

附件

有色金属和建材行业  
典型案例

# 目 录

(一) 有色金属行业 .....	1
案例一：多晶硅生产水循环利用系统 .....	1
案例二：电解铝厂含氟生产废水及初期雨水处理新工艺 .....	4
案例三：铅锌污酸资源化利用技术 .....	7
案例四：铜冶炼烟气制酸系统装置 .....	10
案例五：铜加工生产废水节水零排放处理工艺 .....	14
(二) 建材行业 .....	17
案例一：低碳节水膨润土流变助剂 .....	17

## (一) 有色金属行业

### 案例一：多晶硅生产水循环利用系统

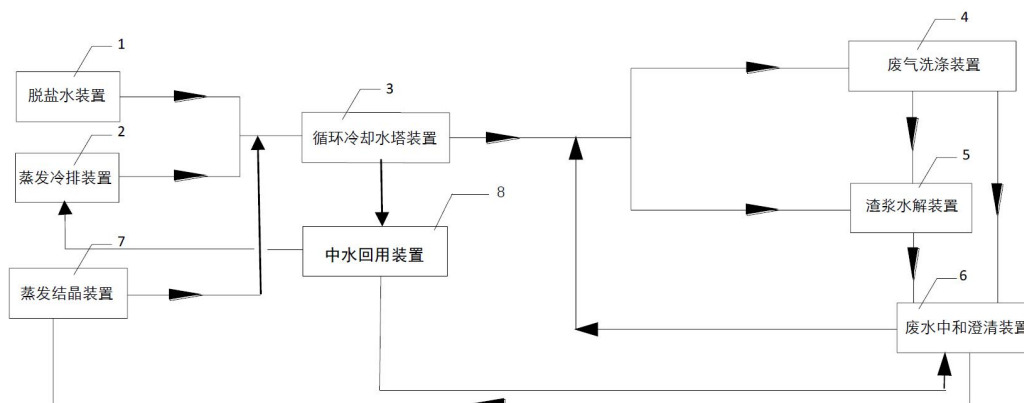
#### 1. 技术适用范围

适用于多晶硅循环水处理系统。

#### 2. 技术原理及工艺

包括脱盐水装置、蒸发冷排装置、循环冷却水塔装置、废气洗涤装置、渣浆水解装置、废水中和澄清装置、蒸发结晶装置、中水回用装置。脱盐水装置、蒸发冷排装置的排水水质满足循环水水质要求，直接排至循环冷却水塔装置继续使用；循环冷却水塔装置排水可满足环保装置要求，废气洗涤装置、渣浆水解装置使用循环冷却水塔装置的排水；废气洗涤装置、渣浆水解装置的排水进入废水中和澄清装置进行中和、沉淀处理，废水中和澄清装置的排水继续到渣浆水解装置、废气洗涤装置回用，多余废水经蒸发结晶装置蒸发生成氯化钙，蒸发冷凝水至循环冷却水装置使用。中水回用装置对循环水处理后到蒸发冷排装置使用，中水回用装置排水至废水中和澄清装置处理。

具体流程如下：



工艺流程示意图

### 3.技术指标

单位多晶硅取水量  $77.44\text{m}^3/\text{t}$ ，水重复利用率  $99.29\%$ ，用水综合漏失率  $0.8\%$ ，单位多晶硅排水量  $30.1\text{m}^3/\text{t}$ 。

### 4.技术特点及先进性

对多晶硅生产各用水系统的水质、水量、水温等进行精确分析，将各点位排水直接回用或经过处理后再次回用，通过各装置用水点位的串联改造，增加梯级用水、循环用水次数，大幅降低多晶硅生产用水量。

### 5.应用案例

项目名称：四川永祥新能源有限公司光伏硅材料项目

项目概况：该项目于 2021 年建成投产，项目生产用水主要为循环冷却，通过冷却带走生产工艺中的热量；其他用水包括生活用水、绿化用水、地面冲洗用水、环保设施用水、多晶硅清洗用水等。项目每小时循环水喷淋量  $9.6$  万  $\text{m}^3$ ，蒸发量较大，循环水经蒸发浓缩后，钙、镁等离子浓度较高，在设备表面易形成水垢。通过增加中水回用装置，去除钙、

