

附件：

**《国家鼓励发展的重大环保技术装备目录  
(2023 年版)》供需对接指南之十三  
工业固废处理技术装备典型案例**

## 目 录

案例一： .....	3
湖北聚海环境科技有限公司磷石膏、污泥、农林等固废资源化综合利用技术及装备 .....	3
案例二： .....	7
湖南锐异资环科技有限公司富氧侧吹电热熔池高温熔炼装备 .....	7
案例三： .....	12
广东隽诺环保科技股份有限公司智能废旧轮胎回收技术装备 .....	12
案例四： .....	15
重庆盎瑞悦科技有限公司自蔓延热解焚烧废盐处理成套设备 .....	15
案例五： .....	19
江苏天楹等离子体科技有限公司焚烧残余物等离子体熔融资源化技术装备 .....	19
案例六： .....	23
南京绿金人橡塑高科有限公司多阶螺杆连续脱硫制备再生橡胶生产线 .....	23
案例七： .....	27
湖南新九方科技有限公司垃圾焚烧飞灰高效协同处理及高值化利用技术装备 .....	27
案例八： .....	31
枣庄鑫金山智能装备有限公司短流程低能耗高品质砂石骨料成套装备 .....	31
案例九： .....	34
长沙利洁环保科技有限公司蚀刻/微蚀液零排放在线循环再生提铜系统 .....	34



## 案例一：

# 湖北聚海环境科技有限公司磷石膏、污泥、农林等固废资源化综合利用技术及装备

### 一、技术适用范围

适用于磷石膏综合利用。

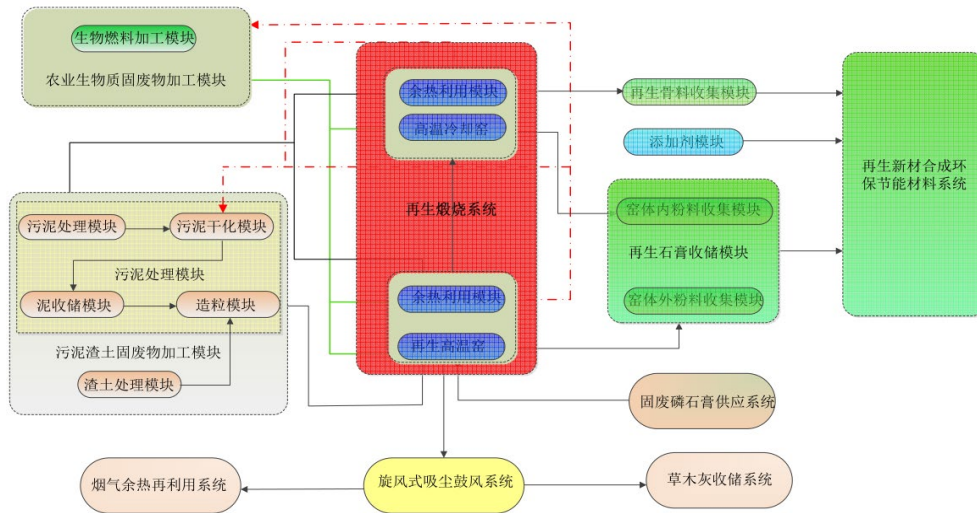
### 二、技术原理及工艺

农林固废经脱水、烘干、粉磨制成生物质燃料，利用生物质燃料的热能将磷石膏、污泥高温煅烧制备成再生轻集料，利用再生轻集料高温余热将磷石膏闪烧成改性磷石膏建材，再利用再生轻集料、改性磷石膏建材特性制备出满足国家、规范、标准要求的绿色环保节能建材。

通过农林固废生物质物加工模块工艺设备，将农业生物质固体废物秸秆、稻壳及园林修剪的树枝、杂木等进行破碎转换成粉状，转换为生物质燃料，为再生煅烧系统提供燃料物质以实现热量供应，并为了提高其整体的热量供应，以满足再生煅烧系统的需求，该模块还设置辅助剂添加模块，通过辅助剂添加模块添加助燃剂等辅助添加剂以提高生产出来的生物质燃料燃烧释放的热量。

通过磷石膏、污泥固体废物加工模块工艺设备，将城乡污泥、尾矿污泥和建筑渣土等进行纳入收储，然后，通过控制其混合比例，进行造粒形成粒状原料，以提供再生骨料

的原料，在再生煅烧系统中进行煅烧形成再生轻质骨料，而固废磷石膏供应系统，则在再生煅烧系统的余热或者是再生轻质骨料的余热作用下，迅速脱水，实现其再生。



工艺流程图

### 三、技术指标

磷石膏无害化指标: 水溶性  $P_2O_5 \leq 0.1\%$ ; 水溶性  $F^- \leq 0.01\%$ ; 半水硫酸钙含量  $\geq 90\%$ ; pH 值  $\geq 7.2$ ; 白度  $> 60\%$ ; 硫酸钙吸收率  $> 90\%$ ; 抗折强度  $\geq 3MPa$ ; 2h 抗压强度  $\geq 6MPa$ ; 绝干抗压强度  $\geq 12MPa$ ; 强度波动率  $\leq 5\%$ ;

磷石膏消纳量:  $1.5 \times 10^5 t/a \sim 2 \times 10^5 t/a$ ; 污泥处理量:  $1.5 \times 10^5 t/a \sim 2 \times 10^5 t/a$ ; 建筑废弃渣土处理量:  $3 \times 10^4 t/a \sim 5 \times 10^4 t/a$ ;

新型轻质高强集料产量:  $8 \times 10^4 m^3/a \sim 1 \times 10^5 m^3/a$ ; 再生石膏产量:  $1 \times 10^5 t/a \sim 1.5 \times 10^5 t/a$ ; 轻质绿色节能环保新型装配式墙体材料产量:  $5 \times 10^5 m^3/a \sim 6 \times 10^5 m^3/a$ ; 保温砌块产量:

$3 \times 10^4 \text{m}^3/\text{a} \sim 5 \times 10^4 \text{m}^3/\text{a}$ 。

#### 四、技术特点及先进性

（一）自主创新“三废协同”处理技术，可同时对三种大宗固废进行综合化利用，协同化、自动化程度高；

（二）三段式余热煅烧系统，实现余热循环利用，最大程度地挖掘热能利用效率；

（三）生产成本革命性下降，在磷石膏处置过程中不使用煤炭资源作为燃料，热量供给由生物质燃料提供，处置成本由原来的 200 元/吨，降低至 120 元/吨；

（四）固废输入及产品输出的高度自动化、定制化，管理水平优于同类技术；

（五）负碳式的磷石膏规模化、模式化、无害化、资源化处理处置一体创新技术，填补了行业空白。

#### 五、应用案例

项目名称：聚海环境大悟县磷石膏综合利用一期项目

项目概况：项目应用磷石膏、污泥、农林等固废资源化综合利用技术及装备，投资规模 5 亿元，一期项目建设用地 80 亩，投资 3 亿元，建有 2 条磷石膏协同污泥（渣土）处置生产线，2 条余热煅烧磷石膏生产线，1 条砂浆生产线，1 套高性能石膏条板及砌块生产线，1 套装配式保温隔音墙板及砌块生产线，1 套磷石膏合成高性能路用材料及生态构配件生产线。项目实施周期 9~12 个月。

该园区的能源供给为农林固废制备的生物质燃料，不使用石化类燃料，园区年消耗电力约为 205 万千瓦时，主电源为厂区屋顶光伏发电。

## 六、推广前景

随着市场对绿色建材的需求量不断加大，且面临着磷石膏巨量堆存的待处理问题，湖北省对磷石膏综合处置行业无害化处理指标及排放指标管控越来越严格，解决无害化处置及高品质利用问题迫在眉睫。预计未来五年，该技术装备在湖北省推广率达 30%左右，总投入约 180000 万元，年磷石膏处理量约 600 万吨，年 CO<sub>2</sub> 减排量 805.74 万吨/a。

