

退役锂电池回收利用风险评估技术规范

Technical specification for risk assessment of retired lithium battery recycling and utilization

（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

江 苏 省 市 场 监 督 管 理 局 发 布

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 基本原则与评估准备 2

 4.1 评估对象、实施主体和评估目标 2

 4.2 基本原则 3

 4.3 资料收集与现场核实 3

 4.4 数据核查 4

5 风险筛查与等级划分 4

 5.1 一般要求 4

 5.2 指标体系 4

 5.3 单项指标计算与赋分 5

 5.4 综合评估指数计算与风险等级划分 5

 5.5 重点风险指标与重点风险单元识别 5

6 评估报告 6

附录 A 退役锂电池回收利用清单数据收集表示例（资料性） 7

附录 B 单项指标计算方法示例（资料性） 11

附录 C 筛查阈值与单项指标阈值判定方法（规范性） 13

附录 D 单项指标赋分、综合评估指数与贡献率计算方法（规范性） 15

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。

本文件由江苏省生态环境厅提出。

本文件由江苏省生态环境厅归口。

本文件起草单位：南京大学、江苏省环境科学研究院、中国科学院过程工程研究所、中国环境科学研究院、江苏华友能源科技有限公司、衢州华友资源再生科技有限公司、浙江大学、北京科技大学、上海炙云新能源科技有限公司、安徽绿沃循环能源科技有限公司。

本文件主要起草人：

退役锂电池回收利用风险评估技术规范

1 范围

本文件规定了退役锂电池回收利用环境风险评估的基本原则、评估准备、风险筛查、等级划分、重点风险识别和评估报告要求。

本文件适用于退役锂电池回收利用企业对厂区内回收利用过程开展环境风险筛查、综合风险等级划分、重点风险指标和重点风险单元识别以及技术路径比选。

本文件不适用于退役锂电池生产、销售、使用、社会源收集、道路运输以及厂外贮运过程的环境风险评价；不替代建设项目环境影响评价、排污许可管理、突发环境事件风险评估、危险废物鉴别、安全评价和职业健康评价等法定管理要求。

注：本文件所称风险评估，是基于回收利用过程中的资源能源消耗、污染物排放、污染治理过程和生命周期环境影响指标开展的筛查性评价；不涉及基于环境受体暴露、剂量-效应关系和风险表征的健康风险评价或生态风险评价。

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 24040-2008 环境管理 生命周期评价 原则与框架
GB/T 39224—2020 废旧电池回收技术规范
HJ 1186—2021 废锂离子动力蓄电池处理污染控制技术规范（试行）

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1 退役锂电池 retired lithium battery

因容量衰减、性能下降、安全风险、使用期限届满或其他原因，不再满足原设计用途或原使用场景要求的锂离子电池。

[来源：GB/T 39224—2020，3.1；HJ 1186—2021，3.1，有修改]

3.2 电极材料粉料制备 electrode material powder preparation

以退役锂电池放电、拆解、破碎、分选、热解或低温热处理、筛分、电极材料粉料收集等为主要过程，获得含正极活性材料、负极材料及相关金属组分粉料的处理过程。

[来源：HJ 1186—2021，3.5、3.7、3.8、5.3，有修改]

注：电极材料粉料制备过程可包括粉尘、热解气、酸性气体、挥发性有机物及其他污染物的收集和治理过程。

3.3 湿法回收 hydrometallurgical recovery

采用浸出、净化、分离、萃取、沉淀、结晶、电积等湿法冶金过程，从退役锂电池或其中间产物中回收金属元素或制备再生产品的过程。

[来源：HJ 1186—2021，3.5、3.8、5.4，有修改]

3.4 火法回收 pyrometallurgical recovery

采用焙烧、熔炼、还原、精炼等热处理或冶炼过程，从退役锂电池或其中间产物中回收金属元素、合金材料或制备再生产品的过程。

[来源：HJ 1186—2021，3.5、3.7、5.4，有修改]

