护措施。
- 6.2.10 当废水收集系统需设置中继提升站时，水泵机组的选择应根据设计流量和所需扬程等因素确定。
- 6.2.11 工作泵台数宜为 2~5 台，水泵宜选择同一型号，并宜根据流量变化设置备用系数。
- 6.2.12 当废水水量变化很大时，可采用变频调速装置或叶片可调式水泵。

6.3 药品的储存

- 6.3.1 药品储存间的设计应符合下列要求（参考标准：GB 51441-2022 《电子工业废水处理工程设计标准》）：
- a) 药品储存间宜靠临路的外墙设置；
 - b) 药品储存间应根据药品的性质、储存及使用条件设置各类安全防护措施，如防燃、避光遮雨和防泄漏等措施。
- 6.3.2 药品的存放应符合下列要求：
- a) 药品储存量应根据药品的消耗量、供应情况、包装和运输条件等因素而确定，宜按最大投药量不小于 7d 消耗量确定。药品由本地供应时，或消耗量大的酸、碱，可适当减少储存天数；
 - b) 药剂配置槽的设置数量、容积等应经计算确定，每个工作班次的药剂配置次数不宜超过 1 次；
 - c) 根据药品的各化学品物化特性，合理配置存放的环境条件和相应设施，做好标志分类存放。

6.4 药品的计量和输送

- 6.4.1 药品计量精度应满足工艺要求。
- 6.4.2 药品配制、投加、计量设备和输送管道以及建筑物，应采取相应的防水、防腐、通风、除尘、采暖和冲洗等措施。
- 6.4.3 药剂间宜设置电动葫芦式电动悬挂起重机等起重搬运设备。

6.5 监控和分析化验

- 6.5.1 监测、控制系统应保障污水处理与回用处理工程设施安全稳定运行。
- 6.5.2 系统应根据处理工艺及处理要求设置监测仪表。水处理及回用水系统总进、出水口宜设流量、压力、温度、pH、COD 等检测仪表，并应根据当地环保部门要求，设置其他在线检测仪表。
- 6.5.3 药液池及酸、碱储罐应设液位监测仪表和高低液位报警装置，选用的仪表应根据药剂的性质具有耐腐蚀性能。

6.5.4 污水处理建（构）筑物应按使用、储存和产生可燃、可爆或有害气体的危险性，设置相应的检测仪表。污水处理的控制水平应根据工程规模、工艺复杂程度等因素合理确定，并应符合下列要求（参考标准：GB 51441-2022 《电子工业废水处理工程设计标准》）：

- a) 大、中型及工艺复杂的污水处理装置控制系统可采用可编程制器系统或分散型控制系统，且符合现行的有关规定；
- b) 小型污水处理装置可采用盘装数显表。

6.5.5 控制室设置宜采用下列分类：

- a) 大、中型污水处理装置及回用处理场，应设中央控制室；
- b) 小型污水处理装置及回用处理场控制室的机柜室和操作室毗邻设置。

6.5.6 合理选用在线检测仪表，量程、仪表精度和响应速度应满足工程和管理的要求。

6.5.7 控制仪表防护宜符合下列要求：

- a) 应根据在线分析仪对工作环境要求合理设置自动分析器室；
- b) 安装在室外的在线分析仪表转换器、分体式流量（液位）计的转换器，宜设仪表保护箱。

6.6 控制及仪表

6.6.1 水处理及回用水系统采用自动控制时，应符合下列要求：

- a) 澄清设备排泥，过滤池（器）反洗，离子交换器再生、投运、停运、纳滤、反渗透及电除盐等设备运行宜采用程序控制；
- b) 回用水系统（或设备）出水量、水温、澄清设备、反渗透等设备加药量，再生碱液温度，除二氧化碳器水箱液位及气源压力等宜采用在线监测或自动调节；
- c) 主要水泵应能自启动和连锁保护。

6.6.2 现场仪表的安装位置应满足以下要求：

- a) 易于接近、观察及操作，必要时设置专用的操作平台和梯子；
- b) 避开高温和强烈振动的场所；
- c) 避开静电干扰和电磁干扰，当无法避开时，应采取适当的抗静电干扰、电磁干扰的措施；
- d) 非防水仪表设在室外时，应安装于仪表保护箱内；
- e) 非防爆仪表用于爆炸危险场所时，应安装于正压仪表柜内或采取其它防爆措施，并符合有关防爆要求。

