

ICS 13.020

CCS A 01 中国标准文献分类号

团 体 标 准

T/ACEF 0**—20**

高盐有机废水处理工程技术指南

Technical guidelines for the treatment of high-salt organic wastewater

(征求意见稿)

2023-□□-□□发布

2023-□□-□□实施

中 华 环 保 联 合 会 发 布

目 次

前 言	1
1 适用范围	2
2 规范性引用文件	2
3 术语和定义	3
4 水质与水量	4
5 总体要求	5
6 废水处理工艺	6
7 废盐处置	11
8 劳动安全与职业卫生	11
9 施工与验收	11
10 运行与维护	11
附录 A（资料性）高盐有机废水耐盐菌种生化处理工程典型案例	13

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。

本文件由中华环保联合会水环境处理专业委员会提出。

本文件由中华环保联合会归口。

本文件主编单位：

本文件参编单位：

本文件主要起草人：



高盐有机废水处理工程技术指南

1 适用范围

本文件规定了高盐有机废水处理工程设计、施工、调试和运行维护技术要求。

本文件适用于高盐有机废水处理工程技术应用。

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 5462	工业盐
GB/T 6909	锅炉用水和冷却水分析方法 硬度的测定
GB 8978	污水综合排放标准
GB 12801	生产过程安全卫生要求总则
GB 13200	水质 浊度的测定
GB 39308	难降解有机废水深度处理技术规范
GB/T 50109	工业用水软化除盐设计规范
GB 50684	化学工业污水处理与回用设计规范
HCRJ 030	电渗析器
HJ/T 51	水质 全盐量的测定 重量法
HJ/T 92	水污染物排放总量监测技术规范
HJ/T 132	高氯废水 化学需氧量的测定 碘化钾碱性高锰酸钾法
HJ 1095	芬顿氧化法废水处理工程技术规范
HJ 2015	水污染处理工程技术导则
HY/T 034.4	电渗析技术 脱盐方法
YST 3016	臭氧氧化工艺用反应器
DB11/T 1766	工业浓盐水处理技术规范
DB32/ xxxx	化工废盐无害化处理技术规范
DB37/T 3536	纺织印染工业高盐废水污染控制与治理技术规范
T/SEESA 005	湿式氧化技术处理高浓度有机废水和污泥技术规范
T/CPCIF 0130	化工废盐焚烧处理技术规范
T/CPCIF xxxx	农药含盐废水处理及盐资源化技术指南

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

高盐有机废水 High salt organic wastewater

化工、制药、煤化工等行业排放的含有机污染物、且无机盐含量超过 1% (w/w) 的废水。

[来源: (1) 环保科技, 2014, 20(01): 17-21. (2) Desalination Water Treat., 2016, 57(28): 12998-13004. (3) Water Res., 1995, 29(4):1159-1168. (4) Environ. Technol., 2005, 26(6): 695-703.有修改]

3.2

结晶盐 Crystalline salt

高盐有机废水经蒸发结晶形成的含有氯化钠、氯化钙、硫酸钠或其它无机盐及其混合盐、复杂有机物质、水分和杂质等的固体盐渣。

[来源: T-CPCIF xxxx-2020, 3.2, 有修改]

3.3

全盐量 Total salt

单位体积高盐有机废水中所有溶解性盐的总质量, 按通过孔径 0.45 μm 滤膜或滤器并于 105°C \pm 2°C 下烘干至恒重的残渣重量, 单位为毫克/升 (mg/L)。

[来源: DB37/T 3536-2019, 3.2, 有修改]

3.4

预处理 Pretreatment

对高盐有机废水进行高级氧化、吸附、萃取、膜分离等前处理去除废水中有机物的过程。

[来源: T-CPCIF xxxx-2020, 3.4, 有修改]

3.5

高级氧化 Advanced oxidation

通过产生羟基自由基等活性氧化物种降解高盐有机废水中的有机物的过程。

3.6

吸附 Adsorption

利用吸附剂的物理吸附、化学吸附、物理化学吸附能力, 去除高盐有机废水中有机物的过程。

3.7

微电解 Microelectrolysis

利用填充在高盐有机废水中的微电解材料产生电位差对高盐有机废水进行电解处理，提高高盐有机废水可生化性的过程。

3.8

生化处理 Biochemical treatment

利用微生物作用代谢高盐有机废水中有机物和无机盐的过程。

3.9

膜浓缩 Membrane concentration

利用盐及高盐有机废水中其他物质与水分子量的不同实现定向分离，达到浓缩盐的作用。

3.10

电渗析 Electrodialysis (ED)

