



# MECS循环水电化学除硬除氯技术介绍

上 海  
2025.10



### 开式冷却塔系统的核心问题：

- 1. 结垢问题：** 冷却水在循环过程中不断蒸发，导致水中的钙、镁离子浓度升高，形成碳酸钙、硫酸钙等水垢。水垢附着在换热管壁上，会极大降低换热效率，增加能耗，严重时甚至堵塞管道。
- 2. 腐蚀问题：** 水中的氯离子、溶解氧是强烈的腐蚀因子，尤其是氯离子，它能穿透金属表面的保护膜，引起点蚀、应力腐蚀开裂，对不锈钢、铜等关键设备材料构成严重威胁。
- 3. 微生物问题：** 温暖的冷却塔是军团菌等微生物滋生的温床，必须进行杀菌处理。而常用的氧化性杀菌剂（如次氯酸钠）会引入氯离子，加剧腐蚀问题。

## 循环水系统解决方案

针对循环水系统**硬度高、电导率高、结垢腐蚀风险、排污量大**的实际痛点，我们开发出了MECS电化学除硬除氯设备，很好的解决了数据中心循环冷却水系统当前痛点问题，具有以下特点：

- ✓ 模块化一体处理设备，根据流量并联使用，**占地、投资大大降低**；
- ✓ 高效循环除硬除氯模式，**无需化学药剂添加**；
- ✓ **硬度、氯离子单次去除效率10%以上，减少排污75%以上**；
- ✓ 处理连续全自动运行**电极板自动清垢**；
- ✓ 反应生成**氧化剂有效杀菌灭藻**；
- ✓ **自动化程度高，全程PLC自动控制**。



# 一体化创新技术介绍

Technology Introduction

## MECS电化学膜分流除硬除氯技术

### 设备净化能力



- 总硬度 (> 50 %)
- COD (> 30 %)
- 氯离子 (> 50 %)

备注：设备运行15-30天水质  
稳定状态

### 1. 从根本上遏制腐蚀，提升系统可靠性和使用寿命

将冷却水中的氯离子浓度持续稳定地控制在极低水平，彻底消除了氯离子点蚀的风险，延长不锈钢板式换热器及主机、泵、管道和冷却塔的腐蚀速率，使用寿命，减少因腐蚀泄漏导致的宕机风险。

### 2. 显著提升能效，降低PUE

通过持续去除钙镁离子，从根本上防止了水垢的形成，保证换热器始终处于最佳换热状态，主机的冷凝温度可以更低，从而直接降低压缩机功耗5%-15%。同时，由于换热效率提高，所需的冷却风量减少，从而降低冷却塔风扇的能耗。

### 3. 优化运维，实现“近零化学品”运行

大幅减少甚至停止投加阻垢剂、缓蚀剂和大量的酸。简化了日常加药、监测和排污的运维工作。节省了持续的化学品采购费用，也避免了化学品储存、搬运和投加过程中的安全与环境风险。系统通常配备自动控制和远程监控，可实现无人值守。

