



# 中华人民共和国国家标准

GB/T XXXXX—XXXX

## 废弃锂电池化学品定向循环利用技术指南

Guidelines for directional recycling technology of waste lithium battery chemicals

（征求意见稿）

在提交反馈意见时，请将您知道的相关专利连同支持性文件一并附上。

XXXX – XX – XX 发布

XXXX – XX – XX 实施

国家市场监督管理总局  
国家标准化管理委员会 发布

## 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。

本文件由全国废弃化学品处置标准化技术委员会（SAC/TC294）提出并归口。

本文件起草单位：

本文件主要起草人：

# 废弃锂电池化学品定向循环利用技术指南

## 1 范围

本文件规定了废弃锂电池化学品定向循环的基本原则、循环产业链、可循环利用资源种类、循环利用途径。

本文件适用于废弃锂电池化学品回收利用企业的循环经济实践。其他废弃电池化学品回收利用企业可参照执行。

## 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 7119 节水型企业评价导则
- GB 17167 用能单位能源计量器具配备和管理通则
- GB/T 29115 工业企业节约原材料评价导则
- GB/T 33000 企业安全生产标准化基本规范
- GB/T 33060 废电池处理中废液的处理处置方法
- GB/T 33598.2 车用动力电池回收利用 再生利用 第2部分：材料回收要求
- GB/T 34695—20×× 废弃电池化学品处理处置术语
- GB/T 36496 含氨（铵）废液处理处置方法
- GB/T 39161—2020 行业循环经济实践技术指南编制通则
- HG/T 5963 废电池冷却液处理处置技术规范
- HG/T 6118 废弃锂电池处理企业节水技术导则
- HG/T 6262 再生磷酸铁
- HG/T 6264 废电池处理中铁、铝、钙渣的处理处置方法
- QC/T 1156—2021 车用动力电池回收利用 单体拆解技术规范
- YB/T ×××× 锂离子电池石墨类负极材料回收利用技术规范

## 3 术语和定义

GB/T 34695 界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

### 3.1

**循环经济** **circular economy**

在生产、流通和消费等过程中进行的减量化、再利用、资源化活动的总称。

注1：减量化是指在生产、流通和消费等过程中减少资源消耗和废物产生。

注2：再利用是指将废物直接作为产品或者经修复、翻新、再制造后继续作为产品使用，或者将废物的全部或者部分作为其他产品的部件予以使用。

注3：资源化是指将废物直接作为原料进行利用或者对废物进行再生利用。

[来源：GB/T 39161—2020，3.1]

### 3.2

**定向循环** **directional recycling technology; DRT**

一种让电池产品、原料物质微观粒子结构重构并互逆的循环利用方法。

[来源：GB/T 34695—20××，3.1.10]

### 3.3

**全链条一体化** **integrated of the entire industrial chain; IEIC**

依据定向循环（3.3）的原理，构建一体化链条式的产业关联形态。

[来源：GB/T 34695—20××，3.1.11]

## 4 基本原则

4.1 应符合国家相关法律法规和产业政策要求、遵循减量化、资源化及再利用原则。技术取得一定应用规模，且被实践证明应用可行、经济合理。

4.2 应运用循环经济发展理论，采用清洁生产、资源综合利用等措施构建企业发展循环经济的模式。

4.3 污染物排放应符合国家及地方排放标准、排污许可等强制性要求，各类重点污染物排放总量均不超过国家及地方的总量控制要求。

4.4 通过技术创新或集成减少资源消耗和废物产生、提高固体废弃物和二次能源的资源化利用水平，实现行业内资源、能源利用效率的最大化。

4.5 鼓励采用从电池回收拆解、电极材料粉、金属盐、前驱体、正极材料的全链条一体化布局，提高废弃锂电池化学品回收利用率，减少固体废物的产生。

## 5 循环产业链

鼓励废弃锂电池化学品回收利用企业践行全链条一体化的循环经济发展模式，构建定向循环主产业链，如图1所示。其中：

- a) 以废弃锂电池回收、放电、拆解、破碎分选、热解、湿法回收、材料合成、火法烧结等主要工序构成定向循环主产业链的；
- b) 以石墨再生、余热利用、金属回收、废水回用、二氧化碳捕集与利用、固体废物及副产物综合利用构成定向循环主产业链的延长部分。