以电位差为推动力，利用离子交换膜，实现脱盐的过程。

[来源：DB37/T 3536-2019，3.5，有修改]

3.11

多效蒸发 Multiple-effect evaporation (MED)

将前一效蒸发器汽化出的二次蒸汽引入下一效蒸发器作为加热蒸汽，多个蒸发器串联操作蒸发结晶的过程。

[来源：DB37/T 3536-2019，3.6，有修改]

3.12

机械蒸汽再压缩 Mechanical vapor recompression (MVR)

利用蒸发系统产生的二次蒸汽及其能量，经蒸汽压缩机压缩做功，向蒸发系统提供热能使盐结晶为固体的过程。

[来源：DB11/T 1766-2020，3.7，有修改]

4 水质与水量

4.1 设计水质

高盐有机废水处理工程设计水质可参照 HJ 2015 确定。新建、改扩建工程处理单元设计水质应根据原料种类和用量、产品类别、清洁生产水平等，采用类比方法确定，现有工程应以实测水质为依据。

4.2 设计水量

高盐有机废水处理工程设计水量可参照 HJ 2015 确定。新建、改扩建工程处理单元应根据原料种类和用量、产品类别、清洁生产水平等，采用类比或物料衡算确定，现有工程应以实测水量为依据。

5 总体要求

5.1 一般规定

5.1.1 高盐有机废水处理工程设计应符合 HJ 2015 的规定。

5.1.2 清洁生产

应从原辅材料、技术工艺、过程控制等全方位分析，选择实现清洁生产、实现“节能、降耗、减污、增效”的处理工艺。

5.1.3 综合利用

高盐有机废水净化过程应对水、盐和高附加值有机物回收利用。

5.1.4 稳定达标排放

高盐有机废水处理工艺选择应按稳定达标排放原则确定，应符合 GB 8978 的规定。

5.2 建设规模

5.2.1 高盐有机废水处理工程建设规模可参照 HJ 2015 确定。

5.2.2 高盐有机废水处理工程处理单元应按最高日平均时流量设计。

5.3 工程构成

5.3.1 高盐有机废水处理工程构成应在符合 HJ 2015 规定的基础上增加相应处理单元。

5.3.2 处理单元构筑物与设备宜包括预处理设施及其设备、生化处理设施及其设备、脱盐设施及其设备等。

5.4 厂址选择

厂址选择应符合 HJ 2015 的规定。

5.5 总平面布置

5.5.2 总平面布置应符合 HJ 2015 的规定。