3.5 直接再生 direct regeneration

在基本保持电极活性材料结构的基础上，通过补锂、热处理、表面修复、结构修复或组分调控等过程，使退役锂电池电极材料恢复或改善电化学性能的再生过程。

[来源：HJ 1186—2021，3.5、3.8、5.4，有修改]

3.6 功能单位 functional unit

作为单项指标计算和结果比较基准的量化单位。

[来源：GB/T 24044—2008，3.20，有修改]

注：本文件中单项指标计算应统一采用1 t评估对象处理量作为功能单位；涉及不同物料形态、处理阶段或工艺的，应明确评估对象、系统边界和折算关系。

3.7 系统边界 system boundary

本文件环境风险评估中纳入数据收集、指标计算、贡献分析和结果解释的工艺过程、物料流、能源流和污染物流的范围。

[来源：GB/T 24044—2008，3.32，有修改]

注：系统边界应根据评估对象和功能单位确定，并说明纳入的数据和工艺范围。

3.8 综合评估指数 comprehensive assessment index

根据单项指标赋分结果及其权重计算得到的数值，用于退役锂电池回收利用过程综合风险等级划分。

4 基本原则与评估准备

4.1 评估对象、实施主体和评估目标

- 4.1.1 应以退役锂电池进入回收利用企业厂区后，在回收利用及相关污染治理过程中产生的生命周期环境影响为评估对象。
- 4.1.2 退役锂电池回收利用企业是环境风险评估的责任主体，可自行组织开展环境风险评估，也可委托具备相应技术能力的第三方机构开展。
- 4.1.3 退役锂电池回收利用环境风险评估旨在划分回收利用过程综合风险等级，识别重点风险指标和重点风险单元，为企业过程控制、工艺优化和技术路径比选提供依据。

4.2 基本原则

4.2.1 开展环境风险评估应遵循以下原则：

- a) 合规性。退役锂电池回收利用企业应符合国家和地方有关法律法规、标准规范及管理要求；存在重大环境违法违规情形的，应整改到位后再开展环境风险评估。
- b) 科学性。应基于明确的评估对象、功能单位、系统边界和数据来源，采用适用的指标计算、阈值判定和综合评价方法，保证评估依据充分、计算过程合理、评估结果科学。
- c) 一致性。应保持功能单位、系统边界、数据口径、评价方法和计算规则一致；因电池类型、物料形态、处理阶段或数据来源不同导致结果可比性受限的，应在评估报告中说明。
- d) 可追溯性。所采用数据应来源明确、口径清晰、过程可核查；采用不同来源数据的，应说明数据来源、适用性和不确定性。

4.2.2 退役锂电池回收利用环境风险评估工作流程见图1。

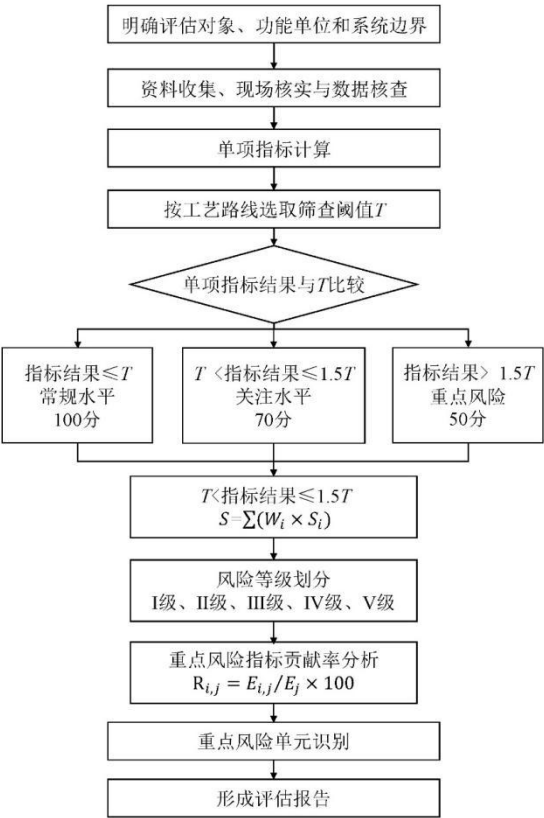


图1 退役锂电池回收利用环境风险评估工作流程

4.3 资料收集与现场核实

4.3.1 开展资料收集与现场核实前，应明确评估目标、评估对象、功能单位、系统边界、评价周期、单项指标和数据来源要求。

4.3.2 资料收集应覆盖系统边界内各单元过程，内容宜包括企业情况、工艺运行、物料与能源消耗、污染物排放、固体废物产生、污染治理设施运行、监测数据及环境管理台账等。

