

《高盐有机废水处理工程技术指南》

(征求意见稿)

编制说明



《高盐有机废水处理工程技术指南》编制组

二〇二三年九月

目 次

1 任务来源.....	1
2 标准制定必要性.....	1
3 主要工作过程.....	2
4 国内外标准研究.....	2
5 标准编制的原则与依据.....	4
6 主要技术内容及说明.....	5
7 标准实施的环境效益及经济技术分析.....	25
8 标准实施建议.....	25



《高盐有机废水处理工程技术指南》编制说明

1 任务来源

我国化工、制药、印染、焦化等行业每年排放大量的高盐有机废水，此类废水因其盐分高、难降解、处理难度大的特点，引起人们的高度重视。根据《中华人民共和国环境保护法》、《中华人民共和国水污染防治法》和《污水综合排放标准》，为保护生态环境，保障人体健康，实现高盐有机废水的有效处理，在中华环保联合会水环境处理专业委员会的组织下，华东理工大学、宝武水务科技有限公司、上海埃格环保科技有限公司、苏州聚智同创环保科技有限公司等单位起草编制了《高盐有机废水处理工程技术指南（征求意见稿）》。

2 标准制定必要性

根据环境统计数据，2020年我国废水中化学需氧量排放量为2564.8万吨，较2019年的567.1万吨增加了将近2000万吨，涨幅巨大。我国化工、制药、农药、焦化等行业每年排放大量的高盐有机废水，高盐有机废水主要源于工业废水，因此其除了自身含盐量高、COD高的特点外，还具有酸碱性强、毒性大、化学成分复杂、生化性差等特点，该类废水在处理过程中无论是经济消耗或者是处理难度都在极大增强，这类废水是业界公认的最难处理的一类工业废水。若高盐有机废水不经有效处理直接排入自然水体，其中的可溶性无机盐和难降解毒性有机物等，将对土壤和水体造成严重的影响，给环境带来不可逆转的破坏。中国石油和化学工业联合会发布了《染料有机废水颗粒活性炭吸附处理技术规范》（T/CPCIF 0132—2021）和《农药含盐有机废水树脂吸附处理技术规范》（T/CPCIF 0131—2021），但这二个技术规范的适用范围很窄。山东省市场监督管理局发布的《纺织印染工业高盐废水污染控制与处理技术规范》（DB37/T 3536-2019）规定了印染行业高盐废水污染控制以及处理工程的设计、施工、验收、运行与维护等技术要求。截止目前，化工、制药等高盐有机废水产生量较大的行业，尚无合适的高盐有机废水处理技术标准或技术规范。为了解决高盐有机废水处理工程在设计、施工、运行和维护等方面存在的主要问题，必须从建立完备的法律、法规、标准技术规范等法制化管理体系入手。

因此，《高盐有机废水处理工程技术指南》的制定，通过对现有可行工艺技术的调研和归纳总结，规范和指导化工、农药等相关行业高盐有机废水净化处理和废盐资源化处理，有效控制废水及废盐处理处置过程对环境造成二次污染，可以为高盐有机废水处理工程的设计、施工、运行和维护提供技术支撑和法规保障。

3 主要工作过程

2022年2月-3月，在中华环保联合会水环境处理专业委员会的组织协助下，由华东理工大学、宝武水务科技有限公司、苏州聚智同创环保科技有限公司等3家单位成立了编制工作组，并启动标准编制工作。

2022年3月23日，在中华环保联合会水环境处理专业委员会的组织协助下，召开了本标准的立项评审会，后续因疫情原因，标准编制工作延后。

2022年8月-2022年9月，疫情结束后，编制组总结了立项评审会中领导、专家的意见和建议，调研了国内化工、制药、农药、焦化等行业高盐有机废水排放情况和处理现状，实地考察若干个典型高盐有机废水处理工程项目，查阅文献了解了欧美等发达国家高盐有机废水处理技术。

2022年9月-2022年10月，编制组开展专题研究，探讨我国高盐有机废水（及废盐）处理技术和政策、发展趋势等。

2022年10月-2023年6月，上海埃格环保科技有限公司加入编制组，在前期研究的基础上，编制组完成了《高盐有机废水处理工程技术指南》（征求意见稿）草稿。

2023年7月14日，在中华环保联合会水环境处理专业委员会的组织协助下，召开了本标准的技术审查会，编制组总结了技术审查会中领导、专家的意见和建议，对《高盐有机废水处理工程技术指南》（征求意见稿）进行修缮。

4 国内外相关标准研究

4.1 国外相关标准情况研究

环境工程技术规范制定工作在国外已经开展了多年，国际标准化组织和美国、法国、德国、日本等发达国家已经发布了数百项环境工程技术规范，各国与环境工程服务相关的技术标准是面向产品或服务的自愿性标准，其技术标准类型主要包括：基础标准、环境质量和污染物监测分析方法标准、产品与设施性能分析测试标准、环境工程服务技术标准以及环保产品标准等方面。

国际标准化组织（ISO）与环境工程服务相关的标准很少，几乎无工程建设和管理类标准。美国环保局为支撑 NPDES 许可证制度的实施，针对水污染物控制的一些基础设施和单元技术制定发布《技术情况说明书》(Technology Fact Sheets)，其主要内容包括技术描述、设计、建设、仪器设备配置、安全、检测、运行等方面的技术要求。截至目前，已制定发布了总计 122 项。

从目前掌握的资料来看，国外有关环境工程的技术标准具有几个特点。首先，与环境工程服务相关的标准在 ISO 和各发达国家标准体系中所占比例较小，总的数量不大。国外的环境工程服务类标准也还处于发展过程中。其次，国外环境工程服务类标准中环境监测分析方法标准和产品标准较多，而特定的工程建设和运行管理标准较少，涉及高盐有机废水处理工程的标准更是没有。

4.2 国内相关标准情况研究

在我国，原来的建设部、环保部等多个部委都在各自的行业内制定并发布了一些与环境工程相关的技术规范，包括国家标准和部颁行业标准，但这些标准数量并不多。从上世纪 90 年代末期至今，建设部在环保标准方面做出大量的工作，主要是在污水、工业废水、垃圾处理等领域发布了较多的工程设计标准和验收规范。

生态环境部组织制定的环境工程技术规范是国家环境技术管理体系中的环境技术指导文件之一，同时也是一类国家环境保护标准。环境工程技术规范是国家环境保护行政主管部门为规范各类环境工程的设计、施工、设备安装调试、验收、运行维护等过程而制订的国家环境保护标准。

根据《国家环境技术管理体系建设规划》，环境工程技术规范体系包括通用技术规范（如《水污染处理工程技术导则》、《大气污染处理工程技术导则》、《固体废物处理处置工程技术导则》等）、污染处理工艺技术规范（如《厌氧-缺氧-好氧活性污泥法污水处理工程技术规范》、《序批式活性污泥法污水处理工程技术规范》、《氧化沟活性污泥法污水处理工程技术规范》等）、重点污染源处理工程技术规范（如《纺织印染工业高盐废水污染控制与处理技术规范》、《火电厂烟气脱硫工程技术规范海水法》、《电镀废水处理工程技术规范》等）和污染处理设施运行技术规范（如《城镇污水处理厂运行监督管理技术规范》、《火电厂烟气处理设施运行管理技术规范》、《城镇污水处理厂运行、维护及安全技术规程》等）4 类。涉及环境工程基础类、大气污染控制类、水污染控制类、固体废物污染控制类、噪声与振动污染控制类、土壤污染控制类等不同环境工程领域。截止 2016 年底，已发布环境工程技术规范 90 余项，其中涉及含盐废水的处理工程技术规范不多，例如，《纺织印染工业高盐废水污染控制与处理技术规范》、《农药含盐有机废水树脂吸附处理技术规范》等，但这些技术规范只是针对印染、农药等行业高盐废水污染控制以及处理工程的设计、施工、验收、运行与维护等技术要求。化工、制药等高盐有机废水产生量较大的行业，尚无合适的高盐有机废水处理技术标准或技术规范。