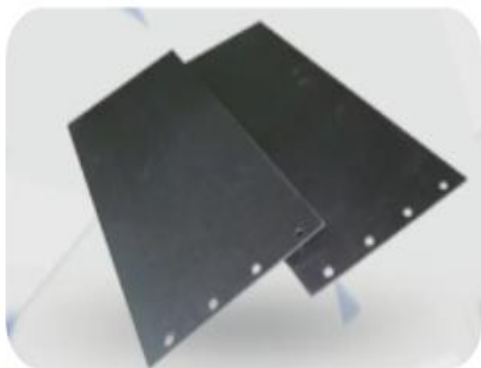
### 4. 节水，提高系统WUE指标

系统可以在更高的浓缩倍数下安全运行，从而大幅减少冷却水的排污量和补充水量

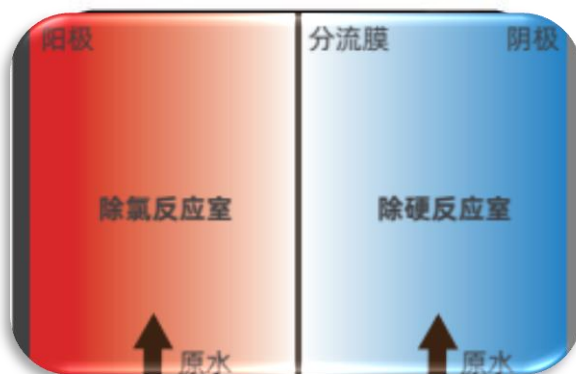
# 一体化创新技术介绍

Technology Introduction

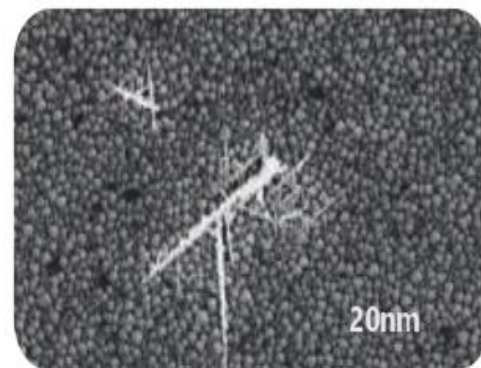
MECS电化学膜分流除硬除氯技术： 创新电极材料+膜分流式电极反应室



高导电率贵金属电极



膜式分流电化学反应室



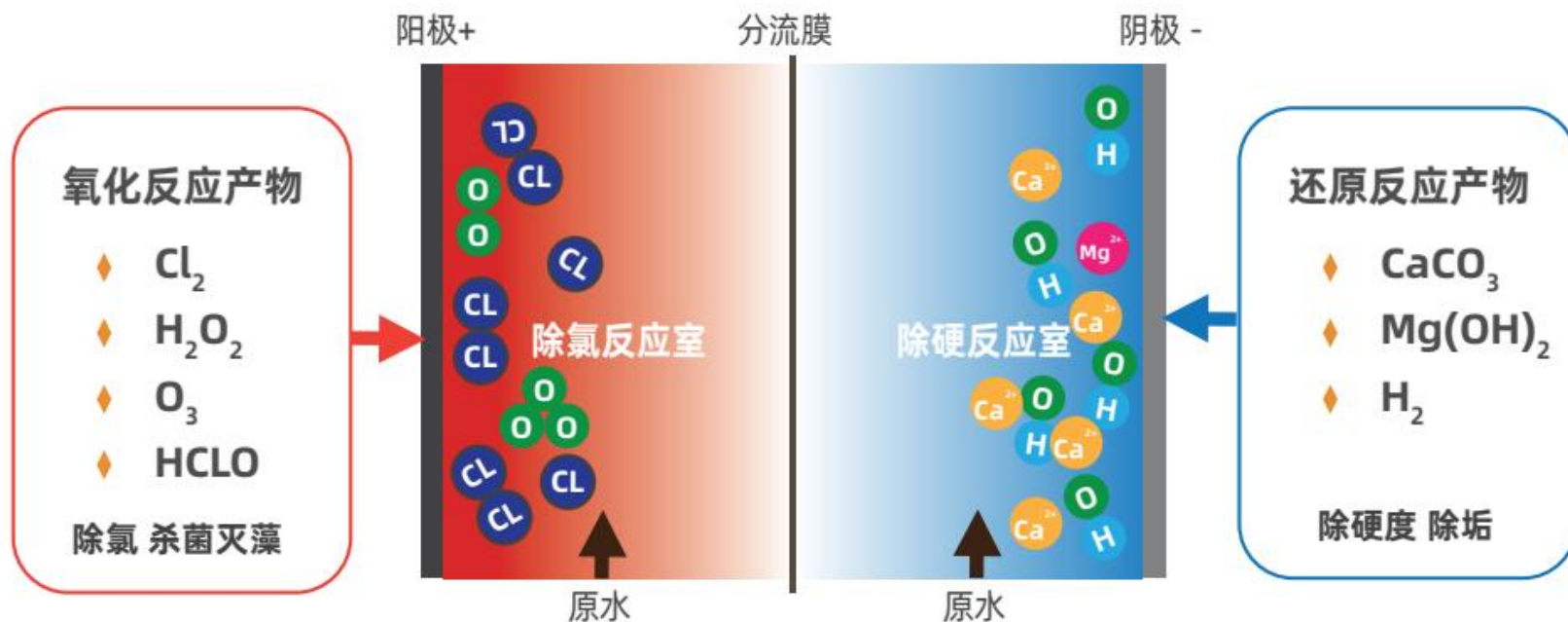
微纳尺度调控技术

- 超电极长寿命
- 提高电流密度
- 阴极表面张力提高
- 阴极OH<sup>-</sup>密度提高
- 微纳致密涂层耐酸碱能力更强

# 一体化创新技术介绍

Technology Introduction

