

ICS 13.030.50

CCS Z 05

团体标准

T/CIECCPA 021—2023

退役锂电池循环利用的清洁生产技术规范

Technical specification for cleaner production of retired lithium
batteries cyclic utilization

2023 - 04 - 26 发布

2023 - 04 - 27 实施

中国工业节能与清洁生产协会 发布

CLECCPA

目 次

前言II

1 范围1

2 规范性引用文件.....1

3 术语和定义1

4 循环利用技术要求.....2

 4.1 原则2

 4.2 生产工艺与设备要求.....2

 4.2.1 生产工艺流程.....2

 4.2.2 入库3

 4.2.3 预处理.....3

 4.2.4 湿法冶炼.....4

 4.2.5 材料合成.....4

5 清洁生产绩效评价要求.....4

 5.1 指标分级4

 5.2 指标体系5

附录 A（规范性） 清洁生产指标计算方法.....7

 A.1 镍、钴、锰、铜、铝的回收率计算.....7

 A.2 锂的回收率计算.....7

 A.3 单位产品综合能耗计算.....7

 A.4 单位产品温室气体排放量计算.....7

 A.5 镍、钴、锂再生材料使用率计算.....7

图 1 生产工艺流程图.....3

表 1 退役锂电池循环利用清洁生产指标体系.....5

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。

本文件由中国工业节能与清洁生产协会提出并归口管理。

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。

本文件起草单位：广东邦普循环科技有限公司、浙江华友钴业股份有限公司、全南县瑞隆科技有限公司、厦门钨业股份有限公司、重庆赛宝工业技术研究院有限公司、浙江新时代中能科技股份有限公司、浙江天能新材料有限公司、池州西恩新材料科技有限公司、广东隼诺环保科技股份有限公司、贝特瑞新材料集团股份有限公司、湖南金凯循环科技有限公司、金驰能源材料有限公司、广东芳源环保股份有限公司、广东光华科技股份有限公司、中机国际工程设计研究院有限公司、武汉动力电池再生技术有限公司、安徽绿沃循环能源科技有限公司。

本文件主要起草人：余海军、谢英豪、方俊宇、肇巍、蔡运萍、刘建安、吕喆、祝小明、张松、郁笑雯、杜光潮、杨思蔚、邓向辉、甄爱钢、张亮、赵志安、杨徐锋、闻靓、黄伟杰、李子坤、张瑞芳、颜群轩、谭群英、周友元、胡泽星、吴芳、龙全安、谭泽、黄司平、梁裕铿、万思成、李怡然、周小辉、张宇平、杜柯、胡天文、李成。

本文件为首次发布。

退役锂电池循环利用的清洁生产技术规范

1 范围

本文件规定了退役锂电池的循环利用技术要求和清洁生产绩效评价要求。

本文件适用于钴酸锂、锰酸锂、磷酸铁锂、镍钴锰酸锂等退役锂电池正极材料的循环利用过程，可用于退役锂离子动力蓄电池清洁生产绩效评估。其他类型的退役锂电池可参照本标准执行。

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 6009 工业无水硫酸钠
- GB/T 26008 电池级单水氢氧化锂
- GB/T 26300 镍钴锰三元素复合氢氧化物
- GB/T 33598 退役动力电池回收利用拆解规范
- GB/T 33598.2 退役动力电池回收利用 再生利用 第2部分：材料回收要求
- GB/T 33598.3—2021 退役动力电池回收利用 再生利用 第3部分：放电规范
- HG/T 4701 电池用磷酸铁
- HG/T 4821 工业氯化钴
- HG/T 4823 电池用硫酸锰
- HG/T 5816—2020 废电池回收热解技术规范
- HG/T 5918 电池用硫酸钴
- HG/T 5919 电池用硫酸镍
- HJ 1186 废锂离子动力蓄电池处理污染控制技术规范（试行）
- QC/T 1156 车用动力电池回收利用 单体拆解技术规范
- WB/T 1061 废蓄电池回收管理规范
- YS/T 582 电池级碳酸锂
- YS/T 633 四氧化三钴
- YS/T 1174—2017 废旧电池破碎分选回收技术规范
- YS/T 1366 海绵铜
- YS/T 1027 磷酸铁锂

