

T/CCLA

团 体 标 准

T/CCLA XXXX—2025

智能一体化双膜法海水淡化系统技术要求

Technical requirements for intelligent integrated double membrane desalination
system

草案版次选择

在提交反馈意见时，请将您知道的相关专利连同支持性文件一并附上。

2025 – XX – XX 发布

2025 – XX – XX 实施

中国化工流通协会 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 系统组成 1

5 技术要求 2

 5.1 基本要求 2

 5.2 性能要求 2

 5.3 材料与组件 2

 5.4 控制系统 3

 5.5 安全与环保 3

 5.6 可靠性要求 3

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××××提出。

本文件由中国化工流通协会归口。

本文件起草单位：

本文件主要起草人：

智能一体化双膜法海水淡化系统技术要求

1 范围

本文件规定了智能一体化双膜法海水淡化系统的系统组成、技术要求。
本文件适用于以超滤（UF）-反渗透（RO）双膜法为核心工艺的智能一体化海水淡化装置。

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 33542 多效蒸馏海水淡化装置通用技术要求
- GB/T 43230 反渗透海水淡化产品水水质要求
- HY/T 0289 海水淡化浓盐水排放要求
- HY/T 203.2 海水利用术语 第2部分：海水淡化技术
- JB/T 14509 反渗透海水淡化设备技术规范

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

智能一体化系统 intelligent integrated system

集成UF预处理、RO脱盐、智能控制、能量回收及浓盐水处理单元，具备自动化运行、远程监控及故障自诊断功能的模块化海水淡化装置。

3.2

双膜法 double membrane method

采用超滤（UF）作为反渗透（RO）预处理，联合实现海水脱盐的工艺组合。

4 系统组成

智能一体化双膜法海水淡化系统由预处理单元、脱盐单元、智能控制单元、能量回收单元、浓盐水处理单元及辅助系统组成，各单元功能应符合下列要求：

- a) 预处理单元：采用超滤（UF）工艺，包含海水取水模块、格栅过滤、UF膜组件、反洗系统及化学清洗装置，用于去除海水中的悬浮物、胶体、微生物及有机物，保障后续RO系统稳定运行；
- b) 脱盐单元：以反渗透（RO）为核心，包含高压泵、RO膜组件、保安过滤器及产水缓存模块，实现海水脱盐并产出淡水；
- c) 智能控制单元：集成PLC控制器、人机交互界面（HMI）、传感器及远程通讯模块，支持自动化运行、数据采集、远程监控及故障自诊断；
- d) 能量回收单元：采用压力交换式能量回收装置（PX）或涡轮式能量回收装置，回收RO浓水的剩余压力，降低系统能耗；
- e) 浓盐水处理单元：包含浓盐水调节池、软化处理模块及排放/回用系统，满足HY/T 0289对浓盐水排放的要求；
- f) 辅助系统：包括化学加药系统、清洗系统（在线/离线清洗）、电气系统（UPS电源、变频装置）及仪表检测系统。

5 技术要求

5.1 基本要求

5.1.1 系统设计应符合 GB/T 33542 和 JB/T 14509 的通用要求，采用模块化集成设计，单套设备处理规模宜为 50~500 m³/d，模块间连接应具备快速对接功能，现场安装调试周期不超过 72 h。

5.1.2 系统应实现全自动运行，从海水进水到淡水产出的全过程无需人工干预，支持远程启停、参数设定及运行状态切换，本地控制柜应具备手动/自动模式切换功能

5.1.3 设备外观应平整光滑，涂层附着力达到 GB/T 9286 规定的 2 级要求，金属件无锈蚀，非金属件无变形、裂纹，标识清晰耐久。

5.2 性能要求

5.2.1 产水水质

产品水水质应符合下列要求：

- a) 总溶解固体（TDS）不应大于 500 mg/L；
- b) 浊度不应大于 0.2 NTU；
- c) 细菌总数不应大于 10 CFU/mL；
- d) 余氯不应大于 0.05 mg/L。

