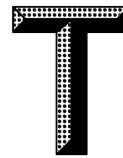


ICS 77.120.99
CCS H 71



团 体 标 准

T/CI 1265—2025

废旧锂离子电池镍钴锰酸锂正极 材料浸出与再生技术规范

Technical specifications for leaching and regeneration of lithium nickel
cobalt manganese oxide cathode material from spent lithium-ion batteries

2025-11-21 发布

2025-11-21 实施

中国国际科技促进会 发布
中国标准出版社 出版

目 次

前言 III

1 范围 1

2 规范性引用文件 1

3 术语和定义 1

4 金属元素提取方法及再生工艺流程 2

5 检测方法 3

6 回收率、理化性能、电化学性能及杂质含量指标 4

7 环境保护和安全 4

国家标准

前 言

本文件按照 GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由中国国际科技促进会提出并归口。

本文件起草单位：比亚迪股份有限公司、湖北大学、矿冶科技集团有限公司、宜春江理锂电新能源产业研究院、南通瑞翔新材料有限公司、巴斯德仪器(苏州)有限公司、深圳清华大学研究院、北京碧环清洁能源科技有限公司。

本文件主要起草人：何科峰、刘建文、张旭东、周贺鹏、缪建存、薛小雷、陈建军、葛立萍、余旭阳、曾嵘、张锦华、张磊、邓超群、张永兵、顾甜甜、范志海、张锐、张维丽、王学万、彭宇东、刘少卿、魏方庸、刘定鑫、王午阳、祝康、刘祥伟、李德意、常闪闪。

废旧锂离子电池镍钴锰酸锂正极 材料浸出与再生技术规范

1 范围

本文件规定了废旧锂离子电池中镍钴锰酸锂正极材料的浸出、金属元素提取、再生工艺全流程、回收率、理化性能、电化学性能及杂质含量指标、环境保护和安全,并描述了相应的检验方法。

本文件适用于废旧锂离子电池中镍钴锰酸锂正极材料浸出与再生。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中,注日期的引用文件,仅该日期对应的版本适用于本文件;不注日期的引用文件,其最新版本(包括所有的修改单)适用于本文件。

- GB 5085.7 危险废物鉴别标准 通则
- GB 12348 工业企业厂界环境噪声排放标准
- GB 16297 大气污染物综合排放标准
- GB 18484 危险废物焚烧污染控制标准
- GB 18597 危险废物贮存污染控制标准
- GB 18599 一般工业固体废物贮存和填埋污染控制标准
- GB/T 24553 锂离子电池石墨类负极材料
- GB/T 25708 球磨机和棒磨机
- GB/T 28849 SX 系列实验用箱式电阻炉
- GB/T 30435 电热干燥箱及电热鼓风干燥箱
- GB/T 30902 无机化工产品 杂质元素的测定 电感耦合等离子体发射光谱法(ICP-OES)
- GB/T 33059 锂离子电池材料废弃物回收利用的处理方法
- GB/T 33598 车用动力电池回收利用拆解规范
- GB/T 37207 镍钴锰酸锂电化学性能测试 放电平台容量比率及循环寿命测试方法
- GB/T 37983 晶体材料 X 射线衍射仪旋转定向测试方法
- JC/T 2665 组装式砖瓦隧道窑
- HG/T 5545 锂离子电池材料废弃物中镍含量的测定
- HG/T 5815 废电池化学放电技术规范
- HG/T 5816 废电池回收热解技术规范
- HJ 2025 危险废物收集、贮存、运输技术规范
- YS/T 1174 废旧电池破碎分选回收技术规范