5 标准编制的原则与依据

5.1 编制原则

（1）政策相符原则

本标准的编制依据国家相关法律法规、标准和产业政策等文件。本标准规定的可行技术须确保污染物排放达到国家标准相关要求。

（2）全面覆盖原则

本标准的编制力求全面完整，充分考虑我国的化工、制药等行业现状、经济发展水平、环境保护政策和产业结构调整趋势等背景，涵盖高盐有机废水及废盐处理处置可行技术工艺，

综合全面考虑高盐有机废水及废盐处理处置工艺的全过程内容，以及所涉及的各种技术、经济和管理要求，编制适合我国高盐有机废水处理的技术导则。

(3) 客观公正原则

本标准编制过程中在工艺筛选、技术调查、文件审查、专家组成等方面严格按照《国家环境保护标准制修订工作管理办法》（国环规科技[2017]1号）要求执行。

(4) 科学性与实用性相结合原则

坚持清洁生产和循环经济的理念，结合环境效益分析、经济分析、技术分析，针对不同类型的高盐有机废水确定废水净化及废盐资源化可行技术路线，使标准具有较强科学性、指导性和可操作性。

(5) 先进性和发展性原则

本标准提出的工艺、技术和管理方式在不脱离我国国情和技术经济水平的基础上，根据目前国内行业技术和国际先进技术管理水平的发展趋势，借鉴已有的实践经验，在允许的情况推荐一些成熟先进的技术和管理方式，保持标准具有一定的前瞻性。

(6) 遵循水污染全过程控制原则

本标准的编写过程中应遵循水污染全过程控制的原则，从标准的结构框架到内容上都应贯彻这一指导思想。

5.2 编制依据

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
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

- 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/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
- 《中华人民共和国标准化法》
- 《国家环境保护标准制修订工作管理办法》（国环规科技[2017]1号）

6 主要技术内容及说明

本标准主要包括 10 部分，具体如下：（1）适用范围；（2）规范性引用文件；（3）术语和定义；（4）水质与水量；（5）总体要求；（6）废水处理工艺；（7）废盐处置；（8）劳动安全与职业卫生；（9）施工与验收；（10）运行与维护。下面对标准中主要部分进行说明：

6.1 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。

【说明】高盐有机废水处理工程的设计水质，应根据实测数据或参照类似工业企业的资料确定。在缺乏调查或参考资料时，按照 HJ 2015 的规定执行。

【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。

【说明】高盐有机废水处理工程的设计水量可按实测的排水量计算，并考虑一定的裕量；无实测值时，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。在缺乏调查或参考资料时，按照 HJ 2015 的规定执行。

6.2 总体要求

【5.2】 建设规模

【5.2.1】 高盐有机废水处理工程设计应符合 HJ 2015 的规定。

【说明】 依据 HJ 2015，高盐有机废水处理工程宜按下列规定划分：

a) 大型废水处理工程：处理水量大于 5000 m³/d；或者原废水的 COD 绝干量达到 2000kg/d 的污水处理工程；

b) 中型废水处理工程：处理水量在 1000-5000 m³/d；或者原废水的 COD 绝干量达到在 500kg/d~2000kg/d 范围的污水处理工程；

c) 小型废水处理工程：处理水量小于 1000 m³/d，或者原废水的 COD 绝干量小于 500kg/d 的污水处理工程。

高盐有机废水处理工程应按照远期规划确定最终规模，以现状水量为主要依据确定近期规模。

【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。

【说明】 依据《给水工程》，最高日平均时流量可通过最高日用水量除以 24 h 计算得出或根据现有工业企业用水资料分析确定。

【5.4】 厂址选择

厂址选择应符合 HJ 2015 的规定。

【说明】 高盐有机废水处理工程的选址可根据工业或企业总图设计并按照 HJ 2015 的有关规定执行。

【5.5】 总平面布置

【说明】 处理构筑物应尽可能按流程顺序布置，应将管理区和生活区布置在夏季主导风向上风侧，将污泥区和进水布置在夏季主导风向下风侧。处理构筑物的间距应以节约用地、缩短管线长度为原则，同时满足各构筑物的施工、设备安装和各种管道的埋设、养护维修管理的要求，并按远期发展合理规划。污泥处理构筑物的布置应保证运行安全、管理方便，宜布置成单独的组。污泥消化池与其它处理构筑物的间距应大于 20 m，储气罐与其它构筑物的间距应根据容量大小按有关规定确定，具体设计要求应符合 HJ 2015 的规定。

6.3 废水处理工艺

【6.1.3】 无机盐含量 1%~3%、BOD₅/COD≥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。

【说明】 此处预处理工艺可以为调节、中和、隔油、吹脱、混凝沉淀、过滤等工艺。

调节指的是通过设置调节池来减少或控制废水中各项指标的波动，以提供后期处理过程的最佳条件的过程。调节池容积应依据废水水量、水质变化范围及要求的均和程度而定，应满足水量、水质变化一个周期以上全部废水的调节要求。调节池宜设置搅拌系统，定期清理，并应考虑加盖、排泥、通风、除臭、及防爆等措施。高盐有机废水处理设备进行调节的目的有以下几个方面：（1）尽量减少有机物的变化以避免对生物系统的冲击；（2）实现 pH 值的完全控制；（3）尽量减少物化处理时流量的波动；（4）可以在一段时间内保持生物处理系统连续进水；（5）控制进入市政系统的废水的排放速度；（6）防止高浓度的有毒物质进入生物处理系统。当采用调节作为高盐有机废水的预处理工艺时，可以参照《工业水污染控制》等相关书籍。

高盐有机废水包含酸或碱性物质，它们在进行物化或生化处理之前需要被中和。对于生物处理过程，生物系统中的 pH 值应保持在 6.5~8.5 之间，以保证生物体的最佳活性。由于产生了二氧化碳，而二氧化碳可以与碱性或酸性物质反应，因此生化处理过程本身可以提供中和缓冲能力。生化处理所需的预中和的程度依赖于 BOD 的去除率以及高盐有机废水中的碱性或酸性物质的比例。当采用中和作为高盐有机废水的预处理工艺时，可以参照 HJ 2015 等相关规定。

中和法可分为酸碱中和法和过滤中和法。酸碱中和法的主要设备是酸、碱混合反应池，设计参数应根据废水水质和排放要求确定。当高盐有机废水中酸性和碱性物质之比不稳定时，混合反应池的停留时间宜为 1.5 h~2.0 h；当高盐有机废水酸性物质和碱性物质之比稳定时，可在管道内完成中和，不必设置混合反应池；必要时应考虑补加中和药剂。当高盐有机废水需要投加药剂进行中和时，药剂的投加量可通过试验或等量反应计算确定。过滤中和法适用于酸性废水处理，含酸极限浓度应根据试验确定。过滤中和设备为中和滤池，滤料采用具有中和能力的石灰石、白云石或大理石等。废水中含有大量的悬浮物、油脂、重金属盐和其他毒物时，不宜采用该法。

隔油是指当高盐有机废水进入油分离池中，游离的油浮到池的表面，然后被撇去的过程。针对含油比较多（浮油和重油）的高盐有机废水，可采用隔油对其进行预处理以实现油的分离。当采用隔油作为高盐有机废水的预处理工艺时，可参照 HJ/T 243、HJ/T 244 等相关规定。高盐有机废水在进入隔油池前应避免剧烈搅动，需要提升时宜采用容积式泵。含油废水处理过程中产生的油污、油渣和污泥应妥善处置。油污、油渣输送提升时应采用旋转螺杆泵。寒冷地区，隔油池应采取加温措施，隔油池视实际情况考虑加盖及考虑防爆、消防。

吹脱是指利用酸液吹脱塔对高盐有机废水中的二氧化碳进行吹脱的过程，以提高高盐有机废水的 pH 为后续的生物处理打好基础。在此过程中，高盐有机废水中部分有机污染物（芳香族化合物）同时也被吹脱去除。当采用吹脱作为高盐有机废水的预处理工艺时，可以参照《工业水污染控制》等相关书籍。

混凝沉淀是指在混凝剂的作用下，使废水中的胶体和细微悬浮物凝聚成絮凝体，然后予以分离除去的水处理法。其中常见的混凝剂有聚氯化铝、聚合硫酸铁、三氯化铁和硫酸铝等。针对有机物为颗粒状、其中悬浮物居多且分子量比较大的高盐有机废水，可采用混凝沉淀对其进行预处理。当采用混凝沉淀法处理高盐有机废水时，可以参照 HJ 2006、GB 50013 等相关规定。混凝沉淀过程中应控制废水的温度、pH 值及搅拌速度等参数；混凝剂的种类和投量应试验确定或参考同类过程实例。混合方式可采用水力混合或机械混合；混合工艺设计应符合 GB 50013 的规定，或通过试验、参考同类工程实例确定。絮凝池的设计应符合 GB 50013 的规定，宜优先选用机械絮凝池和水力旋流絮凝池。