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

退役 retired

发生损坏或达到使用年限而终止使用。

3.2

清洁生产 cleaner production

不断采取改进设计、使用清洁的能源和原料、采用先进的工艺技术与设备、改善管理、综合利用等措施，从源头削减污染，提高资源利用效率，减少或者避免生产、服务和产品使用过程中污染物的产生和排放，以减轻或者消除对人类健康和环境的危害。

3.3

退役锂电池资源循环利用 retired lithium battery cyclic utilization

退役锂电池从入厂，经过物理处理、湿法冶炼和材料合成后成为电池材料的一种资源综合利用过程。

3.4

再生原料 recycled raw materials

由各种有价值资源废弃物经过破碎、分选、富集、冶炼等一种或多种加工工艺处理后，得到用于再生材料生产的原料。

3.5

再生材料 recycled materials

再生原料经过深度除杂、修复或合成等加工处理后，得到的可直接供电池生产利用的材料，以单一元素表示，如：再生锂材料、再生镍材料、再生钴材料等。

3.6

定向循环 constant circulation

退役锂电池经过物理、化学等方法再生利用重新制备成产品，并作为再生材料用于锂电池。

4 循环利用技术要求

4.1 原则

4.1.1 退役锂电池的清洁循环利用应遵循“减量化、再利用、资源化”的原则。

4.1.2 在退役锂电池清洁循环利用过程中应符合以下方面要求：

- a) 全面考虑利用各阶段对环境的影响，采取减缓负面环境影响的措施；
- b) 高效利用并节约使用能源、资源；
- c) 采用国家鼓励的先进技术和工艺，不应使用国家或有关部门发布的淘汰或禁止的技术、工艺、装备及相关物质；
- d) 使用环境性能优良的辅助材料；
- e) 加强废物管理，优先使用源削减技术，提高废物的循环利用与资源化利用效率；
- f) 退役锂电池循环利用过程中应遵循 HJ 1186 的要求；
- g) 鼓励将再生原料和再生材料重新用于电池生产过程。
- h) 鼓励自动化、高效率和高安全性的退役锂电池模组分离、定向循环利用和逆向拆解技术。
- i) 鼓励建立从电池回收、电极材料粉、金属盐、前驱体、正极材料的全链条一体化产业园项目，减少中间环节。