6.6.3 各类储罐、计量箱、水箱、溶液池应设有液位计。

a) 玻璃板（管）液位计的安装要求如下：

- 1) 用玻璃板（管）液位计和浮球（浮筒）液位计测量同一液位时，玻璃板（管）液位计的测量范围应包括浮球（浮筒）液位计的测量范围；
- 2) 数个液位计组合使用时，相邻的两个液位计在垂直方向应重叠 150mm~250mm，其水平间距宜为 200mm；
- 3) 数个液位计组合使用时，宜采用外接连通管安装，连通管两端应装切断阀，玻璃板（管）液位计装在此管上，可不另装切段阀。

b) 声波及微波（雷达）液（料）位计的安装要求如下：

- 1) 测量液位的场合，宜垂直向下检测安装；
- 2) 测量料位的场合，超声波或微波的波束宜指向料仓底部的出料口；
- 3) 超声波或微波的波束中心距离器壁的距离应大于由束射角、测量范围计算出来的最低液（料）位处的波束半径；
- 4) 超声波或微波的波束途径应避开容器进料流束的喷射范围和搅拌器及其它障碍物；

- 5) 超声波或微波液（料）位计的安装，还应符合制造厂的要求。
- c) 静压式液位测量仪表的连接头（管嘴）距罐底距离应大于 300mm，且处于易维护的方位。
- 6.6.4 一般介质的压力测量仪表的选用，应在不同压力情况之下选择合适的压力表。
- 6.6.5 流量测量仪表的安装要求应符合下列要求：
- a) 差压流量测量节流装置的安装应符合以下规定：
 - 1) 节流装置应安装在被测介质完全充满的管道上；
 - 2) 节流装置的上、下游侧应有一定长度的直管段，上游侧的最小直管段与上游侧的局部阻力件形式和节流孔直径与管道内径的比值（ $\beta=d/D$ ）有关。
 - b) 转子流量计的安装要求如下：
 - 1) 转子流量计必须垂直安装，介质的流向必须由下向上；
 - 2) 宜安装旁路阀和前后切段阀。
 - c) 电磁流量计的安装要求如下：
 - 1) 电磁流量计应安装于被测介质完全充满的管道上；
 - 2) 一般计量场合，上游直管段长度不应小于 3D，下游直管段长度不应小于 2D；需要精确计量的场合，上游直管段长度不应小于 10D，下游直管段长度不应小于 3D。
- 6.6.6 离子交换除盐系统控制仪表的设置，应根据系统连接和控制方式等按下列要求确定：
- a) 除系统或设备应根据工艺系统和工艺要求，对进、出水水质采用在线监测；
 - b) 单元制串联除盐系统，应在阴离子交换器出口安装电导率表，阳、阴离子交换器出口应分别安装累积流量表监督失效终点；
 - c) 母管制并联除盐系统，阳、阴离子交换器出口应分别装设监督失效终点的表计，每台离子交换器出口应安装累积流量表监督失效终点；
 - d) 混合离子交换器出口宜安装电导率表、硅表、累积流量表监督失效终点，可采用多通道式硅表用于多台离子交换器；
 - e) 钠离子交换器和弱酸离子交换器出水应设有累积流量表监督失效终点；
 - f) 酸、碱、盐再生液管道上应装设再生液浓度指示计，再生稀释水管道上应设有流量计，水箱、贮存槽、计量箱及废水池应设有液位计；
 - g) 废水中和池出水管宜设 pH 表。
- 6.6.7 膜处理系统的在线监测仪表设置应符合下列要求：
- a) 纳装置及反渗透装置进水、产水及浓水应设流量计、压力表，各段进出口应设差压表。反渗透系统进水应设电导率表、pH 表（酸、碱调节后）、余氯表（或氧化还原电位表）、温度计，产品水设电导率表；
 - b) 电除盐装置进水、浓水、极水及产水应设压力表、流量计，进水应设电导率表，pH 值表、温度表，产品水应设电导率表、硅表，浓水应设电导率表，浓水进口与产水应设有差压表。
- 6.6.8 气动阀门的操作气源应安全可靠，工作气体应有稳压装置，并应经过除油和干燥。

附录 A

(资料性)

废水处理站

A.1 废水处理站一般规定

A.1.1 废水处理站的布置应根据生产厂区的总体规划,结合各构筑物的功能、处理流程、高程等条件,经技术经济比较确定,并应符合下列规定:

- a) 应便于接纳和处理出水的排放和回用;
- b) 应有方便的交通、运输和动力配套条件;
- c) 应与工厂生活区有安全防护距离;
- d) 应结合废水处理的工艺流程、竖向设计充分利用高程。

A.1.2 废水处理构筑物应布置紧凑、合理,节约用地;同时应满足各构筑物的施工、设备安装、操作、检修维护和管理的要求。

A.1.3 废水处理站分期建设时,应统一规划、分步实施,留有充分的扩建余地。

A.1.4 废水处理站的道路宽度及转弯半径应满足运输最大设备及日常运输化学药剂、废液和污泥的车辆出入要求。道路及通道的承载力应满足化学药剂、污泥车辆的运输荷载要求。

