



中华人民共和国国家标准

GB/T 45386.1—2025

工业废水电化学处理技术规范 第 1 部分：总则

Electrochemical technical specification for industrial wastewater treatment—
Part 1: General

2025-03-28 发布

2025-10-01 实施

国家市场监督管理总局
国家标准化管理委员会 发布

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。

本文件是 GB/T 45386《工业废水电化学处理技术规范》的第 1 部分。GB/T 45386 已经发布了以下部分：

——第 1 部分：总则。

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。

本文件由中国石油和化学工业联合会提出。

本文件由全国化学标准化技术委员会(SAC/TC 63)归口。

本文件起草单位：南京理工大学、江苏方洋水务有限公司、江苏省环境工程技术有限公司、清华大学、华电郑州机械设计研究院有限公司、中建安装集团有限公司、清鑫(苏州)环境科技有限公司、浙江海联新材料科技有限公司、中海油天津化工研究设计院有限公司、成都汇锦水务发展有限公司、江西建衡环保科技有限公司、同济大学、北京东雷恒业环保科技有限公司、眉山国润金象排水有限公司、中电环保股份有限公司、河北协同水处理技术有限公司、南京润科环境有限公司、内蒙古滢晴环境技术有限公司、深圳市祺鑫环保科技有限公司、中海油惠州石化有限公司、上海轻工业研究所有限公司。

本文件主要起草人：韩卫清、江云、陈勇、张潇源、赵保华、黄益平、朱永翔、陆梁、谢陈鑫、蔡炳贤、何青峰、王颖、陈磊、曾扬、王玉珏、王凤、朱来松、赛世杰、王祎、梁民、花飞、崔韬、付丹、魏卡佳、王妍、郭磊、石鑫、刘福建、梁伟英、赵慧、芦云红、赵利鑫、张永昊、刘丹茹、钱光磊。

引 言

GB/T 45386《工业废水电化学处理技术规范》作为电化学工业废水处理技术的推荐性国家标准,为电化学技术在工业废水处理领域的应用提供参考。

GB/T 45386 旨在确立适用于电化学技术处理工业废水的要求及规范,拟由 6 个部分组成。

- 第 1 部分:总则。目的在于确立电化学技术处理工业废水的总体原则和一般要求。
- 第 2 部分:电化学氧化。目的在于确立电化学氧化处理技术的应用方法和参数选择依据。
- 第 3 部分:电气浮。目的在于确立电气浮处理技术的应用方法和参数选择依据。
- 第 4 部分:电絮凝。目的在于确立电絮凝处理技术的应用方法和参数选择依据。
- 第 5 部分:电芬顿。目的在于确立电芬顿处理技术的应用方法和参数选择依据。
- 第 6 部分:电化学还原。目的在于确立电化学还原处理技术的应用方法和参数选择依据。

本文件是 GB/T 45386 的第 1 部分,为行业术语的规范化、各种电化学技术的分类及选用原则、运行要求、安全要求、职业卫生与环境保护要求等电化学技术应用全过程提供总领性技术指引,以提高系统的安全稳定和经济适用性,为我国工业废水电化学处理技术的高质量发展提供标准化支撑。



