



北京资源强制回收环保产业技术创新战略联盟 团体标准

T/ATCRR 02—2018

废旧锂离子电池中锂的湿法回收技术规范

Guideline for lithium recovery from used lithium ion batteries using
hydrometallurgical method

（正式发布稿）

2018—05—10 发布

2018—05—20 实施

北京资源强制回收环保产业技术创新战略联盟 发布



前 言

本标准按照GB/T 1.1-2009给出的规则起草。

本标准由北京资源强制回收环保产业技术创新战略联盟（ATCRR）归口。

本标准起草单位：天齐锂业资源循环技术研发（江苏）有限公司、江西赣锋循环科技有限公司、广东佳纳能源科技有限公司、骆驼集团武汉光谷研发中心有限公司、浙江天能电源材料有限公司、池州西恩新材料科技有限公司、荆门市格林美新材料有限公司、北京理工大学、天齐锂业股份有限公司。

本标准主要起草人：高洁、肇巍、谢绍忠、王超强、汤依伟、夏诗忠、李靖、赵志安、张云河、李丽、周梅。

本标准为首次发布。



废旧锂离子电池中锂的湿法回收技术规范

1 范围

本标准规定了废旧锂离子电池中锂的湿法回收技术规范的术语和定义、总体要求、鉴别分类、放电、破碎分选、碱液洗涤、含锂溶液制备、杂质离子去除。

本标准适用于废旧锂离子电池中锂的湿法回收工艺。在电池生产过程中产生的不合格电芯、报废电芯、报废含锂粉料、边角料等中的锂的湿法回收工艺也可参考本标准执行。

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，仅所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

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 2900.41 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 used lithium ion batteries

不存在使用价值而被废弃的电池成品和半成品。在此主要指提供能量的锂离子蓄电池，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。

3.2

湿法回收 hydrometallurgy recovery

以再生利用为目的，以各种酸性溶液为转移媒介，将金属离子转化为易溶于水的离子形态，再通过沉淀等手段，将目标元素以外的金属离子以沉淀的形式从溶液中分离，回收目标元素的过程。

4 总体要求

4.1 基本准则

4.1.1 废旧锂离子电池中锂的湿法回收应严格遵循安全、环保和资源循环利用三原则。

4.1.2 废旧锂离子电池中的金属铜、铝、隔膜等利用物理法进行分离回收，其他金属及其化合物溶于酸、转化为易溶于水的离子形态，再通过杂质离子去除得到含锂纯化液，以实现锂的回收。

4.1.3 废旧锂离子电池中锂的湿法回收宜按附录 C 进行。

4.2 一般要求

4.2.1 回收企业宜采用自动化破碎、分选方式提高效率及安全性。

4.2.2 锂的总回收率大于 80%。

4.2.3 湿法工艺阶段，锂的回收率大于 95%。

4.3 装备要求

4.3.1 应配备专业的防护罩、专用抽排系统、废气处理装置、废水处理装置、废渣收集装置等。

4.3.2 应具备绝缘手套、防机械伤害手套、安全帽、绝缘靴（鞋）、防护面罩等安全防护设备。

4.4 场地要求

4.4.1 场地应具备安全防范设施，如消防设施、报警设施、应急设施等。

4.4.2 场地的地面应防渗漏，具有环保防范设施，如废水、废气处理系统。

4.4.3 场地内应保持通风干燥、光线良好。

4.5 人员要求

4.5.1 人员应具备相应的专业知识，并经过内部专业培训考核。



4.5.2 作业前，人员应穿戴安全防护装备。

4.6 环境保护和安全要求

4.6.1 回收处理过程中产生的废水经处理后，钴离子的排放浓度应符合 GB 25467 的要求，其他离子排放浓度应符合 GB 8978 的要求。

4.6.2 回收处理过程中产生的固体废物应按 GB 5085.7 的要求进行鉴别，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 的要求处理。

4.6.3 回收过程中产生的废气和粉尘经处理后应符合 GB 9078、GB 13271、GB 16297 的要求。

4.6.4 回收处理企业厂界噪声应符合 GB 12348 的要求。

4.6.5 回收处理作业区应设置在配备通风管道、排气、吸尘和贮存装置的厂房内。

4.6.6 处理设备和容器应具有安全防护措施。

5 鉴别分类

废旧锂离子电池根据后续除锂以外的其他元素的回收工艺中对杂质含量的要求，可按需求选择是否进行分类。

6 放电

6.1 废旧锂离子电池应进行放电处理，放电至安全电压以下。

6.2 放电方式要求安全、环保。

6.3 放电方式一般有物理放电和化学放电两种方式。物理放电主要是通过外接负载放电，即通过电池与电阻相连，利用放热过程以消耗电池的电量。化学放电是利用电池的正负极，在溶液中通过电解过程来消耗电池中残余的电量。

