

# 团 体 标 准

T/CIECCPA 076—2025

## 温室气体 产品碳足迹量化方法与要求 锂离子电池再生材料

Greenhouse gases—Quantification methods and requirements  
for carbon footprint of product—regenerated materials for lithium-ion batteries

2025-06-13 发布

2025-06-17 实施

中 国 工 业 节 能 与 清 洁 生 产 协 会 发 布

CLECCRA

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 量化目的.....4

5 量化范围.....4

6 清单分析.....5

7 影响评价.....8

8 结果解释.....10

9 产品碳足迹报告.....10

10 产品碳足迹声明.....11

附录 A（规范性） 数据质量等级.....12

附录 B（资料性） 锂离子电池再生材料生产工艺流程.....13

附录 C（资料性） 锂离子电池再生材料碳足迹量化数据收集表.....15

附录 D（资料性） GWP 参考值.....16

附录 E（资料性） 产品碳足迹报告（模板）.....17

参考文献.....20

## 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。

本文件由东方创唯（北京）科技有限公司提出。

本文件由中国工业节能与清洁生产协会归口。

本文件起草单位：东方创唯（北京）科技有限公司、中国科学院广州能源研究所、杭州协能科技股份有限公司、赣州吉锐新能源科技股份有限公司、江苏众钠能源科技有限公司、工业和信息化部国际经济技术合作中心、厦门厦钨新能源材料股份有限公司、中国汽车工程研究院股份有限公司、浙江华友循环科技有限公司、赣州龙凯科技有限公司、江西天奇金泰阁钴业有限公司、赣州腾远钴业新材料股份有限公司、江苏天能新材料有限公司、武汉东风鸿泰汽车资源循环利用有限公司、中国科学院宁波材料技术与工程研究所、宁德时代新能源科技股份有限公司、方圆标志认证集团有限公司、中汽院凯瑞检测认证（重庆）有限公司、绿循新能源产业（广东）有限公司、安徽绿沃循环能源科技有限公司、深圳市众迈科技有限公司。

本文件主要起草人：李边卓、袁浩然、章明、顾菁、李斌、赵建庆、宋晓明、鲍欢欢、周广礼、石南璇、杨吉、赖微栋、鲍伟、傅小龙、罗洁、王涛、刘元龙、赵新、高洁、房增强、邓昕晨、苗静雨、孙志辉、李恩科、李偲晗、赵弋瑾、李娜、甄琦、鲁宇梁、谢福标、郑秋华、唐骏杰、李成、钱小龙、邵振东、王宏亮、杨新路、曹林斌、许伟、于晓舟、张照生、沈润杰、张润、张冲、王旭。

本文件为首次发布。

# 温室气体 产品碳足迹量化方法与要求 锂离子电池再生材料

## 1 范围

本文件规定了锂离子电池再生材料产品碳足迹量化的方法与要求，包括量化目的、量化范围、清单分析、影响评价、结果解释、碳足迹报告、碳足迹声明等。

本文件适用于回收的动力型、消费型、储能型等领域锂离子电池废料通过加工处理后得到的电池用再生材料的碳足迹量化，其他再生材料可参考使用。

## 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 11075 碳酸锂

GB/T 23853 卤水碳酸锂

GB/T 24025 环境标志和声明 III型环境声明 原则和程序

GB/T 24040 环境管理 生命周期评价 原则与框架

GB/T 24044 环境管理 生命周期评价 要求与指南

GB/T 24067 温室气体 产品碳足迹 量化要求与指南

GB/T 45203 锂离子电池用再生黑粉

YS/T 582 电池级碳酸锂

YS/T 1460 粗氢氧化镍钴

HG/T 4823 电池用硫酸锰

HG/T 5740 粗碳酸钴

HG/T 5741 粗碳酸镍

HG/T 5918 电池用硫酸钴

HG/T 5919 电池用硫酸镍

HG/T 6262 再生磷酸铁

ISO 14026:2017 环境标志和声明 足迹信息交流的原则、要求和指南（Environmental labels and declarations - Principles, requirements and guidelines for communication of footprint information）

## 3 术语和定义

GB/T 24044、GB/T 24067、GB/T 45203界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

### 3.1

锂离子电池废料 **lithium-ion battery scraps**

废旧的锂离子电池及其废原料。

注：包括工业生产过程中产生的报废锂离子电池、报废的半成品和废原料，以及日常生活或流通领域中产生的失去使用价值的锂离子电池。

[来源：GB/T 45203-2024, 3.1]

### 3.2

**锂离子电池再生材料** **regenerated materials for lithium-ion batteries**

回收的动力型、消费型、储能型等领域的锂离子电池废料通过加工处理得到的电池用再生材料。

注：包括锂离子电池制造用的锂盐、镍盐、钴盐、锰盐、石墨、聚烯烃材料等再生利用产品。

### 3.3

**温室气体** **greenhouse gas; GHG**

大气层中自然存在的和由于人类活动产生的能够吸收和散发由地球表面、大气层和云层所产生的、波长在红外光谱内的辐射的气态成分。

注：本文件涉及的温室气体包括二氧化碳（CO<sub>2</sub>）、甲烷（CH<sub>4</sub>）、氧化亚氮（N<sub>2</sub>O）、氢氟碳化物（HFCs）、全氟碳化物（PFCs）、六氟化硫（SF<sub>6</sub>）和三氟化氮（NF<sub>3</sub>）。

[来源：GB/T 24067-2024, 3.2.1]

