

附件：

**《国家鼓励发展的重大环保技术装备目录
(2020年版)》供需对接指南之二
除尘技术装备典型案例**

目 录

案例一：安徽欣创节能环保科技股份有限公司微孔膜除尘装备	1
案例二：广州市合联科技发展有限公司离心水洗法空气中有害物质清洗装备	4
案例三：江苏佰健环保科技有限公司碳酸氢钠微晶体磨料喷射清洗技术	6
案例四：海城现代菱镁产业科技工程有限公司密闭多级熔尘碳气处理及资源化技术	9
案例五：成都易态科技有限公司柔性膜除尘器	12
案例六：福建龙净环保股份有限公司高温超净电袋复合除尘器	15
案例七：中钢集团天澄环保科技股份有限公司预荷电袋式除尘器	17
案例八：科林环保技术有限责任公司耐高温高湿高腐蚀袋式除尘器	20
案例九：科林环保技术有限责任公司光棒生产线粉尘处理及回收装备	23
案例十：大连兆和环境科技股份有限公司中大型压铸机烟气处理装备	26
案例十一：潍坊天洁环保科技有限公司矿山粉尘治理成套设备	29
案例十二：湖南九九智能环保股份有限公司工矿粉尘智能测控治成套装备	32
案例十三：舟山万邦永跃船舶修造有限公司超高压水喷射钢材表面预处理技术	35

案例一：

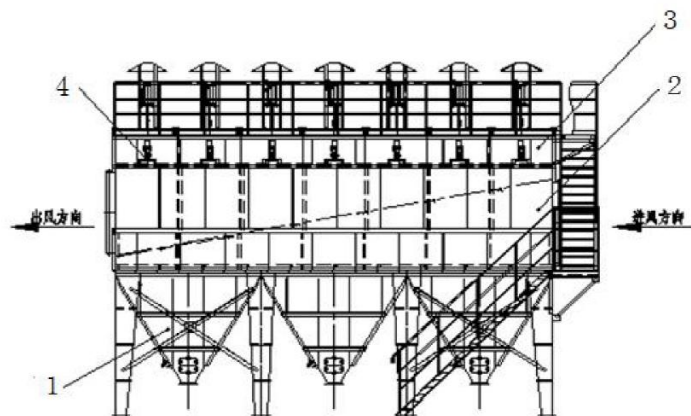
安徽欣创节能环保科技股份有限公司微孔膜除尘装备

一、技术适用范围

适用于工业、矿山等领域潮湿环境粉尘收集处理。

二、技术原理及工艺

使用膜过滤原理的除尘过滤材料，孔隙率大且均匀。复合滤料憎水性好、强度大，清灰剥离率在 98.4%~100%之间，水滴在膜的表面呈球形，稍加抖动即能滚落，配合振打清灰形式，清灰便利，能耗低。采用模块化的除尘器滤料组件，维护方便且占地面积小，个别过滤框架的损坏，不影响滤料组件的整体性能。



1-除尘器下箱体；2-除尘器中箱体（内含微孔膜滤料）；3-除尘器上箱体；4-提升装置；

工艺流程：含尘烟气经过除尘器，通过中箱体微孔膜滤料将烟气中的粉尘过滤下来，达到烟气除尘的效果。

工艺流程图

三、技术指标

最大孔径： $2\mu\text{m} \sim 3\mu\text{m}$ ；孔隙率 $> 70\%$ ；除尘效率 $> 99.5\%$ ；粉尘 ($> 5\mu\text{m}$) 收集率： 100% ；粉尘 ($> 2\mu\text{m}$) 收集率 $\geq 96\%$ ；清灰剥离率： $98.4\% \sim 100\%$ ；漏风率 $< 2\%$ ；出口浓度 $< 20\text{mg}/\text{Nm}^3$ 。

四、技术特点及先进性

(一) 将膜过滤技术应用在除尘领域，复合滤料憎水性好、孔隙率高、强度大；

(二) 滤料组件模块式制作，有效的减轻了除尘器维护保养难度，安装与更换十分便捷，具有过滤面积大，节省占地面积的优势；

(三) 湿度量高达 15% 时除尘器仍可满足使用要求，滤袋易清灰，避免了糊袋现象，除尘器阻力小，大大延长了使用寿命。

(四) 采用低压脉冲喷吹、机械振打及水冲洗滤膜的组合方式进行高效防湿超净除尘器清灰，三种方式可独立运行，且根据清灰效果组合使用。

五、应用案例

项目名称：张庄矿业除尘治理项目

项目概况：

应用在重点区域(如长江经济带，安徽省霍邱县)，在矿山系统除尘领域，矿石从地下开采，湿度较大，粉尘含水量不稳定并含有粘性大的膨润土等杂质。项目选矿厂除尘点整合为 8 套独立的除尘系统，经过生产运行验证，岗位粉尘以

及外排粉尘均满足国家标准，厂区内环境得到有效改善，解决了矿山、水泥等行业除尘难题。使用微孔膜除尘器可有效降低产品损耗和因超标排放带来的经济损失，提高经济效益。同时又因清灰周期长、时间段、清灰强度低、大大降低电能消耗，节约投资费用。

六、推广前景

该技术装备可以广泛应用于冶金、建材电力、煤炭等环境粉尘治理。

目前已经形成突破，向化工领域延伸。微孔膜除尘器不仅因其滤料具有很好的憎水性，清灰便捷，滤料表面粉尘不易聚集，具有很好的防爆性能，对其过滤处理后可以很好的解决目前的粉尘污染问题。针对含湿量大的工艺环节以及南方地区潮湿环境下的除尘领域，微孔膜均有良好的适应性。预计3年后每年可形成的销售收入将超过3000万元，减排粉尘量超过6000t，直接推动项目落地4~5项，投资额度在1000万左右，可降低标准煤8000~10000吨，降低粉尘排放量20~30万吨；可间接推进项目10~20项，间接带动节能技术项目投资1.5~2亿元左右。

案例二：

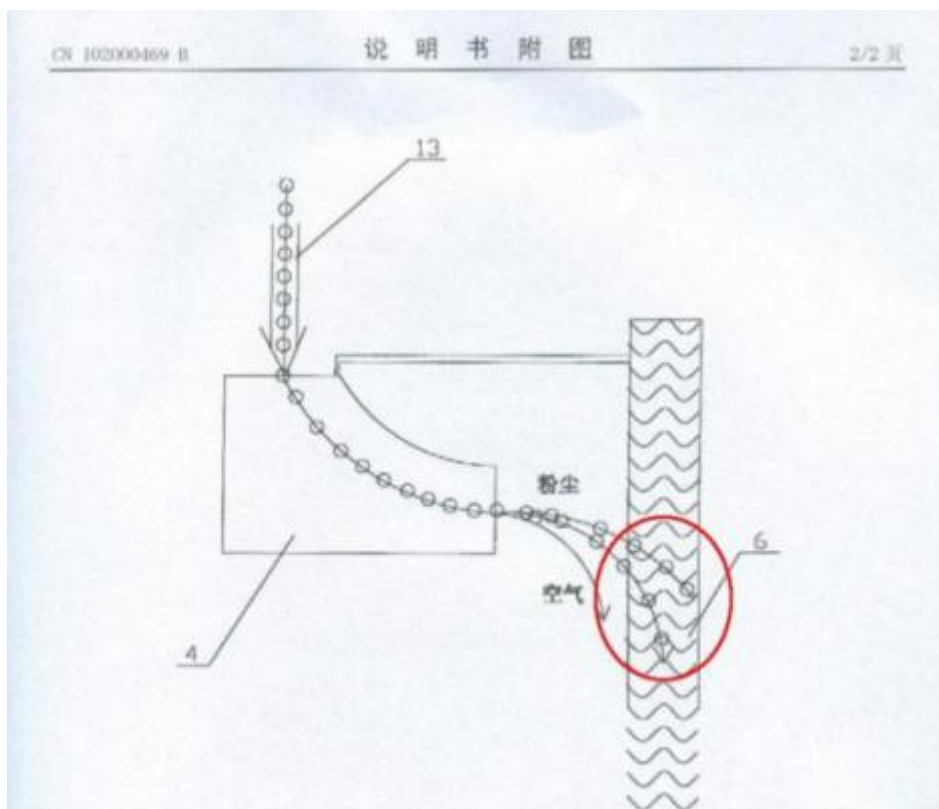
广州市合联科技发展有限公司离心水洗法空气中有害物质清洗装备

一、技术适用范围

适用于空气中病毒、超细颗粒物处理。

二、技术原理及工艺

利用离心叶轮，使烟尘中比重大的颗粒物能瞬间吸收巨大的动能，脱离空气粘力，射入环形水幕墙的水幕中，被水流捕获并带走；空气中气体分子因惯性小，能在水幕墙前“转弯”从而实现颗粒物与空气分离。



