

附件

共性通用技术 典型案例

# 目 录

(一) 循环水处理及回收利用技术 .....	1
案例一：循环水电化学处理技术 .....	1
案例二：基于高污水回用比的循环水处理技术 .....	3
案例三：化学结晶循环造粒流化床技术 .....	5
案例四：高效开式节水型冷却塔 .....	8
案例五：高效逆流闭式冷却塔 .....	11
案例六：空冷湿冷联合式节水消雾冷却塔 .....	13
案例七：智能化环保型循环冷却水处理设备 .....	16
案例八：零药剂循环冷却水处理系统 .....	19
案例九：冷却塔节水消雾技术 .....	22
案例十：工业冷却塔新型旋流导叶节水装备 .....	25
(二) 废水处理及循环利用技术 .....	29
案例十一：基于合成微生物法的生物膜流化床技术 .....	29
案例十二：高盐难降解有机废水资源化零排放技术 .....	32
案例十三：高盐废水资源利用集成技术 .....	37
(三) 非常规水利用技术 .....	40
案例十四：一体化兼氧 <b>FMBR</b> 膜污水处理设备 .....	40
案例十五：制水厂“尾水”资源化利用技术 .....	43
案例十六：海水及苦咸水淡化反渗透膜阻垢剂 .....	46
(四) 节水减污降碳协同技术 .....	50
案例十七：高效节能节水蒸发式凝气技术 .....	50
案例十八：水驱动喷雾节能节水冷却塔 .....	54
案例十九：钢结构塔自然通风节能节水型工业循环水系统 .....	57

案例二十：数字循环水车间节水节能系统 .....	59
案例二十一：蒸汽及热能整体管理系统 .....	62
(五) 智能用水管理技术 .....	65
案例二十二：工业水处理大数据运营管理云平台 .....	65
案例二十三：工业动态水平衡测试管理平台 .....	68
案例二十四：基于物联网的分布式管网漏损监测与智能诊断系统 .....	71
案例二十五：智能明渠节水技术 .....	74
案例二十六：水深度处理工程产品化及数字化集成装备 .....	78
案例二十七：大型输水供水工程的高精度流量计量技术 .....	82
(六) 节水及水处理材料及装备 .....	85
案例二十八：电磁液动缓闭闸阀 .....	85
案例二十九：高频电磁阻垢节水技术 .....	88
案例三十：生态用水与消防用水分开管理的智能取水装备 .....	91
案例三十一：无负压（无吸程）管网增压稳流给水设备 .....	93
案例三十二：高精度抗干扰阀门快速位置检测装备 .....	96
案例三十三：全膜法处理中水回用装备 .....	100
案例三十四：低能耗、高回收率的工业脱盐水装备 .....	105
案例三十五：高性能水处理纳米反渗透薄膜 .....	108
案例三十六：工业级超声波水表漏损节水系统 .....	111
案例三十七：应用于工业锅炉的防腐抑垢清洗剂 .....	115
案例三十八：用于废水处理的新型缓释阻垢剂 .....	118

## (一) 循环水处理及回收利用技术

### 案例一：循环水电化学处理技术

#### 1. 技术适用范围

适用于工业循环冷却水系统。

#### 2. 技术原理及工艺

该技术通过电解方式，阴极区形成强碱性环境 ( $\text{pH} > 9.5$ )， $\text{Ca}^{2+}$ 、 $\text{Mg}^{2+}$  形成氢氧化钙、碳酸钙、氢氧化镁；阳极区内形成酸性环境 ( $\text{pH} < 3.5$ )，阳极附近反应产生的  $\text{Cl}^-$ 、 $\text{O}_3$ 、 $\text{HO}^-$ 、 $\text{H}_2\text{O}_2$ 、活性氧原子等强氧化性物质，可产生大量次氯酸，杀灭菌藻有效控制微生物生长。实现循环冷却水系统防腐阻垢。该技术还可耦合膜技术、超声波除垢技术和臭氧杀菌技术，强化循环冷却水系统防腐阻垢效果。

#### 3. 技术指标

该技术可提高循环水浓缩倍数至 5-12 倍，与化学加药相比，可节约 30%-80% 用水量，同时节约水处理药剂，减少循环水排污量。

#### 4. 技术特点及先进性

- (1) 提高浓缩倍数，减少补水量和排污量。
- (2) 替代化学药剂，清洁环保。
- (3) 自动化程度高，维护方便简单。
- (4) 提高换热机组的热效率。

#### 5. 应用案例

项目名称：湖南桃江南方水泥有限公司 2×5000 吨/天熟料生产线余热发电配套循环冷却水系统项目

项目概况：对循环冷却水系统实施改造，由化学加药法改为安装高压静电水处理器，系统浓缩倍数由 2 倍提升到 5 倍，年节约新水 67 万立方米，节约成本约 167 万元，同时系统不排放磷等污染物。

项目名称：广汇新能源有限公司电化学水处理项目

项目概况：公司共有 5 套循环水系统，其中醇醚系统循环量为 23886 立方米/小时，浓缩倍数 3-5 倍；煤气净化系统循环量为 41000 立方米/小时，浓缩倍数 4.5 倍；甲烷系统循环量为 35000 立方米/小时，浓缩倍数 4-7 倍；空分系统循环量为 21091 立方米/小时，浓缩倍数 4.5-7 倍；热电系统循环量为 15700 立方米/小时，浓缩倍数 4.5-7 倍。使用药剂进行处理，存在药剂投加量大，浓缩倍数低，排污量大等问题。2020 年-2021 年间，逐步投运 5 套循环水电化学系统，合计处理量 11350 立方米/小时。循环水系统浓缩倍数达到 12 倍，年节约新水用量约 58 万立方米，减少污水排放量；系统指标稳定，不结垢，不腐蚀；全自动运行，无人值守。

## 6.推广前景

循环水电化学处理技术已成功推广应用到电力、钢铁、化工等领域。预计未来五年推广比例达到 10%-15%，年节水 160000-240000 万立方米。

技术支撑单位：北京京润环保科技股份有限公司

联系人：廖超群                      联系方式：18201226851

## 案例二：基于高污水回用比的循环水处理技术

### 1.技术适用范围

适用于工业循环冷却水系统。

### 2.技术原理及工艺

针对不同水质（低钙硬碱度到超高钙硬碱度）、高且宽范围污水回用比（0-100%），采用高效低/无磷阻垢缓蚀剂及处理技术，控制循环水系统的腐蚀与结垢；同时常规杀生外辅以高效生物黏泥剥离降解技术，将生物黏泥从设备表面剥离下来，并进一步降解为水溶性小分子而排出系统，大幅度提高剥离清洗效果。该技术可保障循环水系统在高污水回用比下长周期稳定运行。

### 3.技术指标

（1）高效低磷阻垢缓蚀剂及处理技术的磷含量（以  $\text{PO}_4^{3-}$  计） $<3\text{mg/L}$ 。

（2）循环水处理效果满足碳钢试管腐蚀速率 $\leq 0.075\text{mm/a}$ 、粘附速率 $\leq 15\text{mg}/(\text{cm}^2\cdot\text{月})$ 。

（3）适用于不同补充水水质特点、高且宽范围污水回用比（0-100%）要求。

（4）生物黏泥剥离降解剂具有优异的杀菌、剥离和降解效果，剥离率、降解率和杀菌率分别达 80%、80%和 99.9%。

### 4.技术特点及先进性

高效低/无磷阻垢缓蚀剂及处理技术，克服了常规低/无磷阻垢缓蚀剂抗冲击性差、耐受污水回用比低的缺点，在高污水回用比（ $>60\%$ ）的条件下缓蚀、阻垢效果良好；同时，

常规杀生外辅以高效生物黏泥剥离降解技术，有效避免黏泥二次沉积而降低循环水系统的换热效率。本技术保障循环水系统长周期稳定运行，并实现源头减磷，吨水处理成本可降低 20%-45%。

## 5.应用案例

项目名称：某石化企业循环水绿色无磷处理项目

项目概况：某石化企业处长江经济带中游，2022 年 5 月起至今，无磷缓蚀阻垢技术产品在该企业炼油循环水工业应用。应用期间，平均污水回用比 62.73%（最高月份超过 90%），平均浓缩倍数 5.41，碳钢试管的平均腐蚀速 0.045mm/a，平均粘附速率 5.31mg/（cm<sup>2</sup>·月）。节约新水 280 万 m<sup>3</sup>/年，节省成本 497.16 万元/年，减少磷排放量 10.89 吨/年。在保障生产装置长周期安全稳定运行的同时，大幅降低了循环水场补新水量及磷排放量。

## 6.推广前景

基于高污水回用比的循环水处理技术已在京津冀、黄河流域、长江经济带等重点区域的炼油、化工及煤化工企业开展工业应用或工业试验，具有较好的推广前景。预计未来五年可实现节水量超过 2500 万立方米/年，经济效益 8000 万元/年。

技术支撑单位：中石化石油化工科学研究院有限公司

联系人：高嵩

联系方式：15210625287

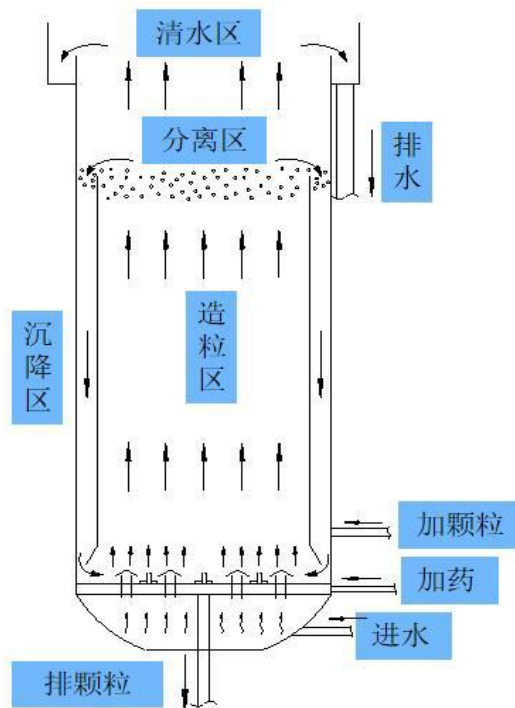
### 案例三：化学结晶循环造粒流化床技术

#### 1.技术适用范围

适用于工业循环冷却水系统。

#### 2.技术原理及工艺

结晶软化处理法是向水中预先投入一定级配晶种，后在特定位置投入碱性药剂（氢氧化钠、碳酸钠）与水均匀混合，达到碳酸钙的溶度积后，水中的钙离子发生化学反应生成碳酸钙晶体，附着在比表面积较大的晶种表面，随着碳酸钙晶体的不断附着，颗粒慢慢长大，最终形成大颗粒在反应器底部排出。向进入结晶流化床的进水中投加晶核，使水中  $\text{Ca}^{2+}$ 、 $\text{Mg}^{2+}$  离子发生反应生成  $\text{CaCO}_3/\text{Mg}(\text{OH})_2$ ，附着到晶种表面，进而将水中硬度降低，晶种在上升过程中，经过造粒区和分离区水力筛分作用，清水由上部分离区流出。



化学结晶循环造粒流化床结构示意图



### 3.技术指标

(1) 根据系统处理能力，结晶造粒流化床的运行流量可在设计阶段，根据需要灵活调整。

(2) 经化学结晶造粒处理后的原水  $\text{Ca}^{2+}$  浓度大幅度降低，正常情况下， $\text{Ca}^{2+}$  去除率应达 90% 以上。

(3) 循环冷却水浓缩倍率大幅度提高，在满足阻垢要求情况下，循环冷却水排污量和补充量应同步显著降低。

### 4.技术特点及先进性

(1) 采用结晶软化流化床处理循环水补充水，将补充水中 90% 以上的钙离子去除，将循环水浓缩倍率提升至 9 倍以上。

(2) 无废水，污泥排放。

(3) 检修维护工作量较小，主要对结晶软化系统内的布水装置进行检修。

(4) 投资成本较低，占地面积小，产生碳酸钙颗粒可以直接回用于脱硫系统，不产生任何废物。

### 5.应用案例

项目名称：某 600MW 火力发电厂化学结晶循环造粒流化床项目

项目概况：该项目采用化学结晶循环造粒流化床技术，浓缩倍率达到 9 倍时循环水补充水量可减少  $160\text{m}^3/\text{h}$ ，每年可减少新水约 128.64 万  $\text{m}^3$ ，节省费用 257.28 万元；循环水排污水减少  $160\text{m}^3/\text{h}$ ，每年可减少循环水排污量约 128.64 万  $\text{m}^3$ ，节省排污费 64.32 万元。循环补水量下降至 543.6 万  $\text{m}^3/$

年，处理成本节省 185 万元。该电厂每年可节省运行成本 136.6 万元。

## **6.推广前景**

循环水补水经结晶软化处理后，循环水浓缩倍率能够达到 9 倍以上，可极大减少废水排放量，减少新水取用和再生废液排放。化学结晶造粒技术可应用于工业循环水、循环水排污水、反渗透浓水、矿井水等多种水质的软化。预计未来五年推广比例达到 5%，年节水 6000 万立方米。

技术支撑单位：西安唯源环保科技有限公司

联系人：胡瑞柱 联系方式：18710868773

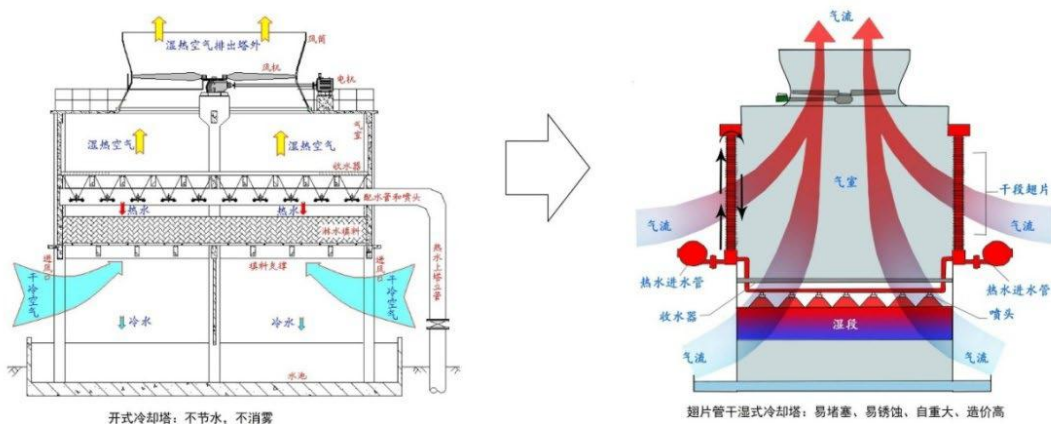
## 案例四：高效开式节水型冷却塔

### 1.技术适用范围

适用于工业循环冷却水系统。

### 2.技术原理及工艺

采用钢铝复合翅片管空冷技术与普通开式冷却塔相结合，通过提高气室高度，增大换热面积，极大可能的利用风机余量提高节水率，冬季实现纯空冷（零雾），冷却塔节水率可达 50%以上。结构示意图如下。



高效开式节水型冷却塔结构示意图

### 3.技术指标

高效开式节水型冷却塔技术指标一览表

序号	名称	参数
1	进塔空气干球温	27.7℃
2	进塔空气湿球温	20.7℃
3	大气压力	89084 Pa
4	进塔水温	40℃
5	出塔水温	30℃
6	设计总水量	10000 m <sup>3</sup> /h
7	单塔设计水量	2500 m <sup>3</sup> /h
8	单塔尺寸	13×13
9	风机直径 mm	9750
10	电机功率 kW	200
11	电压等级 V	380
12	节水率%	50

#### 4.技术特点及先进性

该装备采用冬季空冷、夏季空冷与蒸发冷相结合方式，解决工业循环水补水量大的问题；采用“顶部加装水平风门和垂直风门挡的干湿式冷却塔”，解决节水消雾冷却塔干段和湿段的配风问题；采用“能拆卸的卡扣式轻便型防尘网”，解决翅片管外易被灰尘飘絮等堵塞问题，空气过滤装置易清洗更换。该装备不仅注重提高冷却塔的热力性能及节能降耗，而且发挥了空冷和蒸发冷各自的优点，将两种成熟技术有机组成一体，既克服了干空冷带来的占地大，能耗高，造价高等问题，又克服了开式冷却塔的水耗大、羽雾大的问题。在实际工程的应用中平均节水率达50%以上，真正既解决了缺水地区的节水问题，又消除了可见雾团。

#### 5.应用案例

项目名称: 新能能源有限公司 20 万吨/年稳定轻烃项目  
循环水系统节水冷却塔

项目概况: 新能能源有限公司内蒙古达拉特旗, 属于黄河流域, 本项目占地面积 676 平方米, 循环水总流量为 10000m<sup>3</sup>/h, 2017 年开工, 2018 年投入使用, 主要设备有节水消雾装置、百叶窗、填料、收水器、风机、电机、配水系统等设备, 共投资 1300 万元。该项目配套的高效开式节水型冷却塔, 采用了一种大面积空冷器和填料蒸发冷却相结合的方式, 冬季实现空冷, 夏季空冷与蒸发冷相结合的方式, 年均节水率 50%以上。

## **6.推广前景**

高效开式节水型冷却塔可广泛应用于钢铁、化工、制药、化纤、炼油等领域循环水冷却塔节水消雾, 具有运行稳定, 节水效率高、消雾效果好等特点, 推广前景较好。预计未来五年推广比例达到 10%, 年节水 180000 万立方米。

技术支撑单位: 中化工程沧州冷却技术有限公司

联系人: 李子龙            联系方式: 15612799768

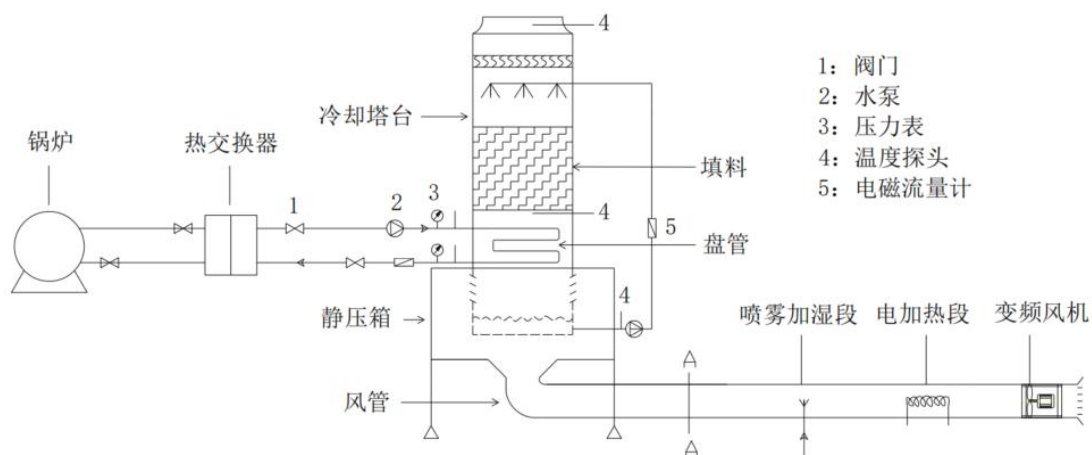
## 案例五：高效逆流闭式冷却塔

### 1.技术适用范围

适用于工业循环冷却水系统。

### 2.技术原理及工艺

系统中的循环冷却水（一次侧）进入闭式冷却塔的冷却盘管内循环，冷却塔具有喷淋水（二次侧）冷却水循环系统，选用低扬程、大流量、功率小的循环喷淋泵，节能节水。循环冷却水（一次侧）的热量经由喷淋水（二次侧）冷却水吸收后，喷淋水（二次侧）冷却水的热量再由空气吸收带走，达到良好的冷却效果。



高效逆流闭式冷却系统示意图

### 3.技术指标

高效逆流闭式冷却塔有较好的冷却效果，同时也保证了冷却系统循环水的水质，有效提高了工业生产过程中水的循环利用效率。空调系统选用闭式冷却塔，只需对冷却塔本身的喷淋系统进行定期维护，冷却水系统可长期保持高效率运行，水质不受外界影响。对比开式冷却塔，在使用过程中，

必须定期对冷却塔、循环水泵、管路系统等水系统进行清洗及更换，从节水效益来看，高效逆流闭式冷却塔大大减少循环水的损耗，节水率达 10%-15%。

#### **4.技术特点及先进性**

塔体结构的关键零部件已取得多项专利，该系列产品已获得 CTI 认证、CE 认证，符合 GB/T 7190.3-2019 标准。产品整体结构紧凑，占地小，模块化全钢设计，盘管采用斜置结构设计，具自排功能，减少冬季结冰爆管概率。系统设备可维持长期高效率运行，节省维护费用，提高水的利用效率。

#### **5.应用案例**

项目名称：安徽某公司新建冷却循环水项目

项目概况：安徽某公司新建的生产设备及机组，对冷却循环水系统的水质要求及节水效益要求较高，选用逆流闭式冷却塔。从 2022 年 3 月投产使用，经过数月制冷周期的验证，闭式冷却塔完全达到各项指标要求，节水量约 2 万立方米/年，节约成本 4 万元/年。

