

ICS 13.030.20
CCS P 41
备案号: 78442-2021

DB11

北京市地方标准

DB11/T 1766—2020

工业浓盐水处理技术规范

Technical specification for treatment of industrial brine

2020 - 12 - 24 发布

2021 - 04 - 01 实施

北京市市场监督管理局 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 基本规定 2

5 技术要求 2

 5.1 调节与均质 2

 5.2 软化和澄清（沉淀） 2

 5.3 气浮 3

 5.4 生物处理 3

 5.5 高级催化氧化 3

 5.6 活性炭吸附 3

 5.7 介质过滤 3

 5.8 超（微）滤 4

 5.9 浓缩 4

 5.10 纳滤分盐 5

 5.11 盐制酸碱（双极膜电渗析） 5

 5.12 蒸发结晶 5

 5.13 污泥处理与处置 5

 5.14 加药系统 6

6 管道设计 6

7 防腐蚀方法及材料选择 6

8 检测与监测 7

附录 A（资料性）水质分析报告（格式） 8

附录 B（资料性）工业浓盐水处理工艺流程 9

附录 C（资料性）结晶盐指标 11

附录 D（资料性）设备及管道防腐蚀方法及材料 12

参考文献 16

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。

本文件由北京市经济和信息化局和北京市水务局提出并归口。

本文件由北京市经济和信息化局和北京市水务局组织实施。

本文件起草单位：北京智汇清源科技有限公司、蓝星工程有限公司、河海大学、北京天地人环保科技有限公司、合众高科(北京)环保技术股份有限公司、中国标准化研究院、中国水利水电科学研究院、中国石油化工股份有限公司北京燕山分公司、北京燕山威立雅水务有限责任公司。

本文件主要起草人：吉春红、杨彦、陈磊、郭有智、田旭峰、宋才寿、饶斌、樊德强、白雪、郭嘉、白岩、常艳娜、朱永楠、边步华、郭风、王丁。

工业浓盐水处理技术规范

1 范围

本文件规定了工业浓盐水处理的基本规定、技术要求、管道设计、防腐蚀方法及材料选择、检测与监测等技术要求。

本文件适用于工业浓盐水的处理。

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/T 1576 工业锅炉水质
- GB 7231 工业管道的基本识别色、识别符号和安全标识
- GB/T 12145 火力发电机组及蒸汽动力设备水汽质量
- GB/T 19923 城市污水再生利用 工业用水水质
- GB/T 20103 膜分离技术 术语
- GB 50013 室外给水设计标准
- GB 50014 室外排水设计规范
- GB 50019 工业建筑供暖通风与空气调节设计规范
- DB11/ 307 水污染物排放标准
- DB11/ 501 大气污染物综合排放标准

3 术语和定义

GB/T 20103、GB 50013、GB 50014中界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

工业浓盐水 industrial brine

工业生产过程中的或经纳滤、反渗透、离子交换等装置浓缩后溶解性总固体（TDS）高于6000 mg/L的水。

3.2

纳滤分盐 salt separation by nanofiltration

对于水中主要成分为氯化钠和硫酸钠的浓盐水，利用纳滤截留水中的大部分硫酸根，实现一价盐与二价盐分离的过程。

3.3

结晶分盐 salt separation by crystallization

根据溶液中对应温度下各溶质溶解度的不同,利用相图理论进行盐分分离,得到不同盐产品的过程。

3.4

机械蒸汽再压缩 mechanical vapor recompression

利用压缩机对蒸发器产生的二次蒸汽进行压缩后再次利用,以替代新鲜蒸汽的技术,简称MVR。

3.5

废水零排放 zero liquid discharge

利用膜分离、浓缩、蒸发结晶及干燥等技术,将工业浓盐水处理后回用,不对外界排放。

4 基本规定

- 4.1 设计前应对进水水源、水质、水量及变化规律,产水、产盐要求等进行全面调查,确定建设规模和处理工艺。
- 4.2 应对原水进行水质分析,水质分析报告(格式)见附录A。
- 4.3 含盐量高于1600mg/L且小于6000mg/L的工业废水应进行除盐处理,工业浓盐水宜采用废水零排放技术进行处理。
- 4.4 工业浓盐水处理工艺包括预处理、浓缩、分盐、盐制酸碱(双极膜电渗析)、蒸发结晶等,根据进水水质、回用水要求,选择其中的一种或几种工艺进行组合。工业浓盐水处理工艺流程见附录B。
- 4.5 回用水可用于循环冷却水的补充水、杂用水、锅炉补给水等。当回用水用于循环冷却水和杂用水时,应符合GB/T 19923的相关规定;当回用水用于工业锅炉时,应符合GB/T 1576的相关规定;当回用水用于电站锅炉时,应符合GB/T 12145的相关规定。
- 4.6 外排污水水质应符合DB11/307的相关规定。
- 4.7 设计规模应按最大日平均时进水量确定。
- 4.8 各处理构筑物的个(格)数不宜少于2个(格),并按并联设计。
- 4.9 除反渗透和纳滤高压泵、段间增压泵或循环泵外,其他水泵宜设置备用泵。
- 4.10 工程的厂区平面布置、竖向布置等应符合GB 50013和GB 50014的相关规定。
- 4.11 工程设置在现有污水处理厂或再生水厂内时,应充分利用现有生产及附属设施。工程与污水处理厂或再生水厂合并建设时,附属设施及附属设备应统一规划建设及配备。
- 4.12 工程应设置事故排放设施。
- 4.13 工业浓盐水处理和贮存构筑物应有防渗漏措施。