局部空气清洗原理图

(4-高速旋转的叶轮；6-环形水幕；13-含尘烟气)

三、技术指标

空气中颗粒粒径：10nm~700nm 时，气溶胶与颗粒物（ $m=0.8$ ）去除率 > 71%；空气中颗粒粒径：450nm~700nm 时，活性病毒灭杀率 > 99.9%。

四、技术特点及先进性

该技术装备能够捕捉空气中细颗粒物与气溶胶，具备除尘与净化两项性能，捕捉的最小范围是 10~700 纳米。该技术装备追求较高的线速度，线速度越高，处理的效率越高，空气流量越大，可同步实现去颗粒物、脱硫脱硝、去甲醛、甚至去病毒等多项任务。

五、应用案例

项目名称：河南省王牌砂布制造有限公司 VOC 及车间空气处理项目。

项目概况：项目原烟气指标非甲烷总烃每立方米 23.6 毫克，苯酚每立方米 30.5 毫克，甲醛每立方米 25.7 毫克。经空气清洗机处理后，非甲烷总烃每立方米 1.51 毫克，苯酚每立方米 0.29 毫克，甲醛每立方米 0.18 毫克。

六、推广前景

大气中的 PM2.5，工业 VOC，其它有害物质，甚至病毒等在大多数情况下以气溶胶形式出现。该技术装备能大气量低成本地清除空气或烟气中的气溶胶，市场广阔。

案例三：

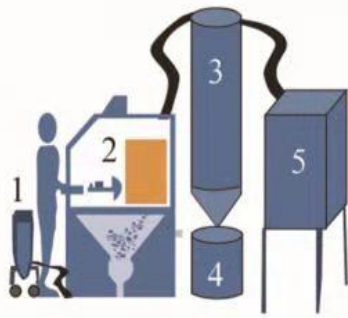
江苏佰健环保科技有限公司碳酸氢钠微晶体磨料喷射清洗技术

一、技术适用范围

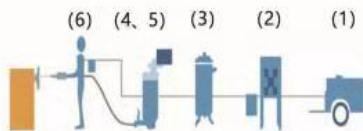
适用于石化、再制造领域清洁生产改造。

二、技术原理及工艺

以食品级碳酸氢钠微晶体磨料为介质，以压缩空气或高压水为动力，将磨料压力喷射至待清洗材料表面，通过碰撞瞬间产生的爆破冲击、摩擦剥离等作用，使油漆锈蚀、积碳、油污、灰尘等得以清除，进而实现被清洗材料表面的清洁。整个喷射装备系统由碳酸氢钠微晶体磨料介质和专用喷射机配套组成。



- 1、供气运输系统和YJJT粒子
- 2、喷嘴
- 3、高达99%的气废物分离器处理
- 4、废物收集
- 5、细粉尘收集器
- 6、气源（无图）



- 1、为喷嘴提供足够的进风尺寸和所需的喷射压力
- 2、二次冷却器
- 3、水气分离器
- 4、喷射罐，软管和喷嘴
- 5、YJJT喷射介质
- 6、个人防护设备

*可选：视空气质量而定

工艺流程图

三、技术指标

工作流量 $< 3\text{m}^3/\text{min}$ (压缩空气); 清除速率: $0.2\text{m}^2/\text{min} \sim 1.5\text{m}^2/\text{min}$ (表面污物锈蚀等清除), $6\text{m}^2/\text{h} \sim 8\text{m}^2/\text{h}$ (表面涂层去除); 降尘效率: $85\% \sim 95\%$; 废液 pH 值: $6 \sim 9$ 。

四、技术特点及先进性

碳酸氢钠微晶体磨料喷射清洗技术以碳酸氢钠微晶体磨料取代了传统的石英砂、玻璃粒子、钢丸等常规磨料, 采用特殊工艺制备的碳酸氢钠微晶体磨料产品, 具有安全无损、绿色环保的优良特性, 使其与常规传统磨料在适用范围、操作条件和清洗效果及环保特性等方面有着显著不同。该技术通过专用、通用型喷射清洗设备, 形成了适用于碳酸氢钠微晶体磨料的专用设备体系, 通过对传统喷砂设备的专用介质流量控制系统、多孔径喷枪等进行改进与完善, 增加了磨料震动装置, 提高了设备输出精度, 降低了输料故障率, 提升了喷射清洗效率。

五、应用案例

项目名称: 某飞机大修厂漆层脱除项目

项目概况: 某飞机大修厂航空器在运行一定时间后, 为了保证其飞行安全, 需要对蒙皮表面的漆层脱除, 以便进行中间阳极氧化膜的检查。采用碳酸氢钠微晶体爆破装备清洗技术, 在现场先后完成了 4 批次飞机零部件表面涂层清除清洗和 2 架次飞机大部件的除漆试用, 结果显示每平方米脱漆时间约为 10 分钟, 且无需浸泡, 无有毒废水排放, 不损伤阳极化膜层, 满足厂方对飞机除漆工艺的要求。比较传统化

学脱漆工艺，需要将工件在脱漆剂中多次浸泡，产生有毒废液，需要专门处理，废液处理费用约为 7000~10000 元/吨。采用本技术取代原化学清洗法去除表面涂层，可以高效去除航空器表面涂层且不损伤涂层下面的阳极氧化层。经测算，仅化学脱漆剂危废处理费用这一项年可节约 7000 余万元。且因碳酸氢钠粒子的可溶性使得清洗过程中不增加固废，废水符合国家规定的排放要求，绿色环保，经济、社会效益均十分可观。

六、推广前景

该技术装备可实现船舶拆解件、大型设备在线清洗保养；工装型架、飞机蒙皮不伤及阳极化层脱漆；石化行业的安全在线清洗；铁路交通设施的环保高效清洗；食品制药设备的安全性清洗；再制造行业的超级无损清洗；民用领域诸如市政环卫清洗维护、汽车发动机、家电翻新等，市场应用领域广泛。预计到 2024 年，市场规模将达到 4.5 亿元，可为装备清洗领域减少固废排放 50 万吨。

案例四：

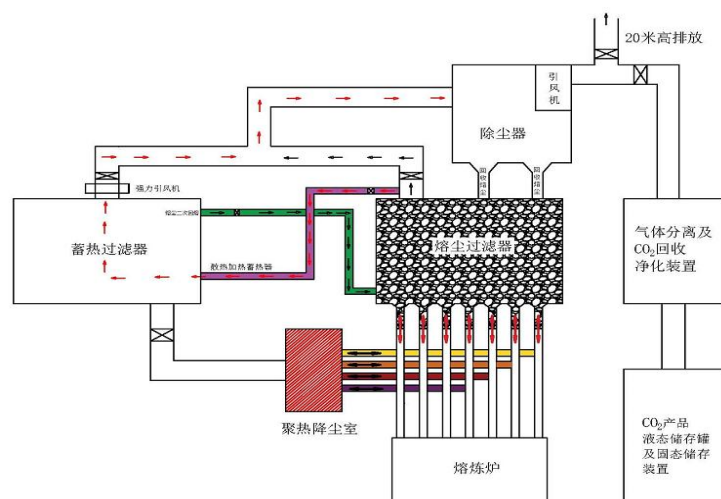
海城现代菱镁产业科技工程有限公司密闭多级熔尘碳气处理及资源化技术

一、技术适用范围

适用于菱镁、电石和建材行业煅烧和冶炼过程粉尘及碳气清洁生产改造。

二、技术原理及工艺

采用全密闭多级熔尘回收技术改造传统敞口熔炼设备，利用密闭栅格式多级除尘技术自动回收熔尘并将熔尘直接回炉进行二次熔炼，同时利用三级固气分离技术将熔尘和碳气分离、净化后对 CO₂ 进行回收，解决了原生产状况下热能大量损失和粉尘排放问题。



工艺流程图

三、技术指标

处理风量 $\geq 30000\text{m}^3/\text{h}$ ；进口参数：粉尘浓度 $\leq 800\text{mg}/\text{m}^3$ ，

CO₂浓度 ≤ 140g/m³; 出口参数: 粉尘浓度 ≤ 15mg/m³, 粉尘(回收)处理率 ≥ 95%, CO₂浓度 ≤ 7g/m³; 净化回收浓度 ≥ 133g/m³, CO₂回收率 ≥ 94%。

四、技术特点及先进性

采用全密闭式电熔镁炉, 利用专有排烟管道将烟气抽出, 通过储料仓进行烟尘的初步过滤, 并设有粉尘沉降室, 将氧化镁粉尘回收后直接回炉熔炼, 最后经过布袋除尘器进行过滤, 除尘风机功率仅 30kW, 可同时将两台电熔镁炉的粉尘和 CO₂全部回收。