#### **6.推广前景**

高效逆流闭式冷却塔可用于冷冻空调系统、工业循环冷却水系统，有较好的经济和社会效益，市场应用前景广阔。预计未来五年推广比例达到 10%，年节水 500 万立方米。

技术支撑单位：上海良机冷却设备有限公司

联系人：查小欢      联系方式：13916380488

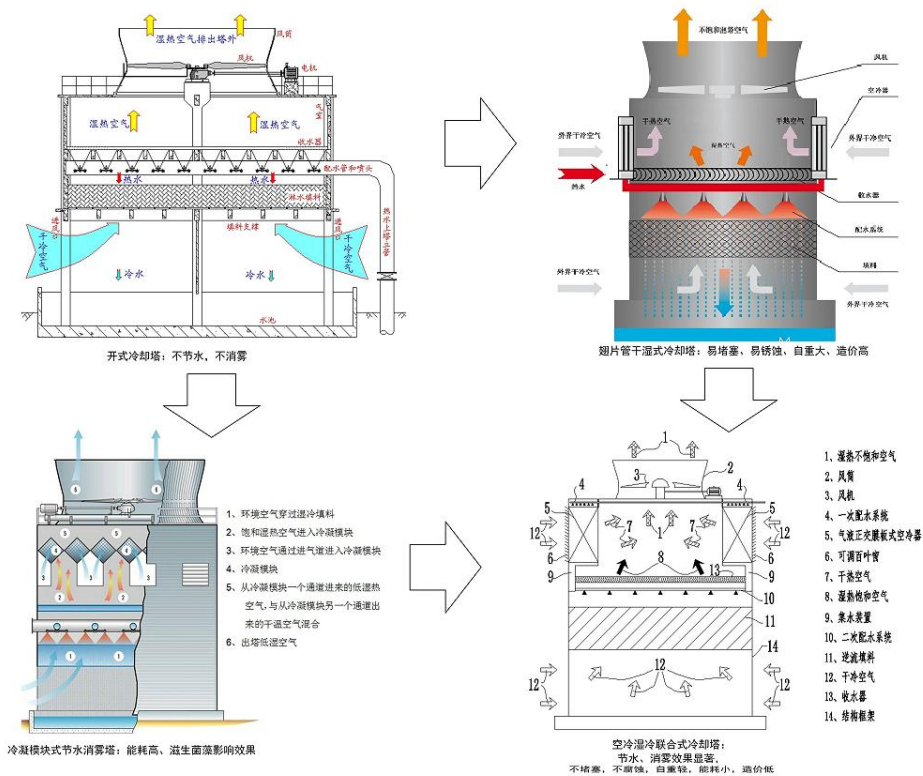
## 案例六：空冷湿冷联合式节水消雾冷却塔

### 1.技术适用范围

适用于工业循环冷却水系统。

### 2.技术原理及工艺

在常规冷却塔的基础上，气室两侧增加空冷器。一部分循环水先通过空冷器，经过空冷器进行间壁传热冷却降温后，再进入冷却塔配水系统，在填料表面流动进行蒸发传热和传热，实现传质传热物理过程。第一个过程水与气没有接触，是间壁传热，不存在蒸发损失，通过调节两部分的百页窗风门，从而控制冷却塔出塔水温和可视羽雾的消除。结构示意图如下。



空冷湿冷联合式节水消雾冷却塔结构示意图

### 3.技术指标



空冷湿冷联合式节水消雾冷却塔技术指标一览表

序号	名称	参数
1	干球温度℃	33.4
2	湿球温度℃	20.4
3	大气压 Pa	93730
4	相对湿度%	76
5	进塔水温℃	38
6	出塔水温℃	28
7	进塔水量 m <sup>3</sup> /h	4700
8	淋水密 m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> .h	14.03
9	单塔尺寸 m	18.3×18.3
10	风机直径 mm	9750
11	电机功率 kW	220
12	电压等级 V	6000
13	节水率%	21
14	消雾效果	少雾型

#### 4.技术特点及先进性

新型空冷湿冷节水消雾冷却塔，在实现节水消雾目的的同时，降低能耗和成本，延长使用寿命。与翅片管干湿式冷却塔相比：原创的气液正交膜板式空冷器，采用塑料材质替代金属材料，克服了翅片管的锈蚀问题，同时使冷却塔载荷最小化，消除了水流道泥垢堵塞和空气流道的灰尘丝絮堵塞的问题，冷却塔可以长周期运行，不存在性能衰减问题，传热系数及节水消雾性能，长期保持不变；与冷凝模块节水消雾技术相比：换热效率更高；节水能力可达21%，消雾效果可达少雾型，运行可靠稳定。

#### 5.应用案例

项目名称：神华新疆化工有限公司第一循环水场冷却塔节水消雾改造项目

项目概况：神华新疆化工厂位于新疆自治区乌鲁木齐市米东区的甘泉堡经济技术开发区，项目占地面积 1674.45 平方米，主要设备有节水消雾装置、百叶窗、收水器等设备，本项目共投资 1000 万元。项目配置空冷湿冷联合式节水消雾冷却塔，应用开式循环水气液正交膜板式空冷器，在每台塔上塔阀门前增加同管径旁路，将回水引至塔体两侧新增的空冷装置，循环水回水在空冷装置中完成一部分冷却后回到原冷却塔布水管，继续执行与改造前一致的接触式水冷换热。通过增加的空冷装置完成一部分换热，减少蒸发冷部分换热，从而实现节水；外界干冷风通过空冷装置后变为干热风，与水冷形成的饱和热蒸汽混合，混合气体的饱和阈值提高，从而出塔不易成雾，达到环保目的，可实现年节水量超 56.4 万立方米/年，消雾率达 85%以上。

## 6.推广前景

空冷湿冷联合式节水消雾冷却塔已取得良好的使用效果及产品的工程化，可降低雾气排放和工业水中药剂对环境污染，实现循环水冷却塔的节水降碳整体创新。预计未来五年推广比例达到 20%，年节水 147000 万立方米。

技术支撑单位 1：中化工程沧州冷却技术有限公司

联系人：李子龙                      联系方式：15612799768

技术支撑单位 2：中冷环境科技有限公司

联系人：王建勋                      联系方式：15503175578

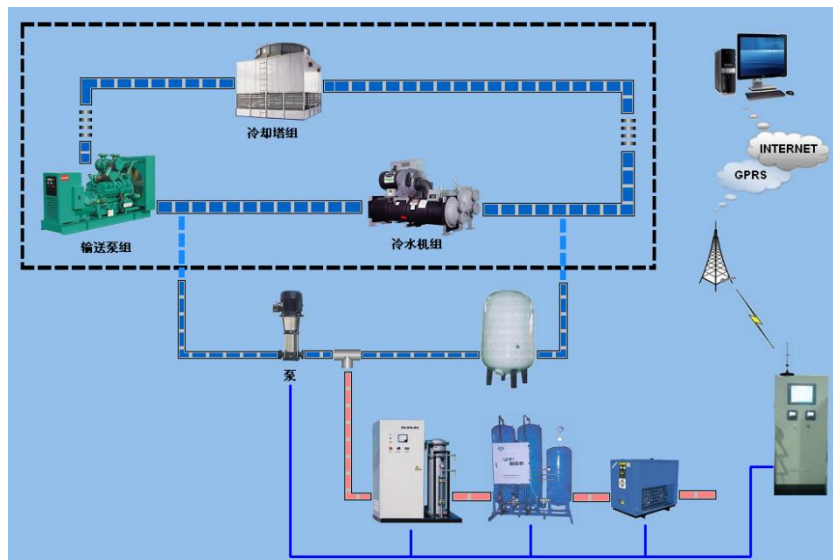
## 案例七：智能化环保型循环冷却水处理设备

### 1.技术适用范围

适用于工业循环冷却水系统。

### 2.技术原理及工艺

在应用制氧设备的基础上，产生出臭氧，然后按一定的比例有控制地加入到冷却水中。使用臭氧等强氧化性物质，在水中产生一系列自由基反应的技术，它可使水中有机物与微生物分解与破坏，产生易于生化处理的小分子物质和天然无害的物质，无二次污染且使水质得到消毒。通过实时动态监控，以臭氧为主的高级氧化工艺取得腐蚀和结垢的平衡，杀灭微生物，除垢阻垢，提高热交换效率，同时提高水的利用率。



智能化环保型循环水处理设备硬件系统结构图

### 3.技术指标

智能化环保型循环水处理设备技术指标一览表

指标	参数
浊度	≤5NTU
pH	7.0-9.2
总铁	≤1.0mg/L
细菌总数	≤1000 个/mL
生物黏泥	≤3 mL/m <sup>3</sup>
腐蚀率	<0.075 mm/a (碳钢)
污垢热阻	<3.44×10 <sup>-4</sup> m <sup>2</sup> ·K/W

#### 4.技术特点及先进性

具有显著的阻垢和除垢能力，有效提高热交换设备能效，且无抗药性，杀菌率达到 99.9%；提高循环水利用率，减少污水排放量，节水率高；降低设备腐蚀率，延长设备寿命（挂片试验表明，低碳钢腐蚀率仅为国家设计标准的 30-50%）；在空调冷却水处理领域，优于传统的化学药剂处理法，大幅减少环境污染。

#### 5.应用案例

项目名称：上海申通轨道交通有限公司冷却系统项目

项目概况：上海申通轨道交通有限公司在 5 个地铁站点应用了的冷却系统应用了智能化环保型循环冷却水处理设备，其循环冷却水的平均细菌总数小于 1000 个/mL，符合国家标准要求；能代替原加化学药剂与电子除垢仪结合的处理方法，消除化学品排放对水环境造成的污染，达到减排目的；该技术能有效提高空调系统的热交换效率，降低设备运行能耗。

#### 6.推广前景

智能化环保型循环冷却水处理设备可广泛应用于冷却循环水系统，达到阻垢、杀菌、节能的作用。预计未来五年推广比例达到 1%，年节水 500 万立方米。

技术支撑单位：上海轻工业研究所有限公司

联系人：方嘉勇      联系方式：13918521984

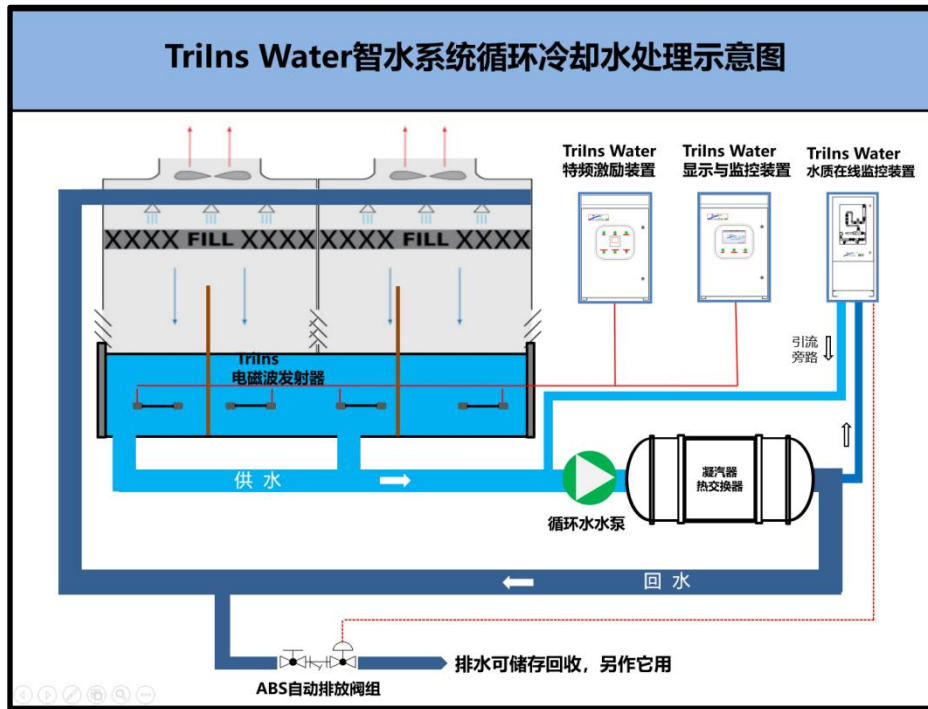
## 案例八：零药剂循环冷却水处理系统

### 1.技术适用范围

适用于工业循环冷却水系统。

### 2.技术原理及工艺

该技术运用特定频率范围的交变脉冲电磁波（TriIns 特频）对水进行处理，促使冷却水中形成无附着性的碳酸钙及在钢铁表面形成致密稀薄的磁铁层，解决结垢和腐蚀问题。电磁波处理区域的细菌新陈代谢受到干扰，藻类叶绿素被降解，微生物得到有效控制。成对的 TriIns 电磁波发射器挂靠安装于冷却塔塔盘并浸没于冷却水中，通过信号线缆与塔外的特频激励装置相联，通过极低的电能消耗对循环冷却水反复叠加充能处理，获得符合并优于国家规范要求的循环冷却水处理效果。TriIns Water 水质在线监控系统联动 ABS 自动排污系统，基于关键水质参数限值（如电导率）对冷却水系统进行自动排放控制，各水质检测仪表亦会通过数据采集分析系统与电磁波激励装置连锁控制，控制水质指标、优化输出。处理工艺流程示意图如下。



### 3.技术指标

(1) 结垢控制：换热器冷却水侧无新的碳酸钙硬垢生成；

(2) 腐蚀控制：循环冷却水中的总铁  $Fe \leq 1.0\text{mg/L}$ ；

(3) 微生物控制：循环冷却水系统异养菌总数  $\leq 1.0 \times 10^4 \text{CFU/mL}$ ，冷却塔浸没于冷却水部分的藻类得到有效控制；

(4) 在不添加化学药剂并满足上述处理指标的前提下，提升浓缩倍数，排污量较无处理或化学法处理减少 30%以上，即等量减少所需补充水量；提升系统换热效率，能耗降低 3%-6%。

### 4.技术特点及先进性

采用安全频段电磁波，零药剂处理循环冷却水，形成了不同于化学药剂法的技术路线，结垢控制、腐蚀控制及微生

物控制效果均优于国家标准，无污水及其他有害物质排放，节水节能；循环冷却水水质在线监控，水处理设备智能运行，无人值守，远程代维；挂靠式安装，不破坏循环冷却水系统管路及设备，新建或改建项目均简单易行；运行仅需少量电耗，无其他耗材，设备投入回报周期短。

## 5.应用案例

项目名称：湖州旺能南太湖垃圾焚烧发电循环冷却水处理

项目概况：湖州旺能南太湖垃圾焚烧发电厂日垃圾焚烧处理量 750 吨/天，配套发电机组额定发电量 18.0 MW，配备 1 套 6400m<sup>3</sup>/h 循环量的机力通风式冷却塔。该系统于 2022 年 01 月投运并停用原化学加药处理，系统浓缩倍数显著提升，年节水 10.9 万 m<sup>3</sup>/年；系统换热效率大幅提升，发电机组产电出力提升 168 万 kWh/年；零药剂处理，无需化学加药费。

## 6.推广前景

零药剂循环冷却水处理系统在大型数据中心、火力发电及分布式能源站推广及应用前景广阔。预计未来五年推广比例达到 5%，总节水量超过 6500 万吨/年。

技术支撑单位：上海莫秋环境技术有限公司

联系人：顾荧苒            联系方式：17269570892



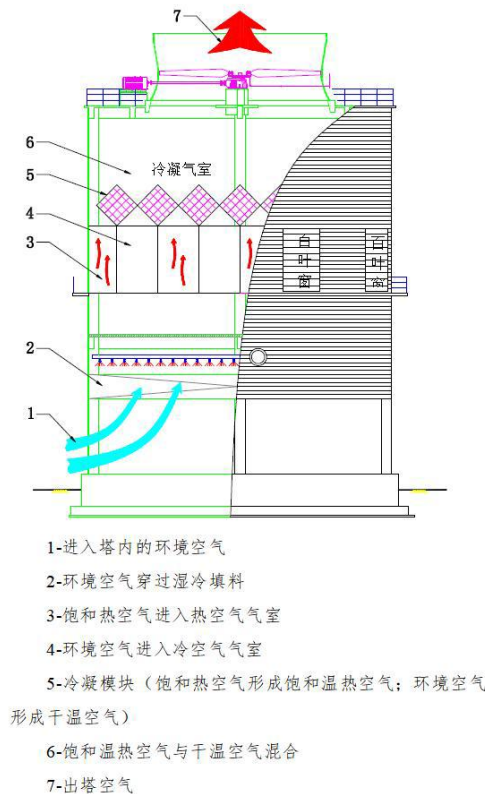
## 案例九：冷却塔节水消雾技术

### 1.技术适用范围

适用于工业循环冷却水系统。

### 2.技术原理及工艺

冷却塔外干冷空气从底侧进入塔内，向上穿过填料，同喷淋在填料表面上的水膜状冷却循环热水进行水气热交换，温度升高；变湿的空气继续向上进入冷凝气室，通过冷凝模块对水气进行降温、凝结，并通过百叶窗自动调节，调整进入气室的干冷空气流量，实现对冷凝模块冷凝效果的调节，达到最佳消雾凝水效果，温干空气从塔顶排出。结构及运行示意图如下。



冷却塔结构示意图

### 3.技术指标

适用于大温差降温的场景，水和填料接触面积提高 18.5%，增加进水通道，热交换效能提高 21.3%。配水系统在填料表面配水均匀性达到 99.4%，每个喷头的流量偏差均在 5%以内，单个喷头的喷洒效果均匀，喷洒状态完全呈水膜状。节水率达到 35%。

#### **4.技术特点及先进性**

消雾节水冷却塔比市面其他节水消雾冷却塔降低干冷空气进塔阻力 20%、能耗 10%，节水率达到 35%。另外，该塔型后期不需维护，维护成本远低于其他节水消雾冷却塔的管件定期疏通清理、部件的更换等。

#### **5.应用案例**

项目名称：重庆湘渝盐化股份有限公司消雾节水冷却塔项目

项目概况：该项目位于长江经济带，要求在保护生态的条件下推进项目建设，实现经济发展与资源环境相适应，节水综合效益 150 万元/年。项目总投资 445.68 万元，建设 4 台钢筋混凝土结构消雾节水冷却塔，占地面积 1662 平方米。于 2022 年 4 月开工，施工周期 150 天，2022 年 8 月试车通水运行。该项目单塔使用冷却循环水 3500m<sup>3</sup>/h，4 台塔使用冷却循环水 14000m<sup>3</sup>/h，重庆常年平均冷却循环水自然蒸发量为 1%，4 台塔冷却循环水自然蒸发水量 140m<sup>3</sup>/h，消雾节水冷却塔每小时可节约蒸发水量 35%，每年可节水 39.2 万 m<sup>3</sup>，节省成本 196 万元。

#### **6.推广前景**

冷却塔消雾节水技术主要应用在工业循环冷却水系统，具有较好的推广前景。预计未来五年推广比例达到 20%，年节水 8000 万立方米，石化、化工、纺织、造纸、冶金及火力发电等高耗水行业将是主要的应用场景。

技术支撑单位 1：中国石油化工股份有限公司镇海炼化分公司

联系人：蕾华

联系方式：13586506056

技术支撑单位 2：国能新疆化工有限公司

联系人：王晓旭

联系方式：15099155328

## 案例十：工业冷却塔新型旋流导叶节水装备

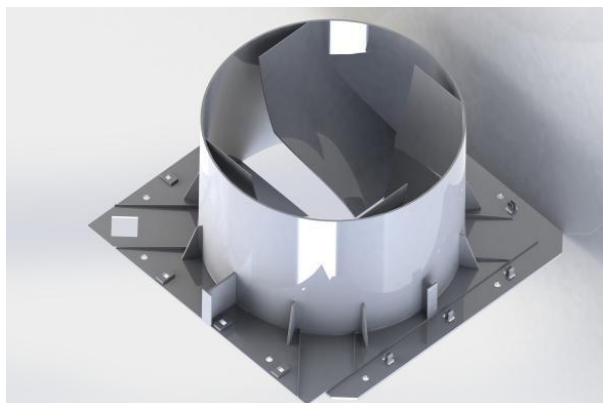
### 1.技术适用范围

适用于工业循环冷却水系统。

### 2.技术原理及工艺

安装在冷却塔淋水盘的上部，主要作用是截留塔内上升的气流液滴，达到节省塔内循环冷却水的目的。本装置内部增加的导叶结构，改变了流出湿空气的流动状态，加速气流的旋转，造成了气体动程上的增加，由层流变为湍流，增大了液滴之间的碰撞几率，使直径较小的液滴快速碰撞融合成直径较大的液滴，打破“临界水”的汽液平衡状态。水蒸汽中的水分子及微小液滴碰撞集聚成大液滴被新型旋流收水器收集，由于发生聚并的水分子及微小液滴的直径较小，从而收集到了传统波纹板无法收集到的水。

新型旋流导叶节水装置除了能够将直径较大的液滴拦截，还能通过其结构将携带微小液滴的湿空气旋转形成涡流，增大微小液滴的聚并几率，从而提高整体节水效率。



旋流导叶节水装置结构示意图

### 3.技术指标

(1) 较波纹板收水器的节水量提高 20%-30%;

(2) 材料的物理和化学性能优于波纹板收水器, 降低设备维修费用和更换频率, 使用寿命可达 8 年以上;

(3) 提供循环水流量、运行工况等数据监测, 为智能化工厂提供可靠的数据源。

#### 4. 技术特点及先进性

(1) 理论创新: 提出收集临界态 5-50 微米的液滴的方法, 在涡环境里, 通过研究液滴大小对其运动的影响及其相互碰撞所产生的变化以及得到的液滴直径、风速与涡流大小三者之间的关系, 进而改变气液两相流体的运动状态, 提高液滴的聚并几率加大液滴动程来达到收集容易随风逃逸的 5-50 微米的临界态液滴。

(2) 材料创新: 采用玻璃纤维增强聚丙烯复合材料, 减小了收水器重量, 提高了装置的抗弯强度、拉伸强度, 增加了抗静电能力、导热性能、提高吸水性。克服传统 PVC 材质的易老化破损的缺点, 延长更换周期;

(3) 结构创新: 采用直径为 400 mm, 高度为 200 mm, 导叶宽度为 150 mm, 4 个导叶有利于涡流环境下液滴聚并, 单体采用组态化设计, 便于调压、泄流和安装。

(4) 工艺过程创新: 依据塔型、风速、温度、压力等运行工况, 可实现定制型的架构设计, 实现塔内两相流体的科学运行, 形成了有利于提高节水效率的运行环境。

(5) 辅助系统创新: 开发了冷却塔节水和工况监测的评价系统。

## 5.应用案例

项目名称：内蒙古霍煤鸿骏铝电有限责任公司电力分公司“火电厂冷却塔新型节水系统的研制与应用项目”

项目概况：内蒙古霍煤鸿骏铝电有限责任公司电力分公司二期5号机组150MW汽轮发电机组，淋水面积约1800平方米，采用传统波纹板收水系统，年节水量约8万吨，收水效益已达到上限且波纹板收水器易老化，使用年限不长，每2年需要进行更换。2019年8月针对5号机组实施新型旋流导叶节水装置及节水技术除水层结构改造后，与未改造前对比，年增加节水量约23.85万吨，年节水效益约112万元；对该厂冷却塔循环水降温经厂内运行一年数据统计，降低了0.5℃以上的循环水端差，发电煤耗能够降低0.5g/kwh，年节煤469吨，年节煤效益约23万元；运行过程中未产生设备之外的运行成本，使用寿命至少比波纹板延长两倍以上，8年免维护，节省更换及维护费用约10万元/年。