工业废水电化学处理技术规范

第 1 部分：总则

1 范围

本文件规定了电化学技术处理工业废水的选用原则、运行要求、安全要求、职业卫生与环境保护要求。

本文件适用于电化学技术处理工业废水，也适用于市政污水和垃圾渗滤液等的处理。

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 3096 声环境质量标准
GB 5085.7 危险废物鉴别标准 通则
GB/T 5226.1—2019 机械电气安全 机械电气设备 第 1 部分：通用技术条件
GB 8978 污水综合排放标准
GB 14554 恶臭污染物排放标准
GB 15577 粉尘防爆安全规程
GB 18599 一般工业固体废物贮存和填埋污染控制标准
GB 18918 城镇污水处理厂污染物排放标准
GB/T 21534 节约用水 术语
GB/T 23819 机械安全 火灾预防与防护
GB 29741—2013 铝电解安全生产规范
GB 30871 危险化学品企业特殊作业安全规范
GB/T 33000 企业安全生产标准化基本规范
GB 50016 建筑设计防火规范
GB 50052 供配电系统设计规范
GB 50054—2011 低压配电设计规范
GB 50058 爆炸危险环境电力装置设计规范
GB 50194 建设工程施工现场供用电安全规范
GB 51245 工业建筑节能设计统一标准
GB 55015 建筑节能与可再生能源利用通用规范
CJJ/T 243 城镇污水处理厂臭气处理技术规程

3 术语和定义

GB/T 21534 界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

工业废水 industrial wastewater

工艺生产过程中排出的废水和废液,其中含有随水流失的工业生产用料、中间产物、副产品以及生产过程中产生的污染物。

[来源:GB/T 32327—2015,3.1]

3.2

工业废水电化学处理技术 electrochemical technology for industrial wastewater treatment

在特定的电化学反应器内,利用外加电场或电流,通过一系列物理、化学反应过程对工业废水中污染物进行分离和去除的技术。

3.3

电气浮处理技术 electro-floatation treatment technology

在施加电场的作用下,废水中的胶体、油、悬浮物等细小污染物定向移动和聚集,并利用电解时产生的氢气、氧气等微小气泡使污染物上浮去除的技术。

3.4

电絮凝处理技术 electrocoagulation treatment technology

在施加电场的作用下,可溶性阳极(Fe、Al等)表面溶出 Fe^{2+} 、 Fe^{3+} 、 Al^{3+} 等离子,通过凝聚、沉淀等作用使污染物从水体中分离的技术。

3.5

电化学氧化处理技术 electrochemical oxidation treatment technology

在施加电场的作用下,污染物在阳极表面直接失去电子或被生成的活性氧化物间接氧化降解的技术。

3.6

电芬顿处理技术 electro-fenton treatment technology

在施加电场的作用下,通过阴极充氧或利用阳极析氧,使氧气发生2电子还原生成 H_2O_2 ,同时牺牲铁阳极溶出或外加 Fe^{2+} ,发生芬顿反应并降解污染物的技术。

3.7

电化学还原处理技术 electrochemical reduction treatment technology

在施加电场的作用下,污染物在阴极表面直接得到电子或被生成的原子氢间接还原的技术。

3.8

电极 electrode

电化学处理技术的核心部件,分为阳极和阴极,具有接受电子能力的为阳极,在阳极表面发生氧化反应;具有给予电子能力的为阴极,在阴极表面发生还原反应。

3.9

电流密度 current density

电化学处理过程中,单位时间内作用在单位电极面积上的电量。

注:电流密度以安培每平方米(A/m^2)或毫安每平方厘米(mA/cm^2)为单位。

3.10

活性氧物种 reactive oxygen species

在电子转移过程中生成的氧介导的具有强氧化性能的物质。

3.11

析氧电位 oxygen evolution potential

反映电极性能的指标,在电极开始发生析氧反应时的电位。

注:析氧电位以伏特(V)为单位。

3.12

停留时间 retention time

废水在电化学处理装置中发生电化学反应过程并得到有效处理的时间。

注：停留时间以小时(h)或分(min)为单位。

3.13

电流效率 current efficiency

电化学反应过程中,实现污染物去除的有效电流与总电流的比值。

4 选用原则

4.1 一般原则

工业废水电化学处理技术兼具污染物分离、直接电子传递、多级活性物种介导的氧化与还原等特性,可基于不同电化学过程实现废水复杂体系中多种污染物的多途径去除;在高盐分等极端条件下对废水中高风险污染物的去除具有靶向降解、毒性深度削减等优势;具有过程清洁、占地小、装置简单、工艺灵活、易于自动控制等特点,选用的一般原则如下所示。