## 案例二：

# 湖南锐异资环科技有限公司富氧侧吹电热熔池高温熔炼装备

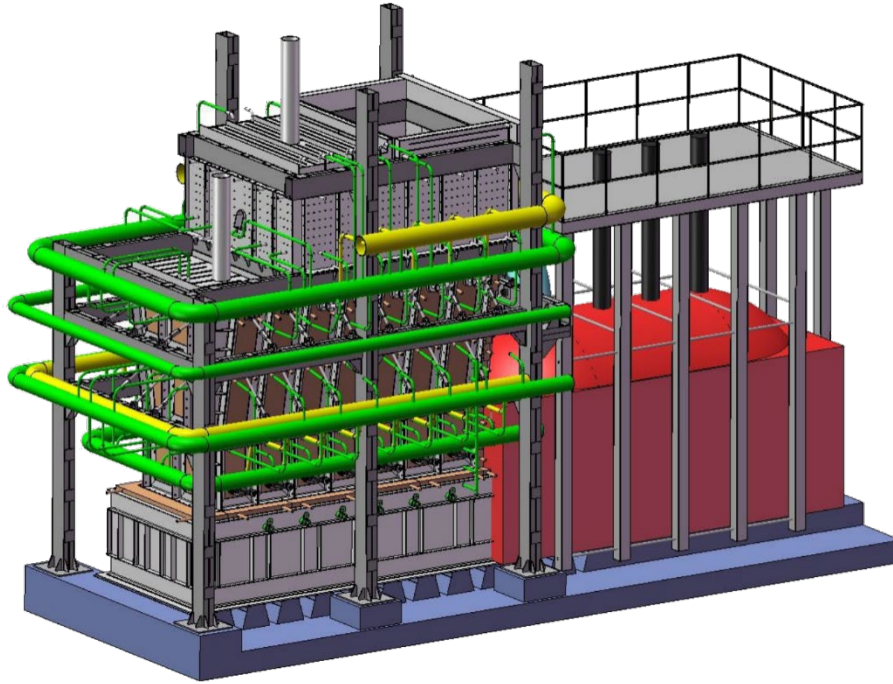
### 一、技术适用范围

适用于冶金、电镀、化工等领域的含铜镍废物处理及资源化。

### 二、技术原理及工艺

采用富氧侧吹熔池与电热熔池一体化设计，由炉缸、水套、风枪、电极一次风系统、二次风系统、循环水系统、烟道系统等组成。熔炼熔池与电热熔池的底部连通，电镀污泥、造渣剂与碳精等有机废物按比例混合制粒后进入熔炼熔池，碳精等有机废物燃烧将造渣剂熔化形成熔池，铜镍等被还原形成黑铜或冰铜，随炉渣流入电热熔池（采用电加热），在重力的作用下沉入熔池底部，从放铜口排出。熔炼烟气从烟道排出，余热回收、除尘、净化后达标排放；尾渣从排渣口排出并快速冷却，形成玻璃态的水淬渣，为一般固废，可以用于生产水泥等建筑材料。





设备简图

### 三、技术指标

熔池温度为  $1350^{\circ}\text{C} \sim 1400^{\circ}\text{C}$ ；烟气温度  $< 1200^{\circ}\text{C}$ ；冷却水温差  $< 10^{\circ}\text{C}$ ；炉膛压力  $-100\text{Pa} \sim -10\text{Pa}$ ；二次风压力  $< 20\text{kPa}$ ；渣料位（一次风枪上） $500\text{mm} \sim 600\text{mm}$ ；烟尘率（按入炉量计） $< 8\%$ ；碳精率（占（原料+辅料）比例） $15\% \sim 20\%$ ；渣含铜率  $< 0.5\%$ 。

### 四、技术特点及先进性

填补了低品位铜镍电镀污泥富氧侧吹熔池熔炼技术空白，实现了低品位铜镍电镀污泥的大规模清洁循环利用。

（一）创新设计了富氧侧吹熔池与电热熔池双熔池耦合一体化结构，使渣相与冰铜有充足的时间和空间进行澄清分层，实现了熔池熔炼反应与炉渣贫化的同步进行，金属回收率提高至  $95\%$  以上。

(二) 富氧侧吹熔池采用浅炉缸、斜底板设计，杜绝了炉缸因温度降低而导致的冻结；电热熔池采用碳电极保温，在实现保温效果和不出现结冷渣的同时，可以在熔体表面形成微涡流，有效降低泡沫渣的形成。

(三) 在富氧侧吹炉的炉膛上方设置自热式缓气流高温烟室，利用烟气中的 CO 燃烧放热维持高温烟室温度在 1100 ~ 1350 °C，控制在高温烟室停留时间达到 3 s 以上，使烟气中的二噁英分解完全。

(四) 针对富氧侧吹电热熔池高温熔炼装备在低品位含铜镍废物处理及资源化领域的应用，开发了铁-硅-钙-铝四元低熔点低黏度熔炼渣型，显著提高了渣铕分离效率，突破了尾渣金属易夹带的难题。

## 五、应用案例

项目名称：东莞市新东欣环保投资有限公司东莞市海心沙资源综合利用中心绿色工业服务项目

项目概况：项目为东莞市海心沙资源综合利用中心绿色工业服务的表面处理废物处置单元，项目设计处理能力为湿污泥 18 万 t/a，总投资 20000 万元，年产值 28800 万元。实际处理 HW17 表面处理废物、HW17 表面处理废物、HW46 含镍废物等湿物料 18 万 t/a，以及碳精、电解铝槽衬等有机废物 3.8 万 t/a。

项目消纳 HW17 表面处理废物、HW17 表面处理废物、

HW46 含镍废物等低品位铜镍危废 18 万 t/a, 协同处置碳精、电解铝槽衬等有机废物 3.8 万 t/a, 产出黑铜或冰铜、水淬渣及石膏渣 (2.3 万 t/a), 黑铜或冰铜可外售给相关企业综合回收铜镍等金属, 水淬渣可用于生产水泥等建筑材料, 石膏渣定期委托有资质单位处置, 实现低品位电镀污泥的无害处置和有效资源化利用。

相比密闭鼓风炉技术 (国内外现有技术), 项目具有显著的成本节约和节能优势。综合能耗为 300kgce/t ~ 350kgce/t 入炉物料, 降低 25 % 以上, 且富氧侧吹熔池采用有机废物代替焦炭等化石燃料供热, 电热熔池采用电加热, 具有显著的碳减排优势; 铜和镍回收率分别达到 95.9 % 和 95.4 %, 提高 5 %; 尾渣 (水淬渣) 含铜镍 0.1 % ~ 0.5 %, 降低 20 % 以上; 脱硫后的烟气量 800Nm<sup>3</sup>/t ~ 1000 Nm<sup>3</sup>/t 入炉物料, 减少 2 倍以上, 大幅降低了尾气治理成本。

## 六、推广前景

目前我国铜镍污泥的年产生量大约在 1000 万吨, 蕴含的铜镍金属量超过 100 万吨, 其中铜镍含量 ≤ 10 % 的低品位铜镍污泥暂未能得到有效回收, 然而我国铜镍资源严重依赖进口, 铜自给率不足 20 %, 镍自给率不足 10 %, 由此可见, 铜镍污泥的高效利用与综合回收的意义重大, 是国家重要的铜镍资源保障。富氧侧吹电热熔池高温熔炼装备突破了低品位铜镍危废连续富氧侧吹熔池熔炼的技术瓶颈, 不仅可以解