5.5.2 原有废水处理工程基础上增加处理单元时，应统筹确定原废水处理设施与新增处理设施之间的关系，并应合理布局。

6 废水处理工艺

6.1 一般规定

6.1.1 废水处理工艺应选用技术成熟、处理效率高、节能、投资省的工艺，高盐有机废水处理工程应稳定、可靠、安全运行。

6.1.2 高盐有机废水处理工艺宜根据水质特性确定，宜选用生化法处理。处理工艺宜根据无机盐含量和可生化性，按图 1 确定。

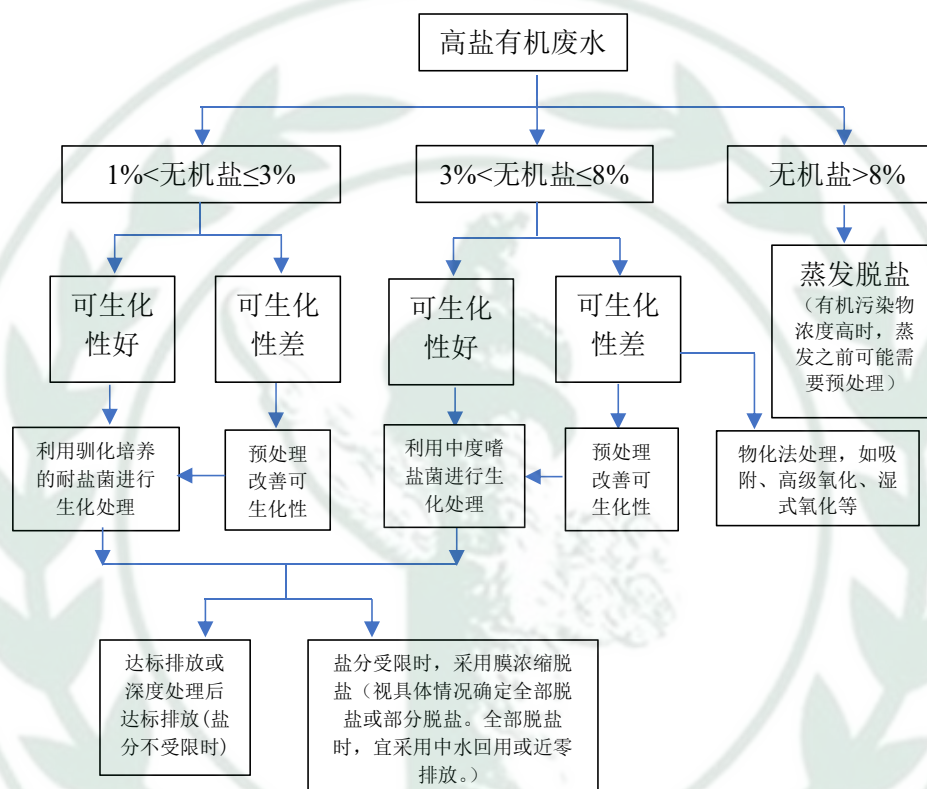


图 1 高盐有机废水处理工艺

6.1.3 无机盐含量 1%~3%、 $BOD_5/COD \geq 0.3$ 的可生化性好的高盐有机废水，宜对其进行调节、中和等处理后，再采用驯化耐盐活性污泥法进行生化处理。生化处理出水不达标，宜采用吸附、高级氧化等方法对生化出水深度处理。除监控常规水质指标外，还应对进水盐度实时监控，必要时可通过添加无机盐控制进水含盐量。工艺流程如图 2 所示：



图 2 “预处理+生化处理+深度处理”工艺流程图

6.1.4 无机盐含量 1%~3%、 $BOD_5/COD < 0.3$ 的可生化性差的高盐有机废水，宜先通过吸附、高级氧化、微电解等物化法预处理，改善其可生化性，再按 6.1.3 处理。

6.1.5 无机盐含量 3%~8%、 $BOD_5/COD \geq 0.3$ 的可生化性好的高盐有机废水，宜采用中度嗜盐菌群接种驯化耐盐活性污泥法进行生化处理，其它按 6.1.3 处理。

6.1.6 无机盐含量 3%~8%、 $BOD_5/COD < 0.3$ 的可生化性差的高盐有机废水，宜先通过吸附、高级氧化、微电解等物化法预处理，改善其可生化性，再按 6.1.5 处理。

6.1.7 无机盐含量 3%~8%、水量较小且可生化性差的高盐有机废水，宜直接采用吸附、高级氧化等物化法处理。

6.1.8 无机盐含量 3%~8% 的高盐有机废水，也可对部分废水进行脱盐预处理，并将脱盐废水与未脱盐废水混合，混合废水含盐量小于 3%，再按 6.1.3 或 6.1.4 处理。

6.1.9 在 TDS 排放受限地区，应根据废水的实际 TDS 含量和受限地区的 TDS 排放限值，采用全部脱盐或部分脱盐。全部脱盐时，宜采用中水回用或执行近零排放。工艺流程如图 3 所示：