五、应用案例

项目名称: 辽宁(海城)菱镁新材料产业基地中试基地“大型全密闭余热强辐射双品氧化镁智能生产线”项目。

项目概况:

(一) 用户用能情况简单说明

项目应用熔尘碳气处理及资源化技术, 投资规模 4970 万元。项目应用前: 两条生产线每年熔炼 10000 吨电熔镁, 耗电量 $3 \times 10^7 \text{kW} \cdot \text{h/a}$, CO₂排放量 10000t/a, 粉尘排放量 1200t/a。

项目应用后: 两条生产线每年熔炼 10000 吨电熔镁耗电量: $2 \times 10^7 \text{kW} \cdot \text{h/a}$, 每年节约用电约 $1 \times 10^7 \text{kW} \cdot \text{h}$; CO₂排放量低于 500t/a, 回收 CO₂ 超过 9500t/a; 粉尘排放量低于 100t/a, 回收粉尘超过 1100t/a; 节约矿石约 2500t/a。

(二) 实施内容及周期

1. 采用大型全密闭智能生产线和超短网供电技术代替

原敞口熔炼长电网供电的生产方式，彻底解决了高耗能、高浪费、喷炉喷花事故频发的共性难题；

2. 应用全密闭熔尘碳气自动回收分离、直接深加工资源化流程工业生产方式代替原来的庞大、敞开式、远距离、投资大、效果差的除尘装置。实施周期 7~8 个月。

六、推广前景

随着国际市场对耐火材料的需求量不断加大，辽宁省对菱镁行业电熔镁生产排放指标管控越来越严格，解决粉尘及碳气排放问题迫在眉睫。预计未来五年，该技术装备在辽宁省推广率达 15% 左右，总投入约 288750 万元，年消减 CO₂ 1840657t/a，年消减 MgO 粉尘 99495 t/a。

案例五：

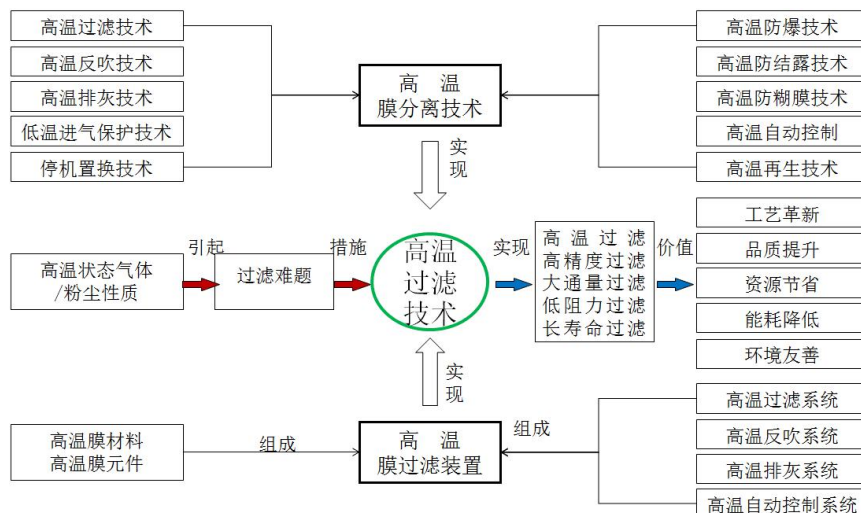
成都易态科技有限公司柔性膜除尘器

一、技术适用范围

适用于工业窑炉、锅炉 SCR 脱硝前高温高精度除尘（推荐）及常规工艺除尘。

二、技术原理及工艺

主要技术原理为物理性膜拦截，成套装备集新型金属膜材料技术、膜元件制备技术、膜分离技术、膜装备技术、膜系统工程应用技术于一体，核心滤材采用表层过滤，其过滤原理主要包括惯性碰撞、筛分作用、拦截作用、扩散作用和电荷作用。表层过滤是膜过滤而不是滤饼层过滤，因此阻力更低、通量更大，通过膜过滤，最终实现高温气体过滤的高精度、大通量、低阻力和长寿命的稳定运行。此外，利用高温状态气体和粉尘的性质差异，还可实现高温烟气中有价资源的分离富集回收。



工艺流程图

三、技术指标

烟气量 $\geq 1000\text{m}^3/\text{h}$; 核心滤材使用寿命 $> 3\text{a}$; 阻力 $\leq 1200\text{Pa}$; 过滤风速: $0.8 \sim 3.0\text{m}/\text{min}$; 进口粉尘浓度 $\leq 150\text{g}/\text{m}^3$; 出口粉尘浓度 $\leq 10\text{mg}/\text{Nm}^3$ 。

四、技术特点及先进性

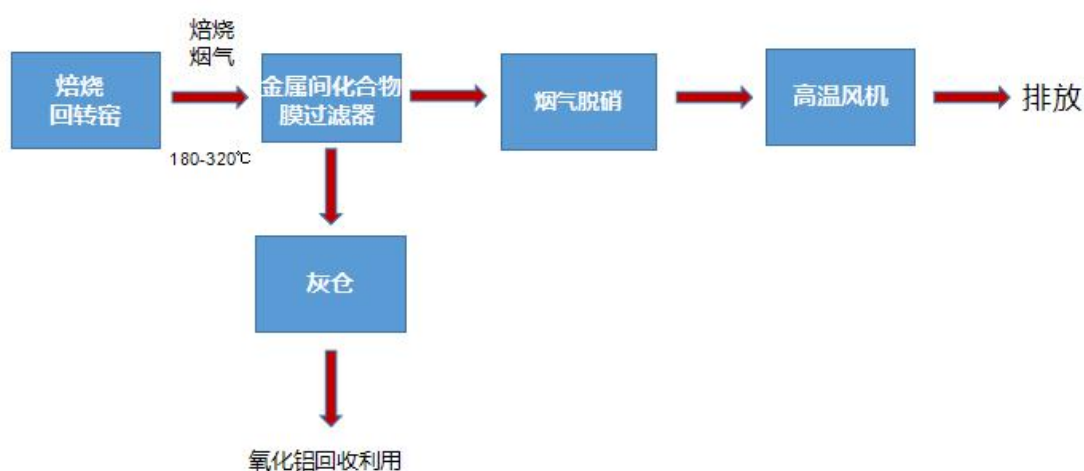
除尘效果具备不受粉尘比电阻等性质影响的优势, 具有多领域多环境适用性、通用性的特点。柔性膜除尘器核心滤材利用柯肯达尔效应制备, 滤材具有过滤精度高、高温抗氧化、抗硫化, 耐热震性、耐磨损、低阻力等性能优势。成套系统可以实现高温在线反吹、高温多级排灰、防结露防焦油糊膜、自动检测控制和安全防爆等功能。采用金属间化合物柔性膜材料、膜元件、膜分离技术和膜装备使得高温气体过滤技术得以实现。将工况体系与以上部分有机结合, 保证各个环节做到功能和性能可靠。技术装备使用于 SCR 前的高温除尘, 可有效减轻催化剂中毒问题、延长催化剂、后续换热器等设备的使用寿命、降低客户投运成本, 同时在低尘环境下提高催化剂脱硝效率, 为行业内企业提质增效赋能。对比进口高温电除尘器, 在单级过滤下可实现烟气排放从改造前的 $100\text{mg}/\text{m}^3$, 下降至 $5 \text{mg}/\text{m}^3$, 装备投资下降 $1/3$ 以上。

五、应用案例

项目名称: 中铝山东新材料有限公司 $2 \times 200\text{t}/\text{d}$ 氧化铝焙烧柔性膜高温烟气除尘回收项目

项目概况: 项目于 2017 年 10 月安装 $1 \times 10^5\text{m}^3/\text{h}$ 风量柔性膜除尘器共两台, 主要对回转窑生产工艺中产生的高温含

尘烟气进行净化处理，拦截下的氧化铝粉尘回收利用，除尘后低尘烟气为脱硝系统提供了优良的无尘烟气运行条件，洁净气体达标排放。烟气排放从改造前的 $100\text{mg}/\text{m}^3$ ，下降至 $5\text{mg}/\text{m}^3$ ，每年多减少的粉尘排放量为 76t，每年多减排回收的 150 吨氧化铝粉可多产生 57 万元的经济效益。此外，低尘烟气 SCR 脱硝可延长催化剂使用寿命，为脱硝系统提供优良的低层脱硝环境，提高脱硝效率。