项目名称：浙江桐乡泰爱斯环保能源有限公司机械通风冷却塔收水器改造项目

项目概况：桐乡泰爱斯环保能源有限公司的DJ-NV-2000支撑逆流式机械通风冷却塔，单塔淋水面积144平方米，循环水达不到四级水平衡监测标准，内收水层使用的为改性PVC材质波纹板，收水效果较弱，循环水蒸发损失严重，水资源的大量浪费，且对填料、喷头破坏及管道堵塞等相关设施造成的影响。2020年4月，对公司的2座DJ-NV-2000支撑逆流式机械通风冷却塔，进行新型旋流导叶节水装置及节

水技术除水层结构改造，改造后年增加节水量约 137149 吨，年节水效益 64.46 万元；风机电机频率可降低满功率的 60%-70%，单个电机每年节电约 211200kwh，节约成本 27.46 万元；其使用寿命至少比波纹板延长两倍以上，8 年免维护，节约更换及维护费用约 5 万元/年。

## **6.推广前景**

新型旋流导叶节水装置主要应用在火电厂、化工厂双曲线冷却塔及机械通风冷却塔的循环冷却系统，具有较好的推广前景。预计 2027 年推广比例可达到 2.5%，年节水量可达 944 万立方米。

技术支撑单位：内蒙古达智能源科技有限公司

联系人：王夏婷            联系方式：15771342443

## （二）废水处理及循环利用技术

### 案例十一：基于合成微生物法的生物膜流化床技术

#### 1. 技术适用范围

适用于工业高盐废水资源化利用。

#### 2. 技术原理及工艺

是活性污泥法、生物膜法和功能微生物技术三者结合工艺，技术路线主要包含复合厌氧流化床、间歇曝气好氧流化床和功能微生物强化等三方面技术，具体构成如下：

复合厌氧流化床，是基于现代厌氧反应器中膨胀颗粒污泥床（EGSB）和厌氧内循环（IC）反应器的技术特点。将微生物、复合填料与生物膜降解、生物倍增和高效脱气技术结合到流化床工艺，通过功能分区设计将厌氧生物降解、泥水脱气和泥水分离组合到流化床内完成的新型高效厌氧反应处理器。

间歇曝气好氧流化床，是基于活性污泥和生物膜降解有机物的技术原理，通过对生物反应器进行功能分区设计和投加功能微生物填料，构建悬浮生长和附着生长“双泥”共生微生物系统；通过间歇曝气搅拌，促使混合液在床内流化循环的同时，实现阶段厌氧缺氧和好氧。在一个反应器内完成生物降解、生物膜脱除、料泥分离和泥水分离的流化床。

功能微生物基因组，采用苯酚氯仿抽提法或基因组试剂盒提取所分离的优势菌株的基因组，经浓度、纯度检测，合格后进行全基因组序列测定，测序结果经 Fast QC 质量检测



合格后，利用 SPAdes 和 RAST 在线注释网站对测序结果进行组装和注释，通过 NCBI 数据库对功能基因进行再确认，或者全基因组序列数据，获得高效降解微生物，并利用选择培养基，对微生物的降解功能进行强化。



基于合成微生物技术生物膜流化床工艺流程图

### 3.技术指标

传统活性污泥法对应的一级 AO 生化反应水力停留时间为 80-120 小时，二级 AO 生化反应水力停留时间在 20-40 小时，生化运行出水化学需氧量在 300 mg/L 以上。该技术对应的一级 AO 流化床水力停留时间为 35-60 小时，二级 AO 生化反应水力停留时间在 10-20 小时，生化运行出水化学需氧量在 150mg/L 以下。

### 4.技术特点及先进性

与传统活性污泥技术相比，流化床工艺具有高生物浓度、高处理效率、污泥废气少的特点。在工程项目上，其先进性表现在占地少，投资省，运行费用低等方面。在同等进出水水质指标要求下，流化床工艺与活性污泥技术项目对照指标为：建造、运行费用节省 10-20%；占地减少 20-30%；污泥废气减排 20-30%。

## 5.应用案例

项目名称：新疆宣泰环保能源有限公司 50 吨/小时兰炭废水生化处理工艺包设计项目

项目概况：该项目进水为煤化工厂蒸氨脱酚装置出水，来水水质中有机物、总酚和氨氮浓度高。本项目选择生物反应器内具有高生物浓度和高生物活性的流化床工艺，其中高浓度酚氨进水先经厌氧流化床降解大部分有机物后，和其它低浓度废水进入 AO 流化床进行有机物、氨氮等污染物处理，生化出水化学需氧量 $\leq 150\text{mg/L}$ ；油 $\leq 3\text{mg/L}$ ；酚 $\leq 5\text{mg/L}$ ；氨氮 $\leq 10\text{mg/L}$ 。经深度处理工艺后，最终项目出水水质满足循环水回用要求。本项目为工业生产提供循环水回用。每天单位水量投资 16800 元/立方米，生化处理直接运行成本 6.9 元/立方米，实现年节水 40 万立方米。

## 6.推广前景

合成微生物技术的生物膜流化床生化技术装备可广泛应用于钢铁焦化废水、煤化工废水、城镇污水生化处理新建和提标改造。该技术目前处于研发阶段，阶段性成果具备一定节水潜力，可带来较好的社会经济效益。

技术支撑单位：联合滤洁过滤技术（武汉）有限公司

联系人：韩显斌

联系方式：18086693082

## 案例十二：高盐难降解有机废水资源化零排放技术

### 1. 技术适用范围

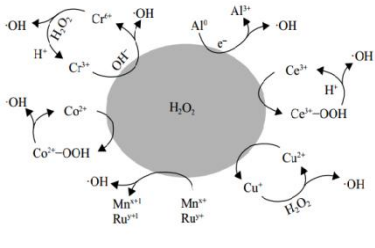
适用于工业高盐废水资源化利用。

### 2. 技术原理及工艺

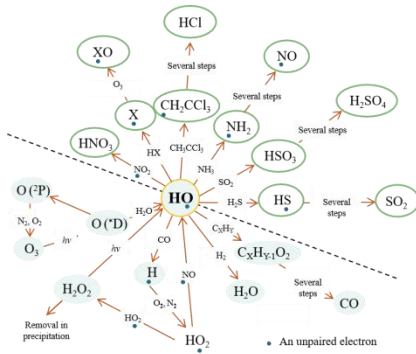
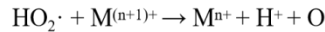
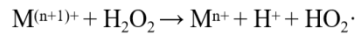
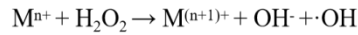
#### (1) 技术原理

##### ① 非均相催化氧化技术

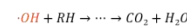
纳米级催化材料和专用配套设备，可确保在不同浓度（5 g/L-150 g/L）盐水中释放出大量羟基自由基（ $\cdot\text{OH}$ ），利用羟基自由基（ $\cdot\text{OH}$ ）的高活性、高反应性对废水中的分子量 大、结构稳定的有机物进行高效降解，实现有机物分解、水体脱色、氨氮脱除等重要水体净化指标。



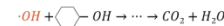
$\text{H}_2\text{O}_2$ 在催化剂表面分解的自由基机制



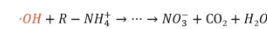
有机污染物的液相燃烧



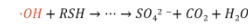
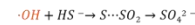
生物难降解有机物的矿化



氨氮脱除



水体除臭



水体脱色



非均相催化氧化技术示意图

##### ② 多相盐分离浓缩结晶净化技术

将膜技术和蒸发结晶技术的应用进行深度开发和融合，建设了膜在不同盐相废水中的应用数据库，结合晶体净化技

术，建立一整套多相盐分离浓缩结晶净化技术体系，实现多相盐分离并生产出达到国家副产盐标准的工业盐产品。

## (2) 工艺说明

经生化处理后焦化废水首先进入调节池，对水质水量进行调节，经泵提升依次进入一级高效沉淀池，水中富集的胶体、悬浮物、碱度、硬度及氟化物等得到去除；沉淀后的出水进入多介质过滤器，对未沉淀去除的细碎沉淀物进行截留；过滤后的出水进入臭氧催化氧化反应装置，将水中的有机物降解至 150 mg/L 以后进入一级超滤系统；一级超滤进一步去除水中残留的悬浮物、胶体、黏泥、微生物等细小颗粒杂质。一级超滤出水经泵提升至反渗透进行浓缩处理，产水送至回用水箱，浓水进入后续处理单元。

反渗透浓水经泵提升依次二级高效沉淀池、二级多介质过滤器，水中残留的胶体、悬浮物、碱度、硬度及氟化物等得到去除；过滤后出水经泵提升进入一级催羟基催化氧化反应装置，对水中的有机成分进行降解去除；一级催羟基催化氧化反应装置出水经泵提升进入二级超滤系统；二级超滤进一步去除水中残留的少量悬浮物、胶体、黏泥、微生物等细小颗粒杂质。二级超滤出水经离子交换树脂将杂质离子进行吸附去除，出水进入后续纳滤分离系统。

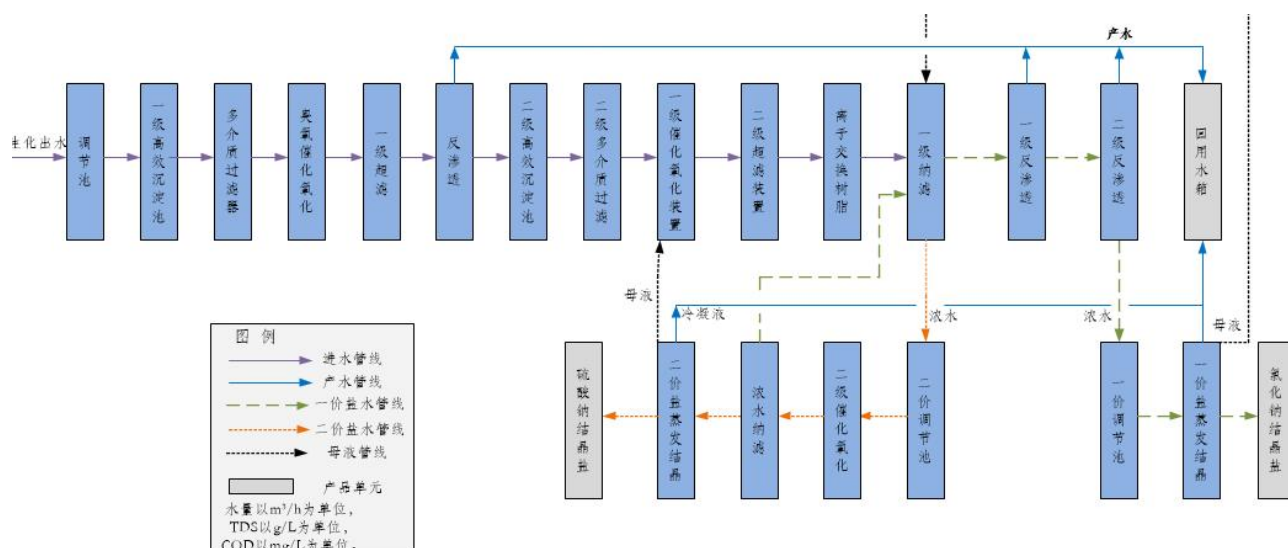
离子交换树脂的出水进入一级纳滤装置进行分离纯化处理，对溶解性的有机物和二价离子进行截留分离，一级纳滤产水依次进入一级反渗透、二级反渗透；经反渗透浓缩分离后浓缩液进入一价调节池调节后，最终进入氯化钠蒸发结

晶。

一级纳滤的浓水进入二价调节池，经调节后进入二级羟基催化氧化反应装置，将有机物降至 30 mg/L 以后，送至浓水纳滤继续浓缩分盐处理；浓水纳滤的产水（与一级催化氧化的出水一起）进入一级纳滤继续分离纯化处理，浓水纳滤的浓缩液最终进入硫酸钠蒸发结晶。

蒸发结晶系统采用晶体净化结晶技术，通过控制蒸发结晶装置的温度、蒸发量和母液回流，最终制得硫酸钠满足《煤化工副产硫酸钠》（T/CCT001-2019）中 A 类一等品的理化指标、《煤化工副产氯化钠》（T/CCT002-2019）中工业干盐一级标准的理化指标。而蒸发结晶分离母液回流至前端处理单元继续循环处理。

反渗透产水、一级反渗透产水、二级反渗透产水及蒸发结晶的冷凝液分别送至回用水箱，回用于企业生产。



工艺流程示意图

### 3. 技术指标

对煤化工、焦化、医药、印染等重点行业生产过程中产生的工艺废水中的有机物进行高效降解，将无机污染物全部转化为达到国家标准的化工产品（盐、酸、碱），降低废水综合处理费用 40%以上，同时实现水资源全部回用于企业生产，达到废水零排放，水重复利用率达 99.9%。

#### 4.技术特点及先进性

高盐难降解有机废水资源化零排放技术及工艺中的核心技术为非均相催化氧化技术及设备，该技术及设备可在常温常压的环境下，在高盐有机废水环境中稳定运行，达到 80%以上的有机物降解率，不产生二次污染。

#### 5.应用案例

项目名称：清创人和（襄垣）10000t/a 杂盐综合利用示范项目

项目概况：化工企业在生产过程中会产生大量含盐难降解有机废水，其中的有机物污染物高毒有害，对环境危害极大；且有机物种类多、稳定性强、含量高等特性，目前应用的有机物降解方式均无法对其有效降解。清创人和（襄垣）10000t/a 杂盐综合利用示范项目运用“高盐难降解有机废水资源化零排放技术及工艺”，将煤化工、焦化、制药等化工行业在废水处理过程产生的含有有毒有害成分的含盐废液或固体废盐进行资源化处理。项目正式运营后，每年可对 10200 吨焦化废水处理产生的废盐实现资源化利用，等同于年处理 200 万吨焦化废水，并全部回用于企业生产，年节水量为 200 万吨，按照目前循环补充水平平均单价 0.9 元/m<sup>3</sup>，相

当于可实现节水效益 180 万元/年。还可生产高纯度（99%）硫酸钠及氯化钠，达到副产盐国标，形成市场价值。

## **6.推广前景**

高盐难降解有机废水资源化零排放技术，可对有机物进行高效降解，将无机污染物全部转化为达到国家标准的化工产品（盐、酸、碱），降低废水综合处理费用 40%以上，同时实现水资源全部回用于企业生产，达到废水零排放，水重复利用率达 99.9%。该技术目前处于研发阶段，阶段性成果具备一定节水潜力，可带来较好的社会经济效益。

技术支撑单位：清创人和生态工程技术有限公司

联系人：郭旭超

联系方式：18634390577

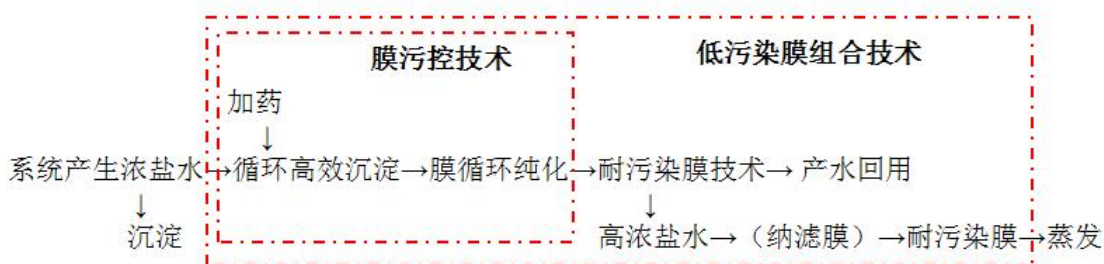
## 案例十三：高盐废水资源利用集成技术

### 1. 技术适用范围

适用于工业高盐废水资源化利用。

### 2. 技术原理及工艺

废水经调节池均质调节后，采用具有自主专利技术的预处理装置处理，保证水质符合双膜法（UF+RO）净化处理进水的要求，净化产水回收利用，高盐浓水经进一步预处理，采用先进的膜组合技术进一步浓缩，小流量浓盐水采用蒸发工艺实现盐的回收利用。



工艺流程示意图

### 3. 技术指标

在  $\text{COD} > 100\text{mg/L}$ ， $\text{TDS} > 10000\text{ mg/L}$  的进水条件下，反渗透实现夏季清洗频率 1 个月 1 次，耐污染膜大于 3 个月 1 次，运行周期较常规工艺延长 2 倍以上，反渗透浓水含盐量浓缩至 10% 左右。可实现 90% 以上工业废水的回收利用，净化水脱盐率高达 97%，10% 浓水高含量盐分实现回收利用，蒸发水冷凝回收利用，实现废水零排放。

### 4. 技术特点及先进性

（1）建立高效沉淀与管式膜的耦合工艺，采用低聚合度高分子絮凝剂及利用泥水内外循环多次与污染物接触絮



凝，实现了高浓度固液快速分离。

(2) 采用开放式宽流道耐污染膜，优化循环工艺，加大浓水侧流速 ( $>0.2\text{ m/s}$ )，缓解膜污染。

(3) 采用改良的全芳香高聚酰胺配方交联纳米亲水性材料制成膜材料，浓水网格粗细搭配特殊设计和定向卷制方式制成耐污染膜元件。

## 5.应用案例

项目名称：中盐昆山迁建年产 60 万吨纯碱项目污水回用及废水零排放项目

项目概况：中盐昆山有限公司主要从事纯碱与氯化铵的生产和销售，其在煤气化、联碱等各生产装置均有污水排出，污水根据生产装置的不同，含有不同浓度的污染物，其中以氨氮、有机物、含盐为主，经污水处理站处理后与循环水排污水、脱盐车站浓水一起起进入回用水站。应用案例属于项目的污水回用装置，采用浓水反渗透工艺，污水回用装置处理系统来水包括污水处理站达标废水、循环水站排污水、除盐车站排污水、未预见水量排水，总计  $550\text{m}^3/\text{h}$ 。采用废水零排放系统后，TDS 年削减量 4451.2 吨，化学需氧量年削减量约 22.4 吨、氨氮年削减量约 0.32 吨、氯化物 1443.2 吨。污水系统回收率高达 95.04%，同比增加 24.94%。

## 6.推广前景

高盐废水资源利用集成技术可广泛应用于石化、化工、电厂等领域高盐废水处理。预计未来五年推广比例达到 2.5%，年节水 1000 万立方米。

技术支撑单位：中电环保股份有限公司

联系人：张雨轩      联系方式：18751909170

### （三）非常规水利用技术

#### 案例十四：一体化兼氧 FMBR 膜污水处理设备

##### 1. 技术适用范围

适用于非常规水收集利用。

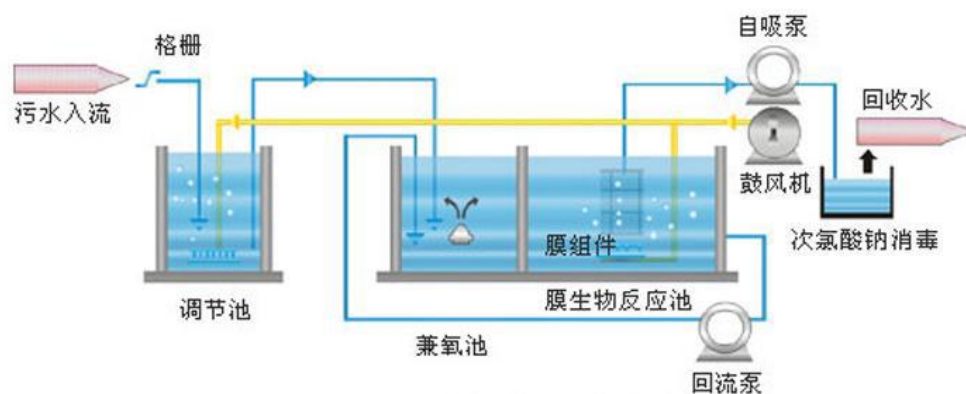
##### 2. 技术原理及工艺

依托兼氧 FMBR 技术，将废水处理与回用技术一体化，是一种将膜分离技术与生物技术有机结合的新型水处理技术。利用膜分离设备将生化反应池中的活性污泥和大分子有机物截留住，省掉二沉池。通过膜分离技术强化生物反应器的功能，使活性污泥浓度提高，其工艺设计对水力停留时间和污泥停留时间可实现分别控制，有效分解废水中的有机污染物，出水达到高品质再生水。

兼氧 FMBR 技术中的污泥以兼性厌氧菌为主，有机物的降解主要是通过形成较高浓度的污泥在兼性厌氧性菌作用下完成的。大分子有机污染物是被逐步降解为小分子有机物，最终氧化分解为二氧化碳和水等稳定的无机物质。由于兼性厌氧菌的生成不需要溶解氧，降低了动力消耗。曝气的主要作用是对膜丝进行冲刷、震荡，产生的溶解氧被用来氧化部分小分子有机物，维持出水的溶解氧值。

兼氧 FMBR 技术在实现污水处理回用的同时，实现了有机污泥的减量，可实现基本无有机剩余污泥排放，成功解决剩余污泥处置难题。F/M 比是影响污泥增值的重要因素，低 F/M 将使得生化系统中污泥处于高度内源呼吸相，进入系统

有机基质，最终被内源呼吸而代谢成为二氧化碳、水及少量无机盐。新增有机物在兼性厌氧菌的作用下一部分被分解为小分子有机物，继而被氧化分解为  $\text{CO}_2$ 、 $\text{H}_2\text{O}$  等无机物；另一部分被合成为细胞。在低污泥负荷条件下，新细胞又作为营养物在兼性厌氧菌的作用下继续作分解与合成的代谢，直至细胞最后全部代谢为  $\text{CO}_2$ 、 $\text{H}_2\text{O}$  等无机物。



工艺流程示意图

### 3.技术指标

一体化兼氧 FMBR 膜污水处理设备技术指标一览表

序号	项目	参数
1	化学需氧量	19
2	五日生化需氧量	3.5
3	氨氮	0.9
4	总磷	0.15
5	总氮	1.1

### 4.技术特点及先进性

(1) 培养能够同步处理污水、污泥的复合菌群以降解各种有机物，同时具有硝化去氮、除磷的功能。

(2) 建立兼氧 FMBR，解决常规 MBR 工艺能耗高的问题。

(3) 有机污泥近零排放，解决剩余污泥处理难题。

## 5.应用案例

项目名称：榆次区修文工业基地移动式污水处理站

项目概况：榆次区修文工业基地移动式污水处理站，占地 2.16 亩，处理规模为 1500m<sup>3</sup>/d，共有 8 套移动式污水处理装置，每套装置每天处理水量为 200m<sup>3</sup>/d。该项目采用一体化兼氧 FMBR 膜污水处理工艺，每年节水量为 57.6 万立方米/年，节水效益 161.28 万元/年。