5 技术要求

5.1 调节与均质

- 5.1.1 应设置调节、均质设施,调节与均质设施可合并设置。
- 5.1.2 调节、均质设施的容积宜按进水量、水质变化资料,或参考同类企业资料确定。调节、均质设施容积不宜小于8h平均进水量。
- 5.1.3 调节与均质设施宜具备混合功能。

5.2 软化和澄清(沉淀)

5.2.1 应计算流程末端浓缩液的结垢倾向，当结垢倾向高于阻垢剂的极限要求时，应对工业浓盐水进行软化处理。

5.2.2 软化可采用化学软化、树脂软化等一种或多种工艺的组合。化学软化可采用石灰、石灰+碳酸钠、氢氧化钠+碳酸钠等技术；树脂软化宜采用弱酸钠型离子交换树脂，采用盐酸再生，氢氧化钠转型。

5.2.3 澄清（沉淀）技术要求如下：

- a) 宜选用澄清池或具有混凝功能的高效沉淀池，应根据浓盐水水质、加药种类、后续装置的进水水质要求等确定池型。
- b) 澄清（沉淀）池不宜少于2个，每个应能单独运行。
- c) 澄清（沉淀）应配备混凝剂、助凝剂等化学药品的储存和投加系统。
- d) 高效沉淀池表面水力负荷宜为 $10\text{m}^3/(\text{m}^2 \cdot \text{h}) \sim 20\text{m}^3/(\text{m}^2 \cdot \text{h})$ ；混合时间宜为 $0.5\text{min} \sim 1.0\text{min}$ ，絮凝时间宜为 $8\text{min} \sim 15\text{min}$ ；污泥回流量宜占进水量的 $3\% \sim 6\%$ ；斜管长度宜采用 $1000\text{mm} \sim 1500\text{mm}$ ，倾角宜采用 60° 。
- e) 机械搅拌澄清池的表面水力负荷宜为 $2.5\text{m}^3/(\text{m}^2 \cdot \text{h}) \sim 3\text{m}^3/(\text{m}^2 \cdot \text{h})$ ，水在池中的停留时间宜为 $1.5\text{h} \sim 2\text{h}$ ，机械搅拌内循环倍数宜为3倍 $\sim$ 5倍，并宜设叶轮转速和开启度的调节装置。

5.3 气浮

5.3.1 去除工业浓盐水中的分散油、乳化油及其他密度较小的悬浮物宜采用气浮工艺。

5.3.2 气浮池不宜少于2个，每个应能单独运行。

5.3.3 加压溶气气浮池的技术要求如下：

- a) 接触室的上升流速可为 $10\text{mm/s} \sim 20\text{mm/s}$ 。
- b) 分离室的向下流速可为 $1.5\text{mm/s} \sim 2.0\text{mm/s}$ ，分离室表面水力负荷可为 $5.4\text{m}^3/(\text{m}^2 \cdot \text{h}) \sim 7.2\text{m}^3/(\text{m}^2 \cdot \text{h})$ 。
- c) 溶气罐位置宜靠近气浮池，溶气压力可为 $0.2\text{MPa} \sim 0.4\text{MPa}$ ，溶气回流比可为 $5\% \sim 10\%$ 。
- d) 气浮池有效水深可为 $2.0\text{m} \sim 3.0\text{m}$ 。
- e) 气浮池应设置排泥、排渣设施。
- f) 气浮池应设加药混合和反应设施。

5.4 生物处理

5.4.1 采用生物处理工艺，应符合 GB 50014 的相关规定。

5.4.2 应根据试验或借鉴已建工程的运行经验并考虑含盐量对生化性能的影响确定工艺参数。

5.5 高级催化氧化

5.5.1 宜采用高级催化氧化技术去除工业浓盐水中的难降解有机物。

5.5.2 当采用臭氧催化工艺时，应设置臭氧尾气破坏装置；所有与臭氧气体或溶解有臭氧的水体接触的材料应耐臭氧腐蚀；宜采用氧气源臭氧发生器。

5.5.3 应通过技术经济分析确定是否利用臭氧尾气。

5.6 活性炭吸附

活性炭吸附技术可用于降低水中的有机物、有毒物质等，工艺参数应符合 GB 50013 的相关规定。

5.7 介质过滤

5.7.1 可采用 V 型滤池、多介质过滤器等。

5.7.2 进水悬浮物宜小于 20mg/L。

5.7.3 V 型滤池的技术要求如下：

- a) 滤料厚度宜为 1000mm~1300mm，粒径 (d_{10}) 为 0.9mm~1.2mm，均匀系数 $K_{60}<1.6$ 。
- b) 滤速宜为 5m/h~8m/h。
- c) 宜设气水冲洗和表面扫洗辅助系统。
- d) 表面扫洗强度宜为 $2L/(m^2 \cdot s) \sim 3L/(m^2 \cdot s)$ ；单独气冲强度宜为 $13L/(m^2 \cdot s) \sim 17L/(m^2 \cdot s)$ ，历时 2min~4min；气水联合冲洗时气冲强度宜为 $13L/(m^2 \cdot s) \sim 17L/(m^2 \cdot s)$ ，水冲强度宜为 $2L/(m^2 \cdot s) \sim 3L/(m^2 \cdot s)$ ，历时 3min~4min；单独水冲强度宜为 $4L/(m^2 \cdot s) \sim 6L/(m^2 \cdot s)$ ，历时 3min~4min。

