

附件：

**《国家鼓励发展的重大环保技术装备目录
(2023 年版)》供需对接指南之十六
新能源固废处理技术装备典型案例**

目 录

案例一：	1
荆门动力电池再生技术有限公司废旧动力蓄电池无害化再生利用技术装备	1
案例二：	6
湖南顶立科技股份有限公司废旧动力电池预处理全流程高质利用技术与装备	6
案例三：	10
湖南江冶机电科技股份有限公司废旧锂电池破碎分选成套装备	10
案例四：	13
湖南锐异资环科技有限公司再生铅连续富氧侧吹低温熔炼技术	13
案例五：	17
广东隼诺环保科技股份有限公司废旧锂电池高值资源化利用技术及装备	17

案例一：

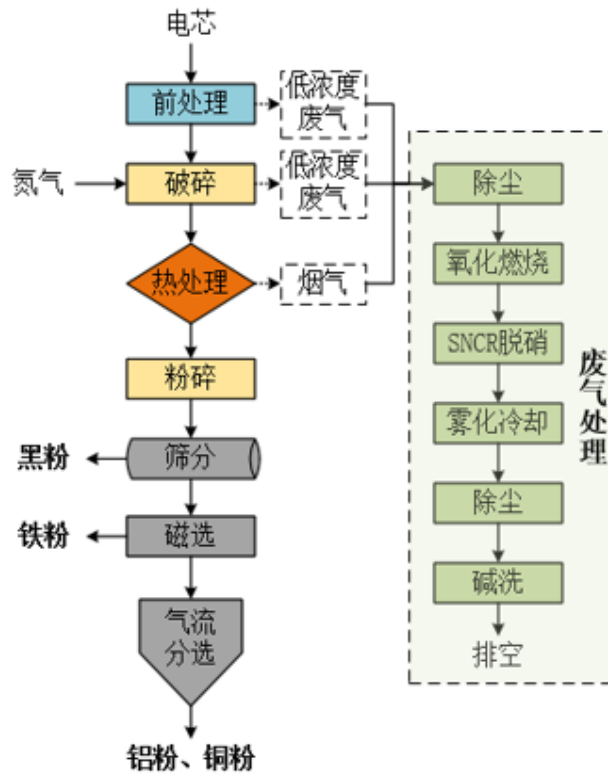
荆门动力电池再生技术有限公司废旧动力蓄电池无害化再生利用技术装备

一、技术适用范围

适用于退役和报废的动力电池、退役和报废的储能电池、报废 3C 电池等废旧电池及废料无害资源化循环利用。

二、技术原理及工艺

该技术装备以废旧动力电池中各组分基本性质包括密度、可碎磨度、可分解性等差异作为基础，借助材料在不同作用下的力学性能差别，形成废旧电池可兼容、撕碎预处理、高低温热解工艺基础上的综合回收处理技术，同时结合铜、铝、氧化物及石墨等阶段碎磨-阶段筛分形成的密度、粒度差异，实现梯级破碎-精细化分选工艺，借助多介质流作用下物料的输送及分级实现全流程干式机械物理工艺，整合智能化集成控制技术形成完备的体系装备。技术全流程以精准控氧低温连续热解技术，实现不同规格退役锂电池的高效热解预处理，除隔膜外的有机物分解率达到 99%以上；采用梯级破碎精细化分选技术，实现电池废料多组分的高效分选，包括有价金属、黑粉、铜铝、隔膜等组分的回收率大于 90%；对过程中产生的废气、粉尘等进行净化处理，实现退役锂电池精细化分选全过程的无害化综合处理；实现废旧动力电池处理流程化、放电自动化、热解精准连续化、破碎分选精细化。



