

团体标准

T/CNIA 0261—2024

温室气体 产品碳足迹量化方法与要求 锂离子电池正极材料

Greenhouse gas—Quantification method and requirements of product
carbon footprint—Cathode materials for lithium-ion batteries

(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)

2024-11-12 发布

2024-12-31 实施

中国有色金属工业协会 发布
中国有色金属学会

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。

本文件由中国有色金属工业协会提出。

本文件由全国有色金属标准化技术委员会(SAC/TC 243)归口。

本文件起草单位：广东邦普循环科技有限公司、衢州华友钴新材料有限公司、中伟新材料股份有限公司、江西赣锋锂业集团股份有限公司、格林美(无锡)能源材料有限公司、湖南长远锂科新能源有限公司、北京当升材料科技股份有限公司、金驰能源材料有限公司、天津国安盟固利新材料科技股份有限公司、浙江巴莫科技有限责任公司、厦门厦钨新能源材料股份有限公司、湖南邦普循环科技有限公司、金川集团股份有限公司。

本文件主要起草人：余海军、谢英豪、刘志鹏、张晓兵、刘凤梅、閻硕、李强、许开华、胡柳泉、冯帆、朱健、李文强、郭静静、罗小成、李长东、李阳、徐加雷、胡家彦、陈婷。

温室气体 产品碳足迹量化方法与要求 锂离子电池正极材料

1 范围

本文件规定了锂离子电池正极材料碳足迹量化的量化目的、量化范围、数据和数据质量、生命周期清单分析、产品碳足迹影响评价、产品碳足迹结果解释及产品碳足迹报告。

本文件适用于锂离子电池正极材料产品的碳足迹量化。

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 20252 钴酸锂
- 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 26031 镍酸锂
- GB/T 30835 锂离子电池用炭复合磷酸铁锂正极材料
- GB/T 32150 工业企业温室气体排放核算和报告通则
- GB/T 32151.46 温室气体排放核算与报告要求 第46部分：废弃电池处理处置企业
- YS/T 677 锰酸锂
- YS/T 798 镍钴锰酸锂
- YS/T 1027 磷酸铁锂
- YS/T 1125 镍钴铝酸锂
- YS/T 1030 富锂锰基正极材料

ISO 14026 环境标志和声明 足迹信息通信的原则、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 24040、GB/T 24044、GB/T 24067、GB/T 32150、GB/T 32151.46 界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

产品碳足迹 carbon footprint of a product (CFP)

产品系统中的温室气体排放量和温室气体清除量之和，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。

[来源：GB/T 24067—2024, 3.1.1, 有修改]

3.2

锂离子电池正极材料 cathode materials for lithium-ion batteries

锂离子电池中作为正极活性物质的材料,包括镍钴锰酸锂、磷酸铁锂、钴酸锂、锰酸锂等,以下简称正极材料。

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:涉及的温室气体包含二氧化碳(CO₂)、甲烷(CH₄)、氧化亚氮(N₂O)、氢氟碳化物(HFCs)、全氟碳化物(PFCs)、六氟化硫(SF₆)与三氟化氮(NF₃)。

[来源:GB/T 32150—2015,3.1,有修改]

3.4

产品系统 product system

拥有基本流和产品流,同时具有一种或多种特定功能,并能模拟产品生命周期的单元过程的集合。

[来源:GB/T 24044—2008,3.28]

3.5

温室气体排放因子 GHG emission factor

表征活动数据的温室气体排放的系数。

[来源:GB/T 32150—2015,3.13,有修改]

3.6

全球变暖潜势 global warming potential (GWP)

将单位质量的某种温室气体在选定时间段内辐射强度的影响与等量二氧化碳辐射强度影响关联的系数。

[来源:GB/T 32150—2015,3.15,有修改]

3.7

二氧化碳当量 carbon dioxide equivalent

CO₂e

与某种温室气体辐射强度相当的二氧化碳的量。

[来源:GB/T 32150—2015,3.16,有修改]

3.8

生命周期 life cycle

产品系统中前后衔接的一系列阶段,从自然界或从自然资源中获取原材料,直至生命周期结束,包括任何回收利用或回收活动。

[来源:GB/T 24040—2008,3.1,有修改]

3.9

生命周期评价 life cycle assessment (LCA)

对一个产品系统的生命周期中输入、输出及其潜在环境影响的汇编和评价。

[来源:GB/T 24044—2008,3.2]

3.10

生命周期清单分析 life cycle inventory analysis (LCI)

生命周期评价中对所研究产品整个生命周期中输入和输出进行汇编和量化的阶段。

[来源:GB/T 24044—2008,3.3]

3.11

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 24040—2008,3.32]

3.12

活动数据 activity data(AD)

导致温室气体排放的生产或消费活动量的表征值。

[来源:GB/T 32150—2015,3.12,有修改]

3.13

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研究中的产品系统,因为初级数据可能与研究中的不同但可比较的产品系统相关。

注2:初级数据可包括温室气体排放因子和/或温室气体活动数据。

[来源:GB/T 24067—2024,3.6.1,有修改]

3.14

现场数据 site-specific data

在产品系统中获得的初级数据。

注:所有现场数据都是初级数据,但并非所有初级数据都是现场数据,因为初级数据可能来自不同的产品系统。

[来源:GB/T 24067—2024,3.6.2,有修改]

3.15

次级数据 secondary data

从直接测量以外或基于直接测量计算以外的来源获得的数据。

注: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。

[来源:GB/T 24067—2024,3.6.3,有修改]

3.16

再生材料 recycled materials

对失去原使用价值的材料经过加工处理使其重新获得使用价值的材料。

[来源:GB/T 26989—2011,2.4.10]

3.17

取舍准则 cut-off criteria

对与单元过程或产品系统相关的物质和能量流的数量或环境影响重要性程度是否被排除在研究范围之外所作出的规定。

[来源:GB/T 24044—2008,3.18]

3.18

碳足迹综合权益法 integrated carbon-right method(ICM)

综合地区发展差异、循环利用技术与碳减排贡献之间权益分配的碳足迹计算方法。

3.19

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]