5.7.4 多介质过滤器滤料宜采用无烟煤和石英砂，无烟煤厚度宜为 300mm~400mm，石英砂厚度宜为 400mm~500mm，滤速宜为 5m/h~10m/h。

5.8 超（微）滤

5.8.1 去除水中的细菌、铁锈、胶体等物质，宜采用压力式超（微）滤或浸没式超（微）滤处理工艺。

5.8.2 超（微）滤的技术要求如下：

- a) 进水应设置 100 μ m~200 μ m 预过滤器。
- b) 应采用全自动反冲洗系统，其中浸没式超（微）滤及外压式超（微）滤应设置空气擦洗。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。
- c) 应妥善处理与处置化学清洗废液。

5.9 浓缩

5.9.1 采用反渗透浓缩工艺时，技术要求如下：

- a) 应根据水源特性、回用要求等选择满足反渗透进水要求的预处理工艺。
- b) 进水应配置保安过滤器和还原剂、阻垢剂、非氧化性杀菌剂等加药装置。
- c) 应配套化学清洗装置，并设置 5 μ m 的保安过滤器。
- d) 应配套冲洗装置，冲洗水源宜选用反渗透产水。
- e) 高压泵应采用变频控制。
- f) 浓缩液排放管的布置应保证在系统停用时最高一层膜组件不会被排空。

5.9.2 采用电渗析浓缩工艺时，技术要求如下：

- a) 各液（淡水、浓水、极水）供水泵宜采用变频控制。
- b) 应根据进水水质计算回收率，当电渗析浓水作为蒸发结晶单元进水时，浓水含盐量不宜低于 160000mg/L。
- c) 进水应配置保安过滤器，滤芯过滤孔径不应大于 5 μ m。
- d) 应配套化学清洗装置，并设置 5 μ m 的保安过滤器。
- e) 除换热器和电极板外，系统接触液体部分不宜使用金属材料。
- f) 应引出极水箱内气体并防止气体泄漏。
- g) 各液（淡水、浓水、极水）供水管路的最高部位应在同一水平高度，各液（淡水、浓水、极水）回水管路的最高部位应在同一水平高度，确保循环停止时膜两侧静压相等。

5.9.3 采用蒸发浓缩工艺时，技术要求如下：

- a) 蒸发浓缩宜采用降膜蒸发器，蒸汽入口应设置蒸汽缓冲带，防止对换热管的冲击。
- b) 除雾器宜采用内置丝网除沫器或外置挡板除沫器。
- c) 降膜蒸发浓缩出水浓度不宜低于 200000mg/L。

- d) 盐水槽应设窥视镜，便于观察实际液位，其材料应是透明的、耐腐蚀的。窥视镜厚度应能承受容器的设计压力和试验时的试验压力，窥视镜内表面应与容器内表面平齐。
- e) 盐水槽在设计上应具有使浓盐水消除过饱和的足够容积，并具有避免盐结晶堆积在圆锥壁上的正确斜度。
- f) 蒸发器宜设置在线密度计。
- g) 蒸发器换热管布水应均匀，无偏流现象。
- h) 蒸发器的设计应考虑运行一定周期后各部位出现结垢、堵塞的清理措施。

5.10 纳滤分盐

5.10.1 纳滤分盐的技术要求如下：

- a) 进水应配置保安过滤器和还原剂、阻垢剂、非氧化性杀菌剂等加药装置。
- b) 应根据水质要求选择纳滤装置组合形式，纳滤装置二价离子去除率不宜小于 90%。
- c) 应配套化学清洗装置，并设置 5 μ m 的保安过滤器。
- d) 宜配套冲洗装置，冲洗水宜选用纳滤或反渗透产水。
- e) 进水高压泵宜采用变频控制。
- f) 浓缩液排放管的布置应保证在系统停用时最高一层膜组件中液体不会被排空。

5.11 盐制酸碱（双极膜电渗析）

5.11.1 采用双极膜电渗析处理工业浓盐水得到酸液和碱液，可根据工艺要求回用至 pH 调节、工艺生产、树脂再生、系统清洗等各工艺环节。

5.11.2 盐制酸碱（双极膜电渗析）的技术要求如下：

- a) 进水盐浓度宜为 80000mg/L~200000mg/L。
- b) 进水二价及二价以上阳离子总含量宜 $\leq$ 5ppm。
- c) 各液（盐水、酸液、碱液、极水）供水泵宜采用变频控制。
- d) 进水应配置保安过滤器，滤芯过滤孔径不应大于 5 μ m。
- e) 应配套化学清洗装置，并设置 5 μ m 的保安过滤器。

