

连云港久洋环境科技有限公司

再生水厂 调试总结报告

2021 年 10 月

目录

| | |
|-------------------------|----|
| 一、项目概况..... | 2 |
| 1.1 项目概述..... | 2 |
| 1.1.1 项目背景..... | 2 |
| 1.1.2 项目概况..... | 2 |
| 1.2 工艺原理..... | 2 |
| 1.2.1 工艺流程..... | 2 |
| 1.2.2 工艺描述..... | 4 |
| 1.3 进、出水水质情况..... | 5 |
| 1.3.1 污水来源及水质分析..... | 5 |
| 1.3.2 工艺进出水水质指标..... | 6 |
| 二、调试工作开展情况..... | 7 |
| 2.1 调试进度安排..... | 7 |
| 2.1.1 设计局域性测试、检验..... | 7 |
| 2.1.2 生产管理准备工作..... | 8 |
| 2.2 工程调试开展情况..... | 8 |
| 2.2.1 动力设备单机调试..... | 8 |
| 2.2.2 工艺单元局域调试..... | 9 |
| 2.2.3 低负荷组合联动调试阶段..... | 9 |
| 2.2.4 调试期中出现的问题及解决..... | 11 |
| 三、产水水质分析..... | 12 |
| 四、调试期小结..... | 13 |

一、项目概况

1.1 项目概述

1.1.1 项目背景

为打造世界一流的石化产业基地，推进徐圩新区生态示范园区的建设，根据《连云港石化产业基地总体规划环境影响报告书》中污水排放方案具体要求“整体生产污水回用率不低于70%”。保障园区集中污水处理厂（东港污水处理厂）及污水第三方治理等工程的稳定达标运行，满足达标尾水深海排放规划要求，有效减少污染物排放量从而防止环境污染，徐圩新区再生水厂工程应运而生。本项目位于连云港徐圩新区石化产业基地内，港前大道与隄山三路交汇处南侧，项目总占地约44亩，总建筑面积10382.5平方米。

1.1.2 项目概况

根据项目总体规划，确定本工程处理水量约10万 m^3/d ，分为5万 m^3/d 循环冷却水排污水和5万 m^3/d 污水厂达标外排水两个序列，系统最终设计回收率为70%。主要建（构）筑物有：循环水调节池、预反应池、机加池、高密沉淀池、均质滤料快滤池、臭氧接触池、BAC曝气生物滤池、快滤产水池、BAC产水池、循环UF产水池、RO回用水池、达标快滤池、达标快滤产水池、达标UF产水池、废水池、收集水池、预处理和膜车间加药间、空压机房、膜车间、变配电间、中控室等。