## 6.推广前景

一体化兼氧 FMBR 膜污水处理设备可广泛应用于化工、医药、食品、市政等领域的污水处理，适用范围广。预计未来五年推广比例达到 20%，年节水 800 万立方米。

技术支撑单位：晋中天绿环保科技开发有限公司

联系人：姜小伟

联系方式：13663444446

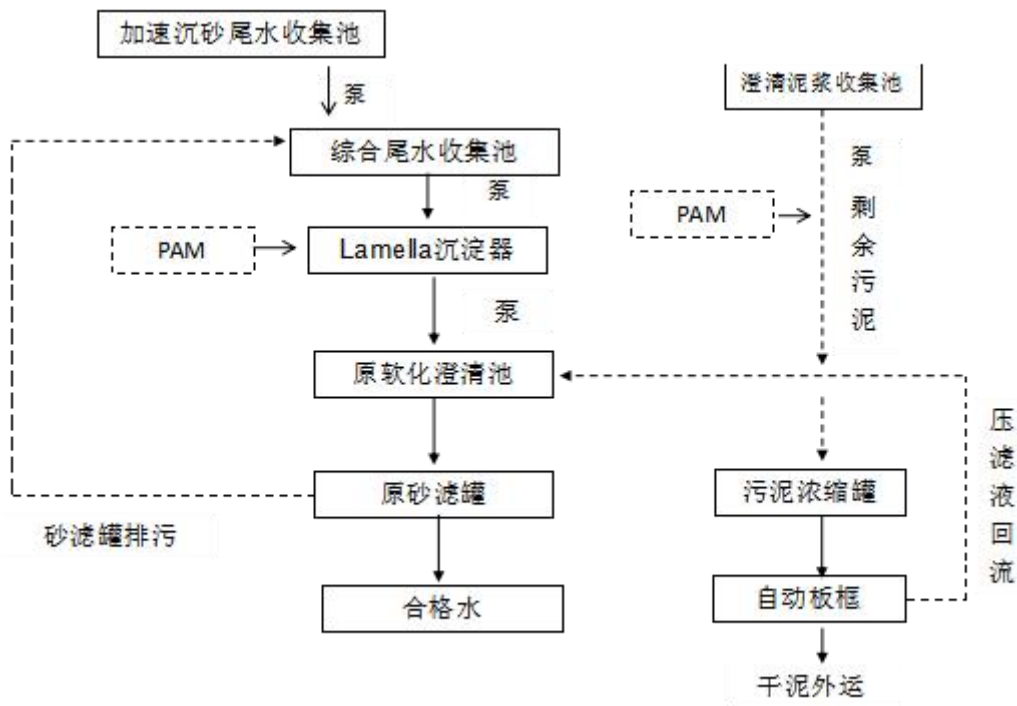
## 案例十五：制水厂“尾水”资源化利用技术

### 1.技术适用范围

适用于非常规水收集利用。

### 2.技术原理及工艺

采用“收集+高效沉淀分离+深度浓缩再分离+板框出泥饼”的综合工艺。工业预处理水厂或自来水厂反洗排泥水等进行收集，经过高效澄清池加入高分子进行絮凝沉淀，将泥水进行初步分离，清水回用；浓泥水进入污泥罐，污泥沉淀后，由泵输入板框压滤机，压滤泥饼进行外送处理。



工艺流程示意图

### 3.技术指标

- (1) 高效澄清池出水浊度小于 15NTU，pH:6-9;
- (2) 泥饼含水率小于 75%。

### 4.技术特点及先进性

(1) 新增设备少，无大基础建设，投资少，建设工期短，建设期间不会对生产系统造成影响。

(2) 实现零排放，清洁生产、绿色生产，具有较高的自动化程度，在同类装置中具有领先性。

(3) 新型污泥罐+板框压滤组合，实现自动化负荷调整、反冲洗、清洗功能，工艺自动化控制水平高；

(4) 采用推力式搅拌机取代传统曝气方式实现高效低耗。

## 5.应用案例

项目名称：云南水富云天化有限公司制水装置尾水治理项目

项目概况：云南水富云天化有限公司制水装置设计能力 $64800\text{m}^3/\text{d}$ ，始建于1974年，为公司自备水厂，负责公司生产装置用水的制取，同时担负云南省水富市城区供水。制水装置原水取自金沙江，金沙江原水依次经过沉沙、澄清、消毒、过滤后加压送各用户。制水过程原水中带入的泥沙与悬浮物在沉淀后排放，排放量约为 $80\text{m}^3/\text{h}$ 。本项目于2019年4月25日开工，2019年6月29日投用，采用制水厂“尾水”资源化利用工艺系统进行处理，设计处理水量： $80\text{m}^3/\text{h}$ ，设计进水水质： $\text{COD} < 20\text{mg}/\text{L}$ ， $\text{pH}: 7.5 \sim 9.5$ ， $\text{SV}_{30}: 11\%$ ；经处理后出水水质： $\text{pH}: 6 \sim 9$ ， $\text{COD} \leq 5\text{mg}/\text{L}$ ，浊度 $\leq 15\text{NTU}$ 。实现年节水80万 $\text{m}^3$ 。

## 6.推广前景

制水厂“尾水”资源化利用技术可广泛应用于工业水预

处理厂及自来水厂等制水装置，解决排放尾水问题，实用性较强，应用前景广泛。预计未来五年推广比例达到 20%，年节水达到 35000 万立方米。

技术支撑单位：云南水富云天化有限公司

联系人：欧阳滨      联系方式：15126688772



## 案例十六：海水及苦咸水淡化反渗透膜阻垢剂

### 1.技术适用范围

适用于非常规水收集利用。

### 2.技术原理及工艺

#### (1) 技术原理

1) 阈值效应：指加入相对水中结垢成分的阳离子浓度低得多的药剂，即可抑制大量成垢离子的结晶作用，所显示出来的阻垢效果。这是因为在过饱和溶液中，存在大量小于临界半径的小晶体垢，由于所加入的阻垢剂对小晶体中的晶核和晶体的活性点有特殊的吸附能力，并可通过物理或化学作用，吸附在上面，使界面能大大增加，界面能越高，晶体的临界半径越大，小晶体从水中析出就越困难，从而实现了宏观的低剂量效应。

2) 晶格畸变作用：晶体在生长时，首先在晶体的扭折位置生长晶格，而且扭折位置是晶体界面上最稳定的位置。当溶液为过饱和液时，微溶盐分子到达扭折位置的几率最大，因而晶体可正常地生长；而当溶液中存在阻垢剂，将吸附在晶体扭折位置，占据了晶体正常生长的晶格位置，抑制晶体有规律生长，从而大大破坏结品的规整性，使晶格变形。由于发生畸变的晶体形状很不规则，难以通过有序紧密排列形成坚硬的垢块，即使生成垢块，也只能是疏松的软垢，从而达到阻垢目的。

3) 分散作用：药剂在水溶液中解离生成的阴离子在与 $\text{CaCO}_3$ 微晶碰撞时，会通过物理化学作用吸附多个相同电荷

的微晶而使微晶表面形成双电层。它们之间的静电斥力可阻止微晶的相互碰撞，而避免了大晶体的形成。在吸附产物又碰到其他药剂离子时，会把已吸附的离子转移过去，出现晶体的均匀分散作用，从而阻碍晶粒间及晶粒与金属表面间的碰撞，减少水中的晶核数，进而将  $\text{CaCO}_3$  稳定在水中。

## (2) 工艺

反渗透系统的前处理如果未经过软化处理，反渗透膜在使用一段时间后就会出现阻塞的情况，在前处理时就要加加药装置，在里面加入反渗透阻垢剂处理原水。

反渗透技术是目前水处理脱盐工艺中较为成熟先进的一种。在实际使用中，结合用户用水要求不同，形成了不同工艺流程的反渗透水处理系统。如出现工艺设计不完善、操作不当或添加的药剂不能与水源兼容等现象，会致使反渗透系统产水数量和质量下降，甚至会导致反渗透膜元件提前报废。因此对反渗透膜的保护十分重要，可通过填加反渗透阻垢剂来保护反渗透膜。

反渗透工艺基本原理是在一定压力下，利用具有选择性半透膜将水中盐分或不溶于水物质与水隔开的过程。随着淡水不断透过膜，盐类等物质会不断浓缩。随着浓缩倍数不断增加，一些难溶盐类就会发生结垢。为了防止结垢发生，会向水中填加反渗透阻垢剂，抑制垢物生成。反渗透阻垢剂是专门为反渗透系统研制的一种高效阻垢剂。这种阻垢剂能防止水中难溶解物质或盐类在反渗透膜表面结垢，从而保证系统产水量以及产水质量，减少运行费用。

### 3.技术指标

(1) 阻垢性能优异。阻垢性能在 98%以上，高于国外同类产品，可延长设备使用寿命。

(2) 降低反渗透运行药剂使用成本。吨水阻垢剂处理成本可降至 0.5 元/吨以下，反渗透膜使用寿命由三年延长到五年。

### 4.技术特点及先进性

技术特点：

(1) 不与铁铝氧化物及硅化合物凝聚形成不溶解物质，能有效控制铁、铝及重金属污染物。

(2) 使用范围广，可用于超滤膜、纳滤膜等。

(3) pH 值在 5-10 范围内的给水均有效。

(4) 具有较好的溶解性和稳定性，可有效减少水垢阻塞反渗透膜孔径，确保正常的水通量和过滤效果。

技术先进性：

(1) 生产工艺采用绿色化学合成工艺而非复配工艺，无“三废”排放。

(2) 以自主合成的单体物质为基础，复配配方可获得“1+1>2”的环境协同效应，阻垢率>98%。

(3) 以该产品为依托的高效能低成本运行工艺，可使各系统安全运行周期延长一倍以上，运行成本降低 30%以上。

### 5.应用案例

项目名称：安吉旺能再生资源利用有限公司反渗透系统阻垢剂应用

项目概况：安吉旺能再生资源利用有限公司反渗透系统原来使用进口药剂，约6个月化学清洗一次，自2021年5月使用至今，反渗透化学清洗时间延长一倍，运行费用节约20%以上，经运行验证，产品性能可靠，质量稳定，设备运行安全稳定。

## 6.推广前景

海水及苦咸水淡化反渗透膜阻垢剂可广泛应用于水资源再利用过程中设备的保护，提高水资源再利用效率，也可用于石油、化工、电力、钢铁、医药、食品、油田、岛屿、船舰等行业的海水淡化反渗透系统。数据显示，目前全国已安装反渗透膜达450万支，反渗透膜产水量每天超6800万立方米，每年消耗反渗透阻垢剂市场规模达65亿元，未来五年中国反渗透阻垢剂市场年复合增长率将达到8%至10%。

技术支撑单位：山东黄三角环保科技产业园有限公司

联系人：金广见

联系方式：18611957659

## (四) 节水减污降碳协同技术

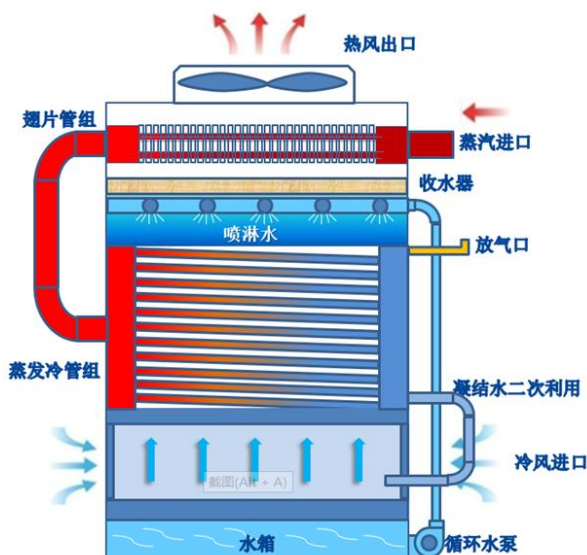
### 案例十七：高效节能节水蒸发式凝气技术

#### 1. 技术适用范围

适用于工业循环冷却水系统。

#### 2. 技术原理及工艺

采用复合式多级冷凝技术，包括蒸汽初步预冷段和蒸发式凝汽段，采用多级换热、实现三种介质循环，可根据环境条件进行多模式运行，系统冷凝水流入水箱，二次利用，实现高效节能。该技术是将水冷与空冷、传热与传质过程融为一体，且兼具二者之长的新型节能、节水型高效冷凝冷却技术。可解决行业耗水量高、换热效率低等重点问题。



高效节能节水蒸发式凝汽技术结构示意图

#### 3. 技术指标

(1) 耗水比：所需循环冷却水流量远小于壳管式换热器+开式冷却塔的系统，相对节水量超 90%。

(2) 排热能力：不小于 95%。

(3) 气密性：气密性试验压力不低于设计压力的 1.25 倍。

(4) 漂水比：不超过 2 (mg/s) /kW。

#### 4.技术特点及先进性

(1) 双级换热。第一级换热，蒸汽进入翅片管组进行初步预冷，翅片管组采用高翅化比，充分增加管外换热面积，有效提高换热效率，利用空气略过翅片管组带走热量，实现蒸汽初步预冷；第二级换热，蒸汽及部分冷凝液从翅片管组出口进入蒸发换热段进行进一步的冷凝，采用外部循环水喷淋和下部进风的逆流式大温差换热。

(2) 三种循环。冷却介质循环，高温高压的介质从散热器的上部首先进入预冷管组，温度降低后再进入下部盘管组换热器中换热，最终达到工艺要求的低温介质由散热器底部的出口排出。采用异滴型换热管束，实现水膜充分包裹，水风充分接触，高效冷凝。风循环，干冷空气在风机的带动下，从下部进风口进入，自下而上地流过盘管组换热器，在其中空气与水充分进行热质交换，带走工艺介质冷却所放出的热量，变成湿热空气，经挡水板过滤液体水滴后，向上经过翅片管组，与高温工艺介质再次换热，温度升高，变成不饱和热湿空气，由引风机排出。水循环，冷却水在水泵的作用下，自盘管组换热器的上部经喷嘴喷向盘管组换热器，一部分水分吸收管内的热量，另一部分蒸发吸收自身热量，通过传质的方式将热量传递到空气中，随风机带动的空气流而

排出。大部分又落回设在散热器底部的水箱中，进入下轮循环。部分水分蒸发，水箱水位下降，通过浮球阀联带蓄水泵进行补水，维持水箱内水位稳定。

(3) 多种模式。针对介质循环、空气循环、喷淋水循环三种循环进行最优化系统设计，实现最优换热性能和最低投资成本。同步搭载自动化温控系统，根据环境温度和介质温度自动调节系统运行模块，以实现设备节电节水。

(4) 凝水复用。实现了系统循环冷凝水回收做二次喷淋水使用，减少水资源的消耗，减少循环水排污处理，实现节水节能。

## 5.应用案例

项目名称：新疆氨基酸有限责任公司氨基酸蒸发提纯项目

项目概况：该项目工程实施周期约 1 年，将“壳管式换热器+开式冷却塔”改造为“高效节能蒸发式凝汽系统”，一期工程投入 10 套高效节能蒸发式凝汽器，加装自动化温控系统，应用在氨基酸制备过程中，多段蒸发器出口蒸汽冷凝。技术改造后，换热模块采用高效节能节水蒸发式凝汽技术，经多效蒸发器蒸发出来的水蒸汽，先后进入高效节能蒸发式凝汽器的一级换热模块和二级换热模块进行高效换热。经三效蒸发器后，进一步通过离心分离器、离子交换器、结晶槽、晶体分离器、干燥器等步骤实现氨基酸成品的制备。一期工程共改造 10 套冷却系统，全部替换为高效节能蒸发式凝汽系统，总投资 650 万元，年节水约 70 万 m<sup>3</sup>，投资回

收期约 2 年。该技术实现了系统循环冷凝水回收做二次喷淋水使用，减少水资源的消耗，减少循环水排污处理，实现节水节能。

## **6.推广前景**

高效节能节水蒸发式凝气技术在石化、食品、制药等领域具有较好的推广前景。预计未来五年推广比例达到 20%，年节水 640 万立方米。

技术支撑单位：烟台冰轮换热技术有限公司

联系人：张景润          联系方式：15763806729



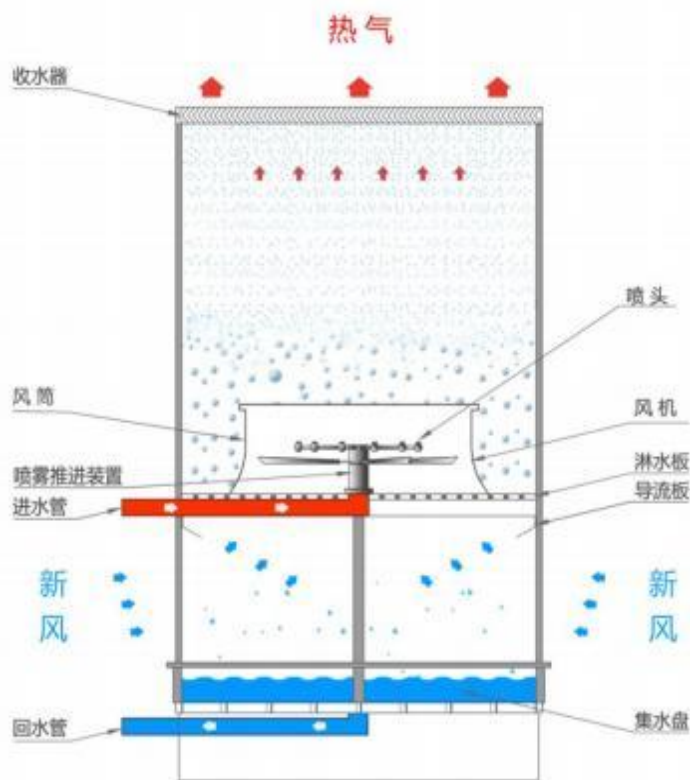
## 案例十八：水驱动喷雾节能节水冷却塔

### 1.技术适用范围

适用于工业循环冷却水系统。

### 2.技术原理及工艺

采用液体悬浮驱动装置，利用循环水系统中水泵的余压为动力，通过旋转水室从旋流雾化喷头喷出，靠水的反作用力推动雾化装置旋转，同时带动风机随装置一起旋转。旋转产生的离心力使水流离心增压，提高了喷射流体的速度，促进喷雾推进装置转速进一步提高，风机旋转将塔外的干冷空气经百叶窗吸入塔内与水雾进行一次换热，换热后的湿热空气经塔顶收水器，将小水滴分离后排出塔外。回落的雾化水滴在淋水板上聚集并经淋水板，将水流转化成多层水膜与干冷空气进行二次换热，最终流入塔底集水盘，完成降温过程。



水驱动喷雾节能节水冷却塔结构示意图

### 3.技术指标

(1) 运行无需耗电，利用水压推动风机自动旋转，节电效果 100%。

(2) 喷雾装置出风口面积大于传统塔出风口一倍，塔顶安装收水装置，减少漂水量，比填料冷却塔节水 20%。

### 4.技术特点及先进性

(1) 取消传统冷却塔中的电动风机，以循环水系统中存在的水流压力为驱动力，驱动冷却塔运行，从而节省电动风机所消耗的大量电能，并节约控制电动风机所需的电缆、配电柜、控制柜等费用。

(2) 塔体结构有效降低水的外溅，塔顶安装性能优良的收水器，有效控制漂水，降低撞击速度，减少泡沫产生，漂水率在万分之一以下。

(3) 去除传统风机马达、减速机等转动机械设备，消除电动风机及传动系统所产生的各种噪声。

### 5.应用案例

项目名称：内蒙古晟源铝业有限公司节能型喷雾推进冷却塔改造项目

项目概况：该项目位于内蒙古自治区通辽市霍林郭勒市工业园区，在现有铸造车间内新建 2 条铝合金锭生产线，新建 3 台冷却塔，项目新增生产用水为铝棒冷却炉循环水和铝合金铸锭冷却循环水，采取直接冷却的方式，闭路循环工艺。冷却循环水送至冷却塔降温后，供循环使用，循环水量为 2100t/h，年用水量约 168 万吨。采用节能型喷雾推进冷却塔

后，年节水量约 5.04 万立方米，节约成本约 25.2 万元。

## **6.推广前景**

水驱动喷雾节能节水冷却塔可广泛应用于各类工业循环冷却水系统。预计未来五年推广比例达到 30%，年节水 1024 万立方米。

技术支撑单位：山东旭能环保科技有限公司

联系人：王江涛            联系方式：15763072209

## 案例十九：钢结构塔自然通风节能节水型工业循环水系统

### 1.技术适用范围

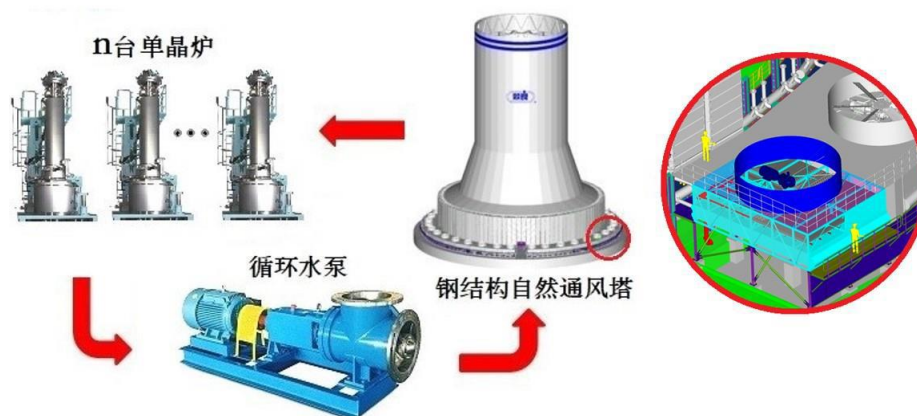
适用于工业循环冷却水系统。

### 2.技术原理及工艺

主要由钢结构自然通风塔、干冷段部分、湿冷段部分、循环水泵、管路系统、电气系统和仪控系统组成。

主体结构采用直筒锥段、单层三角型网格、加强环结构型式。干冷段散热器垂直布置，在塔外绕塔一周。湿冷段采用机力通风，布置在干冷段散热器外侧。

从塔外工艺设备输出的循环水（热水）先经过干冷段进行一次换热，再进入湿冷段进行二次换热，降至所需要的温度（冷水）后进入下一个热交换循环。



系统结构示意图

### 3.技术指标

与机力通风塔相比，换热主要依靠自然通风，耗电少，节水率达到80%以上。

#### **4.技术特点及先进性**

(1) 可节省一次投资约 10%，缩短建设工期 30%。

(2) 自重仅为混凝土塔的 10%，减少地基处理，塔体退役后可实现回收，循环利用。

(3) 采用空冷双层布置扇区的高效传热技术，减少阻力，提高冷却效率。

(4) 将基于阵列光栅光纤技术的智能化监控系统应用于大型工业循环水冷却系统，实现智能化和精确化控制，避免散热器管冬季冻损。

#### **5.应用案例**

项目名称：双良硅材料（包头）有限公司单晶硅工业循环水冷却项目

项目概况：该项目建设两台钢结构塔自然通风节能节水型工业循环水系统及装备，用于单晶硅生产中的工业循环水冷却。该系统干点设计温度更高，较常规水冷塔，节水率达到 83.4%；较常规干湿联合机力通风塔，年节约电费 3017 万元，节约水费 305 万元。

