

## 附件

# 《国家工业资源综合利用先进适用工艺技术设备 目录（2021年版）》供需对接指南之四 动力电池回收利用技术装备

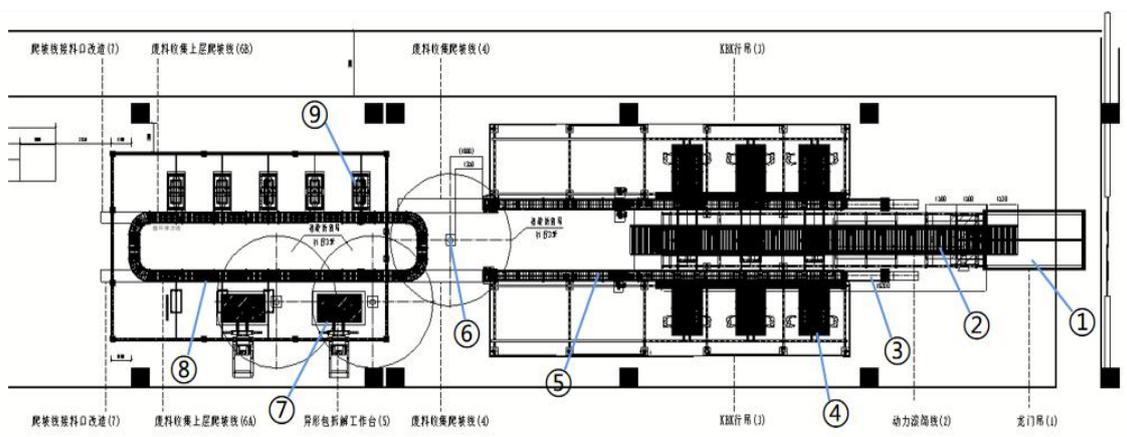
## （一）退役动力电池包柔性智能拆解系统

### 1.适用范围

退役动力电池回收利用

### 2.技术原理及工艺

该系统运用拆解生产线多传感器动态定位精度控制、误差动态反馈与补偿、机器人视觉多维动态检测技术，实现动力电池的多机器人协同高效拆解。系统主要由储料及分料机构、上下料机构、智能转运系统、智能拆解系统、视觉定位机构、异形包处理机构、电芯检测机构、模组码垛机构、人机交互系统、电控系统、MES 系统等部分组成。



拆解系统整体布局

①上下料工位；②输送链；③尾料运输皮带；④智能拆解工位；⑤物料运输皮带；⑥转运折臂吊；⑦异形包拆解台；⑧环形滚筒运输轨道；⑨模组检测台

(1) 储料及分料机构：人工使用叉车将预处理后的退役动力电池包存放在指定的物料储存架上，系统收到分料信号时，储存架分发一个电池包到输送链上，输送链运送电池包到上下料工位。

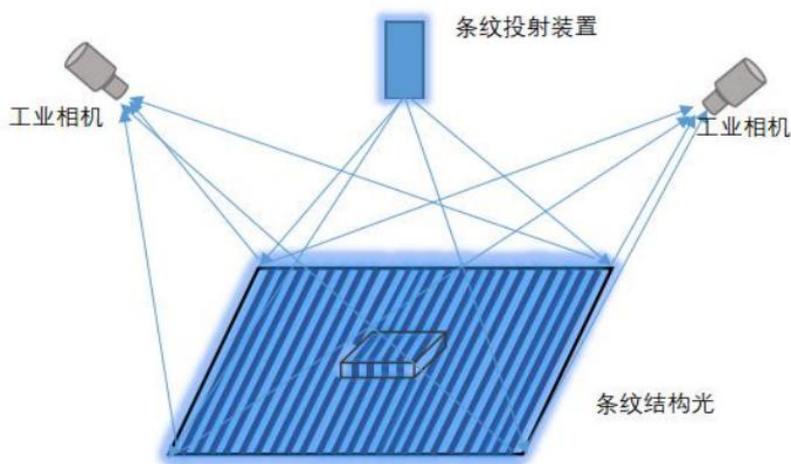
(2) 上下料机构：该装置由两部分组成，下方为一套“X”型升降平台，与输送链连接，可完成电池包转运衔接；上方为一套“X”型伸缩机构，机构末端根据电池包特定结构，连接电池包专用吊具，吊具吊爪可根据电池包尺寸进行伸缩，以适应不同规格电池包，吊爪抓取电池包升降，通过控制手柄操控上端伸缩机构在轨道上移动，抓取电池包进行移动，完成上下料操作。两套装置可单独完成电池包的上下料操作，也可以配合完成，从下端轨道输送电池包，从上端轨道输送拆解完后的空壳体。