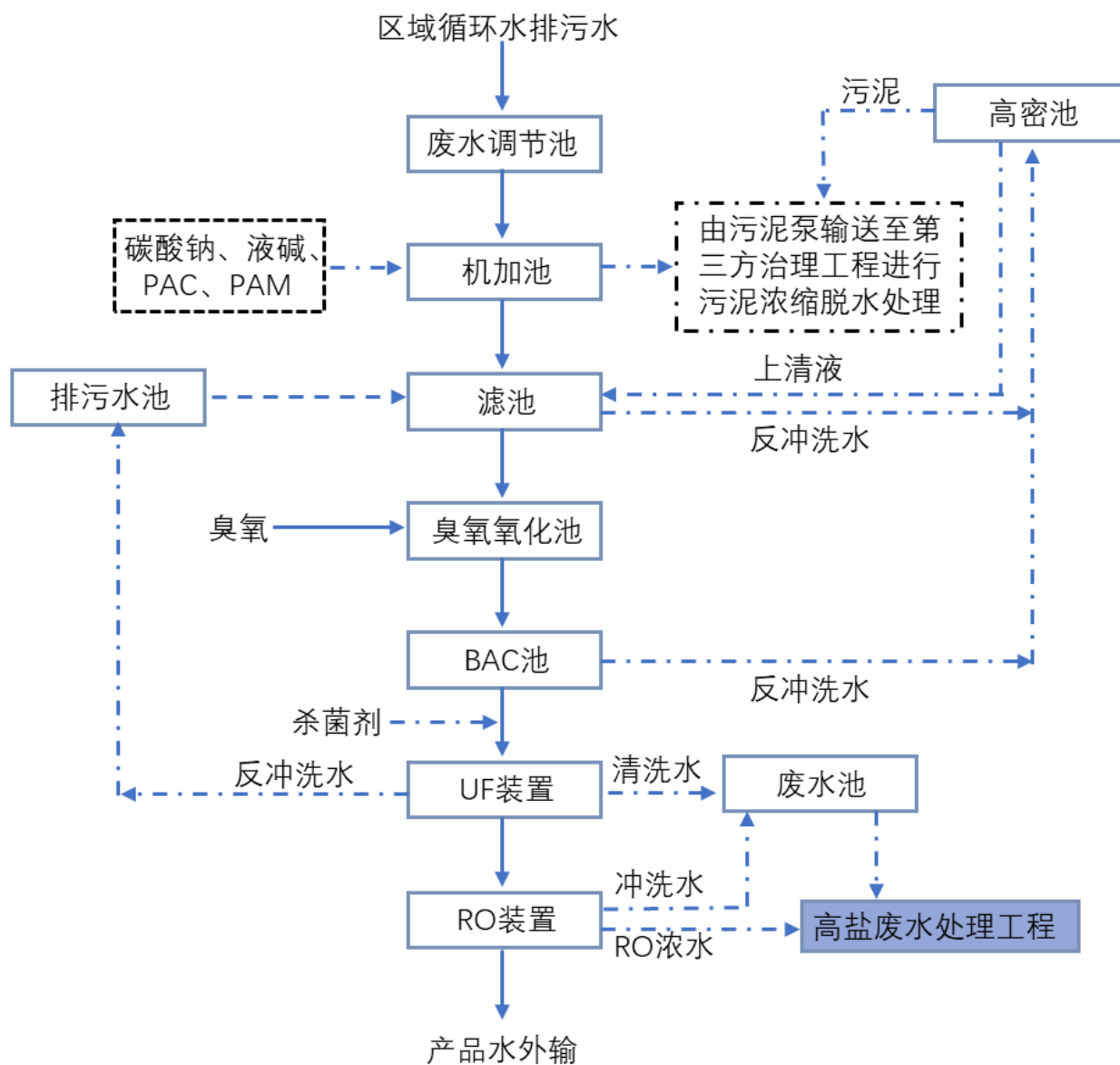
1.2 工艺原理

1.2.1 工艺流程

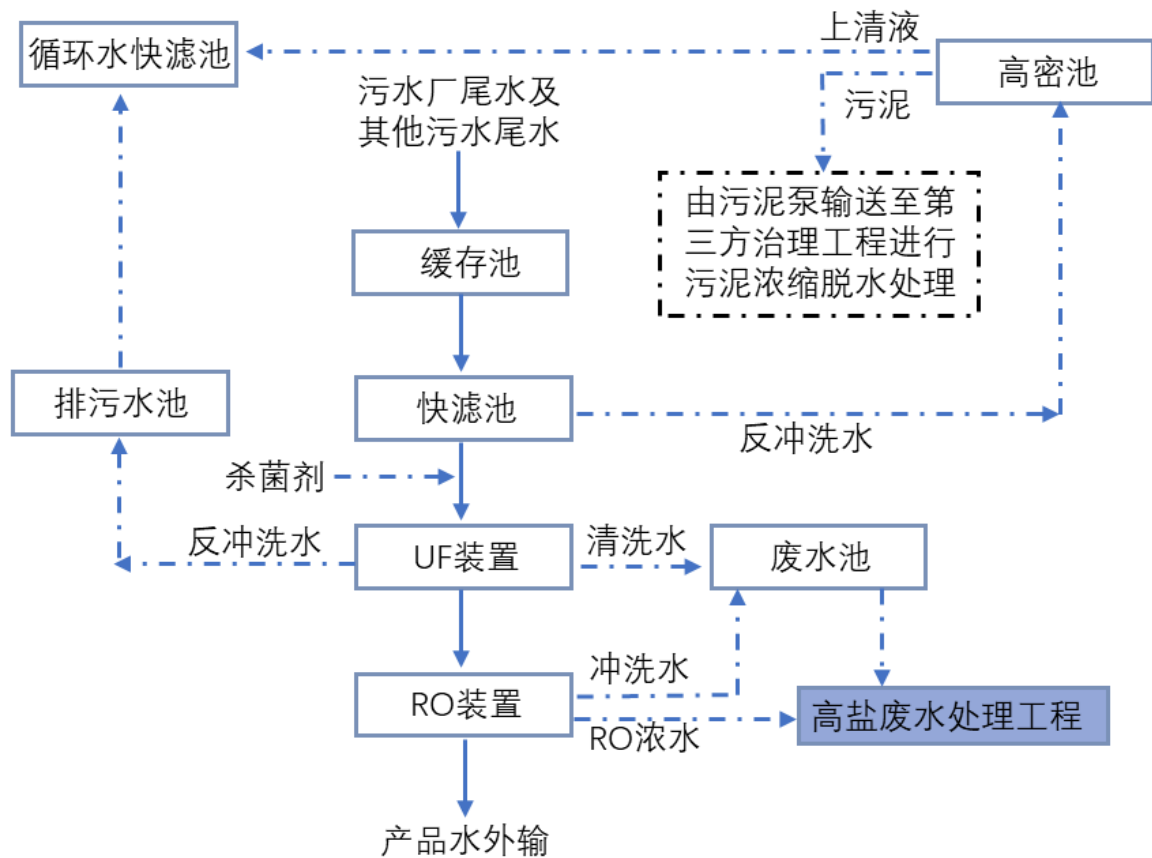
本项目系统主体工艺路线为：循环冷却水排污水处理单元采用“均质调节+机械加速澄清+快滤池过滤+臭氧接触氧化+BAC生物滤池+超滤+反渗透”的组合工艺；污水厂尾水及其它污