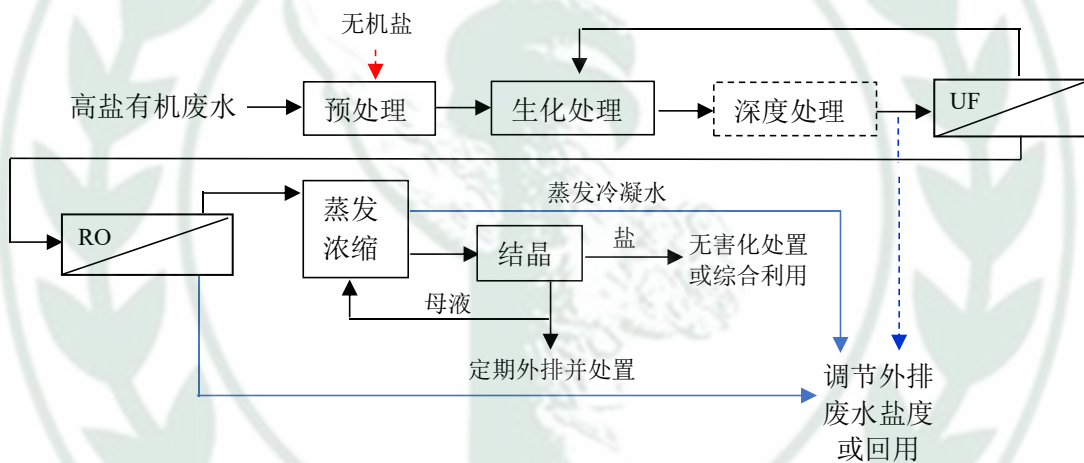


图 3 “预处理+生化处理+深度处理+脱盐处理”工艺流程图

6.1.10 无机盐含量大于 8% 的高盐有机废水，可采用下列方式处理：

- (1) 宜用工厂的低含盐废水将高盐有机废水的盐度调节到 8% 以内，再按图 3 工艺处理。
- (2) 宜先进行脱盐处理，再进行生化处理，工艺流程如图 4 所示：