#### **6.推广前景**

钢结构塔自然通风节能节水型工业循环系统及装备，可广泛应用于光伏、发电等行业。预计未来五年推广比例达到 5%，年节水 4200 万立方米。

技术支撑单位：双良硅材料（包头）有限公司

联系人：高玉琨            联系方式：18686195194

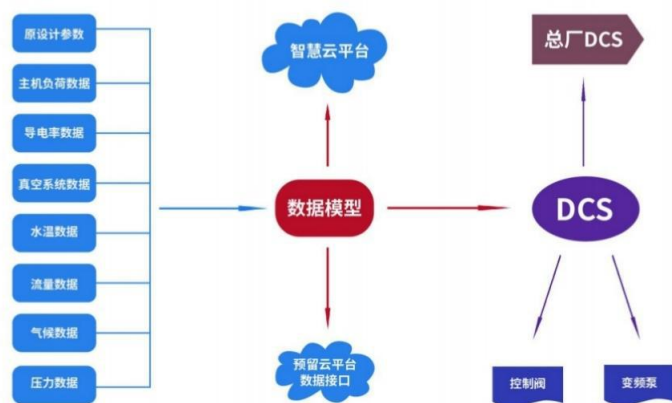
## 案例二十：数字循环水车间节水节能系统

### 1.技术适用范围

适用于工业循环冷却水系统。

### 2.技术原理及工艺

采集工业大数据并结合生产工艺要求、装置实时负荷和实时天气变化，进行二次建模，经专业工业大数据软件芯片计算，形成动态控制曲线；加装循环水小型 DCS 后，以动态曲线指挥小型 DCS 工作；实时精准控制凉水塔上塔水量，精准控制废水排放，减少无效蒸发和漂水损失，减少废水排放。主要分工业数据分析软件和小型 DCS 两部分，由数据精算系统、数据安全系统、数字节水系统、数字温度平衡岛、数字在线水质检测及排放系统、数字冷却塔调节优化系统等子系统组成。



系统结构示意图

### 3.技术指标

循环水车间管理实现智能化数字化，数据计算指导生产工艺，大幅度提高循环水车间管理水平。实现节约循环水总

补水量 20-35%、节能 25-30%、减排废水 25-30%、节约加药量 25%-45%、节约用工量 50%。

#### 4.技术特点及先进性

(1) 利用工业大数据经采集、二次建模、植入芯片计算后直接服务于生产，利用工业云计算、工业大数据算法、工业 AI、5G 和工业自控技术，使工厂循环水管理实现数字化。

(2) 盘活数据资产，使数据计算进入生产环节，指导工艺，提高效率，提高精细化管理水平。

(3) 解决循环水车间自动化不足、水资源浪费、管理粗放问题；改变凉水塔一年四季无差别管理，减少无效漂水损失、降低能耗；改变废水手动排放，实现智能在线排放，减少废水排放、减少加药。

#### 5.应用案例

项目名称：内蒙古庆华集团腾格里精细化工有限公司数字循环水车间节水节能改造项目

项目概况：该公司为煤化工企业，位于内蒙古阿拉善盟腾格里工业园，气候干燥，蒸发量大。公司循环水车间管理粗放，四季换热无差别管理，排水为手动控制。本项目对己内酰胺生产分厂进行节水节能改造，采用数字循环水车间技术，投资 500 万元，建设周期 3 个月，在不停产状态下实施改造。实现节水量 50 万立方米/年，节水效益 350 万元/年。当地是极度水资源匮乏地区，环境压力极大，本项目实施后，除了大量节水外，还节能减排，社会效益好。

## 6.推广前景

数字循环水车间节水节能系统技术可广泛应用于电力、化工、冶金、制药、造纸、建材行业循环水车间，具有较好的推广前景。预计未来五年推广比例达到 10%，年节水 30000 万立方米。

技术支撑单位：上海丕算工业技术股份有限公司

联系人：童鹏程                      联系方式：13601633177



## 案例二十一：蒸汽及热能整体管理系统

### 1.技术适用范围

适用于工业蒸汽冷凝水回用系统。

### 2.技术原理及工艺

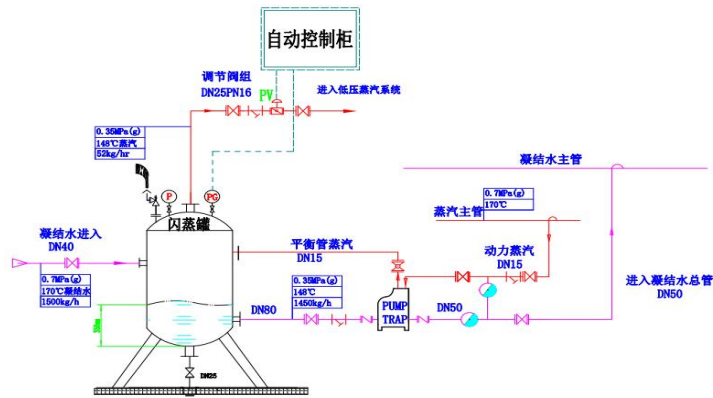
化工行业使用蒸汽加热后生产的高温凝结水，通过泵组和电控系统集中回收到集水箱，供加热锅炉重新利用，实现热能回收和水资源再利用。

1.0MPa 和 0.7MPa 压力的高温高压冷凝水分别引入同一台闪蒸罐，通过该闪蒸罐将两种高温高压的冷凝水进行汽液分离，充分闪蒸共同产生 0.2MPa 的二次蒸汽，不但最大化回收热能，且减低闪蒸罐产生的背压，有利于 1.0MPa 和 0.7MPa 压力的高温高压冷凝水排放。

利用蒸汽喷射器混合 1.0MPa 蒸汽和 0.2MPa 闪蒸汽，生成 0.4MPa 的二次蒸汽后，并入 4bar 一次蒸汽管线；喷射器的 1.0MPa 蒸汽入口设气动控制阀组，调节入口流量。

控制阀开关行程由阀门定位器控制，来自闪蒸罐顶部的压力传感器输出 4-20mA 信号反馈输入至定位器控制，实际喷射器出口处蒸汽压力稳定在 0.4MPa，供减量线设备使用。

经闪蒸后罐内的 0.2MPa 低压冷凝水，通过泵式疏水阀升压后，经倒置疏水阀输送进入凝结水总管道回收利用。泵式疏水阀的动力源蒸汽取自 1.0MPa 管线，排气管与闪蒸罐连通。



系统结构示意图

### 3.技术指标

蒸汽及热能整体管理系统技术指标一览表

车间设备名称	高压端 冷凝水 压力 bar	7bar 冷 凝水 量 t/hr	二次 蒸汽 压力 bar	闪蒸率 约	闪蒸汽量 t/hr	动力 源蒸 汽 bar	背压 bar	消耗 10bar 动 力汽源量 t/hr
水平烘箱	10	0.8	4.2	6.7%	0.0536	10	4bar (大约 水平走 300米,爬 高6米)	0.005
浸渍线	10	5.2	4.2	6.7%	0.3484	10		0.030
竖向烘箱	7	0.5	4.2	3.8%	0.019	10		0.003
小计:		6.5	/	/	0.421	/	/	0.038

### 4.技术特点及先进性

该装置结构紧凑、最大效率回收余热，易于操作和调试，维修方便。

### 5.应用案例

项目名称：某企业合成氨原料路线及节能减排技术改造项目-凝结水回收管理系统

项目概况：将车间 10bar 压力的高温高压冷凝水和 7bar 压力的高温高压冷凝水分别进入车间的同一台闪蒸罐，通过

该闪蒸罐将这两种高温高压的冷凝水进行汽液分离，共同产生 4.2bar 的二次蒸汽和 4.2bar 的冷凝水，4.2bar 二次蒸汽并入 4bar 一次蒸汽，供 4bar 减量线设备使用；4.2bar 低压冷凝水，通过闭式机械冷凝水回收泵和倒吊桶疏水阀的泵阀组合形式输送至锅炉房开式水箱，实现能源梯度利用，同时现场不会有闪蒸现象，厂区环境更加美观。

## **6.推广前景**

蒸汽及热能整体管理系统可广泛应用于化工超纤、煤化工、食品、制药、锂电等行业的节能节水改造，节约水资源，提高热能利用率，减少水资源浪费。预计未来五年推广比例达到 5%，年节水 450 万立方米。

技术支撑单位：纽顿流体科技有限公司

联系人：董帆      联系方式：15858721186

## （五）智能用水管理技术

### 案例二十二：工业水处理大数据运营管理云平台

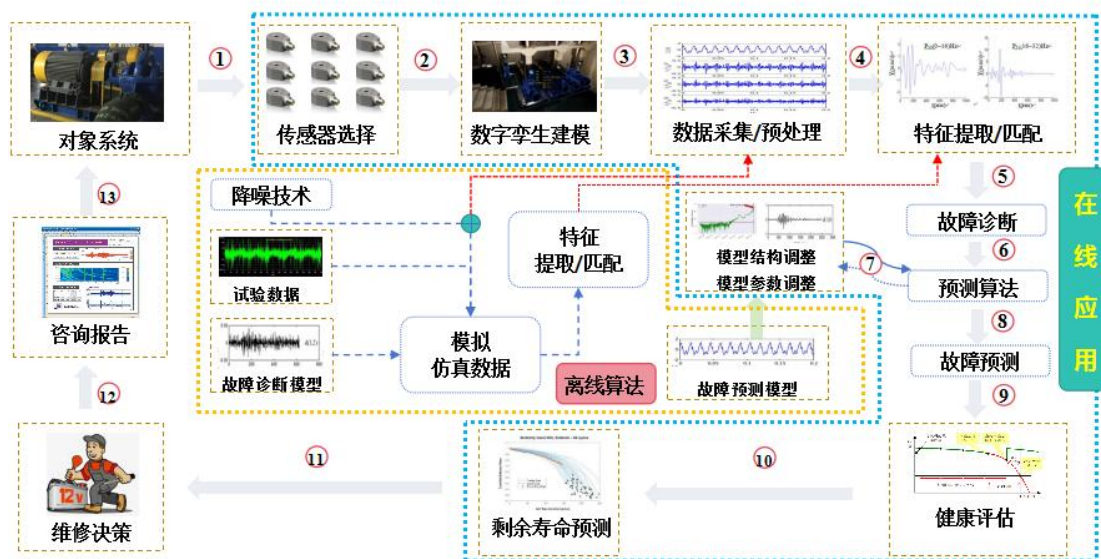
#### 1.技术适用范围

适用于工业用水管理。

#### 2.技术原理及工艺

采用源于 PHM 装备故障预测与健康管理技术，以 PHM 技术为核心，对工业循环冷却水、污水系统的运行情况进行实时监控，利用数字孪生建模技术对采集的运行数据进行预处理，根据算法进行特征提取，对系统进行故障诊断、预测、寿命评估及剩余寿命预测，从而帮助决策者进行决策，提前将问题解决，确保水处理系统及设备的健康运行。

#### PHM 功能层次架构及关键技术---算法体系



#### 3.技术指标

（1）通过预测装备剩余寿命，及时控制装备使用，实现以最低的费用保持装备可靠性、安全性。

(2) 通过智能化决策支持，使维修的计划性增强，装备利用率和生产效率得到有效提升。

(3) 通过运行 PHM 系统，可总体、定量、直观掌握装备运行状态，大幅提升装备信息化管理水平。

#### **4.技术特点及先进性**

通过建立数学模型及水质标准曲线，运用 PHM 技术预测水质变化趋势，水质、水量、限值、目标值等数据综合运算，进行故障诊断、预测、寿命评估及剩余寿命预测，在污水生化处理系统可减少曝气风机的用电量、药剂的投加量，降低故障的发生概率。循环水系统可以根据水质参数的变化控制系统的加药及排补水，做到远程操纵，从而提高设备使用寿命，减少技术人员劳动强度。

#### **5.应用案例**

项目名称：宁阳县建制镇分布式污水站云平台

项目概况：宁阳县建制镇生活污水站存在分布较广、各镇自身的专业技术人员缺乏、运行管护人员不足以及污水处理站设备设施不配套且损坏比较严重，无法正常运行，排放水质不达标等问题。将建制镇污水站纳入云平台管理后，通过运行 PHM 系统，可总体、定量、直观掌握装备运行状态，大幅提升装备信息化管理水平，污水站出水达到排放标准，风机及回流泵等设备启停的自动控制，降低了耗电量，将故障预判处理，保证了系统稳定运行，延长设备使用寿命。

#### **6.推广前景**

工业水处理大数据运营管理云平台技术可广泛应用于

工业污水处理厂、工业循环水运行、农村生活污水站、农村直饮水站等多个水处理行业，预计未来五年推广比例达到4%，在循环水处理行业上可达到节水10%，减少排污10%-15%。

技术支撑单位：山东大禹水处理有限公司

联系人：刘富珺      联系方式：13053883655

## 案例二十三：工业动态水平衡测试管理平台

### 1.技术适用范围

适用于工业用水管理。

### 2.技术原理及工艺

该技术主要由企业的应用层、测试机构的服务层以及管理部门的管理层三层架构所组成。

第一层是企业的应用层。应用层分为三部分，一是数据采集部分，企业需按照水平衡测试要求，在各用水区域配备智能化计量表具，实现用水数据的在线采集；二是数据传输部分，即通过移动或有线网络，将终端智能计量设备传输到服务器的数据库；三是数据应用部分，通过搭建智慧用水管理系统，将数据库的用水数据，结合图表形式在系统展示页面上进行呈现，实现企业用水的在线监测与动态化管理。

第二层是测试机构的服务层。通过对接企业智慧用水管理系统的用水数据，工业动态水平衡测试管理平台可实现对用水数据的自动分析与定额对标，用水数据分析表、用水计量网络图等图表的自动生成，对报告内遗漏或可能存在错误的信息，自动进行检查判断等，从而提升测试机构的测试服务水平。

第三层是管理部门的管理层。管理部门可通过工业动态水平衡测试管理平台，及时获取到各类型企业的用水信息，进行同类型行业的用水单耗比较。一方面可为今后用水定额标准编修订提供数据基础，另一方面可有针对性地加强用水单耗较高企业的用水管理，提升管理部门对企业的精细化管

理水平。



### 3.技术指标

工业动态水平衡测试管理平台，为测试机构提供便捷的报告编制工具，提升测试机构的工作效率与服务质量。平台以甲骨文的Java语言为基础，使用了主流的B/S框架来搭建。系统主要分为五大模块，为单位管理、报告管理、报告编制、模板管理以及报告生成。

### 4.技术特点及先进性

工业动态水平衡测试管理平台可将用水数据在同一时间上传至系统，并进行分析对标，一方面可提高用水单位数据的准确性与及时性，便于企业的管理人员更加精准了解每个区域的用水情况，提升企业用水的管理水平；另一方面，可避免测试机构人为因素造成的抄表和数据计算误差，更加合理地用水单位各区域进行合理性分析与提供建议，提升测试机构的服务质量。管理部门可根据企业更加真实准确的用水数据制定更符合行业实际的用水定额标准，为城市整体精细化用水管理提供技术支撑。



## 5.应用案例

项目名称：上海华谊能源化工有限公司合同节水管理节水效益分享型项目

项目概况：该项目于 2022 年 4 月完成，企业通过建设工业动态水平衡测试管理平台，发现装箱区等区域存在 10 处漏水点。漏水等问题解决后，企业用水量大幅下降，月均用水量 2.8 万 m<sup>3</sup>，年用水量约 33.6 万 m<sup>3</sup>，年节水约 43.2 万 m<sup>3</sup>，节省水费约 258.77 万元。按照约定分成比例，2 年项目期内华谊可减少 310.5 万元的水费支出，第三方节水服务企业可分享节水效益约 207 万元。

## 6.推广前景

工业动态水平衡测试管理平台目前主要应用于芯片、化工等工业领域，将逐步在煤炭、电力、钢铁、石化化工、纺织染整、造纸、食品、皮革、制药、建材、有色金属、机械等各类工业领域推广应用。预计未来五年推广比例达到 12%，年节水 8500 万立方米。

技术支撑单位：上海济辰水数字科技有限公司

联系人：冯高远      联系方式：15026728015

## 案例二十四：基于物联网的分布式管网漏损监测与智能诊断系统

### 1.技术适用范围

适用于工业用水管理。

### 2.技术原理及工艺

将现代信息技术（物联网、互联网、云计算、人工智能、终端设备等）与传统水务进行深度融合，将远传水表、流量计等众多智能感知设备的数据采集，通过系统应用进行检测、监控，将数据传输到系统平台分析处理，达到对管网漏损事故进行预测、预警、预报、处理的目的。

运用基于供水三量的漏损计量操控算法，通过建立凌晨最小流量水平衡表： $\text{真实最小流量} - \text{允许小流量} - \text{连续或转输水量} - \text{管网漏失量} = 0$ ，和三量水平衡表即： $\text{产销差水量} - \text{管网漏失量} - \text{表观损失量} = 0$ ，辅以其他计算模型，对夜间小流量进行监测计算，从而快速确定漏损。



### 3.技术指标

应用地区管网漏损率降低到 10%以下，部分城市管网漏损率可降至 5%以下。适用于市场上绝大部分浏览器，服务器 CPU、内存等资源利用率在 30%到 70%，支持在线用户一万人，500 人并发工作。

### 4.技术特点及先进性

目前国内的远传噪音传感器及系统只有报警功能，不具备定位功能。该技术通过基于凌晨最小流量法进行分析，辅以其他计算模型，可以快速确定漏损。运用噪音传感器测漏技术，可以快速定位漏口。在管网漏损预警、定位方面处于领先地位。

### 5.应用案例

项目名称：山东昌乐实康水业信息系统融合项目

项目概况：对昌乐公司现有的泵房数据、视频数据、水厂数据、水质数据、营收数据进行信息融合，实现对各用水环节数据的监控，提升用水系统的智慧化、精细化、供水优质化，实现调度运行的实时监控、供水变化趋势预测及应对、漏损事件预警等辅助决策功能。2004 至 2020 年，昌乐公司漏损率下降 19.69%，合计节水约 8049.27 万吨，年节水量超 500 万吨。

### 6.推广前景

基于物联网的分布式管网漏损监测与智能诊断系统可在原本水表的基础上升级、改造，并通过大数据分析系统，依据采集到的数据进行分析，进而预测并处理管网漏损。预

计未来五年推广比例达到 10%，年节水 20000 万立方米。

技术支撑单位：山东潍微科技股份有限公司

联系人：杜彬彬 联系方式：13173158701

## 案例二十五：智能明渠节水技术

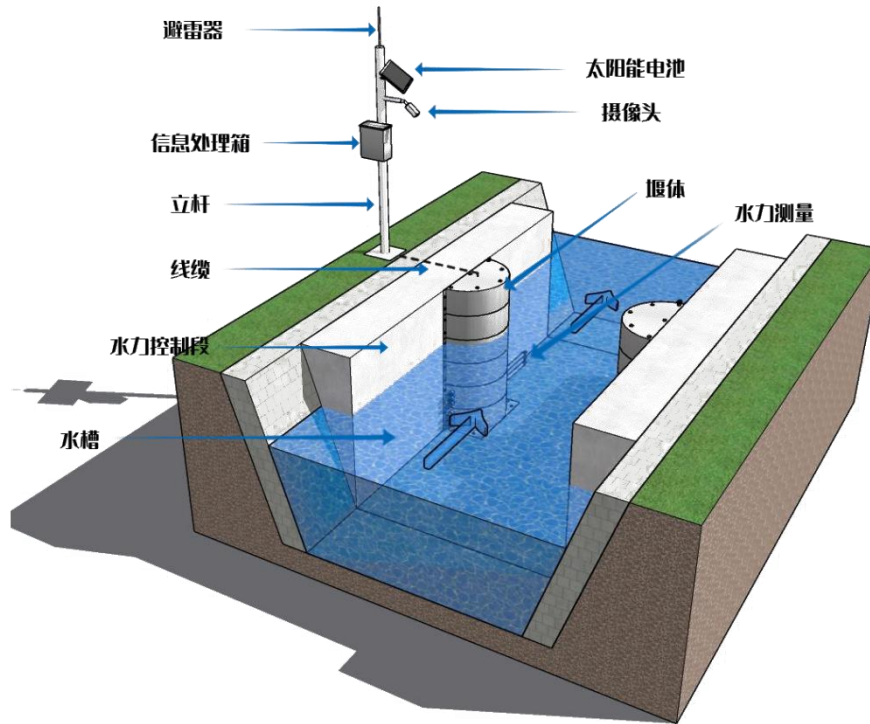
### 1.技术适用范围

适用于工业用水管理。

### 2.技术原理及工艺

在明渠上建造较短的测流控制段，将明渠水流导入控制段，并通过两个半圆体的设置使控制段内产生堰流，使堰流流量和上下游水深符合特定的函数关系，通过高精度、高灵敏度传感器采集堰体上下游水深、等水力学参数，结合控制段结构尺寸，计算、存储、输出过水流量过程线，精准计算过流装置的瞬时流量和时段水量、累计水量。智能明渠量水器同时具有信息采集、信息处理、信息存储、信息传输、信息展示等功能，实现无人值守运行。