A.2 总图布置

A.2.1 设备布置符合 GBT 50483-2019 《化工建设项目环境保护工程设计标准》和 GB 51441-202 《电子工业废水处理工程设计标准》,按废水处理工艺流程有序布置,废水处理设备应按功能分区块整体规划。

A.2.2 设备布置应综合协调运行操作、施工安装、维修、公用动力管线及各种技术设施的需求。

A.2.3 空气压缩机、鼓风机等高噪声设备,宜布置在独立房间内,并应采取减噪措施。

A.2.4 有机污泥浓缩池、有机污泥脱水机房和有机污泥外运间等臭味明显的区域宜布置在单独房间内并采取除臭措施

A.2.5 废水处理设备布置在室外时,其运行操作部位及阀门、仪表、取样装置等应集中布置,并应根据当地气候情况采取相应的防冻、防雨、防腐、防晒和防风等保护措施。

A.2.6 阀门应布置在便于人员操作的位置。

A.2.7 鼓风机、MBR 膜装置和污泥脱水机等维护操作频繁的废水处理设备应设置检修平台和起吊装置。

A.2.8 在地面上不便操作、检修的废水处理设备宜设置操作扶梯、围栏和检修平台。

A.2.9 设备间应有保证操作维修的通道和必要的安全距离。主要操作通道的净距不宜小于 2.0m,辅助操作通道的净距不宜小于 0.8m。

A.3 建筑结构

A.3.1 废水处理工程中的收集、处理建(构)筑物和附属设施应根据接触介质的化学性质采取防腐、防渗、防漏和监测措施

A.3.2 化学药剂间应有良好的通风和给水排水条件。

A.3.3 废水处理站应根据需要设置存放材料、备件、药剂、污泥和废渣等的场所,并不得露天堆放。

- A.3.4 泵房、污泥脱水区域等应设置排水沟、集水坑等排水设施，并应符合下列规定：
- 排水沟、集水坑应根据收集的废水和化学品性质采取防腐、防渗和防漏措施；
 - 排水沟、集水坑及其他敞口部位应设置安全防护设施；
 - 污泥脱水区域的排水沟和盖板应考虑污泥运输车辆的荷载。
- A.3.5 废水处理站的通风应符合下列规定：
- 废水处理站应保持有良好的通风，无自然通风条件时，应设置机械通风，此时的通风量可取 3 次/h~6 次/h；
 - 针对散发有毒有害气体的罐槽，应设置局部排风或密闭排风罩，同时站房应设置事故通风，换气次数不应小于 12 次/h。
- A.3.6 化学药剂贮存、配置和投加场所应设置机械排风措施，当所使用的化学药剂有较强的挥发性时，应经处理达标后排入大气。
- A.3.7 有毒有害气体逸出的废水池应设置密封水池顶板，并应设置废气收集管道，废气经处理达标后排放。
- A.3.8 废水处理站控制室、配电间应设置空调。
- A.3.9 废水处理站应根据项目所在地环境条件设置冬季采暖措施。
- A.3.10 废水处理站环境温湿度应根据职业安全卫生及处理系统设备的要求确定。

A.4 消防要求

- A.4.1 废水处理站防火设计应符合《建筑防火通用规范》GB 55037-2022。
- A.4.2 废水处理站紧急淋浴洗眼器用水宜与生活给水管网合并设置，并应有不间断供水的保证措施。
- A.4.3 使用腐蚀性和有毒化学药剂的场所，应布置紧急淋浴洗眼器等安全防护设施，并应符合下列规定：
- 在一般性有毒、有腐蚀性的化学药剂装卸、贮存和使用区域内，紧急淋浴洗眼器应按 20m~30m 设置一个；
 - 在剧毒、强腐蚀性以及酸、碱化学药剂装卸、贮存和使用区域内，紧急淋浴洗眼器应设置在事故易发处 3m~6m 内，并应避开化学药剂喷射方向布置；
 - 紧急淋浴洗眼器应同层设置，不得越层使用；通向紧急淋浴洗眼器的通道应畅通无阻。
- A.4.4 废水处理站药剂溶解、地面冲洗和清洗用水等不与人体接触的水宜利用废水回用水。

A.5 电气配套

- A.5.1 废水处理站的供电负荷级别和供电方式，应根据工程规模、工艺要求和当地供电电源条件等因素确定。
- A.5.2 对于废水提升站的传输泵和地坑排水泵、酸碱加药泵等重要设备，应设置备用动力设施。
- A.5.3 电机、启动装置、灯具、电缆、桥架和配电柜的选择，应与废水处理站内不同区域的环境特征适应，并应根据设备环境采取必要的防水、防腐蚀措施。
- A.5.4 在废水处理站主要位置及通道应设置应急照明，在必要的区域设置局部照明。
- A.5.5 处理构筑物应设置防护栏杆、防滑梯等安全措施，高架处理构筑物还应设置避雷设施。
- A.5.6 变配电站的位置宜设置在负荷中心附近。