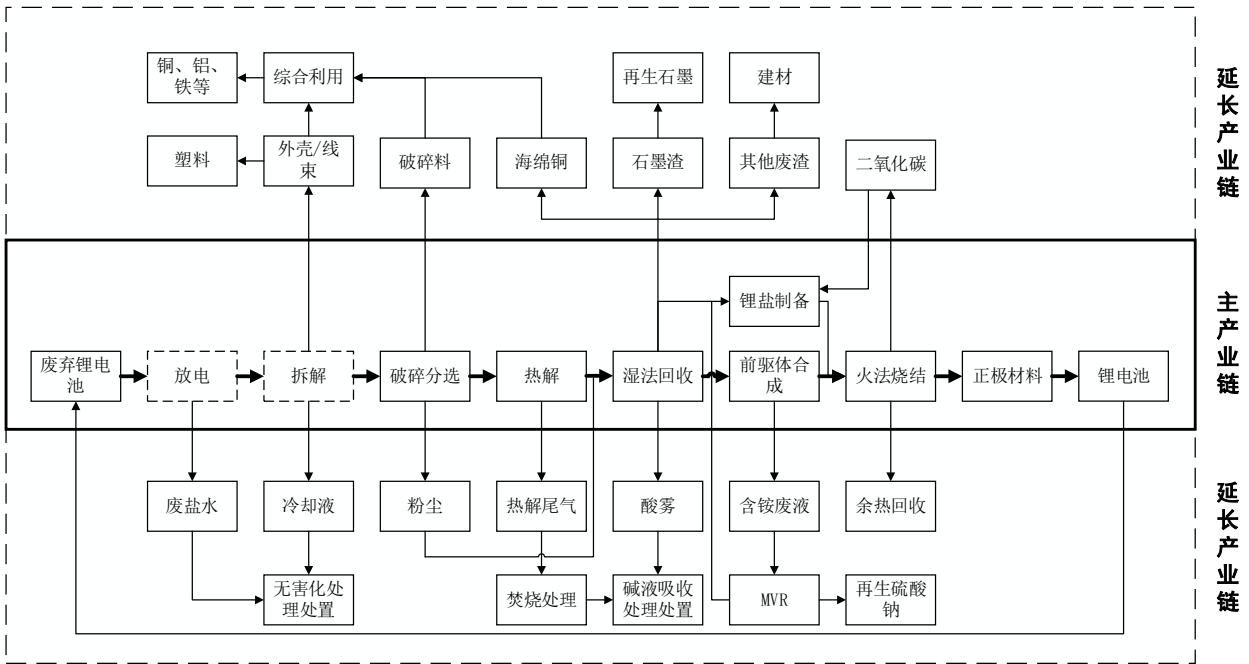


图1 废弃锂电池化学品回收利用行业定向循环产业链

6 可回收利用资源种类

6.1 可回收利用主要废水种类

可回收利用主要废水种类见表1。

表1

序号	工序	可回收利用主要废水种类	主要成分
1	放电	废盐水	氟化物、有机物
2	拆解	冷却液	有机物
3		电解液	氟化物、有机物
4	热解	废气喷淋塔废水	氟化物、有机物
5	湿法回收、前驱体合成、锂盐制备	酸性废水	氟化物、重金属
6		重金属废水（沉钴后液、沉镍母液等）	镍、钴、锰、磷等
7		有机废水（皂化水、反萃水等）	铵盐、有机物
8		含铵废液	铵盐、有机物
9	火法烧结	含锂废水	镍、钴、锰、磷等

6.2 可回收利用主要固体废物或副产物种类

可回收利用主要固体废物或副产物种类见表2。

表2

序号	工序	可回收利用主要固体废物或副产物种类	主要成分
1	拆解	金属外壳	铁或铝
2		金属极耳	铝、镍或铜
3		隔膜	聚丙烯或聚乙烯等
4		高压线束	铜、塑料
5	破碎分选	破碎料	铜或铝
6		除尘灰	镍、钴、锂等
7	湿法回收	石墨渣	石墨
8		铁、铝渣	铁矾、铝矾、氢氧化铁、氢氧化铝
9		钙渣	磷酸钙、碳酸钙
10		磷、铁渣	磷酸铁
11	前驱体合成	蒸汽机械再压缩技术（MVR）处理结晶产物	硫酸钠、氯化钠
12	废水处理	含重金属污泥	镍、钴等