智能明渠量水器由水力控制水槽、半圆柱堰体、水压传感器、信息处理箱、太阳能电池等部件组成。产品示意图如下：



智能明渠量水器结构示意图

### 3.技术指标

- (1) 测量精度达到 95%以上。
- (2) 测流范围：0.01m<sup>3</sup>/s ~ 40m<sup>3</sup>/s。
- (3) 测量误差：±5%以内。
- (4) 工作温度：-20℃ ~ 70℃。
- (5) 工作湿度：0 ~ 95%RH。
- (6) 不受排污水体影响，实时采集瞬时流量，计算时段水量，并可按照日、月、年和任意时间统计水量，可保存一年的历史数据。
- (7) 支持远程配置测站参数，支持固化软件远程升级，远程维护，支持串口 RS485、GPRS 通讯接口，支持标准 modbus 通讯协议；
- (8) 电压：DC12V，采用蓄电池，或太阳能板和蓄电

池供电。

#### **4.技术特点及先进性**

(1) 测量精度 95%以上，不受流量变化的影响。

(2) 运行维护简单，运行管理方便。设备一次性安装调试后，即可实现常年的无人值守状态自动运行。

(3) 允许淹没度可达到 99%。

(4) 测量幅度大，从低水位到高水位都能精准测量。

(5) 不受排污水质、漂浮物和泥沙影响。解决各类水体水质影响测量精度，以及漂浮物堵塞和泥沙淤积情况下无法计量的问题。

(6) 结构型式简单，便于工业制造与现场土建安装，工艺技术装备可靠性高。

#### **5.应用案例**

项目名称：新疆维吾尔自治区孔雀河管理处库塔干渠管理站项目

项目概况：塔里木河流域巴音郭勒管理局水调科、测量队、试验站于 2021 年 11 月 23 日对在库塔干渠建设的智能明渠量水器开展渠道实时流量比测工作。智能明渠量水器站点渠道宽 1.5m，高 1.25m，比测方式为旋浆转子流速仪悬杆测量，测量精度达到 95%以上。

#### **6.推广前景**

智能明渠量水器已在湖北省全省推广应用，较传统量水装置可提高节水效益 5%-8%。预计未来五年推广比例达到 30%，年节水 5000 万立方米。

技术支撑单位：武汉联宇技术股份有限公司

联系人：刘凌艳      联系方式：18171418040



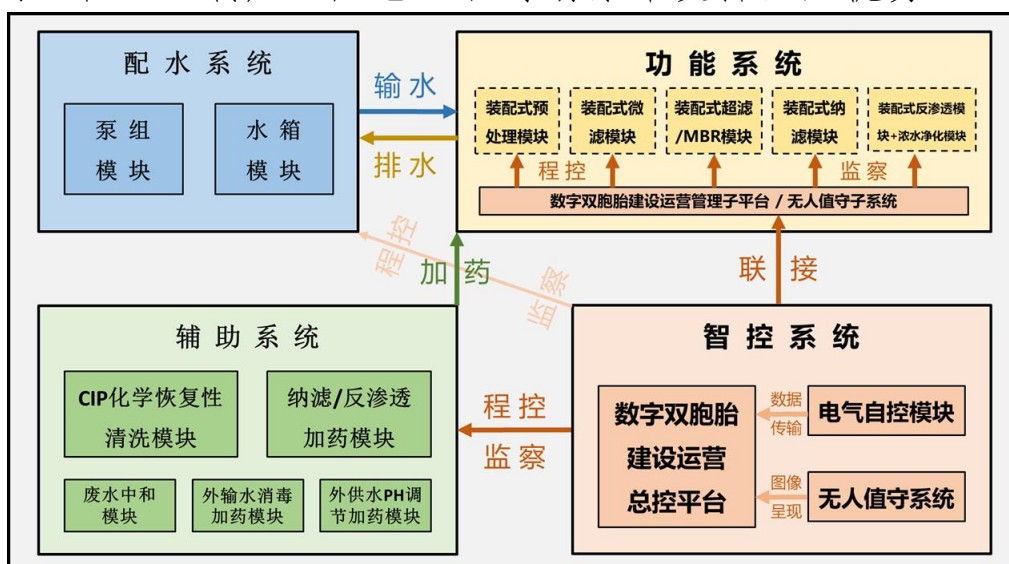
## 案例二十六：水深度处理工程产品化及数字化集成装备

### 1.技术适用范围

适用于工业用水管理。

### 2.技术原理及工艺

将全水厂的主体设备、配套设备、管道、仪表、建筑物和预留空间等全部集成为一个产品化的综合型撬装智能机组，并在创新型短流程膜组合工艺技术的辅助和“新水岛”数字双胞胎软件的控制下，实现智慧生产、无人值守、降低全生命周期成本、高品质产水的目标。工艺模块可替换增减、可组装拆卸、可吊装搬运，可根据工程项目现场废水进水量和进水水质可能发生的变化进行产水规模的灵活调整以及工艺模块的重组、转换，并在必要时更换项目现场进行重复利用，在工业转产、应急工程等场景中发挥巨大优势。



系统结构示意图

### 3.技术指标

水深度处理工程产品化及数字化集成装备技术指标一览表

	水深度处理工程产品化及数字化集成装备	传统水厂
集成度与占地面积	集成度高，占地面积极小，仅为传统水厂的 1/6，节约占地面积 80%	集成度低，占地面积大
施工周期	≈3 个月	≥6 个月
运营情况	智能巡检，智慧生产，无人值守	人工巡检，人工或自动生产，现场多人值守
运行成本	直接运行成本（能耗和药耗）降低大约 50%	直接运行成本（电耗和药耗）较高
适用场景和可移动度	适用场景多，可移动	适用场景一般，不可移动
再生水回收率	70%-75%	60%-70%

#### 4.技术特点及先进性

（1）极度集成，占地面积小，工期短，投运快。该装备将全水厂的构筑物、设备、设施的极度集成化设计，同时基于“微滤/超滤/MBR-纳滤/反渗透”双膜法直联耦合技术、短流程中空纤维纳滤技术等，减少了中间流程单元，形成了高度集成的机组。可实现无人值守、独立运转，节约了水处理各个环节的维护管理人力，有效节省厂区办公室等硬件设施，使产品化水厂的占地面积显著缩小。采用工业产品的制造理念，将水厂进行集成化设计、工厂化生产、模块化组装、智慧化运营，大部分组件可在工厂内生产和测试，大幅度减少现场工作量，在保证产品质量的同时缩短施工周期。

（2）无人值守，智慧运行。该装备的数字双胞胎建设运营管理平台具备高度智慧化，实现了全量全要素感知设备运行工况，降低水厂生产运营过程中对人工的依赖，从系统自动化运行逐步过渡到自主化运行，以数字巡检和工艺诊断

作为功能载体，实现水处理系统的智能巡检，智慧生产，无人值守，降低人力成本，且确保系统运行的稳定性和可靠性。

(3) 全成本低，先进的膜组合技术确保全生命周期成本下降。该装备以产品交付模式取代传统的土建模式，节省厂区、配套设备、建筑物等投资；智慧生产确保运营成本最优且提升效率；通过“导向清洗”、“精确加药”等膜污染防治技术以及“自诱导结晶除硬”“低能耗臭氧氧化及双氧水精准催化”、“臭氧回收利用”、“臭氧氧化-曝气生物滤池耦合”等反渗透浓水处理技术，有效抑制跨膜压差的增长趋势、降低化学清洗频率、节省纯碱药剂的使用、预防曝气装置堵塞、精准控制曝气量等，从而降低运行能耗并大幅度减少药剂用量，提高膜的使用寿命。

(4) 全厂可移动，适用场景多。该装备为模块化产品，所有设备及模块均在工厂生产线上完成组装，可实现快速拆卸，易于搬迁至新的使用场地。应用场景丰富，可广泛应用于煤炭石油、印染纺织、电子配件、食品药物等多种工业产业的污废水深度处理及资源化再生领域，切实解决工业园区的水短缺、环境容量不足、用水成本高、水处理效率低等问题。

## 5.应用案例

项目名称：无锡锡山日产 1.58 万吨再生水项目

项目概况：该项目水源为锡山电子工业园配套污水厂出水，污水厂设计处理规模 6 万  $\text{m}^3/\text{d}$ 。该项目核心模块为装配式超滤+装配式反渗透组合模块，再生水设计产水规模为 1.58

万吨/天，主要作为园区内 PCB 企业、热电厂类企业的生产用水，年节水约 576.7 万立方米，节约成本约 3460.2 万元。

## **6.推广前景**

水深度处理工程产品化及数字化集成装备既能为煤炭石油、印染纺织、电子配件、食品药物等工业产业提供高品质再生水，解决水短缺、环境容量不足、用水成本高、水处理效率低等一揽子问题，也能为政府应急工程提供良好支持，解放水厂值守人力，颠覆传统水厂的工程模式，创造污废水深度处理及资源化新市场。预计未来五年推广比例达到 30%，年节水 28000 万立方米。

技术支撑单位：金科环境股份有限公司

联系人：刘牡      联系方式：13426315106

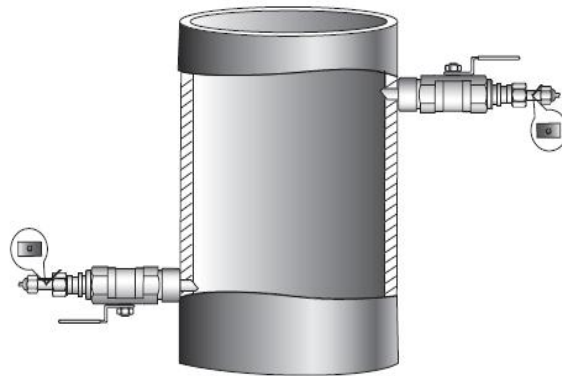
## 案例二十七：大型输水供水工程的高精度流量计量技术

### 1.技术适用范围

适用于工业用水管理。

### 2.技术原理及工艺

以测量声波在流动介质中传播的时间与流量的关系为原理。声波在流体中的实际传播速度，由介质静止状态下声波的传播速度和流体轴向平均流速在声波传播方向上的分量组成，确定顺流和逆流传播时间与各量之间的关系，计算出流体流速，将测得的流体流速乘以过流面积得到体积流量，即能准确计量大型输水供水工程的用水量。



高精度流量计结构示意图

### 3.技术指标

大型输水供水工程的高精度流量计量技术指标一览表

测量管道材质	钢、铸铁、水泥、PE、PVC 等可承受开孔安装的所有管道	
管径	DN 300 ~ DN 15000	
被测介质	充满被测管道的水、污水及其它均质液体, 悬浮物含量<10 g/L	
流速范围	0 m/s ~ 12 m/s ( Vt=0.3 m/s )	
准确度等级	0.5 级	
测量主机工作环境	环境温度	-10°C-45°C
	环境湿度	≤85% ( RH )
工作电源	AC 220 V±10%, 50 Hz	
数据存储	可保存累积流量、运行时间及各项设置参数, 并且可自动存储前 150 天内的日历史数据和前 60 个月内的月历史数据; 掉电后数据可保存 100 年。日历史数据和月历史数据包括: 日期、正累积流量、负累积流量、累积流量代数以及对应的运行时间	
防护等级	测量主机	IP65
	换能器	IP68
声路数量	4/8 声路	

#### 4. 技术特点及先进性

(1) 采用高分辨率时间测量技术和超声信号数字化处理技术, 确保数据的可靠性。

(2) 采用多声路超声测流技术, 复杂流态下也能实现高精度计量。

(3) 具有智能诊断功能及可供选择的多种输出接口 (RS-485、4-20 mA、脉冲等)。

(4) 所需安装空间小，无需断管停水安装维护。

## **5.应用案例**

项目名称：山西省万家寨清徐源水直供项目

项目概况：项目实施前，万家寨引黄工程向太原市供水日供水量 10 万立方米，项目实施后日供水量最高 59 万立方米，实现节水 941 万立方米/年，节水效益 3248 万元/年。

## **6.推广前景**

大型输水供水工程的高精度流量计量技术广泛应用于工业水利方面的测量及监测中，预计未来五年推广比例达到 20%，年节水 1500 万立方米。

技术支撑单位：汇中仪表股份有限公司

联系人：王卫安      联系方式：18832988546

## (六) 节水及水处理材料及装备

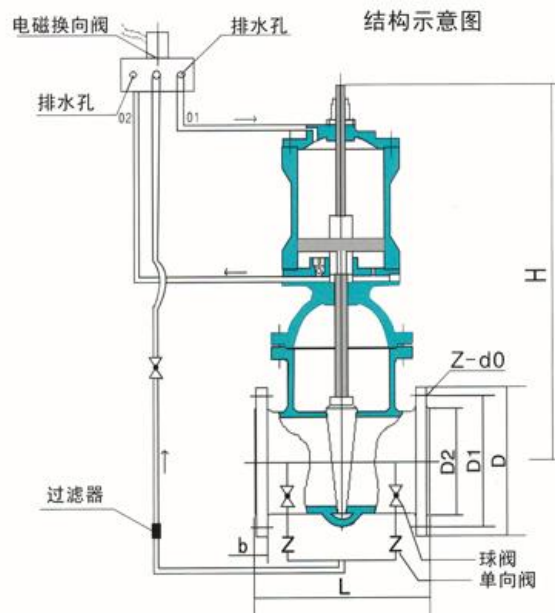
### 案例二十八：电磁液动缓闭闸阀

#### 1. 技术适用范围

适用于工业节水装备。

#### 2. 技术原理及工艺

依靠自身管内介质压力作动力源，在 PLC 电控设备的配合使用下，实现自动控制、远程控制、集中控制及泵阀一体化控制。简化操作程序，在水泵电机突然停电时，能自动先快后慢关闭。可有效地防止和消除危害性水锤过压，起到保护管网设备的作用。通过取消止回阀、水消除器等设备，减少水头损失。



电磁液动缓闭闸阀结构示意图

#### 3. 技术指标



电磁液动缓闭闸阀技术指标一览表

阀体部分	型号		HZ141H-10	HZ141H-16	HZ141H-25
	公称压力 (Mpa)		1.0	1.6	2.5
	试验压力	密封 (Mpa)	1.1	1.76	2.75
		强度 (Mpa)	1.5	2.5	3.75
	适用介质		水	水、蒸气、油品	
	介质温度 (°C)		< 80	< 100	
驱动部分	驱动介质		清水		
	驱动压力 (Mpa)		≥0.7 倍管道实际压力、不低于 0.5		
控制部分	闸阀缓闭时间 (秒)		10-40 (可调)		
	电子直流稳压电源输入电压 (V)		Ac220		
	电磁阀线圈电压 (V)		Dc24		
	电磁阀线圈功耗 (W)		20		

#### 4. 技术特点及先进性

(1) 安全：内设缓闭功能和延时继电器，开启时先慢后快，关闭时先快后慢，有效消除水锤危害，起到保护管网和水泵的安全。

(2) 节能：采用全通径的设计无水阻，与同类设备对比，千吨水日节电 5-20 度电。

(3) 泵阀联动自动化：利用管网自身压力水驱动开启或关闭，利用电磁阀与水司控制室控制回路连接，实现自动控制，开启时先开泵后开阀，关闭时先关阀后停泵，关闭到位后电机停止工作。

(4) 一阀三用：取代原有的止回阀、电动蝶阀、水锤消除器。

## 5.应用案例

项目名称：广西省平乐县自来水公司节能技术改造项目

项目概况：此次改造为 10 万吨级别自来水厂，占地面积 5000 平方米。项目投资 25.8 万元，改造时间 2 天，更换三台 DN400 电磁-液动缓闭闸阀，改造完成后每千吨水节约电耗 12 度，节约水头损失 6%，节约用电 600 度/天。达到了安全供水，自动化控制，减少人工劳动强度，18 个月可收回投资成本。

## 6.推广前景

电磁液动缓闭闸阀可广泛应用于工业用水。预计未来五年推广比例达到 5%，年节水 50000 万立方米。

技术支撑单位：重庆固特（恩施）给排水设备有限公司

联系人：陈家豪

联系方式：19313760198

## 案例二十九：高频电磁阻垢节水技术

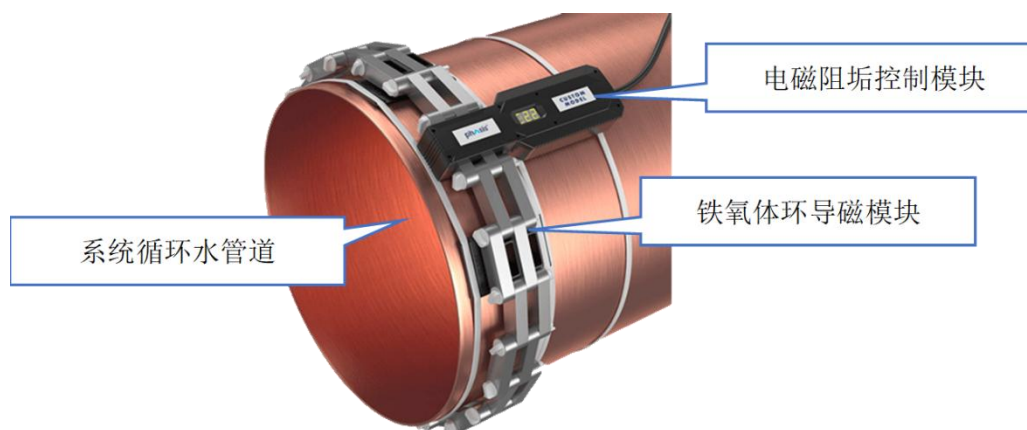
### 1.技术适用范围

适用于工业节水装备。

### 2.技术原理及工艺

由发射控制模块、电磁传导模块、磁性材料铁氧体环及特制紧固螺栓等附件组成。工作时由发射控制模块控制感应线圈产生高频可变电磁脉冲，经过 IGBT 调制放大后，形成高功率可变电磁脉冲，再经过电磁传导模块将产生的电磁场传导到磁性感应材料铁氧体环，最后经过铁氧体环形成交变感应磁场及感应电场，当水流经过铁氧体形成的磁场和电场区域后，破坏水分子团簇间的氢键，改变水分子极化特性，使水分子由较大的缔合体转变为较小的缔合体或单体水分子，包裹循环水中游离的钙和碳酸氢根离子，防止碳酸钙的结晶析出，从而实现阻垢目的。

循环水通过中低频电磁波的作用，破坏水中微生物原始胚芽生长的环境，被阻垢设备极化的水分子，通过微生物细胞膜渗透到微生物体内形成过氧化液泡、破坏了微生物的超氧化物歧化酶的有效生成，使水中微生物的生存能力降低，从而起到杀菌、除藻，防止生物黏泥的产生，提高浓缩倍数，降低排污水量。



电磁高频阻垢仪结构示意图

### 3.技术指标

该技术循环冷却水系统浓缩倍数提高到 5 倍以上，相对化学药剂法，减少循环冷却水系统排污水量 60% 以上。以 10000 t/h 的循环水量为例，在浓缩倍数为 2 时，其排污水量约 150t/h，浓缩倍数为 5 倍时，排污水量降低至 25t/h，节水量为 125t/h，节水率 80% 以上。

### 4.技术特点及先进性

(1) 可实现循环冷却系统在 4.5 倍以上高浓缩倍数下安全运行，无结垢产生。

(2) 采用电磁技术替代传统药剂，实现高效阻垢，可实现系统运行倍数由 2-3 倍提高至 4.5 倍以上，无二次污染。

(3) 可实现宽频电磁波簇组合自反馈调节，对不同水质特性具有更好的适应性。

(4) 相对传统线圈单点电磁阻垢设备作用范围提升 80%，且不受流速、流量限制；采用仿真 IGBT 模式提升发射功率，突破性实现超大管径（DN2200 以上）的稳定应用。

### 5.应用案例

项目名称：河钢集团承德钒钛公司电磁阻垢技术应用示范项目

项目概况：项目应用于河钢集团承德钒钛公司，在三个代表性系系统上使用该技术，循环水量 4000t/h，设备采用非介入式安装，无需土建，无需拆改管网，对安装环境环境要求低，占用空间小，将设备安装固定于管道外壁，接通电源即可运行使用。

2021 年 11 月 30 日高频电磁阻垢仪设备陆续开始通电运行，机组的冷凝器真空度、端差运行状态比安装之前明显好转，电磁除垢器有溶解原垢的效果明显，溶解原垢效果显著。转炉除尘喷枪处喷嘴清洗频次由一月一次，提高到两月一次。减少补水和排水数量；降低端差，提升真空度，提升发电效率。

## 6.推广前景

高频电磁阻垢技术具备低能耗、高效率阻垢、除垢及杀菌灭藻等特点，目前主要应用在工业循环水系统，具有较好的推广前景。预计未来五年推广比例超过 30%，年节水 70000 万立方米。

技术支撑单位：河钢集团有限公司

联系人：王凡      联系方式：18503230387

## 案例三十：生态用水与消防用水分开管理的智能取水装备

### 1.技术适用范围

适用于工业用水管理。

### 2.技术原理及工艺

洒水车司机持 IC 卡到智能取水栓取水，刷卡识别用户身份，卡内余额不足不能开锁，卡内余额充足则自动开锁，开阀取水时智能取水栓计量取水量，关阀结束取水后设备自动关锁，并将本次取水户信息、取水时间、取水量等信息通过 4G/NB-IoT 无线网络远传至监控中心的生态用水计量管理系统软件。

### 3.技术指标

(1) 智能锁开关方式：IC 卡刷卡

(2) 流量计精度：2 级

(3) 测量范围（量程）

测量频率	1 秒 2 次
量程 1	0.625-1m <sup>3</sup> /h
量程 1 准确度	4%
量程 2	1-125m <sup>3</sup> /h
量程 2 准确度	2%

(4) 供电方式：大容量可更换锂电池

(5) 功耗

工作功耗	13.5mA
工作电压	25.2V
静态值守功耗	25μA
静态值守电压	25.2V

(6) 主控防护等级：IP68

#### **4.技术特点及先进性**

实现了城市生态用水的刷卡取水、精确计量、远程监管，设备适合频繁开启，计量精度优于 2%，流量计保养/维护便捷，免开挖栓体，单取水口设计，保证取水有序，开创了生态用水与消防用水分开管理的新模式。