### 3.4

**产品碳足迹** **carbon footprint of a product; CFP**

产品系统中的GHG排放量和GHG清除量之和，以二氧化碳当量表示，并基于气候变化这一单一环境影响类型进行生命周期评价。

注1：产品碳足迹可用不同的图例区分和标示具体的GHG排放量和清除量，产品碳足迹也可被分解到其生命周期的各个阶段。

注2：产品碳足迹研究报告中记录了产品碳足迹的量化结果，以每个功能单位的二氧化碳当量表示。

[来源：GB/T 24067-2024, 3.1.1]

### 3.5

**产品部分碳足迹** **partial carbon footprint of a product; partial CFP**

在产品系统生命周期内的一个或多个选定阶段或过程中的GHG排放量和GHG清除量之和，并以二氧化碳当量表示。

注1：产品部分碳足迹是基于或由与特定过程或足迹信息模型有关的数据汇集而成，这些数据是产品系统的一部分，可作为产品碳足迹量化的基础。

注2：“足迹信息模型”的定义见ISO 14026:2017, 3.1.4。

注3：产品碳足迹研究报告中记录了产品部分碳足迹的量化结果，以每个声明单位的二氧化碳当量表示。

[来源：GB/T 24067-2024, 3.1.2]

### 3.6

**产品碳足迹量化** **quantification of the carbon footprint of a product; quantification of the CFP**

确定产品碳足迹或产品部分碳足迹的活动。

注：产品碳足迹或产品部分碳足迹的量化属于产品碳足迹研究的一部分。

[来源：GB/T 24067-2024, 3.1.6]

### 3.7

**二氧化碳当量 carbon dioxide equivalent; CO<sub>2</sub>e**

比较某种温室气体与二氧化碳的辐射强度的单位。

注：给定温室气体的二氧化碳当量等于该温室气体质量乘以它的全球变暖潜势值。

[来源：GB/T 24067-2024, 3.3.2]

### 3.8

**碳足迹因子 carbon footprint factor**

基于生命周期评价的活动数据与温室气体排放相关的系数。

### 3.9

**系统边界 system boundary**

通过一组准则确定哪些单元过程属于产品系统的一部分。

[来源：GB/T 24067-2024, 3.3.4]

### 3.10

**声明单位 declared unit**

用来量化产品部分碳足迹的基准单位。

[来源：GB/T 24067-2024, 3.3.8]

### 3.11

**初级数据 primary data**

通过直接测量或基于直接测量的计算得到的过程或活动的量化值。

注1：初级数据并非必须来自所研究的产品系统，因为初级数据可能涉及其他与所研究的产品系统具有可比性的产品系统。

注2：初级数据可以包括温室气体排放因子或温室气体活动数据。

[来源：GB/T 24067-2024, 3.6.1]

### 3.12

**现场数据 site-specific data**

从产品系统内部获得的初级数据。

注1：所有现场数据均为初级数据，但并不是所有初级数据都是现场数据，因为数据可能是从不同产品系统内部所得。

注2：现场数据包括场地内一个特定单元过程的温室气体排放量和温室气体清除量。

[来源：GB/T 24067-2024, 3.6.2]

### 3.13

**次级数据 secondary data**

不符合初级要求的数据。

注1：次级数据是经权威机构验证且具有可信度的数据，可来源于数据库、公开文献、国家排放因子、计算估算数据或其他具有代表性的数据，推荐使用本土化数据库。

注2：次级数据可包括从代替过程或估计获得的数据。

[来源：GB/T 24067-2024，3.6.3]

### 3.14

#### 数据质量 data quality

数据在满足所声明的要求方面的能力特性。

[来源：GB/T 24044-2008，3.19]

## 4 量化目的

本文件用于量化锂离子电池再生材料产品生命周期选定阶段的温室气体排放量和清除量（以二氧化碳当量表示），基于本文件开展碳足迹量化的目的包括但不限于以下方面：

- a) 评价产品对气候变化的潜在影响；
- b) 用于生产者与上下游供应链或消费者之间的温室气体排放信息沟通；
- c) 用于下游供应链降低产品碳足迹的设计与改进。

锂离子电池再生材料产品碳足迹量化结果可作为产品碳足迹绩效评价、产品碳足迹信息披露、环保信息公开等不同应用的依据。

## 5 量化范围

### 5.1 产品描述

#### 5.1.1 产品说明

产品说明应使用户能够清晰识别产品，并可参照 GB/T 11075、GB/T 23853、YS/T 582、YS/T 1460、HG/T 4823、HG/T 5740、HG/T 5741、HG/T 5918、HG/T 5919、HG/T 6262 等的要求进行描述，描述内容包括但不限于：

- a) 产品名称和牌号；
- b) 产品批号；
- c) 产品净重；
- d) 分析检验结果及检验部门印记；
- e) 出厂日期。

#### 5.1.2 产品种类

锂离子电池再生材料产品按照再生产品用途分为如下种类：

- a) 正极用材料：锂盐、镍盐、钴盐、锰盐等；
- b) 负极用材料：石墨等；
- c) 隔膜用材料：聚烯烃材料等；
- d) 其他材料：外壳、铜铝集流体、硫酸钠副产品等。



5.2 声明单位

本文件的声明单位定义为生产1吨锂离子电池用再生材料产品。

5.3 系统边界

5.3.1 概述

锂离子电池再生材料系统边界从原材料获取开始到再生材料产品离开生产企业大门为止，不包括再生材料使用与废弃阶段，如图1所示。常见的锂离子电池再生材料生产工艺见附录B。