沉淀池的池型应根据处理水量、水质特性、施工条件、维护管理等因素经技术经济比较确定。沉淀池的设计参数宜按相似水质运行参数或通过试验确定，当无数据时，可以参照 HJ 2006。酸性或碱性污水中和沉淀池、化学沉淀法去除污水中重金属、碱土金属离子及某些有毒害非金属污染物等的沉淀池，其设计参数宜按同类污水运行参数或经试验确定。升流式异向流斜管（板）沉淀池设计表面水力负荷，不宜大于 HJ 2006 中规定表面水力负荷的 2 倍；当需要用作二次沉淀池时，应以固体负荷核算，固体负荷宜小于 $192 \text{ kg}/(\text{m}^2 \cdot \text{d})$ 。斜管（板）沉淀池应设冲洗设施。

气浮是指利用溶气系统在水中产生大量细微气泡，细微气泡与废水中小悬浮粒子相黏附。形成整体密度小于水的“气泡颗粒”复合体，悬浮粒子随气泡一起浮升到水面，形成泡沫浮渣，从而使水中污染物得以分离的过程。针对含有悬浮颗粒、油和油脂等污染物的高盐有机废水，可以采用气浮对其进行预处理，当采用气浮作为高盐有机废水的预处理工艺时，可以参照《工业水污染控制》、HJ/T 261 等相关规定或书籍。气浮工艺宜设置破乳（混凝）反应区，反应时间宜为 15 min~30 min，搅拌装置宜为机械搅拌方式，速度梯度为 $G=20 \text{ s}^{-1} \sim 80 \text{ s}^{-1}$ 、 $GT=10^4 \sim 10^5$ 。气浮工艺类型包括加压溶气气浮、浅池气浮、电解气浮等，具体参数应按 HJ 261 等相关规定。

过滤是指分离悬浮在高盐有机废水中的固体物质颗粒的过程。针对混凝沉淀后含有低浓度悬浮物的高盐有机废水，可以进一步采用过滤对其进行预处理，当采用过滤作为高盐有机废水的预处理工艺时，可以参照 GB 50013 等相关规定。过滤工艺的关键参数包括滤层厚度、滤速、滤料粒径及不均匀系数、冲洗时间和冲洗强度等。

【6.1.4】 无机盐含量 1%~3%、 $\text{BOD}_5/\text{COD}<0.3$ 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。

【说明】 此处预处理工艺可以为高级氧化、微电解、吸附等工艺，其中高级氧化工艺可以为芬顿氧化、臭氧氧化、电催化氧化、湿式氧化等氧化工艺。针对含有有毒、低浓度即对微生物有抑制作用的有机物或含有有毒、高浓度的在低浓度下会被微生物降解、高浓度对微生物有抑制作用的有机物的高盐有机废水，“高级氧化-生化”可能是唯一可行的选择。

“高级氧化-生化”组合工艺特点：先通过化学氧化作用改善生物处理单元出水的可生化性，再通过生物后处理使废水达到国家排放标准，这样可最大限度的减少氧化剂的用量，降低废水处理成本。

【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。

【说明】北京市《水污染物综合排放标准》(DB11/3072013)规定可溶性固体(TDS)总量为 1000 mg/L (A 排放限值)和 1600 mg/L (B 排放限值)；上海市《污水综合排放标准》(DB31/1992009)中规定特殊保护区域溶解性固体总量执行 2000 mg/L 标准。

【6.1.10】 无机盐含量大于 8%的高盐有机废水，可采用以下两种方式处理：

(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。

【说明】当废水盐度大于 8%时，可以采用适当稀释进水盐度的方法，将进生化的废水盐度降低到 8%以下。因为此时高盐度是中度嗜盐菌的抑制剂和毒害剂，所以需要对高盐有机废水进行加水稀释，使得盐的浓度低于毒域值，这时候生化处理就不会受到抑制。稀释生化仅适用于低盐或不含盐废水稀释高盐度废水，不得用自来水、河水等稀释高盐度废水。

【6.2】 预处理工艺

【6.2.2】 高级氧化法

【6.2.2.1】 芬顿氧化法

【说明】芬顿氧化法可作为高盐有机废水生化处理前的处理工艺，提高废水的可生化性；也可作为废水生化处理后的深度处理工艺。芬顿氧化法的进水应符合以下条件：

a) 在酸性条件下易产生有毒有害气体的污染物（如硫离子、氰根离子等）不应进入芬顿氧化工艺单元；

b) 进水中悬浮物含量宜小于 200 mg/L；

c) 应控制进水中 Cl^- 、 H_2PO_4^- 、 HCO_3^- 、油类和其他影响芬顿氧化反应的无机离子或污染物浓度，其限制浓度应根据试验结果确定。

芬顿氧化法进水不符合以上规定的条件时，应根据进水水质采取相应的预处理措施：

a) 芬顿氧化法用于生化处理的前处理时，可设置粗、细格栅、沉砂池、沉淀池或混凝沉淀池，去除漂浮物、砂砾和悬浮物等易去除污染物；芬顿氧化法用于废水深度处理时，宜设置混凝沉淀或/和过滤工序进行预处理；

b) 进水中溶解性磷酸盐浓度过高时，宜投加熟石灰通过混凝沉淀去除部分溶解性磷酸盐；

c) 进水中含油类时，宜设置隔油池除油；

d) 进水中含硫离子时，应采取化学沉淀或化学氧化法去除；进水中含氰离子时，应采取化学氧化法去除；

f) 进水中含有其他影响芬顿氧化反应的物质时，应根据水质采取相应的去除措施，以消除对芬顿氧化反应的影响。

工艺流程：废水在中间水池调节 pH 至 2~4 后，经芬顿（Fenton）进料系输送到芬顿（Fenton）氧化塔（池），将废水中难以降解的污染物氧化降解；芬顿（Fenton）氧化塔（池）出水自流至中和池，将废水 pH 调节至中性；中和池出水自流至脱气池，通过鼓风搅拌，将废水中的少量气泡脱除；脱气池出水自流至混凝反应池中，投加絮凝剂并进行充分反应，使废水中铁泥絮凝；混凝反应后的废水自流至混凝沉淀池，将铁泥沉淀，上清液作为出水排放或进入下一步处理工序，混凝沉淀池的铁泥经浓缩后由污泥泵输送至污泥处理系统。

工艺控制条件：

- a) 温度：常温；
- b) 过氧化氢与 COD 的摩尔比为：(1~4)：1；
- c) 过氧化氢与亚铁摩尔比：(3~10)：1；
- d) 反应时间：2 h~4 h。

【6.2.2.2】 电化学催化氧化法

【说明】电化学催化氧化法可作为高盐有机废水生化处理前的处理工艺，提高废水的可生化性；也可作为废水生化处理后的深度处理工艺。电化学催化氧化法的工艺流程为：

废水由进水泵输入电解槽电解（或经过精密过滤器进行过滤去除水中的颗粒物），处理好的电极出水可直接排放。当电解时间不够时，可采用增加循环水箱，以增加污染物电解停留时间，提高去除率。根据处理需要调整电解时的电流、电压参数及废水在系统内的停留时间，循环次数和循环量，以实现不同的排放要求。为防止电极污染，应按污染情况进行清洗，清洗出水回到原水池。

工艺控制条件：

- a) 温度：常温；
- b) 进水电导率：大于 3000 $\mu\text{S}/\text{cm}$ ；
- c) 进水总硬度：小于 10 mmol/L。

【6.2.2.3】 臭氧氧化法

【说明】臭氧氧化法可作为高盐有机废水生化处理前的处理工艺，提高废水的可生化性；也可作为废水生化处理后的深度处理工艺。污水臭氧催化氧化处理系统的进水悬浮物浓度（SS）应小于 10 mg/L，臭氧投加方式可选用射流投加或曝气盘投加。O/C 比取值范围宜为 0.8~2，具体比值宜根据现场小试、中试试验或参考类似工程案例确定。当水温超过 33℃时，应考虑臭氧半衰期对反应时间的影响。臭氧催化氧化污水处理系统应设置臭氧尾气消除装置或其他保证尾气达标的措施。