SCR 前高温除尘器在氧化铝焙烧中的工艺流程图

六、推广前景

目前，柔性膜除尘器，已在氧化铝行业实现了规模化推广，2019年、2020年占整个新改造氧化铝市场份额约60%，未来3年将进一步应用推广。此外，该技术装备也在建材行业玻璃窑炉等工业窑炉和垃圾焚烧等焚烧锅炉等行业逐步开展建立示范工程，具有广阔的市场前景。预测3年后，按每套平均风量 $1 \times 10^5 \text{m}^3/\text{h}$ 、粉尘含量 $20\text{g}/\text{m}^3$ 、净化后的烟气含尘量 $\leq 5\text{mg}/\text{m}^3$ ，技术装备可以推广应用300台，可实现经济效益逾15亿元，颗粒物减排总量逾474万吨（单台年减排粉尘量1.58万吨）。

案例六：

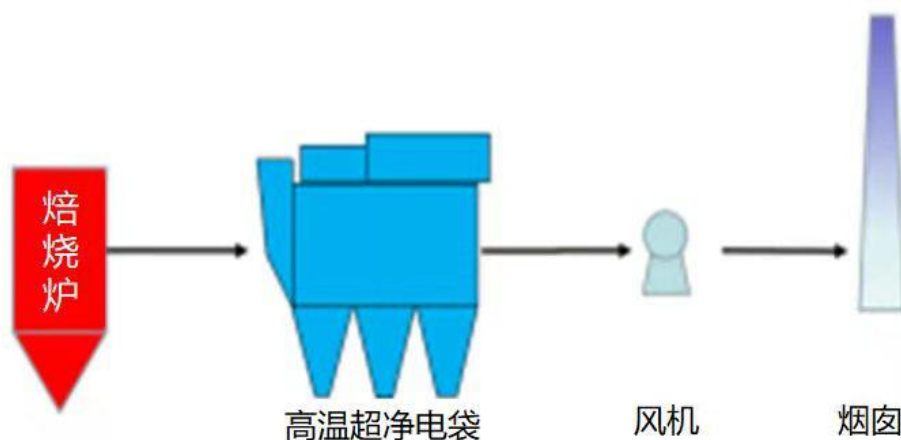
福建龙净环保股份有限公司高温超净电袋复合除尘器

一、技术适用范围

适用于有色、钢铁、水泥、化工、生物质、燃煤锅炉等工业烟尘治理。

二、技术原理及工艺

有机结合静电除尘的“荷电收尘”和袋式除尘的“过滤拦截”机理，创新开发新的除尘技术，采用的工艺如图所示：烟尘治理采用“以高温超净电袋复合除尘器作为一次除尘且不依赖二次除尘的超低排放技术路线”。



技术路线图

三、技术指标

工况烟气量 $\leq 500 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{h}$ ；烟气温度 $\leq 800^\circ\text{C}$ ；允许最大进口含尘浓度： $1000 \text{ g}/\text{m}^3$ （标态、干基）；设计压力范围： $-20.0 \text{ kPa} \sim +20.0 \text{ kPa}$ ；出口颗粒物排放浓度 $\leq 10 \text{ mg}/\text{m}^3$ 或 $5 \text{ mg}/\text{m}^3$ （标态、干基）；压力降 $\leq 1200 \text{ Pa}$ ；滤袋使用寿命

≥8年；漏风率<2%。

四、技术特点及先进性

可长期稳定实现低于 $10\text{mg}/\text{Nm}^3$ 的超低排放。同时，合金滤料具有耐高温、耐腐蚀、使用寿命长、废旧滤料可回收利用等优点，解决了化纤滤料不耐高温、使用寿命短，废旧滤袋存在二次污染等难题。

由郝吉明、黄小卫两位院士为首的科技成果评审会专家组一致认为：该技术达到国际领先水平，在氢氧化铝焙烧炉上的成功应用填补了国内外空白。

五、应用案例

项目名称：中铝山西新材料有限公司 1750t/d 氢氧化铝 5#焙烧炉项目

项目概况：该项目采用高温超净电袋复合除尘器改造后，可以稳定实现超低排放，每年减排约 249.3 吨。预计每年可实现的污染物减排总量为 4980 吨粉尘。其中，单台设备总投资约 998 万元，每年节省运行维护费约 44.3 万元，减排可以节省排污费，同时还可以新增回收氧化铝带来收益约 49.9 万元，投资回收期约 5 年，具有良好的经济效益和社会效益。

六、推广前景

预测 3 年后该技术装备会在有色、燃煤锅炉、水泥行业、玻璃窑炉、生物质锅炉等烟气净化领域大范围推广应用，市场占有率达 50%左右。粉尘减排量可达 12450 吨/年，实现的经济效益达 4500 万元/年。

案例七：

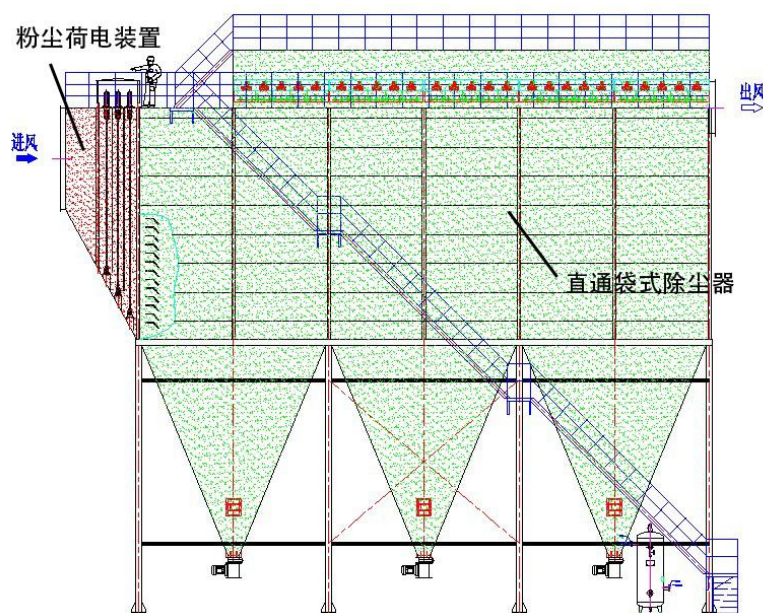
中钢集团天澄环保科技股份有限公司预荷电袋式除尘器

一、技术适用范围

主要用于炼铁、焦化、烧结、炼钢等钢铁冶炼全流程的炉窑烟尘净化。同时也可在水泥建材、有色、机械铸造、工业锅炉、石油催化裂化等行业使用。

二、技术原理及工艺

采用“粉尘预荷电+直通式袋式除尘+表面超细纤维滤料过滤”耦合技术。



装备示意图

三、技术指标

烟气量： $1 \times 10^5 \text{ m}^3/\text{h} \sim 2 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{h}$ ；进口参数：颗粒物浓度 $\leq 20 \text{ g}/\text{m}^3$ ；出口参数：颗粒物浓度 $\leq 10 \text{ mg}/\text{m}^3$ ； $\text{PM}_{2.5}$ 捕集效

率 > 99%；设备阻力 700Pa ~ 1000Pa，漏风率 < 1.5%。

四、技术特点及先进性

该技术装备荣获教育部科学技术奖特等奖、中国环境保护产业协会环境技术进步奖特等奖、生态环境部科学技术奖一等奖、湖北省科学技术二等奖、中国中钢集团有限公司科技进步奖一等奖等。

（一）粉尘预荷电技术。通过电场放电技术对微细粒子进行预荷电，预荷电后滤袋表面粉尘层呈多孔、疏松的海绵状粉饼结构，该粉饼比表面积增大，可强化过滤时布朗运动碰触几率和静电吸附效应，从而提高捕集效率 15% ~ 20%，同时由于粉饼的透气性提高，可减小过滤阻力 20% ~ 30%。

（二）超细纤维面层高效过滤滤料。可实现表面过滤，提高细颗粒物捕集效率，减少 PM2.5 穿透逃逸，PM2.5 捕集率大于 99%，突破了关键材料“卡脖子”壁垒。

（三）预荷电袋式除尘装备。将粉尘预荷电技术、超细纤维表面过滤技术、气流分布技术和直通式袋式除尘技术耦合，形成预荷电袋式除尘器，颗粒物排放浓度小于 10mg/m³，设备阻力 700Pa ~ 1000Pa，漏风率小于 1.5%，较传统袋式除尘器相比，节能 40%以上，占地减少 35%，钢耗量降低 25%。

（四）该技术装备在结构上采用了直通式大板块结构，可大幅度减少人工手工作业，提高了自动化和机器人制造比例，劳动生产率显著提高，单位产品生产节能 2.458kg 标准煤/ t 产品，比行业同类产品生产平均能耗下降 20%左右。