4.3.3 现场核实应在资料收集基础上开展，重点核实工艺路线、物料流向、能源和水资源消耗、污染治理设施运行、固体废物管理及关键数据的真实性和一致性，并形成现场核实记录。

4.4 数据核查

4.4.1 数据核查应围绕单项指标计算需要，重点核查数据的完整性、一致性、代表性和可追溯性，确保数据能够按功能单位和系统边界进行归集、换算和计算。

4.4.2 应核查主要输入输出流的覆盖情况，以及评价周期、计量口径、单位换算、监测或统计方法的一致性；必要时，可结合物料平衡、能量平衡或企业运行记录进行核验。

4.4.3 采用不同来源数据的，宜优先采用与评估对象、评价周期和系统边界一致的实测数据、监测数据或经核验的企业运行数据；采用背景数据库、行业数据库、软件内置数据库、替代数据、估算数据或公开资料数据的，应说明数据来源、适用性、主要假设和处理方法。

5 风险筛查与等级划分

5.1 一般要求

5.1.1 风险筛查与等级划分应在评估对象、功能单位、系统边界和数据来源明确，并完成数据核查后开展。

5.1.2 退役锂电池回收利用工艺路线可分为电极材料粉料制备、湿法回收、火法回收和直接再生。筛查阈值和评估方法应按评估对象所属工艺路线选取；电极材料粉料制备适用于不包含后续湿法回收、火法回收或直接再生过程的独立处理工艺。

5.1.3 评估对象的系统边界应覆盖相应回收利用过程、污染治理过程和辅助系统。以湿法回收、火法回收或直接再生为主体工艺路线的，应将必要的前端处理纳入系统边界。

5.1.4 同一企业存在不同工艺路线或不同产线的，应根据评估目标和实际生产边界分别确定评估对象；无法统一功能单位或系统边界的，应分项列示，不宜直接进行综合排序。

5.2 指标体系

退役锂电池回收利用环境风险评估指标体系包括环境影响、人体健康和资源消耗三类一级指标。二级指标包括全球变暖潜势、富营养化潜势、酸化潜势、光化学臭氧生成潜势、人体毒性-致癌效应、人体毒性-非致癌效应、非生物资源耗竭潜势和水资源消耗。指标体系见表 1。

表 1 退役锂电池回收利用环境风险评估指标体系

一级指标	二级指标	指标说明
环境影响	全球变暖潜势（GWP）	表征温室气体排放相关气候变化影响
	富营养化潜势（EP）	表征氮、磷等排放导致水体富营养化的潜势
	酸化潜势（AP）	表征酸性气体或酸化物质排放导致环境酸化的潜势
	光化学臭氧生成潜势（POFP）	表征挥发性有机物等排放导致近地面臭氧生成的潜势
人体健康	人体毒性-致癌效应（HTC）	表征污染物释放对人体产生致癌效应的潜势
	人体毒性-非致癌效应（HTNC）	表征污染物释放对人体产生非致癌效应的潜势
资源消耗	非生物资源耗竭潜势（ADP）	表征矿产、金属等非生物资源消耗
	水资源消耗（WS）	表征回收利用过程水资源消耗

5.3 单项指标计算与赋分

5.3.1 单项指标计算

单项指标计算应以表 1 规定的二级指标为对象，在统一功能单位和系统边界下开展。应根据表 1 规定的单项指标归集相关清单项目，并采用相应特征化因子计算。清单数据收集表见附录 A，指标计算方法参见附录 B。