3.20

数据质量等级 data quality rating(DQR)

基于时间代表性、技术代表性、地理代表性、数据来源代表性对数据质量标准进行的半定量评估。

4 量化目的

开展正极材料及其原料(前驱体和锂盐)产品碳足迹研究的总体目的是结合取舍准则,通过量化正极材料及其原料(前驱体和锂盐)生命周期或选定过程所有显著的温室气体排放量和清除量,计算 1 t 正极材料及其原料(前驱体和锂盐)对全球变暖的潜在影响(以二氧化碳当量(CO₂e)表示)。

注:这种量化面向一系列受众,支持一系列的目的和应用,包括但不限于进行的独立研究和比较研究,以及长期绩效追踪。

在确定产品碳足迹研究目的时,应明确说明以下问题:

- a) 应用意图;
- b) 开展该项研究的理由;
- c) 目标受众(即研究结果的接收者);
- d) 根据 ISO 14026 的要求,计划交流的产品碳足迹信息(如有)。

5 量化范围

5.1 产品描述

产品描述应使用户能够清晰识别产品,并可按照 GB/T 20252、GB/T 26031、GB/T 30835、YS/T 677、YS/T 798、YS/T 1027、YS/T 1125、YS/T 1030 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。

5.2 声明单位

产品碳足迹研究应明确规定声明单位。声明单位应与产品碳足迹研究的目的和范围保持一致。声明单位的主要目的是为相关的输入和输出数据的归一化提供参考基准。因此应对声明单位做出明确的定义并使其可量化。本文件涉及的正极材料及其原料(前驱体和锂盐)产品声明单位为符合 GB/T 20252、GB/T 26031、GB/T 30835、YS/T 677、YS/T 798、YS/T 1027、YS/T 1125、YS/T 1030 等规定的 1 t 正极材料及其原料(前驱体和锂盐)。

5.3 系统边界

5.3.1 边界设定

产品碳足迹评价以生命周期评价方法为基础,正极材料及其原料(前驱体和锂盐)系统边界为覆盖产品生命周期的原料获取阶段(包括运输阶段)、产品制造阶段。根据原材料和加工制造工艺的不同,正极材料及其原料(前驱体和锂盐)产品生命周期系统边界分为从原生材料到正极材料及其原料(前驱体和锂盐)以及从再生材料到正极材料及其原料(前驱体和锂盐)四种,具体如图 1、图 2、图 3 和图 4 所示。根

据目标用户的要求或产品特点,生命周期阶段的某个部分可能不包括在图 1~图 4,但实际碳足迹量化过程应绘制其所覆盖的每个阶段的流程图,流程图应根据每个单元过程(包括运输)绘制。正极材料修复产品生命周期系统边界包括从再生材料到正极材料,具体根据原材料获取和加工制造工艺而定。

在不会显著改变产品碳足迹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,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。

