

ICS 13.030.50

Z 05

备案号: 55299—2016

# HG

## 中华人民共和国化工行业标准

HG/T 5019—2016

---

### 废电池中镍钴回收方法

Recycling method of nickel and cobalt from waste batteries

2016-07-11 发布

2017-01-01 实施

---

中华人民共和国工业和信息化部 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/TC294）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、格林美股份有限公司、兰州金川科技园有限公司、深圳市豪鹏科技有限公司、中海油天津化工研究设计院。

本标准主要起草人：余海军、谢英豪、王强、张学梅、邓永贵、闫梨、马骞、李文良、郭凤鑫、李子枸、闫雅婧。

# 废电池中镍钴回收方法

## 1 范围

本标准规定了废电池中镍、钴元素回收方法的术语和定义、鉴别方法、原辅料和设备、湿法回收工艺控制条件及要求、环境保护和安全要求。

本标准适用于湿法回收废电池（仅指含镍元素或钴元素的锂离子电池、镍氢电池及电芯）中的镍元素和钴元素的回收过程。其他含镍元素的电池（如镉镍电池、锌镍电池、铁镍电池等）可参照执行。

## 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/T 2900.41 电工术语 原电池和蓄电池

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 13271 锅炉大气污染物排放标准

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

HJ 2025 危险废物收集、贮存、运输技术规范

SB/T 10901 废电池分类

## 3 术语和定义

GB/T 2900.41 界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

### 3.1

**湿法回收 wet recycling**

以利用为目的对废电池进行分类、破碎、分选、浸出、除杂、提纯等处理的回收方法。

### 3.2

**废电池 waste batteries**

失去使用价值被废弃的电池成品和半成品。包括在电池生产、运输、贮存、使用过程中产生的不合格产品、报废产品、过期产品，以及电池在生产过程中产生的不合格电芯、报废电芯。

## HG/T 5019—2016

### 4 鉴别方法

4.1 电池回收企业可根据电池的标签、壳体材料、形状、重量、成分等鉴别电池的种类及是否含有镍元素或钴元素。

4.2 标签残缺或从外形无法确认其种类、成分的废电池应根据以下方法鉴别：

- a) 取废电池的正极片，滴加盐酸后溶液呈蓝色，加水过滤后溶液呈粉红色且无杂色，则判断含钴元素；
- b) 取废电池的正极片，滴加盐酸后溶液呈绿色，加水稀释后仍为绿色且无杂色，则判断含镍元素；
- c) 取废电池的正极片，滴加盐酸后溶液呈蓝绿色或蓝绿相间的颜色，则判断同时含钴元素和镍元素。

4.3 鉴别后的废电池应按 SB/T 10901 的要求进行分类。

### 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、氯酸钠、铁粉、氟化钠、氨水、氢氧化钠、磺化煤油、二（2，4，4-三甲基戊基）膦酸（Cyanex272）、5-壬基水杨酸醛肟（Acorga M5640）、2-乙基己膦酸单 2-乙基己基酯（P507 或 PC-88A）、磷酸二（2-乙基己）酯（P204）等。

#### 5.2 主要设备

主要设备包括热解炉、破碎机、分选机、搅拌机、电池放电设备、压滤机、反应装置、贮存装置、废气处理装置、废水处理装置、废渣收集设备等。

### 6 湿法回收工艺控制条件及要求

#### 6.1 工艺过程简述

6.1.1 经鉴别为含镍元素或钴元素的废电池应先放电处理、自然干燥，然后进行热处理，去除隔膜、电解液、黏结剂等，再通过多级破碎分选回收铁、铝、铜等，剩余的电极材料经浸出、沉淀除杂、萃取提纯得到镍、钴盐纯化液。

