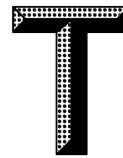


ICS 13.030.50  
CCS Q 51



团 体 标 准

T/CI 1264—2025

# 废旧锂离子电池石墨负极材料的 回收与再生技术规范

Technical specifications for the recovery and regeneration of graphite  
negative electrode materials from waste lithium ion battery

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 技术指标 ..... 2

5 负极材料回收与再生工艺流程 ..... 2

6 检测方法 ..... 3

7 性能及杂质含量 ..... 3

8 环境保护和安全 ..... 4

团体标准

## 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、贝特瑞新材料集团股份有限公司、湖北大学、碳一新能源集团有限责任公司、宜春江理锂电新能源产业研究院、量电研能低碳节能科技(北京)有限公司。

本文件主要起草人：何科峰、李子坤、刘建文、周贺鹏、林少雄、王学万、彭宇东、何鹏、李冰、曾嵘、张锦华、张永兵、刘军德、庞钧友、葛立萍、余旭阳、刘少卿、魏方庸、刘定鑫、王午阳、李俊、刘祥伟、李德意、常闪闪。

# 废旧锂离子电池石墨负极材料的 回收与再生技术规范

## 1 范围

本文件规定了废旧锂离子电池中石墨负极材料回收及再生的技术指标、负极材料回收与再生工艺流程、性能及杂质含量、环境保护与安全,并描述了相应的检测方法。

本文件适用于动力电池、储能电池、消费电子电池等锂离子电池中石墨负极材料的回收与再生。

## 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/T 3521 石墨化学分析方法
- GB 5085.7 危险废物鉴别标准 通则
- GB 8978 污水综合排放标准
- GB 15577 粉尘防爆安全规程
- 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 19587 气体吸附 BET 法测定固态物质比表面积
- GB/T 24533 锂离子电池石墨类负极材料
- GB 25467 铜、镍、钴工业污染物排放标准
- 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 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 30099 实验室离心机
- GB/T 30435 电热干燥箱及电热鼓风干燥箱
- GB/T 32708 实验室仪器及设备安全规范反应釜
- HJ 2025 危险废物收集、贮存、运输技术规范
- YB/T 6139.1 石墨类负极材料检测方法 第1部分:石墨化度的测定
- YS/T 928.3 镍、钴、锰三元素氢氧化物化学分析方法 第3部分:镍、钴、锰量的测定 电感耦合等离子体原子发射光谱法

## 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

**深共晶溶剂(DES)浸出** **deep eutectic solvent (DES) leaching**

一种利用由氢键供体和受体组成的低共熔混合物作为绿色溶剂,来选择性地溶解和提取目标物质

的技术。

#### 4 技术指标

技术指标应包含以下内容。

- a) 再生石墨纯度不应小于 99.5%，嵌锂比容量恢复至不应小于  $330 \text{ mAh} \cdot \text{g}^{-1}$ ，首次库伦效率不应小于 91%。
- b) 以初始极片质量为基准，回收率不应小于 90%。
- c) 污染物排放指标：含锂、铁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 的规定。

#### 5 负极材料回收与再生工艺流程

##### 5.1 石墨负极材料回收与再生工艺流程

##### 5.1.1 石墨负极材料回收与再生工艺流程

石墨负极材料回收与再生工艺流程见图 1。



图 1 石墨负极材料回收与再生工艺流程图

##### 5.1.2 破碎

将废旧负极粉材料分批次放进球磨机中设置参数  $100 \text{ r/min}$ ，研磨 2 h。

##### 5.1.3 预处理

将破碎后的废旧负极粉末置于预加热炉中，温度为  $500 \text{ }^{\circ}\text{C} \sim 600 \text{ }^{\circ}\text{C}$  空气氛围锻烧 6 h~8 h，去除粉末中残留的电解液、黏结剂及附着的有机化合物。