决重大环境保护问题，而且可以回收大量的铜镍金属。该装备相比目前国内外主流的密闭鼓风机，具有显著的节能环保优势，预计未来五年，在行业内推广后直接经济效益在 15 ~ 20 亿元，推广应用前景十分美好。

## **七、支撑单位信息**

支撑单位名称：湖南锐异资环科技有限公司

联系人：张力攀

联系方式：13508481643

## 案例三：

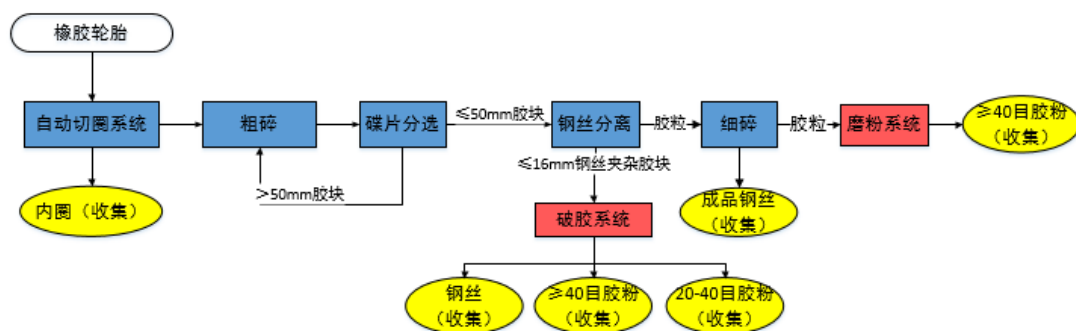
# 广东隽诺环保科技股份有限公司智能废旧轮胎回收技术装备

### 一、技术适用范围

适用于废旧子午线轮胎（ $\leq \phi 1200\text{mm}$ ）的破碎和资源化分选处理。

### 二、技术原理及工艺

采用常温机械处理、智能化控制的方式，利用物料之间的物理性质的差异，实现不同物料的分离回收，获得高值橡胶颗粒。通过物料之间的磁性实现废旧轮胎中钢丝和橡胶部分的分离；通过物料之间的粒径完成破碎后不同粒径分布产品的分选提纯；利用物料之间密度差异，利用精准控制风力完成粉尘物质与橡胶颗粒的分选。



工艺流程图

### 三、技术指标

单套处理能力： $2 \times 10^4\text{t/a} \sim 6 \times 10^4\text{t/a}$ ；如胶粉 $\geq 20$ 目（胶粉规格可调）；胶粉含钢丝量 $\leq 0.03\%$ ；钢丝含胶量 $\leq 0.5\%$ ；

CO<sub>2</sub> 减排量 $\geq 3.4 \times 10^4$ t/t（废旧轮胎处理）。

#### 四、技术特点及先进性

该技术主要通过剥离、撕碎、磁选、破碎、磨粉等几道程序，分离得到胶粉、钢丝以及纤维物质。整体粉碎废轮胎的过程中，该设备能有效规避开放式操作给环境造成的悬浮颗粒物排放超标问题。采用机组式、模块化设计，突破三大关键技术，其一：提高废旧轮胎回收线的自动化、智能化水平；其二：实现废旧轮胎回收线的全自动切圈；其三：突破破碎机刀具表面处理工艺技术。

#### 五、应用案例

项目名称：湖州普来金科技有限公司废旧轮胎破碎分选回收处理综合利用项目

项目概况：该项目位于浙江省湖州市吴兴区东林镇，年处理废旧轮胎约 3 万吨。整个回收环节无焚烧，尾气经净化系统净化后达标排放，无二噁英等有毒气体排放。终端高价值产品为 20 目~40 目的胶粉及 $\geq 40$  目的胶粉及钢丝，20 目~40 目胶粉含钢丝量 $\leq 0.03\%$ ， $\geq 40$  目胶粉 $\leq 0.03\%$ ，钢丝内含胶量 $\leq 0.5\%$ ，排风口粉尘浓度：符合国家标准 GB16297。根据项目每小时处理 5t，每天运行 20 小时，年运行 300 天计算，每年可减少工业固废 3 万吨，资源综合利用总量 3 万吨。系统采用 PLC 控制，驱动单元采用变频控制，整条生产线可根据物料负载大小，自动调节，使系统一直处

在节能环保状态下运行。生产线实际能耗为 1540kW/h，在节能工况下运行，据实测统计，可节能 3.6%。

## 六、推广前景

我国是橡胶使用需求大国，国产天然橡胶及合成橡胶只能满足国内需求的 1/4，只好大量进口。市场缺口巨大，达 3/4 以上。随着我国经济的高速发展，橡胶产量与使用量的需求差距越来越大，且是个长期的问题。但由于废旧橡胶粉体细度达不到要求，推广速度缓慢。而今有了新的技术和粉碎设备，在常温下，以机械物理粉碎法，不用添加任何化工原料，所得粉体细而均匀，在加工过程中使橡胶的性质保持稳定，可大批量应用于橡胶制品，根据制品的性能要求可掺入 10%~80%，甚至更高。预计 2026 年将有 500 万吨左右的废旧轮胎用于处理为再生胶粉。

根据环保高效的智能废旧轮胎回收技术及装备目前处理水平，单套设备年处理量为 3 万吨，处理 500 万吨的废旧轮胎约需要 160 套设备。总设备投入 29.60 亿元，年收益 11.65 亿元，创造税收 7.44 亿元，温室气体减排量 1630 万 tCO<sub>2</sub>/a。

## 七、支撑单位信息

支撑单位名称：广东隽诺环保科技股份有限公司

联系人：蓝新梅

联系方式：13570494578

## 案例四：

# 重庆盎瑞悦科技有限公司自蔓延热解焚烧废盐处理成套设备

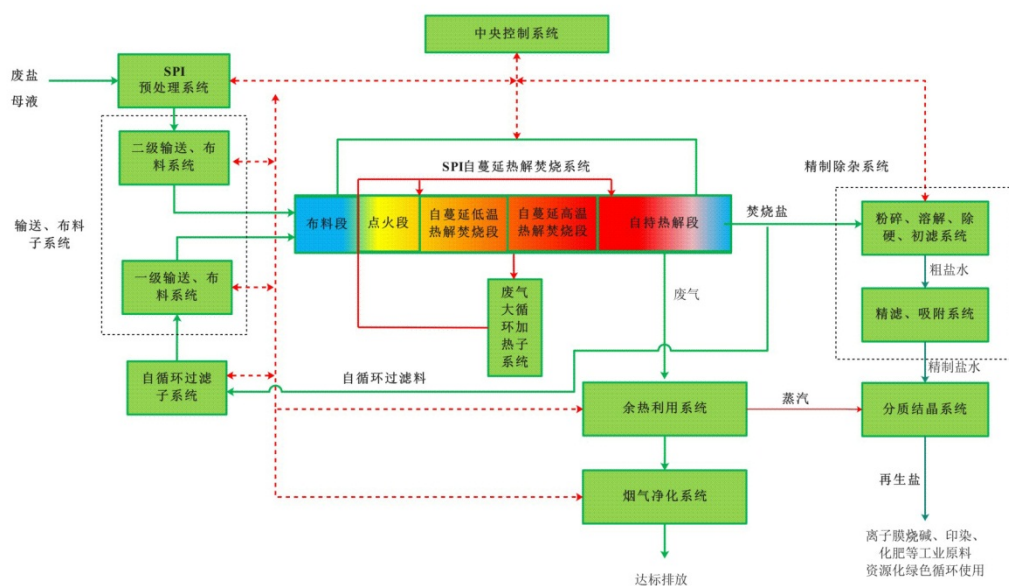
### 一、技术适用范围

适用于农药、制药、精细化工、印染等化工产业以及冶金产业、垃圾焚烧飞灰、新材料、产生渗滤液行业等企业产生的废盐进行无害化处置和资源利用。

### 二、技术原理及工艺

通过  $600^{\circ}\text{C} \sim 1000^{\circ}\text{C}$  范围内在自蔓延热解焚烧条件下，能使废盐中有机组分充分燃烧，废盐中的有机物与氧气反应转变为二氧化碳，同时采用烟气大循环和多级二次燃烧专利技术降低烟气中  $\text{SO}_2$  和  $\text{NO}_x$ 、粉尘及二噁英。废盐通过收储、预处理，进入自蔓延热解焚烧系统进行热解焚烧，再将热解焚烧后的废盐进行精制除杂、分质结晶，烟气在大循环后进行净化，达标排放，分质结晶后的再生盐可用于离子膜烧碱、印染、化肥等工业原料，真正做到资源化、绿色循环使用。