臭氧氧化法的工艺流程为：废水由催化进水池输送到臭氧催化氧化塔（池），同时将臭氧发生器产生的臭氧通入催化氧化塔（池），废水中难降解有机物在均相和非均相催化剂作用下被氧化分解。臭氧催化氧化塔（池）顶部连接有尾气破坏器，系统产生的尾气经尾气破坏器加热、催化分解后排放。

工艺控制条件：

- a) 温度：常温；
- b) 进入臭氧催化氧化前废水 pH：不小于 4；
- c) 每毫克 COD 臭氧投加量：1 mg~4 mg；
- d) 接触时间：15 min~60 min；
- e) 催化剂：根据不同特性的高盐有机废水采用合适的催化剂。

【6.2.2.4】 湿式氧化法

【说明】湿式氧化法可作为高盐有机废水生化处理前的处理工艺，提高废水的可生化性；也可作为废水生化处理后的深度处理工艺。湿式氧化主反应装置由特种金属材料制造的压力容器构成，包括换热器、反应釜、气液分离器等。主反应装置的设计和制造应根据废水的性质以及处理要求来选择合适的材料，保证系统长期稳定运行。处理高盐有机废水的系统常规设计参数：反应温度 180~320℃，反应时间 30~120 min，反应压力 2.5~15 MPa，COD 去除率在 50%以上。

【6.2.3】 吸附法

【说明】低 COD 浓度的高盐有机废水可直接采用吸附法进行处理，吸附法也可作为废水生化处理后的深度处理工艺。常见的吸附法为活性炭吸附法和树脂吸附法，下面主要分活性炭吸附和树脂吸附两部分进行说明。

活性炭吸附系统的设计与选择应符合下列规定：

1. 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，确定用炭量、接触时间、水力负荷与再生周期等参数；
2. 选择的活性炭应具有吸附性能好、中孔发达、机械强度高、化学性能稳定、再生性能好的特点。
3. 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；
4. 活性炭的再生宜采用高温加热再生法。

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：

1. 进水浊度不宜大于 3 NTU；
2. 设计流速宜按下列情况选择：
 - 1) 当用于吸附水中有机物且位于介质滤器和反渗透之间时，流速宜为 8 m/h~10 m/h；
 - 2) 当用于吸附水中有机物且位于超滤和反渗透之间时，流速宜为 10 m/h~15 m/h；

3. 活性炭滤层高度及运行周期，宜符合下列规定：

1) 用于吸附水中有机物时，装载高度不宜小于 2 m；

2) 当进水 COD 小于或等于 300 mg/L 时，设计运行周期不宜小于 1000 h；

树脂吸附法：树脂吸附只针对水溶性有机物，因此如果废水中有油性物质需先除油后才可进树脂吸附系统，进水 COD 宜在 30000 mg/L 以下，SS 宜在 20 mg/L 以下，废水进水温度宜在 40℃以下。为保证吸附效果的同时减少树脂损失率，超高交联吸附树脂的比表面积宜在 1000~1300 m²/g，平均孔径在 2.5~4.0 nm，磨后圆球率宜不低于 90%。

树脂吸附的工艺流程主要包括吸附前处理、树脂吸附和脱附三部分，树脂吸附前处理根据水质及树脂吸附的最佳 pH 条件对废水进行酸/碱的 pH 调节及混凝过滤等，树脂脱附根据水质及主要特征污染物情况选取合适的脱附剂解析，如稀碱、稀酸及有机溶剂，脱附液处理方式则根据选取的具体脱附剂再处理。

树脂吸附前处理：主要是根据废水中的特征污染物，通过调节废水的酸碱度及去除废水中的悬浮物，优化树脂吸附的最佳吸附条件，将水质条件调整为更有利于树脂吸附，保障树脂吸附单元正常运行和树脂吸附的最佳效果。

吸附系统：树脂吸附柱设计为圆柱形，柱内装填树脂床层，一般设计相同的吸附塔 3 座，且塔内装填的树脂床层高度一致，其中 2 座吸附塔以串联的方式吸附运行，废水经过前处理后经袋式过滤器流出后进入树脂吸附塔，整个吸附过程采取顺流方式，废水自上而下经过树脂床层，另 1 座根吸附塔则树脂再生，即保持 2 座吸附塔吸附，1 座吸附塔再生。根据高盐有机废水的特点，为保证出水的效果，树脂吸附过程的吸附流速宜控制在 1 BV/h~3 BV/h，吸附量宜在 10 BV~50 BV。

脱附系统：脱附过程先采用压缩空气将塔内残余的水排出，通过蒸汽将脱附剂罐中的脱附剂加热至 45~60℃，稀酸或稀碱脱附剂可加热至 60℃，有机溶剂脱附剂可加热至 45℃，接着采用逆流的方式，自下而上泵入脱附剂，流速设定为 0.5 BV/h，当输入的脱附剂高于塔内树脂界面后暂停，将树脂浸泡在脱附剂中 15 min，而后改成顺流方式将脱附剂流出再进入吸附塔内，如此循环 1 h~2 h，再将脱附剂自上而下排出，排出流速设置为 1 BV/h，用量 2 BV，直至脱附剂完全排出，可通过液位计观察，收集脱附液。

【6.2.4】微电解法

【说明】微电解法可作为高盐有机废水生化处理前的处理工艺，提高废水的可生化性；也可作为废水生化处理后的深度处理工艺。微电解法的工艺流程为：高盐有机废水经水泵提到混凝沉淀装置，经加药搅拌反应、沉淀后，出水调节 pH 值到 3~4；进入微电解装置反应停留 30~60 min，出水调节 pH 值到 8~10 进入絮凝沉淀装置；加药搅拌反应后泥水分离，澄清液调节 pH 值到 7~8；出水达标排放或进入生化单元。

【6.3】生化处理工艺

【6.3.2】驯化耐盐活性污泥法

【说明】活性污泥法是应用最广泛的废水生物处理方法之一。盐度 1%~3% 的有机废水宜通过驯化培养耐盐微生物的方法进行生化处理。工程调试时，以普通活性污泥作为接种污泥，然后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。该措施通过在高盐环境下对活性污泥进行耐盐驯化以增强其耐盐性能，同时增加其微生物群落结构的多样性，促进功能微生物的代谢与繁殖，并改善菌胶团结构，最后获得耐盐且氧化分解污染物能力强的活性污泥。（如环氧丙烷废水（CaCl₂ 浓度 4.2~4.3%），国内相关企业都是采用这一方法处理此废水，生化处理系统进水的 CaCl₂ 浓度大多控制在 2.0~2.5%。）工程运行时，宜保持进水水质稳定，进水盐度也应保持稳定，避免进水盐度突然增大或突然减小对耐盐微生物的冲击。特别是当进水盐度突然减小时，宜在进水中适当补充无机盐，以保持进水盐度的稳定。）

活性污泥法应根据处理规模、进水水质和处理要求，选择合适的处理工艺。活性污泥法进水的石油类含量不应大于 30 mg/L，硫化物不宜大于 20 mg/L，其他有毒害和抑制性物质在活性污泥系统混合液中的允许浓度，宜通过试验或按有关技术资料确定。生物反应池应根据污水性质，采取水力消泡或化学消泡措施。生物反应池有效水深应结合地质条件、曝气设备类型、污水场高程设计确定，宜为 4 m~6 m。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。生物反应池采用鼓风曝气、转刷、转碟时，反应池的超高宜为 0.5 m；采用叶轮表面曝气时，设备平台宜高出设计水面 0.8 m~1.2 m。

【6.3.3】中度嗜盐菌群接种驯化耐盐活性污泥法

【说明】当高盐有机废水的盐度超过 3% 时，宜直接采用中度嗜盐菌群作为接种菌群，驯化培养嗜盐并能高效降解污染物的活性污泥。工程调试时，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。适宜的生物反应器有生物流化床、好氧颗粒污泥床和 MBR 等，采用此类生物反应器对高盐有机废水进行生化处理时，进水盐度宜小于 8%。

【6.4】深度处理工艺

【6.4.3】电絮凝法

【说明】电絮凝法的工艺流程为：废水经收集池收集后通过进水 pH 调节池调节 pH，进入反应槽，在槽内通过电絮凝反应极板放电使废水中的无机阴阳离子发生化学反应，出水经出水 pH 调节池调节 pH，进入混凝池和沉淀池，将电絮凝反应产生的污泥与水分离，污泥通过污泥收集池统一处理。