工艺流程图

三、技术指标

处理量 30t/d ~ 50t/d; 热解温度<600 度; 黑粉中镍钴锰锂综合回收率≥99%; 铜回收率≥95%; 铝回收率≥95%; 隔膜回收率≥90%; 氟化物排放<3mg/m³; VOCs 排放<30mg/m³; 废气排放指标达到《工业炉窑大气污染物排放标准》(GB9078-1996)、《工业炉窑大气污染综合治理方案》(环大气[2019]56号)及《大气污染物综合排放标准》(GB16297-1996)的要求。

四、技术特点及先进性

全流程智能化控制,具备无氧安全预处理-高低温多效协同热解-多组分梯级破碎-精细化高效分选回收等特点,该技

术通过对废旧动力电池的全组分资源化处置和材料再生利用，实现了废旧动力电池的无污染、无害化处置，确保了可持续发展并减少了自然矿产资源的开采。该项目全过程以低能耗的机械物理法为主，可实现高效的节能降碳作用，通过对电池回收生产黑粉全流程碳足迹核查认证，该技术装备碳减排效果显著，相较同规格的电池正负极活性黑粉材料，该技术装备产业化应用后，单台套可实现废旧动力电池综合回收处理 1.5 万吨/年，资源化再生黑粉、铜铝、隔膜等有价值材料 1.2 万吨/年，实现二氧化碳减排超过 2 万吨。

五、应用案例

项目名称：废旧锂电池及极片废料综合处理项目

项目概况：建设地点位于湖北省荆门市国家级高新区内，总投资 46800 万元，废旧动力电池综合处理项目备案产能 10 万吨/年，其中一期规划每年处理废旧动力电池 4.5 万吨，基于自主开发的高效、绿色、安全成套废旧动力锂电池精细化分选技术装备，一期项目已建成投产，包括两个大于 2 吨/小时综合处理单元，工艺主要为废旧动力电池放电-预处理-热解-梯级破碎-精细化分选。

项目 1#单元运行时间 360 天以上，2#单元运行时间 180 天，项目对废旧动力电池采用全智能控制技术装备实现全组分高效资源化，各组分回收利用率均在 95%以上，镍钴锰锂等有价值金属回收利用率 99%以上，项目自一期自建成运行以来，回收处理废旧动力电池及废料 2 万多吨，全组分资源化产出黑粉、铜铝、铁料等有价值组分材料 1.7 万吨左右，

从根本上实现废旧动力电池对环境污染的治理，杜绝了废旧动力电池对环境生态的直接影响，实现绿色营收近 40000 万。



六、推广前景

随着技术装备的进一步推广，和产业化产能的进一步释放，通过对 10 万吨废旧动力电池的综合回收处理，可实现 8 万吨左右的电池材料资源化再生，包括铜铝、黑粉、隔膜等，为电池制造产业链提供可循环的再生材料，预计可实现经济产值 50 亿左右，基于废旧动力电池退役潮的来临和全国废旧动力电池回收处理产业化进程加快，该技术预计推广示范应用率在 20%-30%，未来三年该技术装备可实现超过 20 万吨废旧动力电池的综合处理，进一步减少废旧动力电池对环境及生态产生的污染和影响，同时实现近 16 万吨电池材料资源的循环利用和再生，创造近 100 亿元的市场经济价值。