## MECS电化学膜分流除硬除氯技术核心：膜分流式电极反应室



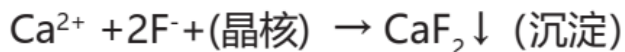
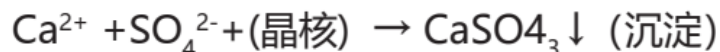
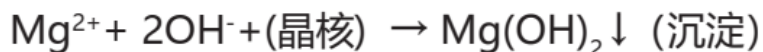
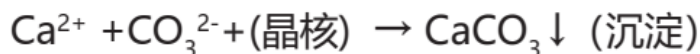
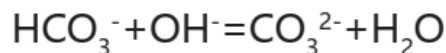
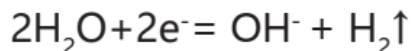
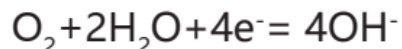
MECS电化学除硬除氯原理

# 一体化创新技术介绍

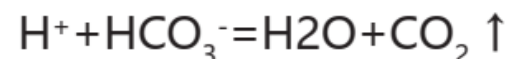
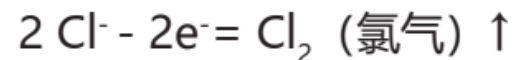
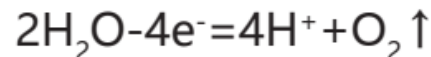
Technology Introduction