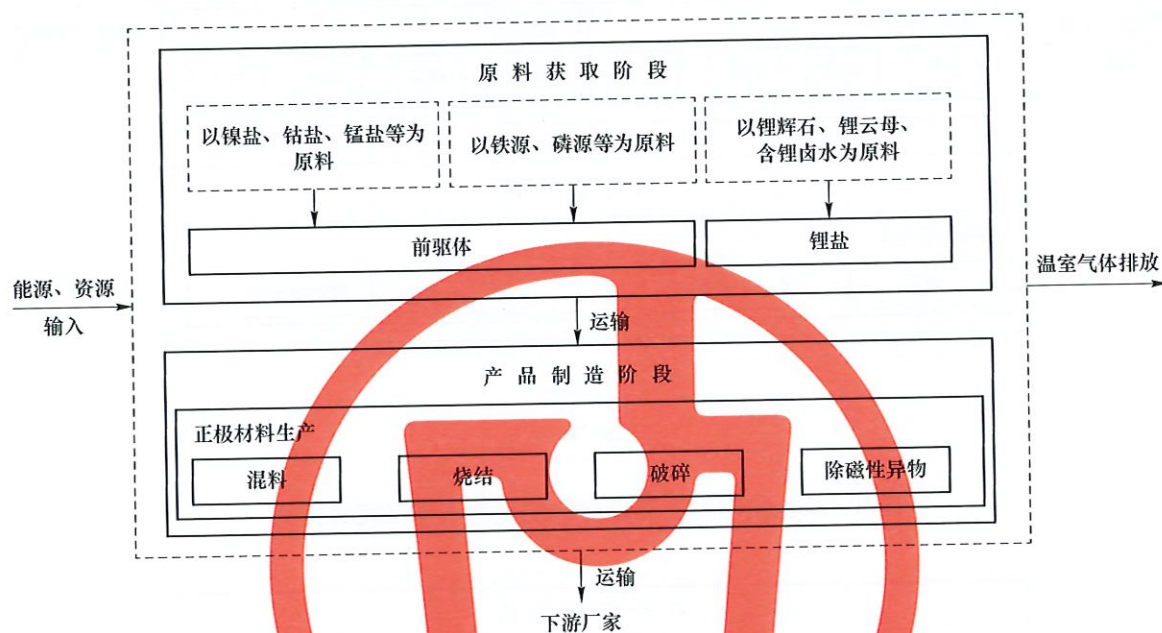


图 1 从原材料到正极材料的生命周期系统边界

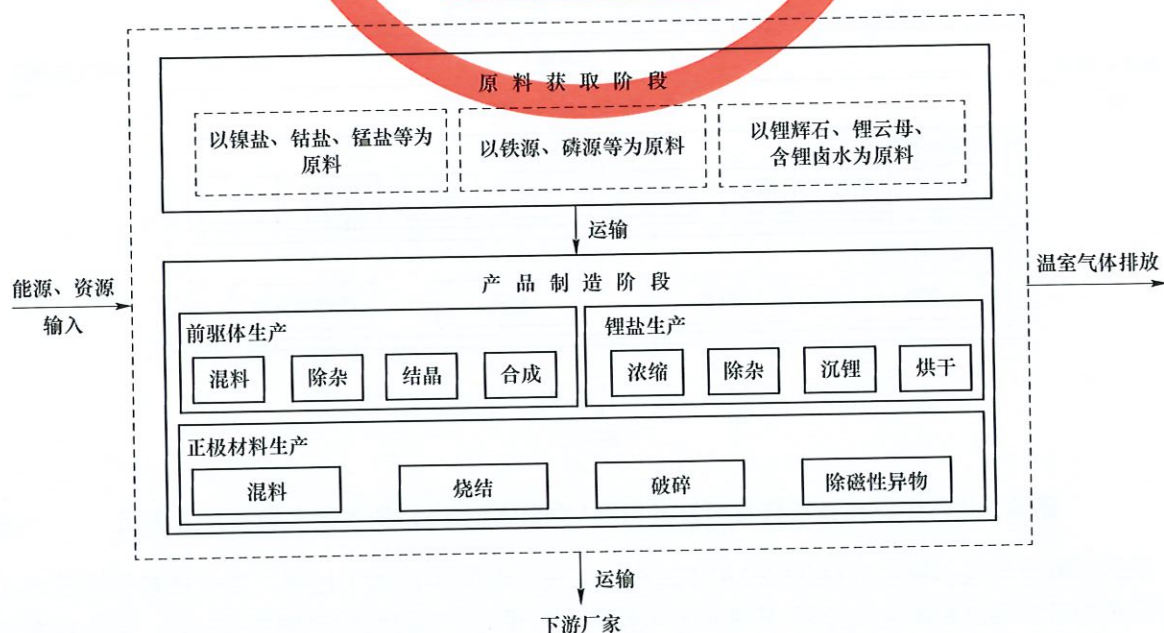


图 2 从原材料到正极材料及其原料(前驱体和锂盐)的生命周期系统边界

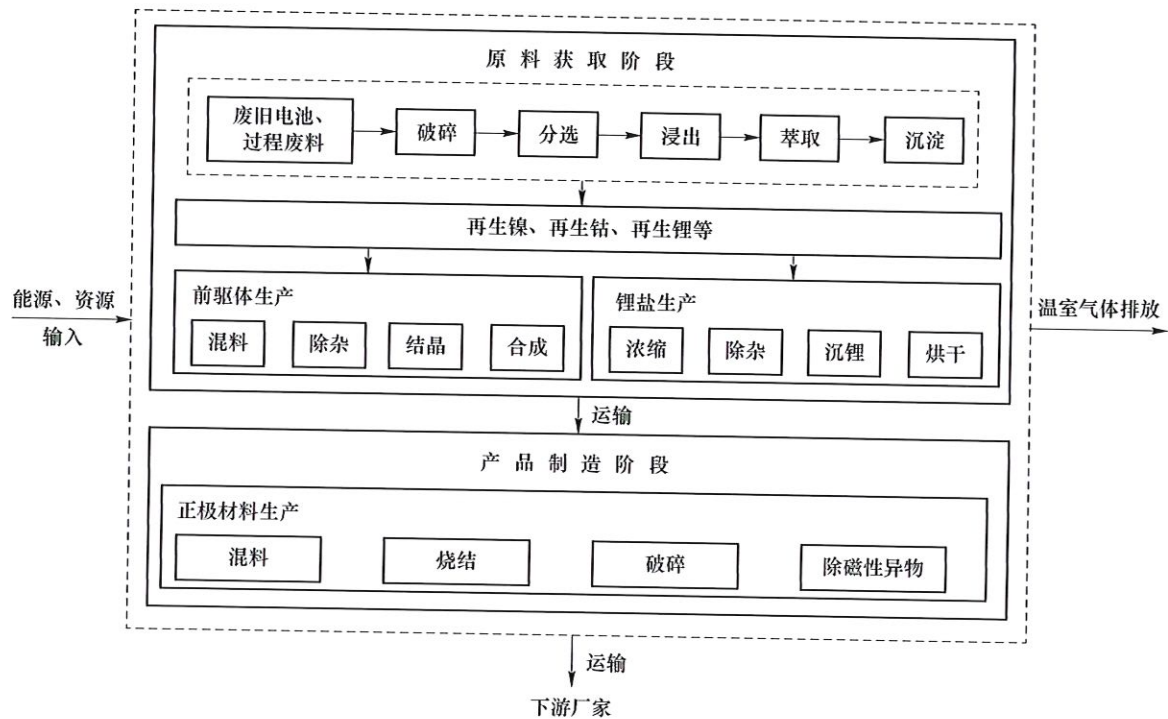


图 3 从再生材料到正极材料的生命周期系统边界图

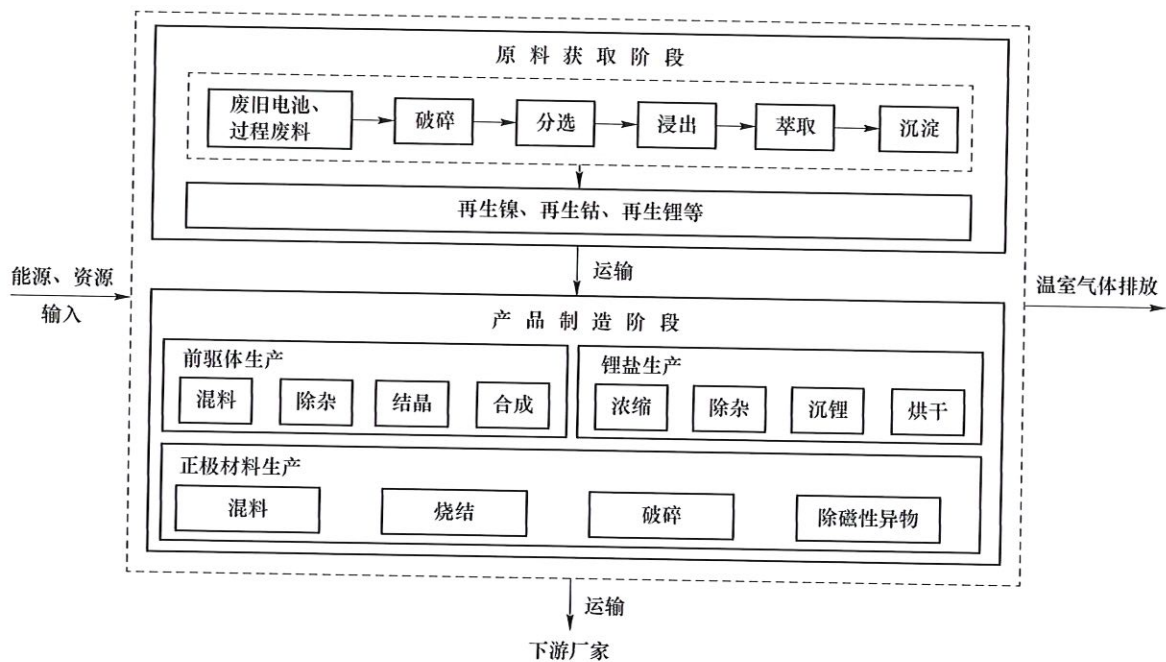


图 4 从再生材料到正极材料及其原料(前驱体和锂盐)的生命周期系统边界图

原料获取阶段包括原材料获取及加工过程以及再生材料生产加工过程。原材料获取及加工过程即资源的获取和材料的生产过程,系统边界包括资源开采、加工提纯、生产制造等过程。再生材料生产加工过程应包含由废物生产再生材料的加工过程。原料获取阶段系统边界内涉及的原料类别见表 1。运输阶段碳排放包括正极材料及其原料(前驱体和锂盐)生产过程涉及原辅材料从制造地到最终使用地(或进入市场的参考入口点)存在的运输过程,不考虑其他过程的运输。运输阶段系统边界包含运输工具

作业过程及能源作业过程。运输阶段不包括辅助系统运作、运输用车碳泄漏产生的直接排放(如制冷剂或天然气逸散)及运输用机在高空形成凝结尾迹和卷云造成的额外影响。

表 1 原料获取阶段系统边界内涉及原料类别

序号	涉及原料类别
1	前驱体,如镍钴锰三元复合氧化物、镍钴铝三元前驱体、四氧化三钴、磷酸铁等
2	电池级锂盐,如碳酸锂、氢氧化锂等
3	电池级镍盐,如硫酸镍、氯化镍等
4	电池级钴盐,如硫酸钴、氯化钴等
5	电池级锰盐,如硫酸锰、氯化锰等
6	再生锂,如粗碳酸锂、粗磷酸锂、粗氯化锂等
7	再生镍,如粗氢氧化镍钴、硫酸镍钴锰、粗碳酸镍等
8	再生钴,如粗氢氧化镍钴、硫酸镍钴锰、粗碳酸钴等
9	废旧电池,如废弃电芯、废弃极片等

产品制造阶段为正极材料及其原料(前驱体和锂盐)的加工制造阶段,始于原辅材料进入生产设施,结束于正极材料及其原料(前驱体和锂盐)产品离开生产工厂。产品制造阶段系统边界应纳入下列单元过程:

- 正极材料及其原料(前驱体和锂盐)加工制造过程,以及前驱体、锂盐的加工制造阶段(如涉及);
- 相关材料的转运过程;
- 用水供应相关过程;
- 燃料、电力、热力等能源消耗相关过程;
- 生产过程中废弃物的相关处理。

5.3.2 取舍原则

