

团体标准

T/CISA 471—2024

温室气体 产品碳足迹量化方法与要求 锂离子电池负极材料

Greenhouse gases—Quantitative methods and requirements of product carbon
footprint—Negative electrode materials for lithium ion battery

(此文本仅供个人学习、研究之用,未经授权,禁止复
制、发行、汇编、翻译或网络传播等,侵权必究)

2024-11-01 发布

2025-01-01 实施

中国钢铁工业协会 发布

目 次

前言 III

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 1

5 量化范围 2

6 清单分析 4

7 影响评价 8

8 结果解释 8

9 产品碳足迹报告 9

10 产品碳足迹声明 10

附录 A(规范性) 温室气体排放量核算方法和计算公式 11

附录 B(资料性) 锂离子电池负极材料产品碳足迹评价报告框架 13

附录 C(资料性) 全球增温潜势 16

附录 D(资料性) 常用参数参考值 17

参考文献 19

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。

本文件由中国钢铁工业协会提出。

本文件由中国钢铁工业协会产品碳足迹标准化工作组(CISA/SWG 6)归口。

本文件起草单位：贝特瑞新材料集团股份有限公司、冶金工业信息标准研究院、冶金工业经济发展研究中心、欧冶云商股份有限公司、攀钢集团攀枝花钢铁研究院有限公司、中环联合(北京)认证中心有限公司、贵阳铝镁设计研究院有限公司、合肥国轩高科动力能源有限公司、深圳市贝特瑞新能源技术研究院有限公司、河南易成新能源股份有限公司、山东京阳科技股份有限公司。

本文件主要起草人：聂俊军、李子坤、吕军、李拥军、郭跃华、韩团辉、王晓远、史慧恩、孙忠明、侯荣、杨胜、杜永红、成常杰、王晓臣、陈敏、严骏、王立强、冯晶、沈剑锋、白胜伍、王莹春、王瑞丹、石明朋、金子戔。

温室气体 产品碳足迹量化方法与要求 锂离子电池负极材料

1 范围

本文件规定了锂离子电池负极材料产品碳足迹的量化目的、量化范围、清单分析、影响评价、结果解释、产品碳足迹报告、产品碳足迹声明。

本文件适用于锂离子电池负极材料,如天然石墨负极材料、人造石墨负极材料、硅炭、炭复合氧化亚硅和硬炭等。

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 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 量化要求和指南
GB/T 24533 锂离子电池石墨类负极材料
GB/T 30836 锂离子电池用钛酸锂及其炭复合负极材料
GB/T 32150 工业企业温室气体排放核算和报告通则
GB/T 38823 硅炭
GB/T 43114 硬炭
YB/T 6260 炭复合氧化亚硅

3 术语和定义

GB/T 24040、GB/T 24044、GB/T 24067、GB/T 32150 界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

锂离子电池负极材料 negative electrode materials for lithium ion battery

锂离子电池负极材料是电池存储锂的主体,与正极材料在一定体系下协同作用实现锂离子电池多次充电和放电。在充电过程中,接受锂离子的嵌入;在放电过程中,实现锂离子的脱出。主要分为碳负极材料、金属氧化物材料及合金材料。

4 量化目的

量化锂离子电池负极材料产品生命周期所有显著的温室气体排放量和清除量(以二氧化碳当量(CO_{2e})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:

- 评价产品对气候变化的潜在影响;
- 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;
- 用于企业了解自身电池负极材料产品碳足迹,改进生产工艺,降低排放;
- 用于产品宣传,提升产品附加值和竞争力,提升企业形象;
- 用于建立碳标签制度,以应对国际绿色贸易壁垒,提高产品低碳竞争力和贸易竞争优势。

5 量化范围

5.1 声明单位

开展碳足迹量化的产品定义为符合 GB/T 24533、GB/T 30836、GB/T 38823、GB/T 43114、YB/T 6260 等要求的电池负极材料产品,声明单位为 1 t(1000 kg)。电池负极材料产品满足:

- a) 每项产品应只针对同一企业同一产地生产的同一规格的产品,并确保用户可以从碳足迹和产品标识中识别上述信息;
- b) 对于同一企业不同规格的产品,或同一规格但不同产地的产品,应分别核算碳足迹;
- c) 对于同一企业同一产地生产的同一规格的产品,如果采用的工艺技术、生产设备、原料种类和供应商有差异时,在进行数据调查时原则上应按产量比例进行分摊。

5.2 系统边界

5.2.1 一般原则

系统边界决定产品碳足迹核算及评价涵盖的所有单元过程。系统边界的选择应与碳足迹核算及评价的目标保持一致,并制定相应的便于识别和解释的终止/排他条件。在不会显著改变产品碳足迹核算及评价总体结论的前提下,允许不考虑部分生命周期阶段、单元过程、输入和输出。但应清晰阐述忽略的具体情况,并说明忽略的原因及其影响。

5.2.2 系统边界设定

在产品碳足迹核算、评价报告对外发布时,系统边界设定为从原材料采购到产品交付到下游客户(“从摇篮到大门”,from cradle to door)的产品碳足迹核算及评价。