CO<sub>2</sub>耦合电化学均相成核除硬度技术化学反应过程：

## MECS电化学阴极反应过程



## MECS电化学阳极反应过程

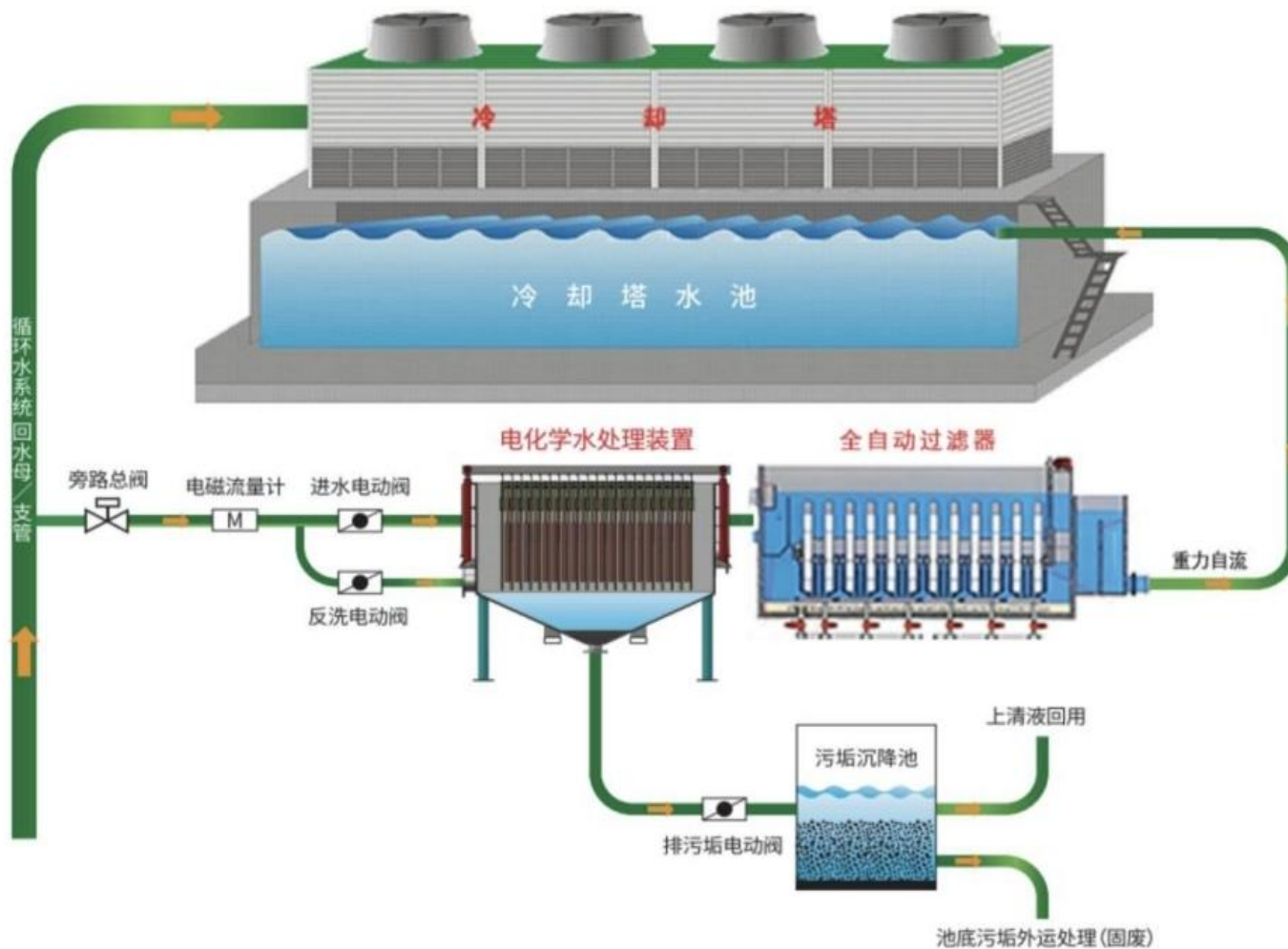


反应产生大量氯气、次氯酸根等的强氧化性物质，可替代或减少杀菌剂使用

原水通过电化学反应器，利用直流电促进水电解，在阴极表面会产生 H<sub>2</sub> 和 OH<sup>-</sup>。随着产生的 OH<sup>-</sup> 不断在阴极表面积累，阴极表面 pH 逐渐上升，形成碱性氛围，使得 OH<sup>-</sup>、水中 HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>、SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>、F<sup>-</sup>、Ca<sup>2+</sup> 和 Mg<sup>2+</sup> 发生反应分别生成 CaCO<sub>3</sub> 和 Mg(OH)<sub>2</sub> 沉淀物并沉积于阴极表面，原水中的硬度与碱度离子得到去除。