镁离子，将循环水处理后继续回用，大幅降低循环水补水量。废水蒸发结晶装置蒸发冷凝水水质较好，由直接外排改至回收用于循环冷却水塔补水。废气洗涤、渣浆水解装置增加废水回用比例、减小循环水使用量。通过改造，项目单位产品取水量下降至 77.44m<sup>3</sup>/t，水重复利用率达到 99.29%。

## **6.推广前景**

该技术可广泛用于多晶硅行业循环水系统，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：四川永祥新能源有限公司

联系人：袁思见      联系方式：17781239131

## 案例二：电解铝厂含氟生产废水及初期雨水处理新工艺

### 1.技术适用范围

适用于电解铝行业废水处理回用。

### 2.技术原理及工艺

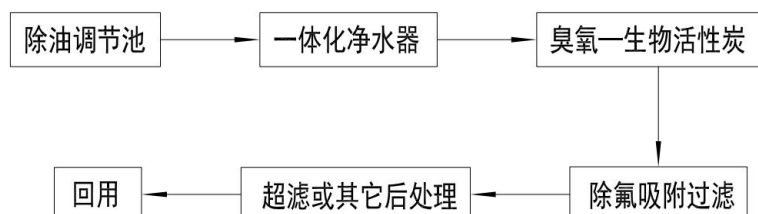
采用调节-除油-去浊（一体化设备）-臭氧氧化-生物活性炭-去除氟化物-超滤的组合工艺处理并回用电解铝厂生产废水、初期雨水。

调节池用于均衡水质、水量。采用管式除油机去除废水中少量浮油，采用一体化净水器去除水中的悬浮物，采用臭氧氧化-生物活性炭深度处理工艺，去除废水中色度、COD及氨氮。

采用活性氧化铝对水中的氟进行置换过滤，活性氧化铝是白色颗粒状多孔吸附剂，有较大的比表面积，是除氟比较经济有效的方法。在酸性溶液中活性氧化铝为阴离子交换剂，对氟有极大选择性。

超滤装置采用加压膜分离技术，在外界推动力作用下截留水中胶体、颗粒和分子量相对较高的物质。

工艺流程如下。



工艺流程示意图

### 3.技术指标

主要技术指标一览表

序号	名称	进水 (mg/L)	出水 (mg/L)
1	石油类	8	< 1
2	SS	190	< 1
3	COD	120	5
4	BOD <sub>5</sub>	40	1
5	色度	80	10
6	氟	8.5	< 1
7	氨氮	5	< 0.5

#### 4.技术特点及先进性

(1) 每段工艺均发挥各自特长，达到较好的综合效果，整体工艺可根据具体进水参数进行适当调整。

(2) 运行费用低，管理方便，工艺适用性强。

(3) 实现电解铝厂废水零排放，处理后的中水可供电厂锅炉反渗透作为水源、可作为循环水补水等生产用水及日常杂用水。

#### 5.应用案例

项目名称：中国铝业股份有限公司兰州分公司中水深度处理项目

项目概况：中国铝业股份有限公司兰州分公司二厂于2018年实施中水深度处理项目，处理规模3000m<sup>3</sup>/d。采用调节-除油-去浊（一体化设备）-臭氧氧化-生物活性炭-去除氟化物-超滤的组合工艺，处理后中水作为电厂反渗透水源和厂内其它生产用水再次利用，实现年节水量100万m<sup>3</sup>。