工艺流程图

### 三、技术指标

单台处理能力：50t/d ~ 1000 t/d；负压自蔓延热解焚烧方式；炉内压力：-3200 Pa ~ 1800Pa；焚烧温度 600℃ ~ 1000℃；布料厚度 600 mm ~ 800mm；焚烧后废盐 TOC 小于 100mg/kg；精制后的盐 TOC 小于 20mg/kg，满足工业盐原料使用要求；烟气排放满足《危险废物焚烧污染控制标准》（GB 18484-2020）。

### 四、技术特点及先进性

该设备是国内外唯一实现废盐工业化处置的技术及装备，突破了工业废盐绿色循环处置技术及连续稳定工业化生产的瓶颈问题，实现了化工废物和废盐中有害物质的彻底去除，处置后的再生产品盐能作为化工原料使用，处置后的再生盐氯化钠满足氯碱化工离子膜的行业标准，解决了化工产

业技术瓶颈问题，达到了精细化工绿色循环生产的目的。在处置废盐的同时可将母液一起协同处置。同时分质结晶后的硫酸钠、氯化钾等能达标作为产品使用。因技术的独占性，该技术处于全国废盐蓝海市场的领军地位。

## 五、应用案例

项目名称：江西九江工业废盐处置及综合利用项目

项目概况：项目位于九江市濂溪区姑塘镇化纤工业园，是目前全国最大的废盐处置及“废盐+离子膜”的绿色循环项目。项目总投资 5.2 亿元，占地 80 亩，年处理废盐量 10 万吨，实施周期 12 个月，经处置后的废盐能全部达到原盐标准，再全部用于配套的离子膜烧碱系统作为原料使用，实现了“废盐+离子膜”全产业链的资源综合利用。



## 六、推广前景

预计“十四五”末，全国废盐产量将突破 4000 万吨，

处置价格 4000 元左右，但缺乏能实现资源化、工业化的处置技术，市场空缺较大，已形成废盐处置近两千亿级的“蓝海市场”。预计未来三年该装备在全国推广率 30%以上，实现产值 220 亿元以上，年处置废盐量 1200 万吨以上，节省基础化工原料 1000 万吨以上。

## 七、支撑单位信息

支撑单位名称：重庆盎瑞悦科技有限公司

联系人：李一

联系方式：18623021114

## 案例五：

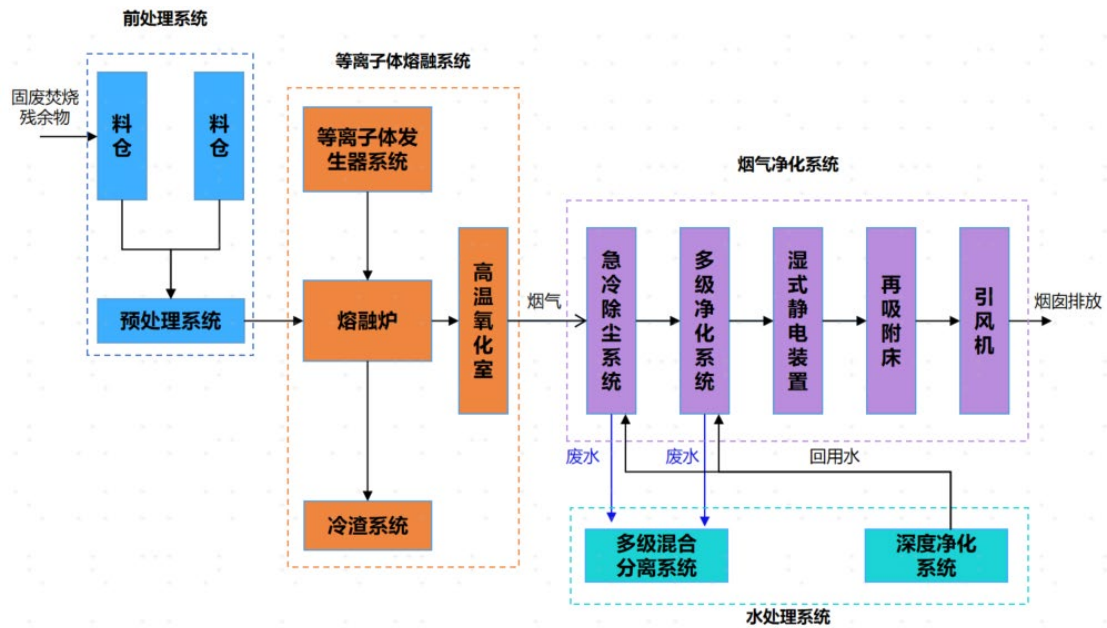
# 江苏天楹等离子体科技有限公司焚烧残余物等离子体熔融资源化技术装备

### 一、技术适用范围

适用于生活垃圾焚烧飞灰、危险废物焚烧底渣、废活性炭、废石棉、废催化剂、重金属污泥等含有高盐、高浓度重金属、二噁英和呋喃等持久性毒性有机物的危险废物处理和资源化。

### 二、技术原理及工艺

利用  $5000^{\circ}\text{C} \sim 20000^{\circ}\text{C}$  高温等离子体高效加热固废焚烧残余物至熔融，将二噁英和呋喃等持久性毒性有机物完全摧毁；通过添加含硅氧化物，熔融处理形成 Si-O 网格构造，重金属被包封固化在网格中，形成极稳定的玻璃体，彻底实现无害化。玻璃体可用作建材利用；熔融烟气利用酸性气溶解度不同实现氯硫分离，制备成副产品盐，实现资源化利用。



工艺流程图

### 三、技术指标

单台处理能力 50t/d; 适应负荷 40t/d ~ 60t/d; 熔融炉运行温度  $\geq 1350^{\circ}\text{C}$ ; 熔融炉耐材使用寿命  $\geq 1.5\text{a}$ ; 燃烧室温度  $\geq 1100^{\circ}\text{C}$ ; 烟气停留时间  $\geq 2\text{s}$ ; 烟气 1 秒内急冷温度至  $\leq 70^{\circ}\text{C}$ ; 二噁英等持久性有机污染物摧毁率  $\geq 99.9999\%$ ; 氯盐脱除率  $\geq 99\%$ ; 无二次飞灰产生; 烟气排放达到《危险废物焚烧污染控制标准 (GB 18484-2020)》和《欧盟工业排放指令 (2010/75/EC)》要求; 工艺废水达标《城市污水再生利用-工业用水水质 (GB/T 19923-2005)》要求回用; 处理后形成的稳定玻璃态物质达到《固体废物玻璃化处理产物技术要求 (GB/T 41015-2021)》要求, 稳定运行时间  $> 8 \times 10^3\text{h/a}$ 。