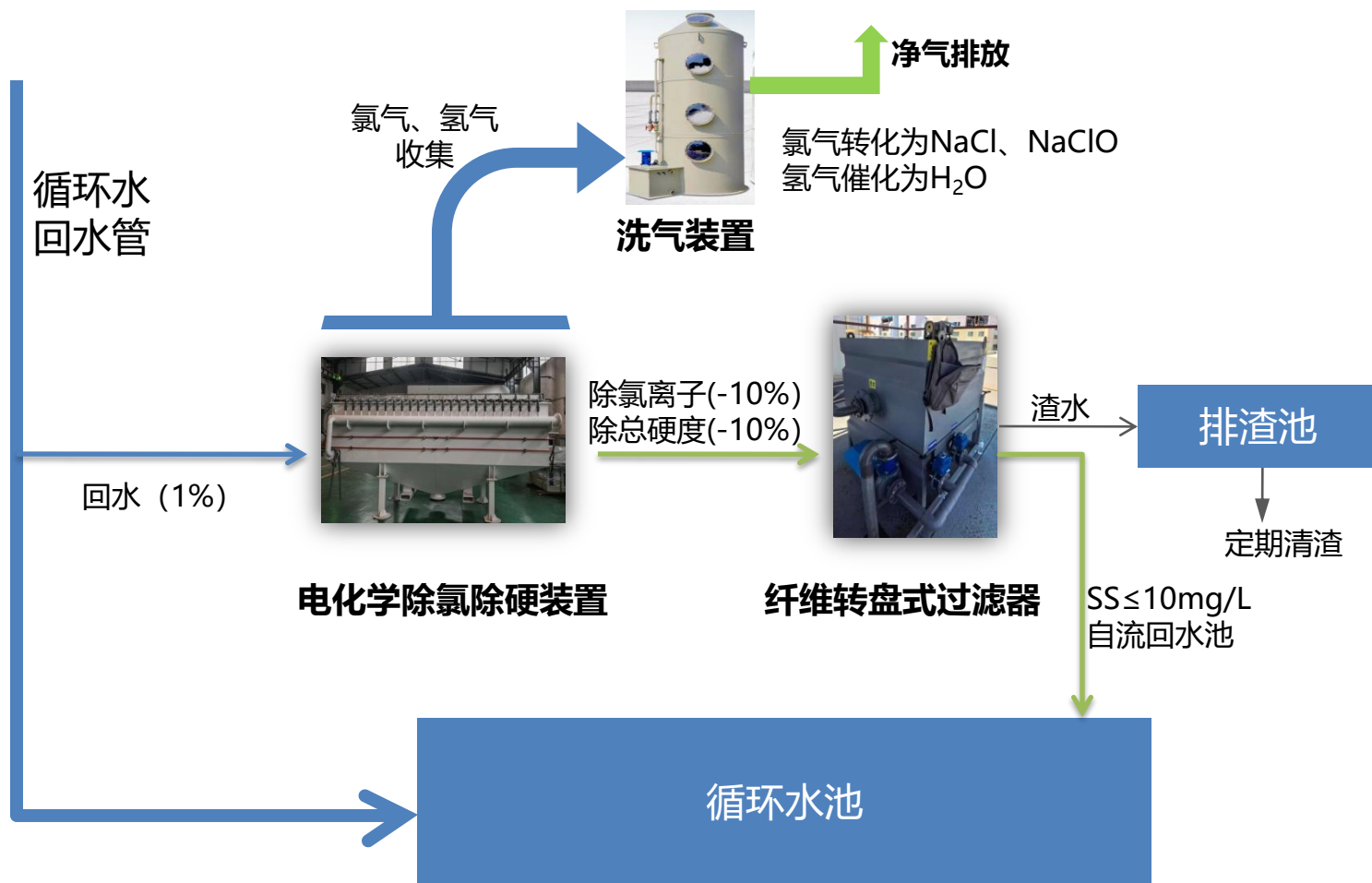
# 一体化创新技术介绍

## Technology Introduction



# 一体化创新技术介绍

Technology Introduction



MECS电化学除硬除氯系统运行工艺路线图

# 现场应用场景

Applications

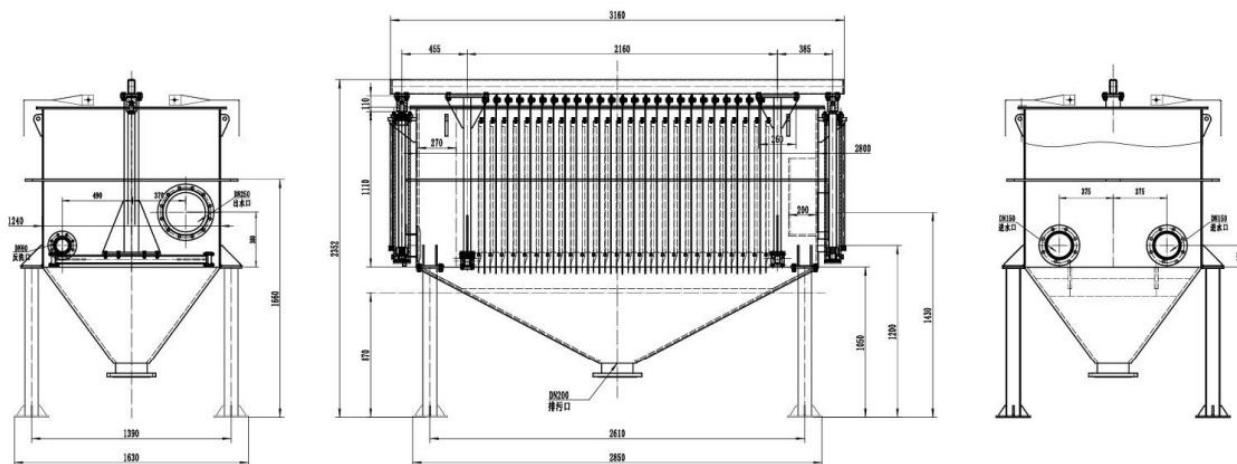


# 设备型号介绍

## Equipment Data Sheet

### 设备选型表

设备型号	MECS-1000	MECS-2500	MECS-5000
水处理量 (m <sup>3</sup> /h)	10-15	30-80	80-120
适用循环量 (m <sup>3</sup> /h)	1000-1500	3000-8000	8000-15000
额定功率 (w)	1000A 24V	2500A 24V	5000A 24V
除垢能力 (kg CaCO <sub>3</sub> /d)	> 15	> 40	> 80
清垢方式	自动	自动	自动

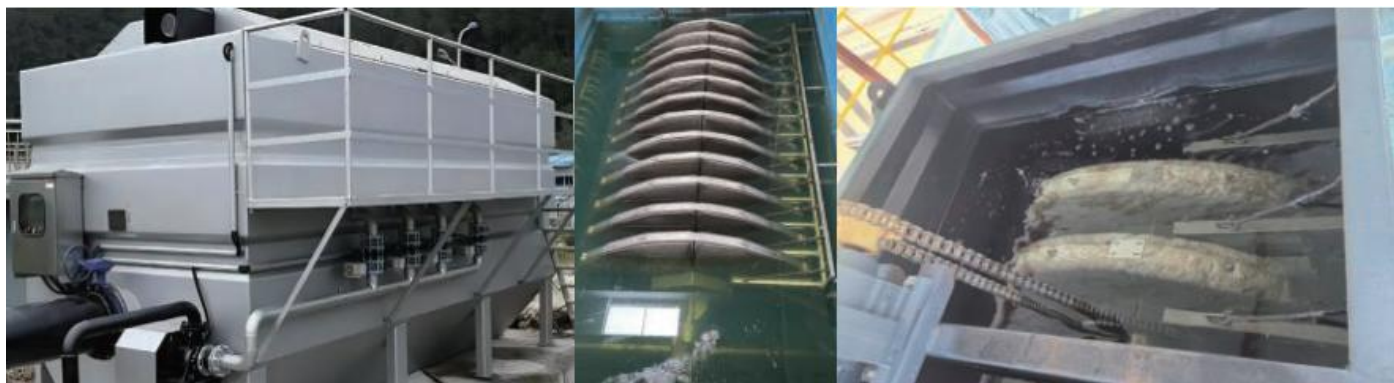


# 设备型号介绍

Equipment Data Sheet

## 过滤器设备选型表

纤维转盘过滤器设备型号	GL-200-4	GL-200-5	GL-200-6	GL-200-7
纤维转盘数量 (片)	4	6	8	10
每小时处理水量 (m3)	10-25	25-50	50-80	80-120
进水水质	SS≤30mg/L (瞬时≤60mg/L)			
出水水质	SS≤10mg/L			
反洗水量	≤1%			
水头损失	≤0.3m			



# 设备型号介绍

Equipment Data Sheet

## 废气处置装置选型表

序号	装置名称	型号	说明
1	氯气吸收喷淋塔 (抗UV)	1000*2000	尺寸1000*2000mm (1层喷淋填料及一层除雾防堵塞螺旋实心雾化喷嘴设置检修人孔、视窗、溢流口, 清污口, 排污口, 采用pp材质, 含0.75KW防腐立式水泵)
2	氢气催化装置		双氢气高效装置, 自动干燥再生, 长寿命高效氢气催化剂
3	废气收集装置		PP材质, 配1.5Kw离心风机, 风量1000-1500m <sup>3</sup> /H, 全压600-900Pa
4	自动加药箱	200L	配套搅拌电机、加药泵、PH探头根据PH值自动加药