水尾水处理单元采用“滤池过滤+超滤+反渗透过滤”的组合工艺，总体回收率为 70%，再生水主要回用于区域企业的循环冷却水补充用水。具体工艺流程图如下：

1、循环水工艺图示



2、达标水工艺图示



1.2.2 工艺描述

循环水系列

预处理除硬单元：产业项目循环冷却水排污水经压力管道（卫星 DN600，虹港 DN500，斯尔邦 DN250）输送至调节池（2268m³，30.0×18.0×4.2），由提升泵（Q=820m³/h，H=15m）输送至预反应池（480m³，8.0×8.0×7.5）。池内投加氢氧化钠和碳酸钠后，进水自流至机加池（Φ22.0×5.8）进行混凝沉降，两碱投加主要利用氢氧根和碳酸根生成碳酸钙和氢氧化镁沉淀，从而将废水中硬度去除。

排泥单元：澄清池通过污泥回流作为凝结核，增大絮凝反应的矾花颗粒，在机械搅拌澄清池泥水分离，污泥沉淀到池底后，作为一般固废通过污泥泵（Q=40m³/h，H=60m）输送至第三方治理工程通过污泥处理设施进行浓缩脱水处理。

预处理深度处理单元：机械加速澄清池出水自流进入循环排污水快滤池（8 格， $7.5 \times 6.0 \times 4.2$ ）过滤，进一步去除浊度和细小的悬浮物，出水经 pH 调节至接近中性后，进入滤池产水池（ 937.5m^3 ， $25.0 \times 15.0 \times 2.5$ ）。并继续经供水泵（ $Q=800\text{m}^3/\text{h}$ ， $H=18\text{m}$ ）提升至臭氧接触池（2 座， $17.3 \times 18.3 \times 6.5$ ），在接触池内投加臭氧，通过氧化分解去除部分废水中的有机物成分，同时部分氧化断链进一步提高废水的可生化性。臭氧氧化池出水进入 BAC 生物滤池（10 格， $9.0 \times 12.0 \times 6.3$ ），在生物滤池过滤和吸附的双重作用下进一步去除有机污染物。

膜系统处理单元：生物滤池产水池（ 2682m^3 ， $21.6 \times 27.6 \times 4.5$ ）经过提升泵（ $Q=760\text{m}^3/\text{h}$ ， $H=40\text{m}$ ）进入超滤装置（16 套， $150\text{m}^3/\text{h}$ ），进一步去除水体中的胶体物质并降低水的浊度和 SDI 值，出水浊度一般在 0.5NTU 以下，可以有效降低后续 RO 膜的污染度。超滤产水池（ 2111m^3 ， $17.0 \times 27.6 \times 4.5$ ）供水泵提升（ $Q=740\text{m}^3/\text{h}$ ， $H=45\text{m}$ ）至高压泵（ $Q=370\text{m}^3/\text{h}$ ， $H=120\text{m}$ ）进反渗透装置（6 套， $350\text{m}^3/\text{h}$ ），进行脱盐处理，产水流向回用水池（ 3676m^3 ， $29.6 \times 27.6 \times 4.5$ ）经回用水泵（ $Q=600\text{m}^3/\text{h}$ ， $H=50\text{m}$ ）外供至产业项目循环冷却水管道内对企业补充用水。