本文件涉及的物质(能量)数据的取舍原则如下:

- 能源的所有输入均需列出;
- 原辅材料的所有输入均需列出;
- 辅助材料若符合 d) 和 e) 要求则可忽略;
- 忽略的单项物质(能量)流对产品碳足迹的贡献均不应超过 1%,如正极材料生产使用的添加剂;
- 所有忽略的物质(能量)流对产品碳足迹贡献总和不应超过 5%,且应在产品碳足迹报告中予以说明;
- 道路与厂房等基础设施、各工序设备、厂区内人员办公及生活设施的消耗和排放,均忽略。

6 数据和数据质量

6.1 数据描述

正极材料及其原料(前驱体和锂盐)的碳足迹量化需要收集现场数据和背景数据。

现场数据是正极材料及其原料(前驱体和锂盐)产品生产阶段各工序或单元的活动数据,是基于实际测量、统计等方式得到的生命周期清单数据,如产品生产阶段的原辅料和能源消耗量、产品产出量、废弃物排放量以及运输量(包括运输方式、运输距离)等。现场数据均为初级数据。

背景数据是无法从现有产品系统中获得的,通常来源于现有的本土化或国际 LCA 数据库、经第三方权威机构认证的产品碳足迹(CFP)或环境产品声明(EPD)报告、公开发表的高质量学术文献等。

可量化背景数据为初级数据,如供应商或服务商提供基于现场数据计算得到的生命周期清单数据;背景数据不能量化则为次级数据,如外购原辅材料和燃料的上游排放因子、运输排放因子、废弃物处置排

放因子等。

仅在收集初级数据不可行时,次级数据才能用于输入和输出,或用于重要性较低的过程。引用次级数据宜证明其适用性和可信度,并注明数据来源及选取思路。

6.2 数据质量

产品碳足迹影响评价应使用现有最高质量数据,数据质量的特征应包括定量和定性两个角度。数据质量的特性描述应涉及以下方面:

- a) 时间覆盖范围:数据的年份和所收集数据的最小时间长度;
- b) 地理覆盖范围:为实现产品碳足迹研究目的所收集的单元过程数据的地理位置;
- c) 技术覆盖范围:具体的技术或技术组合;
- d) 精度:对每个数据值的可变性的度量(例如方差);
- e) 完整性:测量或测算的流所占的比例;
- f) 代表性:反映实际关注人群对数据集(即时间覆盖范围、地理覆盖范围和技术覆盖范围等)关注程度的真实情况进行的定性评价;

注:技术上,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;时间上,数据反映被评价产品系统单元过程的实际时间;空间上,数据反映具体产品系统边界内单元过程的实际地理位置信息。