典型锂离子电池碳负极材料产品生命周期过程见图 1,典型锂离子电池合金负极材料产品生命周期过程见图 2,部分锂离子电池负极材料一体化制造工厂可包含原材料加工阶段。

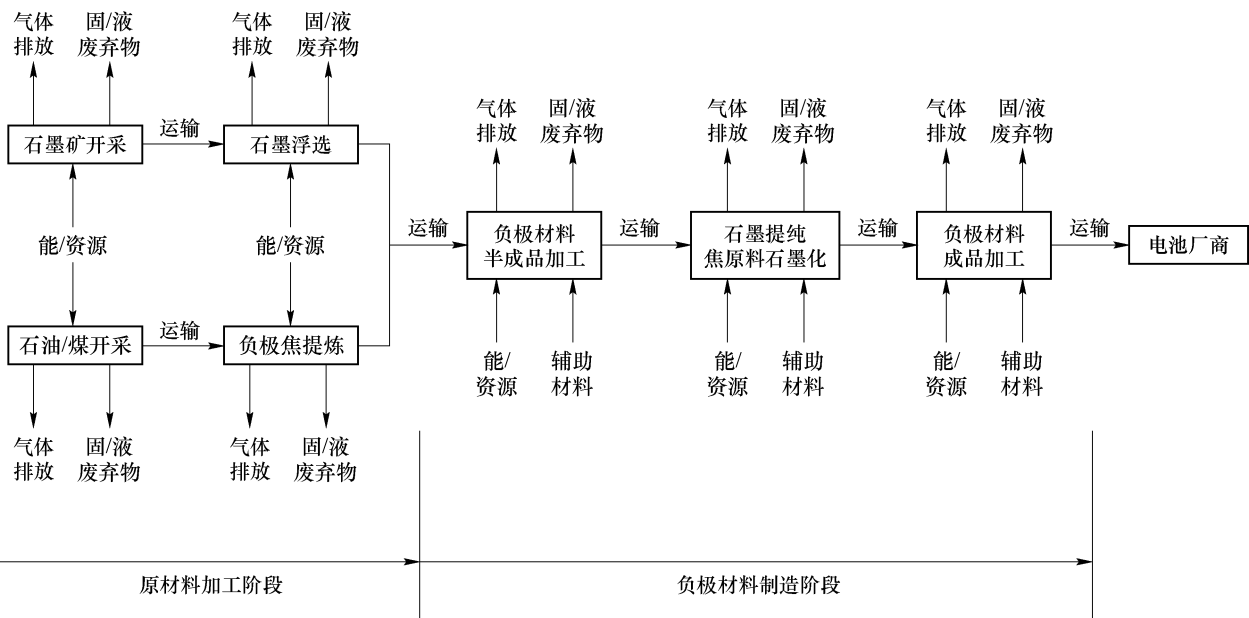


图 1 典型锂离子电池碳负极材料产品生命周期过程

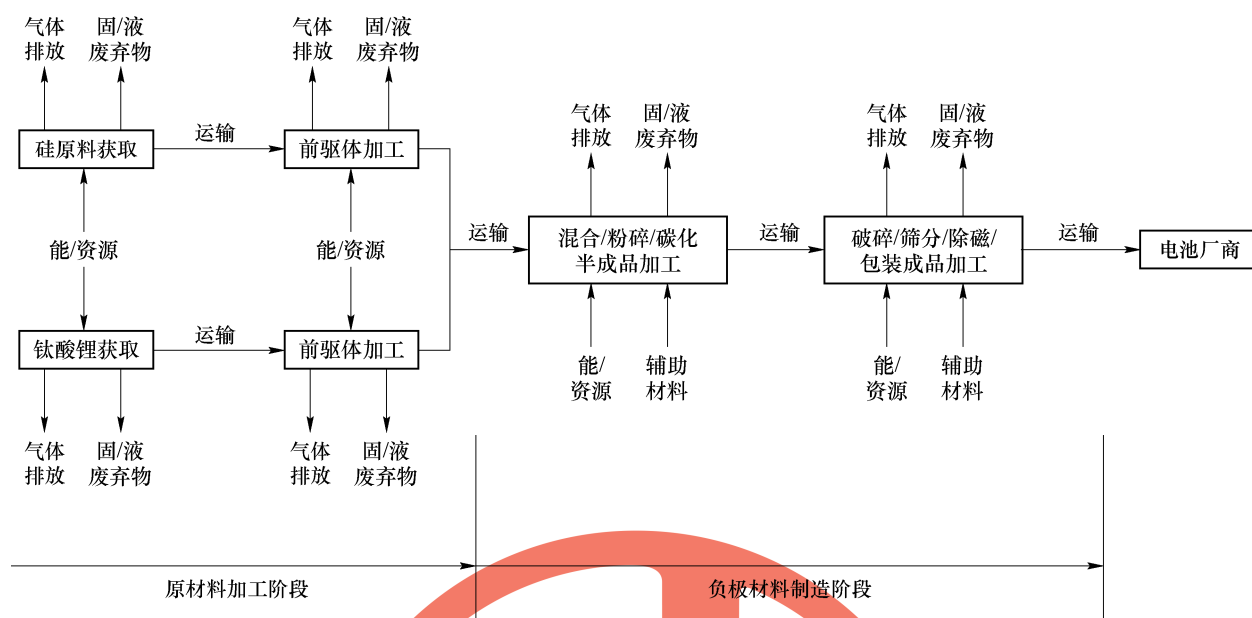


图2 典型锂离子电池合金负极材料产品生命周期过程

5.2.3 产品阶段范围

5.2.3.1 原材料加工阶段

原材料加工阶段从自然界材料提取时开始,在原材料产品到达锂离子电池负极材料产品生产工厂时终止。除了提取天然材料,还包括再生材料的获取,将原材料进行预处理以及将原材料投入生产运输设备,以及原材料运输过程。特殊能源的获取和供应也包括在该阶段中,而用于产品生命周期内的资产性商品的获取和供应不应包括在产品生命周期的任何阶段。