具备工艺单元数据条件的，可按系统边界内各工艺单元分别计算单项指标结果，并对同一指标在各工艺单元的结果进行加和，得到评估对象整体的单项指标结果。

5.3.2 单项指标阈值判定与赋分

应将评估对象整体的单项指标结果与附录 C 中相应筛查阈值 T 进行阈值判定，并按照附录 D 进行赋分。

筛查阈值 T 应按评估对象所属工艺路线选取。

电极材料粉料制备阈值适用于不包含后续湿法回收、火法回收或直接再生过程的独立处理工艺；湿法回收、火法回收和直接再生阈值适用于以相应工艺路线为主体的回收利用过程。

5.4 综合评估指数计算与风险等级划分

5.4.1 综合评估指数计算

综合评估指数应按照单项指标赋分结果和相应权重加权计算。计算方法见附录 D。综合评估指数计算结果用于对退役锂电池回收利用过程整体环境风险水平进行评价。

5.4.2 风险等级划分

风险等级根据综合评估指数 S 按表 2 划分为 I 级、II 级、III 级、IV 级和 V 级。其中，I 级为低风险，II 级为较低风险，III 级为中等风险，IV 级为较高风险，V 级为高风险。

表2 退役锂电池回收利用环境风险等级划分

风险等级	综合评估指数 S	等级说明	建议措施
I级	90≤S≤100	综合风险水平低	保持现有管理要求，持续改进
II 级	80≤S<90	综合风险水平较低	加强常规管理和数据跟踪
III级	70≤S<80	综合风险水平中等	开展重点指标核查和过程优化
IV级	60≤S<70	综合风险水平较高	制定改进措施，强化过程控制
V 级	S<60	综合风险水平高	列为重点改进对象，开展专项核查

5.5 重点风险指标和重点风险单元识别

5.5.1 重点风险指标和重点风险单元识别应在综合风险等级划分后开展，其结果用于解释风险来源和提出改进方向，不改变按综合评估指数 S 确定的综合风险等级。

5.5.2 单项指标结果大于 1.5T 的，应识别为重点风险指标。

5.5.3 对重点风险指标，应按附录 D 计算各工艺单元对该指标结果的贡献率，并按贡献率由高到低排序，结合现场核实结果确定重点风险单元。

6 评估报告

风险评估报告应真实、准确、简明地反映评估对象、功能单位、系统边界、数据来源、单项指标阈值判定与赋分结果、综合评估指数、风险等级划分结果、重点风险指标、重点风险单元识别结果、结论与建议等内容。

风险评估报告可采用文字、图、表相结合的形式编制。

附录 A

(资料性)

退役锂电池回收利用清单数据收集表示例

A.1 概述

本附录给出了退役锂电池回收利用环境影响指标计算所需清单数据收集表的资料性示例。实际使用时，可根据评估对象、电池类型、工艺路线、系统边界、工艺单元划分和数据可得性调整表格内容。

所收集数据应与评价周期、功能单位和系统边界一致，并能够折算至所定义的功能单位。采用不同来源数据的，应在表中说明数据来源、统计口径、折算方法、适用性和不确定性。

涉及背景过程数据的，应记录所采用数据库或数据集名称、版本、数据年份、地域范围或适用性说明。

A.2 评估对象与系统边界信息表

评估对象与系统边界信息宜按表 A.1 进行记录。

表 A.1 评估对象与系统边界信息表

项目	填报内容
企业名称	
评估对象	
电池类型	
工艺路线	电极材料粉料制备、湿法回收、火法回收、直接再生或其他
评价周期	
功能单位	
系统边界起点	
系统边界终点	
纳入系统边界的工艺过程	
纳入系统边界的污染治理过程	
纳入系统边界的辅助系统	
未纳入系统边界的过程及说明	
主要产品、再生产品或资源化产物	
主要残余物及去向	
主要数据来源	
不同物料形态或处理阶段的折算关系	
其他需要说明的事项	