5.2.2 处理效率

5.2.2.1 系统回收率

在海水含盐量 35000 mg/L 工况下，回收率不应小于 35%；含盐量每升高 5000 mg/L，回收率可降低 2%~3%（但最低不低于 30%）。

5.2.2.2 脱盐率

RO 系统初始脱盐率不应小于 99.5%，运行 12 个月后脱盐率衰减不超过 2%。

5.2.2.3 UF 预处理效果

产水 SDI₁₅ 不应大于 3.0，浊度不应大于 0.1 NTU，污染指数（FI）不应大于 1.0。

5.2.3 能耗指标

5.2.3.1 系统单位能耗（含预处理、RO 脱盐、能量回收）不应大于 3.5 kWh/m³，其中 RO 单元能耗不应大于 3.0 kWh/m³。

5.2.3.2 能量回收装置效率：采用压力交换式（PX）时效率不应小于 94%，涡轮式不应小于 85%。

5.2.4 连续运行能力

5.2.4.1 设备额定处理量偏差应在 ±5% 范围内，连续运行时间不应小于 8000 h/年，年可用率不应小于 95%。

5.2.4.2 UF 膜清洗周期应在 30 天/次，RO 膜清洗周期应在 90 天/次，清洗后性能恢复至初始值的 95% 以上。

5.3 材料与组件

5.3.1 接触介质材料

5.3.1.1 与海水、浓盐水接触的管道、泵体、压力容器等金属部件应采用 316L 不锈钢或双相不锈钢 2205，非金属部件应选用无增塑聚氯乙烯材料（UPVC）或纤维增强塑料（FRP），耐盐雾性能不应小于 5000 h。

5.3.1.2 RO 膜组件应符合 JB/T 14509 的要求，采用芳香族聚酰胺复合膜，截留分子量不应小于 100 Dalton，单支膜元件产水量偏差不应大于 ±10%，使用年限不应小于 3 年。

5.3.2 结构件要求

5.3.2.1 设备框架采用 Q235B 碳钢（表面经喷砂除锈+环氧富锌底漆+聚氨酯面漆处理），承载能力应满足设备自重 1.5 倍的静载荷要求，振动加速度不超过 0.1 g。

5.3.2.2 管路系统应进行 1.5 倍设计压力的水压试验，保压 30 min 无泄漏，压降不应大于 0.05 MPa。

5.4 控制系统

5.4.1 自动化功能

配置 PLC 控制器及 10.4 英寸彩色 HMI 触摸屏，支持中文操作界面，数据采集频率不应小于 1 次/分钟，可实时显示以下参数：

- a) 进水/产水/浓水流量（精度 $\pm 1.0\%$ FS）；
- b) RO 进水压力（量程 0~10 MPa，精度 $\pm 0.5\%$ FS）；
- c) TDS、浊度、pH 值（在线监测，精度分别为 $\pm 2\%$ 、 $\pm 5\%$ 、 ± 0.1 pH）；
- d) 故障自诊断功能应覆盖膜污染（压差 ≥ 0.15 MPa 报警）、泵过载、阀门卡涩等 20 种以上故障类型，报警响应时间不应大于 10 s，并具备故障定位提示及自动保护动作。

5.4.2 远程监控与数据管理

5.4.2.1 支持通过工业以太网或 4G/5G 模块接入云平台，远程监控参数包括产水量、能耗、水质、设备状态等，数据上传延迟不应大于 30 s。

5.4.2.2 历史数据存储容量应在 1 年以上（采样间隔 1 min），支持 Excel 格式导出，具备运行报表自动生成功能（日报、月报、年报）。

5.5 安全与环保

5.5.1 安全防护

系统应设置三级压力保护：

- a) 高压泵出口压力超压（ ≥ 7.0 MPa）时自动停机；
- b) RO 膜组件进口压力 ≥ 6.5 MPa 时开启泄压阀；
- c) 管路系统设计压力为工作压力的 1.5 倍（且 ≥ 8.0 MPa）
- d) 电气系统应符合 GB/T 31327 中 7.5 的规定，具备过载、短路、漏电保护功能，接地电阻不应大于 4 Ω ，绝缘电阻不应小于 1 M Ω （500 V DC）。

5.5.2 浓盐水处理

浓盐水排放应符合 HY/T 0289 要求，具体应符合下列要求：

- a) 排放口盐度增量不应大于 5‰；
- b) 化学需氧量（COD）不应大于 50 mg/L
- c) 若采用再利用工艺（如制盐、苦卤提取），应确保回用系统封闭运行，无二次污染。

5.5.3 噪声与能耗

5.5.3.1 设备运行噪声

距设备 1 m 处测量，噪声不应大于 85 dB（A）。

5.5.3.2 待机功耗

系统停机状态下，控制柜功耗不应大于 50 W。

5.6 可靠性要求

5.6.1 关键部件（RO 膜、高压泵、能量回收装置）应提供 1 年以上的质量保证期，UF 膜组件质保期不应小于 2 年。

5.6.2 系统在环境温度 $-5\text{ }^{\circ}\text{C} \sim 45\text{ }^{\circ}\text{C}$ 、相对湿度不应大于 90%（无冷凝）条件下应能稳定运行，超出此范围应提供防护措施。