工艺控制条件：

a) 温度：常温；

- b) 进水 pH: 5~10;
- c) 出水 pH: 6~9;
- d) 电流密度: 10 A/m²~400 A/m²。

【6.5】 脱盐工艺

【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水分离。宜采用以下工艺：

a) 膜浓缩工艺。膜浓缩对进水有机物浓度有严格的限制，主要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。

【说明】膜浓缩系统宜根据进水水质的含盐量和浓缩目标选择合适的膜技术。膜浓缩工艺主要有膜处理（纳滤、超滤和反渗透）、电渗析工艺等。根据出水水质和浓缩目标，宜采用不同膜技术耦合，形成经济高效的浓缩工艺。膜浓缩进水水质满足不同膜技术进水水质要求。

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。蒸发结晶工艺可采用多效蒸发、MVR 等工艺。

【说明】对膜处理工艺产生的高盐浓水进行深度处理或对盐度很高的有机废水进行脱盐预处理，通过对水质分析和出水水质的要求，经过技术经济比较，多采用蒸发结晶处理工艺。蒸发结晶工艺可以采用多效真空蒸发或机械式蒸汽再压缩（简称MVR）蒸发，具体工艺应根据外部热源及水质情况，通过经济技术比较后确定。在蒸发工艺设计中，对进水中的其它有用组分，凡有工业利用价值的，应根据物质性质，尽量采用成本较低的物理方法分离，同时考虑综合利用。蒸发结晶回收的物质产品包装储运系统一般采用机械化的计量包装与转运堆码生产线。包装储运系统包括输送、计量、包装与外运工序。蒸发结晶的工艺流程的设计，必须考虑装设必要的计量及自动控制仪表，以提高生产管理水平。蒸发结晶的工艺流程的设计，必须考虑生产废液、废渣的利用，尽量减少废液、废渣、废气的排放量，搞好综合利用和环境保护。

蒸发结晶装置进水水质要求：

- 1) 应控制 pH 大于 8.0;
- 2) COD 应小于 300 mg/L;
- 3) 为避免结垢，Ca²⁺和 Mg²⁺应除尽;
- 4) 进水温度应尽量接近沸点。

蒸发结晶装置应该具有抗腐蚀性。蒸发结晶装置的操作温度及压力应根据水质情况及处理工艺确定。对于进水水质含有复盐的工况，宜根据盐的不同性质采用分步结晶出盐的方式。蒸发循环泵宜采用大流量，低扬程的轴流泵。为保证蒸发冷凝水质量，需设置捕沫器。蒸发结晶装置可设置真空系统以达到节能的目的。蒸发结晶装置应设置排不凝气管道，并在循环管上设置取样器。浆料管道应有一定坡度，应避免转折，必须转弯时，宜并采用 3 倍或以上

转弯半径的弯头，并采用冲洗水以避免堵管。建议增设最终的高浓母液处理：如蒸发结晶的盐作为产品，根据水质情况如有影响产品品质的杂质离子，蒸发结晶装置设外排母口和母液处理系统，母液处理可采用喷雾干燥、闪蒸干燥或者真空耙式干燥等。

【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。

【说明】 反渗透宜用于含盐量低于 10000 mg/L 的水，脱盐率可达 96%。反渗透进水水质如下：

- 1) 污染指数 (SDI) ≤ 3 mg/L
- 2) 游离余氯：聚酰胺复合膜 < 0.1 mg/L；醋酸纤维膜 0.2 mg/L~1.0 mg/L
- 3) 锰 < 0.3 mg/L
- 4) 铁 < 0.05 mg/L
- 5) 浊度 < 1 NTU

反渗透系统设计要求：

- 1) 系统内设置水温宜 20°C~25°C；
- 2) 系统内压力一般不大于 3.5 MPa；
- 3) 系统之前需安装保安过滤器，滤除固体颗粒；
- 4) 为了保证系统的正常运行及延长使用寿命，一段时间后需进行化学清洗。

纳滤进水水质如下：

- 1) 污染指数 (SDI) ≤ 3 mg/L
- 2) 游离余氯 < 0.1 mg/L
- 3) 锰 < 0.3 mg/L
- 4) 铁 < 0.05 mg/L
- 5) 浊度 < 1 NTU

纳滤系统设计要求：

- 1) 系统内设置水温宜 20°C~25°C；
- 2) 系统内压力一般不大于 2.0 MPa；
- 3) 系统之前需安装保安过滤器，滤除固体颗粒；
- 4) 为了保证系统的正常运行及延长使用寿命，一段时间后需进行化学清洗。

【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。

【说明】 电渗析宜用于高浓度含盐废水的提浓减量，可以以较低的能耗实现高倍率的浓缩，可实现浓缩液 TDS 达到 20%，电渗析进水水质如下：

- 1) 污染指数 (SDI) ≤ 4 mg/L
- 2) 游离余氯 < 0.2 mg/L
- 3) 锰 < 0.1 mg/L
- 4) 铁 < 0.3 mg/L

5) 浊度 <1 NTU

6) 高锰酸钾指数 <3 mg/L

为降低能耗，电渗析膜厚度宜在 0.1~0.2 mm，膜面电阻宜<6 Ωcm^2 ，隔板厚度不宜大于 0.8 mm。同时，隔板最好为弹性 PP 材质且带有花纹，以防止跑冒滴漏。

电渗析系统设计要求：

- 1) 电渗析膜堆采用大型液压式，减少占地并方便拆卸。
- 2) 系统内设置换热器，确保系统运行时系统温度在 20~40°C 区间；
- 3) 系统内设置 pH 计，控制进水 pH<8；
- 4) 系统设置极室、浓淡室进水压力宜保持一致且膜面线速度不低于 7.5 cm/s，不宜产生管道、焊缝开裂和严重漏水等现象；

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

【说明】 当采用多效蒸发时，应满足以下要求：

1. 多效蒸发宜为连续性生产，在各项衡算中，每昼夜生产时间按 24 h 为计算依据。考虑设备结垢清洗与生产操作变化，设计波幅取 5~10%。

2. 进水宜进行净化处理，除去钙、镁离子，通常采用石灰-芒硝-二氧化碳法、石灰-纯碱法或烧碱-纯碱法，应根据技术经济比较选定，以减轻传热管壁结垢，延长涮罐周期。

3. 进水中如含有较高硫化物，将加剧设备、管道的腐蚀，含有过量钡、铅等有害组分会影响产品质量，都必须进行化学净化处理。

4. 工艺流程的设计，在保证产品质量和经济指标条件下，应力求简化和缩短流程，充分考虑节约能源措施。

5. 多效蒸发应尽量利用已有装置的低压蒸汽或者余热，不足部分可用减压蒸汽补充。生蒸汽冷凝水经适当降温后宜送回锅炉系统作锅炉给水或者其他回用装置；蒸发的二次蒸汽冷凝水用作锅炉补充水时，应采取必要措施，以保证水质符合锅炉水质标准及有关规定。

6. 多效蒸发有结晶的效宜用外加热式强制循环蒸发罐。外加热式蒸发罐配套循环泵，宜采用卧式轴流泵。

7. 为进一步提高多效蒸发系统热效率，宜充分利用各效冷凝水余热预热进水。

8. 末效二次蒸汽冷凝设备，宜采用间壁式的表面冷凝器，以避免二次蒸汽雾沫夹带污染循环水。如果有直接接触的的冷凝设备如：混合式大气冷凝器，必须采用防雾沫夹带设施，同时对循环水水质进行监测。抽真空设备可采用水环真空泵或者罗茨水环真空机组。

9. 多效蒸发二次蒸汽流速范围宜：25~80 m/s。蒸发器的断面流速范围宜：0.5~4.0 m/s。蒸发压力高时取低值，蒸发压力低时取高值。如设置有效的除沫装置，容积蒸发强度可适当提高。蒸发室空间高度（H）取 2.5~4 m。多效蒸发装置的各效蒸发室直径，根据规模或蒸发量大小，可设计成等直径或不同直径。

10. 除沫装置安装根据工艺要求确定，除沫装置常用的有折流板、旋流板、旋液分离器和丝网除沫器等型式，要求使用可靠、耐腐蚀、阻力较小和冲洗检修方便。除沫装置可根据需要布置在蒸发室内上部锥壳处的水平设置或二次蒸汽管道上的竖直设置。