- g) 一致性:对研究方法学是否能在敏感性分析的不同组成部分中统一应用而进行的定性评价;
- h) 再现性:对其他独立从业人员采用同一方法学和数值信息重现相同研究结果的定性评价;
- i) 数据来源:现场数据来源于测量、工程计算、采购记录等,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;
- j) 信息的不确定性。

6.3 数据质量评价

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。数据质量评估具体见附录 A。应根据 6.2 中 a)~d) 项的要求,对产品碳足迹研究的数据质量进行定性分析;应根据 6.2 中 a)~c) 项以及第 i) 项的要求,构建数据质量等级(DQR)对产品碳足迹研究的数据质量进行评价,具体见附录 C。初级数据需满足数据质量等级(DQR) ≤ 2 ,其他次级数据需满足数据质量等级(DQR) ≤ 3 。对质量较差的数据应进行敏感性分析。

7 生命周期清单分析

7.1 概述

在目的和范围确定后开展产品碳足迹研究的生命周期清单分析,包括以下步骤:

- a) 数据收集;
- b) 数据审定;
- c) 数据分解;
- d) 系统边界调整;
- e) 分配。

7.2 数据收集

7.2.1 一般要求

对于系统边界内的所有单元过程,应收集纳入生命周期清单中的定性和定量数据。这些数据是通过

测量、计算或估算得到的,用来量化单元过程的输入和输出。

对于可能对研究结论有显著影响的数据,应说明相关数据的收集过程、收集时间以及数据质量的详细信息。如果这些数据不符合数据质量的要求,也应做出说明。

7.2.2 活动数据

活动数据可以通过仪表读数、采购记录、财务报表、直接监测、质量平衡或其他从报告主体价值链的具体活动中收集数据的方法获取。此外,应了解报告主体内部系统,包括数据更新频率、单位、格式、预测值的可用性。应预估潜在的变化以及其对核算系统的未来影响,还应考虑年度核算周期内的数据可用性,确保能够在正确的时间收集高质量数据,用于进一步计算。

除了活动数据量化值,还需收集采购商品的相关属性值。原始属性指材料直接属性(如材料名称、型号),而次要属性则进一步说明间接特征(如年份、供应商国家、供应商名称、供应商编号)。使用这些属性参数将活动数据反映到碳排放因子,并对数据进行分析 and 解释。

7.2.3 碳排放因子

排放因子分类一般有几类,按优先级由高到低排列如下:

- a) 量测/质量平衡所得因子;
- b) 相同制程/设备经验因子;
- c) 制造厂提供因子;
- d) 区域排放因子;
- e) 国家排放因子;
- f) 国际排放因子。

7.2.3.1 原辅材料碳排放因子

报告主体原辅材料碳排放因子的选择可依据重点原辅材料建立企业内部收集碳排放因子初级数据的优先排序,优先收集重点原辅材料对应的各级供应商初级数据,其后逐步推进非重点原辅材料供应商碳排放因子初级数据收集工作。原辅材料碳排放因子收集流程可参考表 2。

表 2 碳排放因子数据收集流程

确定初级数据 收集顺序	整理供应商信息	供应商参与	数据填报	数据汇总	碳排放因子 更新和升级
依据重点原辅材料,确定碳排放因子初级数据收集的优先顺序	根据重点原辅材料清单,逐级整理供应商信息	采取行动引导相关供应商提供初级数据	要求相关供应商根据数据和数据质量要求进行填报	汇总供应商填报的初级数据	定义更新时间间隔
				对于其他供应商未进行填报的碳排放因子,按照数据质量要求,可使用政府主管部门发布的权威数据或次级数据	定期更新碳排放因子初级数据
					逐步要求非重点原辅材料供应商提供碳排放因子初级数据

7.2.3.2 特定(电力)温室气体排放因子

报告主体电力碳排放因子的选择参考以下方法：

- a) 内部发电。当正极材料及其原料(前驱体和锂盐)产品消耗的电能为内部发电(如现场发电),且未向第三方出售,则应将该电力的生命周期数据用于正极材料及其原料(前驱体和锂盐)产品的碳足迹量化。
- b) 直供电力。如果该组织与发电站之间具有专用输电线路,且所消耗的电力未向第三方出售,则使用该电力供应商提供的电力温室气体排放因子。
- c) 电网电力。当电力供应商通过合同工具的形式保证电力供应,应使用此供应商特定电力生产的生命周期数据,电力产品应:传递电力生产单位相关信息及发电机组特征信息;保证唯一的使用权;由报告实体或报告实体代表追踪、赎回、报废或注销;接近合同工具的适用期限,并包括相应的时间长度。当无法获得供应商的具体电力信息时,应使用与电力来源相关的电网 GHG 排放量。相关电网 GHG 排放量应反映相关地区的电力消耗情况,不包括任何之前已声明归属的电力。如果没有电力追踪系统,所选电网 GHG 排放量应反映该地区的电力消费情况。

注 1: 合同工具是指双方之间签订,用于出售和购买能源的任意形式的合约。如能源属性证书、电力交易合同等。报告实体可根据目标用户的需求选择合同工具的类型。

注 2: 发电机特征信息包括设备的登记名称、所有者和产生的能源性质、发电量和提供的可再生能源等。

注 3: 如果难以获得电力供应系统内某一过程的具体生命周期数据,可使用公认数据库(如来自中华人民共和国生态环境部、联合国环境规划署(UNEP)或联合国气候变化框架公约(UNFCCC)等中的数据)。

如果非化石能源电力证书在出售时不直接与电力本身关联,来自非化石能源的部分电力作为非化石电力出售,但没有被排除在电网组合排放因子之外,在这种情况下,应使用电力跟踪系统开展相关消费电网组合分析,并在产品碳足迹报告中单独报告,以此来展示结果的差异。

