

附件

国家工业资源综合利用先进适用工艺技术设备目录 (2023年版) 供需对接指南之十九 废旧动力电池综合利用工艺技术设备

(一) 磷酸铁锂电池拆解利用

1. 适用范围

退役磷酸铁锂电池拆解。

2. 技术原理及工艺

通过对磷酸铁锂电池/极片黑粉湿法回收处理，将磷酸铁锂电池中的组分分离。技术包含定向除杂氧浸、碳酸锂合成、磷酸铁合成等工序。以硫酸、双氧水、黑粉等为原料，将黑粉中多种元素浸出，浸出液经除铜、除铁铝、除氟、除重、浓缩、沉锂等步骤得到海绵铜和电池级碳酸锂，浸出渣经酸浸、合成、转化等步骤得到电池级磷酸铁和碳粉。

3. 技术指标

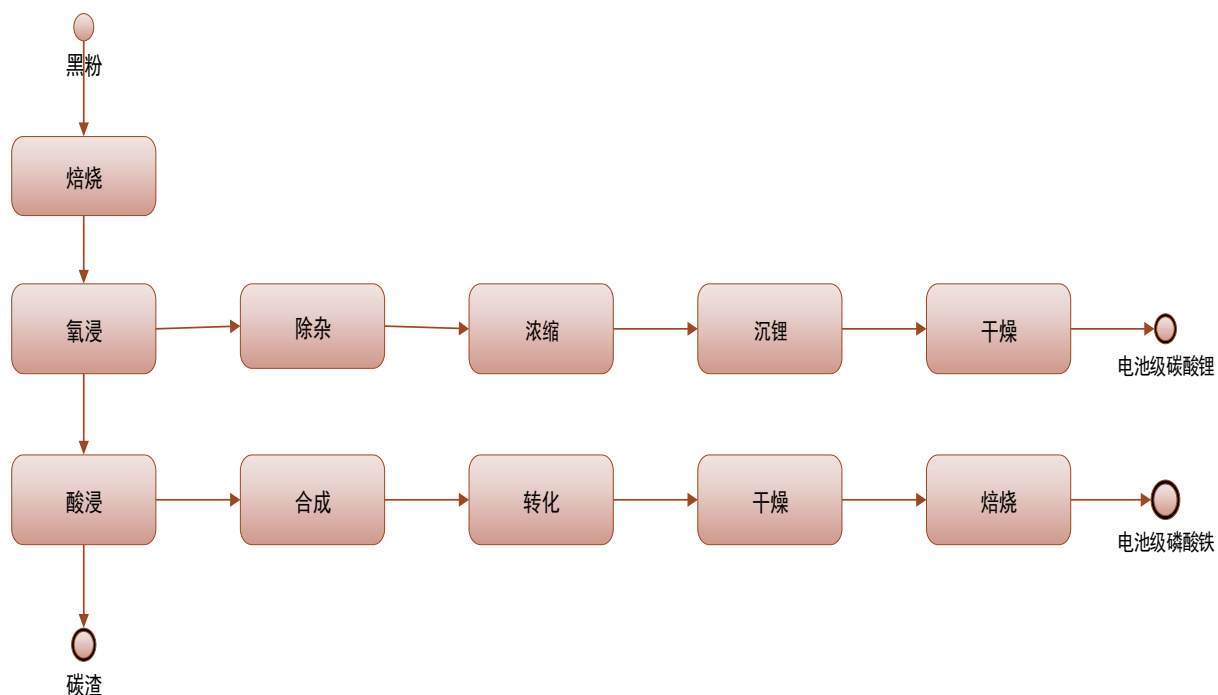
电池级磷酸铁/碳酸锂回收率 95%以上，纯度均达到电池级。

4. 技术功能特性

该技术可将磷铁渣中夹带部分锂大量回收，还可以将磷铁元素回收。

5. 应用案例

该技术由浙江新时代中能科技股份有限公司提供，在该公司磷酸铁锂电池回收项目中应用。



工艺流程图

6. 未来推广前景

该技术可用于磷酸铁锂极片粉、全电池粉等报废电池料组分分离和回收，具有一定推广价值。

(二) 高兼容性退役电池快速无损检测与分选系统

1. 适用范围

退役动力电池评估和分选。

2. 技术原理及工艺

该设备主要用于三元/磷酸铁锂方形退役动力电池的评估和分选，由无损检测和快速分选两部分组成。其中无损检测部分具有自动采集电池数据、预处理特征参数以及预测电池容量等功能。快速分选部分集合了自动扫描、自动调宽、

自动测试、数据通讯、采集参数以及可编辑分选参数等功能，能够根据电池容量、内阻、端电压以及特征参数对电池进行快速分选。

3. 技术指标

分选对象为仍有 70%-80%的可用容量的电动汽车退役电池，单套设备年电池分选能力约 157 万块。

4. 技术功能特性

该设备容量预测模型精度较高，能够兼容 24 种以上不同方形电池快速分选，具有多参数分选机制。

5. 应用案例

该技术由武汉动力电池再生技术有限公司提供，该公司配备 1 台高兼容性退役动力电池无损检测与快速分选系统设备，年电池分选能力约 157 万块。可用于对宁德时代、天津力神、国轩高科、中创新航等企业超过 12 种电池进行分选，此设备配合生产线应用，已累计出货 3 万套。