七、支撑单位信息

支撑单位名称：荆门动力电池再生技术有限公司

联系人：赵轩

联系方式：18809890146

案例二：

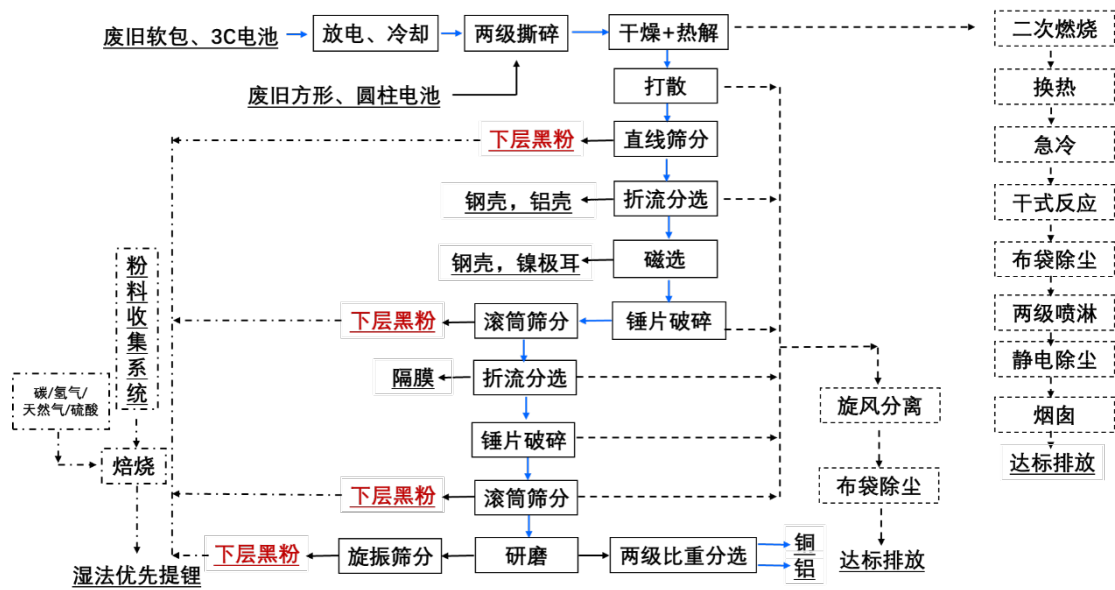
湖南顶立科技股份有限公司废旧动力电池预处理全流程高质利用技术与装备

一、技术适用范围

适用于废旧电池回收领域，具体适用于方形电池、软包电池、圆柱电池、3C 电池及极片等多源废旧电池综合回收利用。

二、技术原理及工艺

该技术装备涵盖“撕碎、干燥、热解、分选、焙烧、尾气处理”全流程工艺。废旧电池通过输送机输送至撕碎系统，破碎至 3~4cm 尺寸大小，输送至干燥设备中去除电解液，再落入热解设备中去除 PVDF 等有机物。此时，极片发生断层，从而削弱电极材料与集流体之间的结合力，通过分选工序即可获得较高纯度的黑粉、铜和铝，实现电池材料的相互解离。若原料为废旧三元锂电池，则收集的黑粉再由输送系统送至焙烧系统中，添加适量反应物（氢气、活性炭、天然气、硫酸等），使黑粉中镍钴锰锂发生反应，在层状镍钴锰酸锂结构中的锂迁移至表面，便于后续湿法冶金分离。产生的废气经尾气处理系统后达标排放，确保回收过程的清洁环保。



工艺流程图

三、技术指标

单台处理量 2t/h; 反应区间氧气含量 $\leq 0.1\%$; 有机物去除率 $\geq 99\%$; 黑粉回收率 $\geq 98\%$; 铜、铝回收率 $\geq 98\%$; 黑粉中铜铝等杂质含量 $\leq 2\%$; 铜、铝中杂质含量 $\leq 2\%$; 炉内截面温度均匀性 $\leq \pm 5^\circ\text{C}$; 表面温升 $\leq 30^\circ\text{C}$, 废气达标排放。

四、技术特点及先进性

(一) 可根据不同分离需求, 自由组合工艺与设备模块, 解决废旧电池多组分有效分离与高比例回收难题;

(二) 可有效保证干燥、热解与焙烧过程中温度与气氛环境, 大幅提升安全性;

(三) 全流程智能化控制, 每班所需人员 3 人, 可实现连续无间断作业, 降低人工强度, 提升处理效率, 满足废旧电池回收利用大规模产业化作业需求;