11. 蒸发装置的加热室换热管直径一般在25~57 mm范围内选取，常用的为 $\phi 25$ 、 $\phi 32$ 、 $\phi 38$ 、 $\phi 45$ 。换热管中心距取管外径的1.28~1.48倍。换热管内流体速度宜1.5~2.5 m/s。加热室上、下端应设排气接管，确保不凝气及时排除。加热室下端应设置冷凝水排出管，冷凝水排出管流速不宜高于1 m/s，保证冷凝水排除通畅。

12. 考虑温度差、换热管和壳体因线膨胀系数的差异而产生的应力，各效加热室应通过应力计算确定是否设置膨胀节，通常采用波形膨胀节进行补偿。

13. 多效蒸发排盐（盐指结晶物）操作宜采用顺流转料、分效排盐、盐脚淘洗以降低蒸发系统排出盐浆的温度，提高成品盐质量，减少热能损失。

14. 脱水工序中，盐浆应经水力增稠器增浓后再离心脱水，得到的湿盐含水量应在3%以下，母液应回收。盐浆脱水宜采用卧式活塞推料离心机、螺旋推料离心机或卧式锥篮离心机且宜配置检修用起重设备，其能力应以离心机中的不可拆部件中的最大件的重量来考虑。

15. 湿盐输送设备宜采用带式或者螺旋输送机，干盐的输送设备宜采用带式输送机。

16. 散状成品物料采用带式输送机输送，输送机向上倾角不大于 18° ；向下倾角不大于 5° 。

17. 干燥工序，应根据实际情况，选用气流干燥或沸腾干燥冷却器，干燥筛分设备宜采用振动筛；并采取相应除尘措施，除尘设备宜采用旋风及湿式除尘器。干燥后，成品含水量应符合质量标准。沸腾干燥器配套风机宜集中设置在风机室内，以降低车间噪音。

当采用MVR蒸发时，应满足以下要求：

1. MVR蒸发宜为连续性生产，在各项衡算中，每昼夜生产时间按24 h为计算依据。考虑设备结垢清洗与生产操作变化，设计波幅取5~10%。

2. 进水宜进行净化处理，除去钙、镁离子，通常采用石灰-芒硝-二氧化碳法、石灰-纯碱法或烧碱-纯碱法，应根据技术经济比较选定，以减轻传热管壁结垢，延长涮罐周期。

3. 进水中如含有较高硫化物，将加剧设备、管道的腐蚀，含有过量钡、铅等有害组分会影响产品质量，都必须进行化学净化处理。

4. 工艺流程的设计，在保证产品质量和经济指标条件下，应力求简化和缩短流程，充分考虑节约能源措施。

5. 当蒸发水量较小宜采用罗茨式蒸汽压缩机，当蒸发水量较大，如大于5 t/h宜采用离心式压缩机。

6. MVR蒸发采用单级高速离心式压缩机的时候，蒸汽压缩比控制在1.7~2.2为宜，采用低速离心式压缩机串联时，单台压缩机温升宜控制在 8°C 的温度左右，蒸发器需设置除沫器和压缩机进汽口需设置洗汽塔。

7. MVR蒸发应尽量利用已有装置的低压蒸汽或者余热作为补充蒸汽。进水宜采用蒸发冷凝水预热到接近沸点，当蒸发冷凝水温度与进水温差较大时，宜采用两级或两级以上板式或列管换热器换热。

8. MVR蒸发的二次蒸汽冷凝水用作锅炉补充水时，应采取必要措施，以保证水质符合锅炉水质标准及有关规定。

9. MVR蒸发采用负压蒸发时，需在蒸发器的加热时上下不凝气管出口接到抽真空设备，可采用水环真空泵或者罗茨水环真空机组。

10. MVR蒸发二次蒸汽流速范围宜：25~60 m/s。蒸发器的断面流速范围宜：0.5~3 m/s。蒸发压力高时取低值，蒸发压力低时取高值。蒸发室空间高度（H）取3~5 m。

11. MVR除沫装置安装根据工艺要求确定，除沫装置常用的有折流板、旋流板、旋液分离器和丝网除沫器等型式，要求使用可靠、耐腐蚀、阻力较小和冲洗检修方便。除沫装置可根据需要布置在蒸发室内上部锥壳处的水平设置或二次蒸汽管道上的竖直设置。

12. MVR蒸发装置的加热室换热管直径一般在25~57 mm范围内选取，常用的为 $\phi 25$ 、 $\phi 32$ 、 $\phi 38$ 、 $\phi 45$ 。MVR换热管中心距取管外径的1.28~1.48倍。换热管内流体速度宜1.5~2.5 m/s。加热室上、下端应设排气接管，确保不凝气及时排除。加热室下端应设置冷凝水排出管，冷凝水排出管流速不宜高于1 m/s，保证冷凝水排除通畅。

13. MVR考虑温度差、换热管和壳体因线膨胀系数的差异而产生的应力，加热室应通过应力计算确定是否设置膨胀节，通常采用波形膨胀节进行补偿。

14. MVR蒸发排盐（盐指结晶物），宜设置盐脚淘洗以降低蒸发系统排出盐浆的温度，提高成品盐质量，减少热能损失。

15. 脱水工序中，盐浆应经水力增稠器增浓后再离心脱水，得到的湿盐含水量应在3%以下，母液应回收。盐浆脱水宜采用卧式活塞推料离心机、螺旋推料离心机或卧式锥篮离心机且宜配置检修用起重设备，其能力应以离心机中的不可拆部件中的最大件的重量来考虑。

16. 湿盐输送设备宜采用带式或者螺旋输送机，干盐的输送设备宜采用带式输送机。

17. 散状成品物料采用带式输送机输送，输送机向上倾角不大于 18° ；向下倾角不大于 5° 。

18. 干燥工序应根据实际情况，选用气流干燥或沸腾干燥冷却器，干燥筛分设备，宜采用振动筛；并采取相应除尘措施，除尘设备宜采用旋风及湿式除尘器。干燥后，成品含水量应符合质量标准。沸腾干燥器配套风机宜集中设置在风机室内，以降低车间噪音。

【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 $^\circ\text{C}$ 。

【说明】 此处参照了纺织印染工业高盐废水污染控制与处理技术规范（DB37/T 3536—2019）。

【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，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。

【说明】此处参照了纺织印染工业高盐废水污染控制与处理技术规范（DB37/T 3536—2019），并结合嗜盐菌种生化工艺进行了调整。

【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。

【说明】蒸发结晶回收的物质产品质量，如果产品为氯化钠，宜参考国家标准 GB/T 5462 工业干盐或工业湿盐工业盐标准；如果产品为硫酸钠，宜参考国家标准 GB/T 6009 无水硫酸钠标准；其他能回收的有工业利用价值的物质宜满足相应的工业品质量标准，以满足市场销售需要。

6.4 废盐处置

【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。

【说明】分盐结晶技术的具体思路为：水全部回用，相比于其他技术，提高了水的回用率；同时，对于盐的资源化利用，将浓盐水中氯化钠和硫酸钠等盐以工业产品的形式提出，从而实现废水零排放，固体废物近零排放。

分盐结晶工艺主要有两种思路：一是直接利用废水中不同无机盐的浓度差异和溶解度差异，通过在结晶过程中控制合适的运行温度和浓缩倍数等来实现盐的分离，即通常所说的热法分盐结晶工艺；二是利用氯离子和硫酸根离子的离子半径或电荷特性等的差异，通过膜分离过程在结晶之前实现不同盐之间的分离或富集，再用热法结晶过程得到固体，即膜法分盐结晶工艺。

热法分盐路线可以分为相对简单的分离单种结晶盐路线和带有冷冻析硝功能的制盐路线。前者适用于一种盐占绝对主要成分的废水，产品为纯单盐和混盐；后者尽可能分离出 NaCl 和 Na₂SO₄，适用于两种盐比例相当的废水。该工艺的有机物基本浓缩在 NaCl 段，因此 NaCl 产品质量相对较差。

膜法分盐路线是依据纳滤膜分离原理及废水的盐溶液相图，通过纳滤膜将有机物和二价盐截留在一侧，通过冷冻—溶解—蒸发结晶，得到纯度较高的 Na₂SO₄；一价盐（NaCl）截留在另一侧，进一步蒸发结晶制得高品质 NaCl。

热法分盐和膜法分盐工艺各有优缺点：热法分盐工艺简单，运行可靠性强，投资和运行成本低，不足之处是结晶盐品质略低；膜法分盐的优势是氯化钠盐品质略高，对于以氯化钠为主要组分的废水比较适用，不足之处是投资和运行成本偏高，且运行可靠性不如热法分盐，分离效率随着运行时间的延长而逐渐降低。