A.3 单元过程基本信息表

系统边界内各单元过程的基本信息宜按表 A.2 进行记录。

表 A.2 单元过程基本信息表

项目	填报内容
单元过程名称	

项目	填报内容
所属工艺路线	
所属生产线或工艺段	
评价周期	
主要功能	
主要输入物料	
主要输出物料	
主要能源和水资源消耗	
主要污染物排放	
主要固体废物或残余物	
对应污染治理设施或辅助系统	
与上下游单元过程的关系	
与功能单位的折算关系	
数据来源及说明	

A. 4 单元过程清单数据收集表

系统边界内各单元过程的物料输入、能源和水资源消耗、产品输出、污染物排放及固体废物产生等清单数据宜按表 A.3 进行记录。

表 A. 3 单元过程清单数据收集表

数据类别	项目名称	原始单位	原始数量	折算至功能单位后的数量	数据来源及说明	去向、用途或排放介质
材料输入	退役锂电池、模组、单体或中间物料				说明数据来源、统计周期、计算方式、折算方法和不确定性	
	电极材料粉料或其他中间产物				说明物料来源、统计口径和折算方法	
	药剂及辅助材料				说明药剂种类、数据来源、统计口径和折算方法	
能源输入	电力				说明电表读数、分摊方法或估算依据	
	燃料、蒸汽或其他能源				说明能源类型、计量方式、低位热值或折算方法	
水资源消耗	新鲜水、纯水或循环补充水				说明计量方式、统计周期和分摊方法	

数据类别	项目名称	原始单位	原始数量	折算至功能单位后的数量	数据来源及说明	去向、用途或排放介质
产品输出	主产品、再生产品或资源化产物				说明称重、计量、检测或台账来源	
	共生产品或副产品				说明去向、分配方法和折算关系	
大气排放	环评文件、排污许可、自行监测方案或实际排放核算中涉及的主要废气污染物				说明废气量、污染物浓度、监测数据、核算方法和不确定性	排放口、无组织排放或其他排放介质
水体排放	环评文件、排污许可、自行监测方案或实际排放核算中涉及的主要废水污染物				说明废水量、污染物浓度、监测方法、排放去向和核算方法	废水排放口、回用系统或其他去向
固体废物产生	一般工业固体废物				说明产生量、计量方式、贮存方式、利用或处置去向	贮存、利用、处置或外委去向
	危险废物或疑似危险废物				说明废物类别、产生量、台账、贮存和转移去向	贮存、利用、处置或外委去向
其他输入输出	其他需要纳入的输入或输出流				说明纳入原因、数据来源和处理方法	

A. 5 污染治理与辅助系统数据收集表

污染治理设施和辅助系统的运行数据宜按表 A.4 进行记录。相关数据可用于核算污染治理过程和辅助系统的能源消耗、药剂消耗、污染物去除量、排放量及次生污染物产生量。

表 A. 4 污染治理与辅助系统数据收集表

系统或设施类别	设施或系统名称	处理对象或服务对象	运行参数或统计项目	单位	数量	数据来源及说明	备注
废气治理设施		粉尘、热解气、酸性气体、VOCs 或其他废气	处理风量			说明监测、在线数据、设计资料或估算依据	
			电力、燃料或蒸汽消耗			说明计量方式、统计周期和分摊方法	
			药剂、吸附材料或催化材料消耗			说明药剂或材料类型、领料台账和折算方法	
			入口污染物浓度或产生量			说明监测方法、采样位置和统计口径	

系统或设施类别	设施或系统名称	处理对象或服务对象	运行参数或统计项目	单位	数量	数据来源及说明	备注
			出口污染物浓度或排放量			说明监测方法、采样位置和核算方法	
			次生固体废物或危险废物产生量			说明产生量、属性、贮存方式和去向	
废水治理设施		生产废水、清洗废水、喷淋废液或其他废水	处理水量			说明流量计、台账或估算依据	
			电力消耗			说明计量方式、统计周期和分摊方法	
			药剂消耗			说明药剂类型、领料台账和折算方法	
			入口污染物浓度或产生量			说明监测方法、采样位置和统计口径	
			出口污染物浓度或排放量			说明监测方法、采样位置和核算方法	
			污泥、浓缩液或其他次生废物产生量			说明产生量、属性、贮存方式和去向	
固体废物贮存或处理设施		一般工业固体废物、危险废物或残余物	贮存量、处理量或转移量			说明台账、转移联单、称重记录或其他依据	
辅助系统		空压、循环冷却、供热、供水、纯水制备或其他辅助系统	电力、燃料、水或药剂消耗			说明计量方式、分摊方法和折算关系	
其他系统或设施			其他需要纳入的运行数据			说明纳入原因、数据来源和处理方法	