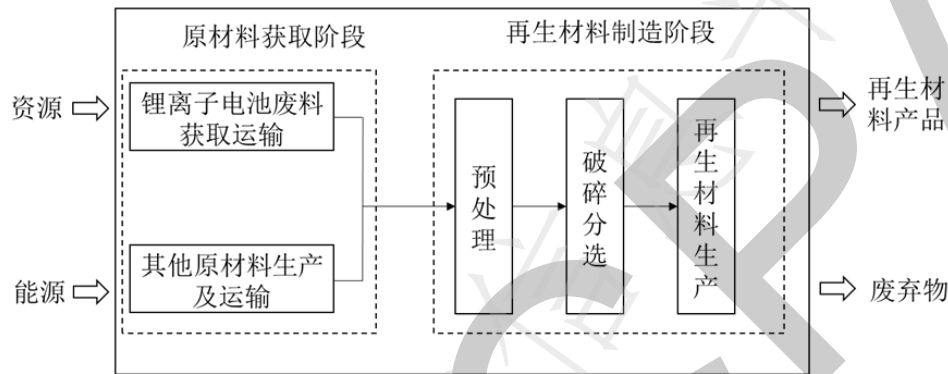


图1 锂离子电池再生材料系统边界

5.3.2 原材料获取

原材料获取阶段即锂离子电池再生材料生产过程中消耗原材料的获取运输过程，包括但不限于下列过程：

- a) 锂离子电池废料获取运输到使用场所过程；
- b) 其他原材料生产及运输到使用场所等过程。

5.3.3 再生材料制造

锂离子电池再生材料制造阶段始于原材料、能源进入生产设施，结束于再生材料产品离开生产工厂，包括但不限于下列过程：

- a) 再生材料产品的生产过程；
- b) 半成品在企业或生产工厂之间的转运过程；
- c) 能源的上游生产及运输到使用场所等过程；
- d) 生产过程产生的废弃物的处理过程。

6 清单分析

6.1 数据收集和确认

6.1.1 概述

数据包括初级数据和次级数据。当开展产品碳足迹研究的组织拥有财务或运营控制权时，宜收集初级数据，所收集的数据应具有代表性。如果无法获得初级数据，可以使用次级数据，次级数据宜经过第三方评审，同时数据格式应满足相关标准要求。次级数据可来源于国家数据库、公开文献或其他具有代表性的数据。数据收集的记录表可参考附录C。

6.1.2 初级数据收集

### 6.1.2.1 初级数据收集要求

初级数据包含直接排放的活动数据或从特定场地获取的数据，也可包含产品相应进程中的数据分配值。初级数据可以通过测量或建模获得，其结果是产品系统边界中的特定值。分配的数据只要满足初级数据的要求，可被认为是初级数据。

锂离子电池再生材料产品碳足迹量化需要收集的初级数据包括：

- a) 锂离子电池废料及其他原材料投入量；
- b) 电力、天然气等能源消耗量；
- c) 再生材料产品产量；
- d) 废弃物产生量及对应处置方式；
- e) 原材料、能源、半成品、废弃物的运输方式、运输量和运输距离。

### 6.1.2.2 初级数据质量要求

a) 代表性：初级数据应按照相关单元收集所确定范围内的生产统计数据。

——技术代表性：数据反映实际生产技术情况，即体现实际工艺流程、技术和设备类型、原料与能耗类型、生产规模等因素的影响；

——时间代表性：数据反应单元过程的实际时间；

——地理代表性：相关参数的选择考虑单元过程所处的地理位置。

b) 完整性：初级数据的收集应完整覆盖标准中确定的所有需要企业填报的生产初级数据。

——数据完整性：按照数据取舍准则，判断是否已收集各生产过程的主要消耗和排放数据，尽可能避免数据缺失，缺失的数据需在报告中说明。

c) 准确性：初级数据中的材料、能源消耗数据应来自于相关单元的实际统计记录。所有初级数据应提供相关的原始数据、数据来源、计算过程等信息。

——数据准确性：材料、能耗与运输等数据需采用企业实际生产统计记录，环境排放数据优先采用环境监测报告。所有数据均有相关的数据来源和数据处理算法。估算或引用文献的数据需在报告中说明。

d) 一致性：初级数据收集时应保持相同的数据来源、统计口径、处理规则等。

——数据一致性：每个过程的消耗与排放数据需保持一致的统计标准，即基于相同产品产出、相同过程边界、相同数据统计期；存在不一致情况时需在报告中说明。

### 6.1.3 次级数据收集

#### 6.1.3.1 次级数据收集要求

次级数据从外部来源获得，或从组织内部的另一过程、活动（如相同种类或类似产品的初级数据）中获得，用做产品生命周期的清单过程的替代数据。

锂离子电池再生材料产品碳足迹量化需要收集的次级数据包括：

- a) 其他原材料的碳足迹因子；
- b) 各类能源生产、运输和使用的碳足迹因子；
- c) 废弃物处置方式的碳足迹因子；

- d) 各类运输方式的碳足迹因子；
- e) 能源燃烧过程的碳足迹因子。

#### 6.1.3.2 次级数据质量要求

- a) 代表性：次级数据应优先选择企业的主要供应商提供的符合 GB/T 24040 要求的、经第三方独立验证的产品生命周期评价报告中的数据。若无，应优先选择代表中国国内平均生产水平的公开生命周期评价数据，数据的参考年限应优先选择近年数据。在没有符合要求的中国国内数据的情况下，可以选择国外同类工艺技术的数据；
- b) 完整性：材料、能源产品相关的次级数据的系统边界应从资源开采到这些材料、能源产品出厂为止；
- c) 一致性：同一第三方机构对同类产品生命周期评价的次级数据选择应保持一致，如果次级数据更新，则生命周期评价报告也应相应更新。