原材料获取阶段的流程包括:

- 采矿和提取(如石油、煤、石墨、硅等);
- 再生材料的加工;
- 保证原材料满足客户要求的附加过程,例如再生材料的转换;
- 能源(如电力、热力);
- 将材料或能源运送或输送到生产设施,以及相应的前处理设施。

5.2.3.2 制造阶段

产品制造阶段从产品原材料进入工厂开始,到最终产品离开工厂终止。在作为最终产品离开生产阶段之前,产品可能通过许多生产过程和多个上下游产业链的生产设施,比如原料提纯、原料石墨化、半成品加工、成品加工等。在这个阶段应考虑生产时期形成的任何副产品或废弃物。

产品制造阶段的流程包括:

- 烘干、造粒、提纯/石墨化、研磨、化学气相淀积(CVD)等;
- 粉碎、混合、包覆、炭化等半成品生产及生产过程中的运输;
- 粉碎、筛分、除磁等成品生产;
- 检验和包装;
- 能源(如电力、热力);
- 其他生产制造过程(如氮气)。

5.2.3.3 物流运输销售阶段

物流运输销售阶段从锂离子电池负极材料离开工厂开始,到锂离子电池制造厂商得到产品结束。一个产品在供用和销售阶段可能发生多段式存储、运输和销售,适用情况包括在物流中心和零售地点的存储。

物流运输销售阶段的流程包括:

- a) 工厂、仓库、销售地点间的各类运输,包括民用航空、水运及陆上交通运输;
- b) 装载;
- c) 收货及入库;
- d) 储存;
- e) 批发及零售。

注:一般情况下,物流运输销售阶段可总体划分为两个部分,一个是从生产工厂到物流中心或销售地点,另一个是从物流中心或销售地点到电池厂商手中。

6 清单分析

6.1 数据收集和确认

6.1.1 数据收集

6.1.1.1 一般原则

应收集系统边界内所有单元过程生命周期内的定性和定量数据。收集的数据,无论是通过测量、计算或估算,应可用于量化单元过程的输入和输出,重要的单元过程应记录在碳足迹核算及评价报告中。数据类型主要包括活动数据和排放因子等。

6.1.1.2 数据质量要求

产品碳足迹计算宜使用尽可能降低偏向性和不确定性的具有最高质量的、能满足评价目标和内容的实测数据和辅助数据。数据的质量应从定量和定性两个方面来衡量,衡量时宜涉及数据的以下方面。

- a) 准确性:避免非必要偏差和不确定度;
- b) 代表性:使用对评价产品而言具有时间、地理及技术针对性的数据;
- c) 完整性:涵盖对评价的产品系统有实质性贡献的所有温室气体的排放与清除;
- d) 数据来源:优先使用初级数据,若无法获取初级数据,可使用次级数据并进行书面记录。

6.1.1.3 数据选择要求

6.1.1.3.1 数据统计期

锂离子电池负极材料产品进行碳足迹核算及评价原则上以一年为统计期,如果生产不到一年的新产品,从产品生产初始开始。

6.1.1.3.2 产品产量

产品产量为数据统计期内的总产量。产量统计口径需按以下要求:

- a) 如果在统计期内有相同规格型号在不同产品线生产,应统计每条产品线上目标产品生产时的记录,并进行累加汇总;

- b) 如果在统计期内有不同规格型号的产品共线生产,则只统计目标产品生产时的记录,或按照各种产品的生产时间和产量来确定分摊比例。

6.1.1.3.3 物料消耗

物料消耗是数据统计期内各项原料(进入产品的)和辅料(未进入产品的)的消耗量。物料消耗统计要求如下:

- 重量小于原料消耗总重量 1% 的原料且无法明确计算温室气体排放量的可忽略,总共忽略的原料重量不应超过 5%;
- 对于一次性投入的消耗品,按其使用期内对应的产品产量,折算其消耗量;
- 对于一次性投入、长期使用的固定资产和设备等可忽略;
- 如果在统计期内有相同规格型号在不同产品线生产,需统计每条产品线的物料消耗,并进行累计加总;
- 如果在统计期内有不同规格型号的产品共线生产,应按照合理的分摊比例,将各项物料消耗分摊到目标产品上。

6.1.1.3.4 能源消耗

能源消耗包括数据统计期内的各项能源消耗。不同能耗种类应按照实物量计算,不能采用综合能耗计算。如果在统计期内有不同规格型号的产品共线生产,应按照合理分摊比例,将各项能耗分摊到目标产品上。

6.1.1.3.5 运输信息

运输信息包括数据统计期内产品、原材料等的运输方式、距离和运输量。运输信息统计要求如下:

- 应统计主要原材料的厂外运输量(货物周转量,单位:吨千米)及运输工具类型(运输方式)。如果有多个供应商或多条运输途径,应按运输量平均记录;
- 次要原物料的厂外运输距离可按照全国货物平均运输距离估算;
- 生产现场的运输不必记录运输量,将其在工厂能源消耗记录中体现即可;
- 应统计向外运输的废水、固体废弃物数量,并记录其处理方式。

6.1.2 选择与收集温室气体活动数据

6.1.2.1 数据收集优先级原则

锂离子电池负极材料产品碳足迹核算及评价时,过程和产品系统应根据所选定的核算方法的要求来选择和收集温室气体活动数据,数据的类型按照优先级由高到低的次序选择和收集,优先级应符合表 1 规定。

表 1 温室气体活动数据收集优先级

数据类型	描 述	优先级
初级数据	直接计量、检测获得的数据	高
次级数据	通过原始数据折算获得的数据,如:根据年度购买量及库存量的变化确定的数据,根据财务数据折算的数据等	中
	来自相似过程或活动的的数据	低

6.1.2.2 数据来源

过程和产品系统主要排放源活动数据及其来源,数据来源应符合表 2 规定。

表 2 排放源活动数据及来源

温室气体排放源	数 据 来 源
固体燃烧源	企业能源消耗台账或统计表
移动燃烧源	企业能源消耗台账或统计表
过程排放源	原辅料消耗表、废水量统计表、废水监测报告(生化需氧量、化学需氧量)、财务报表(原料购买量/购买额)
购入电力、热力	企业能源消耗台账或统计表、电费单、采购发票或凭证
生物燃料运输设备	企业能源消耗台账或统计表、采购发票或凭证

6.1.2.3 数据收集步骤

锂离子电池负极材料产品数据收集和数据质量评估宜遵循以下步骤:

- a) 制订数据管理计划并建立数据库完成数据的收集和评估过程;
- b) 使用产品生命周期流程图,收集有需求的数据,并开展过程审查,以便集中数据收集工作;
- c) 对于直接管控下的过程,搜集原始数据;
- d) 对于其他过程,收集实测活动水平数据或辅助数据,并评估直接排放数据、能源或材料使用数据、因子等的质量数据;
- e) 为了提高数据质量,宜依照数据优先级进行收集,分析并找到数据缺口,收集更高质量的数据。

6.1.2.4 数据收集项目

6.1.2.4.1 原材料加工阶段

原材料加工阶段应收集以下过程相关的数据:

- a) 石墨、焦类、钛酸锂、硅相关的开采、生产、成型、精炼过程;
- b) 石墨、焦类、钛酸锂、硅相关的运输过程;
- c) 能源生产、输送相关的过程。
- d) 上述过程所产生的废气、废水、固体废弃物处理相关的过程,其中委外处理的仅计算其运输过程。原材料加工阶段收集的数据可使用辅助数据。

6.1.2.4.2 制造阶段

产品制造阶段应收集以下过程相关的数据:

- a) 石墨、焦类、沥青、硅前驱体、钛酸锂等相关的深加工、运输过程;
- b) 负极材料成品相关的制造、运输过程;
- c) 产品包装材料相关的制造、运输过程;
- d) 上述过程所产生的废气、废水、固体废弃物处理相关的过程。

产品制造阶段收集的数据应优先选择初级活动水平实测数据。

6.1.2.4.3 物流运输销售阶段

物流运输销售阶段应收集以下数据:

- a) 负极材料产品重量,含包装材料;
- b) 销售区域、销售地点或客户指定仓储与销售量、出货量;
- c) 运输工具,包括种类、载重量与承载率;
- d) 使用能源种类与相关的温室气体放量;
- e) 运输距离;
- f) 可行时,与存储特定产品相关的 GHG 排放量;
- g) 可行时,与销售特定产品相关的 GHG 排放量。

物流运输销售阶段收集的数据应优先选择初级活动水平实测数据。

6.1.3 选择或测定温室气体排放因子

在获取温室气体排放因子时,应考虑如下因素:

- a) 来源明确,有公信力;
- b) 适用性;
- c) 时效性。

温室气体排放因子获取优先级应符合表 3 规定。

表 3 温室气体排放因子获取优先级

数据类型	描 述	优先级
排放因子实测值或测算值	通过工业企业内的直接测量、能量平衡或物料平衡等方法得到的排放因子或相关参数值	高
排放因子参考值	采用相关指南或文件中提供的排放因子	低

6.2 数据分配

锂离子电池负极材料产品碳足迹核算及评价应包括与其他产品系统共享过程的识别,并按照以下所述的程序处理:

- a) 将单元过程划分为两个或多个子过程,分别收集与这些子过程相关的输入和输出数据,扩展产品系统,增加产品之间关联的新功能;
- b) 在无法避免分配的情况下,系统的输入和输出应在不同的产品或功能之间进行分配,以反映它们之间的潜在物理关系;
- c) 当不能单独建立物理关系作为分配的基础时,应在产品和功能以反映它们其他关系的方式进行分配,比如投入和产出数据可以根据产品的经济价值进行分配。

6.3 取舍准则

产品碳足迹核算及评价应包括所界定的系统边界内可能对产品碳足迹有实质性贡献的所有温室气体排放与清除,忽略的单元过程和输入、输出应满足以下条件:

- a) 可以显示部分生命周期阶段或单元过程缺乏重要性时,可以排除;
- b) 输入和输出对产品碳足迹量化缺乏重要性时,可以排除;
- c) 可以显示新的单元过程、输入和输出具有重要性时,可以纳入;
- d) 单元过程不超过系统边界定义的总排放量的 5%;
- e) 单项的输入和输出的重量占总重量的比例小于 1%,且总重量不超过 5%。

6.4 清单计算

6.4.1 方法选择

锂离子电池负极材料产品碳足迹核算及评价,应选择能得出准确、一致、可再现的结果的核算方法。核算方法包括三种类型。

- a) 计算排放因子法:温室气体排放量为活动数据与温室气体排放因子的乘积,核算方法见 A.1.1;
- b) 物料平衡法:跟进质量守恒定律,在产品系统中用输入物料中的含碳量减去输出物料中的含碳量进行平衡计算得到二氧化碳排放量,核算方法见附录 A.1.2;
- c) 实测:通过安装监测仪器、设备,并采取相关技术文件中要求的方法测量温室气体源排放到大气中的温室气体排放量。

核算方法选择宜按照一定的优先级,可参考的因素包括:

- a) 核算结果的数据准确度要求;
- b) 可获得的计算用数据情况;
- c) 排放源的可识别程度。

产品碳足迹核算及评价应对温室气体排放因子的来源作出说明。

6.4.2 数据计算

数据收集完成后,应对产品系统中每一个单元过程与功能单位进行温室气体排放量计算。计算应以统一的功能单位作为该产品系统所在单元过程中物质流和能量流的共同基础,得到系统中所有的输入和输出数据,并通过汇总获得产品碳足迹的最终核算结果,以二氧化碳当量(tCO_2e)表示。此过程中,如发现不合理的数据,应予以替换。

温室气体排放量计算按照以下步骤进行:

- a) 用活动水平数据乘以该活动的排放因子,将实测活动水平数据和辅助数据换算为 *GHG* 排放量,以产品每个功能单位的 *GHG* 排放量形式记录;
- b) 用具体 *GHG* 排放值乘以相应的 *GWP* 值,将 *GHG* 排放量数据换算为二氧化碳当量的排放。

6.4.3 计算与汇总温室气体排放量

锂离子电池产品碳足迹核算及评价,过程和产品系统应根据所选定的核算方法对温室气体排放量进行计算。单元过程的温室气体排放 *GHG* 计算应包含如下项目:

- a) 原材料获取过程中的排放;
- b) 制造过程中的排放;
- c) 物流运输销售过程中的排放;
- d) 处理处置废水、废气、固体废弃物等产生的排放。

通过上述项目,计算得出单元过程的温室气体排放总量(计算公式见 A.2),所有温室气体的排放量均应折算为二氧化碳当量。

7 影响评价

应按本文件中碳足迹量化方法量化锂离子电池负极材料产品碳足迹。

8 结果解释

8.1 产品碳足迹研究的生命周期解释阶段应包括以下步骤:

- a) 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的量化结果,识别重大问题(可包括生命周期阶段、单元过程或流程);
- b) 完整性、一致性和敏感性分析;
- c) 结论、局限性和建议的编制。

8.2 应按照产品碳足迹研究的目的和范围,对生命周期清单分析或生命周期影响评价的产品碳足迹的量化结果进行解释,解释应包括以下内容:

- 对产品碳足迹和各阶段碳足迹的说明;
- 对不确定性分析,包括取舍准则的应用或范围;
- 详细记录选定的分配程序;
- 描述空间系统的划分方法及空间网格粒度(如适用);
- 说明产品碳足迹研究的局限性。

8.3 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)进行的敏感性检查,以理解结果的敏感性和不确定性;
- 替代适用情景对最终结果的影响评价;
- 不同生命末期阶段情景对最终结果的影响评价;
- 空间系统的划分和空间网格分辨率选择对结果的影响评价(如适用)。

8.4 产品碳足迹研究报告中,结果解释应包括:

- 结论和局限性;
- 敏感性分析和不确定性分析结果;
- 披露在产品碳足迹研究决策中所做出的价值选择并说明理由;
- 范围和修改后的范围(如适用),并说明理由和排除的情况。

9 产品碳足迹报告

9.1 概述

产品碳足迹核算及评价报告宜采取以下形式:产品碳足迹评价报告、产品碳足迹标识。若采用产品碳足迹标识,须同时出具产品碳足迹报告。

根据碳足迹核算结果,结合企业环境战略目标和产品自身特点,可应用于:

- a) 经独立第三方机构审核后发布产品碳足迹信息和报告,可用于市场营销、合规声明、企业社会责任报告等;
- b) 开展其他方核查;
- c) 实施自我声明;
- d) 用于鼓励企业的产品、工艺技术、生产管理和供应链管理的改进。从生命周期角度提出温室气体减排改进方案,一般包括清洁生产、供应链管理、绿色采购等方面。企业在实施改进方案之后,可以评价并对外公布产品碳足迹和减排量,帮助企业实现温室气体减排的目的。

9.2 报告内容

报告应当包括下列内容:

- a) 基本情况,包括但不限于产品名称、产品介绍、功能单位等;
- b) 系统边界,包括但不限于产品生命周期阶段定义、时间周期、地理范围、排放源类型、排放源排除等内容;