附录 B

(资料性)

单项指标计算方法示例

B.1 通用计算方法

本附录给出了退役锂电池回收利用单项指标计算的资料性示例，用于说明清单数据、特征化因子和单项指标结果之间的计算关系。实际计算时，应根据评估对象、功能单位、系统边界、评价方法和特征化因子来源确定具体参数。

单项指标结果可按式（B.1）计算：

$$E_j = \sum(Q_i \times CF_{i,j}) \dots\dots\dots (B.1)$$

式中：

- E_j——第 j 项单项指标结果；
- Q_i——第 i 项清单数据，宜采用折算至功能单位后的物料、能源、水资源消耗或污染物排放数量；
- CF_{i,j}——第 i 项清单数据对应第 j 项单项指标的特征化因子。

B.2 指标、单位及特征化因子来源

单项指标的名称、缩写、常用单位、评价方法和主要清单项目可按表 B.1 选取。同一评估对象内，同一指标应采用一致的评价方法、方法版本、特征化因子来源、单位和数据口径。

表 B.1 单项指标及计算参考

指标名称	缩写	常用单位	评价方法或因子来源	主要清单项目
全球变暖潜势	GWP	kg CO ₂ eq	IPCC 或现行碳排放因子	电力、燃料、蒸汽、温室气体排放及相关过程数据
富营养化潜势	EP	kg PO ₄ ³⁻ eq、kg P eq 或 kg N eq	ReCiPe、CML 或同类方法	COD、氨氮、总氮、总磷及相关废水排放
酸化潜势	AP	kg SO ₂ eq	ReCiPe、CML 或同类方法	SO _x 、NO _x 、HCl、HF、NH ₃ 、酸雾及相关排放
光化学臭氧生成潜势	POFP	kg NMVOC eq	ReCiPe 或同类方法	VOCs、溶剂、萃取剂、电解液残留及相关废气排放
人体毒性-致癌效应	HTC	kg 1,4-DCB eq 或所选评价方法规定单位	CML 或同类方法	具有致癌毒性潜势的重金属、无机物和有机污染物排放
人体毒性-非致癌效应	HTNC	kg 1,4-DCB eq 或所选评价方法规定单位	CML 或同类方法	具有非致癌毒性潜势的重金属、无机物和有机污染物排放
非生物资源耗竭潜势	ADP	kg Sb eq 或模型规定单位	CML 或同类方法	镍、钴、锂、锰、铜、铝等金属资源及相关原辅材料
水资源消耗	WS	m ³	实测、统计或核算用水量	工艺用水、清洗水、冷却水、废水处理用水

注：人体毒性-致癌效应和人体毒性-非致癌效应的单位应与所采用的评价方法、特征化因子来源和附录 C 筛查阈值保持一致。

B.3 计算要求

B.3.1 同一单项指标包含多个清单项目时，应分别计算各清单项目的贡献，并求和得到该单项指标结果。

B.3.2 具备工艺单元数据条件的，可分别计算系统边界内各工艺单元的单项指标结果，并对同一指标在各工艺单元的结果进行加和，得到评估对象整体的单项指标结果。

B.3.3 同一评估对象内，同一指标应采用一致的功能单位、系统边界、评价方法、特征化因子来源、指标单位和数据口径。用于附录 C 阈值判定、附录 D 单项指标赋分和综合评估指数计算的，应为评估对象整体的单项指标结果，应与正文、附录 C 和附录 D 的相关要求保持一致。工艺单元单项指标结果主要用于贡献分析和重点风险单元识别。