### 四、技术特点及先进性

创新开发“压块成型+等离子体熔融+湿法酸性气体与金属氯盐分离”工艺, 创新开发熔融技术与玻璃体配方, 有效

封装固化重金属，形成稳定玻璃态物质，资源化利用率 95% 以上。等离子体熔融炉采用耐腐蚀耐火材料配方，利用等离子体电弧熔融能量匹配及自动控制技术，实现自动调整、合理分布等离子体炉内温度，延长炉体耐材使用寿命。

## 五、应用案例

项目名称：等离子体飞灰资源化示范工程项目

项目概况：项目位于江苏省南通市海安市项目总投资 14200 万元，年运行成本约 2640 万元，投资回收期 8 年。每年可减少生活垃圾焚烧飞灰填埋量约 1.32 万吨，减容量可达 75%，生产约 1.00 万吨玻璃体，为社会处理危废并提供建筑材料；高盐废水蒸发结晶制备融雪剂，生产量 0.32 万吨；资源回收率大于 95%。



## 六、推广前景

随着国家环保监管力度的持续加大，危险废物的产生量持续增长，每年生活垃圾焚烧飞灰和危废焚烧底渣产量达1000多万吨，目前填埋场资源稀缺，急需进行资源化利用，有巨大的市场需求和盈利空间。

预计未来3年熔融市场占有率（行业普及率）4%，总投入约157800万元，年垃圾焚烧飞灰和危废焚烧底渣减少量和资源综合利用率约359700t/a。

## 七、支撑单位信息

支撑单位名称：江苏天楹等离子体科技有限公司

联系人：张喆

联系方式：18706273099

## 案例六：

### 南京绿金人橡塑高科有限公司多阶螺杆连续脱硫制备再生橡胶生产线

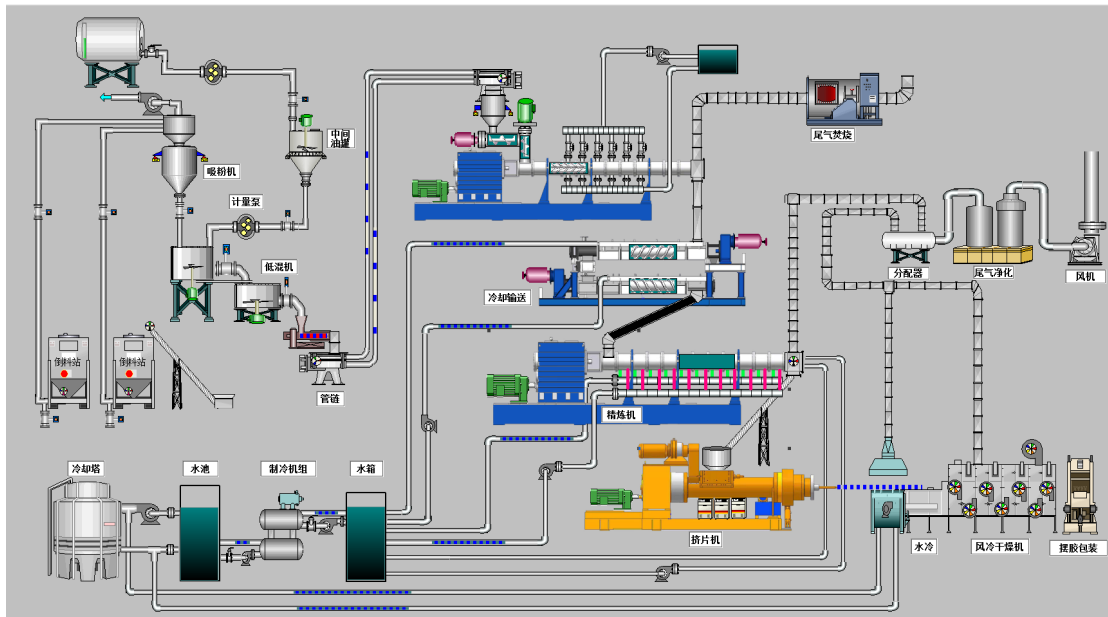
#### 一、技术适用范围

适用于“废轮胎（橡胶）资源再生回收利用”领域，主要用途是利用废轮胎胶粉绿色制备高品质固体再生橡胶。

#### 二、技术原理及工艺

采用高长径比常压双螺杆脱硫废胶粉挤出机和低温高剪切双螺杆精炼挤出机串联成全密闭的多阶螺杆联动化装备，利用双螺杆连续挤出脱硫装置传热均匀、混合效果好、物料停留时间分布均匀、好的自清洁能力、能够实现密闭隔氧，进而避免氧气、高温和高剪切，并实现均匀传热，最终保证脱硫胶粉性能及其稳定性，同时利用螺杆连续挤出精炼装置在低温条件下实现脱硫胶粉到再生胶的结构转变，实现废橡胶制备再生胶工艺流程的环保和高性能，解决了传统技术高污染、高能耗等问题。





工艺流程图

### 三、技术指标

产量  $> 5 \times 10^3 \text{t/a}$ ; 耗电量  $\leq 700 \text{kW} \cdot \text{h/t}$ ; 进料废载重胶粉  $\leq 20$  目; 产品质量达到《再生橡胶 (GB/T13460-2016)》要求。废载重胎资源化量  $\geq 1.3 \text{t/t}$  (产品); VOCs 减排量  $\geq 2.3 \text{kg/t}$  (产品); 碳减排量  $\geq 0.018 \text{tce/t}$  (产品)。

### 四、技术特点及先进性

(一) 绿色环保。密闭条件下完成配料、脱硫和精炼等所有工序, 废气经有组织集中收集处理后达标排放, 实现制备再生橡胶整个工艺流程的绿色化。

(二) 连续自动化。采用螺杆挤出机作为核心设备, 并与上下工序设备合理串联和自动化控制, 实现生产全过程连续自动化, 连续自动化生产代替了传统技术装备脱硫工序罐式和精炼工序的间歇生产方式。

(三) 清洁安全。在密闭常压条件下连续完成脱硫工序

和降门尼工序，生产过程无废气散逸，并通过智能化的安全应急机制控制，消除了传统技术的高压、高温、高剪切等安全隐患。

## 五、应用案例

项目名称：杭州中策橡胶循环科技有限公司“万吨级废轮胎橡胶材料绿色自循环再生及应用技术示范”项目

项目概况：项目位于浙江省杭州市建德市，建成多阶螺杆连续脱硫制备再生橡胶生产线 4 条，总投资 6928 万元。采用全程密闭、连续、自动化的多阶螺杆连续脱硫制备再生橡胶生产线代替传统高温高压脱硫和开放精炼的间歇生产方式，彻底解决了高能耗、高污染的共性难题。项目应用前：本项目为新建项目，应用前无相关数据，行业内传统技术耗电量约  $850 \text{ kW} \cdot \text{h}/\text{t}$ ，VOCs 排放约  $2.598 \text{ kg}/\text{t}$ 。项目应用后：四条生产线耗电量  $1.4 \times 10^7 \text{ kW} \cdot \text{h}/\text{a}$ ，VOCs 排放  $5.88 \text{ t}/\text{a}$ ，节电  $3 \times 10^6 \text{ kW} \cdot \text{h}/\text{a}$ ，碳减排量  $368.7 \text{ tce}/\text{a}$ ，VOCs 减排  $46 \text{ t}/\text{a}$ ，绿色资源化处理废轮胎  $2.6 \times 10^4 \text{ t}/\text{a}$ 。