6. 未来推广前景

该设备可实现对退役动力电池的快速分选，减少检测、挑选、重组等环节的时间消耗，具有一定推广价值。

（三）动力锂电池再生利用前处理技术

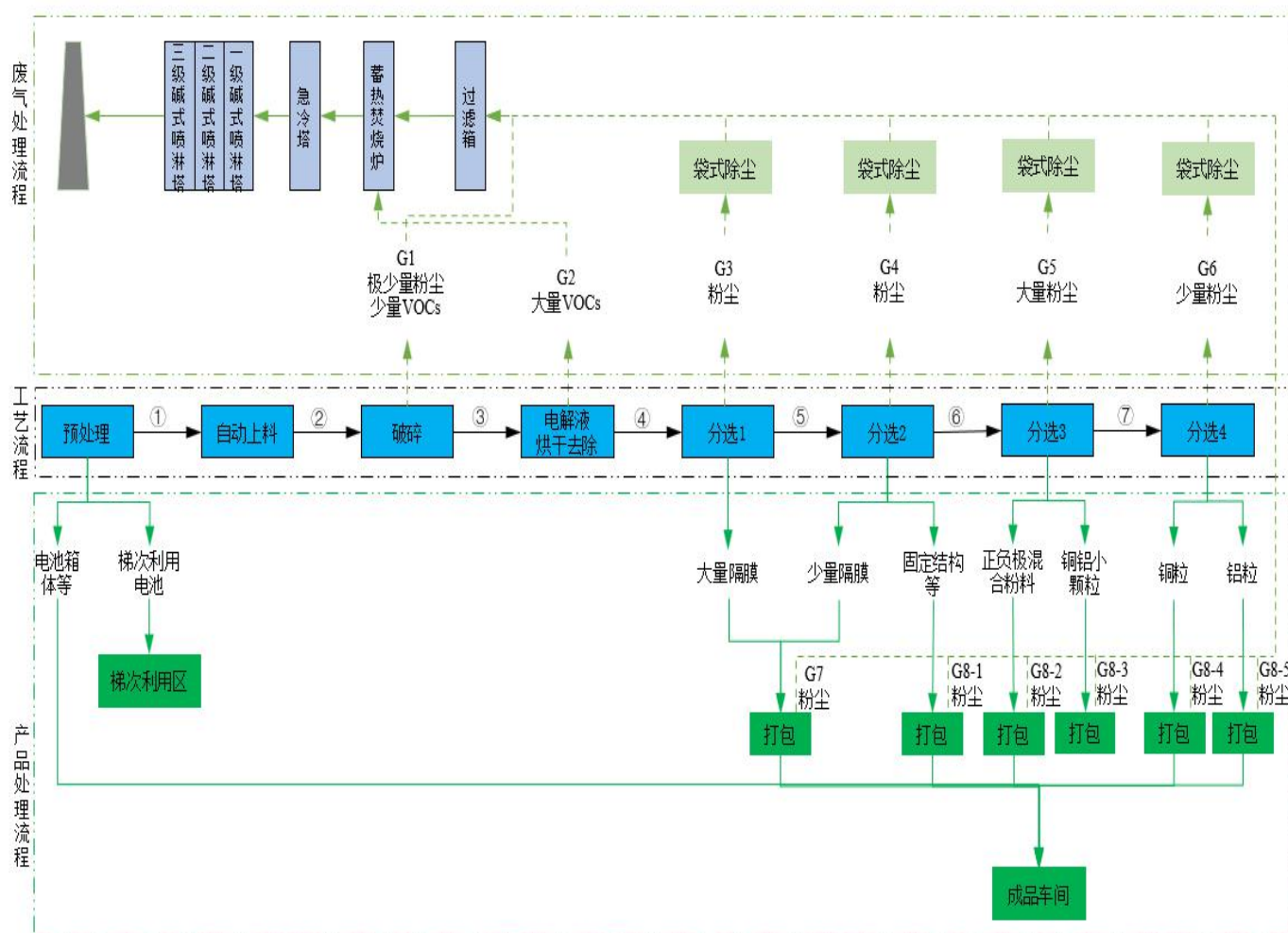
1. 适用范围

废旧动力锂电池拆解。

2. 技术原理及工艺

该技术可处理带有电量的退役动力电池包（Pack）。首先对电池包进行拆解得到电池模组，将电池模组不放电直接破碎后，采用低温蒸发去除电解液，再将物料按照电池组分进行分类收集，为下游厂商提供外壳（塑料、金属）、隔膜、铜粒、铝粒、正负极混合粉料等。本工艺除电解液外的其余物料均可以回收，剩余材料的回收率高于 90%。

本工艺主要包括预处理、自动上料、破碎、电解液蒸发去除、分选等，系统采用密封式结构，将废气统一收集处置、无生产废水产生。



工艺流程图

3. 技术指标

处理能力 2t/h；回收率高于 90%；混合粉料中锂含量范围 2.0%-3.5%；杂质含量范围：铜 0.7%-1.0%，铝 1.2%-1.5%；铜产品的纯度 > 93%；外壳纯度 > 95%。

4. 技术功能特性

采用智能立体库房对待处理锂电池进行存储，采用高密封性的单体回转窑进行低温蒸发去除电解液，废气管道上装有多级安全报警系统，整套产线采用数字化智能控制系统，实现设计、制造、物流配套及调试等过程的数字化。