(四) 可实现全流程污染物的协同控制与深度清除, 确保回收利用的环保清洁。

五、应用案例

项目名称：安徽绿沃循环能源科技有限公司 12000t/a 锂离子电池高质资源化回收利用项目

项目概况：该项目年产黑粉 1350 吨，同时实现铜、铝的综合回收。项目总投资 13671 万元，其中环保投资 1550 万元，项目占地 18155 m²。本技术装备满足废旧磷酸铁锂、三元锂电池预处理要求，解决多金属组分高比例回收难题，实现高价值金属的高效分离，装备性能稳定，满足项目大规模产业化生产需求。稳定生产后，装备投资回收期 0.5 年左右，助力应用单位成功获批第五批白名单企业。



六、推广前景

公安部数据显示，2023 年底我国新能源汽车保有量已达 1821 万辆，2025 年我国废旧电池将累计预计高达 125GWh，产业规模将会扩大到 850 亿元左右，2030 年，随着新能源汽车的加速普及，电池回收产业规模将达 1200 亿元，随之而来的回收再利用问题越来越突出，动力电池回收已成为新的风口。本技术设备作为废旧动力电池回收产业链中不可或缺的一环，初步估计，未来 3 年，总需求量在 200 台套以上，总投入预计达到 40 亿元，减少 CO₂ 排放总量达到 1 亿吨，

产生经济效益 107.21 亿元，新增就业人员 50000 人以上。

七、支撑单位信息

支撑单位名称：湖南顶立科技股份有限公司

联系人：倪俊

联系方式：18374819377

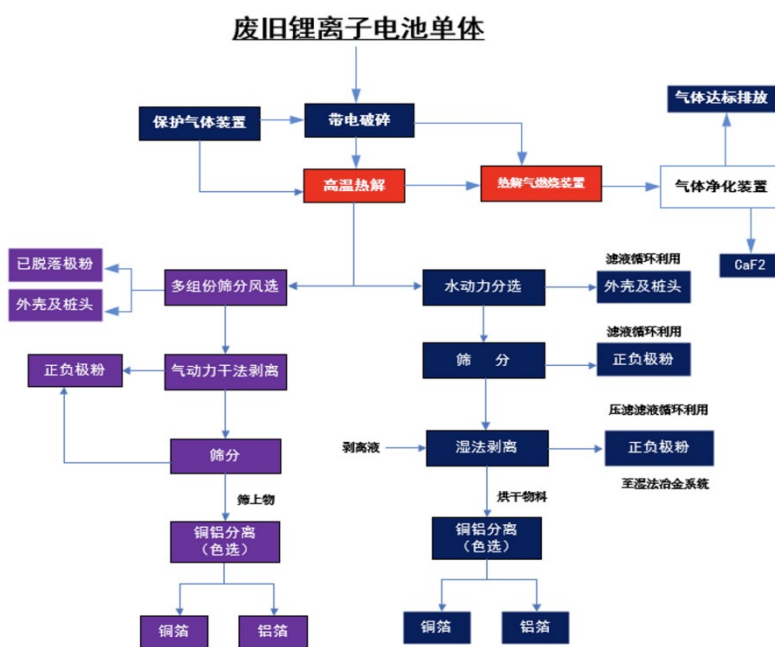
案例三： 湖南江冶机电科技股份有限公司废旧锂电池破碎分选成套装备

一、技术适用范围

适用于废旧磷酸铁锂电池，废旧三元锂电池，废旧钴酸锂电池，废旧锰酸锂电池的资源化处理。

二、技术原理及工艺

采用在绝氧环境下带电一次破碎及高温热解，解决锂电池回收处理中的燃爆风险，可连续规模化生产，物料形貌和粒度为 3-5CM 片状，便于分选、剥离，实现产品的高回收率和高品味；物料进出密闭+热解系统+气体及粉尘收集系统，大幅度去除气味和粉尘污染；热解气体燃烧及净化装置，加上独有湿法脱氟工艺，实现气体的达标排放。



工艺流程图

三、技术指标

单台处理量：1.4t/h ~ 2.8t/h； 电池单体对角线 $\leq 420\text{mm}$ ；
破碎产品粒度 $\leq 40\text{mm}$ (18650 小型圆柱电池破碎产品粒度 $\leq 15\text{mm}$) 破碎产品温度 $< 45^\circ\text{C}$ ；