7.3 数据审定

在数据收集过程中应对数据的有效性进行检查,以确认并提供证据证明数据质量要求符合第 6 章的规定。数据确认可通过建立质量平衡、能量平衡和(或)碳排放因子的比较分析或其他适当的方法。由于每个单元过程都遵守物质和能量守恒定律,因此物质和能量的平衡能为单元过程描述的准确性提供有效的检查。数据审定可参考行业平均值、检验标准值等常规数据进行交叉审定。

注: 本条款来源自 GB/T 24044—2008, 4.3.3.2, 有修改。

7.4 数据与单元过程和功能单位或声明单位的关联

对于每个单元过程都应确定一个合适的流。单元过程中的定量的输入和输出数据应以和该流的关系为依据来进行计算。

以流程图和各单元过程间的流为基础,所有单元过程的流都与基准流建立联系。计算应将系统的输入和输出数据与功能单位或声明单位建立联系。

在汇总产品系统中的输入输出数据时应慎重。汇总程度应与研究目的保持一致。仅当数据类型涉及等价物质并具有类似的环境影响时才允许进行数据汇总。如需更详细的汇总原则,宜在目的和范围的确定阶段进行说明,或在影响评价阶段进行说明。

7.5 分配

按照 GB/T 24040—2008、GB/T 24044—2008 及 GB/T 24067—2024 等相关要求,对产生的温室气体排放进行分配。数据分配的原则是以输入和输出之间的物质平衡为基础,一个单元过程分配的输入和

输出总和应与其分配前的输入和输出相等。应根据明确规定的分配程序将输入和输出分配到不同的产品中。正极材料及其原料(前驱体和锂盐)产品优先采用的数据分配方法如下:

- a) 细分法:将拟分配的单元过程进一步划分为两个或更多的子过程,并收集与这些子过程相关的输入和输出数据;
- b) 扩展法:将产品系统加以扩展,从而抵扣功能单位等同产品生产造成的环境影响;
- c) 分配法:根据物理属性(如质量、工时)或产品经济价值等参数,按比例将输入输出数据分配到共生产品。

原则上宜尽量避免数据分配,当同时有几种备选分配程序时,应通过敏感性分析阐明偏离所选方法产生的影响。

8 产品碳足迹影响评价

8.1 通则

应通过排放或清除的 GHG 的质量乘以 IPCC 给出的 100 年 GWP(见附录 B),来计算产品系统每种 GHG 排放和清除的潜在气候变化影响,单位为 tCO_2e 。产品碳足迹为所有 GHG 潜在气候变化影响的总和。正极材料及其原料(前驱体和锂盐)产品碳足迹影响评价分成两种情景:以原生材料制备正极材料及其原料(前驱体和锂盐)产品碳足迹影响评价(8.2)和以再生材料制备正极材料及其原料(前驱体和锂盐)产品碳足迹影响评价(8.3)。若 IPCC 修订了 GWP,应使用最新数值,否则应在报告中说明。除 GWP100 外,还可以使用 IPCC 提供的其他时间范围的 GWP 和 GTP,但应单独报告。

8.2 以原生材料制备正极材料及其原料(前驱体和锂盐)碳足迹计算方法

以原生材料为原料加工制备正极材料及其原料(前驱体和锂盐)的产品碳足迹以 CFP_v 表示,按公式(1)计算:

$$CFP_v = \sum_j \left[\sum_i (AD_i \times EF_{LCA,i,j}) \times GWP_j \right] \dots\dots\dots (1)$$

式中:

CFP_v ——以原生材料制备正极材料及其原料(前驱体和锂盐)碳足迹,以吨二氧化碳当量每吨($\text{tCO}_2\text{e/t}$)计;

AD_i ——第 i 种活动数据;

$EF_{LCA,i,j}$ ——第 i 种活动对应第 j 种温室气体排放因子;

GWP_j ——第 j 种温室气体对应的全球变暖潜势,无量纲,参见附录 B;

i, j ——表示不同生命周期阶段及该阶段对应的不同温室气体种类。

8.3 以再生材料制备正极材料及其原料(前驱体和锂盐)碳足迹计算方法

以再生材料为原料加工制备正极材料及其原料(前驱体和锂盐)的产品碳足迹以 CFP_R 表示,采用碳足迹综合权益法 ICM 方法,按照公式(2)计算:

$$CFP_R = (1-R) \times CFP_v + R \times CFP_r - \alpha \times CFP_1 \dots\dots\dots (2)$$

式中:

CFP_R ——以再生材料为原料加工制备正极材料及其原料(前驱体和锂盐)的产品碳足迹,以吨二氧化碳当量每吨($\text{tCO}_2\text{e/t}$)计;

R ——再生原料在产品中的占比,以质量百分比(%)表示;

CFP_v ——正极材料及其原料(前驱体和锂盐)原生原料获取、加工及制造过程产生的温室气体排放,按照公式(1)计算,单位为吨二氧化碳当量每吨($\text{tCO}_2\text{e/t}$);

CFP_r ——正极材料及其原料(前驱体和锂盐)再生原料获取、加工及制造过程产生的温室气体排放量,按照公式(1)计算,单位为吨二氧化碳当量每吨(tCO_2e/t);

α ——碳权因子,无量纲, $0 < \alpha < 1$;

CFP_1 ——正极材料及其原料(前驱体和锂盐)原料获取、加工及制造过程产生的温室气体排放,为 CFP_v 与 CFP_r 之和,单位为吨二氧化碳当量每吨(tCO_2e/t)。

碳足迹综合权益法 ICM 公示中碳权因子按公式(3)进行计算:

$$\alpha = (1 - \beta) \times P_r \times \frac{1}{n} \sum i \quad \dots\dots\dots (3)$$

式中:

β ——区域人类发展指数,无量纲,定期由联合国公布(<https://hdr.undp.org>);

P_r ——新能源汽车渗透率,以百分比(%)表示,由各个国家或地区定期公布;

n ——再生材料中镍、钴、锰、锂等目标元素的数量;

i ——镍、钴、锰、锂等目标元素的回收率,以质量百分比(%)表示。

9 产品碳足迹结果解释

9.1 产品碳足迹研究的生命周期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的评估;
- 结论、局限性和建议的编制。