4.2 生产工艺与设备要求

4.2.1 生产工艺流程

退役锂电池正极材料循环利用规程的生产工艺流程图如图1所示。

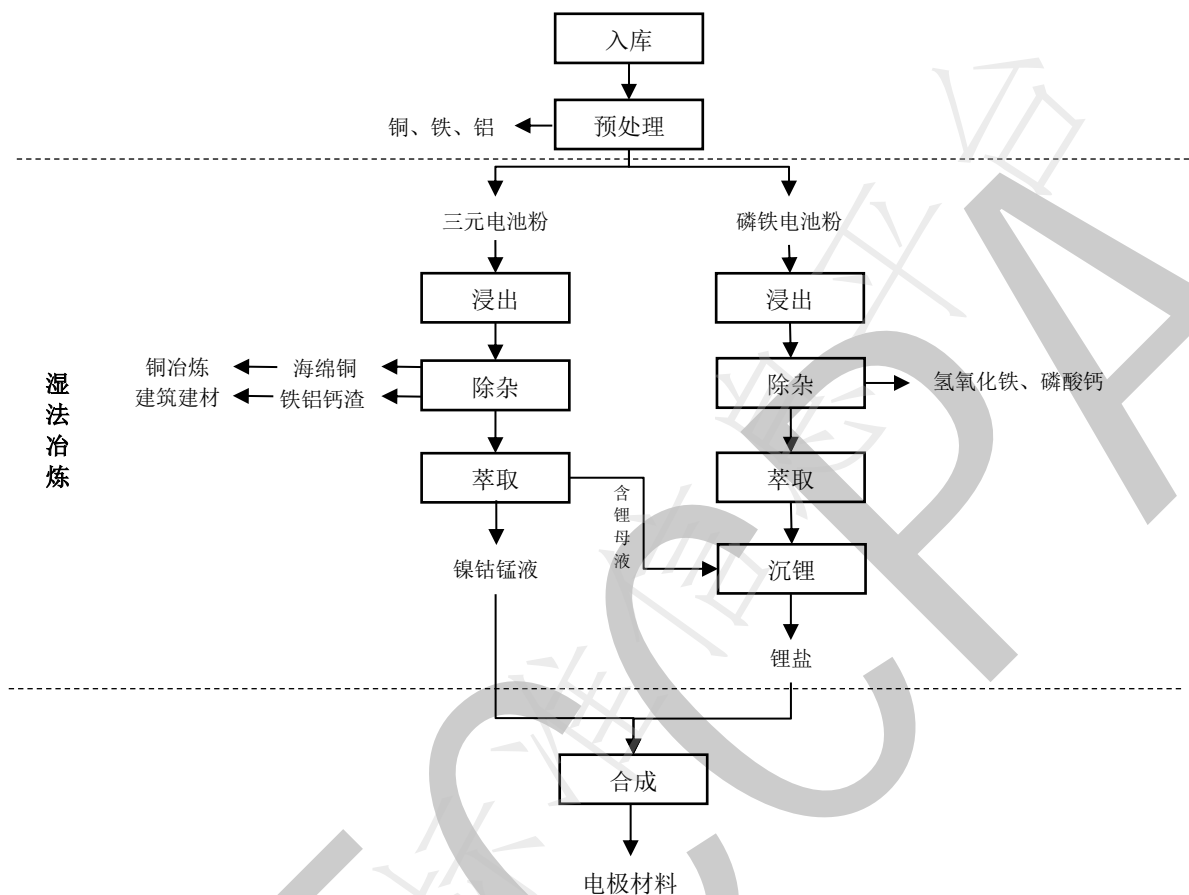


图1 生产工艺流程图

4.2.2 入库

4.2.2.1 退役锂电池入库前应进行信息采集及检测，采集电池信息录入新能源汽车国家监测与动力蓄电池回收利用溯源综合管理平台。

4.2.2.2 退役锂电池的贮存应符合 WB/T 1061 要求。发现存在发热、漏液、冒烟、漏电、外壳破损等情形的，应采用专用容器单独存放并及时处理，避免废锂电池自燃引起的环境风险。

4.2.2.3 贮存漏液、冒烟、漏电、外壳破损等情形的退役锂电池时，贮存库房或容器应采用微负压设计，并配备相应的安全监控（如温度、烟感）、消防设施、废气收集和处理设施。

4.2.3 预处理

4.2.3.1 放电处理

4.2.3.1.1 采用规范的放电流程进行放电，降低安全风险，放电处理工艺应符合 GB/T 33598.3—2021 中第 5 章要求。

4.2.3.1.2 应使用合规的放电设备，提高放电过程的安全保障，放电设备应符合 GB/T 33598.3—2021 中 4.4 要求。鼓励使用更为安全、环保的专用放电设备设施。

4.2.3.2 拆解

4.2.3.2.1 应按正规流程拆解退役锂电池，提高回收率，减少固体废物和危险废物产出。其中，电池包、模块的拆解工艺应符合 GB/T 33598 的要求，单体的拆解工艺应符合 QC/T 1156 的要求。

4.2.3.2.2 应采用先进的电池拆解工艺，鼓励自动化拆解和精细化拆解。电池拆解宜使用《国家鼓励发展的重大环保技术装备目录（2017 年版）》上推荐的“废旧动力电池自动化拆解成套装备”

4.2.3.3 热解

4.2.3.3.1 热解工艺应符合 HG/T 5816—2020 中 5.1 要求。

4.2.3.3.2 除控制系统、自动上料运输装置、热解装置、循环冷却装置、自动出料及产物收集装置外，热解设备还应包含尾气净化装置，防止废气直接排放至大气中造成环境污染。