热解温度： $550^\circ\text{C} \sim 600^\circ\text{C}$ ； 尾气燃烧温度 $\geq 1100^\circ\text{C}$ ； 停留时间 $\geq 3\text{s}$ ； 尾气排放达到《废锂离子动力蓄电池处理污染控制技术规范(试行)(HJ1186-2021)》要求；

铜箔、铝箔及极粉剥离率：96% ~ 98.5%； 极粉回收率 $\geq 97\%$ ； 极粉纯度 $\geq 95\%$ ； 铜箔、铝箔产品纯度 $\geq 95\%$ 。

四、技术特点及先进性

采用行业首创的绝氧带电破碎，兼容行业各种型号的废旧锂电池，解决锂电池处理燃爆的风险，同时采用绝氧高温热解，热解温度： $550^\circ\text{C} \sim 600^\circ\text{C}$ ，将经济效益低的隔膜，电解液及PVDF热解，热解气体采用燃烧(尾气燃烧温度 $\geq 1100^\circ\text{C}$ 、停留时间 $\geq 3\text{s}$) + 净化 + 独有的脱氟工艺，实现尾气达标排放，经过热解后的物料实现了极粉和铜铝的高效回收提，铜箔、铝箔及极粉剥离率：96% ~ 98.5%，极粉回收率 $\geq 97\%$ ，极粉纯度 $\geq 95\%$ ，铜箔、铝箔产品纯度 $\geq 95\%$ 。

五、应用案例

项目名称：国轩循环科技有限公司年处理 5 万吨锂电池回收产线项目

项目概况：项目应用为两条 2.5 万吨锂电池破碎分选设备，应用绝氧带电破碎及高温热解，实现全极粉回收率 $\geq 97\%$ ，铜铝回收率 $\geq 95\%$ ，年回收处理锂电池 5 万吨，全年极粉回收 7680 吨，铜回收 5760 吨，铝回收 1920 吨。采用两套上料带

电破碎系统，绝氧带电破碎技术解决了在锂电池回收过程中燃爆的问题。应用全密闭高温热解，尾气燃烧及净化技术，实现绝氧热解尾气的达标排放和产品的高效回收。项目设计，生产制造，安装调试周期为 5 个月，目前该项目设备已经投产连续运行。



六、推广前景

到 2025 年国内将迎来锂电池报废的高峰期，保守估计国内报废的锂电池届时将超过 100 万吨，随着国家大力推行新能源，锂电池的应用场景会越来越多，产生的报废锂电池也会随着激增，此技术和装备符合国家锂电池回收处理行业发展的要求，将会成为未来锂电池回收处理应用的主流技术。