#### 6.推广前景

该技术可广泛用于电解铝行业废水处理回用，具有较好

的推广前景。预计未来五年推广比例达到 30%，年节水 4600 万立方米。

技术支撑单位：沈阳铝镁设计研究院有限公司

联系人：刘伟            联系方式：17740070535



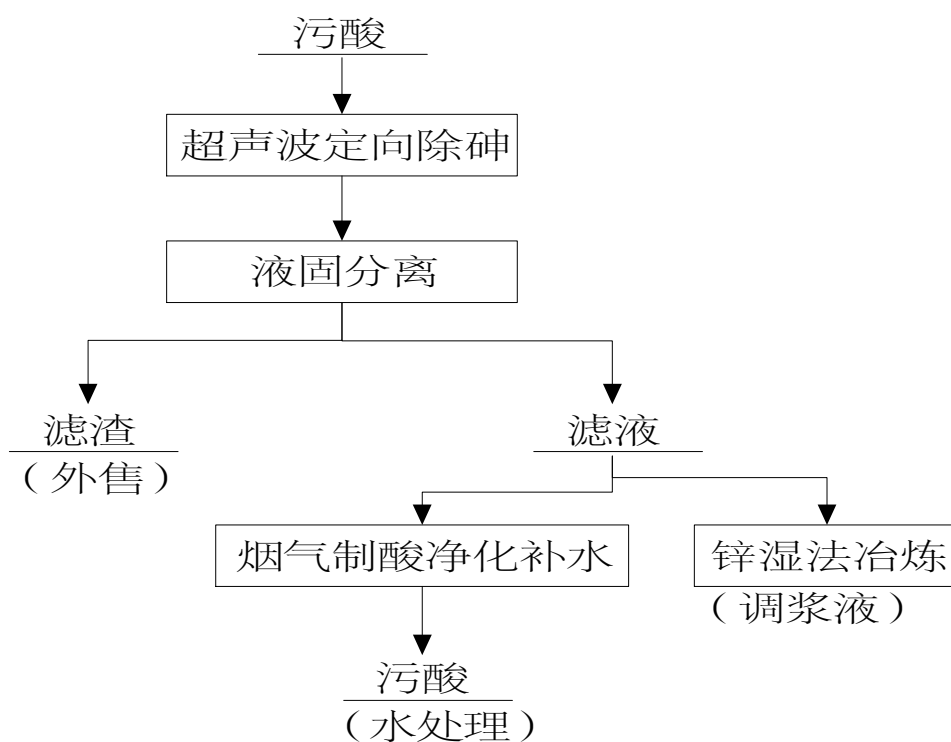
### 案例三：铅锌污酸资源化利用技术

#### 1.技术适用范围

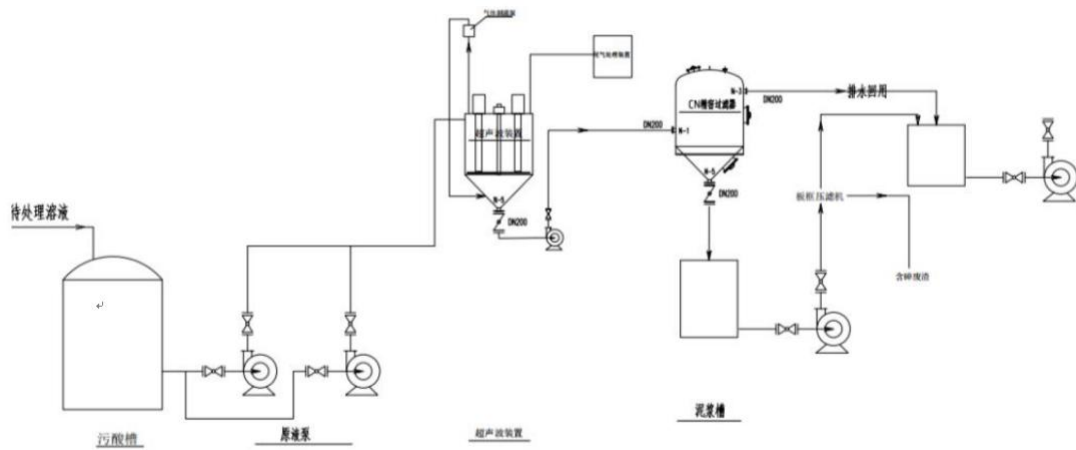
适用于铅锌冶炼行业废水处理回用。

#### 2.技术原理及工艺

针对铅锌冶炼行业烟气制酸污酸排放量大、砷杂质含量高、末端治理困难、处理成本高、资源化利用率低等特性，采用超声波强化污酸定向除杂与回用技术，污酸中的亚硫酸根离子（ $\text{SO}_3^{2-}$ ）被还原为负二价硫离子（ $\text{S}^{2-}$ ），并与污酸中的砷结合，生成三硫化二砷沉淀被去除。处理后污酸含砷降低至  $2\text{mg/L}$  以内，可直接代替生产水回用至冶炼系统。



工艺流程图



设备连接图

### 3.技术指标

- (1) 污酸 As 脱除率大于 98%;
- (2) 污酸处理成本降低 50%以上;
- (3) 年回用污酸量 50000m<sup>3</sup>。

### 4.技术特点及先进性

**技术特点:** 在不添加任何除砷试剂条件下, 通过超声波作用获得强还原性的 $\cdot\text{H}$ , 将污酸中的 $\text{SO}_3^{2-}$ 还原为 $\text{S}^{2-}$ 和 $\text{S}$ ,  $\text{S}^{2-}$ 与污酸中的砷生成 $\text{As}_2\text{S}_3$ 沉淀, 通过除砷后污酸含砷可由 $300\text{mg/L}$ 降低至 $2\text{mg/L}$ 以内。