## 六、推广前景

随着国家双碳战略的深入开展及轮胎企业生产者责任延伸制的持续推行，市场对绿色资源化处理废旧轮胎技术装备的需求量不断增加。三年后预计累计推广 68 条生产线，可形成  $3.4 \times 10^5$ t/a 的产能，绿色资源化处理废轮胎  $4.4 \times 10^5$ t/a，碳减排量  $6.2 \times 10^3$ tce/a，VOCs 减排  $7.8 \times 10^2$ t/a。

## 七、支撑单位信息

支撑单位名称：南京绿金人橡塑高科有限公司

联系人：史金炜

联系方式：15210694258

## 案例七：

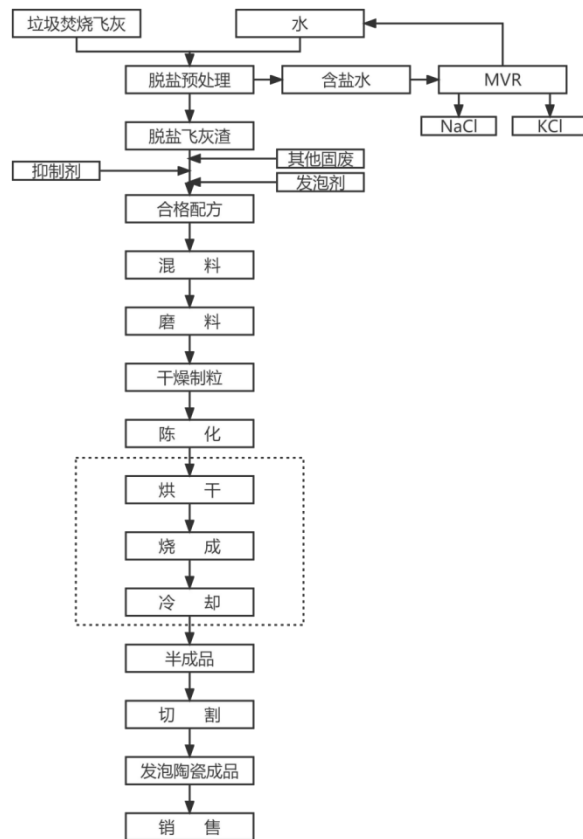
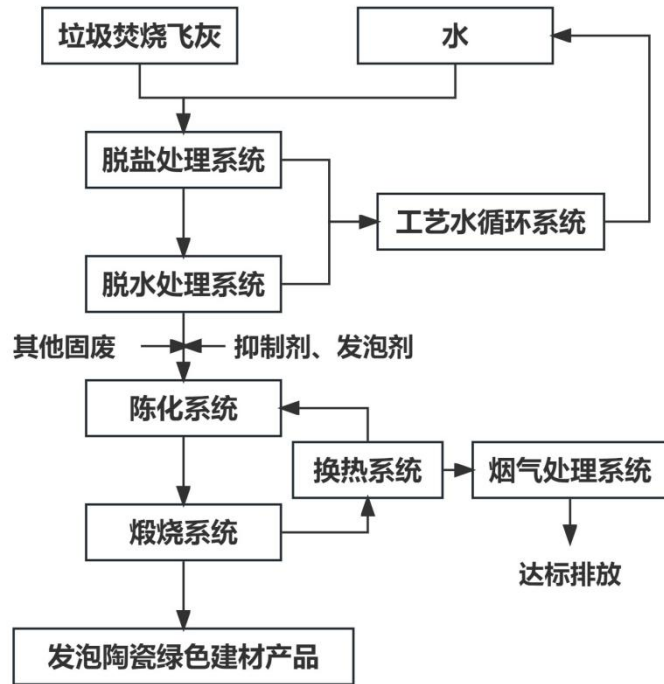
# 湖南新九方科技有限公司垃圾焚烧飞灰高效协同处理及高值化利用技术装备

### 一、技术适用范围

适用于工业领域固废、垃圾焚烧飞灰处理。

### 二、技术原理及工艺

通过化学、物理方法将飞灰预处理脱氯，回收氯盐，然后将脱氯后的垃圾焚烧飞灰等多源固废、发泡剂和抑制剂通过设计添加量、顺序等程序分散于坯体内，利用发泡剂分解产生的气体，在熔融软化的坯体内形成无数气泡，并经由冷却固化形成闭孔泡沫结构，最终经切削加工制成多孔材料。飞灰中危害性物质经过高温熔融过程将污染物无害化和固化，解决了飞灰的最终处置难题。



工艺流程图

### 三、技术指标

单套设备处理量： $5 \times 10^4$  t/a ~  $1 \times 10^5$  t/a；飞灰掺烧比例 >

50%; 掺烧温度 $\geq 1200^{\circ}\text{C}$ ; 高密度发泡陶瓷抗压强度 $\geq 16\text{MPa}$ ;  
二次逆流脱盐后可溶性氯元素含量 $\leq 2\%$ ; 产品中铅 $\leq 0.3\text{mg/L}$ 、  
镉 $\leq 0.03\text{mg/L}$ , 其他重金属可浸出标准达到《水泥窑协同处  
置固体废物技术规范(GB 30760-2014)》要求; 排放达到《生  
活垃圾焚烧污染控制标准(GB 18485-2014)》要求。

#### 四、技术特点及先进性

针对生活垃圾焚烧飞灰成分复杂, 含有高占比的氯离子,  
开发二次逆流微泡水洗工艺, 筛选并确定最佳的替代碳酸钠  
脱盐配方, 优化脱盐预处理工艺; 开发了复合抑制剂、发泡  
剂、多重助燃剂组成的高钙孔径均匀配方体系, 使飞灰利用  
比例达 50%以上, 复合辅助剂处理可降低发泡陶瓷烧成能耗;  
通过对原料成分充分分析, 调节飞灰及其他原料进料量, 形  
成系统控制轻质、致密可调发泡陶瓷绿色建材产品, 无二次  
污染物产生。

#### 五、推广前景

总体技术水平达到同领域国际先进水平, 突破了限制我  
国垃圾焚烧飞灰无害化和资源化利用的技术瓶颈。预计未来  
三年, 处理垃圾焚烧飞灰 25 万 t/年, 生产发泡陶瓷 50 万立  
方/年, 年减排垃圾焚烧飞灰约 25 万 t, 实现产值约 10 亿元,  
市场前景广阔, 经济效益好。

#### 六、支撑单位信息

支撑单位名称: 湖南新九方科技有限公司、湖南国发控

股有限公司

联系人：纪智慧

联系方式：13548969527

## 案例八：

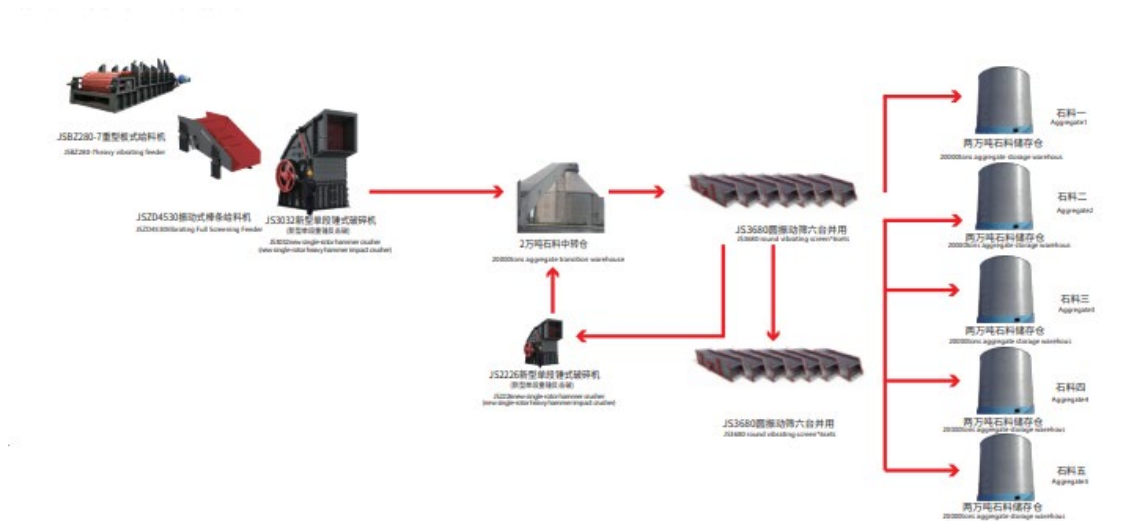
# 枣庄鑫金山智能装备有限公司短流程低能耗高品质砂石骨料成套装备

### 一、技术适用范围

适用于冶金、建材等领域砂石骨料制备。

### 二、技术原理及工艺

集成短流程破碎工艺、楼站式集成处理系统，干法生产工艺，生产过程环保，无污水粉尘排放，研发低能耗锤式破碎机和 RV 制砂机；通过工艺和设备的优化组合以及模块化设计，成品砂石的粒形，石粉含量可控。