4.2.3.3.3 热解过程宜配备余热回收设施，提高能量利用效率。

4.2.3.4 破碎分选

4.2.3.4.1 破碎分选应在微负压系统中进行，工艺应符合 YS/T 1174—2017 中第 5 章要求。

4.2.3.4.2 破碎分选工艺应配备旋风分离器、布袋除尘装置等除尘装置，产生的废气经收尘、废气处理后达标排放。

4.2.3.4.3 破碎分选工艺宜采用自动化机械设备，提高破碎分选回收率。

4.2.4 湿法冶炼

4.2.4.1 浸出

4.2.4.1.1 应根据材料合成（4.2.5）的需求选择合适的浸出溶液剂。

4.2.4.1.2 浸出渣宜采用高酸浸出工艺重复浸出，降低有价值元素的损失率，减少固体废物产出量。

4.2.4.1.3 废渣应经处理有效除去所含镍、钴等重金属元素后进行排放，或交由有资质的企业进行处理。

4.2.4.2 除杂

4.2.4.2.1 应采用选择性高的除杂方式，确保杂质元素得到合理去除的同时，降低镍、钴、锰、锂等元素的流失。

4.2.4.2.2 宜使用低毒性化学试剂，避免额外引入具有污染性的杂质离子。

4.2.4.2.3 副产海绵铜应交由有关金属加工和冶炼企业进行精炼，铁、铝、钙渣宜用于建材领域进行资源化利用。

4.2.4.3 萃取

4.2.4.3.1 应根据金属元素特性选取合适的萃取剂，提高目标产品溶液的纯度。

4.2.4.3.2 萃取剂应经过除杂后循环使用，降低萃取剂的消耗量。

4.2.4.3.3 萃取车间应严格控制明火和静电，并配备相应的安全监管设施和消防设施，提高安全风险管控。

4.2.5 材料合成

4.2.5.1 一般要求

4.2.5.1.1 前驱体和正极材料合成过程中再生材料的使用比例应符合表 1 指标要求。

4.2.5.1.2 退役锂电池经循环利用得到前驱体和正极材料应满足表 1 中列明的产品标准。

4.2.5.1.3 前驱体和正极材料合成过程宜采用效率高、能耗低、水耗低、物耗低的设备。

4.2.5.2 前驱体合成

前驱体合成过程中产生的高盐废水宜使用 MVR 等工艺处理后重新回用，降低水资源消耗，减少废水产生。

4.2.5.3 正极材料合成

正极材料合成过程应减少非电能源的使用，宜使用绿色电力。

5 清洁生产绩效评价要求

5.1 指标分级

本文件给出了退役锂电池回收利用行业生产过程清洁生产的三级技术指标：

- 一级：国内清洁生产领先水平；
- 二级：国内清洁生产先进水平；
- 三级：国内清洁生产基本水平。

5.2 指标体系

退役锂电池循环利用清洁生产指标要求如表1所示。

表1 退役锂电池循环利用清洁生产指标体系

评价指标			清洁生产等级水平		
			一级	二级	三级
产品指标	镍钴锰三元素复合氢氧化物		符合GB/T 26300要求		
	电池用磷酸铁		符合HG/T 4701要求		
	电池级碳酸锂		符合YS/T 582要求		
	电池级单水氢氧化锂		符合GB/T 26008要求		
	四氧化三钴		符合YS/T 633要求		
	磷酸铁锂		符合YS/T 1027要求		
资源能源利用指标	镍回收率/%		≥98	≥97	≥96
	钴回收率/%		≥98	≥97	≥96
	锰回收率/%		≥98	≥97	≥96
	锂回收率/%		≥87	≥86	≥85
	铜回收率/%		≥90	≥85	≥80
	铝回收率/%		≥90	≥85	≥80
	单位产品综合能耗 (kgce/t)	镍钴锰三元氢氧化物	≤2000	≤2200	≤2500
		镍钴锰酸锂	≤3800	≤4000	≤4500
	单位产品温室气体 排放量 (tCO ₂ e/t)	镍钴锰三元氢氧化物	≤22	≤25	≤28
		镍钴锰酸锂	≤40	≤45	≤50
再生材料使用率指标	使用率/%	镍 (Ni)	≥12	≥4	≥2
		钴 (Co)	≥20	≥12	≥6
		锂 (Li)	≥10	≥4	≥2
污染物控制指标	废水、废气中污染物排放指标		符合HJ 1186要求		
	单位产品废水排放量 (m ³ /t)		≤60	≤70	≤85
	单位产品废气中颗粒物排放量 (g/t)		≤350	≤380	≤420