5.12 蒸发结晶

5.12.1 工业硫酸钠结晶盐指标宜符合 GB/T 6009 的相关规定，见附录 C.1。

5.12.2 工业氯化钠结晶盐指标宜符合 GB/T 5462 的相关规定，见附录 C.2。

5.12.3 蒸发结晶可采用多效蒸发、机械蒸汽再压缩（MVR）等节能技术，宜利用建设单位自身或周边余热资源进行加热。

5.12.4 干燥处理技术可采用振动流化床干燥、沸腾床干燥、喷雾干燥、转鼓干燥等。

5.13 污泥处理与处置

5.13.1 应对污泥进行收集、处理及处置。

5.13.2 软化污泥宜采用板框式压滤机或箱式压滤机，过滤周期应根据系统排泥量和压滤机设计参数计算选取，过滤周期不宜大于 4h。

5.13.3 剩余活性污泥、含油污泥和黏度大的污泥，宜采用叠螺式脱水机或离心脱水机，设计参数宜通过试验或类似污泥脱水经验确定。

5.13.4 当采用叠螺式脱水机或离心脱水机时，污泥在脱水前应投加助凝剂，助凝剂的种类应根据污泥的性质和出路确定，投加量宜根据试验数据或类似运行经验确定。

5.13.5 污泥脱水间应设置通风设施，通风设计应符合 GB 50019 的规定，污泥处理过程中产生的臭气排放应符合 DB11/ 501 的相关规定。

5.14 加药系统

5.14.1 加药装置的要求如下：

- a) 预处理软化时，根据水质不同，可设置石灰、碳酸钠、氢氧化钠等投加装置。
- b) 去除二氧化硅可选择镁剂或专用二氧化硅去除剂等投加装置。
- c) 澄清（沉淀）应设置混凝剂、助凝剂等投加装置，必要时还应设置杀菌、pH 调节等加药装置。
- d) 反渗透、纳滤应设置还原剂、阻垢剂、非氧化性杀菌剂等投加装置，必要时还应设置 pH 调节加药装置。
- e) 根据水质不同，蒸发结晶装置可设置消泡剂、阻垢剂等投加装置。
- f) 根据出水或外排水水质要求，回用水、外排水系统可选择消毒、pH 调节等加药装置。

5.14.2 药品仓库的大小应根据药品消耗量、药品的特性、运输距离、包装、供应和运行条件等因素确定，宜按 7d~15d 的消耗量设计。

5.14.3 需现场配置的溶液宜设置 2 台溶液箱，单台溶液箱的容积应至少满足正常 8h 的加药量。

5.14.4 石灰、碳酸钠加药宜采用螺杆泵，应设置管道冲洗设施；其他加药宜采用计量泵，泵进口应设置过滤装置，出口应设置稳压器及安全阀。

5.14.5 储存及输送药剂的设备、管道及附件，应根据药液的化学性质选择合适的防腐蚀材料，见附录 D。

5.14.6 药品储存区域内应设置安全淋浴器及洗眼器。

5.14.7 加药装置应根据药品性质设置保温措施，防止药品结晶。

5.14.8 加药装置宜集中布置在独立的室内加药间内，并应设置通风设施，通风设计应符合 GB 50019 的相关规定。

6 管道设计

6.1 管道水力计算、管道敷设及管道附属设施等应符合 GB 50013 的相关规定。

6.2 进水、回用水、排放水等管道标识应符合 GB 7231 的相关规定。

6.3 管道的埋设深度应根据竖向布置、管材性能、冻土深度、外部荷载、抗浮要求及与其他管道交叉等因素确定。

6.4 管材的选择应根据水质、水量、水压、管道敷设方式、施工维护条件等因素确定。

6.5 管道及附件防腐蚀方法及材料选择应符合本文件第 7 章的相关规定。

6.6 露天管道应采取保温措施。

7 防腐蚀方法及材料选择

7.1 防腐蚀材料的选择应考虑使用环境及介质的腐蚀条件，包括压力、温度、光照、介质化学特性等因素的影响，并满足产水要求。

7.2 凡接触到腐蚀性介质或对出水质量有影响的设备、管道、构筑物的内表面均应衬涂合适的防腐层或采用耐腐蚀材料。受腐蚀环境影响的设备、管道、构筑物的外表面应涂刷防腐层。