**先进性:** 相比传统方法, 该技术工艺流程简单, 除砷过程无需添加使用药剂, 除砷率可达 99%以上, 污酸处理成本降低约 90%, 除砷后污酸不经过水处理系统直接回用于生产系统。

### 5.应用案例

项目名称：云南驰宏锌锗股份有限公司超声波外场强化处理污酸示范项目

项目概况：云南驰宏锌锗股份有限公司会泽冶炼分公司熔化炉制酸系统，于 2022 年建成 50000m<sup>3</sup>/a 铅锌污酸超声波定向除杂装置。采用超声波强化污酸定向除杂与回用技术，砷含量降低至 2mg/L 以下，污酸砷脱除率大于 99%。污酸处理成本降低 178 元/m<sup>3</sup>，较现行石灰中和铁盐法除砷成本降低 93%。

## 6.推广前景

铅锌污酸资源化利用技术采用超声波强化污酸定向除杂工艺，适用于铅锌行业污酸处理。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：云南驰宏锌锗股份有限公司会泽冶炼分公司

联系人：曾国礼

联系方式：15825070656

## 案例四：铜冶炼烟气制酸系统装置

### 1.技术适应范围

适用于铜冶炼行业水质回用

### 2.技术原理及工艺

主要包括电除尘器、动力波烟气洗涤器、静电除雾器、循环水凉水塔、板式换热器、转化器、三氧化硫吸收塔、管壳式冷却器、尾气脱硫塔、硫酸氨多效蒸发结晶系统、水处理系统等。针对烟气制取硫酸过程中水耗高、难处理问题，采用卧式循环装置，实现系统内各环节排放水的梯级使用。

干吸转化流程基于双膜理论，气体在干燥过程中，水蒸气通过气相主体以对流的形式扩散到气膜，然后以分子扩散的形式通过液膜，再以对流扩散的形式传递到液相主体，从而使气体得以干燥。

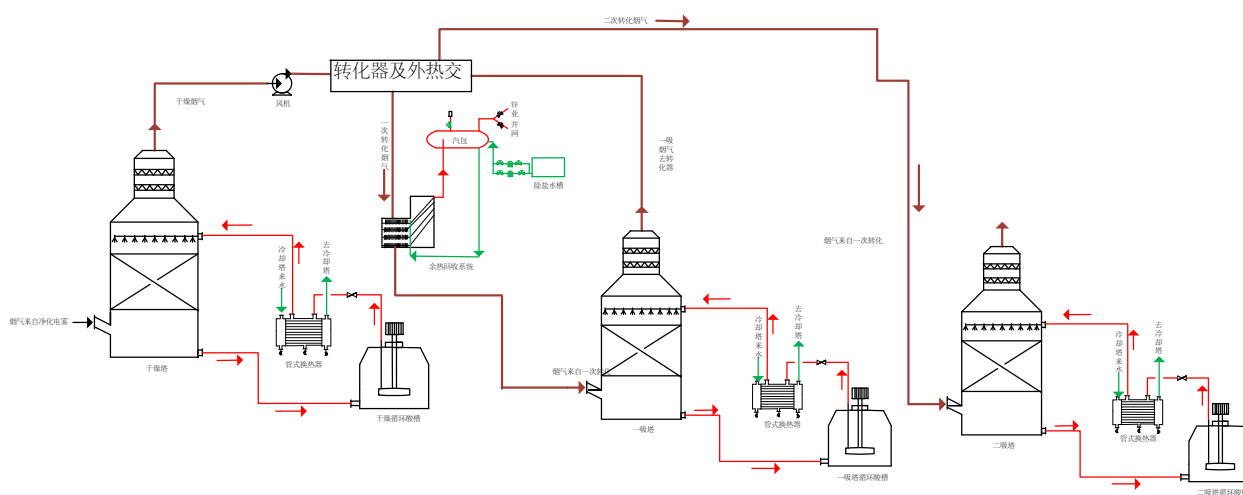


图 1 制酸干吸转化流程图

雨水回收处理系统采用中和混凝沉淀+磁分离工艺。下雨时，厂区雨水经雨水沟进入平流式沉淀池，经自吸泵将雨

水泵入 1、2 级反应箱进行中和反应，之后进入混合箱与磁种、聚合硫酸铁、聚丙烯酰胺进行混凝沉淀反应，各种沉淀物在磁种的包裹下形成大的絮体，再通过磁分离机进行分离，最后由磁回收机进行磁种回收。磁分离机的上清液达标外排或回用，回收磁种之后的污泥进入沉淀池。