(3) 智能转运系统：由整包转运、底壳转运、模组转运、尾料转运四个主要部分组成，分上下两层结构，由电控系统自动控制，配合完成转运动作。拆解完成后模组由机器人放置到模组转运输送链进行转运，尾料放置到尾料转运输送链进行转运储存，最后电池包壳体退回下层输送链转运到输送链末端，通过升降机提升到上层输送链进行转运，到上下料机构完成壳体下线作业。

(4) 智能拆解系统：由拆解台、桁架运动控制系统、三维蓝光双目视觉识别定位系统和机器人自主拆解系统等四个主要

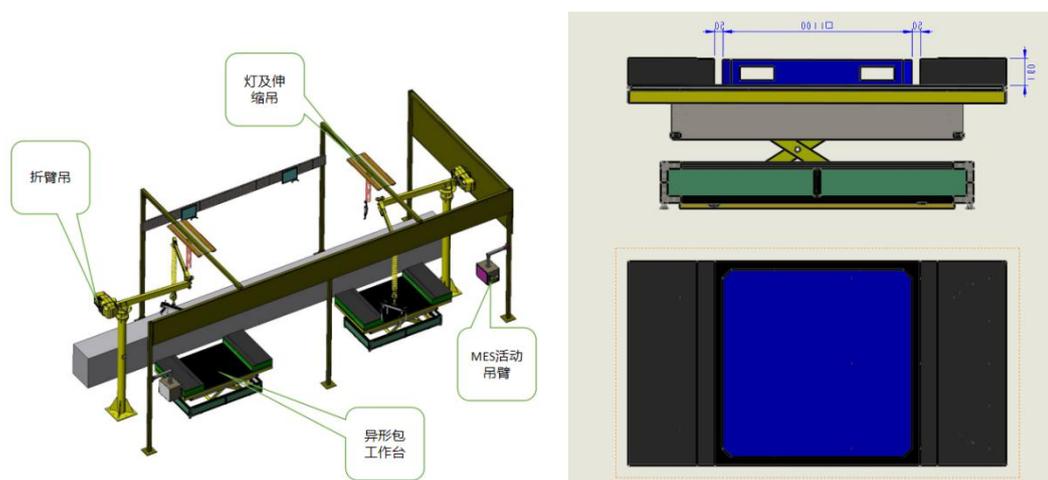
部分组成，整个作业过程由人机协作完成。电池包运输到位后，人工扫描电池包上的二维码将电池包信息导入电控系统，系统调用相应拆解策略，由桁架运动控制系统配合视觉定位机构定位拆解起点后，机器人自主拆解系统在桁架运动控制系统的配合下根据拆解路径完成电池包螺栓拆解，之后由人工配合机器人末端执行器完成电池包除胶作业，除胶完成后，使用智能升降机取下电池包壳盖，手动拆除不能拆卸的部分小零件（铜排、冷却管、传感器线束等），之后由机器人自主拆解系统完成电池包模组拆卸，拆完模组螺栓后更换机器人末端执行器将模组搬运到模组转运输送链，最后将剩余的电池包壳体退回转运系统，完成壳体下线作业。