五、应用案例

项目名称：山东日照钢铁精品基地项目（一期）炼钢系统环境除尘（EPC）工程总承包

项目概况：

2016年至2018年，日照钢铁4×210t炼钢转炉二次/三次烟气净化环境除尘项目，合同额1.23亿。除尘系统共计11套。项目采用预荷电袋式除尘器，所有系统均实现了超低排放和节能运行，使颗粒物排放浓度从过去 $20\text{mg}/\text{m}^3 \sim 30\text{mg}/\text{m}^3$ 下降到 $10\text{mg}/\text{m}^3$ 以下， $\text{PM}_{2.5}$ 排放总量削减50%以上，装置阻力 $700\text{Pa} \sim 1000\text{Pa}$ ，较传统袋式除尘器相比，节能40%以上，占地减少35%，钢耗量降低25%。该技术工业应用节电最为显著，吨钢产品节省电耗 $3.11\text{kW} \cdot \text{h}/\text{t}$ 钢，可3年收回投资，经济效益显著。

六、推广前景

“预荷电袋式除尘器”是解决钢铁炉窑烟气微细粒子 $\text{PM}_{2.5}$ 污染的利器，具有细颗粒物 $\text{PM}_{2.5}$ 捕集效率高、节能40%、运行稳定等显著优势，市场核心竞争力强，已构成重大市场需求。该技术为非电行业超低排放及时提供了技术和装置支撑，广泛应用于炼铁、焦化、烧结、炼钢等钢铁工业全过程，已成为钢铁超低排放和提标改造的主流技术装备，市场占有率达40%，并呈快速增长态势。近三年预荷电袋滤器已工业应用50余台套，平均每年以20%速度增长，五年后年销售额可达16.47亿，市场占有率可达60%。除钢铁行业外，“预荷电袋式除尘器”还将应用到水泥建材、有色、机械铸造、工业锅炉、石油催化裂化等行业，市场前景广阔。

案例八：

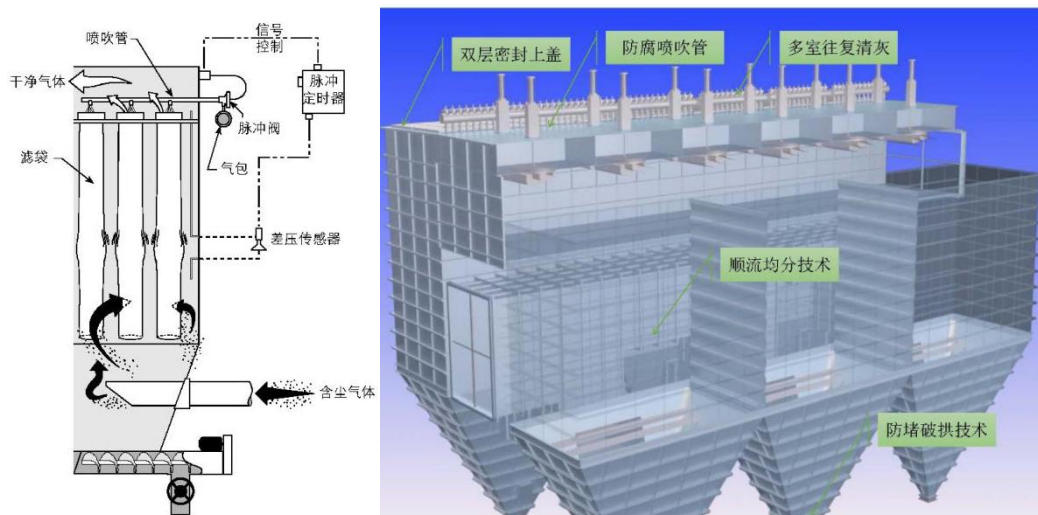
科林环保技术有限公司耐高温高湿高腐蚀袋式除尘器

一、技术适用范围

垃圾、污泥、危险废物焚烧后产生的烟气处理

二、技术原理及工艺

通过研发顺流均分技术、防腐抗结露技术、除尘器内烟道防积灰技术、多室往复喷吹技术等具有自主知识产权的袋式除尘器专有专利技术，能有效解决目前处理固体废物焚烧烟气袋式除尘器普遍存在的气流分布不均、腐蚀、滤袋失效、堵灰、经常性的停机检修，造成重大经济损失问题，保证除尘器长期稳定运行，为企业节省运行费用，满足排放要求。



原理及关键核心技术图

三、技术指标

颗粒物排放浓度 $\leq 10\text{mg}/\text{m}^3$ ；设备运行阻力 $\leq 1200\text{Pa}$ ；烟气入口温度 $140^\circ\text{C} \sim 240^\circ\text{C}$ ；烟气入口水分含量 $\leq 35\% (\text{v}/\text{v})$ ；

酸性气体 SO_2 入口浓度 $\leq 15000\text{mg}/\text{m}^3$; 酸性气体 HCl 入口浓度 $\leq 10000\text{mg}/\text{m}^3$ 。

四、技术特点及先进性

该技术装备通过了省级新产品鉴定，达到国际先进水平，并获得了中国机械工业科学技术奖二等奖

(一) 顺流均分技术，平衡各室的烟气负荷，提高过滤面积的有效使用率，避免局部滤袋提前破损失效，降低脉冲清灰频率和清灰时粉尘的穿透量，保证运行阻力低，除尘效率高，颗粒物排放达到超低排放的要求。

(二) 防腐抗结露技术，使上箱体不易产生结露现象从而减少上箱体的腐蚀，延长袋式除尘器使用寿命。

(三) 除尘器内烟道防积灰技术，使烟气输送通畅，不产生积灰现象，保证除尘器安全稳定运行。

(四) 多室往复喷吹技术，平衡格室卸灰量，结合灰斗出口手自一体破拱装置，缓解卸灰输灰难点，避免堵灰、停机事故。

五、应用案例

项目名称：广州环投南沙 $3 \times 750\text{t}/\text{d}$ 的垃圾焚烧项目袋式除尘器

项目概况：应用在广州环投南沙环保能源有限公司新建的 $3 \times 750\text{t}/\text{d}$ 的生活垃圾焚烧处置线配套烟气除尘用 LGM/KE-6080 型袋式除尘器项目。该除尘器于 2017 年 11 月投运至今系统运行稳定，各性能及排放指标均优于设计要求，实测颗粒物入口浓度为 $4485.33\text{mg}/\text{m}^3$ ，出口排放浓度为

3.78mg/m³，运行阻力 810Pa，年粉尘去除量为 3525.8 吨，年节电 17.7 万度（折合标煤 21.6 吨），环境效益显著。

六、推广前景

以广州环投南沙环保能源有限公司 3×750t/d 的垃圾焚烧烟气净化系统项目中应用的耐高温高湿高腐蚀袋式除尘器为例，总废气量为 109270Nm³/h，废气中含尘浓度约 4485.33mg/m³，按照实测排放浓度 3.78mg/m³ 测算，年粉尘去除量为 3525.8 吨，年节电 17.7 万度（折合标煤 21.6 吨），环境效益显著。

按照 2018 年生活垃圾处置量 21028.9 万吨，焚烧处理占比按 45% 测算，年固体颗粒物减排 49.4 万吨；按照 2018 年工业危险废物处置量 2482.5 万吨测算，年固体颗粒物减排 57.3 万吨；按照 2018 年污泥总产量 3981 万吨，干化焚烧处理占比按照 39% 测算，年固体颗粒物可减排 37.6 万吨。综上，通过技术装备的升级，合计年固体颗粒物减排 144.3 万吨。

案例九：

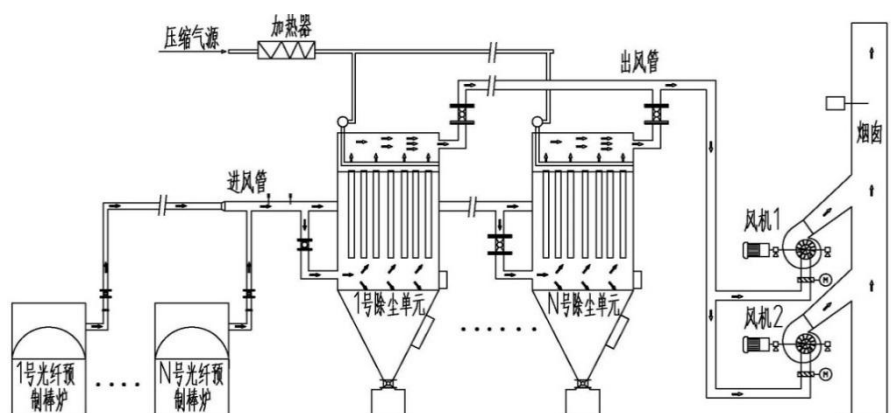
科林环保技术有限责任公司光棒生产线粉尘处理及回收装备

一、技术适用范围

光棒生产线粉尘处理

二、技术原理及工艺

通过研发稳压型袋式回收技术、脉冲清灰装置采用柔性清灰技术、超低排放技术、电气智能控制技术，解决了系统风量和运行压力控制精度要求高的问题，满足了炉窑生产工况变化所引起的压力和温度波动精度需求；消除脉冲清灰对炉压影响，重点解决了脉冲清灰时对炉窑压力的影响，有效保证了窑炉的生产工艺稳定，提高了产品的品质；同时也解决了特殊细粉尘造成的滤料清灰再生难的问题；实现了超低排放和有价值物料的高效回收，解决了有价值物料的高效回收和环保排放问题，符合循环经济政策。



