

# 工业电膜系统设计与验收企业技术指南

覆盖设计输入、设备材料、仪表控制、FAT / SAT、调试与运行维护的项目检查框架。

# 适用范围与使用原则

**重要声明：**本文件是易澈环保科技用于项目沟通和内部检查的企业技术指南，不是国家标准、行业标准或强制性规范，也不替代项目所在地适用的法律法规、设计规范、安全要求、合同文件、项目技术协议及经批准的工程设计。

## 适用范围

本指南适用于采用电渗析（ED）、扩散渗析（DD）、双极膜电渗析（BMED）及其预处理、清洗、产品收集和自动控制单元的工业水处理系统，可用于方案评审、设备设计、制造检查、FAT、SAT、调试和资料移交。

## 四项使用原则

### 项目文件优先

具体项目应以合同、技术协议、批准图纸、数据表和变更文件为执行依据。

### 适用标准优先

机械、电气、压力、消防、环保和职业健康等要求按项目所在地适用规定执行。

### 验证数据优先

涉及物料兼容性、膜性能和清洗策略的判断，应结合代表性物料和试验结果。

### 风险闭环优先

偏差、例外、替代材料和现场变更应记录、评审、批准并落实到竣工文件。

## 典型责任接口

业主负责确认原料、产品、公用工程和现场边界；设计与供货方按约定完成工艺、设备、控制和文件；施工与调试方核对现场条件并记录实施结果。具体责任划分必须在项目文件中书面确认。

# 设计输入与边界条件

## 设计输入清单

| 类别   | 最低确认内容                          |
|------|---------------------------------|
| 物料   | 来源、批次、流量、组成、波动、温度、pH、密度、黏度及风险杂质 |
| 目标   | 处理量、产品与残液指标、回收 / 浓缩目标、运行时间、备用策略 |
| 公用工程 | 电源、仪表气、工艺水、冷却 / 加热、排水、通风和通信接口   |
| 现场   | 环境条件、区域分类、空间、荷载、吊装、运输、检修和防腐要求   |
| 合规   | 适用法规标准、排放 / 回用要求、安全审查和文件语言      |

## 设计工况至少区分

- 正常、最小和最大处理工况；
- 开机、停机、排空、冲洗、清洗和长期停运工况；
- 原水异常、断电、断流、超温、超压或仪表故障工况；
- 产品不合格时的分流、回流或隔离工况；
- 单台设备检修及必要的旁路或备用工况。

工艺计算应保留版本、输入来源、假设条件和单位。关键水质只有单点数据时，应在设计文件中标记不确定性，并约定补充取样或验证方式。

## 质量与能量平衡

系统边界内应列出各物流的流量和主要组分，覆盖正常及关键设计工况；电负荷、泵功、加热 / 冷却需求及清洗消耗应与设备表和公用工程表保持一致。设计变更后同步更新，避免不同文件引用不同版本。

# 设备、材料与制造检查

04 / 08

## 膜堆与膜片

核对膜类型、有效面积、膜对配置、流道、压紧方式、允许温度 / 压差和批次追溯。

## 泵、罐与换热

核对流量扬程、最低液位、防空转、温控、排净、溢流和维护空间。

## 管路与阀门

核对介质兼容性、压力等级、流向、低点排放、高点排气、取样和清洗接口。

## 整流与电气

核对电源制式、调节范围、保护、接地、散热、隔离、线缆和柜体环境条件。

## 材料确认原则

与介质接触的膜、垫片、框板、管路、泵、阀、仪表和密封材料，应结合正常与清洗工况的温度、pH、氧化性、溶剂、盐浓度和机械载荷评估。材料替代须经技术评审并保留批准记录。

## 制造阶段检查点

- ✓ 主要设备和材料的型号、数量、证书或追溯信息与批准文件一致
- ✓ 膜堆组装方向、膜序、垫片与紧固状态按受控作业文件检查
- ✓ 管路标识、流向、支撑、焊接 / 粘接、冲洗和泄漏检查完成
- ✓ 电柜布线、端子、接地、散热、元件标签和图纸版本一致
- ✓ 吊装点、叉车位、运输固定、防护和现场复装要求明确

涉及压力容器、承压管道、防爆区域或其他受监管设备时，应由具备相应资质的单位按适用规定完成设计、制造、检验和文件交付。本指南不替代相关法定要求。

典型测量点

| 参数       | 典型用途            | 设计检查              |
|----------|-----------------|-------------------|
| 流量       | 循环、水量平衡、加药与产品计量 | 量程、直管段、介质兼容与低流报警  |
| 压力 / 压差  | 泵和膜堆水力状态、堵塞趋势   | 安装位置、量程、脉动与超限保护   |
| pH / 电导率 | 进出水趋势、产品切换与清洗确认 | 温补、校准、取样比对、失效判断   |
| 温度       | 材料保护、性能分析和温控    | 响应时间、上下限、联锁和热源接口  |
| 电压 / 电流  | 电膜负荷、能耗与异常识别    | 分辨率、记录频率、限值与整流器保护 |
| 液位       | 防溢流、防空转和批次切换    | 安装死区、冗余需求和故障状态    |