（5）视觉定位机构：使用三维双目采集系统，采用外触发方式进行图像采集，外差多频原理进行三维重建。采集时间在0.6s内，重建在2s内完成，采用蓝光投影仪，抗外界干扰能力强，重建精度可达0.02mm，实现高还原度的三维物体建模。



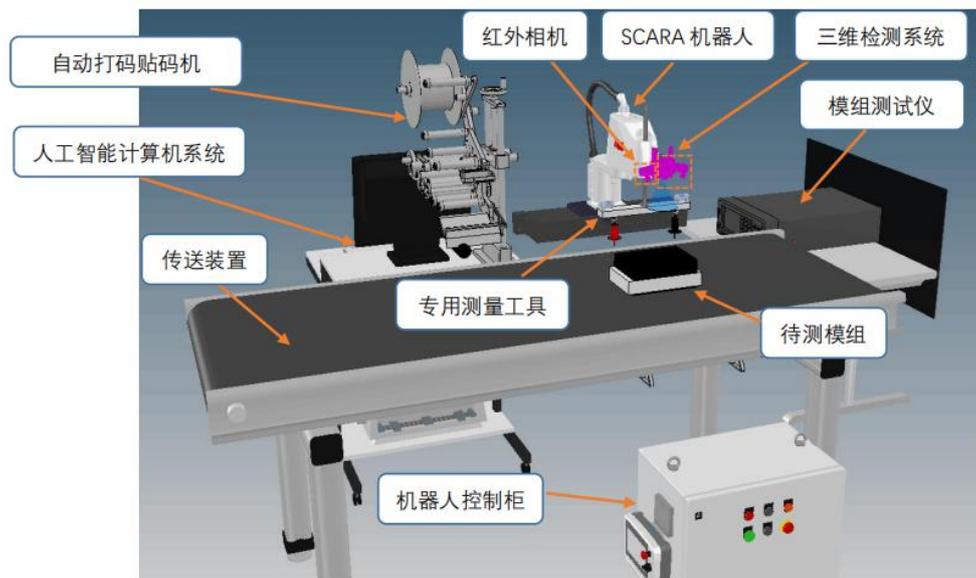
构光法三维测量原理示意图

(6) 异形包处理机构：主要由电动升降平台、折臂吊、伸缩吊、气源管路、控制面板等组成。由于退役动力电池包形状各不相同，该套产线是根据常见的几种规模较大的电池厂家电池包型号、尺寸设计，当遇到个别与常规电池包形状差异很大的电池包或该类电池包仅有很少数量时，需使用异形包拆解台对该异形电池包进行单独拆解，拆解出的产品分类存放好，电池模组由折臂吊转运至环形轨道，运输至电芯检测工位进行电芯检测。



异形包拆解工位示意图

(7) 模组检测机构：该系统由三维视觉检测系统、红外相机、携有特殊测量头的 SCARA 机器人、自动贴码机、人机交互界面、人工智能计算机组成。视觉系统中的红外相机实时检测模组温度，确保模组处于安全温度后，三维检测系统开始工作，检测到电极位置后，带有测量头的机器人到达指定位置开始测试，在电池测试仪中可读取到电池性能参数，最后完成自动打码贴码工作。



模组自动检测系统示意图

### 3.技术指标

- (1) 智能化拆解技术兼容电池包种类或规格达 20 种以上;
- (2) 视觉定位机构定位精度至少达到 0.05mm, 并且定位准确度不低于 98%;
- (3) 平均单个模组拆卸效率不低于 60s/个, 模组无损拆解破损良率不低于 98%;
- (4) 智能拆解工作站兼容 3 种以上模组尺寸, 模组吊装时间不超过 15s/个;
- (5) 动力电池无损检测分级效率不低于 30 个/min, 模组健康状态及电池性能快速检测准确率大于 90%。