#### 6.1.4 数据质量评价

数据质量评价应采用两步法：

——应根据上述 6.1.2.2 和 6.1.3.2 的要求，对产品碳足迹研究的数据质量进行定性分析；

——应根据附录 A 要求，构建数据质量等级对锂离子电池再生材料产品碳足迹研究的数据质量进行评价。

初级数据质量应满足数据质量等级（DQR） $\leq 2$ ，其他次级数据质量应满足数据质量等级（DQR） $\leq 3$ 。

开展产品碳足迹研究的组织宜建立数据管理系统，保留相关文件和记录，进行数据质量评价，并持续提高数据质量。

#### 6.2 数据分配

在系统边界设置或数据收集时，若发现至少有一个过程的输入和输出包含多个产品，则总排放量需要在产品生命周期内进行分配。分配的原则如下：

- a) 对于闭环里循环使用的共生产品，不需要分配，如废料回用；
- b) 尽量避免进行数据分配；
- c) 优先使用物理关系参数，包括但不限于摩尔比、质量比等进行分配；
- d) 无法找到物理关系时，则依经济价值进行分配；
- e) 若使用其他分配方法，须提供所使用参数的基础及计算说明；
- f) 明确规定分配程序，将输入、输出分配到不同的产品中，并与分配程序一并书面说明；
- g) 一个单元过程分配的输入、输出的总和应与其分配前的输入、输出相等；
- h) 当同时有几种备选的分配程序时，应通过进行敏感性分析，以说明采用其他方法与所选用方法在结果上的差别。

分配方法应在产品碳足迹报告中予以明确说明。

#### 6.3 取舍准则

锂离子电池再生材料碳足迹量化过程中，可忽略的单项物质（能量）流或单元过程对碳足迹的贡献不宜超过1%，所有忽略的物质流对碳足迹的贡献总和不应超过5%。数据取舍准则应遵循：

- a) 电力、蒸汽、柴油、天然气等能源的所有输入均应列出；
- b) 含锂、镍、钴、锰等元素的所有输入均应列出；
- c) 酸、碱、萃取剂等辅料的所有输入均应列出；
- d) 生产过程废弃物的主要排放均应列出；
- e) 厂房的基础设施、各工序的生产设备制造、厂区内人员办公及生活设施的消耗和排放，均可忽略；
- f) 取舍准则不适用于有毒有害物质，任何有毒有害的材料和物质均应包含于清单中。

对于以上舍去的部分，应在产品碳足迹报告中记录并说明原因。

#### 6.4 数据源保存

开展碳足迹量化应建立数据管理系统，包括数据来源、数据获取时间及相关负责人等信息的记录管理，相关纸质文件和数据记录应最少保存3年，电子化存储记录建议最少保存5年。

### 7 影响评价

#### 7.1 碳足迹总量

锂离子电池再生材料碳足迹总量应按式（1）进行计算，计算结果圆整（四舍五入）至小数点后两位：

$$CFP = (CFP_{\text{原材料获取}} + CFP_{\text{再生材料制造}}) / c \quad (1)$$

式中：

$CFP$ ——锂离子电池再生材料产品部分碳足迹，单位为千克二氧化碳当量每吨（ $\text{kgCO}_2\text{e/t}$ ）；

$CFP_{\text{原材料获取}}$ ——原材料获取阶段的碳排放，单位为千克二氧化碳当量（ $\text{kgCO}_2\text{e}$ ），计算公式见式（2）；

$CFP_{\text{再生材料制造}}$ ——锂离子电池再生材料制造阶段的碳排放，单位为千克二氧化碳当量（ $\text{kgCO}_2\text{e}$ ），计算公式见式（5）；

$c$ ——核算周期内锂离子电池再生材料产品产量，单位为吨（t）。

#### 7.2 原材料获取阶段

原材料获取阶段碳排放应按式（2）进行计算，计算结果圆整（四舍五入）至小数点后两位：

$$CFP_{\text{原材料获取}} = CFP_{\text{废料}} + CFP_{\text{其他原材料}} \quad (2)$$

式中：

$CFP_{\text{废料}}$ ——核算和报告期内锂离子电池废料运输的碳排放量，单位为千克二氧化碳当量（ $\text{kgCO}_2\text{e}$ ），计算公式见式（3）；

$CFP_{\text{其他原材料}}$ ——核算和报告期内其他原材料生产及运输的碳排放量，单位为千克二氧化碳当量（ $\text{kgCO}_2\text{e}$ ），计算公式见式（4）。

$$CFP_{\text{废料}} = \sum_{j,k,i} (C_{\text{废料},j} \times D_{\text{废料},j,k} \times TEF_{k,i} \times GWP_i) \quad (3)$$

式中：

$C_{\text{废料},j}$ ——第 $j$ 种锂离子电池废料的消耗量，单位为吨（t）；

$D_{\text{废料},j,k}$ ——第 $j$ 种锂离子电池废料的第 $k$ 种运输方式的运输距离，单位为千米（km）；

$TEF_{k,i}$ ——第 $k$ 种运输方式的第 $i$ 种温室气体的碳足迹因子，单位为千克每吨千米（kg/t·km）；

$GWP_i$ ——第 $i$ 类温室气体的GWP值，采用IPCC给出的100年GWP值，见附录D。

$$CFP_{\text{其他原材料}} = \sum_{j,i} (C_{\text{其他原材料},j} \times CEF_{\text{其他原材料},j,i} \times GWP_i) + \sum_{j,k,i} (C_{\text{其他原材料},j} \times D_{\text{其他原材料},j,k} \times TEF_{k,i} \times GWP_i) \quad (4)$$