反洗水处理单元：快滤池、BAC 生物滤池的反洗水收集至反洗水池（ $19.0 \times 9.8 \times 3.5$ ），通过污水增压泵（ $Q=100\text{m}^3/\text{h}$ ， $H=20\text{m}$ ）提升至高密沉淀池（ 331m^3 ， $7.5 \times 7.5 \times 5.9$ ），底泥外排至第三方脱泥，滤后清液返回高密池；超滤装置及 RO 反渗透装置反冲洗水收集至废水池（ 447m^3 ， $7.2 \times 13.8 \times 4.5$ ），通过循环水排污水泵（ $Q=100\text{m}^3/\text{h}$ ， $H=20\text{m}$ ）提升至循环水快滤池返回处理系统处理。

废水处理单元：UF 反洗排放水经废水池提升泵和 RO 初排水及其装置产生的浓水利用设备自身压力通过管道（DN400）直接输送至徐圩新区高盐废水处理工程进行处理。

达标水系列

预处理单元：达标尾水通过管道（DN600）接入达标尾水快滤池（8 格， $7.5 \times 6.0 \times 4.2$ ）过滤，进一步去除浊度和细小的悬浮物，出水进入滤池产水池（ 3576m^3 ， $28.8 \times 27.6 \times 4.5$ ）。滤池反冲洗水收集至反洗水池（ 378m^3 ， $12.0 \times 7.5 \times 4.2$ ），达标排污水反洗水提升泵（ $Q=100\text{m}^3/\text{h}$ ， $H=20\text{m}$ ）提升进入高密澄清池（ 331m^3 ， $7.5 \times 7.5 \times 5.9$ ），上清液回流至预处理系统，底部沉泥作为危废，经排泥泵输送至第三方治理工程通过污泥处理设施进行浓缩脱水处理。

膜系统单元：滤池产水经过提升泵（ $Q=760\text{m}^3/\text{h}$ ， $H=40\text{m}$ ）进入超滤装置（16套， $150\text{m}^3/\text{h}$ ），进一步去除水体中的胶体物质并降低水的浊度和SDI值，出水浊度一般在0.5NTU以下，以有效降低后续RO膜的污染度。超滤产水经供水泵（ $Q=740\text{m}^3/\text{h}$ ， $H=45\text{m}$ ）提升至高压泵（ $Q=370\text{m}^3/\text{h}$ ， $H=120\text{m}$ ）进入反渗透装置（6套， $350\text{m}^3/\text{h}$ ），进行脱盐处理，产水去回用水池（ 3676m^3 ， $29.6\times 27.6\times 4.5$ ），跟循环水系列汇合后统一由提升泵输送给客户作为冷却水补充用水。

废水处理单元：达标UF排放水经废水池提升泵和RO初排水及其装置产生的浓水利用设备自身压力通过管道（DN400）直接输送至徐圩新区高盐废水处理工程进行处理。

1.3 进、出水水质情况

1.3.1 污水来源及水质分析

循环水序列处理废水主要来源于卫星石化、虹港石化的工艺循环冷却水及斯尔邦石化的反渗透浓水，达标尾水序列主要为东港污水厂和第三方治理工程的达标外排水，单系列设计处理能力均为 $50000\text{m}^3/\text{d}$ 。