5. 应用案例

该技术由天津巴特瑞科技有限公司提供。2020 年 1 月，应用于该公司退役动力电池物理拆解再生利用项目。

6. 未来推广前景

该技术可用于废旧动力锂电池的拆解处理，系统数字化程度较高，智能化程度较好，具有一定推广价值。

（四）废旧动力电池全流程高质利用技术与装备

1. 适用范围

废旧动力电池综合利用。

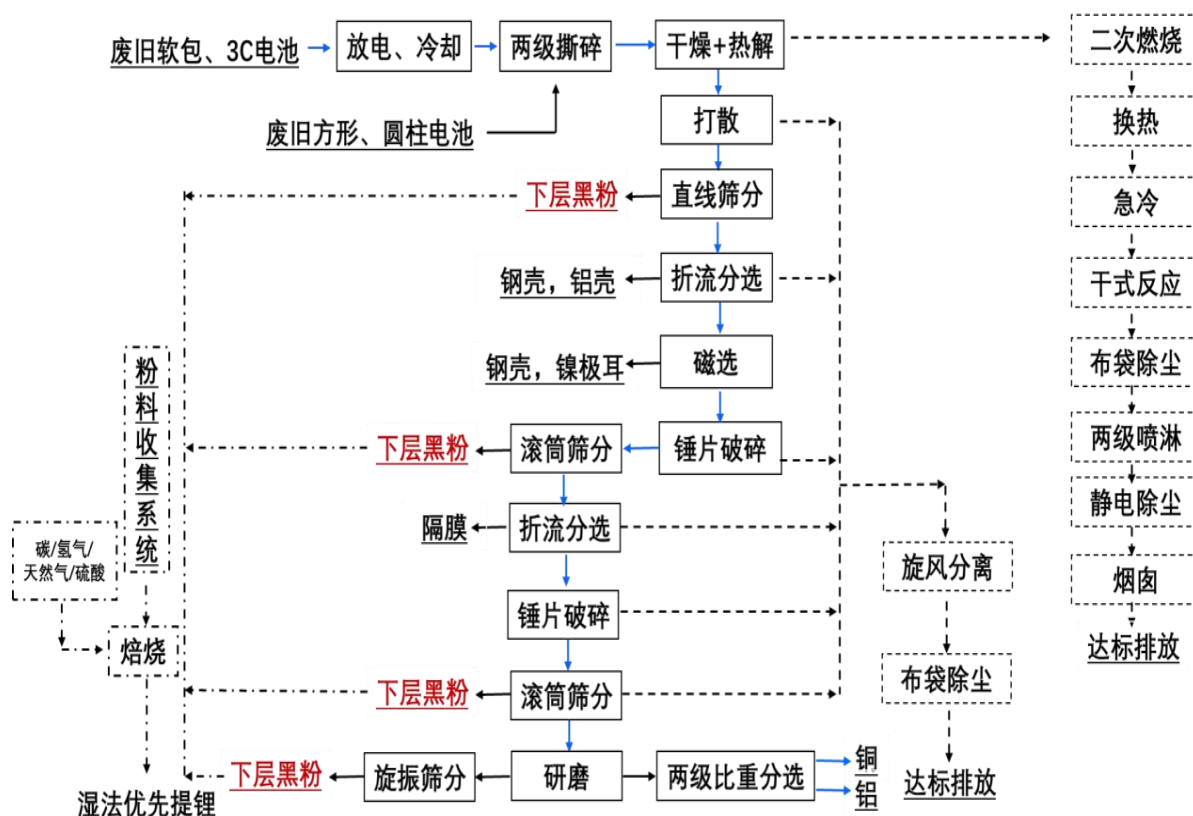
2. 技术原理及工艺

该技术装备涵盖“撕碎-破碎、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-破碎系统，破碎后输送至干燥设备中去除电解液，再送入热解

设备中去除隔膜、PVDF 粘接剂等有机物。再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。针对三元材料，收集的黑粉由输送系统送至焙烧系统中，添加适量反应剂，在层状镍钴锰酸锂结构中的锂迁移至表面，镍、钴、锰被还原，价态降低，便于后续湿法冶金分离。

3. 技术指标

反应区间氧气含量 $\leq 0.1\%$ ，有机物去除率 $\geq 99\%$ ，黑粉、铜、铝回收率 $\geq 99\%$ ，黑粉中铜铝等杂质含量 $\leq 1\%$ ，铜中杂质含量 $\leq 1\%$ ，铝中杂质含量 $\leq 1\%$ ，炉内截面温度均匀性 $\pm 5^\circ\text{C}$ ，废气达标排放。



工艺流程图

4. 技术功能特性

该技术可根据分离需求，自由组合工艺与设备模块，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，同时实现污染物的协同控制与深度清除。