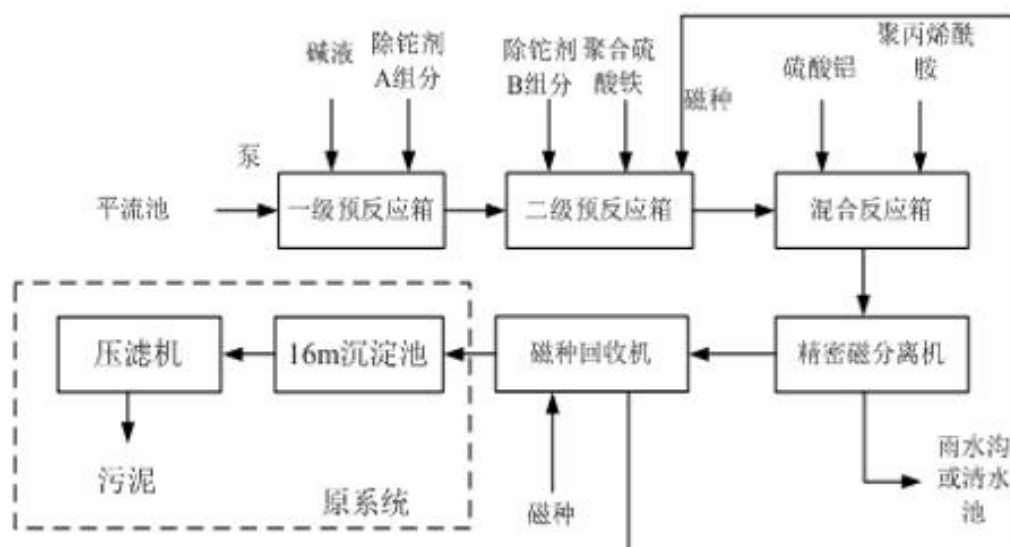


图 2 雨水回收快速处理工艺流程图

### 3.技术指标

干燥酸浓度 93.0%-96.0%；入口酸温 $< 48^{\circ}\text{C}$ ；出口酸温 $< 65^{\circ}\text{C}$ ；压差 $< 2800\text{Pa}$ ；换热器 M20-MFM， $F = 235.5\text{m}^2$ 。

### 4.技术特点及先进性

(1) 干吸转化流程双膜理论，安全性高，热量充分利用，减少循环补水量，提高设备稳定性。

(2) 干吸凉水塔补充水由生活水改为库水与中水混合使用；干吸凉水塔排放水作为烟气净化系统凉水塔补充水；净化系统凉水塔的排水作为静电除雾器的冲洗水；转换器锅

炉定排废水作为尾气脱硫系统补加水；澡堂水作为净化凉水塔的补充水；实现系统内各环节排放水的梯级使用。

(3) 硫酸氨多效蒸发结晶系统产生的蒸汽冷却水补充至干吸凉水塔及风机冷却水凉水塔。系统母液蒸发的冷凝液作为脱硫系统和液氨配置氨水的补充水。

(4) 雨水回收处理系统采用磁絮凝技术，出水  $SS \leq 5\text{mg/L}$ ，净化过程用时  $\leq 20$  分钟。具有占地少、处理量大、见效快、能耗低、易维护等特点。

## 5.应用案例

项目名称：云铜股份西南铜业分公司废水综合利用项目

项目概况：云铜股份西南铜业分公司采用分级处理、分类梯级利用的方式，对厂区生产废水、雨水、生活污水进行分级处理，处理后按不同用水需要，分类梯级利用。干吸凉水塔补充水由生活水改为库水与中水混合使用；干吸凉水塔排放水作为烟气净化系统凉水塔补充水；净化系统凉水塔的排水作为静电除雾器的冲洗水；转换器锅炉定排废水作为尾气脱硫系统补加水；澡堂水作为净化凉水塔的补充水；实现系统内各环节排放水的梯级使用。废水回用率达 85% 以上，年节水量约 10 万吨。