【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。

【说明】总体要求：应根据废盐特性和产生数量，实施分质分类收集和管理，选择适宜的无害化处理技术及其组合。废盐无害化处理过程应采用二次污染少、环境风险低、自动化程度高、安全可靠的技术及装备。废盐无害化处理各环节应采取有效污染控制措施，减少污染物的无组织排放，妥善处置产生的废物并做好数据记录与存档。废盐无害化处理产物去向应实施分级分类管理，确保后续利用处置过程中环境风险可控，不对人体健康造成不可接受的风险。废盐贮存设施、处理装置应采用耐盐腐蚀的材料。

预处理要求：应结合废盐的特性、处理方案，对废盐进行破碎、分选、干燥、混合配伍等预处理。预处理包括但不限于破碎、分选、混合、干燥、配伍、蒸发浓缩等工艺操作单元，相关技术要求应符合 HJ 1091。预处理车间内应设置负压收集设施，并采取有效的处理措施，确保挥发性有机物达标排放。干燥预处理应配备有机冷凝废水处理设施，不凝气应通过处理后达标排放。配伍应根据废盐的分析检测结果（成分、热值等参数）进行。蒸发浓缩适宜高浓含盐废液的浓缩处理，适当考虑热敏性有毒有害有机物的脱除。

无害化处理要求：萃取技术适宜高浓含盐废液中有毒有害有机物的去除处理；高级氧化技术包括但不限于湿式氧化、催化湿式氧化、超临界水氧化及其改良技术，高级氧化技术适宜进入装置时为高浓含盐废液的处理；热化学处理技术包括但不限于焚烧、气化、热解、碳化、熔融氧化及其改良技术集成和组合，热化学处理技术适宜固体废盐及高含盐废液的处理；吸附技术适宜含盐废液中有毒有害有机物及杂质的吸附去除处理；膜分离技术适宜含盐废液中有毒有害有机物及杂质的分离处理。

产物控制和管理要求：化工废盐经无害化处理后，应结合产物的理化性质、管理要求和地区性特点，明确不同去向并采取对应的分级分类管理，污染可控。

6.5 劳动安全与职业卫生

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

【一般规定】劳动安全与职业卫生是从保障设施的正常运行和保护人民身体健康的基本要求出发的。高盐有机废水处理工程在建设、运行和维护过程中，应建立并严格执行经常性的和定期的安全检查制度，始终贯彻“安全第一、预防为主”的原则。劳动安全和职业卫生设施应与高盐有机废水处理工程同时设计、同时施工、同时投产使用。危险场所应悬挂标志，并增加安全用具及设施，如救生圈、护栏、排风及应急出口等。高盐有机废水处理厂（站）应建立健全安全生产规程和制度，对劳动者进行劳动安全与职业卫生培训，提供所需的防护用品，并定期进行健康检查。

【劳动安全】对于高盐有机废水处理工程中使用的药剂应严格管理，危险化学品的贮存、运输、使用方法及作业场所等应符合《危险化学品安全管理条例》的规定。电气、电讯安全防范措施应符合 GB/T 13869 的规定。污泥消化池、贮气柜、沼气燃烧装置以及其它产生爆炸

危险气体的设施，应加强安全管理，消防、防火、防爆应符合 GB 50016、GB 50058、GB 15577 的规定。沉淀池、污泥池、污泥井、调节池、阀门井及其它等可能产生有毒有害气体的地方检修时，应采取防爆、防毒措施。有人员出入的现场，对于人体有危害的气体（比如硫化氢，含氮气体，挥发性有机物，酸碱蒸汽等）浓度必须低于安全限值，应符合 GB Z2 的规定。

【职业卫生】高盐有机废水处理工程应采取有效的隔声、消声、绿化等降低噪声的措施，设计、建设、运行过程中噪声的控制应符合 GB 12523、GBJ 87、GB 12348、GB 50040 的规定。高盐有机废水处理工程设计、建设、运行过程中气体排放的控制应符合 GB 16297、GB 14554、GBZ 2 的规定。工作场所的职业卫生设计要求应符合 GB Z1 的规定。操作（控制）室和工作岗位应采取采暖、通风、防尘等措施，对于接触有毒有害气体的员工，应进行必要的防护措施，防止职业病发生，保护劳动者健康。高盐有机废水处理工程的职业卫生体系应符合 GB/T 28001 的规定。

6.6 施工与验收

【9.2】工程施工与验收应符合 HJ 2015 的有关规定。

【一般规定】高盐有机废水处理工程施工单位应具有与该工程要求相应的资质等级。高盐有机废水处理工程施工前应由设计单位进行设计交底，当施工单位发现施工图有错误时，应及时向设计单位和建设单位提出变更设计的要求，变更设计应经过设计单位同意。高盐有机废水处理工程应按工程设计图纸、技术文件、设备图纸等组织施工，施工和设备安装应符合相应的国家或行业规范。施工单位应根据设计图纸要求制定完善的施工组织方案。施工组织方案的主要内容应包括工程概况、施工部署、施工方法、施工技术组织措施、施工计划、环境保护措施及施工总平面布置图。施工单位在冬期、雨季进行施工时，应制定冬期、雨季施工技术和安全措施，保证施工质量和安全。

工程施工中受地下水影响时，应采取降水措施，应符合 GBJ 141 的规定。施工使用的材料、半成品、设备应符合国家现行标准和设计要求，并取得供货商的合格证书，严禁使用不合格产品。高盐有机废水处理工程建设单位应专门成立项目管理机构，组织建设项目的设计、施工、设备招投标，并参与设计会审、设备监制、施工质量检查，制定运行和维护规章制度，培训运行、维护操作人员，组织、参与工程各阶段验收、调试和试运行，建立设备安装及运行档案。高盐有机废水处理工程的施工测量应符合 GB 50334 的规定。高盐有机废水处理工程中构筑物、建筑物、管道及设备的地基及基础工程的施工应符合 GBJ 141、GB 50334 及 GB 50202 的规定。

【土建工程施工要求】池体构筑物的底板应连续浇筑。池体土建施工应考虑后续设备、管道的安装。池体应按照设计要求和厂家的设备安装说明书埋设预埋件、留设孔洞。预埋件、预留孔洞位置的标高、尺寸、数量应准确。池体构筑物施工质量应符合 GBJ 141、GB 50204、GB 50334 的规定。每座池体构筑物应作满水试验，试验应按 GBJ 141 进行；有气密性要求的

池体构筑物除进行满水试验外，还应进行气密性试验。消化池的气密性试验应符合 GBJ 141 的规定。混凝土、砂浆、防水材料、胶粘剂等现场配制的材料，应严格按照配合比和施工程序进行。构筑物和建筑物施工时，宜按先地下后地上、先深后浅的顺序施工，并应防止各构筑物和建筑物交叉施工时相互干扰。建筑工程施工质量应符合 GB 50300 的规定。建筑工程各专业工程施工质量按各专业验收规范，并与 GB 50300 配合使用；泵房的施工质量应符合 GBJ 141 和 GB 50334 的规定，其它构筑物施工质量宜参照 GB 50300 执行。道路工程的沥青路面和水泥混凝土施工应严格执行施工程序。照明工程设备器材的运输、保管应符合国家有关物资运输、保管的规定；当产品有特殊要求时，还应符合特殊产品的规定。凡所使用的电气设备及器材，均应符合现行技术标准，并具有合格证件和铭牌。电缆通过地面或楼板、墙壁及易受机械损伤处，均应设置保护套管。绿化工程应按照批准的绿化工程设计及有关文件施工。厂(站)综合工程中的绿化种植，应在主要建筑物、地下管线、道路工程等主体工程完成后进行。道路工程的施工质量应符合 GB 50092、GBJ 97 的规定。照明工程的施工质量应符合 GBJ 232 的规定。绿化工程的施工质量应符合 CJJ/T 82 的规定。