5. 应用案例

该技术装备由湖南顶立科技股份有限公司提供，在湘潭厚浦新材料科技有限公司（原湖南电化厚浦科技有限公司）、衢州华友钴新材料有限公司、安徽绿沃循环能源科技有限公司等企业产业化应用。

6. 未来推广前景

该技术设备可用于废旧动力电池全流程利用，处理效率较高，设备工艺模块可以进行组合，满足不同分离需求，具有一定推广价值。

（五）新能源汽车动力电池单体自动化拆解及

正负极材料修复技术

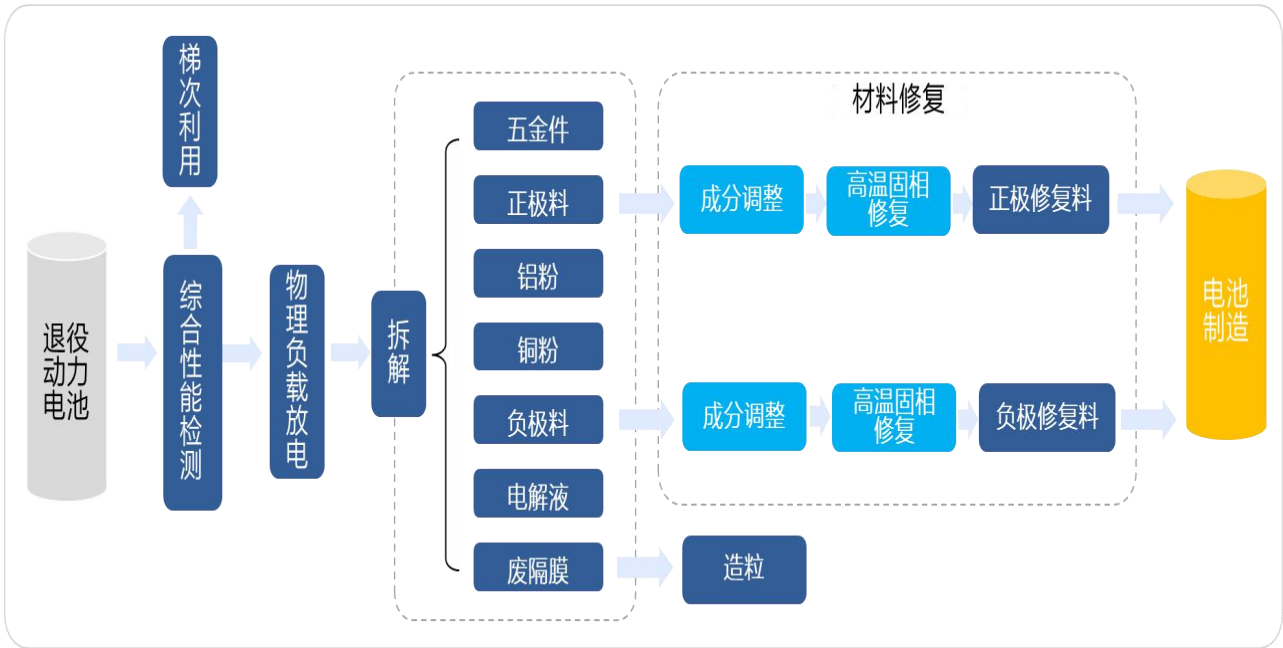
1. 适用范围

废旧动力电池综合利用。

2. 技术原理及工艺

该工艺技术采用复配洗脱、复合智能识选一体化分离、可控折曲精准分选一体化剥离和固相修复等技术集成，分离回收动力电池中的 7 大关键组份，并修复正负极材料。修复

产品可直接应用于电池制造，进而再应用于低速车、储能等新能源行业。



工艺流程图

3. 技术指标

锂离子电池精细化拆解材料综合回收率 95%以上；高温固相修复技术后正极材料中含铝量：I级小于 0.08%；II级小于 0.15%；III级小于 0.2%。铜箔与负极材料的 100%分离，修复 LiFePO_4/C 放电比容量为 145.5-148mAh/g，可满足重新用于电池制造的要求。