1.3.2 工艺进出水水质指标

| 循环水进出水指标 | | | | |
|----------|-----|-----------------------|--------------|--------------|
| 序号 | 项目 | 单位 | 进水指标 | 浓水指标 |
| 1 | 水温 | ℃ | 15-35 | 15-35 |
| 2 | 水量 | m^3/d | ≤ 50000 | ≤ 22500 |
| 3 | PH | 无量纲 | 6-9 | 6-9 |
| 4 | 浊度 | NTU | ≤ 19 | / |
| 5 | SS | mg/l | ≤ 30 | ≤ 30 |
| 6 | COD | mg/l | ≤ 121 | ≤ 200 |
| 7 | TDS | mg/l | ≤ 3200 | ≤ 11000 |
| 8 | 总碱度 | mg/l | ≤ 400 | ≤ 267 |

| | | | | |
|----------|------|-------------------|--------|--------|
| 9 | 总硬度 | mg/l | ≤1000 | ≤500 |
| 10 | 氯离子 | mg/l | ≤1106 | ≤3650 |
| 11 | 硫酸根 | mg/l | ≤310 | ≤1030 |
| 12 | 硝酸盐氮 | mg/l | ≤8 | / |
| 13 | 总氮 | mg/l | ≤10 | ≤33.3 |
| 14 | 氟离子 | mg/l | ≤6 | ≤12 |
| 15 | 总磷 | mg/l | ≤4 | ≤1.5 |
| 达标水进出水指标 | | | | |
| 序号 | 项目 | 单位 | 进水指标 | 浓水指标 |
| 1 | 水温 | ℃ | 15-35 | 15-35 |
| 2 | 水量 | m ³ /d | ≤50000 | ≤15000 |
| 3 | PH | 无量纲 | 6-9 | 6-9 |
| 4 | 石油类 | mg/l | ≤1 | ≤3.3 |
| 5 | SS | mg/l | ≤10 | ≤33 |
| 6 | COD | mg/l | ≤60 | ≤150 |
| 7 | TDS | mg/l | ≤3500 | ≤11600 |
| 8 | 乙腈 | mg/l | / | / |
| 9 | 总硬度 | mg/l | ≤300 | ≤700 |
| 10 | 丙烯腈 | mg/l | ≤0.3 | / |
| 11 | 乙二醇 | mg/l | / | / |
| 12 | 挥发酚 | mg/l | ≤0.5 | / |
| 13 | 总氮 | mg/l | ≤10 | ≤33 |
| 14 | 硫化物 | mg/l | ≤0.5 | / |
| 15 | 氨氮 | mg/l | ≤5 | ≤5 |
| 16 | 总磷 | mg/l | ≤0.5 | ≤1.7 |
| 17 | 氯化物 | mg/l | ≤175 | ≤578 |
| 18 | 苯 | mg/l | ≤0.1 | / |

| | | | | |
|----|-----|------|-------|-------|
| 19 | 二甲苯 | mg/l | ≤0.4 | / |
| 20 | 氰化物 | mg/l | ≤0.3 | / |
| 21 | 硫酸钠 | mg/l | ≤1355 | ≤4472 |
| 22 | 碳酸钠 | mg/l | ≤1458 | ≤4800 |

二、调试工作开展情况

2.1 调试进度安排

根据合同中的相关规定，在进入正式工艺调试期前，首先对调试工作的各项环节及工艺单元的调试任务进行如下梳理检验工作。

2.1.1 设计局域性测试、检验

(1) 进行设备的性能测试，验证设备的各项性能指标是否达到设计性能，并进行点动试运行检验，确保其满足生产需求；

(2) 进行各工艺单元的独立运行检验，验证其工艺指标是否达到设计参数，是否满足生产需要；

(3) 进行加药形态的局部区域运行试验，总结出满足现状生产条件下加药系统的最佳运行方式和投加量；

(4) 进行各工艺系统尝试性联合运行试验，初步评估各单元的出水水质情况是否满足设计要求，为正式调试做好调整工作；

(5) 进行综合自动化系统的自动控制调试，确定各工艺单元的自动控制流程，确保能按设计要求实现自动控制。

2.1.2 生产管理准备工作

(1) 在保证局域进水的前提下，厂区联动调试中心、久洋人员积极参与到调试中来，通过初调试使每个职工熟悉整个工艺流程，基本掌握各类设备的性能及操作，能够按生产要求完成整个系统的调度、运行工作；

(2) 提出并逐步完善满足生产要求的工作制度、运行、调度规程及运行工作记录；

(3) 通过调试，检验目前水厂的生产机构设置、人员配置、人员素质是否满足生产要求，提出满足目前生产要求的运行机构岗位设置、人员配置初步方案；

(4) 初步确定水质化验工作方式，水质监测频次、检验内容及水质反馈时间等工作制度。

2.2 工程调试开展情况

根据调试方案，全部调试工作共分为三个阶段，依照项目实施进度，截止目前已完成了预期调试期的工作内容，并与 2021 年 3 月 22 日将循环水序列进行试生产。具体分述如下：