6.3 可回收利用主要废气种类

可回收利用主要废气种类见表3。

表3

序号	工序	可回收利用主要废气种类	主要成分
1	破碎分选	破碎粉尘	镍、钴、锂等
2	火法烧结	烧结烟气	二氧化碳

6.4 可回收利用主要二次能源种类

可回收利用主要二次能源种类见表4。

表4

序号	工序	可回收利用主要废气种类	主要成分
1	火法烧结	烟气余热	余热、余能

7 循环利用途径

7.1 减量化途径

7.1.1 节材

7.1.1.1 宜采用新工艺、新技术，提高各工序环节的综合回收率和元素回收率。综合回收率和元素回收率的计算宜参照 GB/T 33598.2。

7.1.1.2 建立原辅料管理、计量制度和原辅料品质检验台账，宜参照 GB/T 29115 对原料使用量的减少进行评价。

7.1.1.3 鼓励最大程度循环利用废弃锂电池化学品，减少镍、钴、锂等天然矿物资源的使用。

## 7.1.2 节水

7.1.2.1 宜参照 HG/T 6118 要求开展用水和节水管理，宜参照 GB/T 7119 的要求开展节水评价工作。

7.1.2.2 依靠技术进步，采用成熟可靠的节水新工艺、新技术和新设备，降低各工序用水量；同时积极开发废水的重复利用技术，改进和优化废水处理工艺，不断提高复用水率和废水回收率。

7.1.2.3 遵循雨污分流、梯级利用、分类处理、充分回收的原则，因地制宜、因厂制宜地选择成熟可靠、经济合理、设施便于维护的节水技术，在保证安全、经济运行的前提下合理利用水资源，提高用水效率。

7.1.2.4 配备循环用水所需的计量、监控等技术及设备。

## 7.1.3 节能

7.1.3.1 宜参照 GB 17167 配备及使用能源计量器具，建立并运行能耗在线监测系统。宜建立能源管理中心。

7.1.3.2 根据现实情况优化用能结构，在保证安全、质量的前提下减少不可再生能源投入。宜安排不间断连续生产，特别是烧结、干燥等高能耗工序，降低能源损耗。

7.1.3.3 宜使用可再生能源或低碳清洁的能源，控制或减少煤等不可再生能源能源的消耗量。宜建有光伏电站。

## 7.2 资源化及再利用途径

### 7.2.1 废水回收及循环利用

7.2.1.1 建立工序内循环水利用系统、工序间串级水回用系统和厂内污水处理站等，最大限度回收利用废水。

7.2.1.2 放电工序产生的废盐水经处理后可返回工艺系统使用。

7.2.1.3 拆解和热解工序废水回收及循环利用：

——冷却液宜参照 HG/T 5963 的规定进行循环利用，或经处理后返回工艺系统使用；

——电解液经两次燃烧后与热解废气喷淋塔废水混合，经处理达标后循环利用，废液处理宜参照 GB/T 33060 的规定。

7.2.1.4 湿法回收、前驱体合成、锂盐制备废水回收及循环利用：

——酸性废水和重金属废水宜优先回收利用有价值金属离子后经处理达标循环利用；

——有机废水经分离萃取后宜优先回收利用有价值金属离子后经处理达标循环利用；

——含铵废液宜优先经离子膜和 MVR 分离提纯钠盐后经处理达标循环利用，废液处理宜参照 GB/T 36496 的规定。

7.2.1.5 火法烧结工序产生的含锂废水宜优先回收锂后返回工艺系统循环使用。

7.2.2 固体废物资源化利用

7.2.2.1 各工序产生以及除尘设施回收的粉尘，宜返回工艺系统作为原料回收利用。

7.2.2.2 拆解工序固体废物资源化利用：

- 金属外壳和极耳宜经分类回收后送其他行业再制造或再生利用；
- 隔膜宜单独收集后送隔膜生产企业加工为隔膜产品；
- 高压线束宜经剥离分类回收塑料和金属后送其他行业综合利用。