- a) 电化学单元适用于处理电导率(主要由废水中 SO_4^{2-} 、 Cl^- 等贡献产生)在 $3\,000\,\mu\text{S}/\text{cm}$ 以上的工业废水,废水中 CO_3^{2-} 、 PO_4^{3-} 和 F^- 等离子浓度过高时,进行预处理以避免对电流效率产生影响。
- b) 根据污染物种类、浓度、去除要求及水质条件选择适宜的电化学处理技术;根据出水水质要求进行电化学处理单元的技术参数选配。
- c) 电化学处理技术实施过程中选择适宜的电极和反应器。电极选择考虑寿命、催化性能、制造成本等因素;反应器考虑材质、传质性能等因素。
- d) 电化学处理技术可适用的特征污染物包括但不限于含硫、氧、氮的杂环类,硝基化合物,卤代有机物,环烷烃类和聚合物类等难生物降解有机污染物。
- e) 各电化学处理技术可单独使用,也可根据实际情况进行联用。

4.2 各电化学处理技术的选用原则

各电化学处理技术的选用原则见表 1。

表 1

序号	技术名称	适用污染物种类	适用水质特点
1	电气浮处理技术	适用于去除废水中胶体、悬浮物和油类(动植物油类、石油类)污染物	适用于处理 pH 值为 6.5~7.5、颗粒物粒径为 $10\,\text{nm}\sim 1\,\mu\text{m}$ 、悬浮物质量浓度为 $5\,000\,\text{mg}/\text{L}\sim 10\,000\,\text{mg}/\text{L}$ 、油类质量浓度为 $100\,\text{mg}/\text{L}\sim 1\,000\,\text{mg}/\text{L}$ 的废水
2	电絮凝处理技术	适用于去除废水中形成的胶体或絮体密度大于水的污染物	适用于 pH 值为 7.5~9.0、悬浮物粒径为 $100\,\text{nm}\sim 0.1\,\text{mm}$ 、油类质量浓度为 $1\,000\,\text{mg}/\text{L}\sim 10\,000\,\text{mg}/\text{L}$ 、无机磷质量浓度不高于 $20\,\text{mg}/\text{L}$ 、重金属质量浓度低于 $500\,\text{mg}/\text{L}$ 的废水

表 1（续）

序号	技术名称	适用污染物种类	适用水质特点
3	电化学氧化处理技术	适用于去除废水中的化学需氧量（COD）、总氮（含氨氮和有机氮）及重金属，也可以对废水中油类（动植物油类、石油类）污染物进行破乳。 既可以用于高浓度废水预处理，也可以用于尾水深度处理	适用于 pH 值为 3.0～9.0 的废水。 当用于预处理阶段时，COD 宜为 100 mg/L～100 000 mg/L、氨氮质量浓度宜低于 500 mg/L、嘧啶、吡啶、环唑等有机氮质量浓度宜为 100 mg/L～3 000 mg/L、络合态重金属质量浓度宜低于 100 mg/L； 当用于深度处理阶段时，COD 宜为 50 mg/L～500 mg/L
4	电芬顿处理技术	适用于去除废水中 COD、氨氮及重金属。 既可以用于高浓度废水预处理，也可以用于尾水深度处理	适用于 pH 值为 3.0～9.0 的废水。 当用于预处理阶段时，COD 宜为 50 mg/L～5 000 mg/L、络合态重金属质量浓度宜低于 100 mg/L； 当用于深度处理阶段时，COD 宜为 50 mg/L～500 mg/L
5	电化学还原处理技术	适用于去除废水中硝态氮、重金属及难以氧化的有机污染物（硝基苯、苯腈和氯苯等）	适用于 pH 值为 3.0～9.0、硝态氮质量浓度低于 500 mg/L、重金属质量浓度低于 2000 mg/L，难以氧化的有机污染物质量浓度为 100 mg/L～3 000 mg/L 的废水

