



# 中华人民共和国国家标准

GB/T 33059—2016

---

## 锂离子电池材料废弃物回收利用的 处理方法

Methods for disposal and recycling of lithium ion battery material wastes

2016-10-13 发布

2017-05-01 实施

---

中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局  
中国国家标准化管理委员会 发布

## 前 言

本标准按照 GB/T 1.1—2009 给出的规则起草。

本标准由中国石油和化学工业联合会提出。

本标准由全国废弃化学品处置标准化技术委员会(SAC/TC 294)归口。

本标准起草单位:广东邦普循环科技有限公司、江门市长优实业有限公司、浙江华友钴业股份有限公司、中海油天津化工研究设计院、格林美股份有限公司、兰州金川科技园有限公司、广东工业大学环境科学与工程学院、新乡电池研究院有限公司、赣州市豪鹏科技有限公司、中国科学院过程工程研究所。

本标准主要起草人:余海军、王强、刘永东、谢英豪、张翔、马骞、谢武明、刘建生、区汉成、谢勇冰、张学梅、刘敬勇、郭永欣。

# 锂离子电池材料废弃物回收利用的 处理方法

## 1 范围

本标准规定了锂离子电池材料废弃物回收利用的术语和定义、方法提要、原辅料和设备、处理条件及工艺控制要求、环境保护和安全要求。

本标准适用于锂离子电池材料废弃物中镍、钴、锰、铜、铝的湿法回收处理方法。

## 2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件,仅注日期的版本适用于本文件。凡是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 8978 污水综合排放标准

GB 9078 工业炉窑大气污染物排放标准

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 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、处置场污染控制标准

GB 25467 铜、镍、钴工业污染物排放标准

GB/T 26493 电池废料贮运规范

HJ 2025 危险废物收集、贮存、运输技术规范

## 3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

### 3.1

**锂离子电池材料废弃物** lithium ion battery material waste

锂离子电池生产过程中产生的不合格极片、报废极片,以及电极材料废弃的浆料、粉末等,主要含有四氧化三钴、镍钴锰氧化物、镍钴锰氢氧化物、钴酸锂、锰酸锂、镍钴锰酸锂等。

## 4 方法提要

锂离子电池材料废弃物中的金属铜、铝利用机械物理法分离回收,其他金属及其化合物溶于酸,转化为易溶于水的离子形态,通过分离、富集实现镍、钴、锰的回收。

## 5 原辅料和设备

### 5.1 原辅料

原辅料主要包括:硫酸、盐酸、硝酸、过氧化氢、氨水、氢氧化钠、磺化煤油、二(2,4,4-三甲基戊基)膦酸(Cyanex272)、2-乙基己基膦酸单 2-乙基己基酯(P507 或 PC-88A)、二(2-乙基己基)磷酸酯(P204)、三辛胺(7301 或 TOA)等。

### 5.2 设备

主要设备包括:破碎分选装置、热解炉、搅拌机、压滤机、反应装置、储存装置、废气处理装置、废水处理装置、废渣收集设备等。

## 6 处理条件及工艺控制要求

### 6.1 热处理条件

6.1.1 热处理温度:400 °C~600 °C。

6.1.2 热处理时间:0.5 h~1 h。

### 6.2 浸出条件

6.2.1 浸出溶剂为无机酸(硫酸、盐酸等)和助剂(过氧化氢等)的混合溶液:

a) 无机酸(以 H 计)浓度:1.5 mol/L~3 mol/L。

b) 助剂(以 H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 计)浓度:2 mol/L~5 mol/L。