7.3 阀门、仪表等附件的过流部件材质应满足耐腐蚀要求。

7.4 采用不锈钢材质时，应根据氯离子浓度和介质温度选择不锈钢型号。不同金属材质间应采取绝缘措施。

7.5 主要设备、管道及阀门的防腐蚀方法及材料见附录 D。

8 检测与监测

8.1 在线检测、监测仪表设置要求如下：

- a) 总进水口应设置流量、压力、温度、浊度、pH 值、电导率等仪表。
- b) 原水调节池（箱）、清水池（箱）、浓盐水池（箱）及中间水池（箱）等应监测液位。
- c) 每组澄清（沉淀）池应检测出水浊度，并根据需要监测池内泥位。当采用加药软化工艺或 pH 调节工艺时，应检测加药后水的 pH 值。
- d) 每组滤池应检测出水浊度，并根据滤池型式及冲洗方式监测水位、水头损失、冲洗流量等相关参数。
- e) 超（微）滤膜过滤的在线检测、监测仪表配置如下：
 - 1) 进水总管、出水总管应设置浊度仪。
 - 2) 每套超（微）滤主机进水、出水应设置压力变送器。
 - 3) 每套超（微）滤主机出水应设置流量计。
 - 4) 冲洗水总管应设置流量计。
- f) 纳滤、反渗透膜处理的在线检测、监测仪表配置如下：
 - 1) 进水总管应设置氧化还原电位仪、电导率仪、pH 计、温度计。
 - 2) 每套纳滤、反渗透主机应设置产水电导率仪。
 - 3) 每套纳滤、反渗透主机应设置产水、浓水流量计。
 - 4) 每套纳滤、反渗透主机进水、产水、段间、浓水应设置压力变送器。
 - 5) 段间增压的纳滤、反渗透装置，每段产水宜设置流量计。
 - 6) 冲洗水总管应设置流量计和压力变送器。
- g) 总出水口应设置流量、压力、浊度、pH 值、电导率等仪表。
- h) 药液、酸碱储罐应设置液位监测仪表和高低液位报警装置。
- i) 进、出界区的各种物料输送管道应设置流量、压力仪表。
- j) 浓盐水池、废水池等构筑物宜设置渗漏监测。

8.2 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，设置相应的监测仪表和报警装置，并应设置安全处置系统。

附 录 A
(资料性)
水质分析报告 (格式)

A.1 水质分析报告 (格式)

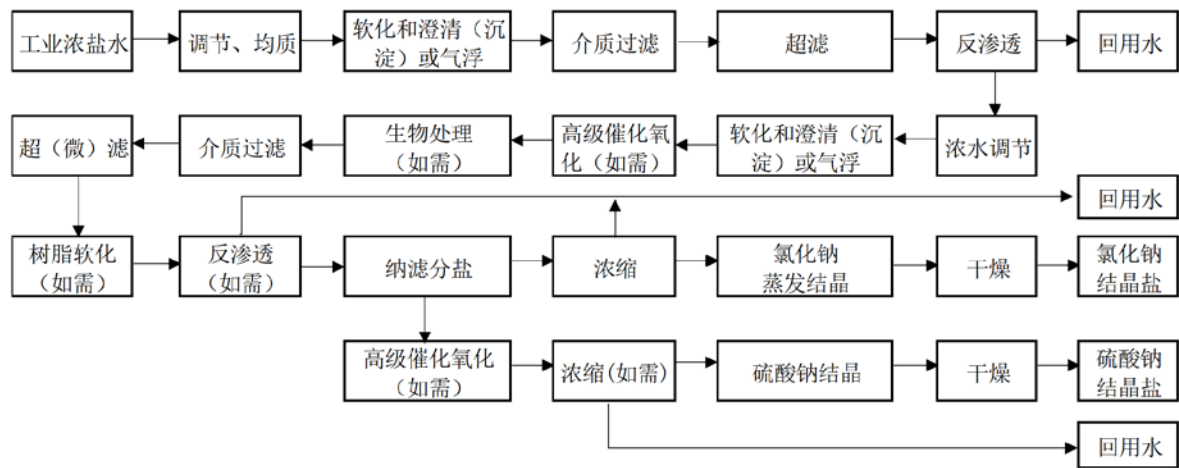
水质分析报告 (格式) 见表A.1。

表 A.1 水质分析报告 (格式)

水样名称:				化验编号:			
取水部位:				取水时气温:		取水时水温:	
取水日期:		分析日期:		检验人:		审核人:	
透明度				嗅		味	
分析项目		分析结果		分析项目		分析结果	
		mg/L	mmol/L	mg/L	mmol/L		
阳 离 子	K ⁺			硬 度	总硬度		
	Na ⁺				非碳酸盐硬度		
	Ca ²⁺				碳酸盐硬度		
	Mg ²⁺			酸 碱 度	甲基橙碱度		
	Fe ²⁺				酚酞碱度		
	Fe ³⁺				酸度		
	Al ³⁺				pH (25℃)		
	NH ₄ ⁺			其 他 指 标	BOD ₅		
	Ba ²⁺				COD		
	Sr ²⁺				氨氮		
	Mn ²⁺				TOC		
	合计				总磷		
阴 离 子	Cl ⁻				油		
	SO ₄ ²⁻				溶解氧		
	HCO ₃ ⁻				硫化氢		
	CO ₃ ²⁻				溶解性固形物		
	NO ₃ ⁻				全固形物		
	NO ₂ ⁻				悬浮物		
	F ⁻				细菌含量		
	OH ⁻				全硅(SiO ₂)		
	合计				非活性硅(SiO ₂)		
离子分析误差							
溶解固体误差							
pH 分析误差					/		
注1: 水样采集及化验参见国家或行业分析化验标准的规定; 注2: 根据工业浓盐水特征污染物种类, 可增加分析项目, 如镍、铅、钒、苯系物等。							
填表人: (签名)		审核人: (签名)		填表日期: 年 月 日			