3 术语和定义

GB/T 30902 界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

废旧锂离子电池 spent lithium-ion battery

失去原有使用价值的动力锂电池单体、模组及电池包等。

3.2

短时浸出 short-term leaching

使用酸碱或氧化还原剂等浸出试剂,对废旧锂离子电池正极材料浸出,浸出时间在 1 h 以内的操作。

3.3

再生 regeneration

不破坏材料的原始晶体结构,而是通过技术手段,将因使用而受损的关键材料修复至接近其初始的、未使用的状态。

4 金属元素提取方法及再生工艺流程

4.1 含镍、钴或锰的废旧锂离子电池浸出与再生方法

4.1.1 镍钴锰酸锂正极材料浸出与再生的工艺流程图

镍钴锰酸锂正极材料浸出与再生的工艺流程图如图 1 所示。

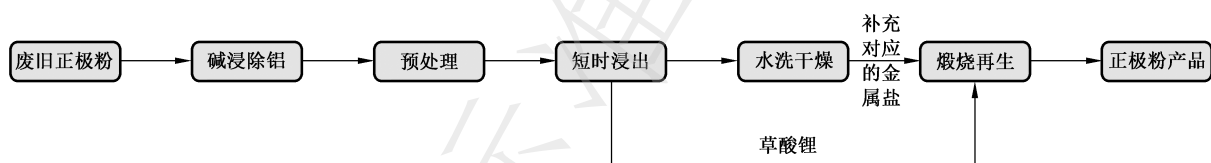


图 1 镍钴锰酸锂正极材料浸出与再生的工艺流程图

4.1.2 碱浸

碱浸时,应将分选后的废旧正极粉浸入 1 mol/L 的 NaOH 溶液中,固液比设置为 180 g/L~200 g/L,浸泡时间 3 h~6 h。碱浸后将固体经去离子水洗涤 3 次,并置于鼓风干燥环境中干燥。

4.1.3 预处理

预处理时,应将分选后的废旧正极粉末置于预加热炉中,500 °C~600 °C 空气氛围锻烧 5 h~6 h,去除粉末中残留的导电碳、黏结剂和附着的有机化合物及残留的电解液等。

4.1.4 短时浸出提取方法

短时浸出时间应控制在 1 h 以内,以草酸溶液作浸出剂举例。取一定量的废旧镍钴锰酸锂正极粉末加入,加入 0.6 mol/L 的草酸溶液于反应釜中,安装回流冷凝装置维持反应过程中溶液的体积。通过恒温装置控制反应温度保持在 50 °C~60 °C,保持搅拌转速为 700 r/min~1 000 r/min,反应时间为 30 min~50 min。反应结束后,将固液混合物一并转移至盛放容器,置于鼓风干燥环境或烘房中,蒸干直至得到固体前驱体。

4.1.5 水洗干燥

将 4.1.4 得到的固体前驱体,用去离子水冲洗 3 次~5 次后放入鼓风烘箱中,蒸干后得到干净的固体前驱体。

4.1.6 再生流程工艺

再生流程工艺包括以下内容：

- a) 对前驱体进行固态球磨，按化学计量比补入 CoC_2O_4 、 MnC_2O_4 和 $\text{Li}_2\text{C}_2\text{O}_4$ 使体系中的 Li、Ni、Co、Mn 的摩尔含量为 1.05、0.6、0.2、0.2 或其他比例，此处以镍钴锰酸锂 622 型为例，其中锂额外补充 5%，减少在烧结过程中锂的蒸发；
- b) 对混合的前驱物再次固相研磨混匀，在马弗炉中以温度 $500\text{ }^\circ\text{C}\sim 800\text{ }^\circ\text{C}$ 固相烧结 4 h~6 h；
- c) 冷却后研磨，再放入隧道窑中以温度 $800\text{ }^\circ\text{C}\sim 1\ 000\text{ }^\circ\text{C}$ 氧气氛围中固相烧结 10 h，得到再生的镍钴锰酸锂正极粉末材料。

4.2 原辅料

- 4.2.1 草酸：纯度 $>99.9\%$ 。
- 4.2.2 草酸锂：纯度 $>99.9\%$ 。
- 4.2.3 草酸镍：纯度 $>99.9\%$ 。
- 4.2.4 草酸钴：纯度 $>99.9\%$ 。
- 4.2.5 草酸锰：纯度 $>99.9\%$ 。
- 4.2.6 去离子水，二级。
- 4.2.7 乙醇：工业级。
- 4.2.8 氮气：纯度(体积分数) $>99.9\%$ 。
- 4.2.9 氧气：纯度(体积分数) $>99.9\%$ 。

4.3 主要设备

- 4.3.1 鼓风烘箱：技术要求应符合 GB/T 30435 的规定。
- 4.3.2 马弗炉：技术要求应符合 GB/T 28849 的规定。
- 4.3.3 隧道窑：技术要求应符合 JC/T 2665 的规定。
- 4.3.4 球磨机：技术要求应符合 GB/T 25708 的规定。
- 4.3.5 恒温干燥箱或烘房： $0\sim 60\text{ }^\circ\text{C}$ ，控制精度 $0.5\text{ }^\circ\text{C}$ 。