9.2 按照产品碳足迹研究的目的和范围,对产品碳足迹影响评价的量化结果进行解释,解释应包括以下内容:

- 说明产品碳足迹和各阶段碳足迹;
- 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。

9.3 结果解释宜包括以下内容:

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

10 产品碳足迹评价报告

10.1 概述

产品碳足迹评价报告应记录产品碳足迹的量化结果。

10.2 报告内容

产品碳足迹评价报告模板参见附录 C,包括以下内容:

- 基本情况:
 - 委托方与评价方信息;
 - 报告信息;
 - 依据的标准;

- 4) 使用的产品种类规则或其他补充要求的参考资料(如有)。
- b) 量化目的:
 - 1) 开展研究的目的;
 - 2) 预期用途。
- c) 量化范围:
 - 1) 产品说明,包括功能和技术参数;
 - 2) 声明单位及基准流;
 - 3) 系统边界;
 - 4) 取舍准则和取舍点,列出排除在外的单元过程或因素,并说明理由和其合理性;
 - 5) 生命周期各阶段描述。
- d) 清单分析:
 - 1) 数据收集信息,包括数据来源;
 - 2) 重要的单元过程清单;
 - 3) 纳入范围的温室气体清单;
 - 4) 分配原则与程序;
 - 5) 数据说明,包括有关数据的决定和数据质量评价。
- e) 影响评价:
 - 1) 影响评价方法;
 - 2) 特征化因子;
 - 3) 产品碳足迹计算;
 - 4) 结果图示(可选)。
- f) 结果解释:
 - 1) 结论和局限性;
 - 2) 敏感性分析和不确定性分析结果;
 - 3) 电力处理,包括关于电网排放因子计算和相关电网的特殊局限信息;
 - 4) 在产品碳足迹研究中披露和证明相关信息项的选择并说明理由。
- g) 研究中使用的产品种类规则或其他补充要求的参考资料。

10.3 评价结果有效期

产品碳足迹评价结果有效期因产品生命周期特性的不同而不同。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 3 个月以上,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 3 个月以上,则应重新进行该产品的碳足迹评价。

10.4 质量保证和文件存档

报告主体应建立企业碳足迹报告的质量保证和文件存档制度,包括但不限于:

- a) 指定专门人员负责企业碳足迹核算和报告工作;
- b) 建立健全企业碳排放监测计划,定期监测主要化石燃料的低位发热量和含碳量以及重点燃烧设备的碳氧化率;
- c) 建立健全企业足迹和能源消耗台账记录;

- d) 建立企业碳足迹数据、文件保存和归档管理数据；
- e) 建立企业碳足迹报告内部审核制度；
- f) 产品碳足迹评价的支撑资料,包括(但不限于)系统边界、单元过程、排放因子、活动数据来源、分配依据、关于排除的说明等,记录应该至少保存三年。

10.5 信息披露

产品碳足迹报告的发布应符合国家或地方的有关规定,如无特殊规定,企业可采用以下一种或多种发布方式:

- a) 通过碳标签的形式,将产品碳足迹信息向消费者披露,具体披露信息及要求,由标签发放机构规定;
- b) 在产品使用说明书中披露产品碳足迹信息,并说明数值的来源信息;
- c) 将产品碳足迹信息印刷在企业宣传册上或发布在企业官网上。

附 录 A
(资料性)
数据质量等级

数据质量等级(DQR)按公式(A. 1)计算:

$$DQR = \frac{TiR + TeR + GeR + SoR}{4} \dots\dots\dots (A. 1)$$

式中:

TiR —— 数据在时间代表性维度的分值;

TeR —— 数据在技术代表性维度的分值;

GeR —— 数据在地理代表性维度的分值;

SoR —— 数据在数据来源代表性维度的分值。

数据质量矩阵(DQR)的分数取值见表 A. 1。

表 A. 1 数据质量矩阵(DQR)

分数	TiR	TeR	GeR	SoR
1	碳足迹的基准年在次级数据库有效期内	建模技术和碳足迹的核算边界一致	建模过程发生在碳足迹有效的国家	现场调查或测量得到的原始数据
2	碳足迹的基准年超出次级数据库有效期不大于 2 年	建模技术包含在碳足迹的核算边界内	建模过程发生在碳足迹有效的地理区域(如欧洲、亚洲、北美洲、非洲)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	碳足迹的基准年超出次级数据库有效期 2 年~3 年	建模技术仅部分包含在碳足迹的核算边界内	建模过程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	碳足迹的基准年超出次级数据库有效期 3 年~4 年	建模技术类似于碳足迹核算边界	建模过程发生在一个国家,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	碳足迹的基准年超出次级数据库有效期大于 4 年	建模技术不同于碳足迹核算边界	建模过程发生与碳足迹有效的不同的国家	无根据的估算与假设的数据

附录 B
(资料性)
全球变暖潜势推荐值

不同温室气体的全球变暖潜势(GWP)推荐值见表 B. 1。

表 B. 1 不同温室气体的全球变暖潜势(GWP)

温室气体名称	化学分子式	100 年的 GWP
二氧化碳	CO ₂	1
甲烷	CH ₄	25
氧化亚氮	N ₂ O	298
蒙特利尔公约限制的物质		
CFC-11	CCl ₃ F	4750
CFC-12	CCl ₂ F ₂	10900
CFC-13	CClF ₃	14400
CFC-113	CCl ₂ FCClF ₂	6130
CFC-114	CClF ₂ CClF ₂	10000
CFC-115	CClF ₂ CF ₃	7370
哈龙-1301	CBrF ₃	7140
哈龙-1211	CBrClF ₂	1890
哈龙-2402	CBrF ₂ CBrF ₂	1640
四氯化碳	CCl ₄	1400
甲基溴	CH ₃ Br	5
甲基氯仿	CH ₃ CCl ₃	146
HCFC-22	CHClF ₂	1810
HCFC-123	CHCl ₂ CF ₃	77
HCFC-124	CHClF ₂ CF ₃	609
HCFC-141b	CH ₃ CCl ₂ F	725
HCFC-142b	CH ₃ CClF ₂	2310
HCFC-225ca	CHCl ₂ CF ₂ CF ₃	122
HCFC-225cb	CHClF ₂ CF ₂ CClF ₂	595
氢氟碳化物		
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