2.2.1 动力设备单机调试（2020 年 11 月 28 日—12 月 25 日）

调试项目内容：

(1) 对再生水各单元所有的机电设备逐个进行单体通电试验、电机的空载试验、点动空转观察电动机的转向与泵的转向，各设备的轴承、电机是否有卡死或异常声响；观察固定杆是否紧固，有无震动现象，并完成所有搅拌、刮泥、阀门等设备的动作确认试验。

(2) 在供货商指导下给设备的活动部位加注润滑油脂，确认各固定连接部位无松动，各指示仪表、安全保护装置及电控装置灵敏准确可靠，盘车灵活无异常现象。

(3) 进行了各单元电气设备的远程信号及反馈测试，包括就地操作启停是否正常、远程启停控制是否灵敏，是否存在电控上的缺陷。

2.2.2 工艺单元局域调试（2020 年 12 月 25 日—2021 年 1 月 25 日）

调试项目：

(1) 进行了各加药间及泵房液位计、流量计、水质分析仪等仪表的调试及校正。

(2) 进行了溶液罐、超滤、反渗透装置的过水试验，按设计要求测试了各工艺单元的过水能力；

(3) 对快滤池、BAC 生物滤池进行试进水和反洗实验，确认工艺单元远程操控正常；

- (4) 预反应池和机加池设备组合的搅拌转速调试和自动控制调试;
- (5) 高密池和反洗水收集池设备组合的自动化控制调试和负荷调整;
- (6) 超滤装置及附属系统的自动化控制调试;
- (7) 反渗透装置及附属系统的自动化控制调试;
- (8) 进行了烧杯除硬试验, 提出当前水质状态下的加药量和配合比; 进行了各类药剂的比例配制工作;
- (9) 各系统辅助加药装置的现场启动和远程联锁控制调试;
- (10) 单元系统的自动化控制调试和局部联动。
- (11) 清水试车状态下设备连续运行, 观察设备运行是否平稳。
- (12) 清水联动试车完成, 确认各构筑物、设备无异常后, 开始进入联动。

2.2.3 联动调试阶段 (2021 年 1 月 25 日—3 月 21 日)

有序投用机加池 2 组、快滤池 2 组、BAC 生物滤池 3 组、超滤启动 4 套、反渗透启动 2 套, 加药系统和辅助设备按需投运。具体工艺展续调试如下:

(1) 完成调节池及提升泵房 3 路进水管及配套阀组、监测仪表, 4 台潜水搅拌机, 4 台机加池提升泵, 液位计等的本体调试及远控调试, 实现生产状态下的水位监测、动力设备的启停操作调试;

(2) 对预反应池和机加池进行出水硬度和浊度检测, 以及排泥周期确认工作。最终确立最佳除硬环境为 PH10.5-11, 由于出水 PH 高于 10, 该碱性环境下 PAC 的投加混凝效果一般, 评估利弊后, 取消原 PAC 投加方案, 改为投加适量 PAM 助凝, 用以保证出水澄清度和排泥效率;

(3) 对后续工艺段快滤池、BAC 生物滤池进行 168h 运行测试, 通过多次的反冲洗试验, 初步确定反冲洗的控制流程, 确定了气、水冲洗的最佳流量及反洗时间; 并对滤池的进水和产

水 PH 值进行实时调控，控制快滤池产水池 PH 值在 6.5 左右。实现生产状态下的设备的自动运行操作调试；

（4）完成了 2 组臭氧接触池的曝气试验，2 套尾气破坏器的现场手动控制和远控调试，其中臭氧接触池的臭氧因高盐厂臭氧未调试完成，不能输送至本项目使用位置导致臭氧曝气未开启，但设备用压缩空气已调试完成，具备产水条件。剩余 6 组生物滤池因水量不足，且滤料保养过程不宜进水浸泡的原因未进行反洗，但设备阀门已调试完成，具备备用产水的条件。