7 破碎分选

7.1 通过破碎电池和分离混合物质，获得正负极混合料。破碎、分选过程应符合 YS/T 1174 的要求。

7.2 在整个处理过程中要求安全、环保、过程可控。

7.3 破碎、分选装置内部应保持密闭和负压，将挥发的电解液及其分解后的副产物进行废气处理，如吸收至碱液喷淋塔和活性炭吸附等装置中。



8 碱液洗涤

8.1 配置稀碱液，加入分选后的正负极混合料。调节正负极混合料和稀碱液之间的比例，使正负极混合料中的氟转移到溶液中。

8.2 除氟后的碱洗液应进行废水处理。

9 含锂溶液制备

9.1 采用无机酸（硫酸、盐酸等）配置稀酸溶液。酸量是根据不同电池材料特性以及碱液洗涤后正负极混合料中锂的含量，在保证锂的回收率的基础上，确定的最低酸量。酸的稀释倍数可根据对含锂溶液中锂浓度的要求进行调节。

9.2 将碱液洗涤后的正负极混合料与上述稀酸溶液混合，将其中的锂完全溶解至溶液中。

9.3 根据对含锂纯化液中锂浓度的要求，可将初步得到的含锂溶液返回含锂溶液制备的环节，进行锂的富集，以提高溶液中锂的溶度。

10 杂质离子去除

10.1 将含锂溶液中除锂以外的杂质离子去除。杂质离子去除后，杂质离子的含量应符合表 1 的要求。

10.2 杂质离子去除宜采用如下方式进行：在上述含锂溶液中加入氢氧化钠，进行除杂。根据不同金属的氢氧化物的沉淀 pH，采用分步调节体系 pH 的方式，将溶液中的除 Li^+ 以外的金属离子分步去除，得到含锂纯化液。杂质离子去除的参考顺序：铁、铝、铜、锌、钴、镍、锰、镁、钙。

10.3 当含锂纯化液中 Li^+ 的浓度为 25.67~28 g/L 时，各杂质含量（单位：mg/L）要求如表 1。

表 1 纯化液中，各杂质含量（单位：mg/L）

元素	指标
总铁	≤ 1
磷（以 P 计）	≤ 10
钾	≤ 10
钙	≤ 50
镁	≤ 5
钴	≤ 0.1
铝	≤ 1
铜	≤ 1
锌	≤ 0.1
镍	≤ 0.1
锰	≤ 0.5



附 录 A
(规范性附录)
计算方法

A.1 锂的总回收率的计算：

锂的总回收率以 e_1 计，按式（A.1）计算：

$$e_1 = \frac{(C_1 V_1)}{m_1} \times 100\% \quad \dots\dots\dots (A.1)$$

式中：

C_1 —1t废旧锂离子电池经破碎分选、碱液洗涤、酸溶、纯化后的含锂纯化液中锂元素的浓度，单位为g/L；

V_1 —1t废旧锂离子电池经破碎分选、碱液洗涤、酸溶、纯化后的含锂纯化液的体积，单位为L；

m_1 —1t废旧锂离子电池中锂元素的质量，单位为g。

A.2 湿法工艺阶段，锂的回收率的计算：

湿法工艺阶段，锂的回收率以 e_2 计，按式（A.2）计算：

$$e_2 = \frac{(C_2 V_2)}{m_2} \times 100\% \quad \dots\dots\dots (A.2)$$

式中：

C_2 —1t正负极混合料经碱液洗涤、酸溶、纯化后的含锂纯化液中锂元素的浓度，单位为g/L；

V_2 —1t正负极混合料经碱液洗涤、酸溶、纯化后的含锂纯化液的体积，单位为L；

m_2 —1t正负极混合料中锂元素的质量，单位为g。



附 录 B
(资料性附录)
检测方法

表 B.1 元素检测方法

序号	目标金属	测定方法标准名称	方法标准编号
1	铁	铁粉 铁含量的测定 重铬酸钾滴定法	GB/T 223.7
		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
2	磷	磷酸铁锂化学分析方法 第 3 部分：磷量的测定 磷钼酸喹啉称量法	YS/T 1028.3
3	氯	化学试剂 氯化物测定通用方法	GB/T 9729
4	钾	水质 钾和钠的测定 火焰原子吸收分光光度法	GB 11904
		水中钾-40 的分析方法	GB 11338
5	钙	水质钙和镁的测定 原子吸收分光光度法	GB/T 11905
6	镁	水质钙和镁的测定 原子吸收分光光度法	GB/T 11905
7	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
8	铜	稀土废渣、废水化学分析方法 第 4 部分：铜、锌、铅、铬、镉、钡、钴、锰、镍、钛量的测定 电感耦合等离子体原子发射光谱法	GB/T 34500
		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
9	锌	稀土废渣、废水化学分析方法 第 4 部分：铜、锌、铅、铬、镉、钡、钴、锰、镍、钛量的测定 电感耦合等离子体原子发射光谱法	GB/T 34500
		水质 铜、锌、铅、镉的测定 原子吸收分光光度法	GB/T 7475
10	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
11	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
12	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



附 录 C
(规范性目录)
作业程序图