工艺流程图

### 三、技术指标

单机台时产量达到 2000t/h；进料力度 $\leq 1100\text{mm}$ ；成品砂含分量 10%~15%；整机性能运行稳定，安全性能满足 JB/T 7353-2004 技术要求；生产过程的自动控制和生产能源的自



动监测与调整，达到系统节能降噪；设计智能感知及送料调节系统，实现砂石骨料及机制砂等散装物料的智能装车。

#### **四、技术特点及先进性**

采用短流程破碎工艺、干法生产工艺，无污水排放，无细颗粒流失，工艺集成使成品砂的粒形优，颗粒级配合理，石粉含量可控，以及成品砂含水量达到饱和面干，石粉统一收集，绿色环保生产。系统高度集成，从前端预处理到成品仓储装生产工艺全面涵盖并纳入统一集中控制系统。整个生产过程采用负压密封收尘，系统外粉尘排放浓度小于 $10\text{mg}/\text{m}^3$ ；采用下沉式厂房结构，系统外封采用加厚隔音板，噪音排放优于国家相关标准。技术采用湿法和干法混合除尘技术，减少了施工场地降尘用水，减少用水量，采用自动化环保型装车系统，在装车过程无粉尘外排，无污染，三废利用率由74%提高至96%，减少了三废的处理费用。

#### **五、推广前景**

该项目推动特色矿业发展，进一步延伸产业链条、优化升级产业结构，整合培育带动性强的矿业企业。淘汰落后低效污染的矿业企业，着力提升矿业企业经营管理水平和企业实力，推动形成以现代化矿山企业为主体的总体格局，增强矿业开发对区域经济社会发展的支撑能力。高效节能的设备与系统也贴合“十三五”国家战略性新兴产业发展规划政策，为我国的绿色矿山建设提供强大的技术支撑和装备保障，具

有广阔的应用前景。预计未来 3 年，该技术装备在国内推广率达 30%左右，以台时 2000 吨砂石同出生产线为例，该生产线装机功率为 6036.5kW,电机平均效率为 80%，平均综合电耗约 2.4 度/吨。其他传统工艺生产线装机功率为 8400kW,电机平均效率为 80%，平均 3.36 度/吨，全年可节能约 921.6 万度，减少碳排放 9188.35 吨二氧化碳，减少碳排放量为 2506.75 吨。