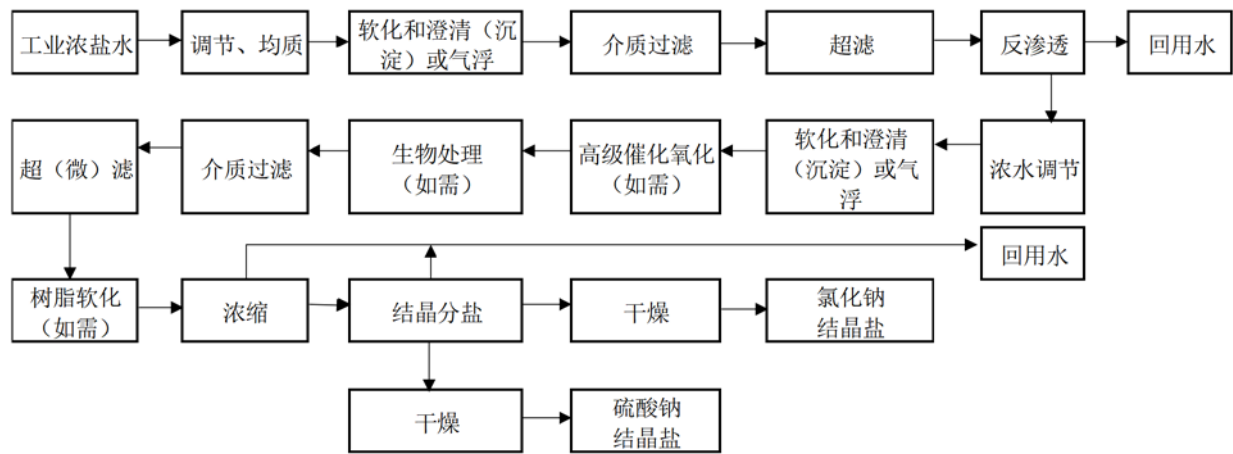
附 录 B
(资料性)
工业浓盐水处理工艺流程

B.1 采用纳滤分盐的废水零排放系统可选用但不限于以下工艺流程：



图B.1 纳滤分盐废水零排放可选工艺

B.2 采用结晶分盐的废水零排放系统可选用但不限于以下工艺流程：



图B.2 结晶分盐废水零排放可选工艺

B.3 采用双极膜电渗析的盐制酸碱系统可选用但不限于以下工艺流程：

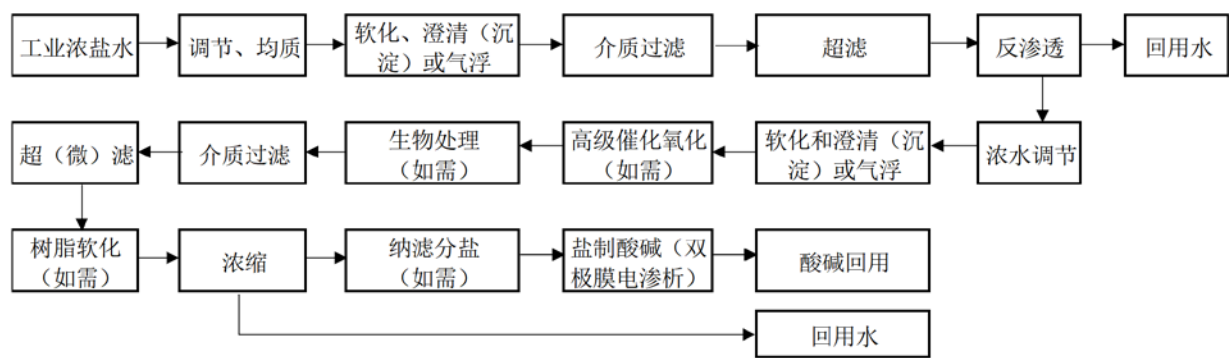


图 B.3 双极膜电渗析盐制酸碱可选工艺

- 注1：预处理技术包括调节与均质、软化和澄清（沉淀）、气浮、介质过滤、超（微）滤、高级催化氧化、生物处理等，根据进、出水水质要求，选择其中的一种或几种技术作为预处理工艺。
- 注2：除盐回用处理技术应根据进、出水水质，确定采用一级反渗透或二级反渗透工艺。
- 注3：浓缩技术包括反渗透、电渗析、蒸发浓缩、膜蒸馏、正渗透、渗透汽化等，根据进水水质、浓缩液含盐量、公用工程条件等因素，选择其中的一种或几种技术作为浓缩工艺。
- 注4：分盐技术包括纳滤分盐、结晶分盐等，根据进水盐硝比、结晶盐品质等因素选择分盐工艺。
- 注5：盐制酸碱采用双极膜电渗析技术，应根据进水水质、产品技术要求等因素，确定双极膜电渗析的设计参数。
- 注6：蒸发结晶技术包括多效蒸发、闪蒸、机械蒸汽再压缩（MVR）等，根据蒸汽源、电源等因素选择蒸发结晶工艺。
- 注7：硫酸钠结晶技术包括冷冻结晶、热法结晶等。为提高硫酸钠结晶盐品质，硫酸钠结晶宜采用冷冻结晶和蒸发结晶相结合的工艺。工艺路线 1：浓缩液先经过冷冻结晶生产十水硫酸钠，十水硫酸钠熔融再结晶生产无水硫酸钠。工艺路线 2：浓缩液先经过蒸发结晶，通过控制蒸发结晶母液杂质含量保证硫酸钠产品质量，蒸发结晶母液再进行冷冻结晶，生产十水硫酸钠至结晶罐回溶。