工艺流程图

三、技术指标

进口参数：粉尘堆密度：220kg/m³~250kg/m³，粉尘粒径 < 2.75 μm，粉尘浓度 ≤ 500mg/m³；出口参数：颗粒物浓度 ≤ 10mg/m³；设备阻力 ≤ 1200Pa；设备阻力波动 < ± 20Pa；回收效率：98%~99.5%。

四、技术特点及先进性

该技术装备通过了省级新产品鉴定，达到国际先进水平，并获得了江苏省首台（套）重大装备产品认定。

（一）满足了工艺生产精度要求，解决了系统风量和运行压力控制精度要求高的问题，满足了炉窑生产工况变化所引起的压力和温度波动精度需求。

（二）消除脉冲清灰对炉压影响，重点解决了脉冲清灰时对炉窑压力的影响，实测炉窑压力波动 15Pa~18Pa，有效保证了窑炉的生产工艺稳定，提高了产品的品质；同时也解决了特殊细粉尘造成的滤料清灰再生难的问题。

（三）实现了超低排放和有价值物料的高效回收，实测颗粒物排放浓度实测为 5.6mg/m³，解决了有价值物料的高效回收和环保排放问题，符合循环经济政策。

五、应用案例

项目名称：亨通光导 800 吨/年光棒生产线废气干法除尘及物料回收

项目概况：

亨通光导新材料有限公司，地处长江经济带的江苏省苏州市，公司为其新建的年产 800 吨的新一代光纤预制棒绿色

制造项目配套设计了 LFM、WX 型细颗粒物稳压型袋式除尘回收装置，取代传统的湿法除尘装置，用于生产线废气的除尘和物料回收。该项目于 2017 年 2 月正式投运，产品质量符合设计要求，运行稳定，能满足光纤预制棒生产线工艺要求，还能高效回收废气中有价值的二氧化硅粉体，较好解决了传统湿法废气处理装置存在的问题。

项目总废气量为 $2.8 \times 10^5 \text{m}^3/\text{h}$ ，废气中含有二氧化硅粉体浓度约 $500\text{mg}/\text{m}^3$ ，按照实测排放浓度 $4.7\text{mg}/\text{m}^3$ 测算，相比传统的湿法除尘，无废水产生，年节水 100 万吨以上，能满足更严的环保排放要求和回收更多的有价值物料，年回收二氧化硅 1168 多吨，年节电 65.9 万度（折合标煤 80.5 吨），为光纤预制棒绿色制造提供了节能环保关键技术和装备。

六、推广前景

根据前瞻产业研究院发布的《2017-2022 年光纤光缆光棒行业发展前景与投资预测分析报告》数据显示，预计到 2022 年将超过 25000 吨。按照 100 吨规模的生产线产生废气量 $35000\text{m}^3/\text{h}$ 估算，则需要新增 24.3 万平米袋式除尘器产品，完成产值超 6 亿元，已有生产线绿色回收改造市场约 4 亿元。据测算每年可节水近 3000 万吨、年节电近 2000 万度、年回收二氧化硅 36500 吨，环保和社会效益客观。

该技术产品也可以用于钛白粉、陶瓷釉等工业窑炉的物料回收及烟气净化，以及对现有燃煤锅炉用袋式除尘器进行稳压运行模式改造，可以提高锅炉的运行效率实现超低排放。

案例十：

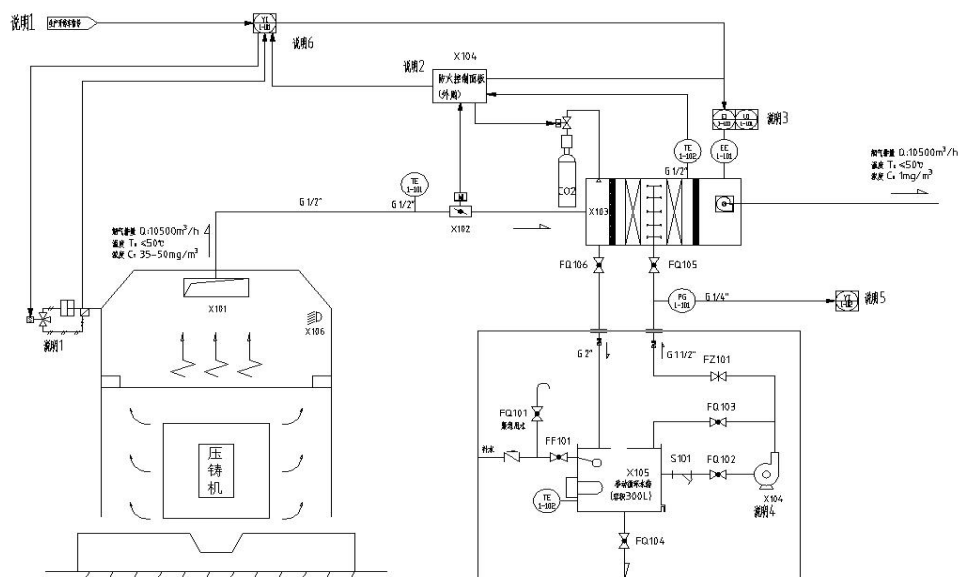
大连兆和环境科技股份有限公司中大型压铸机烟气处理装备

一、技术适用范围

压力铸造烟气处理

二、技术原理及工艺

通过研发多点协同控制的分布式捕集系统、锯齿形高效净化芯体、高压动态清洗系统、清洗水循环再利用系统等新型装备，解决了中大型压铸机烟气捕集、净化效率不足以及烟气粘性、湿度大所导致的静电芯体寿命低、无法再生等问题。通过采用净化器与捕集罩组合成一体式结构，整体架设于压铸机之上，形成独立分布的烟尘收集与净化单元，省去冗余的通风系统管道，实现了压铸烟气高效捕集与净化以及系统运行安全、稳定、节能的目的。



技术路线图

三、技术指标

进口烟气浓度 $10 \text{ mg/m}^3 \sim 60 \text{ mg/m}^3$; 出口浓度 $0.5 \text{ mg/m}^3 \sim 1 \text{ mg/m}^3$; 烟气捕集效率 $\geq 95\%$; 末端净化效率 $\geq 92\%$; 静电芯体单次使用时间 $\geq 200\text{h}$ 。

四、技术特点及先进性

该技术装备已通过中国机械工程学会鉴定，鉴定该成果总体达到国内领先水平，其中静电芯体技术达到国际先进水平。

(一) 开发多点协同控制的分布式高效捕集技术，解决了压铸烟气动压高、瞬间流量变化大难以捕集的难题，捕集效率由 70% 提高到 95% 以上。

(二) 采用疏密结合的锯齿形交错放电电极，发明了用于压铸烟尘处理的收集芯体，解决了液滴引起近距离放电问题，克服现有静电净化设备面对压铸烟气净化效率不稳定、易放电打火的难题，提高了芯体在高湿环境下运行稳定性，保证装置持续稳定、高效净化。

(三) 开发全自动高压动态清洗板极技术，解决了密集平行极板上粘性污垢清洗难、清洗死角多的问题，从而延长板极使用周期，芯体使用周期由 100 小时提高到 200 小时以上，实现芯体的原位再生，大大节省了装备维护人工。

(四) 基于电流波形建立一种新型滤波器，该滤波器可有效识别打火以及电流异常情况并且过滤掉电流低频变化，基于统计学原理判断芯体故障可能性，采取主动断电保护。

五、应用案例

项目名称：大连亚明 1600 吨压铸机烟气净化项目

项目概况：项目位于辽宁省大连市，压铸车间内有多台中大型压铸机，压铸烟气严重影响车间空气质量。项目中污染物排放最为严重的是其中一台 1600 吨压铸机，排放浓度不仅较高而且喷涂阶段产生的烟气总量也较大。系统投入使用后该区域空气质量得到极大改善，压铸机周围无明显烟尘外溢情形，净化器出口无可见烟尘排出，长期监测平均净化效率在 92%以上，出口浓度小于 $1\text{mg}/\text{m}^3$ ，净化器芯体可连续使用 200 小时，停机清洗 50 分钟后即可上线工作。该系统最大处理烟尘量 $15000\text{m}^3/\text{h}$ ，运行功率为 5.5kw，相比于处理同等吨位压铸机的同类技术装备，功耗降低近 50%。单套 1600 吨压铸机烟尘处理装备总投资约 35 万元，单套年运行费用 1.9 万元（主要为电费，按三班每年 200 天计算）。