式中：

$C_{\text{其他原材料},j}$ ——第 $j$ 种其他原材料的消耗量，单位为吨（t）；

$CEF_{\text{其他原材料},j,i}$ ——第 $j$ 种其他原材料生产的第 $i$ 种温室气体的碳足迹因子，单位为千克每吨（kg/t）；

$D_{\text{其他原材料},j,k}$ ——第 $j$ 种其他原材料的第 $k$ 种运输方式的运输距离，单位为千米（km）。

### 7.3 再生产品制造阶段

再生材料制造阶段碳排放应按式（5）进行计算，计算结果圆整（四舍五入）至小数点后两位：

$$CFP_{\text{再生材料制造}} = CFP_{\text{能源}} + CFP_{\text{过程排放}} + CFP_{\text{废弃物}} \quad (5)$$

式中：

$CFP_{\text{能源}}$ ——再生材料制造阶段消耗的能源上游生产、运输及使用产生的碳排放量，单位为千克二氧化碳当量（kgCO<sub>2</sub>e），计算公式见式（6）；

$CFP_{\text{过程排放}}$ ——再生材料制造阶段产生的过程碳排放量，单位为千克二氧化碳当量（kgCO<sub>2</sub>e），计算公式见式（10）；

$CFP_{\text{废弃物}}$ ——再生材料制造阶段废弃物处置产生的碳排放量，单位为千克二氧化碳当量（kgCO<sub>2</sub>e），计算公式见式（11）。

$$CFP_{\text{能源}} = CFP_{\text{能源上游生产}} + CFP_{\text{能源运输}} + CFP_{\text{能源使用}} \quad (6)$$

式中：

$CFP_{\text{能源上游生产}}$ ——再生材料制造阶段消耗的能源上游生产产生的碳排放量，单位为千克二氧化碳当量（kgCO<sub>2</sub>e），计算公式见式（7）；

$CFP_{\text{能源运输}}$ ——再生材料制造阶段消耗的能源运输产生的碳排放量，单位为千克二氧化碳当量（kgCO<sub>2</sub>e），计算公式见式（8）；

$CFP_{\text{能源使用}}$ ——再生材料制造阶段能源使用产生的碳排放量，单位为千克二氧化碳当量（kgCO<sub>2</sub>e），计算公式见式（9）。

$$CFP_{\text{能源上游生产}} = \sum_{j,i} (C_{\text{能源},j} \times CEF_{\text{能源},j,i} \times GWP_i) \quad (7)$$

式中：

$C_{\text{能源},j}$ ——第 $j$ 种能源的消耗量，视不同能源统计量纲确定；

$CEF_{\text{能源},j,i}$ ——第 $j$ 种能源上游生产的第 $i$ 种温室气体的碳足迹因子，单位与能源的单位相匹配。

$$CFP_{\text{能源运输}} = \sum_{i,k,j} (C_{\text{能源},j} \times D_{\text{能源},j,k} \times TEF_{\text{能源},k,i} \times GWP_i) \quad (8)$$

式中：

$D_{\text{能源},j,k}$ ——第  $j$  种能源的第  $k$  种运输方式的运输距离，单位为千米（km）；

$TEF_{\text{能源},k,i}$ ——第  $k$  种能源运输方式的第  $i$  种温室气体的碳足迹因子，单位与能源的单位相匹配。

$$CFP_{\text{能源使用}} = \sum_{j,i} (C_{\text{能源},j} \times CEF^{\circ}_{\text{能源},j,i} \times GWP_i) \dots\dots\dots (9)$$

式中：

$CEF^{\circ}_{\text{能源},j,i}$ ——再生材料制造阶段第  $j$  种能源使用的第  $i$  种温室气体的碳足迹因子，单位与能源的单位相匹配。

$$CFP_{\text{过程排放}} = \sum_i (S_{\text{过程排放},i} \times GWP_i) \dots\dots\dots (10)$$

式中：

$S_{\text{过程排放},i}$ ——再生材料制造阶段第  $i$  种温室气体的过程排放量，单位为千克（kg）。

$$CFP_{\text{废弃物}} = \sum_{i,j} (C_{\text{废弃物},j} \times CEF_{\text{废弃物},i,j} \times GWP_i) \dots\dots\dots (11)$$

式中：

$C_{\text{废弃物},j}$ ——再生材料制造阶段第  $j$  种废弃物的处置量，视不同统计量纲单位确定；

$CEF_{\text{废弃物},i,j}$ ——再生材料制造阶段第  $j$  种废弃物处置产生的第  $i$  种温室气体的碳足迹因子，视不同统计量纲单位确定。

## 8 结果解释

### 8.1 解释步骤

锂离子电池再生材料产品碳足迹研究的结果解释阶段应包括以下步骤：

- 根据生命周期清单分析和生命周期影响评价的产品碳足迹或产品部分碳足迹的量化结果，识别显著环节（可包括生命周期阶段、单元过程或流）；
- 完整性、一致性和敏感性分析；
- 结论、局限性和建议的编制。

### 8.2 解释内容

应根据产品碳足迹研究的目的和范围进行结果解释，解释应包括以下内容：

- 说明产品碳足迹或产品部分碳足迹，以及各阶段的碳足迹；
- 分析不确定性，包括取舍准则的应用或范围；
- 详细记录选定的分配程序；
- 说明产品碳足迹研究的局限性。

结果解释宜包括以下内容：

- 对重要输入、输出和方法学选择（包括分配程序）进行的敏感性分析，以了解结果的敏感性和不确定性；
- 评估建议对结果的影响。

## 9 产品碳足迹报告

依据本文件编制的产品碳足迹报告应符合GB/T 24067第7章的要求，报告模板见附录E。

## 10 产品碳足迹声明

如需声明时，可按照 GB/T 24025 或 ISO 14026 的规定开展产品碳足迹声明或信息交流，使具有同样功能的产品之间进行比较。相关声明或信息交流中的产品碳足迹研究报告可参考附录E。

附录 A

(规范性)