#### **5.应用案例**

项目名称：唐山城市生态用水计量管理系统

项目概况：唐山市城区安装智能取水栓 139 套，精确计量收费替代协议收费，没有了估算误差，水费收益由原来的每年 30 万元左右增长至 1400 万元以上，产销差减低近 2%。改变了以往生态用水启用消火栓的历史，专栓专用，维护了公共用水秩序。

#### **6.推广前景**

生态用水与消防用水分开管理的智能取水装备可广泛应用于工业、市政等领域，应用前景广泛。预计未来五年推广比例达到 30%，年节水 11000 万立方米以上。

技术支撑单位：唐山平升电子技术开发有限公司

联系人：李唯一            联系方式：15130509692

## 案例三十一：无负压（无吸程）管网增压稳流给水设备

### 1.技术适用范围

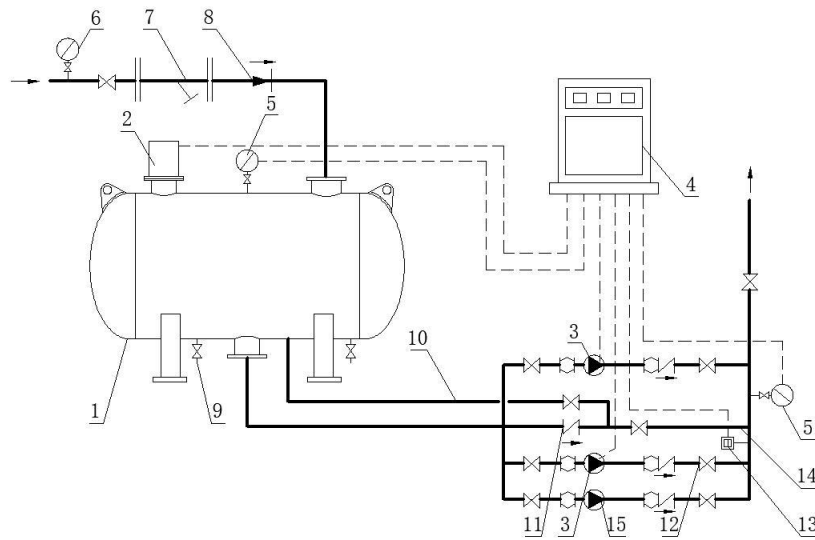
适用于工业节水装备。

### 2.技术原理及工艺

该设备改变现有设备的变量恒压及传统的末端控制式变压变量方式，采用出口流量和压力的双变量控制，实现无级自动调节和自动适应控制，达到在用户用水低峰期时系统节流损耗为零的最佳节能效果，不但解决恒压变量供水方式存在的用水低峰期时各用水点的流出压力高、水流大所造成的水、电浪费问题，还解决末端恒压供水方式存在的控制信号反馈慢、出现故障不易检查和不能实现远距离控制等问题。

该设备采用人机界面控制系统，组态准确、清楚、实时显示出水流量、出水压力、进水压力、水泵电流、工作频率等运行参数和运行状态，同时可显示动态画面和实时图像，全自动智能化控制和管理，操作简单，性能可靠。采用 SM510 控制系统，系统稳定性好，可靠性强，可实现各种逻辑控制功能、数据检测记录功能和远程通讯功能等。设备外观进行亚光处理，全密闭设计，不与外界空气连通，确保用户用水安全。所用材料不会对水质产生任何污染，符合国家相关规范对二次供水的要求。





无负压（无吸程）管网增压稳流给水设备结构示意图

### 3.技术指标

采用预压自平衡技术、稳流补偿技术、真空抑制技术、空气隔断技术、负压反馈技术，整个系统通过计算机 SDF 模糊控制技术来实现无负压（无吸程）。远程监控系统采用计算机网络技术、通讯技术、电子技术、微机压缩和解码技术。

### 4.技术特点及先进性

无负压给水设备是在不对市政自来水管网产生负压的前提下实现出水压力的稳定。自来水首先进入稳流补偿器，经过稳流补偿器内的储能机构开始储能，当进水压力满足有水开机压力条件时，控制柜内的 SM510 供水专用控制器，根据采集到的进出水口压力、真空抑制器状态，利用中央处理器进行处理，然后将信号输出到接触器和变频器，控制水泵运转速度，从而实现恒压供水。

### 5.应用案例

项目名称：北京市石景山自来水公司老山泵站项目

项目概况：石景山自来水公司老山泵站位于北京市石景山区，用水人数约 10000 人。最高建筑物 9 层。改造前供水情况：原设直径 24 米，深 4.0 米地下水池一个，水池有效深度 3.8 米，供水设备：设 8sh-9 水泵三台（ $Q=288\text{ m}^3/\text{h}$ 、 $H=62.5\text{m}$ 、 $N=75\text{ KW}$ 、一用两备），水泵工频运行，占地面积 120 平方米。工程改造后，采用 WWG 无负压（无吸程）给水设备 WWG750-19-2，设格兰富水泵 TP150-250（ $Q=250\text{ m}^3/\text{h}$ 、 $H=19\text{ m}$ 、 $N=22\text{ KW}$ ）三台，水泵变频运行，稳流补偿器采用食品级不锈钢材料制作，配置智能电力监测仪。

## 6.推广前景

无负压（无吸程）管网增压稳流给水设备可广泛应用于工业、市政领域。预计未来五年推广比例达到 40%，年节水 50000 万立方米。

技术支撑单位：青岛三利中德美水设备有限公司

联系人：刘玉朝                      联系方式：15054896796

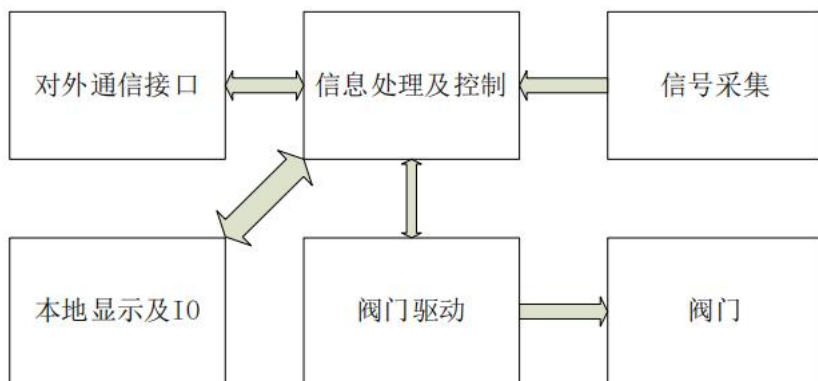
## 案例三十二：高精度抗干扰阀门快速位置检测装备

### 1.技术适用范围

适用于工业节水装备。

### 2.技术原理及工艺

包含对外通信接口模块、本地显示及 IO 模块、信号采集模块、信息处理及控制模块、阀门驱动模块、阀门。采用 GD32F450 微控制器作为控制中心，其内包含 ADC、DAC、IO 等各种输入输出设备。根据上位机发来的阀门开度命令或本机指定的阀门开度，以及阀位传感器发来的当前的阀门位置，控制电机的启停以及比例阀的方向及流量，从而将阀门驱动到指定开度位置。



工作原理示意图

主要功能包括：阀门状态和运行过程信息的采集和监测；阀门控制动作的执行；与数字上位系统的连接与通信；与模拟上位系统的连接与通信；与操作面板的连接与通信；故障自检；校验定位；参数设置；部分行程测试；故障报警及复位；阀门速度可调；键盘操作密码。

### 3.技术指标

高精度抗干扰阀门快速位置检测装备技术指标一览表

技术参数		参数值
电源		三相五线380VAC (1±10%)，50Hz (1±1%)，谐波 (≤5%)
通信协议		CAN
输入信号		4-20mA，24VDC
		14位 (0-8191) 数字信号，CAN接口
输入压力		0-10bar
行程	直行程	10-150mm
	角行程	0-90°
阻抗		300Ω-600Ω，4-20mA，24VDC
压力表接口		PT (NPT) 1/8
电源接口		PF1/2 (G1/2)
环境温度	工作温度	-30 ~ 80°C (-22 ~ 176°F)
	防爆温度	-40 ~ 60°C (T5) / -40 ~ 40°C (T6)
直线性		±0.5% F.S.
滞后度		±0.5% F.S.
灵敏度		±0.2% F.S.
重复性		±0.3% F.S.
定位精度		±1.0% F.S.
输出特性		快开，线性，等百分比，用户自定义 (16点)
材质		压铸铝、不锈钢
功能		零点行程自整定、启闭时间可小于10秒、强制全开全关、PST、指定启闭速度
防爆等级		Ex d II C T6/T5
压力传感器		4个

#### 4. 技术特点及先进性

##### (1) 关键技术

高精度快速阀门位置检测技术：阀门位置采用多路多圈高精度电位器采集获取高精度阀门位置信号。根据需要，调整 AD 转换速度，可达到 2M/s。

抗干扰技术：系统从多个方面进行抗干扰设计，包括软件、硬件、机械结构等。

自适应控制技术：采用 PID 算法控制比例阀流量，当设定开度与实际开度差值较大时，不使用 PID 算法中的积分项，并适当增大比例项的系数，达到快速调节的目的，而当差值减小时，启用积分项，达到准确定位的目的。

## （2）技术特点

支持多种对外接口，以连接到上位机：如 DCS 系统、SCADA 系统、手机 APP、各种计算机控制系统。

应用广泛：设备运行于 ARM 架构 CPU 之上，即可以使用国外的 STM 系列 CPU，也可使用国产易兆创新 GD32 系列 CPU。

架构合理：系统硬件、软件均采用模块化、标准化结构。

模块齐全：硬件主要分为对外通信接口模块、本地显示及 IO 模块、信号采集模块、信息处理及控制模块、阀门驱动模块、阀门等模块。软件也采用模块化结构，主要划分控模块、信号采集模块、信号处理模块、通信接口模块、LCD 显示模块、本地 IO 模块、驱动模块等。

接口标准化：硬件模块接口标准化，便于硬件互联，易于故障检测、易于维护。软件模块接口标准化，便于开发、调试、维护。

## （3）工艺流程

主要有四种应用方式：流量控制、流速控制、出口压力控制、阀位控制。可以在重点区域、重点行业等节水场景下，灵活设置和使用，更加适用于复杂的应用场景，实现节水、控水等的目的，具备明显的技术优势和功能特性。

## 5.应用案例

项目名称： 苏南某园区供水管路项目

项目概况： 在苏南某园区供水管路的关键监测点，改造增加了五台 ACU8000 系列智能阀门，通过供水监测平台中对智能阀门所监测采集到的数据进行处理、统计和大数据分析，找到关键节水点，制定节水方案，通过对智能阀门的自动控制，可以实现节水 30%。

## 6.推广前景

该技术属于研发类，阶段性成果具备节水潜力，可带来较好的社会效益。

技术支撑单位： 上海荟宸信息科技有限公司

联系人： 周迁倩      联系方式： 13661412718

## 案例三十三：全膜法处理中水回用装备

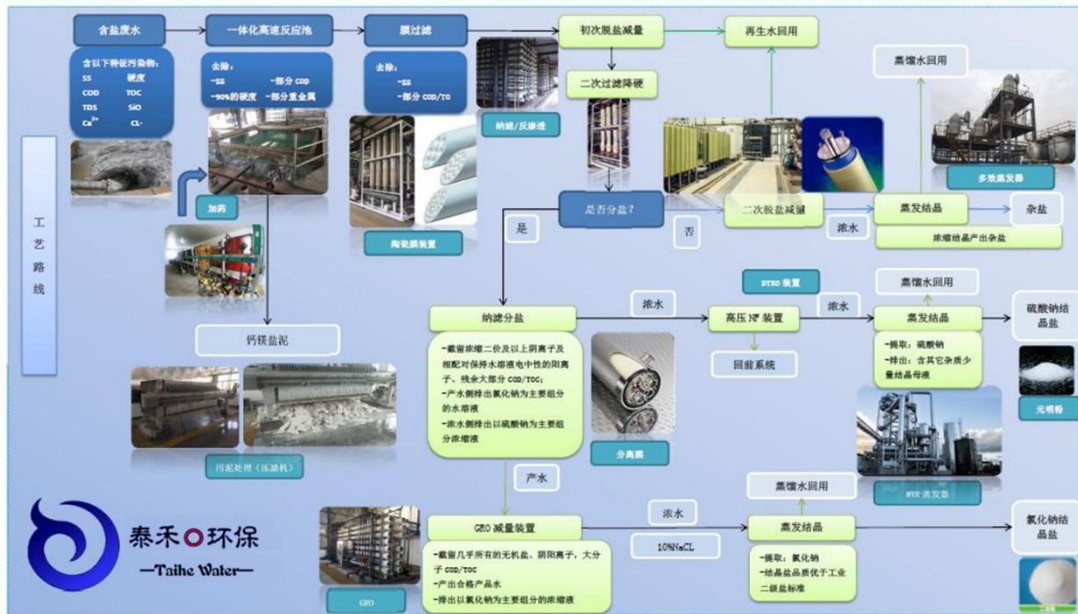
### 1.技术适用范围

适用于工业节水装备。

### 2.技术原理及工艺

包括预处理系统特种管式陶瓷膜（GM）装置、膜浓缩减量系统、蒸发系统。系统的核心为预处理特种管式陶瓷膜（GM）装置，由陶瓷膜设备单元组成，设备主机有循环泵、陶瓷膜组件及相应的管路阀门和检测元器件等，外围包括反冲系统、清洗系统，均由一套自控系统实现自动检测和调节。其耐高温、机械强度高、化学稳定性好、使用寿命长等特性，克服其他分离技术受温度、酸、碱等工作条件影响的缺点，是有传统机超滤膜元件的升级、替代新产品，是特种管式陶瓷膜装置的核心部件。特种管式陶瓷膜滤芯采用错流式过滤方式，过滤进行时，原液从滤芯一端进入滤芯内部，并从另一端流出，同时过滤液穿过滤芯壁流出。随着过滤液不断流出，滤芯另一端流出的原液将不断被浓缩，实现过滤功能。

浓缩减量系统可进一步提高产水回收率，减少浓盐水量，缩小蒸发系统的处理规模。经过无机陶瓷膜的过滤，可去除绝大部分沉淀物、浊度、悬浮物及部分化学需氧量，最终达到后续膜处理的进水要求，经加酸调节 pH 值到中性后进入陶瓷膜产水池，再经增压泵提升送至膜浓缩系统，经过多级膜浓缩分盐、减量处理，在安全、经济、稳定运行的基础上，进入后续蒸发系统。膜浓缩减量系统由过滤器、高压泵、膜系统、CIP 清洗装置等组成。



全膜法处理中水回用装备示意图

### 3. 技术指标

全膜法处理中水回用装备技术指标一览表

项目		指标
全膜法处理工艺技术指标	排污废水回用率	>90%以上
	运行费用	<50%以上
	节约占地面积	>2/3以上
特种管式陶瓷膜技术指标	过滤孔径	0.02-0.2um
	水通量	150-300L/m <sup>3</sup> h
	使用寿命	15-20年
	产水SDI值	<2.0
	抗弯强度	>4.2kN

### 4. 技术特点及先进性

#### (1) 工艺创新

全膜法处理中水回用设备用特种管式陶瓷膜（GM）装置代替砂滤+有机超滤+软化，不仅解决了传统工艺砂滤板结、超滤断丝、不抗冲击的问题，且相较传统工艺流程，一步代替三步，使整体设备运行稳定可靠、运行费用下降、占地面



积减少。

特种管式陶瓷膜采用耐强碱和韧性高的无机材料烧制，抗污染、耐油污、耐钙镁等无机沉淀物的冲刷，特别适合水质变化比较大的各种中水（化学需氧量在 1000 以内、含盐量 30000PPM 以内的各种污废水、海水及地表水均可以处理）。

利用纳滤将一价盐和二价盐分开处理，蒸发结晶的氯化钠可以达到《T-CCT002—2019 煤化工副产工业氯化钠》中工业湿盐一级标准，从而可以实现固体废物的资源化利用。

## （2）核心技术创新

用陶瓷膜处理高硬度、高浊度的高盐水，可使处理流程缩短、占地面积减少 2/3、运行更加稳定、抗冲击能力大大提高、产水硬度和含盐量低。

加酸点后移以后，使陶瓷膜在  $\text{pH} > 11$  的环境下运行，在高  $\text{pH}$  的环境下抑制了中水中微生物的生长，防止微生物对陶瓷膜微孔的堵塞。

利用水中形成的碳酸钙、碳酸镁、氢氧化镁等无机絮体作为絮凝剂使用，水中小粒径的污染物被捕捉形成絮凝状的大颗粒，提高了陶瓷膜对污染物的截留率，使陶瓷膜产水水质大幅度提高，产水 SDI 值  $< 2.0$ ，延长后面反渗透膜和纳滤膜的清洗周期，使反渗透膜和纳滤膜的使用寿命由 2 年延长至 5 年以上。

陶瓷膜在高  $\text{pH}$  和高流速的环境下运行可以使膜通量达到 300LMH 以上，比常规环境下运行通量提高 100% 以上，节省运行费用。

中水中的悬浮物主要为钙和镁等无机盐形成，该类污染物硬度高、摩擦力大，大流量循环时对陶瓷膜两端和表面冲刷力强，容易造成膜层的损坏；同时，陶瓷膜如果长期在高 pH 环境下运行，很容易使其强度变低、膜层脱落、支撑体断裂；高盐水专用陶瓷膜的耐酸碱能力高出行业标准 50% 以上。

## 5.应用案例

项目名称：德州实华化工有限公司末端污水处理装置

项目概况：本项目位于德州市天衢工业园，属于黄河流域的重点区域。该项目采用全膜法中水回用设备，投资 1026 万元，建设时间为 2019 年 10 月，竣工时间 2020 年 5 月。该项目的水质中硬度（钙离子、镁离子）、氯根离子、TDS 等指标普遍偏高，工艺需要对 TDS、硬度进行有效去除。由于全膜法中水回用设备中的陶瓷膜预处理单元相比传统工艺的先进性，对于处理以上水质具有明显的技术优势，可保证整体设备长期稳定的运行。本项目循环排污水量为 300m<sup>3</sup>/h，通过本期增上回用装置后，可将 90% 的排污水回用，节省水费 4 元/吨、排污费 5 元/吨、减少运营能耗 2 元/吨，年经济效益达 2376 万元，投标回收期不到 5 个月，节水 216 万 m<sup>3</sup>。自设备投入运行 3 年多以来，整体运行稳定，各产水指标均保持预定要求。

## 6.推广前景

全膜法处理中水回用装备，相比传统产品，运行更加稳定、可靠，应用场景从中水回用、高盐废水领域，扩大到海

水淡化领域、饮用水领域。预计未来五年推广比例达到 2%，  
年节水 1400 万立方米。

技术支撑单位：山东泰禾环保科技股份有限公司

联系人：尹飞                      联系方式：13053342121

## 案例三十四：低能耗、高回收率的工业脱盐水装备

### 1.技术适用范围

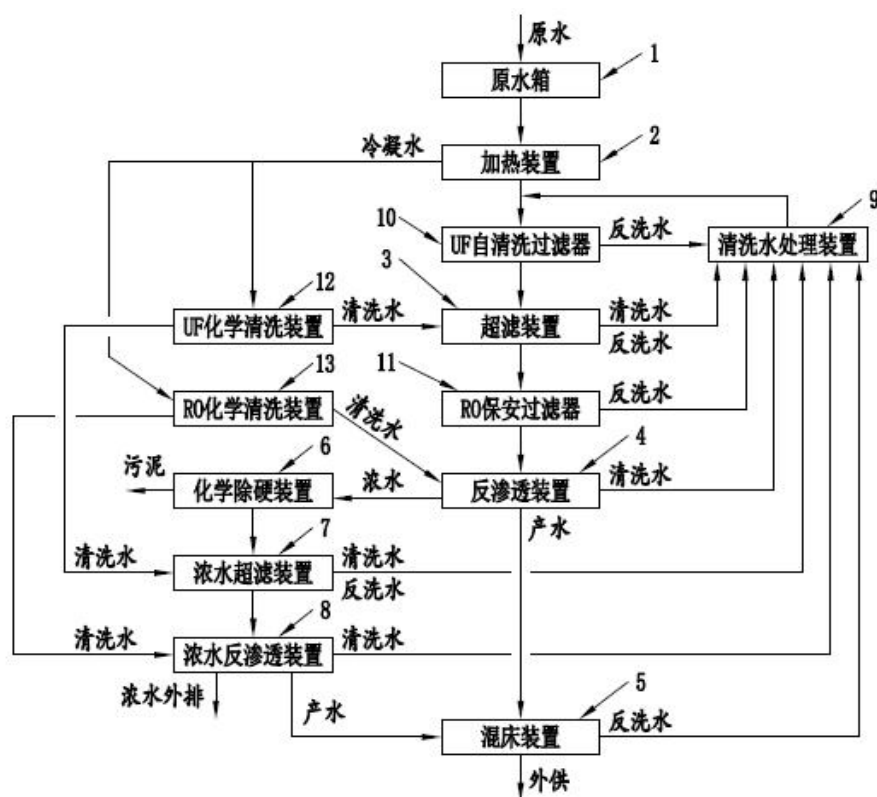
适用于工业节水装备。

### 2.技术原理及工艺

一方面从膜材料的化学结构入手，开发亲水性抗污染含氟材料超滤膜制备技术，同时开发耐污染的超滤膜组件，并通过优化组件的流道设计，提升组件纳污能力、加强气擦强度，提高物理清洗效果。充分利用超滤膜的优越性能，把浓缩约 20 倍的自清洗过滤器反洗水、UF 正反洗水等高浊度水简单过滤后回用至原水箱，利用砂滤的反洗水把原水中被截留浓缩的悬浮物排放。使高速砂滤回用单元的回收率做到 97%以上。

采用化学除硬高密池，把浓缩 4-5 倍的 RO 浓水等高盐高硬水进行深度除硬后，再进行浓水 RO 的脱盐回用，使浓水 RO 的回收率做到 85%。其中，化学除硬高密池，通过优化池体结构、改良运行方式、摸索出最佳的混合反应沉降状态，使产水硬度控制在小于 0.3mmol/L。而浓水 RO 通过优化其管路配水、改善水流状态、控制膜面结垢和流道污堵，把回收率提高到 85%，并开发高利用率脱盐水生产系统技术、高效二级反渗透装置技术、反渗透浓水回收系统技术、反渗透浓水低污泥除硬处理装置技术、清洗水回收系统技术和水处理设备布水装置技术，通过以上的技术路径来实现对脱盐水系统中各种污染物包括常规污染物、复杂的有机污染物和新型污染物等物质的协同去除，使脱盐水系统整体水回收率