6.2.2 浸出时间:6 h~12 h。

6.2.3 浸出温度:70 °C~90 °C。

6.2.4 固液比:1:5~1:10。

6.2.5 搅拌强度:80 r/min~150 r/min。

### 6.3 工艺流程

6.3.1 锂离子电池材料废弃物应先进行粗破。

6.3.2 粗破后的负极材料物料采用机械法分离回收铜。

6.3.3 粗破后的正极材料物料通过热处理去除其中的隔膜、粘结剂等。

6.3.4 热处理后直接采用机械法分离回收铝。

6.3.5 分离后的剩余物料进行酸溶,得到的溶液经净化、萃取、反萃进行镍、钴、锰元素的回收。

6.3.6 得到镍、钴、锰盐纯化液用于生产化工盐、合成电池生产原料等。

6.3.7 锂离子电池材料废弃物湿法回收处理工艺流程见图 1。

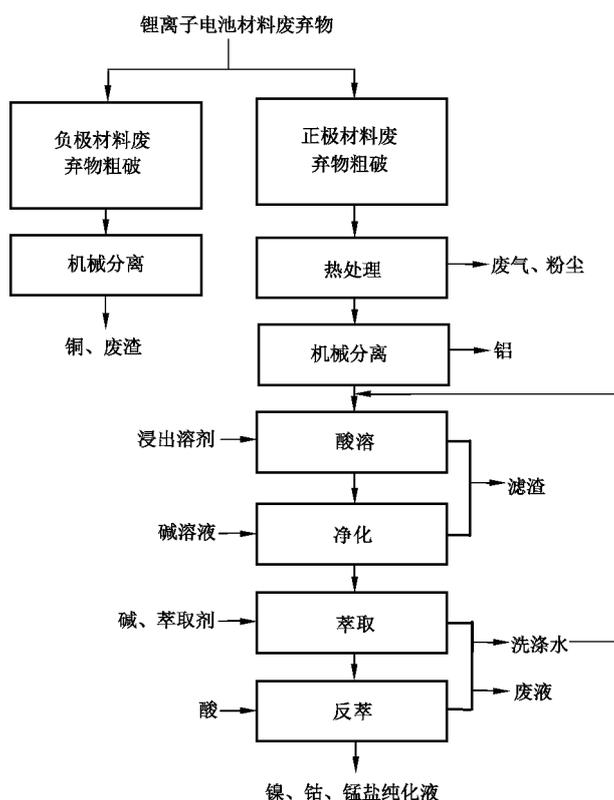


图 1 湿法回收处理工艺流程图

## 6.4 工艺控制要求

6.4.1 通过热处理去除锂离子电池材料废弃物中的隔膜、粘结剂等，去除率应不低于 99%。计算方法见 A.1。

6.4.2 通过机械分离获得铜、铝，回收率应不低于 90%。计算方法见 A.2。

6.4.3 控制浸出工艺条件，锂离子电池材料废弃物中镍、钴、锰元素的浸出率均应不低于 99%。计算方法见 A.3。

6.4.4 经净化、萃取分离提纯镍、钴、锰元素，镍、钴、锰元素的损失率均应不高于 1%。计算方法见 A.4。

6.4.5 利用湿法工艺处理锂离子电池材料废弃物，其中镍、钴元素的回收率均应不低于 98%，锰元素的回收率应不低于 95%。计算方法见 A.5。

6.4.6 锂离子电池材料废弃物中金属元素含量的检测方法参见附录 B。

## 7 环境保护和安全要求

7.1 锂离子电池材料废弃物应根据形态不同，按 GB/T 26493 的规定进行分类包装、运输、贮存。

7.2 企业在回收利用过程中产生的废水，经处理钴离子排放浓度应按 GB 25467 的要求执行，其他离子排放浓度应按 GB 8978 的要求执行。

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，并符合下列规定：

- a) 经鉴别属于危险废物，应按 GB 18597 和 HJ 2025 要求进行收集、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 的要求执行。
- 7.4 热处理中产生的废气经处理后应符合 GB 9078 的要求。
- 7.5 回收利用过程中产生的粉尘,经处理后应符合 GB 16297 的要求。
- 7.6 回收处理企业厂界噪声的排放应符合 GB 12348 的要求。
- 7.7 回收处理作业区应在配备通风管道、排气、吸尘和贮存装置的厂房内进行。
- 7.8 处理设备和容器应具有安全防护措施。

附 录 A  
(规范性附录)  
计 算 方 法

### A.1 热处理隔膜、粘结剂等去除率的计算

热处理隔膜、粘结剂去除率以  $r_1$  计,按式(A.1)计算:

$$r_1 = \frac{m_1}{m_2} \times 100\% \quad \dots\dots\dots (A.1)$$

式中:

$m_1$ ——热处理后锂离子电池材料废弃物经 400 °C~600 °C 灼烧后的质量的数值,单位为克(g);

$m_2$ ——热处理后锂离子电池材料废弃物未经灼烧的质量的数值,单位为克(g)。

### A.2 铜、铝元素回收率的计算

铜、铝元素回收率以  $R_1$  计,按式(A.2)计算:

$$R_1 = \frac{m_3}{m_4} \times 100\% \quad \dots\dots\dots (A.2)$$

式中:

$m_3$ ——1 t 锂离子电池材料废弃物经破碎、分选,回收的铜、铝元素的质量的数值,单位为克(g);

$m_4$ ——1 t 锂离子电池材料废弃物中铜、铝元素的质量的数值,单位为克(g)。

### A.3 镍、钴、锰元素浸出率的计算

镍、钴、锰元素浸出率以  $e_i$  计,按式(A.3)计算:

$$e_i = \frac{\rho_{i1} \times V}{m_i} \times 100\% \quad \dots\dots\dots (A.3)$$

式中:

$\rho_{i1}$ ——1 t 锂离子电池材料废弃物经酸溶,浸出液中金属元素  $i$  的浓度的数值,单位为克每升(g/L);