表 B.1 不同温室气体的全球变暖潜势(GWP)(续)

温室气体名称	化学分子式	100 年的 GWP
氢氟碳化物		
HFC-227ea	$\text{CF}_3\text{CHFCF}_3$	3220
HFC-236fa	$\text{CF}_3\text{CH}_2\text{CF}_3$	9810
HFC-245fa	$\text{CHF}_2\text{CH}_2\text{CF}_3$	1030
HFC-365mfc	$\text{CH}_3\text{CF}_2\text{CH}_2\text{CF}_3$	794
HFC-43-10mee	$\text{CF}_3\text{CHFCHFCF}_2\text{CF}_3$	1640
全氟化合物		
六氟化硫	SF_6	22800
三氟化氮	NF_3	17200
PFC-14	CF_4	7390
PFC-116	C_2F_6	12200
PFC-218	C_3F_8	8830
PFC-318	c- C_4F_{10}	10300
PFC-3-1-10	C_4F_{10}	8860
PFC-4-1-12	C_5F_{12}	9160
PFC-5-1-14	C_6F_{14}	9300
PFC-9-1-18	$\text{C}_{10}\text{F}_{18}$	>7500
三氟甲基苯甲醛五氟化硫	SF_5CF_3	17700
氟化醚		
HFE-125	CHF_2OCF_3	14900
HFE-134	$\text{CHF}_2\text{OCHF}_2$	6320
HFE-143a	CH_3OCF_3	756
HCFE-235da2	$\text{CHF}_2\text{OCHClCF}_3$	350
HFE-245cb2	$\text{CH}_3\text{OCF}_2\text{CHF}_2$	708
HFE-245fa2	$\text{CHF}_2\text{OCH}_2\text{CF}_3$	659
HFE-254cb2	$\text{CH}_3\text{OCF}_2\text{CHF}_2$	359
HFE-347mcc3	$\text{CH}_3\text{OCF}_2\text{CF}_2\text{CF}_3$	575
HFE-347pcf2	$\text{CHF}_2\text{CF}_2\text{OCH}_2\text{CF}_3$	580
HFE-356pcc3	$\text{CH}_3\text{OCF}_2\text{CF}_2\text{CHF}_2$	110
HFE-449sl(HFE-7100)	$\text{C}_4\text{F}_9\text{OCH}_3$	297
HFE-569sf2(HFE-7200)	$\text{C}_4\text{F}_9\text{OC}_2\text{H}_5$	59
HFE-43-10pccc124(H-Galden 1040x)	$\text{CHF}_2\text{OCF}_2\text{OC}_2\text{F}_4\text{OCHF}_2$	1870
HFE-236ca12(HG-10)	$\text{CHF}_2\text{OCF}_2\text{OCHF}_2$	2800
HFE-338pcc13(HG-01)	$\text{CHF}_2\text{OCF}_2\text{CF}_2\text{OCHF}_2$	1500
乙基全氟异丁基醚		
PFPME	$\text{CF}_3\text{OCF}(\text{CF}_3)\text{CF}_2\text{OCF}_2\text{OCF}_3$	10300

表 B.1 不同温室气体的全球变暖潜势(GWP)(续)

温室气体名称	化学分子式	100 年的 GWP
碳氢化合物及其他化合物		
二甲醚	CH ₃ OCH ₃	1
二氯甲烷	CH ₂ Cl ₂	8.7
氯甲烷	CH ₃ Cl	13
注 1: 政府间气候变化专门委员会 (IPCC) 第一工作组第四次评估报告“自然科学基础”(The Physical Science Basis)(2007)中给出的各类温室气体百年时间尺度上的 GWP。当 IPCC 公布新的数据,用新数据取代表 B.1。 注 2: 来源 https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2020/02/ar4-wg1-sum-vol-zh.pdf “相对于 CO₂ 生命期、辐射效率和直接的(CH₄ 除外)全球变暖潜势(GWP)表 2.14”。		

附 录 C
(资料性)
产品碳足迹报告(模板)

产品碳足迹报告模板如下。

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 号: _____

出具报告机构: (盖章)
日期: 年 月 日

一、概况

1. 生产者及产品信息

表 1 基本情况表

生产者信息	单位名称	
	单位地址	
	法定代表人	
	授权人(联系人)	
	联系方式	
产品信息	产品名称	
	功能单位	
	产品介绍	
	产品照片	

2. 量化方法
依据标准：

二、量化目的

三、量化范围

1. 声明单位

声明单位为 1 t _____产品。

2. 系统边界

☐原材料获取阶段 ☐生产阶段 ☐运输(交付)阶段

图 1 ××产品碳足迹量化系统边界图

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：

次级数据：
2. 分配原则与程序
分配依据：
分配程序：
具体分配情况如下：

3. 计算方法
各阶段活动数据及排放因子说明见表 2 和表 3。

表 2 产品生命周期活动数据说明

生命周期阶段	活动数据	单位	数据来源
原料获取阶段			
产品制造阶段			

表 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
原料获取阶段			
产品制造阶段			

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、产品生命周期碳足迹清单及说明

1. 影响类型和特征化因子选择
一般选择(IPCC)给出的 100 年全球变暖潜势(GWP)。
2. 产品碳足迹结果计算

六、结果解释

1. 结果说明
_____（每功能单位的产品）从_____（填写某生命周期阶段）到_____（填写某生命周期阶段）的生命周期碳足迹为_____ tCO₂e，各阶段的排放情况及占比如表 4 所示。

表 4 每功能单位的产品生命周期阶段排放情况

生命周期阶段	碳足迹/tCO ₂ e	百分比/%
原料获取阶段		
产品制造阶段		
总计		

2. 其他说明
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。

3. 改进建议

七、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。

八、参考文献

九、支持性文件

参 考 文 献

- [1] GB/T 26989—2011 汽车回收利用 术语