七、支撑单位信息

支撑单位名称：湖南江冶机电科技股份有限公司

联系人：王维

联系方式：15197207760

案例四：

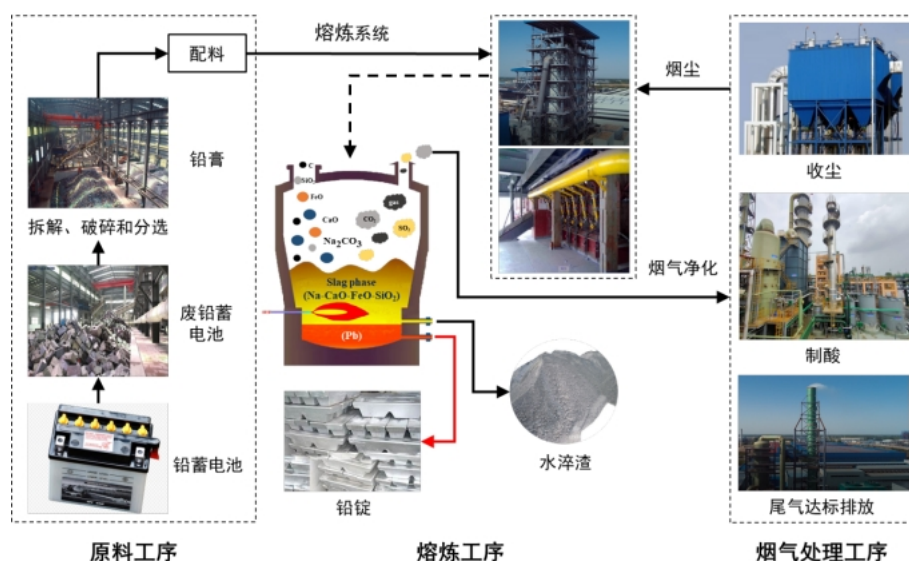
湖南锐异资环科技有限公司再生铅连续富氧侧吹低温熔炼技术

一、技术适用范围

适用于冶金、新能源、化工领域的废铅酸蓄电池、铅膏、铅泥等安全处置及资源化。

二、技术原理及工艺

铅膏、铅渣、铅泥等与铁矿石、石灰石、石英石、纯碱和粒煤以一定比例配料混合后，送入富氧侧吹炉熔炼。硫酸铅经历分解、还原等过程，生产单质铅和二氧化硫；造渣剂结合形成“铁-硅-钙-钠”四元低熔点渣，在侧吹炉内熔化形成熔池。液态的单质铅在重力的作用下与渣层分离，沉入炉底并从放铅口排出，直接流入精炼锅或浇铸成粗铅锭；二氧化硫进入烟气，经过余热回收、除尘、净化后进入制酸系统，得到的烟尘返回配料熔炼，最终尾气达标排放；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。



工艺流程图

三、技术指标

废铅蓄电池处理能力 $\geq 2.5 \times 10^5$ t/a、铅渣处理能力 $\geq 2 \times 10^4$ t/a、铅泥处理能力 $\geq 1.4 \times 10^4$ t/a; 熔炼温度 < 1150 °C; 氧耗 ≤ 180 Nm³/t(铅); 煤耗 ≤ 195 kg/t (铅); 碱耗 ≤ 25 kg/t(铅) ; 综合能耗 (铅膏熔炼) ≤ 210 kgce/t(铅); 烟尘率 ≤ 14 %; 出炉烟气 SO₂ 浓度 ≥ 3 %; 渣含铅 < 1 %; 床能率 $50 \sim 60$ t(料)/(m²·d)。

四、技术特点及先进性

再生铅连续富氧侧吹低温熔炼技术突破了铅膏富氧侧吹熔池熔炼技术的制酸难题和低温熔炼瓶颈，各项技术经济指标具有显著优势。

(一) 构建了“铁-硅-钙-钠”四元低熔点渣型体系。通过添加少量助熔剂显著降低了熔炼渣温，将火法炼铅温度从传统工艺的 1300 °C 以上降低至 1150 °C 以下，大大降低了熔炼能耗，具有节能、环保的优势。

(二) 研发了新型富氧侧吹炉装备。采用低搅拌负荷新型氧枪并将其高密度优化布局，解决高熔炼负荷与低铅挥发强度的矛盾，烟尘率降低至 14 % 以下，铅直收率达到 98 % 以上; 采用高铅位、深炉缸配置，并创新采用水套与耐材复合渣线结构，实现单次炉龄超过 24 个月，大大提高作业率、降低炉窑维护成本。

(三) 开发了再生铅连续富氧侧吹低温熔炼与离子液辅助制酸成套装备系统，出炉烟气的 SO₂ 浓度稳定在 3 % 左右，经动力波洗涤后，采用离子液循环吸收富集，最终通过“一