5 运行要求

- 5.1 电化学处理技术工艺流程一般包括预调节单元、电化学反应单元和后处理单元，预调节单元主要用于调节废水 pH 值、电导率、污染物浓度等，后处理单元主要用于消除对后续处理有不利影响的活性氧物种。考虑最终出水水质要求，电化学反应单元可加回流设计。
- 5.2 电化学反应单元一般采用连续运行方式，当处理水量较小时，可采用序批式运行方式。
- 5.3 应及时清除电化学反应单元中形成的浮渣，避免在电极表面附着，影响电流效率。
- 5.4 废水在进入电化学反应单元前应进行硬度和碱度控制，并采取一定措施避免电极结垢，影响电流效率。
- 5.5 进入后续处理工段之前，应去除处理过程中产生的浮渣以及消除残留氧化还原电位较高的过氧化氢、臭氧和活性氯等可能对后续处理工段产生不利影响的物质。
- 5.6 电化学处理技术节能要求应符合 GB 51245 和 GB 55015 等相关规定，优先选用《国家工业和信息化领域节能降碳技术装备推荐目录》中的配套设备，运行过程中的电流效率应在 30% 以上。

6 安全要求

6.1 布置安全

- 6.1.1 工程地点应设置在污水处理区域内，与生产车间及仓库、储罐等区域保持安全距离，宜远离输送管线或桥架，并满足环境影响评价、审批文件的要求。
- 6.1.2 工程地点应与其他水处理构筑物保持一定距离，并根据其他工艺构筑物的功能和流程要求，经

技术可行、经济合理分析后确定。

6.1.3 设备布置按 GB 50054—2011 中第 4 章执行。

6.2 用电安全

6.2.1 低压配电设计应符合 GB 50054 的规定,供配电系统应符合 GB 50052 的规定,建设工程施工现场供电安全应符合 GB 50194 的规定。

6.2.2 电气设备的安全要求应符合 GB/T 5226.1—2019 中第 5 章、7.7、第 9 章~第 13 章以及第 16 章的规定。

6.3 运行安全

6.3.1 设施周围应保持良好的通风或配备通风设施。

6.3.2 安装集气罩、高点位排气装置和气体检测设备及报警装置。

6.3.3 动火作业按 GB 30871 执行。

6.3.4 防火、防雷、防爆和消防设施按 GB/T 23819、GB 50016、GB 50058、GB 15577 执行,定期检查,保证完好状态。

6.3.5 应建立安全管理体系,按 GB/T 33000 执行。宜将检测报警装置与反应单元、引风机、强制通风装置联动控制。

7 职业卫生与环境保护要求

7.1 职业卫生

按 GB 29741—2013 中 3.7 执行。

7.2 环境保护

7.2.1 废水

7.2.1.1 电化学反应单元应设有地面冲洗水和设备渗漏水的收集系统,并及时排出。

7.2.1.2 电化学技术水处理过程中产生的废水,应收集并按 GB 18918 和 GB 8978 等相关标准执行。

7.2.2 废气

7.2.2.1 电化学反应单元应设置尾气安全处置和达标措施及装置。

7.2.2.2 电化学处理处置过程中产生恶臭污染物时,应按 GB 14554 执行;产生臭气时,应按 CJJ/T 243 执行。

7.2.3 废渣

在电化学处理处置过程中产生的废渣,按 GB 5085.7 鉴别,并按下列规定处理:

- a) 经鉴别属于危险废物,应根据自身条件进行无害化处理,或交给有资质的危废处理专业机构进行处理;
- b) 经鉴别属于一般固体废物,应按 GB 18599 执行。

7.2.4 噪声

7.2.4.1 电化学反应单元应优先选择低噪声设备,对噪声较大的设备应采取有效降噪措施。

7.2.4.2 电化学处理处置过程产生的噪声应按 GB 3096 执行。

参 考 文 献

- [1] GB/T 32327—2015 工业废水处理与回用技术评价导则
 - [2] 国家工业和信息化领域节能降碳技术装备推荐目录
-