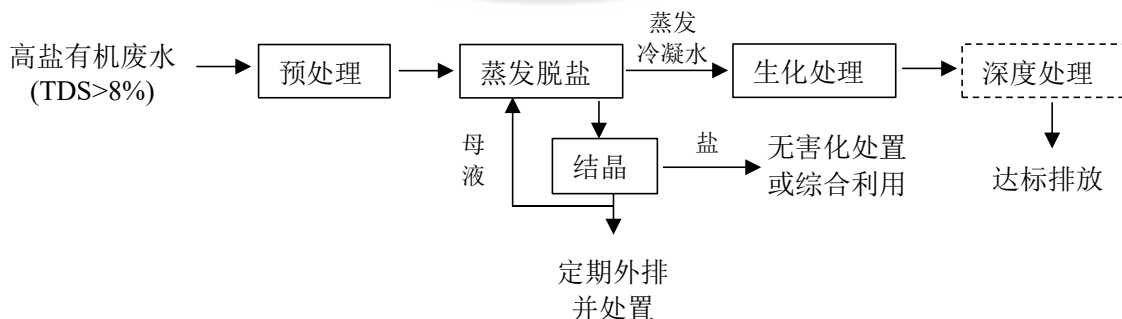


图 4 “预处理+脱盐处理+生化处理+深度处理”工艺流程图

6.2 预处理工艺

6.2.1 一般规定

预处理工艺宜根据废水水质，必要时应通过工艺试验，经技术经济比较后确定。应包括但不限于以下工艺：高级氧化、吸附和微电解等工艺。

6.2.2 高级氧化法

6.2.2.1 芬顿氧化法

6.2.2.1.1 芬顿氧化法宜用于处理中高 COD 浓度的高盐有机废水。

6.2.2.1.2 采用芬顿氧化法时，应参照 HJ 1095 的规定执行。

6.2.2.2 电化学催化氧化法

6.2.2.2.1 电化学催化氧化法宜用于处理中低 COD 浓度的高盐有机废水。

6.2.2.2.2 采用电化学催化氧化法时，应参照 GB 39308 的规定执行。

6.2.2.3 臭氧氧化法

6.2.2.3.1 臭氧氧化反应多数宜在碱性条件下进行，臭氧氧化过程中臭氧投加量以及反应时间应经试验确定，根据不同的水质，应选择不同类型的臭氧催化剂。

6.2.2.3.2 臭氧氧化设备选型过程中可参考 YST 3016。

6.2.2.4 湿式氧化法

6.2.2.4.1 湿式氧化法宜用于处理水量较小、COD 范围为 15000~100000 mg/L、盐分低于 5% 的高盐有机废水。

6.2.2.4.2 采用湿式氧化法时，应参照 T/SEESA 005 的规定执行。

6.2.3 吸附法

6.2.3.1 吸附法宜用于处理水量较小、中低 COD 浓度的高盐有机废水，采用吸附法时宜采用活性炭吸附法和树脂吸附法。

6.2.3.2 采用活性炭吸附法时，应参照 GB 50684 的规定执行。

6.2.3.3 采用树脂吸附法时，应参照 GB 39308 的规定执行。

6.2.4.1 微电解法宜用于处理高 COD 浓度、高色度的高盐有机废水。

6.2.4.2 微电解反应宜在酸性条件下进行，微电解反应过程中铁炭比以及反应时间应经试验确定，根据不同的水质，应选择不同种类及粒径的铁屑。

6.3 生化处理工艺

6.3.1 一般规定

盐度 1%~3% 的高盐有机废水应采用驯化耐盐活性污泥法进行生化处理，3%~8% 的高盐有机废水应采用中度嗜盐菌群接种驯化耐盐活性污泥法进行生化处理。生化处理工艺应视污染物浓度和组成而定，可选用好氧、水解酸化-好氧、缺氧-好氧、厌氧-好氧、厌氧-缺氧-好氧等、厌氧-缺氧-好氧-MBR 等工艺。

6.3.2 驯化耐盐活性污泥法

6.3.2.1 宜采用普通活性污泥作为接种污泥，通过逐渐减少稀释倍数提高含盐量的方法驯化培养耐盐活性污泥。实际操作中，每次提升含盐量的幅度宜小于 0.5%。

6.3.2.2 采用驯化耐盐活性污泥法时，反应池主要设计参数应根据试验或相似污水的运行数据确定，当无数据时，可采用下列数据：

- 1) 污泥负荷可取 $0.20 \text{ kg}[\text{COD}]/(\text{kg}[\text{MLSS}] \cdot \text{d}) \sim 0.30 \text{ kg}[\text{COD}]/(\text{kg}[\text{MLSS}] \cdot \text{d})$ ；
- 2) 混合液悬浮固体平均浓度可取 $2.0 \text{ g}[\text{MLSS}]/\text{L} \sim 4.0 \text{ g}[\text{MLSS}]/\text{L}$ ；
- 3) 污泥回流比可取 50%~100%；
- 4) 污泥龄应视废水降解难易程度而定；
- 5) 生物反应池容积可按污泥负荷和污泥龄计算。

6.3.3 中度嗜盐菌群接种驯化耐盐活性污泥法

6.3.3.1 宜直接采用中度嗜盐菌群作为接种菌群，驯化培养耐盐并能高效降解污染物的活性污泥。

6.3.3.2 宜在进水盐度保持相对稳定的情况下，通过逐渐提高污染物浓度的方法对污泥进行驯化培养，提高中度嗜盐菌群在高盐环境下对污染物的降解速率。

6.3.3.3 反应器宜采用序批式生物反应器、生物流化床、好氧颗粒污泥床和膜生物反应器等。

6.3.3.4 采用中度嗜盐菌群接种驯化耐盐活性污泥法时，反应器主要设计参数应根据试验或相似污水的运行数据确定，当无数据时，可参照以典型中度嗜盐菌 *Marteella* sp.AD-3 作为接种功能菌的生物反应器的运行参数：

序批式生物反应器：

- 1) 溶解氧可取 2.5 mg/L 左右；
- 2) 体积交换比可取 20%~30%；
- 3) 有机负荷宜为 $0.5 \sim 1.2 \text{ kgCOD}/(\text{m}^3 \cdot \text{d})$ 左右；
- 4) HRT 可为 12h 以上。

生物流化床：

- 1) 曝气流量可取 $3 \text{ m}^3/(\text{m}^2 \cdot \text{h})$ 左右，理论上升气速可为 5.0 m/h 左右；
- 2) 污泥负荷宜为 $0.24 \text{ kgCOD}/\text{kgSS}/\text{d}$ 左右；
- 3) HRT 可为 24h 以上。