控制功能建议分层

- 1. **基本顺序控制**：充液、循环、排气、升载、稳态、降载、冲洗和停机。
- 2. **过程调节**：流量、温度、电流 / 电压、液位及必要的加药控制。
- 3. **报警与联锁**：低流、超压、超温、低液位、泄漏、电气故障和产品越限。
- 4. **数据与权限**：历史趋势、报警记录、配方版本、操作留痕和分级权限。

联锁动作应明确触发条件、延时、设备响应、复位方式和失效状态。网络、上位系统或 AI 分析不可替代独立的必要保护功能。

数据质量

项目应约定仪表校准、现场比对、异常值识别、时间同步、采样频率和数据保存范围。用于验收的测量点需明确精度、校准状态及计算公式。

FAT 用于在发货前确认设备制造、组装、基本功能和文件状态。具体项目的 FAT 范围、介质、见证点与通过条件应在批准的测试方案中约定。

01

**文件预审**

核对批准图纸、设备表、仪表清单、I/O、控制说明、检验记录和偏差清单。

02

**外观与数量**

检查设备标识、材质、管路、阀门、支撑、电柜、附件、备件和运输拆分项。

03

**水力与泄漏**

按批准方案使用合适介质检查循环、流向、排气、排净、泄漏和泵运行。

04

**电气与控制**

检查绝缘 / 接地记录、I/O、顺序、报警、联锁、急停、断电恢复和权限。

05

**仪表功能**

核对量程、显示、趋势、模拟信号与校准状态，记录测试设备信息。

06

**问题关闭**

将问题分级，明确责任、关闭方式、证据及是否影响包装发货。

## FAT 不能替代的事项

当工厂测试介质不是实际物料，或现场公用工程、上下游接口和环境无法模拟时，FAT 不能直接证明最终工艺性能。需要在 SAT、调试或性能考核阶段验证的项目应单独列明。

未经评审不得用可能损伤膜、密封或仪表的测试介质。测试后应按要求排净、冲洗、防冻、防腐并恢复运输状态。

# 现场验收、调试与性能确认

## 启动前条件确认

|                                                     |                                                    |
|-----------------------------------------------------|----------------------------------------------------|
| <b>安装条件</b><br>基础、固定、管路、电缆、接地、通风、照明、排水、检修通道和安全设施完成。 | <b>公用工程</b><br>电源、水、气、温控、通信和上下游系统满足约定质量、压力、流量与稳定性。 |
| <b>物料与人员</b><br>代表性原液、化学品、耗材、分析条件、操作人员和应急资源已准备。     | <b>文件与许可</b><br>调试方案、风险分析、操作规程、联锁表、作业许可和责任接口已批准。   |

## 调试阶段

先进行单机、无负荷或水联运检查，再按批准步骤引入实际物料并逐步升载。每个阶段记录流量、压力、温度、pH、电导率、电压、电流、液位和产品结果，同时核对报警联锁、产品分流、异常停机及恢复逻辑。

## 性能确认的必要条件

| 项目 | 应在协议中明确                       |
|----|-------------------------------|
| 边界 | 原料组成与波动、处理量、温度、公用工程和前后系统状态    |
| 指标 | 产品品质、处理能力、回收 / 迁移结果、能耗或其他约定指标 |
| 方法 | 取样点、频次、稳定期、检测方法、计算公式和仪表精度     |
| 例外 | 不合格原料、外部中断、异常工况和重测 / 整改机制     |

验收结论应基于约定边界内的连续、可追溯数据。单个瞬时样品不能代表系统稳定性能；超出设计输入的工况应先识别原因，再确定处理方式。

# 资料移交与运行维护

## 建议移交资料

- ✓ 竣工流程图、布置图、接线图和设备数据表
- ✓ 设备、仪表、阀门、备件和耗材清单
- ✓ 程序版本、参数备份、报警联锁与权限说明
- ✓ 检验、FAT、SAT、调试和偏差关闭记录
- ✓ 操作、清洗、维护、停运和应急处置文件

## 运行趋势指标

- ✓ 处理量、产品品质、回收率和质量平衡
- ✓ 膜堆压差、流量分配、电压、电流和温度
- ✓ 单位处理量能耗、药耗与耗材变化
- ✓ 清洗频率、恢复率、故障与非计划停机
- ✓ 仪表漂移、报警频次和操作变更记录

## 变更管理

原料、处理量、控制限值、清洗配方、膜材料、设备型号和程序逻辑发生变化时，应评估对安全、性能、材料兼容和验收边界的影响，并更新受控文件。未经验证的参数调整不应长期保留为默认工况。

**联系易澈：**合肥市高新区香樟大道 211 号香枫创意园 A 座 6 楼  
400-022-8199 / 0551-63618199 · wyj@hfch.cn · 周一至周五 8:30-17:30

再次声明：本文件为企业技术指南，仅提供通用检查框架。任何特定项目均应遵守项目所在地适用法规标准，并以合同、批准设计和项目技术协议为准；涉及专业资质或法定检验的工作应由具备相应资格的单位实施。