转一吸”制酸工艺直接制备电池生产所需的分析纯硫酸，实现了铅膏清洁低成本熔炼以及二氧化硫稳定制酸。

五、应用案例

项目名称：太和县大华能源科技有限公司 20 万 t/a 再生铅连续富氧侧吹低温熔炼技术示范工程

项目概况：项目设计产能为 20 万 t/a 精铅，总投资 47000 万元，年产值 300000 万元。2018 年 3 月启动建设，2020 年 5 月点火投产，实际处置废铅蓄电池、铅膏、铅泥等危废 29 万 t/a，包括废铅蓄电池 25.5 万 t/a、铅膏 2.1 万 t、铅泥 1.4 万 t/a。

项目消纳废铅蓄电池、铅膏、铅泥等 29 万 t/a，产出精铅、硫酸、水淬渣、废塑料和少量精炼渣（含铜精炼渣（1110 t/a）、阳极泥（480 t/a），精铅、硫酸和废塑料可用于生产铅蓄电池，水淬渣可用于生产水泥等建筑材料，精炼渣定期委托有资质单位综合回收，实现废铅蓄电池的无害处置和有效资源化利用，达到减量化率和无害化率 100 %、资源化率 99.8 % 的污染治理效果。

相比常规技术，项目的二次污染物减排效果显著，其中烟尘排放减少 80.74 % (0.1090 kg/t 铅)，Pb 排放减少 39.94 % (0.0015 kg/t 铅)，SO₂ 排放减少 78.86 % (0.3170 kg/t 铅)，NO_x 排放减少 75.56 % (0.4700 kg/t 铅)。

项目的氧耗 180 Nm³/t 铅、煤耗 195 kg/t 铅、碱耗 25 kg/t 铅、电耗 203 kW·h/t 铅，水耗 1.5 m³/t 铅，综合能耗（铅膏熔炼）195.75 kgce/t 铅，单位加工成本 620 元/t 铅，单位运

行成本 13230 元/t 铅。富氧侧吹炉的床能率 60t(料)/(m²·d)，熔炼温度 1050 ~ 1150℃，一次风氧气浓度 55 % ~ 70 %、二次风氧气浓度 40 % ~ 60 %；出炉烟气 SO₂ 浓度 3 %，实现稳定制酸；铅综合回收率 99.8 %，（水淬渣）尾渣含铅 0.3 % ~ 0.8 %。

六、推广前景

目前我国废铅蓄电池的年产生量约 500 万吨，是铅资源的重要来源，循环利用的意义重大。再生铅连续富氧侧吹低温熔炼技术可以显著降低熔炼能耗和单位生产成本，解决烟气二氧化硫的治理难题，缓解企业的环保压力，提高生产效率和盈利能力。2022 年我国铅产量 736.5 万吨，其中再生铅占比约 50 %，预计未来五年，再生铅占比将达到 70 % 以上，利用该技术处置废铅蓄电池回收金属铅，可以有效消减废铅蓄电池，缓解我国铅资源紧缺的现状，推广应用前景广阔。