4. 技术功能特性

(1) 回收隔膜、电解液，包括一套动力电池智能拆解及物料归集成套装备，电池全组分综合回收率 95% 以上。

(2) 通过电池精细化拆解、极片粉碎分级、分选后得到正极材料、负极材料。

(3) 与湿法冶金相比，该技术无需对废旧电极材料进

行酸或碱溶解、沉淀、分离、萃取等，工艺较为简单。

5. 应用案例

该技术由天津赛德美新能源科技有限公司提供，已在天津建设一条处理废旧动力电池万吨级示范性工厂。

6. 未来推广前景

该技术可用于新能源汽车退役动力电池回收拆解，有一定推广价值。

（六）废铅蓄电池绿色低碳循环利用关键技术

1. 适用范围

废铅蓄电池综合利用。

2. 技术原理及工艺

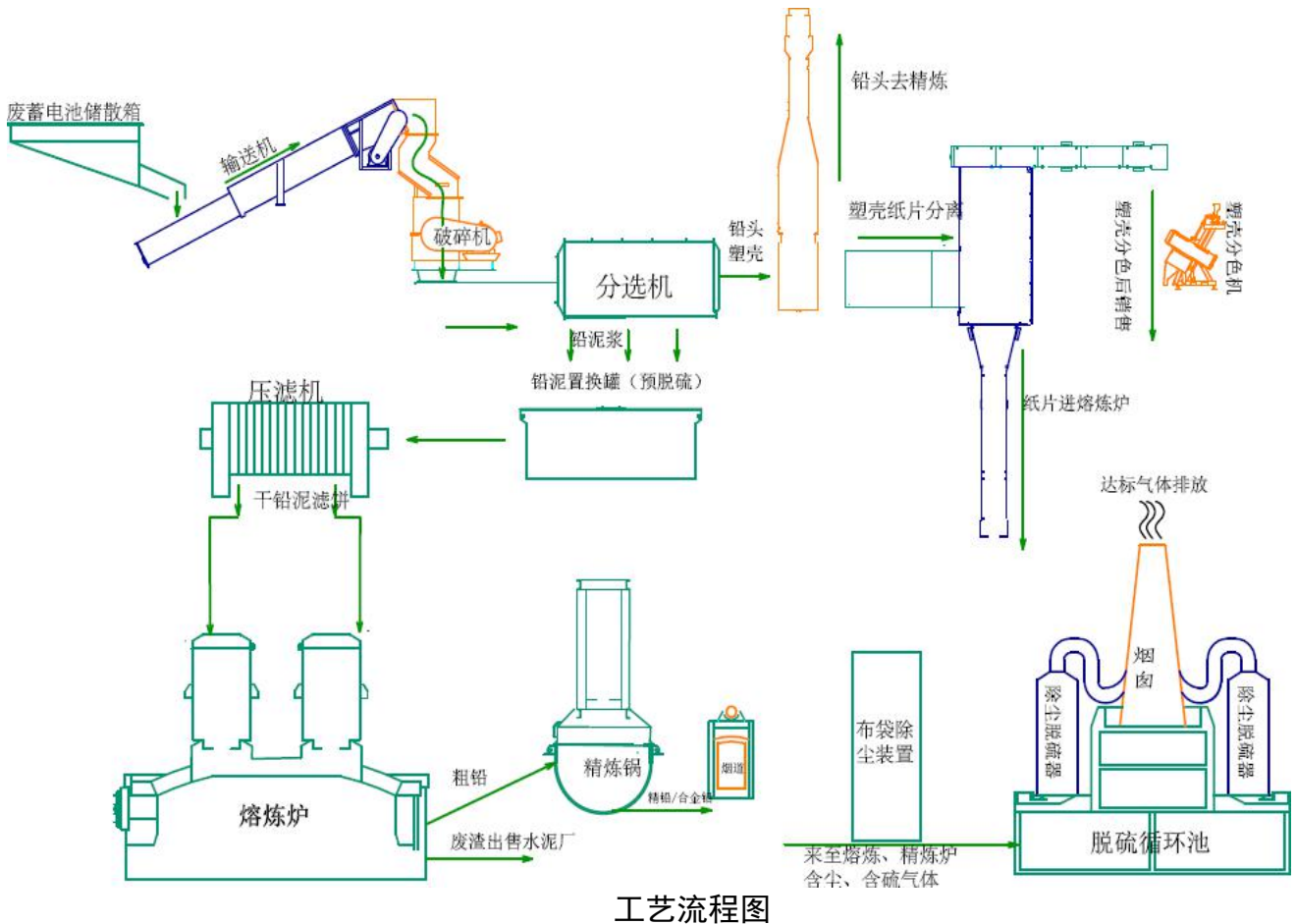
该技术包括全密闭自动化破碎分选技术、纯氧侧吹多室熔炼炉熔炼技术、微孔覆膜高效除尘湿法脱硫技术、废塑料光电分选技术。各类废铅蓄电池经自动化破碎、分选得到铅栅、铅网、铅膏和废塑料。铅栅、铅网直接进入精炼锅配置铅合金，铅膏经脱硫转化后进入多室熔炼炉得到粗铅，经精炼除杂或添加合金后得到精铅和合金铅。废塑料经光电分选处理得到改性塑料。