数据质量等级

数据质量等级 (DQR) 公式计算如下:

$$DQR = \frac{T_iR + T_eR + G_eR + S_oR}{4} \dots\dots\dots (A. 1)$$

式中:

$T_iR$ ——数据在时间代表性维度的分值;

$T_eR$ ——数据在技术代表性维度的分值;

$G_eR$ ——数据在地理代表性维度的分值;

$S_oR$ ——数据在数据来源代表性维度的分值。

数据质量等级 (DQR) 见表A.1。初级数据应满足数据质量等级 (DQR)  $\leq 2$ , 其他次级数据应满足数据质量等级 (DQR)  $\leq 3$ , 其中 $T_eR$ 应 $\leq 4$ 。

表A.1 数量质量矩阵 (DQR)

分数	$T_iR$	$T_eR$	$G_eR$	$S_oR$
1	所用数据在适用时间范围内	所用数据技术和碳足迹的核算边界一致	所用数据的位置信息和研究所需要数据位置完全匹配	现场调查或测量得到的原始数据
2	所用数据超出适用时间 $\leq 2$ 年	所用数据技术包含在碳足迹的核算边界内	所用数据发生在碳足迹有效的地理区域 (如欧洲、亚洲) 等	来自权威的、定期更新的数据, 如政府主管部门发布的数据
3	所用数据超出适用时间 $\leq 3$ 年	所用数据技术仅部分包含在碳足迹的核算边界内	所用数据发生在碳足迹有效的地理区域之一, 或者数据集覆盖多个区域	来自一般文献或专著的不定期更新的数据
4	所用数据超出适用时间 $\leq 4$ 年	所用数据技术类似于碳足迹核算边界	所用数据发生在一个国家, 该国家不包括在碳足迹有效的地理区域中, 但据专家判断估计有足够的相似之处	基于文献或经验的推论、估计或假设的数据
5	所用数据超出适用时间 $> 4$ 年	所用数据技术不同于碳足迹核算边界	所用数据发生与碳足迹有效的国家不同的国家	无根据的估算与假设的数据

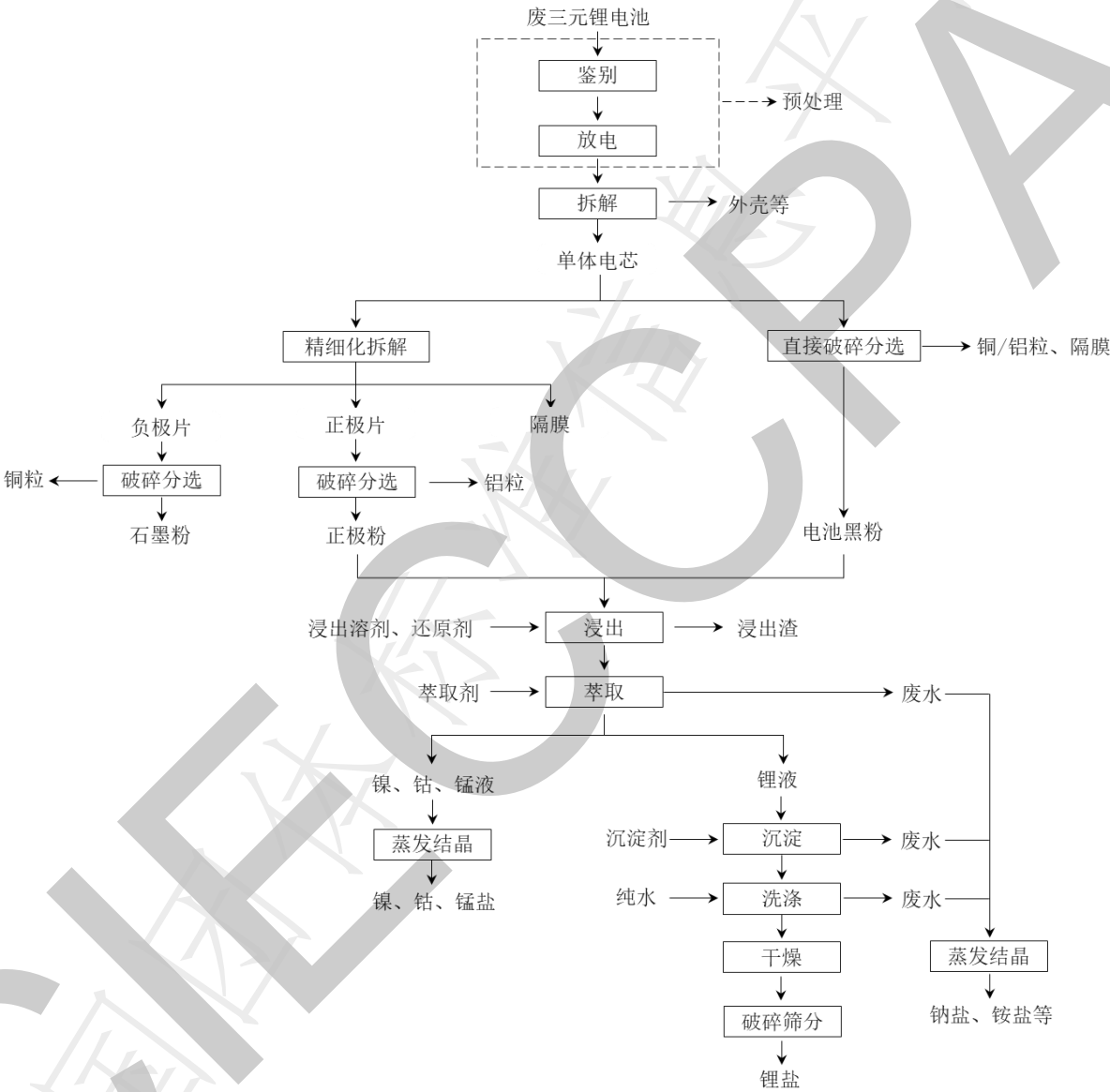


附 录 B

(资料性)