根据《大气污染物综合排放标准GB 16297 - 1996》以及《氢气站设计规范GB 50177—2005》标准,

- 氯气排放: 利用鼓风机稀释5%以下, 送至喷淋塔完全吸收, 排气复合  $\leq 0.4\text{mg}/\text{m}^3$  (周围外浓度最高点)
- 氢气排放: 利用鼓风机稀释1%以下, 送至氢气催化装置完全催化或尾气塔排放, 排气复合  $\leq 4\text{mg}/\text{m}^3$  (周围外浓度最高点)

# 经济效益分析

## Economic Benefit Analysis



### 循环水系统投运电化学设备后经济效益分析（参考）

项目	传统加药法参数	电化学处理法参数	单价	加药法费用 (万元/年)	电化学费用 (万元/年)	计算公式	备注
循环水系统规模 (循环量)	5000 m³/h	5000 m³/h					年运行时间 以350天/年计
排污费 (平均)	400 m³/d	100 m³/d	10 元/吨	140	35	药剂法: 400m³/天 x 350天/年 x 10元/m³ = 146 万元/年 电化学: 100m³/天 x 350天/年 x 1.9元/m³ = 36.5 万元/年	跟药剂法对比, 电化学设备运行后排污量与往年同期可减少75%, 每天排水量只需 (原水+排污综合用水废按10元/吨)
运行功率	1.0 kw/h	25 kw/h	0.8元/度	0.7	16.8	药剂法: 1.0kw/h x 0.8元/度 x 24h/天 x 350天/年=0.7 万/年 电化学: 25 kw/h x 0.8元/度 x 24h/天 x 350天/年=44.1万/年	该套冷却水系统为自动加药机加药, 加药机功率按1.0 kw/h计算; 电化学除氯除硬设备, 单套设备运行功率为25 kw/h (电费以0.8元/度计)
药剂费成本	25 万元/年	5 万元/年	—	25	5	药剂法: 25 万元/年 (缓释阻垢剂、杀菌灭藻剂等所有药剂费) 电化学: 25万元/年 x 20%=5 万元/年	水处理药剂费用每年约25万(预估), 电化学设备投运后, 药剂逐步减少, 约1个月左右水质稳定后药量投加量可减少80%左右 (药剂用途: 主要用于辅助日常电化学设备和应对异常恶劣天气, 如高温、强光、沙尘暴等特殊天和电化学设备大维保、大检修的应急用, 如后续运行稳定可停止加药)
系统能耗			—				电化设备投运后可改善循环水的浊度、硬度以及碱度等关键指标, 因此可减少系统冷却塔填料、换热器管壁上的沉积的污垢和黏泥、同时还可去除部分存留的老垢和微生物分泌物, 改善热交换效率, 降低压缩机运行能耗和冷却塔风扇运行速率
其他费用	0	0	—	0	3.5	药剂法: 暂不计 (固废处理+人工费) 电化学: 0.05吨/天x350天x2000元/吨 =3.5 万元/年	电化学设备投运后会产生一定的固废 (污垢主要成分为, 碳酸钙、碳酸镁、氢氧化钙、氢氧化镁、泥沙和部分淤泥), 需要按照固废集中外送处理。按照每天产生50kg碳酸钙, 固废处置费用2000元/吨计算
年运行费用 (万元)	—	—	—	165.7	60.3		
年总投资收益效益 (万元)	105.4				综上所述, 该套冷却水系统投运电化学技术后, 跟目前纯药剂法处理相比, 每年可节省约100 万元以上的运行费用		