6.4 深度处理工艺

6.4.1 一般规定

深度处理工艺及技术参数宜根据废水水质、排放标准或回用要求，必要时应通过工艺试验，经技术经济比较后确定。应包括但不限于以下工艺：高级氧化、吸附和电絮凝等工艺。

6.4.2 高级氧化法

高级氧化法如 6.2.2 所述。

6.4.3 吸附法

吸附法如 6.2.3 所述。

6.4.4 电絮凝法

6.4.4.1 电絮凝法宜用于含胶体、固体悬浮物的高盐有机废水的深度处理。

6.4.4.2 采用电絮凝法时，应参照 GB 39308 的规定执行。

6.5 脱盐工艺

6.5.1 一般当高盐有机废水为以下情况时，应对其进行脱盐处理：

- a) 高盐有机废水的盐度大于 8%，无法直接进行生化处理；
- b) 高盐有机废水的盐度较高，可以生化处理，但其高于当地的 TDS 排放限值；
- c) 高盐有机废水的近零排放处理。

6.5.2 应根据废水处理规模、全盐量高低、盐的种类等因素，通过技术经济比较选择膜浓缩、蒸发结晶等工艺或多种工艺联用进行盐分离。宜采用以下工艺：

a) 膜浓缩工艺。膜浓缩工艺对进水有机物浓度有严格的限制，宜用于生化出水的中水回用和近零排放。膜浓缩工艺宜采用纳滤、反渗透、电渗析等工艺。

b) 蒸发结晶工艺。盐度大于 8% 的废水直接采用蒸发结晶工艺时，在蒸发过程中可能会出现粘度增大或变成粘稠液体、甚至结焦或结垢等现象，导致蒸发效率大幅度下降。对于此类废水宜先进行预处理，再蒸发脱盐。蒸发结晶工艺宜采用 MVR 或多效蒸发等工艺。

6.5.3 蒸发结晶过程产生的不能综合利用的浓水应进行盐的固化处理。

6.5.4 采用纳滤或反渗透技术脱盐时，应按照 GB/T 50109 等相关规定执行。

6.5.5 采用电渗析技术脱盐时应符合 HY/T 034.4 和 HCRJ 030 的规定。

6.5.6 宜通过技术经济比较，选择 MVR 或多效蒸发等工艺，对浓盐水中的盐进行结晶固化。

6.5.7 蒸发结晶工艺的进水硬度应控制在 300 mg/L 以下；多效蒸发宜采用 3~4 效，每效有效温差应不低于 5~7 °C。

6.5.8 经过膜浓缩后产生的浓水，应参考如下方法处理：

a) 当浓水全盐量小于 80000 mg/L、且水量较大时，宜选择嗜盐菌种生化工艺再次净化；水量较小时，宜选用高级氧化、吸附等物化处理工艺进一步处理。净化处理后的盐水污染物浓度低于排放限值时，应向当地环保部门申请直接排海、膜分离法产水回用或达标后外排；

b) 当浓水全盐量大于 80000 mg/L，宜直接进行蒸发浓缩。

6.5.9 对于盐分中硫酸钠或氯化钠占总盐比例超过 80 % 的废水，宜通过纳滤分盐、蒸发结晶等工艺提纯回收无机盐。

7 废盐处置

7.1 应对有回收价值的结晶单盐进行净化制成能利用的工业盐，工业盐的处置应符合 GB/T 5462 的有关规定。

7.2 应对杂质较少、能利用的混盐进行分盐结晶得到结晶单盐，而后对其净化以制备工业盐或其他盐类。

7.3 应对杂质较多、不能利用的废盐进行安全处置，废盐的处置应符合 DB32/ xxxx 及 T/CPCIF 0130 的有关规定。

8 劳动安全与职业卫生

劳动安全与职业卫生管理应符合 GB 12801 及 HJ 2015 的有关规定。

9 施工与验收

9.1 验收前的性能测试应符合 HJ 2015 的有关规定。

9.2 工程施工与验收应符合 HJ 2015 的有关规定。

10 运行与维护

10.1 一般规定

10.1.1 高盐有机废水处理工程应按规定配备运行维护专业人员和设备。

10.1.2 高盐有机废水处理工程由第三方运营时，运营方应具有运营资质。

10.1.3 高盐有机废水处理工程应建立健全规章制度、岗位操作规程和质量管理等文件。

10.2 人员与运行管理

10.2.1 应制定高盐有机废水处理设施的操作规程、工作制度、定期巡检制度和维护管理制度等；高盐有机废水处理设施的运行和管理可参照 HJ 2015；运行人员应按制度履行职责，确保系统稳定运行。