B.3.4 单项指标计算中，企业现场可直接获取的物料、能源、水资源消耗、污染物排放和固体废物产生等数据宜作为前景数据。涉及电力、燃料、蒸汽、药剂、原辅材料、运输、废物处置及其他上游或下游过程数据的背景过程数据时，可采用背景数据库、行业数据库、软件内置数据库、公开文献或经说明的替代数据。采用背景过程数据的，应说明数据库或数据集名称、版本、地域代表性、时间代表性、系统边界、分配方法、主要假设和不确定性。

B.3.5 特征化因子应采用与所选评价方法相一致的软件模型、数据库、公开参数文件或经说明参数来源。采用区域电网排放因子、替代数据或估算数据的，应说明数据来源、适用性和不确定性。

B.3.6 当清单数据存在单位差异时，应先完成单位换算，再进行指标计算。单位换算、折算过程和关键假设应记录并在风险评估报告中说明。

B.4 结果表达

B.4.1 单项指标计算结果宜按功能单位列示，并说明评估对象、评价周期、系统边界、数据来源、特征化因子来源、计算结果和主要不确定性。

B.4.2 用于阈值判定、单项指标赋分和风险等级划分的指标结果，应采用与正文和相关附录一致的单位 and 数据口径。

附录 C

(规范性)

筛查阈值与单项指标阈值判定方法

C.1 一般要求

- C.1.1 本附录规定退役锂电池回收利用环境风险评估中单项指标筛查阈值 T 及阈值判定方法。
- C.1.2 筛查阈值 T 适用于以 1t 评估对象处理量为功能单位，并在本文件规定的系统边界和指标计算方法下开展的单项指标阈值判定。单项指标计算结果应与筛查阈值 T 保持相同的功能单位、系统边界、评价方法、指标单位和数据口径。
- C.1.3 电极材料粉料制备阈值适用于不包含后续湿法回收、火法回收或直接再生过程的独立处理工艺；湿法回收、火法回收和直接再生阈值适用于以相应工艺路线为主体的回收利用过程，其系统边界应包括必要的前端处理、主体工艺、污染治理过程和辅助系统。
- C.1.4 筛查阈值 T 用于单项指标阈值判定、单项指标赋分和重点风险指标识别，不作为污染物排放、环境质量或其他合规性判定依据。

C.2 筛查阈值

单项指标筛查阈值 T 见表 C.1。

表 C.1 退役锂电池回收利用单项指标筛查阈值 T

单项指标	电极材料粉料制备	火法回收	湿法回收	直接再生	单位
全球变暖潜势（GWP）	84	2.6	28	2.1	kg CO ₂ eq
非生物资源耗竭潜势（ADP）	6.67×10 ⁻⁶	8.8	2.0	1.0	kg Sb eq
水资源消耗（WS）	57	2.4	3.8	0.5	m ³
酸化潜势（AP）	0.1	1.1	0.5	0.5	kg SO ₂ eq
富营养化潜势（EP）	0.06	0.002	0.01	0.001	kg PO ₄ ³⁻ eq
光化学臭氧生成潜势（POFP）	0.22	0.006	0.08	0.02	kg NMVOC eq
人体毒性-致癌效应（HTC）	0.1	25	65	1.5	kg 1,4-DCB eq
人体毒性-非致癌效应（HTNC）	0.1	1177	6596	0.1	kg 1,4-DCB eq

注 1：表中“—”表示该指标在相应工艺路线下不作为筛查阈值使用；实际评价中确需纳入的，应说明数据来源、计算方法和处理方式。

注 2：表中筛查阈值的确定依据包括江苏省代表性退役锂电池回收利用企业和产线数据、公开文献数据及专家论证结果，具体依据见标准编制说明。

注 3：人体毒性-致癌效应和人体毒性-非致癌效应的单位应与所采用的评价方法、特征化因子来源和阈值确定依据保持一致。

C.3 单项指标阈值判定

- C.3.1 单项指标阈值判定应将评估对象整体的单项指标结果与表 C.1 中对应工艺路线的筛查阈值 T 进行比较，判定方法见表 C.2。
- C.3.2 单项指标赋分应在单项指标阈值判定基础上开展，赋分方法见附录 D。
- C.3.3 综合评估指数应根据单项指标赋分结果和相应权重计算，计算方法见附录 D。