5 检测方法

再生的镍钴锰酸锂正极材料的理化性质及杂质检测方法应符合表 1 的规定。

表 1 检测方法

测定项目	检验标准
锂、镍、钴、锰回收率	GB/T 33059
粒径 D50	GB/T 24533
振实密度	GB/T 24533
压实密度	GB/T 24533
水分含量	GB/T 24533
磁性铁含量	GB/T 24533
铜含量	GB/T 33059

表 1 检测方法 (续)

测定项目	检验标准
铝含量	GB/T 33059
再生材料循环寿命	GB/T 37207
废旧正极粉末类型	HG/T 5545
材料的 XRD 数据	GB/T 37983

6 回收率、理化性能、电化学性能及杂质含量指标

再生的镍钴锰酸锂正极材料的回收率、理化性能、电化学性能及杂质含量指标应符合表 2 的规定。

表 2 回收率、理化性能、电化学性能及杂质含量指标

技术指标		再生正极材料
回收率/%		≥99.0
30 min 短时锂浸出率		≥70%
理化性质	粒度 D50/μm	0.5~25
	振实密度/(g/cm ³)	≥1.0
	压实密度/(g/cm ³)	≥2.0
	水分/ppm	≤500
杂质含量	铁、铬、锌含量之和/ppm	≤50
	铝含量/ppm	≤50
	铜含量/ppm	≤50
电化学性能	首次放电比容量/(mAh/g)	≥150
	1 000 次充放电循环后容量保持率/%	≥80.0

7 环境保护和安全

7.1 回收人员生产前,应进行岗前培训并考核,获得相应的上岗证明。

7.2 含锂废料在回收利用过程中产生的废水,经收集、处理后,污染物排放浓度应符合 GB 18599 和地方排放标准的规定。

7.3 回收利用过程中产生的固体废物应按 GB 5085.7 的规定进行鉴别,并应符合下列规定:

- a) 经鉴别属于危险废物,应按 GB 18597 和 HJ 2025 的规定进行收集、贮存、运输,并交由有资质单位进行处理;
- b) 经鉴别属于一般固体废物,应按 GB 18599 的规定执行。

7.4 含锂废料经焙烧、热解产生的废气经尾气净化装置处理后,污染物排放浓度应符合 GB 16297 和地方排放标准的规定。

7.5 处理企业厂界噪声应符合 GB 12348 的规定。

7.6 含锂废料回收利用过程的安全要求应按 GB/T 33598、HG/T 5815、HG/T 5816 和 YS/T 1174 的

规定执行。

7.7 回收利用作业区域应配备安全通道、通风管道、排气和吸尘装置、固体废物收集和贮存装置、风险事故池/罐等。

7.8 回收利用过程中涉及的处理设备和容器应具有安全防护措施,并对压力容器等设备做好定期检查及维护。

7.9 环境保护和安全应制定突发事件的处理程序,应有防护装备和设施,操作应按职业安全卫生标准执行。

7.10 废旧锂离子电池处理过程中除应满足环境保护要求外,还应符合安全生产、职业健康、交通运输、消防按 HJ 2025 的规定执行。

中国国际科技促进会
团体标准
废旧锂离子电池镍钴锰酸锂正极
材料浸出与再生技术规范

T/CI 1265—2025

*

中国标准出版社出版发行
北京市朝阳区和平里西街甲2号(100029)

网址 www.spc.net.cn

总编室:(010)68533533 发行中心:(010)51780238

读者服务部:(010)68523946

中国标准出版社印刷
各地新华书店经销

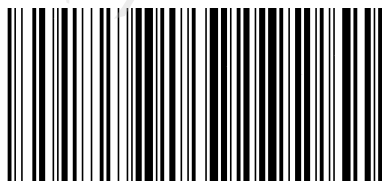
*

开本 880×1230 1/16 印张 0.75 字数 12 千字
2026年1月第1版 2026年1月第1次印刷

*

书号: 155066·5-19366 定价 31.00 元

如有印装差错 由本社发行中心调换
版权专有 侵权必究
举报电话:(010)68510107



T/CI 1265—2025