10.2.2 运行人员应定期进行岗位培训，持证上岗。

10.2.3 各岗位人员应按照操作规程作业，如实填写运行记录，并妥善保管。

10.2.4 电气设备的运行与操作应执行相关供电管理部门的安全操作规程。

10.2.5 水泵操作时，操作人员不得贴近联轴器等旋转部件。

10.2.6 管理人员不得违章指挥。

10.2.7 高盐有机废水处理工程设备的日常维护、保养应纳入正常的设备维护管理工作，根据工艺要求，定期对构筑物、设备、电气及自控仪表进行检查维护，确保处理设施稳定运行。

10.3 水质管理

10.3.1 高盐有机废水处理工程应按 HJ/T 51、HJ/T 132、GB 13200 和 GB/T 6909 的规定对废水水量、水质进行定期监测。废水处理运行过程应定期采样分析，常规指标包括 pH、COD 或 TOC、全盐量、浊度和硬度等。

10.3.2 在线监测系统的采样点、采样频次和监测项目应符合 HJ/T 92 的规定，并与监控中心联网。

10.3.3 已安装在线监测系统的，也应定期监测，比对监测数据。

10.3.4 高盐有机废水处理设施正常运行时，pH、COD 或 TOC 等的取样和分析化验每天不应少于一次。

10.4 维护保养

10.4.1 高盐有机废水处理设施应在满足设计工况的条件下运行，并根据工艺要求，定期对构筑物、设备、电气及自控仪表进行检查维护，确保处理设施稳定运行。

10.4.2 高盐有机废水处理设备的日常维护、保养应纳入正常的设备维护管理工作。废水处理设备的计划检修应与相关工艺同步进行。

10.5 应急措施

应急措施应符合 HJ 2015 和国家、地方突发环境应急管理的规定。

附录 A (资料性)

高盐有机废水耐盐菌种生化处理工程典型案例

序号	废水种类	废水水量	废水水质	主要应用技术工艺	运行时间	出水水质
1	制药废水	100-150m ³ /d	盐度：3%~8% COD≥50000 mg/L NH ₃ -N<4000 mg/L TP<20 mg/L 苯酚：500~800 mg/L	催化臭氧氧化+ 厌氧+兼氧+好氧生化 +“MBR+RO”	五年以上	盐度<0.1% COD<100 mg/L NH ₃ -N<30 mg/L TP<3 mg/L 苯酚<0.1 mg/L
2	磺胺原料药 生产废水	500-600m ³ /d	盐度：8%~10% COD≥15000 mg/L NH ₃ -N<1000 mg/L TP<30 mg/L	催化臭氧氧化+ 厌氧+兼氧+好氧生化+ “MBR+RO+NF”+淡水 提盐	三年	盐度<0.5% COD<500 mg/L NH ₃ -N<20 mg/L TP<5 mg/L
3	改性纤维素 类产品生产 废水	400-450m ³ /d	盐度：8%~12% COD>30000 mg/L NH ₃ -N<50 mg/L TP<10 mg/L	盐度调节+ 厌氧+兼氧+好氧生化 +“MBR+RO+电催化”	四年	盐度<4% COD<100 mg/L NH ₃ -N<20 mg/L TP<5 mg/L
4	橡胶行业精 细化工生产 废水	5000-6000m ³ /d	盐度：1.2%~2% COD≥2500 mg/L NH ₃ -N<30 mg/L TP<10 mg/L	催化臭氧氧化+ 厌氧+兼氧+好氧生化 +MBR+催化臭氧氧化 +生化+“RO+ED”	五年以上	盐度<0.1% COD<60 mg/L NH ₃ -N<10 mg/L TP<3 mg/L