- C.3.4 单项指标阈值判定结果用于说明风险来源、识别重点风险指标和重点风险单元，不替代综合评估指数进行综合风险等级划分。
- C.3.5 风险评估报告中应说明所采用筛查阈值对应的指标名称、功能单位、系统边界、工艺路线、指标单位、评价方法和数据口径；对数据缺失、单位不一致、系统边界不一致或阈值适用性受限的，应说明处理方法。

表 C.2 单项指标阈值判定方法

单项指标结果	判定结果	结果使用
指标结果 ≤ T	常规水平	按附录 D 进行单项指标赋分，并纳入综合评估指数计算
T < 指标结果 ≤ 1.5T	关注水平	按附录 D 进行单项指标赋分，并纳入综合评估指数计算
指标结果 > 1.5T	重点风险	按附录 D 进行单项指标赋分，并作为重点风险指标开展贡献分析和重点风险单元识别

附录 D

(规范性)

单项指标赋分、综合评估指数与贡献率计算方法

D.1 一般要求

- D.1.1 单项指标赋分应在完成单项指标计算和阈值判定的基础上开展。
- D.1.2 单项指标赋分应采用附录 C 中对应工艺路线和单项指标的筛查阈值 T。单项指标结果应与筛查阈值 T 保持相同的功能单位、系统边界、评价方法、指标单位和数据口径。
- D.1.3 综合评估指数应根据单项指标赋分结果和相应权重计算，用于综合风险等级划分。
- D.1.4 工艺单元贡献率用于分析重点风险指标的来源，并为重点风险单元识别提供依据。

D.2 单项指标赋分

- D.2.1 对适用筛查阈值的单项指标，应按表 D.1 进行赋分。

表 D.1 单项指标赋分规则

单项指标结果	赋分
指标结果 ≤ T	100
T < 指标结果 ≤ 1.5T	70
指标结果 > 1.5T	50

注：T 为附录 C 规定的筛查阈值。

- D.2.2 表 D.1 适用于指标值越高表示环境影响越大的单项指标。采用其他方向性指标的，应在赋分前进行方向一致化处理，并说明处理方法。
- D.2.3 对附录 C 中未给出筛查阈值的单项指标，不宜直接进行赋分；确需纳入赋分的，应说明阈值来源、适用范围、数据口径和不确定性。

D.3 权重设置

- D.3.1 综合评估指数计算默认采用单项指标等权重方法。纳入表 1 规定的全部 8 项单项指标时，各单项指标权重均为 0.125。
- D.3.2 因工艺不适用、阈值不适用或数据条件不具备而未纳入全部单项指标的，应说明原因，并对实际纳入计算的指标权重进行归一化处理，且各指标权重之和应为 1。

D.4 综合评估指数计算

综合评估指数应按式 (D.1) 计算：

$$S = \sum_{i=1}^n (W_i \times S_i) \dots\dots\dots (D.1)$$

式中：

S——综合评估指数；

W_i——第 i 项单项指标权重；

S_i——第 i 项单项指标赋分；

n——纳入综合评估指数计算的单项指标数量。

当采用单项指标等权重方法时，W_i = 1/n。

综合评估指数计算结果宜保留一位小数，并按表 2 确定综合风险等级。

D.5 工艺单元贡献率计算

对重点风险指标，应计算系统边界内各工艺单元对该指标结果的贡献率。

工艺单元贡献率应按式（D.2）计算：

$$R_{i,j} = E_{i,j}/E_j \times 100\% \tag{D.2}$$

式中：

R_{i,j}——第 i 个工艺单元对第 j 项单项指标的贡献率；

E_{i,j}——第 i 个工艺单元第 j 项单项指标结果；

E_j——评估对象整体第 j 项单项指标结果。

对重点风险指标，应按工艺单元贡献率由高到低排序，识别主要贡献工艺单元，并结合现场核实结果确定重点风险单元。