（5）完成了 2 台高密池混凝搅拌机、2 台助凝搅拌机、2 台刮泥机、2 台污泥输送泵、4 台反洗水提升泵、配套加药装置、液位计等的现场手动控制和远控调试，实现生产状态下的设备的自动运行操作调试。

（6）完成双系统合计 32 套超滤系统及配套反洗水泵、2 套化学清洗装置、8 台自清洗过滤器及配套加药装置的现场手动控制和远控调试，实现生产状态下的设备的自动运行操作调试。自清洗过滤器为转刷排污，污水排至排污水收集池，每间隔 4h 运行 1min，以防止杂质堵塞滤网。超滤装置设备每产水 45min 反洗一次，反洗为气洗+水洗，反洗时间约为 600s；产水达到 30 次后进行酸浸泡清洗一次；产水达到 60 次后进行碱浸泡清洗一次；产水 2-3 个月需进行一次化学循环清洗，以保证膜平稳运行。

（7）完成双系统合计 12 套反渗透系统及配套冲洗水泵、2 套化学清洗装置、12 台保安过滤器及配套加药装置的现场手动控制和远控调试，实现生产状态下的设备的自动运行操作调试，出水水质指标小于设计参数，回用水水量达到设计指标。调整反渗透装置产水 2-3 个月进行一次化学循环清洗，以保证膜运行平稳。

（8）完成了回用水供应系统的 6 台回用水泵，2 台工艺水泵，1 台液位计，1 台流量计，2 台压力变送器等的自动运行操作调试。

（9）完成了 3 台空压机，3 台油水分离器，2 台干燥机，4 台压缩空气储罐的现场手动控制、远控调试及特种设备报备工作，实现生产状态下的设备的自动运行操作调试。

(10) 摸索超滤及反渗透系统在不同水况和水量下的最佳投运时间和反洗周期，最终确保系统平稳运行。

2.2.4 调试期出现的问题及解决

1、进水主管流量计不满管的问题

由于主管廊至调节池管道末端为下降且敞口管道，导致主管廊上方水平放置的电磁流量计无法满管测流量。为使流量计能正常测量流量，项目组及时将管道末端增设了上升管段，经过技改后已投入正常运行。

2、碳酸钠药剂输送管道和储罐冬季易结晶堵塞

由于冬季气温较低，碳酸钠溶解度会迅速下降，在管道内结晶沉淀导致管道堵塞。为保障药剂的正常输送和储存，项目组及时对药剂输送管道和储罐增设了电伴热和保温措施，电伴热已施工完成，保温正在施工中。

3、快滤池气水同洗跑砂问题，取消气水同洗，适当延长气洗时间，确保清洗效果彻底。

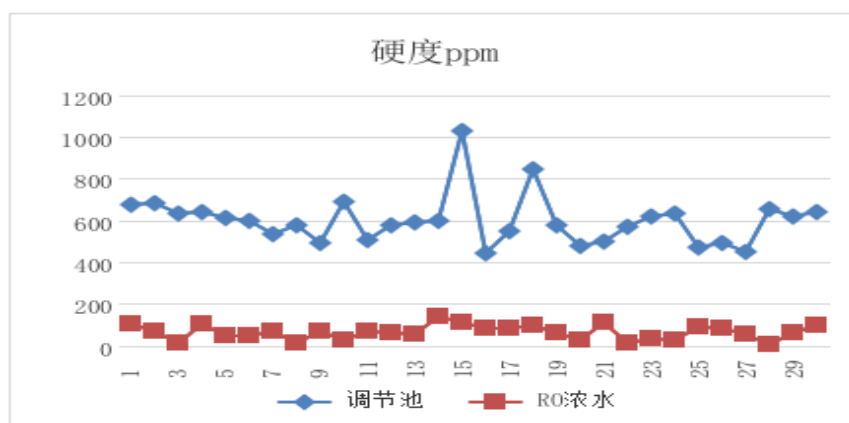
4、第三方回流清液瞬时流量过大或者某时段回水不清，冲击高密池导致底部沉泥容易上翻。将回流管路迁移至进水体量较大的预反应区，通过机加池分流降低进水负荷。

5、预机加池出水浊度较高，底泥容易上浮的问题。由于出水 PH 高于 10，该碱性环境下 PAC 的投加混凝效果适得其反，其次来水整体钙镁比例偏小，絮凝物密度轻较难沉降，取消原 PAC 投加方案，改为单一投加适量 PAM 助凝，并提高搅拌机频率，提高絮凝效率和出水澄清度；调整排泥时间和排泥周期，尽量保持机加池泥位稳定。