## 6.推广前景

铜冶炼烟气制酸系统装置配套废水分级处理、分类回用系统，可广泛用于铜冶炼行业废水回收利用。预计未来五年推广比例达到 15%，年节水 2000 万立方米。

技术支撑单位：云南铜业股份有限公司西南铜业分公司

联系人：刘娇

联系方式：18669021158

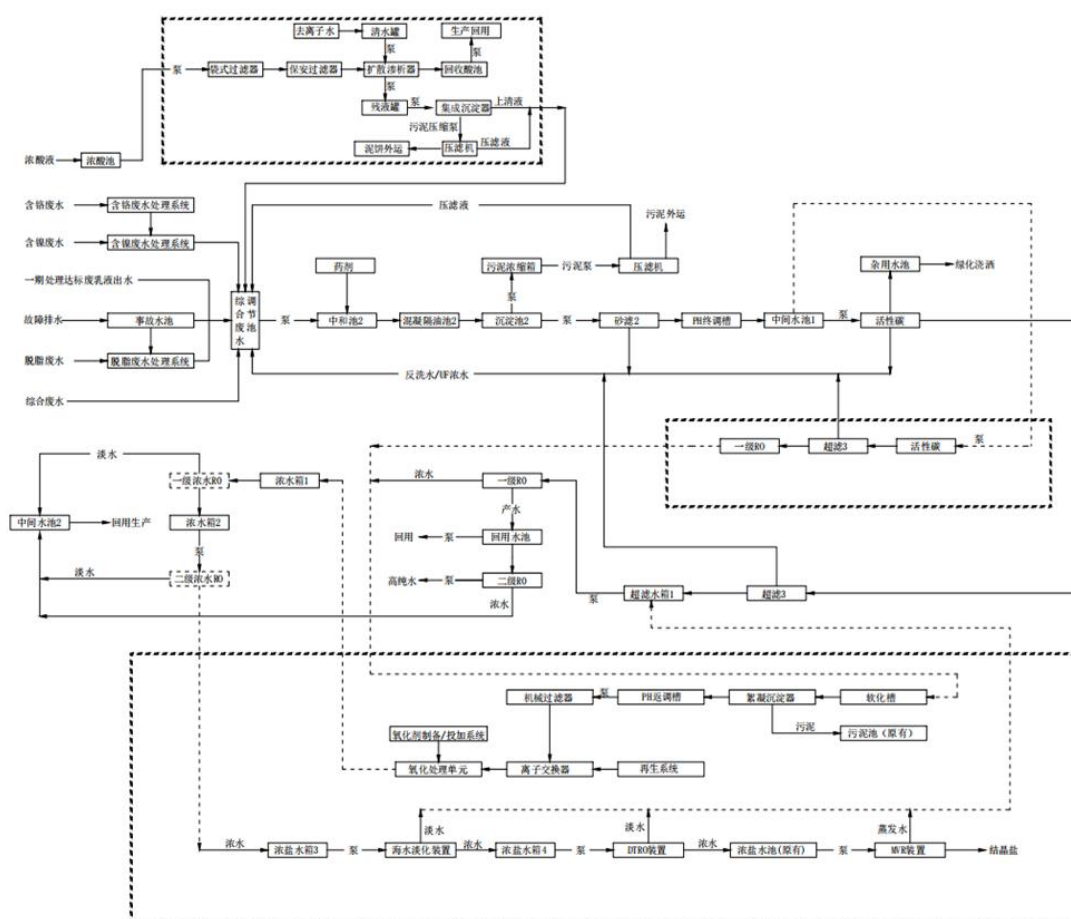
## 案例五：铜加工生产废水节水零排放处理工艺

### 1.技术适用范围

适用于铜加工废水处理回用。

### 2.技术原理及工艺

针对铜加工生产排放的不同种类废水，分质收集，采用包括脱脂废水处理工艺、浓酸废液处理工艺、含铬含镍废水处理工艺以及综合废水处理工艺、高盐废液处理工艺、MVR蒸发工艺等整套含铜废水零排放处理工艺进行处理，达到节水、资源回收的目标。



工艺流程示意图

### 3.技术指标



(1) 含铬含镍废水进出水指标:

项目	六价铬 (mg/L)	总铬 (mg/L)	总镍 (mg/L)
设计进水水质	≤ 0.5	≤ 5	≤ 20
设计出水水质	/	≤ 1.5	≤ 1.0

(2) 脱脂废水进出水指标:

项目	油 (mg/L)	COD (mg/L)	SS (mg/L)
进水水质	≤ 400	≤ 1000	≤ 100
出水水质	≤ 5	≤ 100	≤ 70

(3) 浓酸液处理进出水指标:

项目	铜离子 (mg/L)	含酸量
进水水质	≤ 12000	≤ 15%
出水水质	≤ 120	pH6-9

(4) 综合废水进出水指标

项目	pH	电导率 (μs/cm)	COD (mg/L)
进水水质	6 ~ 9	≤ 1500	≤ 60
出水水质	6 ~ 9	≤ 50	≤ 10

#### 4. 技术特点及先进性

(1) 分类收集生产废水，针对不同水质废水采用不同处理工艺。

(2) 采用纳滤膜工艺分离硫酸和硫酸铜，能够回收硫酸和氢氧化铜；采用超滤+反渗透+臭氧氧化+二级反渗透+高效树脂软化+三级反渗透的组合工艺，提高膜系统对含铜生产废水的缩浓倍数（可达 70 倍）。采用 MVR 机械蒸汽再压缩技术，对膜系统排出的浓盐水进行蒸发，减少危废产量，回收冷凝水。

#### 5. 应用案例

项目名称：中铝华中铜业有限公司二期工程工业废水零

## 排放项目

项目概况：该项目通过对含铜生产废水种类及污染物的研究测算，实施包括脱脂废水处理工艺、浓酸废液处理工艺、含铬含镍废水处理工艺以及综合废水处理工艺、高盐废液处理工艺、MVR 蒸发系统在内的整套节水零排放处理工艺，总投资额 2772 万元。废水回用率达到 95%以上，年节约新水 100.8 万立方米。

### 6.推广前景

该技术适用于铜加工行业废水处理回用，具有较好的推广前景。预计未来五年推广比例达到 30%，年节水 600 万立方米。

技术支撑单位：中色科技股份有限公司

联系人：张杭            联系方式：18338813603

## (二) 建材行业

### 案例一：低碳节水膨润土流变助剂

#### 1.技术适用范围

适用于建材行业节水材料。

#### 2.技术原理及工艺

膨润土经过-15°C~-30°C低温冷冻处理 1 个月以上；在低温冷冻处理过程，膨润土层间的水，形成结晶，体积膨胀，破坏膨润土层间结合，使其更容易剥离。接着经过自然风化、陈化，使膨润土层间结构进一步解离。在加工过程中，完全剥离成片层结构。制备高分散性膨润土流变剂。

应用于涂料，在相同固含量下，涂料的粘度大幅降低。涂料固含量从 40~50%提高到 60%以上，节水 10-20%。在施工端，涂料无需加水稀释即可直接施工，节水 5-20%。适合智能机器喷涂作业，提高工作效率 10-16 倍。

#### 3.技术指标

无机膨润土指标一览表

外观	白度	水份 %	胶质价 ml/5g	膨胀 率	细度 (44um 筛通过 率%)	表观粘度 mpa.s
米白色	≥70	≤12	≥98	> 30	> 98	≥500

有机膨润土指标一览表

产品组成	有机改性膨润土
颜色	白色
比重	0.73g/cm <sup>3</sup>
过筛率（325目）	≥99%
含水量	2%-4%

#### 4.技术特点及先进性

提高涂料固含、降低粘度；无溶剂化，用活性材料取代原有材料；水性化，拓展油改水，改善终端应用设备和环境；原材料取代，取代纤维素、淀粉醚和气硅等。

#### 5.应用案例

项目名称：三棵树涂料股份有限公司绿色环保且耐擦洗高固含量乳胶漆项目

项目概况：三棵树涂料股份有限公司将膨润土流变剂应用于开发绿色环保且耐擦洗高固含量乳胶漆，固含量达到70%，粘度低，稳定性强，保持热储14天后，无明显沉淀、无明显浮色。涂布后耐擦洗≥6000次，达到国家标准“优等品”要求，新水用量节省20%，施工时不需加水稀释，还可节水15%。

#### 6.推广前景

低碳节水膨润土流变助剂可有效提高涂料的固含量，降低涂料粘度，无需加水稀释即可直接施工。该材料目前处于研发阶段，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：浙江长安仁恒科技股份有限公司

联系人：俞铁明            联系方式：15868163878