7.2.2.3 破碎分选工序固体废物资源化利用：

- 破碎料宜去除活性物质后分类回收或综合利用；
- 除尘灰宜与电极材料粉一同进行湿法回收提取有价金属。

7.2.2.4 湿法回收工序固体废物资源化利用：

- 石墨渣宜作为原料生产锂离子电池石墨负极材料，回收利用方法宜参照 YB/T ×××× 的规定；
- 铁、铝、钙渣宜作为原料加工为建材产品，处理处置方法宜参照 HG/T 6264 的规定；
- 磷、铁渣宜作为原料生产再生磷酸铁产品，产品符合 HG/T 6262 的规定。

7.2.2.5 前驱体合成工序产生的 MVR 处理结晶产物宜作为原料生产硫酸钠或氯化钠产品。

7.2.2.6 废水处理工序产生的含重金属污泥宜综合回收提取有价金属。

7.2.3 废气资源化利用

火法烧结工序排出的烟气宜进行二氧化碳捕集并回用到锂盐制备工序中，二氧化碳捕集和回收利用的工艺流程如图2所示：

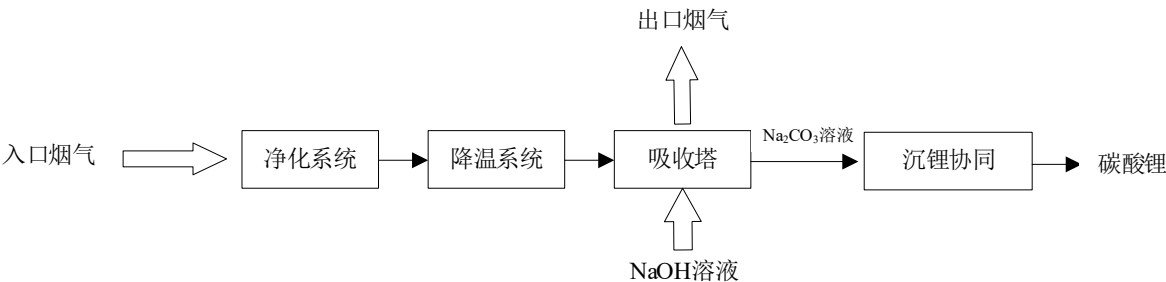


图2 二氧化碳捕集和回收利用工艺流程图

7.2.4 二次能源综合利用

7.2.4.1 进行干燥的物料宜利用火法烧结料冷却过程中的余热进行预干燥，降低干燥工序的电耗，提高余热利用。

7.2.4.2 利用火法烧结工序排出的高热废气与进入烧结炉的空气或氧气进行热交换，提高余热利用。

7.2.4.3 火法烧结工序宜采用动态烧结代替静态烧结，使物料受热更均匀、稳定，提升能效。



## 8 定向循环利用技术

### 8.1 物理工序

8.1.1 通过对电极材料粉湿法回收处理，达到将电池中的各个组分精确分离。包含定向除杂氧浸、碳酸锂合成、磷酸铁合成等工序。

8.1.2 通过参数提取、状态预测以及快速分选等工序对电池高效配组。该系统相较于传统工艺实现提高分选效率约 5 倍以上，降低成本约 50%以上。

8.1.3 通过废弃锂电池包进行拆解得到电池模组，将电池模组不放电直接破碎后，低温蒸发去除电解液，再将物料按照电池组分进行分类收集，除电解液外的其余物料均可以回收，材料回收率 90%以上。

### 8.2 化学工序

通过对电极材料粉进行酸浸溶解后，将镍、钴、锰、锂不全部萃取的工艺，无需液体-固体-液体物相变化，直接通过额外配比投入元素差额定向制备前驱体母液，进而直接合成所需前驱体产品，相较传统工艺实现能耗降低 3 倍以上，降低成本约 20%以上。

### 8.3 全链条一体化工序

通过拆-破-热-分一体化装备、选择性优先提锂、三废协同处置、超长烧结系统等先进装备与工艺，生产镍钴锰酸锂、镍钴锰氢氧化物、电池级锂盐、元明粉、再生轻质建材等产品，实现废弃锂电池化学品定向循环利用。