附 录 C
(资料性)
结晶盐指标

C.1 工业硫酸钠结晶盐指标

工业硫酸钠结晶盐指标见表C.1。

表 C.1 工业硫酸钠结晶盐指标

项目		指标					
		I 类		II 类		III 类	
		一等品	合格品	一等品	合格品	一等品	合格品
硫酸钠 (Na ₂ SO ₄) , w/%	≥	99.3	99.0	98.0	97.0	95.0	92.0
水不溶物, w/%	≤	0.05	0.05	0.10	0.20	—	—
钙和镁 (以 Mg 计) , w/%	≤	0.10	0.15	0.30	0.40	0.60	—
氯化物 (以 Cl 计) , w/%	≤	0.12	0.35	0.70	0.90	2.0	—
铁 (以 Fe 计) , w/%	≤	0.002	0.002	0.010	0.040	—	—
水分, w/%	≤	0.10	0.20	0.50	1.0	1.5	—
白度 (R457) /%	≥	85	82	82	—	—	—

C.2 工业氯化钠结晶盐指标

工业氯化钠结晶盐品指标见表C.2。

表 C.2 工业氯化钠结晶盐指标

项目		指标					
		工业干盐			工业湿盐		
		优级	一级	二级	优级	一级	二级
氯化钠/ (g/100g)	≥	99.1	98.5	97.5	96.0	95.0	93.3
水分/ (g/100g)	≤	0.30	0.50	0.80	3.00	3.50	4.00
水不溶物/ (g/100g)	≤	0.05	0.10	0.20	0.05	0.10	0.20
钙镁离子总量/ (g/100g)	≤	0.25	0.40	0.60	0.30	0.50	0.70
硫酸根 (以 SO ₄ ²⁻ 计) / (g/100g)	≤	0.30	0.50	0.90	0.50	0.70	1.00

附 录 D
(资料性)
设备及管道防腐蚀方法及材料

D.1 预处理设备及管道

预处理设备及管道防腐蚀方法及材料见表D.1。

表 D.1 预处理设备及管道防腐蚀方法及材料

序号	单元或设备	部件	防腐蚀方法及材料
1	调节与均质	池体	耐盐水腐蚀混凝土、钢衬玻璃钢、钢涂防腐涂料
		潜水搅拌机	不锈钢 SS316L/SS304
2	软化澄清（沉淀）	池体	耐盐水腐蚀混凝土、钢衬玻璃钢、钢涂防腐涂料
		机械搅拌机、刮泥机	不锈钢 SS316L/SS304，钢衬橡胶、尼龙
		出水槽	不锈钢 SS316L/SS304，PVC 塑料、玻璃钢
		内部支撑件	钢涂防腐涂料、不锈钢 SS316L/SS304
		斜管（板）	乙丙乙烯塑料、聚苯乙烯、聚丙烯
3	滤池	池体	耐盐水腐蚀混凝土、钢衬玻璃钢、钢涂防腐涂料
		进水闸板	铸铁镶铜
		内部钢构件	不锈钢 SS316L/SS304
		配水、配气装置	PVC 塑料、ABS 塑料
4	介质过滤器	壳体	钢衬胶、玻璃钢、
		配水、配气装置	PVC 塑料、ABS 塑料
5	超（微）滤组件	壳体	玻璃钢
6	保安过滤器	壳体	钢衬胶、不锈钢 SS316L/SS304
		过滤碟片	聚丙烯、增强尼龙塑料
7	自清洗过滤器	壳体	不锈钢 SS316L/SS304
		滤网及过流部件	不锈钢 SS316L/SS304
8	叠螺式污泥脱水机	接液部件	不锈钢 SS316L/SS304
9	板框式压滤机	板框	不锈钢 SS316L/SS304
10	水泵	泵壳、叶轮等过流部件	不锈钢 SS316L/SS304
11	管道	管道	钢衬塑管、UPVC 管、HDPE 管、钢管、球墨铸铁管

D.2 膜浓缩低压反渗透、纳滤设备及管道

膜浓缩低压反渗透、纳滤设备及管道防腐蚀方法及材料见表D.2。

表 D.2 膜浓缩低压反渗透、纳滤设备及管道防腐方法及材料

序号	单元或设备	部件	防腐方法及材料
1	反渗透高压泵	泵壳、叶轮等 过流部件	不锈钢 SS316L/SS304
2	保安过滤器	壳体	不锈钢 SS316L/SS304、玻璃钢、钢衬胶
3	反渗透压力容器	壳体	玻璃钢
		端口密封	不锈钢 SS316L/SS034
4	高压阀门	阀体	不锈钢 SS316L/SS304
5	低压阀门	阀体、阀板	球磨铸铁或铸钢，尼龙涂覆
6	高压管道	管道	不锈钢 SS316L/SS304/2205
7	低压管道	管道	UPVC 管、HDPE 管、钢衬塑管、玻璃钢管