六、推广前景

据不完全统计，全国压铸机数量约 11 万台，由于国家目前没有专门指向压铸机行业排放标准，仅有少量龙头企业投资使用该技术装备，其环保治理市场整体处于起步阶段。随着十四五节能减排的工作逐步细化，相关环保立法也将逐步落实，在未来三年内预计将有 40%以上的企业完成环保整治，目前该技术装备所应用案例出口排放浓度均小于 $1\text{mg}/\text{m}^3$ ，远低于相关环保标准中最严格的 $4\text{mg}/\text{m}^3$ 的排放标准，此外在节能方面相比于传统系统排风净化工艺总能耗可降低 50%，具有较好的经济和社会效益。

案例十一：

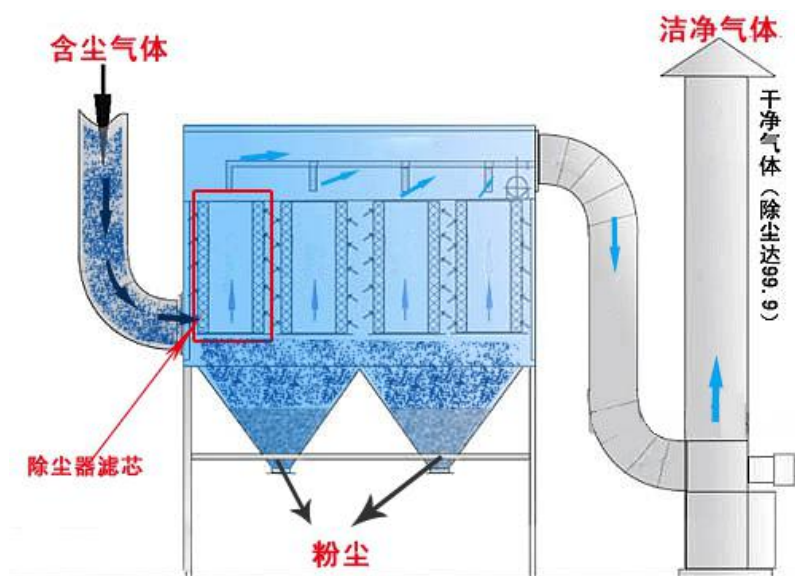
潍坊天洁环保科技有限公司矿山粉尘治理成套设备

一、技术适用范围

矿山粉尘治理

二、技术原理及工艺

采用包括“云泡抑尘技术、密闭式流态化输送技术、埃迪森高精度滤尘技术、无尘装车技术、点对点射流喷吹技术、DCSM 收尘系统技术”六大专有技术为主组成的系统技术集成。解决了矿山企业在矿石破碎、筛分、输送、储存过程中出现的粉尘污染难题。



技术路线图

三、技术指标

排放浓度 $\leq 10\text{mg}/\text{Nm}^3$ ，岗位粉尘浓度 $\leq 5\text{mg}/\text{Nm}^3$ ，节电 30% 以上。

四、技术特点及先进性

该项目技术获山东省企业技术创新优秀成果奖一等奖；国家绿色矿山科学技术奖二等奖；潍坊市工业设计大赛二等奖；潍坊市“隐形冠军”产品、潍坊市科学技术进步奖，通过国家科技成果鉴定，经鉴定技术水平达到“国内领先”。

（一）研发云泡抑尘技术。同喷雾抑尘相比，相同体积的水形成的微泡云，比水雾体积大十倍以上，抑制、捕捉粉尘的能力提高 50%以上。粉尘抑制率 85%以上；节水率 50%以上；节电 50%以上。

（二）研发 DCSM 收尘技术。通过该技术可以准确的核算出各种工况下的矿山收尘系统的总风量、风压、风速和各个收尘点的风量、风压、风速等各种参数。依据这个数字模型进行系统收尘方案的设计，保证收尘效果最佳，同等产能下，投资减少 30%以上，运行费用降低 40%以上。目前该技术已获得多项计算机软件著作权。

（三）采用超强耐磨纤维，制成的滤袋更加耐磨。添加了疏油憎水材料，不会产生糊袋现象。滤袋使用寿命更长，常规滤袋使用寿命为 1 年~1.5 年，埃迪森滤料制成的滤袋使用寿命可达 4 年~6 年。

（四）研发了无尘装车技术。不易出现飞灰外泄，可避免二次污染；通过料满发讯装置，实现装卸过程的自动化控制。采用耐磨技术，使用寿命更长。粉尘逸出率 $\leq 0.5\%$ ；装车效率提高 50%。

（五）研发了点对点精准喷吹技术。每条滤袋对应一个喷吹点，精准喷吹。喷吹管采用承插连接，无需密封件，不

存在长期使用后的泄露问题。引流喷吹，压缩空气耗量低，节能增效。压缩空气泄漏率 $\leq 0.2\%$ ；压缩空气耗量降低 30%。

五、应用案例

项目名称：300t/h 骨料生产线粉尘治理项目

项目情况：项目位于河北省承德市承德县高四台镇，由承德市路和集团下属的承德鑫磊废弃资源综合利用公司承建运营，主要为碎石和机制砂骨料生产线配套粉尘治理。该骨料生产线设计生产能力为 300t/h，年生产能力 5×10^6 t/a。项目应用于京津冀及周边重点区域。针对生产线工况特点，采用具有专利技术的 DCSM 收尘系统新技术，同传统技术相比，除尘器数量可以减少 60%以上，治理效果明显优于传统设计，完全对岗位粉尘浓度的要求，收集下来的粉尘可用作资源化处理。项目投资 160 万，主要为除尘设备主体和管道投资。总投资比传统设计降低 30%，运行费用降低 50%。

六、推广前景

随着国家对“绿色矿山”及“生态文明建设”的提出，矿山粉尘治理已成为矿山正常开采及矿产品加工过程中必不可少的前提条件。潍坊天洁环保科技有限公司研发的矿山粉尘治理系统设备，投资小、耗能低、自动化程度高、性能稳定。岗位粉尘浓度可以达到《工业场所有害因素职业接触限值》（BG2.1—2019）对各矿种岗位粉尘的处理要求；除尘效率达到 99.99%以上，完全能够实现达标排放，有效保护了从业者的职业健康，极大的降低了环境污染，经济和社会效益显著，符合产业政策，市场推广应用前景看好。

案例十二：

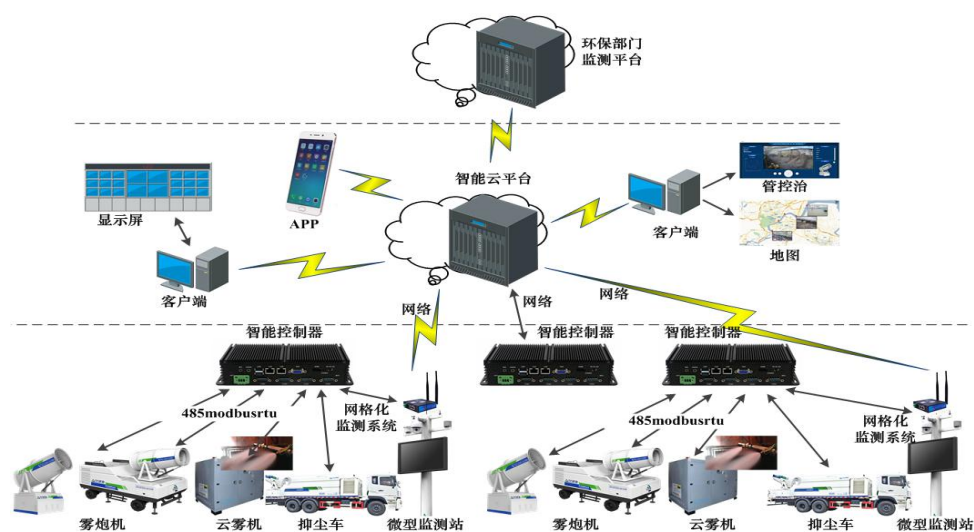
湖南九九智能环保股份有限公司工矿粉尘智能测控治成套装备

一、技术实用范围

工矿粉尘监测、控制、治理

二、技术原理及工艺

通过有线/无线工业互联网，按照约定的协议，把信息传到智能控制器、智能云平台；智能控制器进行局部区域监测数据分析与边缘计算，实现对高压喷雾机、风送式喷雾机(简称雾炮机)、超声干雾机(简称干雾机)、升降型拖挂喷雾机、抑尘车等进行抑尘降尘智能控制；智能云平台获取传感监测数据、边缘计算与控制数据，通过云计算与大数据分析，实现区域性粉尘的自动、智能、高效、精准的监测、控制与治理。