##### 5.1.4 DES 浸出过程

DES 由供氢试剂与受氢试剂组合形成，选择乙二醇和氯化胆碱组合实例说明。

- a) 取经预处理后的废旧石墨负极粉末，加入摩尔比 1 : 1 的乙二醇与氯化胆碱于反应釜中，安装回流冷凝装备维持反应过程中溶液的体积。
- b) 通过恒温控制反应温度保持在  $80 \text{ }^{\circ}\text{C}$ ，保持搅拌转速为  $800 \text{ r/min}$  以上，反应时间为 10 h。

##### 5.1.5 洗涤干燥

反应结束后，将固体经去离子水、乙醇依次分别洗涤 3 次，并置于鼓风干燥环境中干燥，最终得到再生的石墨负极粉末材料。

#### 5.2 原辅料

5.2.1 乙二醇：纯度  $>99.9\%$ 。

5.2.2 氯化胆碱：纯度  $>99.9\%$ 。

5.2.3 去离子水:纯度>99.9%。

5.2.4 二级乙醇,二级。

### 5.3 主要设备

5.3.1 反应釜:设备要求应符合 GB/T 32708 的规定。

5.3.2 离心机:设备要求应符合 GB/T 30099 的规定。

5.3.3 鼓风烘箱:设备要求应符合 GB/T 30435 的规定。

5.3.4 马弗炉:设备要求应符合 GB/T 28849 的规定。

5.3.5 球磨机:设备要求应符合 GB/T 25708 的规定。

## 6 检测方法

修复石墨负极的理化性质、电化学性能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
粒径 D50	GB/T 24533
振实密度	GB/T 24533
压实密度	GB/T 24533
BET 比表面积	GB/T 19587
碳含量	GB/T 3521
石墨化度	YB/T 6139.1
pH 值	GB/T 24533
水分含量	GB/T 24533
磁性铁含量	GB/T 24533
铜含量	GB/T 24533
锰含量	YS/T 928.3
嵌锂比容量	GB/T 24533
首次库伦效率	GB/T 24533

## 7 性能及杂质含量

修复石墨负极的理化性质、电化学性能及杂质含量应符合表 2 的规定。

表 2 修复石墨负极的理化性质、电化学性能及杂质含量

技术指标		再生石墨负极
理化性质	粒径 D50/ $\mu\text{m}$	6~20
	振实密度/ $(\text{g}/\text{cm}^3)$	$\geq 0.9$
	压实密度/ $(\text{g}/\text{cm}^3)$	$\geq 1.4$
	比表面积/ $(\text{m}^2/\text{g})$	$\leq 2.0$
	石墨纯度/%	$\geq 99.5$
	石墨化度/%	$\geq 92.0$
	pH	3.0~8.0
	水分/ppm	$\leq 100$
杂质含量	铁、铬、镍、锌含量之和/ppm	$\leq 50$
	铜含量/ppm	$\leq 50$
	锰含量/ppm	$\leq 50$
电化学性能	嵌锂比容量/ $(\text{mAh}/\text{g})$	$\geq 330.0$
	首次库伦效率/%	$\geq 91.0$
注：特殊要求由供需双方协商确定。		

## 8 环境保护和安全

8.1 车间应符合 GB 15577 的规定。并应符合下列规定：

- a) 设备密闭化,安装泄爆片或抑爆系统；
- b) 作业区域粉尘浓度应实时监测(爆炸下限的 25%以下)。

8.2 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,并交由有资质单位处理；
- b) 经鉴别属于一般固体废物,应按 GB 18599 的规定执行。

8.3 回收处理过程中产生的废水经处理后,钴离子排放浓度应符合 GB 25467 的规定,其他离子排放浓度应符合 GB 8978 的规定。

8.4 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。

8.5 处理设备和容器应具有安全防护措施。

中国国际科技促进会  
团体标准  
废旧锂离子电池石墨负极材料的  
回收与再生技术规范

T/CI 1264—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](http://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

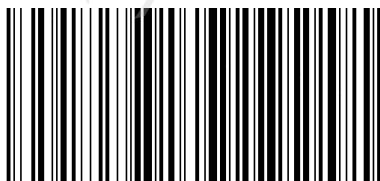
\*

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: 155066·5-19367 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 1264-2025