6.1.2 得到的镍、钴盐纯化液用于生产化工镍盐、钴盐及合成生产电池的原料等。

#### 6.2 工艺流程

湿法回收工艺流程见图 1。

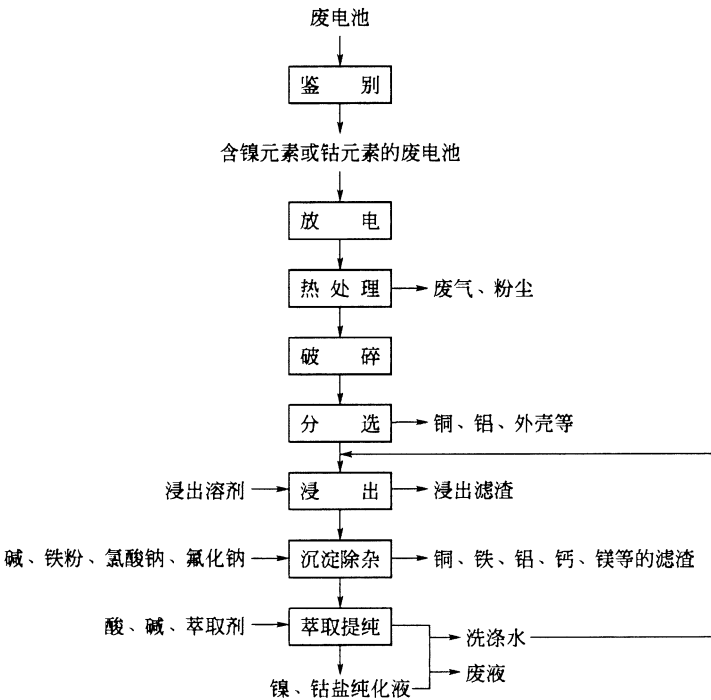


图 1 湿法回收工艺流程图

6.3 控制条件及要求

6.3.1 热处理控制条件及要求

- 6.3.1.1 热处理温度：500℃～600℃。
- 6.3.1.2 热处理时间：1h～2h。
- 6.3.1.3 通过热处理除去废电池中的隔膜、电解液、黏结剂等，去除率应不低于99%。计算方法见附录A的A.1。

6.3.2 破碎、分选要求

- 6.3.2.1 破碎、分选后电极材料粉粒度应小于1mm。
- 6.3.2.2 破碎、分选获得铜、铁、铝元素的回收率均应不低于90%。计算方法见附录A的A.2。

6.3.3 浸出控制条件及要求

- 6.3.3.1 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，其浓度如下：
  - a) 无机酸（以H计）浓度1.5mol/L～3mol/L；
  - b) 助剂（以H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>计）浓度2mol/L～5mol/L。
- 6.3.3.2 浸出时间：6h～12h。
- 6.3.3.3 浸出温度：70℃～90℃。
- 6.3.3.4 固液比：(1:5)～(1:10)。
- 6.3.3.5 搅拌速率：80r/min～150r/min。
- 6.3.3.6 镍、钴元素的浸出率均应不低于99%。计算方法见附录A的A.3。

6.3.4 除杂控制条件及要求

- 6.3.4.1 pH：1.5～5.0。

**HG/T 5019—2016**

**6.3.4.2** 除杂温度：60℃～95℃。

**6.3.4.3** 除杂时间：2 h～6 h。

**6.3.4.4** 沉淀除杂工艺中，滤渣中镍、钴元素含量均应不高于 0.5%，铜、铁、铝元素的去除率均应不低于 99%，钙、镁元素的去除率均应不低于 95%。计算方法见附录 A 的 A.4。

**6.3.4.5** 萃取、反萃工艺中，镍、钴元素的损失率均应不高于 1%。计算方法见附录 A 的 A.5。

**6.4 回收率及计算**

**6.4.1** 利用湿法回收工艺处理废电池回收镍、钴元素，其中镍元素的回收率应不低于 95%，钴元素的回收率应不低于 90%。

**6.4.2** 镍、钴元素的回收率计算见附录 A 的 A.6。

**6.4.3** 废电池、废电极材料中金属元素含量的测定方法参见附录 B。

**7 环境保护和安全要求**

**7.1** 企业在回收利用过程中产生的废水经处理后，钴离子排放浓度应符合 GB 25467 的要求，其他离子排放浓度应符合 GB 8978 的要求。

**7.2** 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，并符合下列规定：

- a) 经鉴别属于危险废物，应按 GB 18597 和 HJ 2025 的要求进行收集、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。