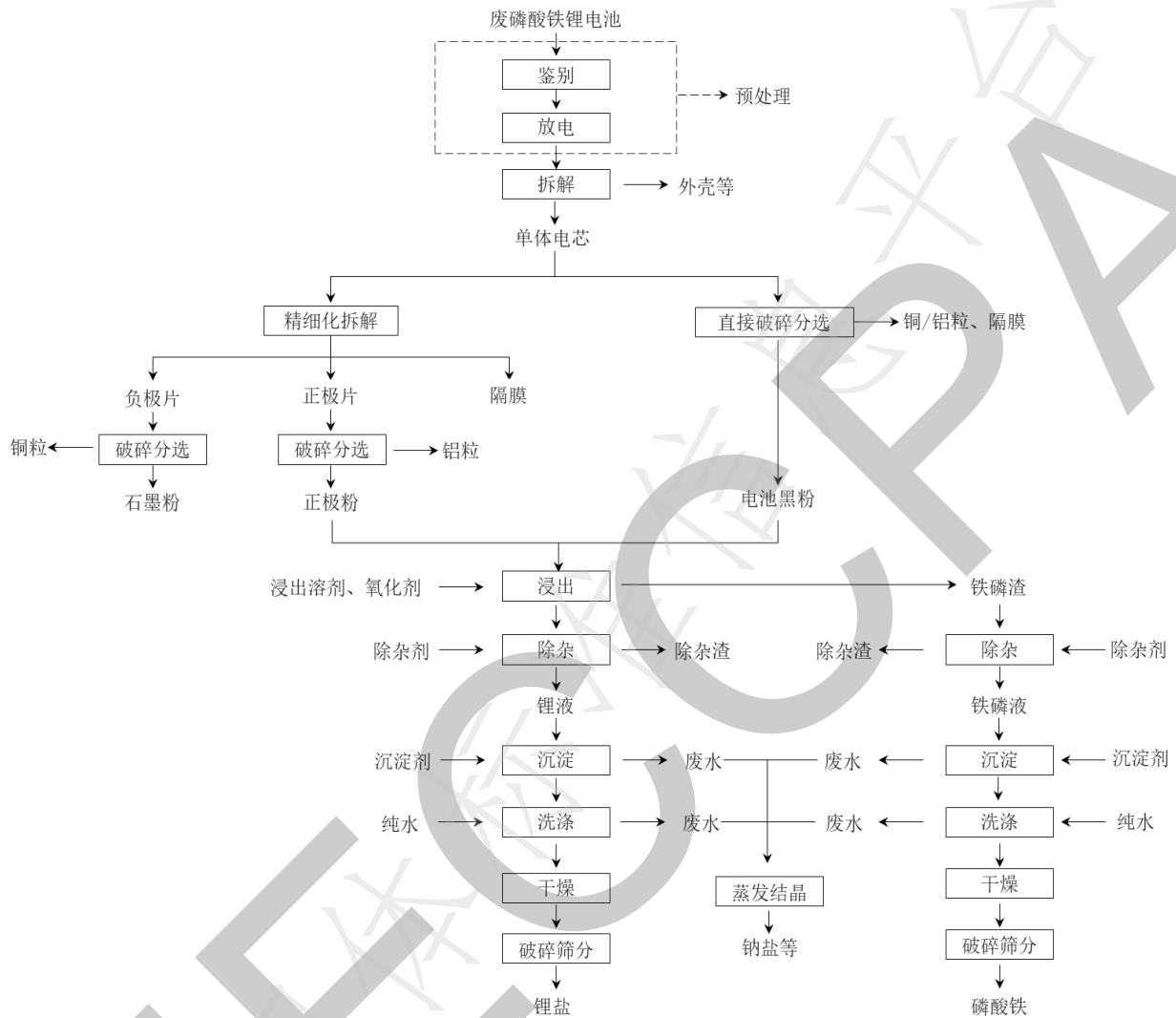
锂离子电池再生材料生产工艺流程

废三元锂电池通过加工处理得到电池用再生材料的生产工艺流程图见图B.1。



图B.1 废三元锂电池通过加工处理得到电池用再生材料的生产工艺流程图

废磷酸铁锂电池通过加工处理得到电池用再生材料的生产工艺流程图如图B.2。



图B.2 废磷酸铁锂电池通过加工处理得到电池用再生材料的生产工艺流程图

附 录 C

(资料性)

锂离子电池再生材料碳足迹量化数据收集表

C.1 产品基本信息

表C.1 产品基本信息

产品基本信息	产品名称	
	产品净重	
	产品制造工艺	
	技术参数	
	生产地点	
	统计期	
	.....	

C.2 碳足迹量化初级数据清单

表C.2 初级数据收集表

原料输入						
原材料消耗	用量	单位	获取方式			备注
			自产/外购	距离估算/来源地	运输方式	
锂离子电池 废料						
能源输入						
能源类型	用量	单位	获取方式			备注
产品输出						
材料种类	数量	单位	备注			
产品1						
产品2						
废弃物排放						
排放种类	数量	单位	处置方式			

C.3 碳足迹量化次级数据清单

表C.3 次级数据收集表

名称	碳足迹因子	单位	数据来源	时间	地理位置	备注
电力						

## 附录 D

(资料性)

GWP 参考值

部分GHG的GWP值见表D.1。

表D.1 部分温室气体的全球增温潜势 (GWP)