- c) 计算方法,包括但不限于各排放源排放计算公式,如化石燃料燃烧、电力的排放计算公式等;
- d) 产品碳足迹核算,包括但不限于各阶段排放源计算程序、活动数据收集及排放系数来源说明、产品生命周期碳足迹结果及说明等内容;
- e) 报告管理和保存,对报告的使用者管理保存方法、有效期、保密性等进行说明;
- f) 参考文献,报告涉及的所有参考文献说明;
- g) 支持性文献,报告涉及的相关支持材料清单及附件。

9.3 评价结果有效期

锂离子电池负极材料产品碳足迹核算及评价结果有效期原则上为两年。但若该产品碳足迹的生命周期发生变化,则原评价结果即时失效,并应重新进行该产品的碳足迹核算及评价,具体包括以下两种情形:

- a) 若产品生命周期的一个计划外变化导致产品碳足迹增加超过 10%,且此情况持续超过三个月,则应重新进行该产品的碳足迹评价;
- b) 若产品生命周期的一个计划内变化导致产品碳足迹增加超过 5%,且此情况持续超过三个月,则应重新进行该产品的碳足迹评价。

9.4 保密性

用于佐证产品碳足迹的资料,可能会包含生产者生产活动的机密信息。各利益相关方所提供的信息具有被保护的权力。因此,利益相关方应商定适宜的法律工具以确保相互之间交流信息的保密性。

可采用碳足迹标识体现,如碳标签、碳足迹声明可由第三方机构发布声明。

10 产品碳足迹声明

相关声明或信息交流中的产品碳足迹研究报告见附录 B。

附录 A

(规范性)

温室气体排放量核算方法和计算公式

A.1 温室气体排放量核算方法

A.1.1 排放因子法

采用排放因子法计算时,温室气体排放量为活动数据与温室气体排放因子的乘积,见式(A.1):

$$E_{GHG} = AD \times EF \times GWP \quad \dots\dots\dots (A.1)$$

式中:

E_{GHG} ——温室气体排放量,单位为吨二氧化碳当量(tCO_2e);

AD ——温室气体活动数据,单位根据具体排放源确定;

EF ——温室气体排放因子,单位与活动数据的单位相匹配;

GWP ——全球变暖潜势,数值可参考政府间气候变化专门委员会(IPCC)提供的数据。

A.1.2 物料平衡法

采用物料平衡法计算时,根据质量守恒定律,在产品系统中用输入物料中的含碳量减去输出物料中的含碳量进行平衡计算得到二氧化碳排放量,见式(A.2):

$$E_{GHG} = \left[\sum (M_I \times CC_I) - \sum (M_O \times CC_O) \right] \times \omega \times GWP \quad \dots\dots\dots (A.2)$$

式中:

E_{GHG} ——温室气体排放量,单位为吨二氧化碳当量(tCO_2e);

M_I ——输入物料的量,含碳原料如焦、石墨、沥青等,单位根据具体排放源确定;

M_O ——输出物料的量,如成品、抛洒料等,单位根据具体排放源确定;

CC_I ——输入物料的含碳量,单位与输入物料的单位相匹配;

CC_O ——输出物料的含碳量,单位与输入物料的单位相匹配;

ω ——碳质量转化为温室气体质量的转换系数;

GWP ——全球变暖潜势,数值可参考政府间气候变化专门委员会(IPCC)提供的数据。

A.2 总温室气体排放量 GHG 计算公式

产品生命周期中的温室气体排放量应被分配到发生温室气体排放与清除的生命周期阶段。每个阶段的产品碳足迹相加得到整个生命周期的产品碳足迹。主要公式见式(A.3):

$$E_{GHG} = \sum_{i=1} E_i \quad \dots\dots\dots (A.3)$$

式中:

E_{GHG} ——锂离子电池负极材料产品生命周期内 GHG 排放总量,单位为吨二氧化碳当量(tCO_2e);

E_i ——锂离子电池负极材料产品生命周期内各阶段 GHG 排放量,单位为吨二氧化碳当量(tCO_2e);

i ——锂离子电池产品生命周期内各阶段。

其中,各阶段的碳足迹计算公式如下,见式(A.4):

$$E_i = \sum_{j=1}^k (AD_{i,j} \times EF_{i,j} \times GWP_j) \dots\dots\dots (A.4)$$

式中:

AD —— 锂离子电池负极材料产品各阶段的温室气体活动数据,单位根据具体排放源确定;

EF —— 温室气体排放因子,单位与活动数据的单位相匹配;

j —— 锂离子电池产品生命周期内各阶段中不同类型的活动数据, $j=1,2,3\cdots,k$ 。

计算说明如下:

a) 将每个功能单位系统边界内每个活动的排放活动数据与清除活动数据确定为实测数据或辅助数据。依据数据质量要求,可以使用通用数据,通用数据优先次序为:

- 1) 国家 LCI 数据库;
- 2) 国内相关行业平均数据;
- 3) 其他国家或地区公开发布的数据库;
- 4) 公开发用于 LCA 评价软件自带数据库。

注: 电力及热力排放因子见附录 D。

b) 用活动数据乘以各活动相应的排放因子,从而将实测数据和辅助数据换算为排放量。排放因子选用的优先次序为:

- 1) 测量或质量平衡获得的排放因子;
- 2) 供应商提供的排放因子;
- 3) 国家排放因子;
- 4) 国际排放因子。

c) 用各排放量数据乘以相应的全球增温潜势值(GWP),从而将排放量数据换算为二氧化碳当量数据。排放为正值,清除为负值。

注: 全球增温潜势见附录 D。

d) 将所评价产品生命周期内以二氧化碳当量表示的排放量数据相加,得到每个功能单位以二氧化碳当量表示的温室气体净排放量数据(正值或负值)。

附 录 B

(资料性)

锂离子电池负极材料产品碳足迹评价报告框架

产 品 名 称: _____

委托单位名称: _____

评价报告编号: _____

评 价 依 据: _____

评价结论: _____公司(填写产品生产者的全名)生产(或填写“提供”)的 _____(填写所评价的产品名称),从 _____(填写某生命周期阶段)到 _____(填写某生命周期阶段),每千克产品的生命周期碳足迹为 _____ kgCO_2e 。

批 准 人: _____(签名)

评价机构: _____(盖章)

批准日期: _____年 _____月 _____日

B.1 基本情况(见表 B.1)

表 B.1 基本情况表

生产单位	单位名称	
	单位地址	
	法定代表人	
	联系人	
	联系方式	
评价产品	产品名称	
	功能单位	
	产品介绍	

B.2 评价目标

披露产品生命周期碳足迹对于产品生产企业的发展而言具有重要意义。企业对产品生命周期温室气体排放进行评价后,可根据评价结果采取有效可行的措施来减少供应链中的碳排放,这样不仅可降低企业能耗,还可节约生产成本并提高企业效益。

B.3 系统边界及范围

B.3.1 系统边界及范围描述

××××

B.3.2 生命周期图

××××

B.4 计算方法

××××

B.5 产品碳足迹计算

B.5.1 各阶段活动数据及排放因子说明(见表 B.2 和表 B.3)

表 B.2 产品生命周期活动数据说明

生命周期阶段	活动数量	单位	数据来源
原材料获取			
制造			
供销、零售			
使用			

表 B.3 产品生命周期排放因子说明

生命周期阶段	排放因子	单位	数据来源
原材料获取			
制造			
供销、零售			
使用			

B.5.2 产品生命周期碳足迹清单及说明

_____ (每功能单位的产品) 从 _____ (填写某生命阶段) 到 _____ (填写某生命阶段) 的生命周期碳足迹为 _____ kgCO₂e。各阶段的排放情况及占比见表 B.4。

表 B.4 每功能单位的产品生命周期阶段排放情况及占比

生命周期阶段	碳足迹(kgCO ₂ e)	百分比(%)
原材料获取		
制造		
供销、零售		
使用		
总计		

B.5.3 其他说明

××××

B.6 报告管理及保存

本报告由××单位××部门以纸质版/电子版的形式保管,保存年限为××年,报告有效期为××年;报告可用于×××用途,报告中×××为保密性信息,如需使用请联系相关方。

B.7 参考文献

××××

B.8 支持性文件

××××

附 录 C
(资料性)
全球增温潜势

在计算用于温室气体全球增温潜势值时,参照表 C.1 中的规定。

表 C.1 不同温度气体的全球增温潜势

温室气体种类	化学分子式	100 年增温潜势
二氧化碳	CO ₂	1
甲烷	CH ₄	25
氧化亚氮	O ₂ N	298
HFC-23	CHF ₃	14800
HFC-32	CH ₂ F ₂	675
HFC-125	CHF ₂ CF ₃	3500
HFC-134a	CH ₂ FCF ₃	1430
HFC-143a	CH ₃ CF ₃	4470
HFC-152a	CH ₃ CHF ₂	124
HFC-227ea	CF ₃ CHFCF ₃	3220
HFC-236fa	CF ₃ CH ₂ CF ₃	9810
HFC-245fa	CHF ₂ CH ₂ CF ₃	1030
六氟化硫	SF ₆	22800
三氟化氮	NF ₃	16100
PFC-14	CF ₄	7390
PFC-116	C ₂ F ₆	12200
注: 根据本文件进行计算时,采用 IPCC 第四次评估的全球增温潜势。		