3. 技术指标

吨铅耗能 ≤ 98.4 千克标煤；除尘效率和二氧化硫去除率达到 99.9%以上，排放烟气中颗粒物 $\leq 8\text{mg}/\text{m}^3$ 、Pb $\leq 0.6\text{mg}/\text{m}^3$ 、SO₂ $\leq 30\text{mg}/\text{m}^3$ 。

4. 技术功能特性

设备自动化程度高，破碎系统可以破碎分选各类废铅蓄电池，铅栅、铅网、铅膏分离，铅栅和铅网直接配制合金铅，减少熔炼工序。



5. 应用案例

该技术设备由江苏新春兴再生资源有限责任公司提供，在江苏新春兴再生资源有限责任公司、重庆春兴再生资源有限公司、江阴春兴再生资源有限公司、广东鹤山市利明合金有限公司、泰国泰中有色金属国际公司和巴基斯坦马利科春兴有限公司得到产业化应用。

6. 未来推广前景

该技术可用于废铅蓄电池无害化处置，回收效率较高，具有一定推广价值。

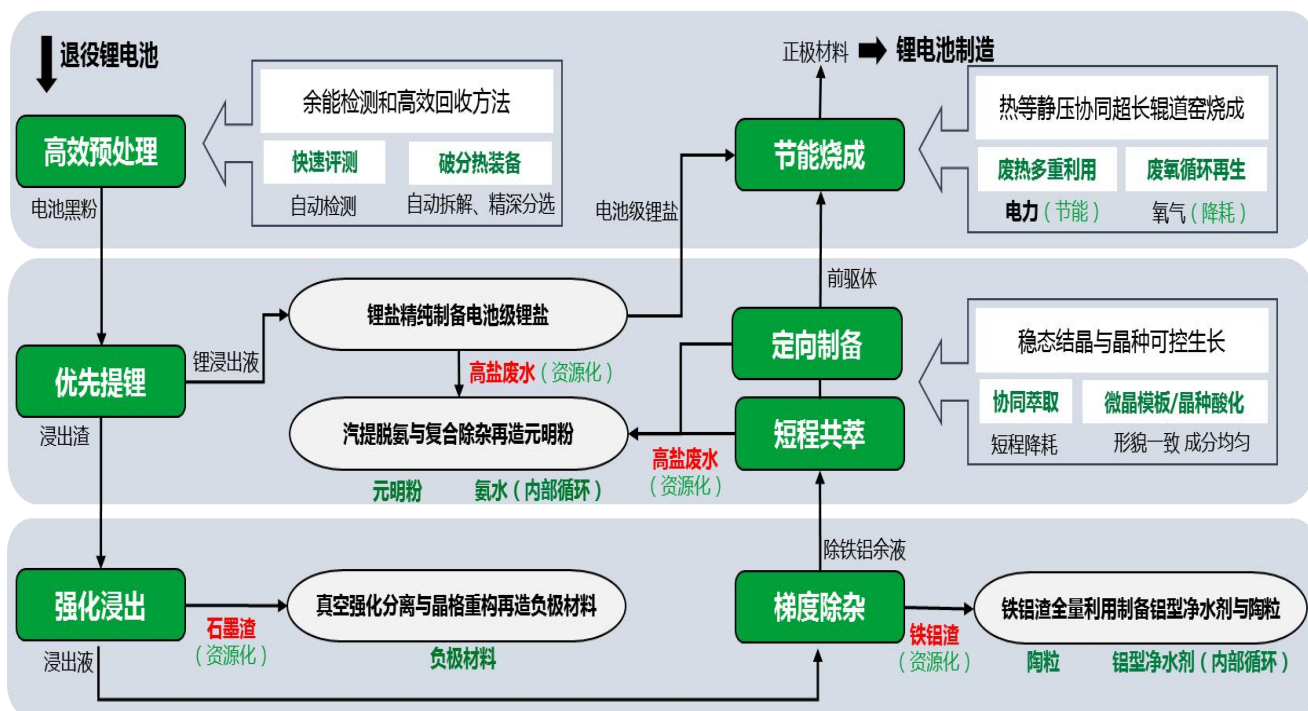
(七) 退役锂电池全组分循环利用关键技术及装备应用

1. 适用范围

废旧动力电池综合利用。

2. 技术原理及工艺

采用物理分离+湿法浸出+短程萃取+低碳烧成方法，实现了退役锂电池的定向循环；技术包括预处理、浸出、除杂、萃取、陈化合成、材料烧成等工序，包括拆-破-热-分一体化装备，涉及选择性优先提锂、三废协同处置、超长烧成系统等工艺，可生产镍钴锰酸锂、镍钴锰氢氧化物、电池级锂盐、元明粉、再生轻质建材等产品。