### 4.技术功能特性

- (1) 基于人工智能技术建立一套柔性智能拆解系统, 针对动力电池包的具体型号、结构信息实现拆解序列、拆解深度及拆解参数的实时决策和推理规划。

(2)开发基于快速三维形貌测量技术的机械臂智能抓取系统，采用工业相机、工业投影仪、摄像头、机械臂系统、激光传感器 VL53L0、编码器、压力传感器 RFP602 和 STM32 控制器等搭建一套智能抓取系统。

(3)设计一套智能机器人仓储物流系统及总控调度系统，提高仓储的效率和质量。

(4)搭建一套集拆解计划管理、物料库存管理、过程管理、实时监控管理、质量监督管理等于一体的智能 MES 系统，为电池包拆解全流程提供科学化、透明化的数据支持。

## 5.应用案例

格林美股份有限公司正在对该系统关键技术进行研发，目前系统处于扩大拆解知识库、识别模型库、拆解图像标注库、拆解过程信息库等关键技术的开发阶段。初步设计可兼容 20 余种结构和拆解工艺相似的动力电池包，完成电池包上盖螺丝、密封胶、铜排、冷却管、传感器线束等的智能拆解作业。



动力电池包智能拆解设备及动力电池柔性智能拆解系统

## **6.未来推广前景**

随着动力电池退役量增多，废旧动力电池的拆解回收和梯次利用市场将迎来爆发式增长。该技术装备借助人工智能、物联网、大数据、云计算等信息技术，将退役动力电池的手工拆解、机械拆解模式转变为自动化、智能化拆解方式，实现多品别、多规格动力电池的智能化、规模化、绿色化拆解，有利于提高资源化利用率、减少环境污染等，具有较高的推广应用价值，市场空间非常广阔。