表 1 退役锂电池循环利用清洁生产指标体系（续）

评价指标	清洁生产等级水平
------	----------

		一级	二级	三级
污染物控制指标	单位产品废气中二氧化硫排放量（g/t）	≤200	≤220	≤250
	单位产品废气中氮氧化物排放量（g/t）	≤400	≤420	≤450
	单位产品固体废物产生量（t/t）	≤2.0	≤2.5	≤3.0
生产管理指标	环境法律法规标准	符合国家和地方有关法律、法规。污染物排放达到国家和地方污染物排放标准、总量控制要求。排污许可证以及危险废物收集、贮存、运输和处置符合管理要求。		
	生产过程环境管理	每个生产工序要有操作规程，对重点岗位要有作业指导书；易造成污染的设备和废物产生部位要有警示牌；生产工序能分级考核。		
	环境管理制度	按照 GB/T 24001 建立运行环境管理体系，相关环境管理手册、程序文件及作业文件等齐备。	环境管理制度健全，原始记录及统计数据齐全有效。	
注：相关回收率、再生材料使用率、单位产品综合能耗、单位产品温室气体排放量等应按照附录A计算。				

附录 A
(规范性)
清洁生产指标计算方法

A.1 镍、钴、锰、铜、铝的回收率计算

镍、钴、锰、铜、铝的回收率以 R_a 计，按公式(A.1)计算：

$$R_a = \frac{m_a}{M_a} \times 100\% \quad (\text{A.1})$$

式中：

m_a ——单位质量目标退役锂电池经回收后获得某元素的质量，单位为千克(kg)；

M_a ——回收前单位质量目标退役锂电池中某元素的质量，单位为千克(kg)。

A.2 锂的回收率计算

锂的回收率以 R_b 计，按公式(A.2)计算：

$$R_b = \frac{\rho_b \times V_b}{M_b} \times 100\% \quad (\text{A.2})$$

式中：

ρ_b ——单位质量目标退役锂电池经回收处理，得到纯溶液中锂元素的质量浓度，单位为千克每立方米(kg/m³)

V_b ——单位质量目标退役锂电池经回收处理，得到纯溶液的体积，单位为立方米(m³)；

M_b ——单位质量目标退役锂电池中锂元素的质量，单位为千克(kg)。

A.3 单位产品综合能耗计算

单位产品综合能耗以 E_z 计，以千克标准煤每吨(kgce/t)表示，按公式(A.3)计算：

$$E_z = \frac{e}{P} \quad (\text{A.3})$$

式中：

e ——统计期内工厂实际消耗的各种能源实物量，单位为千克标准煤(kgce)；

P ——统计期内合格产品产量，单位为吨(t)。

A.4 单位产品温室气体排放量计算

单位产品温室气体排放量以 C 计，以吨二氧化碳当量每吨(tCO₂e/t)表示，按公式(A.4)计算：

$$C = \frac{E_c}{P} \quad (\text{A.4})$$

式中：

E_c ——统计期内工厂边界范围内的温室气体排放量，单位为吨二氧化碳当量(tCO₂e)；

P ——统计期内合格产品产量，单位为吨(t)。

A.5 镍、钴、锂再生材料使用率计算

再生材料的使用率以 R_c 计，按公式(A.5)计算：

$$R_c = \frac{m_c}{M_c} \quad (\text{A.5})$$

式中：

T/CIECCPA 021—2023

m_c ——生产的电池材料中来自再生材料的元素c的质量，单位为千克（kg）；

M_c ——生产的电池材料中元素c的总质量，单位为千克（kg）。