【安装工程施工要求】设备安装前应按设计或设备安装说明书对预埋件、预留洞的尺寸、位置和数量进行复检，如设计或设备安装说明书无规定宜按 GB 50231 的允许偏差对设备基础位置和几何尺寸进行复检。设备安装中，应进行自检、互检和专业检查，并应对每道工序进行检验和记录。设备的单机运行调试应按照设备说明书和设计要求进行，无要求时宜参照 GB 50231 执行。设备安装质量应符合 GB 50334 的规定，其它设备宜参照 GB 50231 执行。压力容器质量应符合 GB 150 的规定。压力容器和沼气柜(罐)应按照结构、密闭形式分部位进行气密性试验。管道工程施工应掌握管道沿线的情况和资料，宜参照 GB 50268 执行。施工测量及沟槽的施工宜参照 GB 50268 执行。管道及配件装卸时应轻装轻放，运输时应垫稳、绑牢，不得相互撞击；接口及管道的内外防腐层应采取保护措施。管道安装时，应随时清扫管道中的杂物，给水管道暂时停止安装时，两端应临时封堵。地下管道施工后，对覆地要求分层夯实，确保道路质量。给水排水管道工程质量应符合 GB 50268 的规定，工业管道质量应符合 GB 50235、GB 50236 的规定。压力管道回填土前，应采用水压试验法进行管道强度及严密性试验；无压力管道回填土前，应进行严密性试验。试验应符合 GB 50268 的规定。

设备及其附属装置、管路等均应全部施工完毕，施工记录及资料应齐全。设备的水平和几何精度经检验合格。设备及其润滑、液压、气(汽)动、冷却、加热和电气及控制等附属装置，均应单独调试检查并符合试运转的要求。需要的能源、介质、材料、工机具、检测仪器、安全防护设施及用具等，均应符合试运转的要求。对复杂和精密的设备，应编制试运转方案或试运转操作规程。参加试运转的人员，应熟悉设备的构造、性能、设备技术文件，并应掌握操作规程及试运转操作。设备及周围环境应清扫干净，设备附近不得进行有粉尘的或噪音较大的作业。系统联合调试的实施。联合调试应按工程项目设计实施要求进行，不宜用模拟方法代替。联合调试应由部件开始至组件、至单机、直至整机(整个系统)，按说明书和

生产操作程序进行。应在对污水处理工程单池、单机进行调试的基础上，进行整体性联动调试。各转动和移动部分，用手(或其他方式)盘动，应灵活，无卡滞现象。安全装置(安全连锁)、紧急停机和报警讯号等经试验均应正确、灵敏、可靠。各种手柄操作位置、按钮、控制显示和讯号等，应与实际动作及其运动方向相符。压力、温度、流量等仪表、仪器指示均应正确、灵敏、可靠。应按有关规定调整往复运动部件的行程、变速和限位；在整个行程上其运动应平稳，不应有振动、爬行和停滞现象；换向不得有不正常的声响。设备均应进行设计状态下各级速度(低、中、高)的运转试验。其启动、运转、停止和制动，在手动、半自动和自动控制下，均应正确、可靠、无异常现象。联合调试效果应达到设计要求并填写联合调试记录。

【工程验收】：与工业生产工程同步建设的高盐有机废水处理工程应与生产工程同时验收；现有生产设备配套或改造的高盐有机废水处理设施应进行单独验收；在一个建设项目中，一个单项工程或一个车间已按设计要求建设完成，能满足生产要求或具备独立运行和使用条件，可进行单项工程验收。单项工程验收应具备下列文件：a) 经批准的初步设计、调整概算及其它有关设计文件；b) 施工图纸及其审查资料、设备技术资料；c) 国家颁发的环保安全、压力容器等规定；d) 有关部门颁发的专业工程技术验收规范、规程及建筑安装工程质量检验评定标准；e) 引进项目的合同及国外提供的设计文件等。

单项工程验收标准如下：土建工程验收应符合 GB 50300、GB 50202、GB 50203、GB 50204、GB 50205、GB 50206 及相关验收规范的规定；管道工程验收应按设计内容、设计要求、施工规格、验收规范分全部或分段验收；设备验收应符合规定要求达到合格；管道内部垃圾应清除，自来水管应经过清洗和消毒，输气管道要经过通气换气；在施工前，对管道材质用防腐层(内壁及外壁)应根据标准进行验收，钢管应注意焊接质量，并加以评定和验收；对设计中选定的闸阀产品质量应慎重检验；安装工程验收应符合 GB 150、GB 50231、GB 50235、GB 50236、GB 50275、GB 50254、GB 50255、GB 50256、GB 50257、GB 50258、GB 50259、JB/T 8536、JB/T 8471 和安装文件的规定。

工程竣工后，建设单位应根据法律、相应专业现行验收规范和有关规定，依据验收监测或调查结果，并通过现场检查等手段，考核建设项目是否达到竣工要求。施工单位在全面完成所承包的工程，经总监理工程师同意后，应向建设单位提出申请，建设单位核实符合交工验收条件后，组织建设、设计、施工、监理、养护管理、质量监督等单位代表组成验收组，对工程质量进行验收。对已经交付竣工验收的单位工程或单项工程(中间交工)并已办理了移交手续的，不再重复办理验收手续，但应将单位工程或单项工程竣工验收报告作为全部工程竣工验收的附件加以说明。竣工验收过程中的监测内容及相关要求应符合《建设项目环境保护设施竣工验收监测技术要求》的规定。

【环境保护验收】：高盐有机废水处理工程经环境保护验收合格后，方可正式投入使用。高盐有机废水处理工程环境保护验收除应执行《建设项目竣工环境保护验收管理办法》和行

业环境保护验收规范外，在生产试运行期间还应对高盐有机废水处理工程进行性能试验，性能试验报告可作为环境保护验收的重要参考。高盐有机废水处理工程环境保护验收监测应符合《建设项目环境保护设施竣工验收监测技术要求》的规定。

6.9 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。

【说明】 为了保障处理构筑物、设施等的有效运行及正常维护，应对运行操作人员进行培训，运行操作人员应持证上岗。

【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。

【说明】 为了保障高盐有机废水处理工程正常、安全、有序的运行，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。

【说明】 为了保障高盐有机废水处理工程正常、安全、有序的运行，应建立健全运行与维护管理规章制度和操作规程。

【10.3】 水质管理

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国家现行标准 HJ/T 92 的规定，并与监控中心联网。

【说明】 高盐有机废水处理工程采样点的布设应符合 GB 50014 等的规定，采样器的材质和结构应符合 GB 12998 等的规定，水样的保存应符合 GB 12999 等的规定。

【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。

【说明】 操作人员应严格执行设备操作流程，定时巡视设备运转是否正常，包括温升、响声、振动、电压、电流等，发现问题应尽快检查排除。设备各运转部位应保持良好的润滑状态，及时添加润滑油、除锈，发现漏油、渗油情况，应及时解决。应定期对各处理构筑物中的设备、仪表进行校正和维修保养。

【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。

【说明】 高盐有机废水处理工程的运营管理部门应制定事故应急预案，其中应包括突发环境条件应急预案。应急预案应包括应急预警、应急响应、应急指挥、应急处置等方面的内

容，并配备足够的人力、应急设备和物资等。高盐有机废水处理工程发生异常情况及重大事故时，应及时启动应急预案，并向有关部门报告。高盐有机废水处理工程可设置单独的应急事故池，亦可与企业的综合事故应急池合建。生产事故或高盐有机废水处理设施非正常运行的生产废水，消防排水及事故期间的降雨应排入应急事故池。

7 标准实施的环境效益及经济技术分析

本标准对高盐有机废水处理工程的设计、施工、安装、验收、运行、管理等各个环节提出要求，对我国高盐有机废水处理工程的建设和管理具有较强的指导意义和实用价值，同时有利于环保部门进行相关的管理和验收工作。高盐有机废水处理工程建设、运行、管理的规范化是环境保护的重要内容，其效益更重要地体现在社会效益和环境效益上。本标准的实施，将会提高高盐有机废水处理工程的规范性，节省工程投资，强化二次污染的管控以及全面提升工程质量和效率，推进生态文明环境建设，实现良好的环境效益和社会效益。除此之外，本标准将会有助于进一步合理合规的推进高盐有机废水的有效处理，同时也对健全高盐有机废水处理技术体系具有积极的推动作用。

8 标准实施建议

本标准作为我国环境技术管理体系中的一部分，在编制过程中，有关条款直接引用了现有国家标准或行业标准的内容，尽量避免重复，力求简化。内容上力求突出高盐有机废水处理工程特有的技术要求，层次上尽量体现与各标准之间的衔接。因本标准为首次制定，实施一段时间后，根据反馈的问题和技术进步情况，进行修订完善、更新标准的内容。