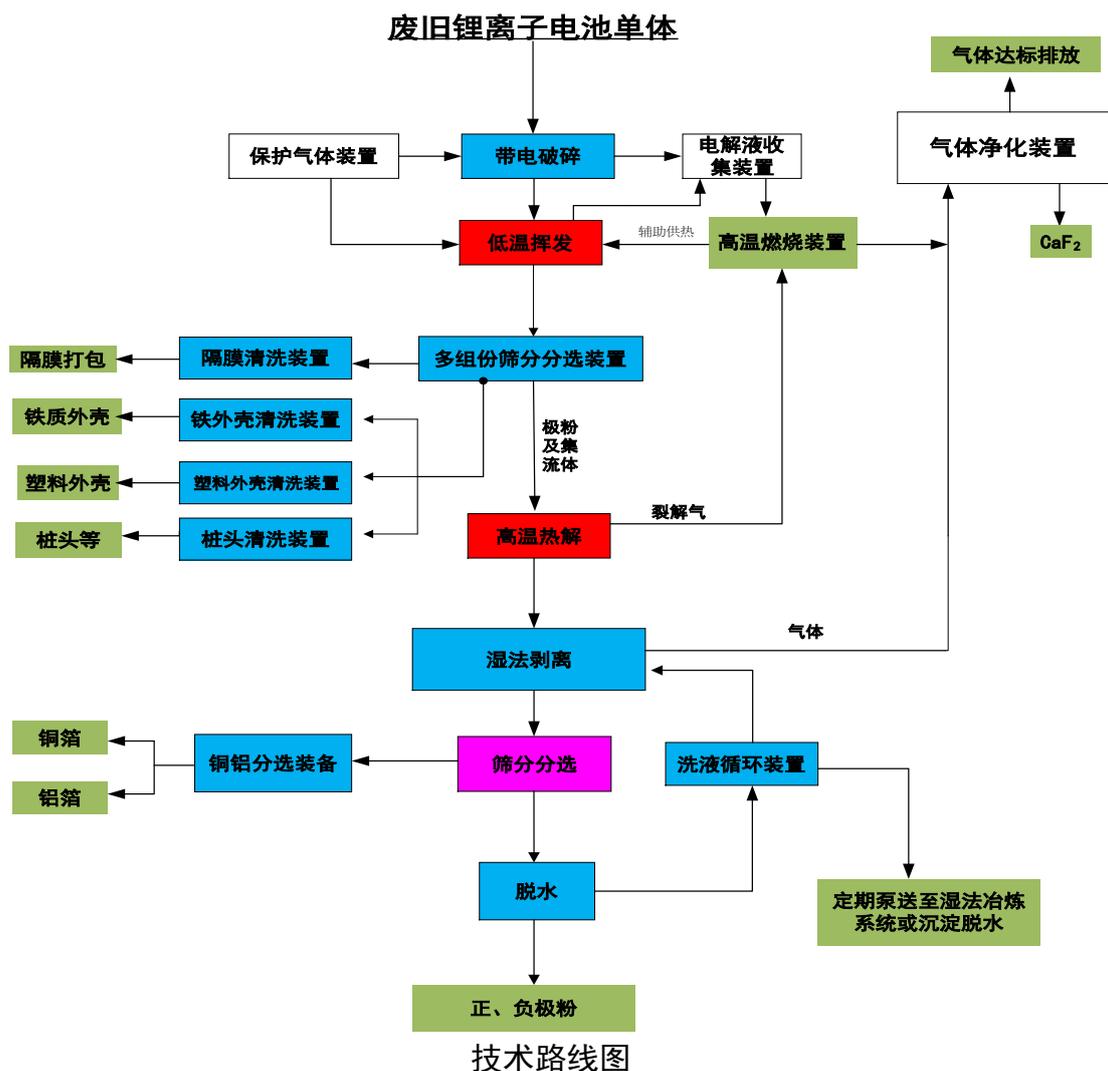
### **（二）废旧锂离子电池清洁高效回收利用技术与装备**

#### **1.适用范围**

废锂电池回收利用

#### **2.技术原理及工艺**

该技术装备以退役后不能梯次利用的废旧动力电池为原料，采用绝氧破碎、热解、湿式剥离的技术，实现废旧磷酸铁锂、三元锂电、3C类电池及废极片的兼容破碎和有价组分绿色回收，主要由柔性上料及安全带电破碎系统、高温热解系统、极粉湿法剥离及多级分选回收系统、尾气和废水处理系统、监控系统、电器控制系统等组成。



### 3.技术指标

极粉回收率 $\geq 95\%$ ；铜箔、铝箔产品纯度达 97%以上；污染物达标排放。

### 4.技术功能特性

(1) 利用废旧动力锂电池柔性上料及安全带电破碎技术，实现废旧锂电池的高效绿色预处理，提高预处理效率。

(2) 利用电解液无害化耦合技术及极粉湿法高效脱落技术，实现电解液等有害组分的深度脱除和正极粉的高效脱落，剥离得到的极粉纯度达 95%以上。

(3) 利用有价组分绿色回收技术，实现铜、铝等有价金属回收。

### **5.应用案例**

湖南江冶机电科技股份有限公司研制的“年处理 5000 吨废旧锂离子电池清洁高效回收利用技术与装备”已在金川集团股份有限公司投入生产运行，实现废旧锂电池无害化、规模化处置，有效提高正负极粉回收率。2022 年第 1 季度，该生产线回收处理废锂电池约 1000 吨，生产极粉约 437 吨，铜箔约 114 吨，铝箔约 38 吨，金属外壳约 152 吨。

### **6.未来推广前景**

该技术装备可实现废旧磷酸铁锂、三元锂电、3C 类电池及电池厂极片料的兼容破碎分选，可处理方壳、圆柱、软包电池、手机电池等 20 余种废旧锂电池，建立低成本绿色循环利用技术体系，形成系统解决方案，为再生利用企业及车企等实现规模化回收利用提供技术装备支撑，具有良好的推广应用前景。