达到 92%以上，实现了脱盐水系统节水节能和污水资源化利用，工艺路线图如下。



工艺流程示意图

### 3.技术指标

- (1) 脱盐水系统水利用率 $\geq 92\%$ 。
- (2) 脱盐水系统浓盐水利用率 $\geq 80\%$ 。
- (3) 脱盐水浓水段高效低能耦合工艺出水硬度 $\leq 0.3\text{mmol/L}$ 。

### 4.技术特点及先进性

(1) 采用双膜法+混床的传统工艺进行技术路线设计，主工艺产生中高浊废水和高盐废水，经高速过滤器除浊后采用高回收率的超滤工艺包回用做原水，使得超滤系统水的回收率由 90%提高到 95%以上。

(2) 开发高盐废水的回用减排工艺，反渗透排放的高盐高硬废水经“低污泥除硬处理装置”化学软化沉淀除硬和“高效浓水 RO 装置”脱盐后，回用进混床做深度脱盐处理，同步实现系统深度脱盐除硬和提高水回收率的功能。

## 5.应用案例

项目名称：浙江嘉化能源股份有限公司兴港热电 1000t/h 脱盐水项目

项目概况：项目于 2021 年开工，2022 年 3 月投产运行。建设规模：脱盐水生产 1000t/h；总投资 7000 万元；占地面积主厂房 1260m<sup>2</sup>、辅助占地 300m<sup>2</sup>，总计 2000m<sup>2</sup>。该项目通过连续稳定运行 18 个月的数据分析，每年向用户连续供应合格的除盐水约 800 万吨，系统水的利用率由常规的 70% 左右提高到 92% 以上，电耗由常规的 2.4kwh/吨除盐水下降到 1.28kwh/吨除盐水。实现年节水 270 万吨，年减排污水量 48 万吨的节水效果。

## 6.推广前景

低能耗、高回收率的工业脱盐水制备关键技术目前主要应用在化工、电力、印染、钢铁、冶金等诸多领域的工业脱盐水制备生产过程中，具有较好的推广前景。预计未来五年推广比例达到 10%，年节水 1300 万立方米以上。

技术支撑单位：汇信盈（嘉兴）环保技术有限公司

联系人 1：李建华                      联系方式：15620697189

联系人 2：胡俊辉                      联系方式：13811163869

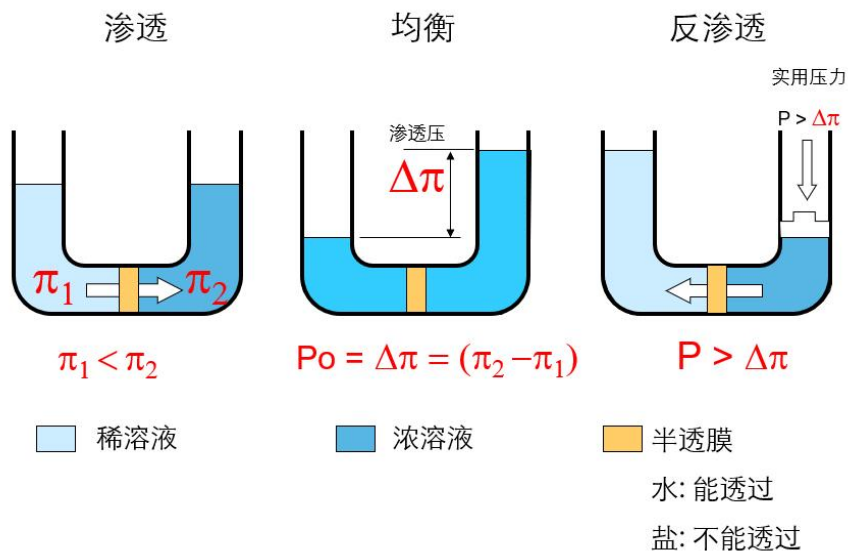
## 案例三十五：高性能水处理纳米反渗透薄膜

### 1. 技术适用范围

适用于工业节水装备。

### 2. 技术原理及工艺

在浓溶液侧施加大于溶液渗透压的压力，迫使水分子逆向（与自然渗透方向相反）通过半透膜进入稀溶液的过程，由于在反渗透过程中，浓溶液侧的水分子通过半透膜流向稀溶液，而绝大部分溶质（溶解性固体）却无法透过膜，被截留下来。具有节能降耗、抗污染性好、使用寿命长、适应性强及系统操作简单、运行平稳等优点。



高性能水处理纳米反渗透薄膜系统示意图

### 3. 技术指标

反渗透膜元件过滤精度 0.3-0.5 纳米，脱盐率可达 99.5% 以上；可在更宽泛的 pH 范围（1-13）内达到有效清洗效果。

### 4. 技术特点及先进性

(1) 将半导体相关模型、品控思路、量产经验成功运

用到反渗透膜的生产中，使得每一工艺单元均具有极强的拓展性与可控性，从而提升反应过程的把控程度。

(2) 通过控制反应过程，进一步加深对机理的认知，形成经验参数数据库，从而发展成模型，在模型化技术平台基础上，产品性能快速提升，并持续迭代，促使可持续性发展。

(3) 复合反渗透膜量产线整线采用全狭缝挤出的工艺，与传统浸涂工艺相比，在设备投入、原材料消耗、产品良率、方面均有优势。

(4) 把新型界面聚合的不同水油相配方组合，并随应用领域不同而更迭。实现反渗透膜的配方、工艺及设备全环节自主研发与规模制造。

## 5.应用案例

项目名称：华星光电中水回用设施反渗透膜项目

项目概况：项目实施地点位于长江经济带内，选用苏瑞膜 SUROBW-8040FR 型号抗污染膜中试设备。2021 年 10 月至 2022 年 9 月期间，通过对中试膜系统产水流量、脱盐率、压差等数据进行持续监测，苏瑞膜抗污染膜元件运行稳定。该项目处理水全部来自于华星光电的生产废水，整体回用率超过 85%。本项目每小时可以节水 160 吨，年节水 100 万吨，扣除处理成本后，经济效益可达 500 万元/年。

## 6.推广前景

高性能水处理纳米反渗透薄膜可广泛应用于市政污水厂尾水处理回用、生活用自来水净化为纯净饮用水，以及医



药、电子、化工、纺织、钢铁等多个行业的废水处理及中水回用。该技术目前处于研发阶段，阶段性成果具备一定节水潜力，可带来较好的社会经济效益。

技术支撑单位：苏州苏瑞膜纳米科技有限公司

联系人：蒋文渊      联系方式：17321267180

## 案例三十六：工业级超声波水表漏损节水系统

### 1.技术适用范围

适用于工业供水管网检测。

### 2.技术原理及工艺

以计量精确性能稳定的超声波冷水水表为计量终端，由远程终端依托互联网/物联网通信技术传输数据与指令，以运维管理平台为监测手段，运用智能边缘计算、自主学习、先进的过程控制算法、智慧管理与决策可视化等关键技术，实现能耗监控与调节自动化、重点区域管控自动化和管理层远程调度现场自动化。

以工业企业“供-用-耗-排”水量水质过程为监测对象，通过多层次、高频次、全过程的一体化监测，以物联网、大数据、云计算技术为依托，基于水平衡、涡度相关等理论，实现水平衡动态测试计算、管网漏损智能诊断、运行成本智能优化等功能，可为用户“节水控污减排”提供整套解决方案。



节水系统示意图

### 3.技术指标

工业级超声波水表漏损节水系统技术指标一览表

性能	技术参数
公称直径	DN50 ~ DN300
被测介质	水、均匀液体，并充满被测管道
流量范围 (Q3/Q1)	250 (可定制500)
准确度等级	2级
最大工作压力 (MPa)	1.6 MPa (可定制1.0和2.5 MPa)
压力损失 (KPa)	$\Delta p_{16}$
材质	不锈钢 (球墨铸铁可选)
声道数	2或4声道
温度等级	T30 (T50可定制)
工作环境	-25°C~55°C, $\leq 100\%RH$
电池寿命	10年 (根据使用环境和条件, 会有变化)
电池类型	锂电池
通讯方式	NB-IoT/4G
气候和机械环境安全等级	O类
电磁兼容性等级	E2
流动剖面敏感度等级	U5D3/U0D0
按键	红外按键
防护等级	IP68
液晶显示	9999999.99
类型	分体式
采样频率	4 Hz
压力传感器	可选配

### 4.技术特点及先进性

(1) “子弹头”抗扰流设计。采用导流和整流结构一体化设计,有效减小流体流经管道时的阻力,经过实验测试,相比传统插片或者支架形式的反射器,压损降低至 25kPa 以内。反射片及倒圆角的设计在兼容考虑压力损失的前提下,兼顾声程和声波对流场覆盖率。反射器配合前后端抗扰流止

位环，对前端不稳定流场起到有效整流作用。该设计增强各流量点测量稳定性，提高超声波水表的测量精度，实现计量每一滴水，从而提高企业节水意识，避免水资源浪费。

(2) 动态水平衡智慧算法。针对漏水和正常用水进行有效检测，加强对背景噪音、用水模式变化和不确定性干扰分析，提取漏损特征和趋势，精确定位漏损点，推断漏损量级，结合统计模型、机器学习和模式识别开发漏损量估计算法。能够实现综合节水 $>10\%$ ；数据可靠性 $>99\%$ ，具有高互操作性、可调整性；系统首页响应时间 $\leq 1s$ ；预警信息产生到接收之间耗时 $\leq 60s$ ；系统源数据采集时间可到分钟级，整编数据时间可到小时，数据处理时间控制在 $60s$ 内；具有一定的容错能力、高稳定性、可扩充性、数据处理、管理与连续分析能力。

## 5.应用案例

项目名称：宁夏红墩子煤业有限公司智慧水务工程项目

项目概况：该项目为宁夏红墩子红一煤矿、红二煤矿及选煤一厂安装了水量计量表 148 只，配备自动采集终端与通信设备，实现水量计量数据的自动采集、存储与传输，同时汇集已建设的水质监测站数据和水处理站的水质监测相关数据，建立统一的水量水务数据采集传输网，实现与黄委会和宁夏回族自治区水利厅监管平台并网。构建红墩子煤矿全矿区水平衡测试与计算分析模型；管网漏损定位与预警模型；水质综合分析评价模型；工业用水考核指标分析模型。搭建了“红墩子煤矿智慧水务管理平台”系统以及 APP 程序。项

目于 2023 年底完成一期建设，整体项目年节水目标 10%，  
预计实现节水收益 760 万元以上。

## **6.推广前景**

工业级超声波水表漏损节水系统技术应用范围具有较高的可复制性，具有较好的推广前景。该技术目前处于研发阶段，阶段性成果具备一定节水潜力，可带来较好的社会经济效益。

技术支撑单位：青岛乾程科技股份有限公司

联系人：宁庆月      联系方式：17685721157

## 案例三十七：应用于工业锅炉的防腐抑垢清洗剂

### 1.技术适用范围

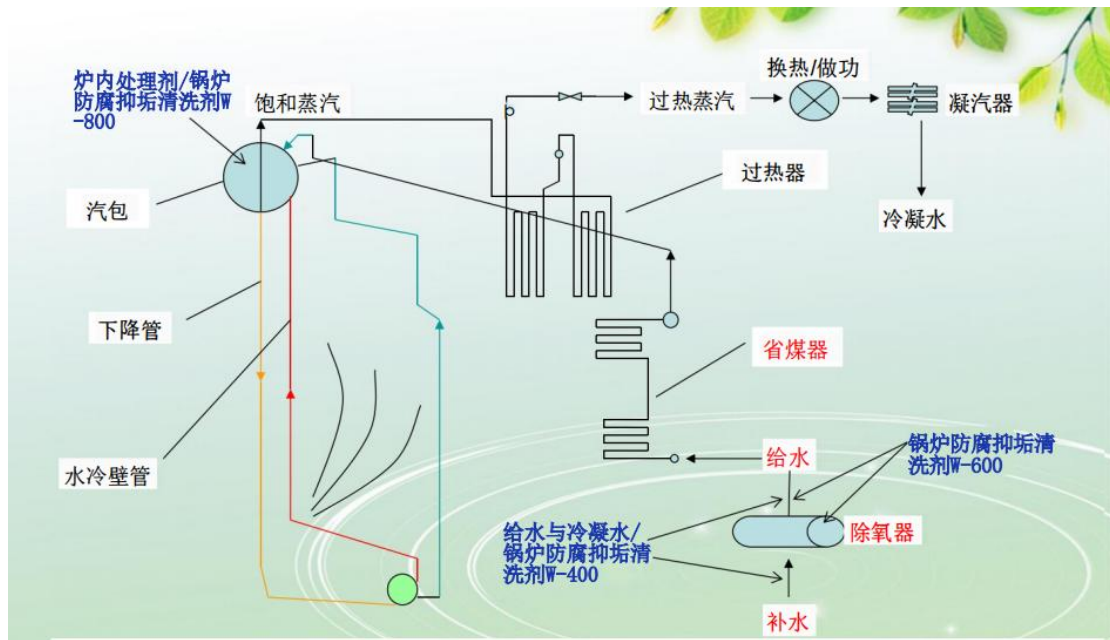
适用于工业节水材料。

### 2.技术原理及工艺

该清洗剂是无毒、无刺激、环境友好型常温稳定药剂，非危化品；是多功能多效成份复配药剂，一起搭配使用具有调节 pH、分散、螯合、络合、缓蚀、消泡、预膜等功能。可提供汽水全系统的保护，并能在低排污率下无垢运行。高温高压全挥发的特性，不贡献炉水可溶盐含量，不增加电导率，提高炉水浓缩倍率，避免磷酸盐携带，减少排污。

根据蒸汽和凝结水系统的温度和压力，药剂分配系统小，能提供蒸汽/液体（V/L）的平衡扩散比和 pH 中和作用。从冷凝液开始到在蒸汽发生系统循环后最终冷凝，最高可以适用的蒸汽压力达 17.8MPa，温度达 593°C。有效提高给水、蒸汽和凝结水系统的 pH，有助于控制凝结水系统中产生的腐蚀问题，最大限度的降低腐蚀产物的沉积，减少排污。

其中的长链化合物还会在金属基体表面生成单分子保护膜。防止腐蚀产物对基体金属的侵蚀，从而防止管线和汽轮机腐蚀现象发生。在高温高压下最终产物不含有机酸，只有水、痕量氮气和碱性物质，不会对蒸汽品质产生负面影响。有助于保持管线、蒸汽和凝结水系统清洁，减少铁和铜的夹带对蒸汽系统和汽机的影响。



工艺流程示意图

### 3.技术指标

技术指标一览表

主要指标	传统技术	防腐抑垢清洗剂节水技术
锅炉排污率	排污率2%—5%，排污率大，热量损失大；	排污率1%以下，降低排污率达50%以上，节水率1%—2.5%、减少热量损失，节约一次能源。
给水pH值	给水pH8.8—9.3，参数波动大，有超标现象；	给水pH9—9.2，参数稳定，合格率百分之百。
炉水pH值	炉水pH9—10.5，参数波动大，有超标现象；	炉水pH9.5—10，参数稳定，合格率百分之百。
磷酸根	磷酸根2—10，参数波动大，有超标现象；	磷酸根2—5，磷含量低且参数稳定，合格率百分之百。

### 4.技术特点及先进性

该技术替代原传统化学水处理方式后，可以减少锅炉除氧用气，减少锅炉汽包排污量，可供汽水全系统的保护，并能在低排污率下无垢运行。高温高压全挥发的稳定性，不贡献炉水可溶盐含量，不增加电导率，提高炉水浓缩倍率，排污率可降低50%-80%，节水率达1-2.5%。

## 5.应用案例

项目名称：宝武马钢公司防腐抑垢清洗剂节水技术应用项目

项目概况：该技术利用原有工艺流程和设备，无需对现场设备进行改造。宝武马钢公司热电厂共有中高压锅炉 7 台，使用 FHLT 药剂后，每年减少高热饱和热水损失约 20.5 万吨，药剂投资约 300 万元，实现经济效益约 600 万元。炼焦厂共有中高压锅炉 10 台，使用 FHLT 药剂后年减少高热饱和热水损失约 17 万吨，药剂投资约 180 万元/年，实现经济效益约 440 万元。该技术通过替代氨水及联氨，消除了重大危险源，避免了作业人员的职业危害；现场工艺指标合格率达百分百，提高了设备的运行可靠性；产品为低磷药剂，降低磷排放，降低排污率，减少蒸汽中盐分夹带，提高蒸汽品质；药剂有钝化清洁效果，提供对锅炉水汽系统的全面保护，延长设备使用年限，减少设备维修率。

## 6.推广前景

工业锅炉排污率平均约为 2-5%，使用该防腐抑垢清洗剂后，可实现排污率降低 50%以上，节水率约为 1-2.5%。该技术目前处于研发阶段，阶段性成果具备一定节水潜力，可带来较好的社会经济效益。

技术支撑单位：安徽省复和利泰节能环保科技有限公司

联系人：杨岳

联系方式：18856001002



## 案例三十八：用于废水处理的新型缓释阻垢剂

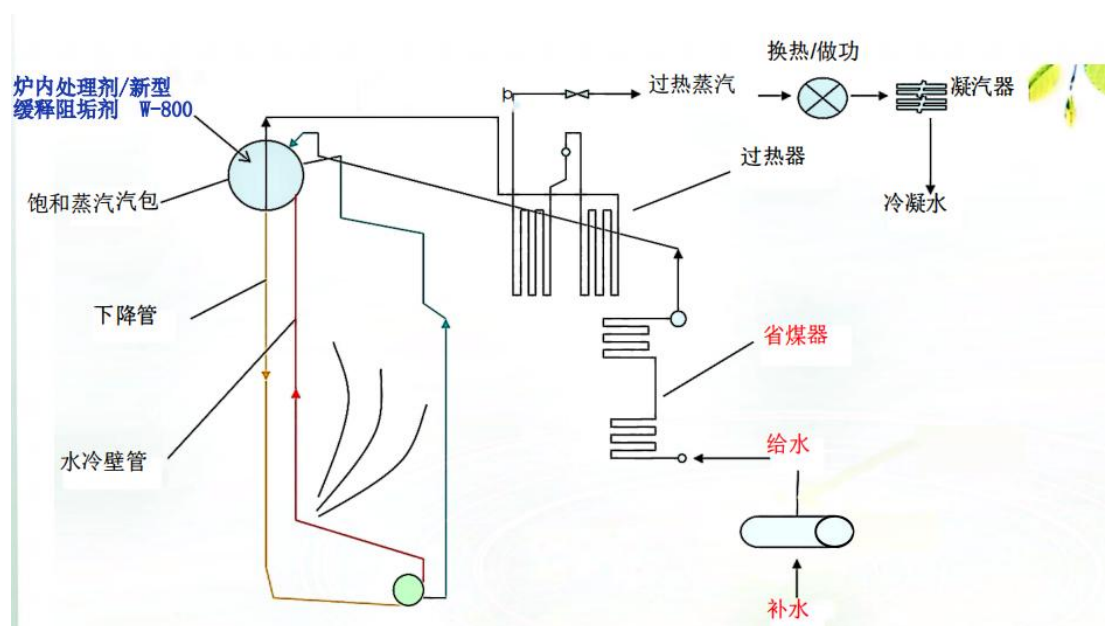
### 1.技术适用范围

适用于工业节水材料。

### 2.技术原理及工艺

该缓蚀阻垢剂是一种含有机聚合物、聚合磷酸盐、高效分散剂和助剂等组成的多功能炉内水处理剂，通过特定的钠磷比，严格控制锅炉内腐蚀与结垢问题，可代替磷酸钠和氢氧化钠的使用。

阻垢剂加入到锅炉中不会造成炉水指标的震荡，且在控制炉水 pH 达标条件下，有效提高炉水的 pH 值，并降低炉水电导率及磷酸根含量，对锅炉溶解固形物贡献少，可实现排污率的有效降低；通过与铁、铜、硅等发生反应、螯合、分散炉水中的硬垢，防止结垢。铁和铜的氧化物也会被调节成没有粘性，自由流动的形式，不会在锅炉的表面生成硬的沉积垢，防止局部电位腐蚀。从而达到“减污、节能、降碳”的降本增效效果。



工艺流程示意图

### 3. 技术指标

技术指标一览表

主要技术指标	传统技术	新型缓蚀阻垢剂节水技术
锅炉排污率	排污率2%—5%，排污率大，热量损失大；	排污率1%以下，降低排污率达50%以上，节水率1%—2.5%、减少热量损失，节约一次能源。
炉水pH值	炉水pH9—10.5，参数波动大，有超标现象；	炉水pH9.5—10，参数稳定，合格率百分之百。
磷酸根	磷酸根2—10，参数波动大，有超标现象；	磷酸根2—5，磷含量低且参数稳定，合格率百分之百。

### 4. 技术特点及先进性

该技术替代原传统化学水处理方式后，减少锅炉汽包排污量，可供汽水全系统的保护，并能在低排污率下无垢运行。高温高压全挥发的稳定性，不贡献炉水可溶盐含量，不增加电导率，提高炉水浓缩倍率，排污率可降低50%-80%，节水率达1-2.5%。

## 5.应用案例

项目名称：中国石化扬子石油化工有限公司工业锅炉化学水处理项目

项目概况：中国石化扬子石油化工有限公司热电厂共有中高压锅炉 4 台，使用 FHLT 药剂后年减少高热饱和热水损失约 18.5 万吨，药剂投资约 230 万元/年，实现经济效益约 680 万元。该产品为低磷药剂，降低了磷排放；现场工艺指标合格率达百分百，提高了设备的运行可靠性；降低了排污率，达到了节能节水减污降碳的效果。

## 6.推广前景

工业锅炉排污率平均约为 2-5%，使用该缓释阻垢剂后，可实现排污率降低 50%以上，节水率约为 1-2.5%。预计未来五年推广比例达到 50%，年节水 90000 万立方米。

技术支撑单位：安徽省复和利泰节能环保科技有限公司

联系人：杨岳

联系方式：18856001002