D.3 膜浓缩高压反渗透、高压纳滤设备及管道

膜浓缩高压反渗透、高压纳滤设备及管道防腐方法及材料见表D.3。

表 D.3 膜浓缩高压反渗透、高压纳滤设备及管道防腐方法及材料

序号	单元或设备	部件	防腐方法及材料
1	反渗透高压泵	泵壳、叶轮等 过流部件	不锈钢 2205 或 2507
2	保安过滤器	壳体	不锈钢 2205 或 2507、玻璃钢、钢衬胶
3	反渗透压力容器	壳体	玻璃钢
		端口密封	不锈钢 2205 或 2507
4	高压阀门	阀体	不锈钢 2205 或 2507
5	低压阀门	阀体、阀板	球磨铸铁或铸钢，尼龙涂覆
6	高压管道	管道	不锈钢 2205 或 2507
7	低压管道	管道	UPVC 管、HDPE 管、钢衬塑管、玻璃钢管

D.4 电渗析设备及管道

电渗析设备及管道防腐方法及材料见表D.4。

表 D.4 电渗析设备及管道防腐方法及材料

序号	单元或设备	部件	防腐方法及材料
1	循环泵	泵壳、叶轮等 过流部件	氟塑料泵、铸铁衬氟塑料泵
2	板式换热器	换热器板	钛
3	水箱、极液箱	管道	PE
4	阀门	管道	UPVC
5	管道	管道	UPVC、PE

D.5 蒸发结晶设备及管道

蒸发结晶设备及管道防腐蚀方法及材料见表D.5。

表 D.5 蒸发结晶设备及管道防腐蚀方法及材料

序号	单元或设备	部件	防腐蚀方法及材料
1	换热器	加热室换热管	TA1 或 TA2
		加热室壳体	不锈钢 SS304 或 SS316
		分离室	2205、2507 或 TA2
		冷凝水预热器	TA1 或 TA2
		蒸汽预热器	TA1 或 TA2
		不凝气换热器	TA1 或 TA2
2	容器	蒸馏水罐	不锈钢 SS304 或 SS316
		稠厚器	2205、2507 或 TA2
		母液罐	2205、2507 或 TA2
3	离心机	滤网	TA2 或 2507
		壳体	不锈钢 SS316L
4	与物流接触水泵	过流部件	SS316L（冷冻）、2205、2507 或 TA2
5	凝结水泵	过流部件	不锈钢 SS304 或 SS316
6	压缩机组	叶轮	TC4（高速压缩机）、2507（低速压缩机）
		壳体	SS316（高速压缩机）、2205（低速压缩机）
7	与物流接触管道	管道	SS316L（冷冻）、2205、2507 或 TA2
8	二次蒸汽管道	管道	不锈钢 SS316L
9	冷凝水管道	管道	不锈钢 SS316L 或 SS304

D.6 加药系统设备及管道

加药系统设备及管道防腐蚀方法及材料见表D.6。

表 D.6 加药系统设备及管道防腐蚀方法及材料

序号	单元或设备	部件	防腐蚀方法及材料
1	盐酸储存箱	箱体	钢衬胶、PE、玻璃钢
2	浓硫酸储存箱	箱体	钢制（不应使用橡胶、有机玻璃、塑料附件）
3	浓碱液储存箱	箱体	钢制、钢衬胶、玻璃钢
4	食盐溶液储存箱	箱体	钢制刷防腐涂层、玻璃钢
5	次氯酸钠储存箱	箱体	钢衬胶、玻璃钢
6	化学清洗水箱	箱体	钢衬胶、玻璃钢、PE
7	阻垢剂计量箱	箱体	钢衬胶、玻璃钢、PE
8	还原剂计量箱	箱体	钢衬胶、玻璃钢、PE
9	杀菌剂计量箱	箱体	钢衬胶、玻璃钢、PE

表 D. 6 加药系统设备及管道防腐蚀方法及材料（续）

序号	单元或设备	部件	防腐蚀方法及材料
10	盐酸管	管道	钢衬塑管、UPVC 管
11	浓硫酸管	管道	钢管、聚四氟乙烯管
12	浓碱液管	管道	不锈钢管、钢衬塑管
13	食盐溶液管	管道	钢衬塑管、UPVC
14	次氯酸钠管	管道	钢衬塑管、UPVC
15	化学清洗水管	管道	UPVC
16	阻垢剂管	管道	UPVC
17	还原剂计管	管道	UPVC
18	杀菌剂管	管道	UPVC
19	混凝剂及助凝剂管	管道	钢衬塑管、UPVC
20	酸碱加药间	地面、墙裙	衬玻璃钢（4~6 层）、耐酸碱瓷砖
21	酸碱性和排水沟	沟底、沟壁	衬玻璃钢（4~6 层）、耐酸碱瓷砖
22	中和水池	地面、池壁	衬玻璃钢（4~6 层）、耐酸碱瓷砖

参 考 文 献

- [1] GB 3095 环境空气质量标准
 - [2] GB/T 5462 工业盐
 - [3] GB/T 6009 工业无水硫酸钠
 - [4] GB 50335 城镇污水再生利用工程设计规范
 - [5] GB/T 50619 火力发电厂海水淡化工程设计规范
 - [6] GB 50684 化学工业污水处理及回用技术规范
 - [7] DL/T 5068 火力发电厂化学设计技术规程
-