**7.3** 回收利用过程中产生的废气和粉尘经处理后应符合 GB 9078、GB 13271 和 GB 16297 的要求。

**7.4** 回收处理企业厂界噪声应符合 GB 12348 的要求。

**7.5** 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。

**7.6** 处理设备和容器应具有安全防护措施。

附录 A  
(资料性附录)  
计算方法

A.1 热处理隔膜、电解液、黏结剂等去除率的计算

热处理隔膜、电解液、黏结剂等去除率以  $r_1$  计，按公式 (A.1) 计算：

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

式中：

$m_1$ ——热处理后废电池经 500℃～600℃灼烧后的质量的数值，单位为克 (g)；

$m_2$ ——热处理后废电池未经灼烧的质量的数值，单位为克 (g)。

A.2 铜、铁、铝元素回收率的计算

铜、铁、铝元素回收率以  $R_i$  计，按公式 (A.2) 计算：

$$R_i = \frac{m_i}{m_{i1}} \times 100 \% \quad \dots\dots\dots (A.2)$$

式中：

$m_i$ ——1 t 废电池经破碎、分选，回收的金属元素  $i$  的质量的数值，单位为克 (g)；

$m_{i1}$ ——1 t 废电池中金属元素  $i$  的质量的数值，单位为克 (g)。

注： $i$  代表铜元素、铁元素、铝元素。

A.3 镍、钴元素浸出率的计算

镍、钴元素浸出率以  $e_j$  计，按公式 (A.3) 计算：

$$e_j = \frac{\rho_{j1}V}{m_j} \times 100 \% \quad \dots\dots\dots (A.3)$$

式中：

$\rho_{j1}$ ——1 t 分选后废电极材料经酸溶浸出液中金属元素  $j$  的浓度的数值，单位为克每升 (g/L)；

$V$ ——1 t 分选后废电极材料经酸溶浸出液的体积的数值，单位为升 (L)；

$m_j$ ——1 t 分选后废电极材料中金属元素  $j$  的质量的数值，单位为克 (g)。

注： $j$  代表镍元素、钴元素。

A.4 浸出液中铜、铁、铝、钙、镁元素去除率的计算

浸出液中铜、铁、铝、钙、镁元素去除率以  $r_k$  计，按公式 (A.4) 或公式 (A.5) 计算：

$$r_k = \left( 1 - \frac{\rho_{k1}V_1}{\rho_{k2} \times V} \right) \times 100 \% \quad \dots\dots\dots (A.4)$$

或

$$r_k = \frac{m_k}{\rho_{k2}V} \times 100 \% \quad \dots\dots\dots (A.5)$$

HG/T 5019—2016

式中：

$\rho_{k1}$ ——1 t 分选后废电极材料经酸溶后浸出液除杂后溶液中金属元素  $k$  的浓度的数值，单位为克每升（g/L）；

$\rho_{k2}$ ——1 t 分选后废电极材料经酸溶后浸出液中金属元素  $k$  的浓度的数值，单位为克每升（g/L）；

$V_1$ ——1 t 分选后废电极材料经酸溶后浸出液除杂后溶液的体积的数值，单位为升（L）；

$V$ ——1 t 分选后废电极材料经酸溶后浸出液的体积的数值，单位为升（L）；

$m_k$ ——1 t 分选后废电极材料经酸溶后浸出液除杂后废渣中金属元素  $k$  的质量的数值，单位为克（g）。

注： $k$  代表铜元素、铁元素、铝元素、钙元素、镁元素。

A.5 镍、钴元素损失率的计算

镍、钴元素损失率以  $l_j$  计，按公式（A.6）计算：

$$l_j = \left( 1 - \frac{\rho_{j2} V_2}{\rho_{j1} V} \right) \times 100 \% \quad \dots\dots\dots (A.6)$$