气体名称	化学分子式	100年的GWP
二氧化碳	CO <sub>2</sub>	1
甲烷	CH <sub>4</sub>	27.9
氧化亚氮	N <sub>2</sub> O	273
三氟化氮	NF <sub>3</sub>	17 400
六氟化硫	SF <sub>6</sub>	25 200
氢氟碳化物 (HFCs)		
HFC-23	CHF <sub>3</sub>	14 600
HFC-32	CH <sub>2</sub> F <sub>2</sub>	771
HFC-41	CH <sub>3</sub> F	135
HFC-125	C <sub>2</sub> HF <sub>5</sub>	3 740
HFC-134	CHF <sub>2</sub> CHF <sub>2</sub>	1 260
HFC-134a	C <sub>2</sub> H <sub>2</sub> F <sub>4</sub>	1 530
HFC-143	CH <sub>2</sub> FCHF <sub>2</sub>	364
HFC-143a	CH <sub>3</sub> CF <sub>3</sub>	5 810
HFC-152a	C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> F <sub>2</sub>	164
HFC-227ea	C <sub>3</sub> HF <sub>7</sub>	3 600
HFC-236fa	C <sub>3</sub> H <sub>2</sub> F <sub>6</sub>	8 690
全氟碳化物 (PFCs)		
全氟甲烷 (四氟甲烷)	CF <sub>4</sub>	7 380
全氟乙烷 (六氟乙烷)	C <sub>2</sub> F <sub>6</sub>	12 400
全氟丙烷	C <sub>3</sub> F <sub>8</sub>	9 290
全氟丁烷	C <sub>4</sub> F <sub>10</sub>	10 000
全氟环丁烷	C <sub>4</sub> F <sub>8</sub>	10 200
全氟戊烷	C <sub>5</sub> F <sub>12</sub>	9 220
全氟己烷	C <sub>6</sub> F <sub>14</sub>	8 620

注：上表GHG的GWP来源于IPCC《气候变化报告2021：自然科学基础 第一工作组对IPCC第六次评估报告的贡献》。

附 录 E

（资料性）

产品碳足迹报告（模板）

产品碳足迹报告格式模板如下。

报告编号：

锂离子电池再生材料产品碳足迹报告（模板）

产品名称：\_\_\_\_\_

产品规格型号：\_\_\_\_\_

生产者名称：\_\_\_\_\_

报告编制人员：\_\_\_\_\_

出具报告机构：（若有）\_\_\_\_\_（盖章）

日期\_\_\_\_\_年\_\_\_\_\_月\_\_\_\_\_日

## 一、概括

### 1、生产者信息

生产者名称：\_\_\_\_\_

地 址：\_\_\_\_\_

法定代表人：\_\_\_\_\_

授权人（联系人）：\_\_\_\_\_

企业概括：\_\_\_\_\_

### 2、产品信息

产品名称：\_\_\_\_\_

产品功能：\_\_\_\_\_

产品介绍：\_\_\_\_\_

产品图片：\_\_\_\_\_

### 3、量化方法

依据标准：\_\_\_\_\_

## 二、量化目的

\_\_\_\_\_

## 三、量化范围

### 1、声明单位

以\_\_\_\_\_为声明单位。

### 2、系统边界

☐ 原材料获取阶段 ☐ 再生材料制造阶段

工艺流程图：\_\_\_\_\_

### 3、取舍准则

采用的取舍准则以\_\_\_\_\_为依据，具体规则如下：

### 4、时间范围

\_\_\_\_\_年度。

## 四、清单分析

### 1、数据来源说明

初级数据：\_\_\_\_\_；

数据采集点示意图：\_\_\_\_\_

次级数据：\_\_\_\_\_。

### 2、分配原则与程序

分配原则：\_\_\_\_\_；

分配程序：\_\_\_\_\_。

具体分配情况如下：

3、清单结果及计算

生命周期各个阶段碳排放计算说明见表1。

表1 生命周期碳排放清单说明

生命周期阶段	数据	排放因子	温室气体量 (kg/声明单位)
原材料获取			
再生材料制造			
总计			

4、数据质量评价

数据质量可从定性和定量两个方面对报告使用的初级数据和次级数据进行评价，具体评价内容包括：数据来源、完整性、数据代表性（时间、地理、技术）和准确性。

五、影响评价

1、影响类型和特征化因子选择

一般选择IPCC给出的100年GWP。

2、产品碳足迹量化结果计算

六、结果解释

1、结果说明

\_\_\_\_\_公司（填写产品生产者的全名）生产的\_\_\_\_\_（填写所评价的产品名称，每声明单位的产品），从\_\_\_\_\_（填写某生命周期阶段）到\_\_\_\_\_（填写某生命周期阶段）生命周期碳足迹为\_\_\_\_\_ kgCO<sub>2</sub>e。各生命周期阶段的温室气体排放情况如表2和图1所示。

表2 生命周期各阶段碳排放情况

生命周期阶段	碳足迹 (kgCO <sub>2</sub> e/声明单位)	百分比 (%)
原材料获取		
再生材料制造		
总计		

图1 \_\_\_\_\_各生命周期阶段碳排放分布图

注1：具体产品生命周期阶段碳排放分布图一般以饼状图或是柱形图表示各生命周期阶段的碳排放情况。

注2：假设和局限性说明（可选项）

结合量化情况，对范围、数据选择、情景设定等相关的假设和局限进行说明。

注3：改进建议。

## 参 考 文 献

- [1] 中华人民共和国工业和信息化部《新能源汽车废旧动力电池综合利用行业规范条件（2024年本）》
  - [2] 中华人民共和国工业和信息化部《国家锂电池产业标准体系建设指南（2024版）》
  - [3] IPCC《2021年气候变化:自然科学基础》(Climate Change 2021: the Physical Science Basis)
-