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

案例五：

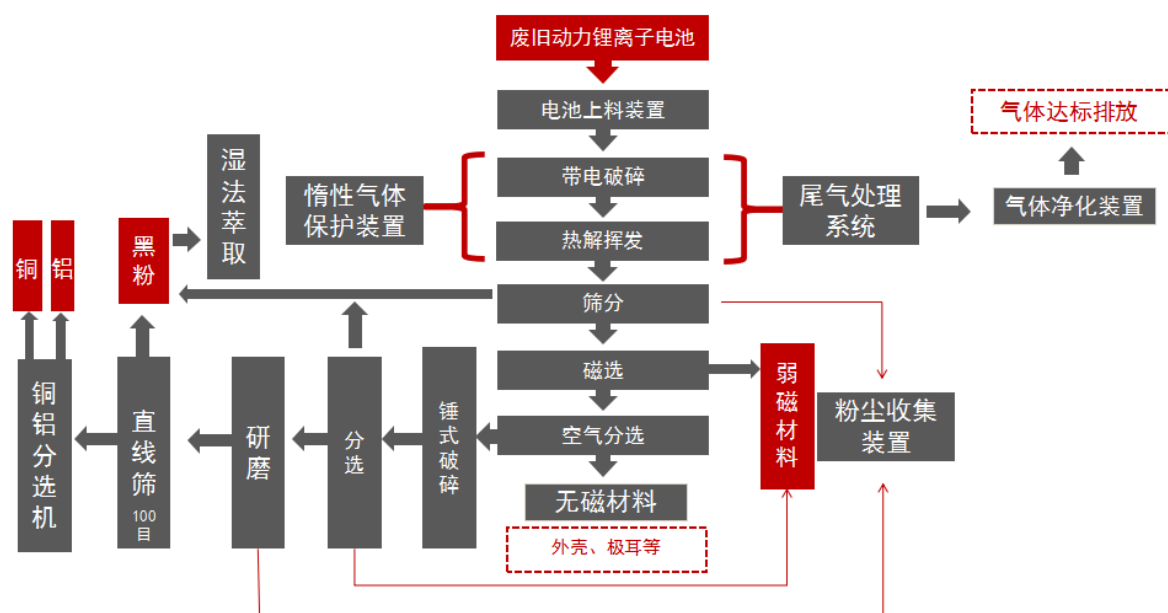
广东隽诺环保科技股份有限公司废旧锂电池高值资源化利用技术及装备

一、技术适用范围

适用于废旧锂电池的破碎高值化回收。

二、技术原理及工艺

通过人工投料或机械投料形式将废旧锂电池置于输送带，经计量、旋转阀进入破碎设备破碎；碎料及余料以刮板机输送如分层热解炉脱除有机物；热解后尾料经滚筒筛筛分，分选小颗粒黑粉和杂物料，杂物料经磁选筛去磁性金属，空气分选筛去外壳等重物料，进而进入锤式破碎机深度破碎，负压收集；余料经振动筛进一步研磨，经铜铝分选机筛分铜铝物料。



工艺流程图

三、技术指标

处理产能 $\geq 2.5\text{t/h}$ ；回收率：黑粉（正负极粉末） $\geq 98\%$ ；铜 $\geq 96\%$ ；铝 $\geq 95\%$ ；纯净度：黑粉（正负极粉末） $\geq 98\%$ ；铜 $\geq 98\%$ ；铝 $\geq 98\%$ ；氟化物 $\leq 3\text{mg/m}^3$ ；镍 $\leq 1\text{mg/m}^3$ ； $\text{SO}_2 \leq 120\text{mg/m}^3$ ；二噁英 $\leq 0.1\text{ng-TEQ/m}^3$ ； $\text{VOCs} \leq 30\text{mg/m}^3$ 。

四、技术特点及先进性

该技术装备采用前端控氧带电破碎装置,使电池无需经过放电直接进入破碎流程,极大提高生产规模和效率,杜绝环境污染,并充分解决了带电破碎中的燃烧、爆炸安全问题。破碎后,通过精准的电磁感应控氧热解工艺将隔膜、电解液、PVDF等直接碳化、挥发、热解,得到黑粉、铜粉、铝粉和电池外壳产物。全工艺流程实现含氧实时监控+温度分段检控+视频监控+PLC+上位机的集中连锁智能控制。

五、推广前景

新能源汽车推广将成为长久的发展趋势,对动力电池的需求也将持续释放。据中国生态环境部固体废物与化学品管理技术中心总工程师韦洪莲介绍,随着旧电池报废将带来更换需求,预计到2023年,中国理论废旧锂离子电池回收量将达89.4万吨,2026年中国理论废旧锂离子电池回收量将达到231.2万吨。根据基准应用场景下投资测算情况,2023年62.58万吨废旧退役电池经再生利用处理后可实现209亿元销售收入,13.24亿元的净利润。假定本技术装备完全推广应用,根据行业预测的2026年可实现534亿元营收,33亿元的净利润,市场规模提升17.3%。

六、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