退役锂电池全组分循环利用关键技术及装备应用技术路线图

3. 技术指标

(1) 实现芯壳分离率 $\geq 99.9\%$ 、单体切割效率 $\geq 360\text{PCS/h}$ ，铜残留率 $< 1\%$ ；镍钴锰提取率达到 99.3% ，锂回收率 90% ，氨水回收率 99.9% 。

(2) 循环再造镍钴锰酸锂产品首次充放电效率 $> 92\%$ ，克容量 $> 207\text{mAh/g}$ 。

4. 技术功能特性

退役电池高效回收的预处理方法及装备；氨氮塔、废渣再造建筑陶粒工程、高盐废水复合除杂与 MVR 系统工程。短程共萃湿法冶炼方法、短程制备多孔高端正极前驱体工艺、热等静压协同超长辊道窑低碳烧制控制策略。

5. 应用案例

该项目由广东邦普循环科技有限公司、湖南邦普循环科技有限公司提供，2019 至 2022 年间该技术已分别在湖南长沙市废旧动力电池循环利用产业化扩建项目、湖北省宜昌市邦普循环废旧电池循环利用项目等项目进行工程应用。建设万吨级电池回收处理产线，生产镍钴锰氢氧化物、碳酸锂、硫酸钠、环保砖及铜、铝、金属外壳等拆解物产品。

6. 未来推广前景

该技术装备通过自动化、一体化集成应用，致力于解决了动力电池大规模拆解回收、全组分资源化、清洁处置问题，具有一定推广价值。