式中：

$\rho_{j2}$ ——1 t 分选后废电极材料经除杂、提纯处理后溶液中金属元素  $j$  的浓度的数值，单位为克每升（g/L）；

$\rho_{j1}$ ——1 t 分选后废电极材料经酸溶后浸出液中金属元素  $j$  的浓度的数值，单位为克每升（g/L）；

$V_2$ ——1 t 分选后废电极材料经除杂、提纯处理后得到的纯化液的体积的数值，单位为升（L）；

$V$ ——1 t 分选后废电极材料经酸溶后浸出液的体积的数值，单位为升（L）。

注： $j$  代表镍元素、钴元素。

A.6 镍、钴元素回收率的计算

镍、钴元素回收率以  $R_j$  计，按公式（A.7）计算：

$$R_j = \frac{\rho_{j2} V_2}{m_j} \times 100 \% \quad \dots\dots\dots (A.7)$$

式中：

$\rho_{j2}$ ——1 t 分选后废电极材料经除杂、提纯处理后溶液中金属元素  $j$  的浓度的数值，单位为克每升（g/L）；

$V_2$ ——1 t 分选后废电极材料经除杂、提纯处理后得到的纯化液的体积的数值，单位为升（L）；

$m_j$ ——1 t 分选后废电极材料中金属元素  $j$  的质量的数值，单位为克（g）。

注： $j$  代表镍元素、钴元素。



附 录 B  
(资料性附录)  
金属元素含量测定方法

废电池、废电极材料中金属元素含量按表 B.1 的方法进行测定。

表 B.1 废电池、废电极材料中金属元素含量测定方法

序号	目标金属	测定方法标准名称	方法标准编号
1	镍	固体废物 镍的测定 丁二酮肟分光光度法	GB/T 15555.10
		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	水质 钴的测定 5-氯-2-(吡啶偶氮)-1,3-二氨基苯分光光度法	HJ 550
		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	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
4	铜	固体废物 铜、锌、铅、镉的测定 原子吸收分光光度法	GB/T 15555.2
		水质 铜的测定 二乙基二硫代氨基甲酸钠分光光度法	HJ 485
		水质 铜的测定 2,9-二甲基-1,10-菲啰啉分光光度法	HJ 486
		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	铁	镍化学分析方法砷、镉、铅、锌、铋、铊、锡、钴、铜、锰、镁、硅、铝、铁量的测定 发射光谱法	GB/T 8647.10
		水质 铁、锰的测定 火焰原子吸收分光光度法	GB 11911

参 考 文 献

[1] GB/T 8647.10 镍化学分析方法砷、镉、铅、锌、锑、铋、锡、钴、铜、锰、镁、硅、铝、铁量的测定 发射光谱法

[2] GB/T 9734 化学试剂 铝测定通用方法

[3] GB 11911 水质 铁、锰的测定 火焰原子吸收分光光度法

[4] GB/T 15555.10 固体废 镍的测定 丁二酮肟分光光度法

[5] GB/T 15555.2 固体废物 铜、锌、铅、镉的测定 原子吸收分光光度法

[6] 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

[7] 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

[8] 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

[9] 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

[10] 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

[11] HJ 485 水质 铜的测定 二乙基二硫代氨基甲酸钠分光光度法

[12] HJ 486 水质 铜的测定 2，9-二甲基-1，10-菲啰啉分光光度法

[13] HJ 550 水质 总钴的测定 5-氯-2-(吡啶偶氮)-1，3-二氨基苯分光光度法

[14] SN/T 1863 铜及铜制品中铜含量的测定 快速电解 ICP-AES 补差法

[15] 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

[16] 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

[17] 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

---