装备结构图

三、技术指标

粉尘处理量 $> 150\text{t/a}$ ；粉尘颗粒范围： $0.5\ \mu\text{m} \sim 500\ \mu\text{m}$ ；粉尘浓度 $\geq 0.5\text{mg/m}^3$ ；粉尘治理效率 $\geq 95\%$ ；处理后粉尘浓度 $< 0.5\text{mg/m}^3$ ；精准定位除尘，2s 快速响应；雾炮机雾化颗粒： $30\ \mu\text{m} \sim 100\ \mu\text{m}$ ；干雾机雾化颗粒： $10\ \mu\text{m} \sim 30\ \mu\text{m}$ ；风量： $2.5\text{m}^3/\text{s} \sim 14\text{m}^3/\text{s}$ ；使用设备防护等级：IP55；控制方式：遥控/自动/远程集中可视化控制。

四、技术特点及先进性

该装备经湖南省环境治理行业协会科技成果评价，整体技术达到国际先进水平，部分技术达到国际领先水平。

（一）建立了工矿排放粉尘运移与分布数字模型、喷雾降尘数学模型与降尘效率理论计算式、干雾抑尘粉尘沉降动力学模型与捕集效率计算模型，构建了精确喷雾抑尘降尘技术体系，研制了精准、高效喷雾降尘设备。

（二）通过对风送式喷雾机进行流-声-振多场耦合数学建模与仿真分析、多目标结构优化、环形多喷嘴协同喷雾干涉特性分析，以及对超声干雾机进行结构优化，实现了喷雾降尘设备结构优化设计，提升了设备性能。

（三）实现了基于多摄像头的粉尘空间定位，结合粉尘监测传感器，实现了粉尘三维立体监测，可以获取粉尘浓度分布；实现了基于视频的运输车辆、作业装备是否产生粉尘行为的判别，从而构建了粉尘三维立体网格化监测系统。

（四）实现了粉尘三维立体网格化监测系统、喷雾降尘装备与智能控制器、智能云平台的通信与网络物联，从而构

建了基于智能控制器的局部治理闭环控制和基于智能云平台的区域治理闭环控制，可以实现精准抑尘降尘。

（五）研制了粉尘监测、控制、治理智能云平台软件系统，支持大数据积累、大数据分析与区域粉尘治理云计算，实现了工矿环境信息监测、粉尘传感监测、粉尘排放行为监测、粉尘治理的过程管理、控制等。

五、应用案例

项目名称：山西光大焦化气源有限公司项目“料场棚化治理、物料输送环节治理、生产环节扬尘治理工程”

项目概况：系统建成后，山西光大焦化气源有限公司达到《临汾市 2019 年钢铁、焦化行业深度减排工作方案》中规定的无组织排放标准，经过统计与测算：密闭棚内部粉尘浓度不超过 $0.5\text{mg}/\text{m}^3$ ；粉尘治理的综合除尘率达 95% 以上；抑尘作用迅速高效，雾的覆盖面积不超过扬尘发生面积的 3 倍；与人工喷雾降尘相比，平均每天总耗电量减少 $563\text{kW}\cdot\text{h}$ ，平均每天总耗水量减少 55t ；年粉尘处理量超过 150t 。

六、推广前景

通过数据采集、处理与分析，构建区域空间粉尘污染热力图，通过智能云平台、智能控制器对多种抑尘、降尘、除尘装备进行智能化控制，由此构建监测反馈、控制执行的闭环控制系统，通过实时反馈、控制与调整，实现工矿排放粉尘的精准化治理。粉尘排放网格化监测、智能化控制、精准化治理已成为超低排放的重要发展方向，具有广阔的市场前景。

案例十三：

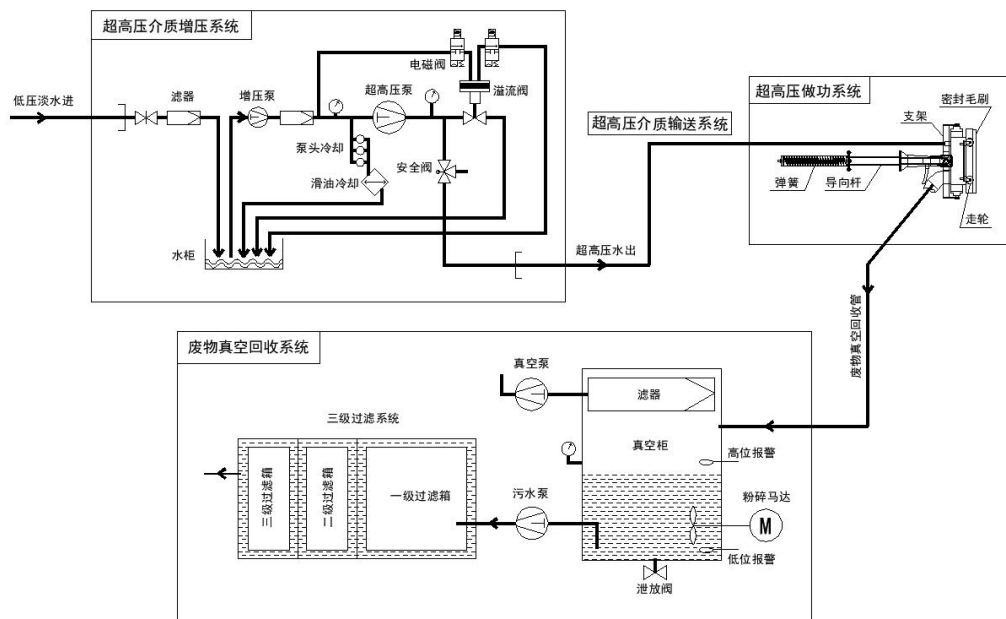
舟山万邦永跃船舶修造有限公司超高压水喷射钢材表面预处理技术

一、技术适用范围

适用于船舶外壳、化工罐体等钢结构表面除锈清洁生产改造。

二、技术原理及工艺

分为增压、输送、做功、回收循环四个单元。其原理是水增压单元将经过净化的淡水，加压到 3000bar，通过特殊材料制成的耐高压的管路输送系统将超高压作业水输送到做功单元。射流做功单元通过调整超高压水射流喷嘴，将不同流量、角度、速度的超高压水作用于工作面，起到钢材表面预处理的目的。



工艺原理图

三、技术指标

进水温度 $\leq 40^{\circ}\text{C}$ ；进水压力 $\geq 200\text{kPa}$ ；除锈头工作压力 $\geq 3 \times 10^5\text{kPa}$ ；工作头有效工作宽度 $\geq 250\text{mm}$ ；反作用力 $\leq 380\text{N}$ ；泵组流量 $\geq 26\text{L}/\text{min}$ 。

四、技术特点及先进性

带真空回收功能的超高压水射流除锈头利用超高压水作业时的反作用力，驱动作业头自旋转，与其他液压驱动旋转或气压驱动旋转设计相比较，节约了能源，简化了系统。其工作角度可根据船舶外壳曲面自动调节，覆盖了全船所需的作业范围。相比较于已有的超高压水手持枪单点区域作业，其单次作业区域宽度为 250mm 以上，使得作业效率更高。

作业废物真空回收装置与前述圆形除锈头配合使用，在除锈头腔体内部产生负压真空，回收再循环利用作业时产生的废水，使原先开放式作业转变为封闭式真空回收作业，使作业后被处理表面保持清洁，解决了以往应用超高压水除锈作业过程中返锈的难题、废水与废渣分离回收的难题。

五、应用案例

项目名称：“ZARDIS”轮外壳水线间 100%除锈除漆

项目概况：项目 2019 年 10 月进行外壳涂装作业，水线间 100%除锈除漆，作业面积约 5000 平方米，其余位置点打除锈。在两舷共布置 18 套超高水射流钢材表面预处理作业装备系统，仅用 10 小时即完成全部除锈作业，作业质量和效率得到船东和油漆代表的好评，作业废物全部进行真空回

收，保持坞内作业环境干净整洁。

六、推广前景

超高压水射流除锈全套技术设备可以代替传统干式喷砂，保护了海洋环境、大气环境和土壤环境，保护了生产作业者及周边居民的健康，在国家绿色环保政策的大环境下，将很快得到推广应用。

一般规模的船舶企业每年用于喷砂除锈消耗的铜矿砂在数万至数十万吨，同时生产过程产生混有油漆重金属等有毒有害物质的废砂，目前还无法做到完全无害化处理。按一家规模以上船舶维修企业计算，使用该套设备进行船舶坞修作业，每年至少可减少 5 万吨以上的除锈用矿砂的需求以及相当的废砂处理，全球每年估算将至少减少 200 万吨矿砂使用。