附 录 D
(资料性)
常用参数参考值

排放因子值见表 D.1~表 D.3。

表 D.1 中国电力碳足迹因子和热力碳足迹因子

名 称	数 值	单 位
电力碳足迹因子	按生态环境部统计最新数据	tCO ₂ e/MW·h
热力碳足迹因子 ^a	0.051	tCO ₂ e/GJ

注：^a 数值取值来源于世界钢协《CO₂ 排放系数收集指南(第 11 版)》。

表 D.2 化石燃料燃烧 CO₂ 排放因子——固定燃烧源

燃料名称		单位热值含碳 ^a (tC/TJ)	碳氧化率 ^b (%)	热值 ^c		排放因子 ^d		密度 (kg/m ³)
				数值	单位	数值	单位	
原煤	无烟煤	27.4	94	20934	kJ/kg	1.97	tCO ₂ /t 燃料	
	烟煤	26.1	93	20934	kJ/kg	1.86	tCO ₂ /t 燃料	
	褐煤	28.0	96	20934	kJ/kg	2.06	tCO ₂ /t 燃料	
洗精煤		25.41	100 ⁷	26377	kJ/kg	2.45	tCO ₂ /t 燃料	
其他 洗煤	洗中煤	25.41	100 ⁷	8374	kJ/kg	0.78	tCO ₂ /t 燃料	
	煤泥	25.41	100 ⁷	12560	kJ/kg	1.17	tCO ₂ /t 燃料	
焦炭		29.42	93	28470	kJ/kg	2.85	tCO ₂ /t 燃料	
原油		20.08	98	41868	kJ/kg	3.02	tCO ₂ /t 燃料	
燃料油		21.10	98	41868	kJ/kg	3.17	tCO ₂ /t 燃料	
汽油		18.90	98	43124	kJ/kg	2.92	tCO ₂ /t 燃料	
煤油		19.60	98	43124	kJ/kg	3.03	tCO ₂ /t 燃料	
柴油		20.20	98	42705	kJ/kg	3.10	tCO ₂ /t 燃料	
液化天然气		17.20	98	51498	kJ/kg	2.90	tCO ₂ /t 燃料	
液化石油气		17.20	98	50242	kJ/kg	3.10	tCO ₂ /t 燃料	
炼厂干气		18.20	99	46055	kJ/kg	3.04	tCO ₂ /t 燃料	
乙烷		18.7	98	48800	kJ/kg	3.28	tCO ₂ /t 燃料	
其他石 油制品	沥青	22	98	41200	kJ/kg	3.26	tCO ₂ /t 燃料	
	润滑油	20	98	42300	kJ/kg	3.04	tCO ₂ /t 燃料	
	石油焦	27.5	98	41900 ⁷	kJ/kg	4.14	tCO ₂ /t 燃料	
天然气		15.32	99	32238	kJ/m ³	0.0022	tCO ₂ /m ³ 燃料	
焦炉煤气		13.58	99	16747	kJ/m ³	0.00089	tCO ₂ /m ³ 燃料	
高炉煤气		12.20	99	3768	kJ/m ³	0.00017	tCO ₂ /m ³ 燃料	
其他 煤气	发生炉煤气	12.20	99	5234	kJ/m ³	0.00023	tCO ₂ /m ³ 燃料	
	重油催化裂解 煤气	12.20	99	19259	kJ/m ³	0.00085	tCO ₂ /m ³ 燃料	

表 D.2 化石燃料燃烧 CO₂ 排放因子——固定燃烧源(续)

燃料名称		单位热值含碳 ^a (tC/TJ)	碳氧化率 ^b (%)	热值 ^c		排放因子 ^d		密度 (kg/m ³)
				数值	单位	数值	单位	
其他 煤气	重油热裂解 煤气	12.20	99	35588	kJ/m ³	0.0016	tCO ₂ /m ³ 燃料	
	焦炭制气	12.20	99	16329	kJ/m ³	0.00072	tCO ₂ /m ³ 燃料	
	压力气化煤气	12.20	99	15072	kJ/m ³	0.00067	tCO ₂ /m ³ 燃料	
	水煤气	12.20	99	10467	kJ/m ³	0.00046	tCO ₂ /m ³ 燃料	
^a 单位热值含碳量数据来源于《省级温室气体清单编制指南》表 1.5。 ^b 碳氧化率来源于《省级温室气体清单编制指南》表 1.7。 ^c 热值数据来源于 GB/T 2589—2020 附录 A。 ^d 排放因子计算方法为:排放因子=单位热值含碳量×碳氧化率×热值×44/12。								

表 D.3 化石燃料燃烧 CO₂ 排放因子——移动燃烧源

化石燃料品种		单位热值含碳量 ^a (tC/TJ)	碳氧化率 ^b (%)	热值 ^c		排放因子 ^d		密度 (kg/m ³)
				数值	单位	数值	单位	
道路 运输	汽油	18.90	98	43124	kJ/kg	2.92	tCO ₂ /t 燃料	
	喷气煤油	19.50	98	43070	kJ/kg	3.02	tCO ₂ /t 燃料	
	柴油	20.20	98	42705	kJ/kg	3.10	tCO ₂ /t 燃料	
	液化石油气	17.20	98	50242	kJ/kg	3.10	tCO ₂ /t 燃料	
	液化天然气	17.20	98	51498	kJ/kg	2.68	tCO ₂ /t 燃料	
非道路 运输	汽油	18.90	98	43124	kJ/kg	2.92	tCO ₂ /t 燃料	
	柴油	20.20	98	42705	kJ/kg	3.10	tCO ₂ /t 燃料	
^a 单位热值含碳量数据来源于《省级温室气体清单编制指南》表 1.5。 ^b 碳氧化率来源于《省级温室气体清单编制指南》表 1.7。 ^c 热值数据来源于 GB/T 2589—2020 附录 A。 ^d 排放因子计算方法为:排放因子=单位热值含碳量×碳氧化率×热值×44/12。								

参 考 文 献

- [1] GB/T 32150 工业企业温室气体排放核算和报告通则
- [2] DB31T 1071—2017 产品碳足迹核算通则
- [3] T/DZJN 001—2018 电器电子产品碳足迹评价通则
- [4] ISO 14064—3 Greenhouse gases-Part 3: Specification with guidance for the verification and validation of greenhouse gas statements(ISO 14064—3 温室气体—第三部分—温室气体声明的核查和验证的具体指引)
- [5] GHG Protocol 温室气体协议
- [6] PAS 2050 商品和服务在生命周期内的温室气体排放评价规范