## 六、支撑单位信息

支撑单位名称：枣庄鑫金山智能装备有限公司

联系人：孙法虎

联系方式：18954825977

## 案例九：

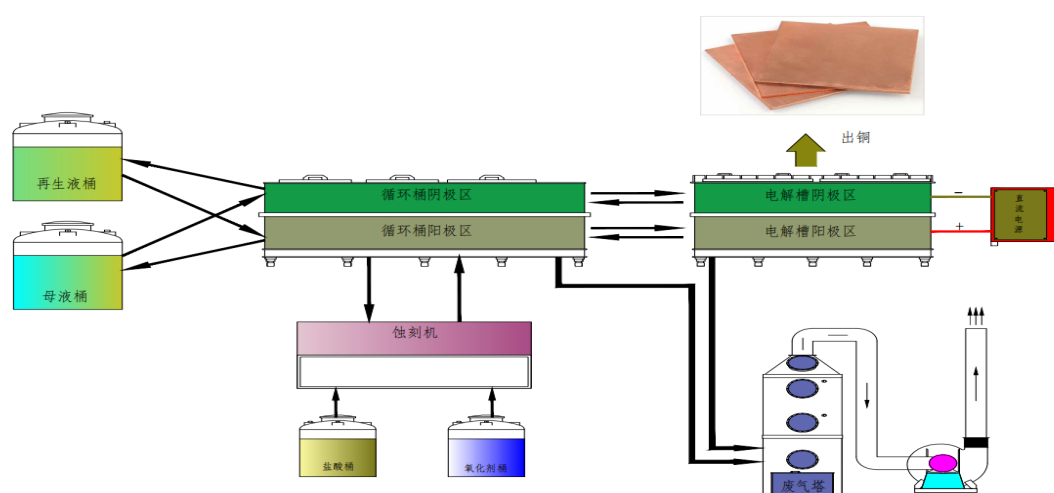
# 长沙利洁环保科技有限公司蚀刻/微蚀液零排放在线循环再生提铜系统

### 一、技术适用范围

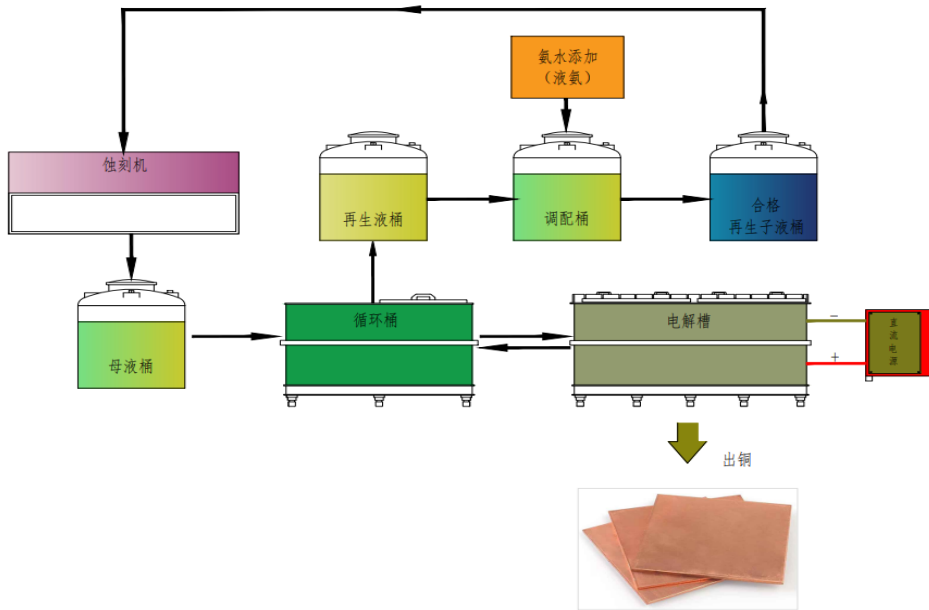
适用于酸/碱性蚀刻、硫酸-过硫酸钠体系微蚀液处理及资源化。

### 二、技术原理及工艺

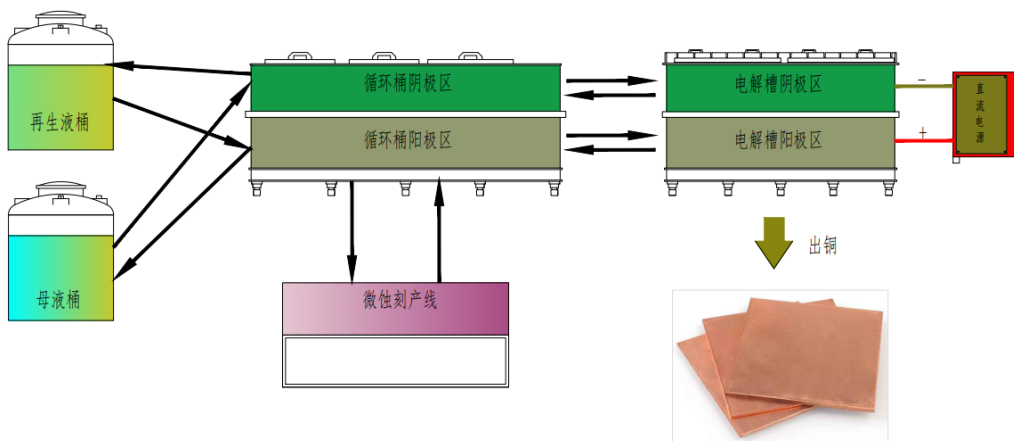
采用“离子膜电解”工艺，其工艺原理是用离子膜将电解槽的阳极和阴极区分隔成两个独立的区域，其中阳极区为再生区，阳极通过电化学反应恢复废液中的氧化性，并可控产生其他氧化剂，从而使再生出的蚀刻/微蚀液性能循环利用；阴极区为铜回收区，阴极将溶液铜离子还原成零价铜，产出高纯铜板。



酸性蚀刻液在线循环再生提铜系统工艺技术流程图



碱性蚀刻液在线循环再生提铜系统工艺流程图



过硫酸钠体系微蚀液在线循环再生提铜系统技术流程图

### 三、技术指标

酸性蚀刻：母液铜离子浓度：100g/L ~ 150g/L；母液氯离子浓度：220g/L ~ 280g/L；母液酸度：1mol/L ~ 3mol/L；再生液铜离子浓度：30g/L ~ 60g/L；铜提取量  $\geq 1t/10t$ （蚀刻废液）；吨铜提取量能耗  $\leq 5 \times 10^3 kW \cdot h$ ；

碱性蚀刻：母液铜离子浓度：130g/L ~ 160g/L；母液氯离子浓度：170g/L ~ 210g/L；母液 pH：7.8 ~ 8.6；再生液铜离子浓度：25g/L ~ 35g/L；再生液氯离子浓度：160g/L ~ 180g/L；再生液 pH：9.2 ~ 9.5；铜提取量 $\geq 1.2\text{t}/10\text{t}$ （蚀刻废液）；吨铜提取量能耗 $\leq 4 \times 10^3 \text{kW}\cdot\text{h}$ ；

硫酸-过硫酸钠体系微蚀液：母液铜离子浓度：20g/L ~ 30g/L；母液过硫酸钠浓度：60g/L ~ 130g/L；母液硫酸浓度：2% ~ 5%；再生液铜离子浓度：5g/L ~ 30g/L；再生液硫酸浓度：2% ~ 5%；铜提取量 $\geq 1\text{t}/43\text{t}$ （微蚀废液）；吨铜提取量能耗 $\leq 6 \times 10^3 \text{kW}\cdot\text{h}$ 。

#### 四、技术特点及先进性

- （一）零排放；
- （二）蚀刻/微蚀废液全循环回用；
- （三）废液中的铜 100%回收。

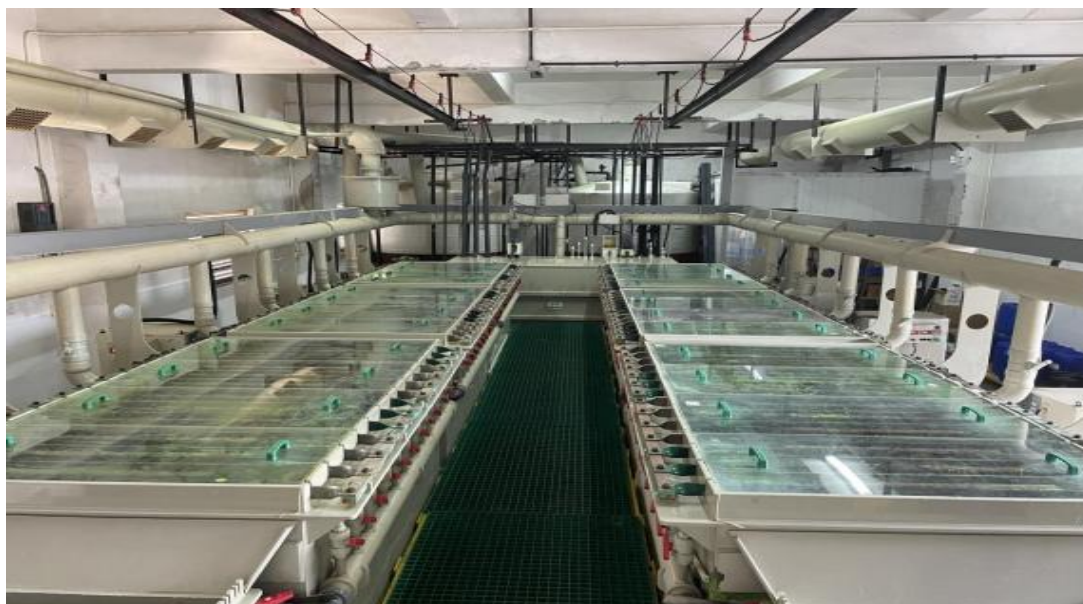
#### 五、应用案例

项目名称：酸性/碱性蚀刻液零排放在线循环再生提铜系统

项目所在地：萍乡市丰达兴线路板制造有限公司

项目概况：系统建设总投资 250 万。酸性蚀刻液零排放在线循环再生提铜系统于 2021 年 6 月开始运行，年处理蚀刻废液 384 吨，年产铜均约 48 吨。碱性蚀刻液零排放在线循环再生提铜系统于 2021 年 4 月开始运行，年处理蚀刻废

液 600 吨，月产铜均约 72 吨。



项目名称：过硫酸钠微蚀液全循环再生提铜系统

项目所在地：长沙牧泰莱电路技术有限公司

项目概况：系统建设总投资 48 万。过硫酸钠微蚀液在线循环再生提铜系统于 2022 年 10 月开始运行，年处理过硫酸钠微废液 80 吨，年产铜均约 2 吨。



## 六、推广前景

PCB 是电子产品的基础部件，其产业随着电子信息产业的发展而飞速发展；然而，产量大幅度提升的同时也伴随着环境污染的加剧。PCB 在其制造过程中会产生多种环境污染物，其中含铜废液和废水是重点，蚀刻/微蚀液零排放在线循环再生提铜系统的推出，解决了蚀刻过程中产生的废液问题。

符合国家可持续发展战略，同时消除了 PCB 企业蚀刻工序生产中产生的废液处理难题，为企业降本增效的同时，杜绝了废液对环境的污染。

依据近两年市场提供的数据，PCB 新厂一般都有规划技术装备厂房，从这一项就可以看出我们的工艺普及率越来越有影响力，预测 3 年后技术装备在 PCB 行业内的应用率将提

升 30%，为企业节能减排。

目前我司共有 21 个运行点，预计五年内项目每年合计蚀刻废液回用约 38000 吨，微蚀废液回用约 100 吨。项目全面投产后，月产铜约 380 吨。

## **七、支撑单位信息**

支撑单位名称：长沙利洁环保科技有限公司

联系人：李欣欣

联系方式：18073038290