# 项目案例介绍

## Equipment Data Sheet

### 案例项目-1

内蒙某有限公司

循环水量：5000 m<sup>3</sup>/h

水质数据：总硬 725 mg/L  
Cl<sup>-</sup> 281 mg/L

处理工艺：化学药剂



### 改造方案

工艺流程：MECS电化学除硬除氯设备

运行成本：< 10kWh/kg CaCO<sub>3</sub>，客户停用化学药剂（无人值守）

取样地点	COD (mg/L)	氨氮 (mg/L)	pH	Cl <sup>-</sup> (mg/L)	总硬度 (mg/L)	总碱度 (mg/L)	电导率 (μs/cm)	浊度 (NTU)
循环水出水	21.07	0.14	9.18	249.14	664.82	131.66	2142	4.71
阴极区碱性循环水	24.08	0.14	9.9	245.58	660.79	202.56	2100	5.1
阳极区酸性循环水	21.07	0.08	6.8	266.94	652.73	75.96	2153	4.1
循环水进水	34.62	0.11	8.25	281.17	725.26	146.86	2324	4.89

本次采样数据表明：总硬度单次去除率为8.41%，氯离子的单次去除率为11.38%

# 项目案例介绍

## Equipment Data Sheet

### 案例项目-2

安徽某公司

循环水量：4000 m<sup>3</sup>/h

水质数据：钙硬 62.5 mg/L

补水电导率 900 μs/cm

原处理工艺：化学药剂 + 排水



### 改造方案

工艺流程：MECS电化学除硬除氯设备

运行成本：< 10kWh/kg CaCO<sub>3</sub>，客户停用化学药剂（无人值守）

	电导率 (μs/cm)	浓缩倍数	钙硬度 (mg/L)	Cl- (mg/L)	总碱度 (mg/L)	硫酸根 (mg/L)	钠离子 (mg/L)	硅酸 (mg/L)
4000水样	4400	4.35	107.5	< 5	131.66	7	740	57
5000水样	5400	5.59	87.5	< 5	202.56	11	950	64
6000水样	6100	6.47	75	6	75.96	14	1100	73
7000水样	7600	8.24	62.5	8	146.86	24	1400	77

本次采样数据表明：循环水在浓缩倍数达到8.24时，系统内硬度和氯离子含量均能保持在较低水平。

# 项目案例介绍

## Equipment Data Sheet

### 案例项目-3

扬州某化工企业

循环水量：10000 m<sup>3</sup>/h

水质数据：钙离子 > 250 mg/L

镁离子 > 170 mg/L

氯离子：> 800 mg/L

原处理工艺：化学药剂 + 排水

### 改造方案

工艺流程：MECS电化学除硬除氯设备

运行成本：< 10kWh/kg CaCO<sub>3</sub>，客户停用化学药剂（无人值守）



水样	Mg mg/L	Ca mg/L	Cl mg/L	电导 ms/cm	pH	Mg去除率	Ca去除率	Cl去除率
1原	193.09	267.78	827.74	4.59	8.36			
1酸	190.40	256.41	839.20	4.57	7.36	1.39%	4.25%	-1.38%
1碱	191.31	260.33	805.36	4.6	9.38	0.00919679	0.02781888	0.02704641
<b>1混</b>	<b>177.59</b>	<b>247.05</b>	<b>752.79</b>	<b>4.3</b>	<b>8.79</b>	<b>8.03%</b>	<b>7.74%</b>	<b>9.05%</b>
2原	191.62	265.62	823.50	4.58	8.37			
2酸	190.00	258.54	836.50	4.57	7.15	0.84%	2.66%	-1.58%
2碱	187.22	257.68	799.49	4.57	9.44	0.02295961	0.02988528	0.02916138
<b>2混</b>	<b>177.87</b>	<b>243.19</b>	<b>759.07</b>	<b>4.31</b>	<b>8.51</b>	<b>7.18%</b>	<b>8.44%</b>	<b>7.82%</b>

# 合作方式

Cooperation



## 产品合作

| MECS电化学除硬除氯设备的销售、代理、及开发特定用途设备等合作。



## 技术合作

| 为设计院、工程公司提供具有市场竞争力的解决方案。与大型集团、设计院、高等院校等合作研发创新工艺包。



## 项目示范

| 公司愿与社会各界合作，打造污废水资源化标杆项目提供项目投资、建设、运营等高质量合作服务，实现多方共赢。



## 水资源投资

| 针对处在特许经营期内的水务项目，可提供资金、技术、运营等服务支持采BOT/OM/TOT等合作模式合作。

# 谢谢关注!



上海展云环保科技有限公司