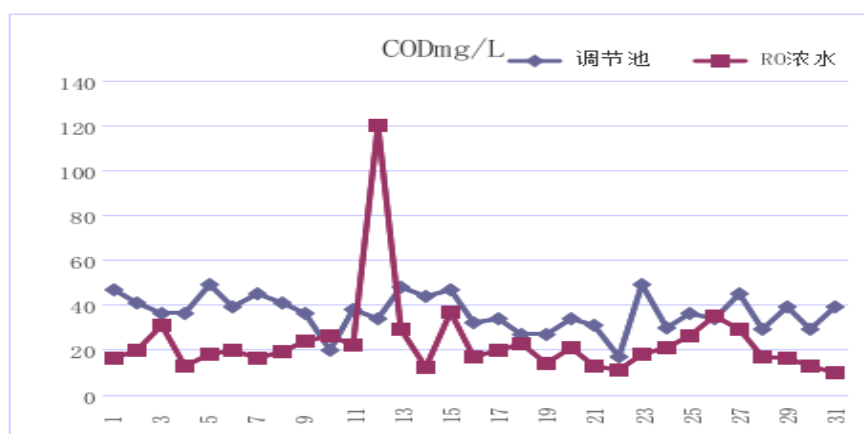
三、产水水质分析

自 2021 年 3 月 22 日起，循环水系列进入试生产，截止目前循环水回用系统已全部完成工艺调试和验收工作，浓水硬度和 COD 均低于进水，平均脱出率超过 70%，产水水质持续稳定，达标尾水回用系统于 10.25-10.31 进行工艺验收工作。

1、循环水系列硬度去除曲线图



2、循环水系列 COD 去除曲线图



3. 进出水硬度、总氮变化情况

| RO | 进水 | 产水 | 浓水 |
|----------|-----|-------|-----|
| 总硬度 mg/L | 121 | <20 | 344 |
| 总氮 mg/L | 8 | <0.18 | 25 |

回用产水硬度稳定控制在 20mg/L 以内，浓水硬度平均为 344mg/L，出水总氮< 0.18mg/L，浓水总氮平均值约为 25mg/L，达标率 100%，工艺运行整体平稳。

4、产品水指标对比

| 产品水水质指标 | | | | |
|---------|--------------------|-------------------|----------|---------|
| 序号 | 项目 | 单位 | 指标 | 实际 |
| 1 | 水量 | m ³ /d | 70000.0 | 15000 |
| 2 | pH | | 6~9 | 6.5~7.5 |
| 3 | SS | mg/L | -- | -- |
| 4 | 浊度 | NTU | ≤0.5 | ≤0.5 |
| 5 | COD _{cr} | mg/L | ≤10.0 | ≤4 |
| 6 | BOD ₅ | mg/L | ≤5.0 | ≤1 |
| 7 | 氯离子 | mg/L | ≤45.0 | ≤45.0 |
| 8 | NH ₃ -N | mg/L | ≤2.0 | ≤0.1 |
| 9 | 总磷（以 P 计） | mg/L | ≤1.0 | ≤0.1 |
| 10 | 溶解性总固体 | mg/L | ≤120.0 | ≤50 |
| 11 | 末端游离余氯 | mg/L | ≤0.1~0.2 | 0 |

四、调试期小结

通过初期清水调试及全系统 168 小时进水试运行结果来看，各单元设备的性能指标满足设计要求，尤其是后续膜系统运行较为平稳，最终出水水质指标符合要求，对外排泥、加药、排浓水、供水系统运行正常，期间出现第三方脱泥回流液浑浊等问题，均已通过药剂调整得到解决。调试期间，班组运行人员已熟悉掌握整个工艺流程，基本掌握各类设备的性能、操作，能够独立完成整个系统的调度、运行工作。同时确定了适合现状生产要求的加药量及相应的运行

调度方案，初步制定了再生水厂的运行管理制度，实现了既定的调试目标，使再生水厂具备了分质来水、连续生产和达标回用的能力。

本阶段整个系统运行稳定，产品量达到进水量 70%的回收率指标，且产品水水质各项指标明显好于设计出水指标。