$V$ ——1 t 锂离子电池材料废弃物经酸溶后浸出液的体积的数值,单位为升(L);

$m_i$ ——1 t 锂离子电池材料废弃物中金属元素  $i$  的质量的数值,单位为克(g)。

注:  $i$  代表镍、钴、锰元素。

### A.4 镍、钴、锰元素损失率的计算

镍、钴、锰元素损失率以  $l_i$  计,按式(A.4)计算:

$$l_i = \left( 1 - \frac{\rho_{i2} \times V_1}{\rho_{i1} \times V} \right) \times 100\% \quad \dots\dots\dots (A.4)$$

式中:

$\rho_{i2}$ ——1 t 锂离子电池材料废弃物经净化、萃取处理,溶液中金属元素  $i$  的浓度的数值,单位为克每升(g/L);

$V_1$ ——1 t 锂离子电池材料废弃物经净化、萃取处理,得到纯化液的体积的数值,单位为升(L);  
 $\rho_{i1}$ ——1 t 锂离子电池材料废弃物经酸溶,浸出液中金属元素  $i$  的浓度的数值,单位为克每升(g/L);  
 $V$ ——1 t 锂离子电池材料废弃物经酸溶,浸出液的体积的数值,单位为升(L)。  
注:  $i$  代表镍、钴、锰元素。

### A.5 镍、钴、锰元素回收率的计算

镍、钴、锰元素回收率以  $R_i$  计,按式(A.5)计算:

$$R_i = \frac{\rho_{i2} \times V_1}{m_i} \times 100\% \quad \dots\dots\dots (A.5)$$

式中:

$\rho_{i2}$ ——1 t 锂离子电池材料废弃物经净化、萃取处理,溶液中金属元素  $i$  的浓度的数值,单位为克每升(g/L);

$V_1$ ——1 t 锂离子电池材料废弃物经净化、萃取处理,得到纯化液的体积的数值,单位为升(L);

$m_i$ ——1 t 锂离子电池材料废弃物中金属元素  $i$  的质量的数值,单位为克(g)。

注:  $i$  代表镍、钴、锰元素。

**附 录 B**  
(资料性附录)  
**检 测 方 法**

锂离子电池材料废弃物中镍、钴、锰、铜、铝含量宜按表 B.1 中标准规定的方法进行测定。

**表 B.1 锂离子电池材料废弃物中镍、钴、锰、铜、铝含量测定方法**

序号	目标金属	测定方法标准名称	方法标准编号
1	镍	废弃化学品中镍的测定 第 1 部分:丁二酮肟分光光度法	HG/T 4551.1
		废弃化学品中镍的测定 第 2 部分:原子吸收分光光度法	HG/T 4551.2
		废弃化学品中镍的测定 第 3 部分:石墨炉原子吸收分光光度法	HG/T 4551.3
		废弃化学品中镍的测定 第 4 部分:电感耦合等离子体发射光谱法	HG/T 4551.4
		镍、钴、锰三元素氢氧化物化学分析方法 第 2 部分:镍量的测定 丁二酮肟重量法	YS/T 928.2
2	钴	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	YS/T 928.3
		氧化钴化学分析方法 第 1 部分:钴量的测定 电位滴定法	YS/T 710.1
3	锰	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	YS/T 928.3
4	铜	铜及铜制品中铜含量的测定 快速电解 ICP-AES 补差法	SN/T 1863
5	铝	无机化工产品中铝测定的通用方法 铬天青 S 分光光度法	GB/T 23944
		化学试剂 铝测定通用方法	GB/T 9734

参 考 文 献

- [1] GB/T 9734 化学试剂 铝测定通用方法
  - [2] GB/T 23944 无机化工产品中铝测定的通用方法 铬天青 S 分光光度法
  - [3] HG/T 4551.1 废弃化学品中镍的测定 第 1 部分:丁二酮肟分光光度法
  - [4] HG/T 4551.2 废弃化学品中镍的测定 第 2 部分:原子吸收分光光度法
  - [5] HG/T 4551.3 废弃化学品中镍的测定 第 3 部分:石墨炉原子吸收分光光度法
  - [6] HG/T 4551.4 废弃化学品中镍的测定 第 4 部分:电感耦合等离子体发射光谱法
  - [7] YS/T 710.1 氧化钴化学分析方法 第 1 部分:钴量的测定 电位滴定法
  - [8] YS/T 928.2 镍、钴、锰三元素氢氧化物化学分析方法 第 2 部分:镍量的测定 丁二酮肟重量法
  - [9] 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
  - [10] SN/T 1863 铜及铜制品中铜含量的测定 快速电解 ICP-AES 补差法
-