**ICS** 47.020.50

**CCS** **U** 42

**中国船舶工业行业协会团体标准**

**T/CANSI** 167—2024

温室气体 碳足迹量化方法与要求

船用锂离子动力电池

**Greenhouse gas, Methods and requirements for quantifying carbon footprint**

**Marine** **lithium-ion power batteries**

（征求意见稿）

2024-09-20

2024-XX-XX发布 2024-XX-XX实施

**中国船舶工业行业协会** 发 布

目 次

[前  言 III](#_Toc170828412)

[1 范围 1](#_Toc170828413)

[2 规范性引用文件 1](#_Toc170828414)

[3 术语和定义 1](#_Toc170828415)

[4 量化目的 3](#_Toc170828416)

[5 量化范围 3](#_Toc170828417)

[5.1 功能单位或声明单位 3](#_Toc170828418)

[5.2 系统边界 4](#_Toc170828419)

[5.3 产品阶段范围 4](#_Toc170828420)

[5.3.1 原材料获取阶段 5](#_Toc170828421)

[5.3.2 电池制造阶段 5](#_Toc170828422)

[5.3.3 销售阶段 6](#_Toc170828423)

[5.3.4 使用阶段 6](#_Toc170828424)

[5.3.5 报废及回收阶段 6](#_Toc170828425)

[6 清单分析 7](#_Toc170828426)

[6.1 数据收集和确认 7](#_Toc170828427)

[6.1.1 制造商特定活动数据收集 7](#_Toc170828428)

[6.1.2 数据质量要求 8](#_Toc170828429)

[6.1.3 数据选择要求 9](#_Toc170828430)

[6.2 数据分配 10](#_Toc170828431)

[6.3 数据取舍准则 10](#_Toc170828432)

[6.4 清单计算 10](#_Toc170828433)

[7 影响评价 11](#_Toc170828434)

[7.1 碳足迹计算总规则 11](#_Toc170828435)

[7.1.1 原材料获取及加工阶段 11](#_Toc170828436)

[7.1.2 电池制造阶段 11](#_Toc170828437)

[7.1.3 电池销售阶段 12](#_Toc170828438)

[7.1.4 使用阶段 12](#_Toc170828439)

[7.1.5 电池退役及回收阶段 12](#_Toc170828440)

[8 结果解释 13](#_Toc170828441)

[9 产品碳足迹报告 13](#_Toc170828442)

[9.1 概述 13](#_Toc170828443)

[9.2 报告内容 13](#_Toc170828444)

[10 产品碳足迹声明 14](#_Toc170828445)

[附录A （资料性） 产品碳足迹量化数据收集表 15](#_Toc170828446)

[附录B （资料性） 产品碳足迹研究报告（模板） 20](#_Toc170828447)

[附录C （资料性） 全球增温潜势值 22](#_Toc170828448)

[附录D （资料性） 常用参数参考值 23](#_Toc170828449)

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。

本文件由中国船舶工业行业协会标准化分会提出。

本文件由中国船舶工业行业协会归口。

本文件起草单位：中国船舶有限公司第七一二研究所、绿水新航科技有限公司。

本文件主要起草人：代化、吴军、张小玉、宋伟。

温室气体 碳足迹量化方法与要求 船用锂离子动力电池

1. 范围

本文件规定了船用锂离子动力电池产品碳足迹核算的术语和定义、原则、范围界定、产品碳足迹评价流程、产品碳足迹的计算要求、计算方法、产品碳足迹评价报告等内容。

本文件适用于指导相关方核算船用锂离子动力电池类产品的碳足迹，并对碳足迹结果进行评价；同时为船用锂离子动力电池的产品碳足迹核算技术规范的编制提供参照。

1. 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 19000质量管理体系基础和术语

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标准

IS0 14064-1 Greenhouse gases – fart1: Specification with guidance at. the organization level for quantification and reporting of greenhouse gas emissions and removals.

ISO 14067 Greenhouse gases - Carbon footprint of product - Requirements and guidelines for quantification.

1. 术语和定义
   1. 电芯secondary cell

实现化学能和电能相互转化的基本储能单元，由正极、负极、隔膜、电解质、外壳和端子等组成。

* 1. 电池模组battery module

由若干电池单体采用串联、并联或串并联连接方式，且只有一对正负极输出端子的电池组合体，还宜包括外壳、管理与保护装置等部件。

* 1. 电池包battery pack

由电池模块采用串联、并联或串并联连接方式，且从外部获得电能并可对外输出电能的单元，由电池模块、电池管理模块(不含BCU)、电池箱及相应附件(冷却部件、连接线缆等)。

* 1. 电池系统battery system

一个或一个以上的电池包及相应附件(电池管理系统BMS、高压电路、低压电路、热管理设备及机械总成等)构成的能量存储装置。

* 1. 船用锂离子动力电池 Marine lithium-ion power batteries

船用锂离子动力电池指纯电动船、混合动力电动船使用的锂离子动力电池。

* 1. 额定容量Rated capacity

以制造商规定的条件测得的并由制造商申明的电池单体、模块、电池包或系统的容量值（Ah&mAh）。

* 1. 额定电压Rated voltage

额定电压是指电池正常工作的电压(V)。

* 1. 额定能量Rated energy

以制造商规定的条件，从完全充电的电池单体、模块、电池包或系统中释放达到终止电压时所放出的能量(Wh)。

* 1. 荷电状态state-of-charge, SOC

当前电池单体、模块、电池包或系统中按照制造商规定的放电条件可以释放的容量占实际容量的百分比。

* 1. 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:如无特别说明，本标准的温室气体包括二氧化碳（CO2)、甲烷(CH4)、氧化亚氮(N20)。

* 1. 产品碳足迹carbon footprint of a product CFP

产品系统中温室气体排放和温室气体清除的总和，表示为C02当量(C02e)，并基于使用气候变化单一影响类别的生命周期评估。

注1：CFP可分解为一组确定具体温室气体排放和清除量的数字，也可分解到生命周期的各个阶段。

注2：CFP的量化结果记录在CFP标签中，以征申报功能单位的CO2e质量表示。

* 1. 产品碳足迹标签CFP label

位于产品上的、根据产品碳足迹通报要求标示出特定产品种类下的该产品碳足迹的标识。

* 1. 温室气体排放greenhouse gas emission, GHG emission

在特定时间段内释放到大气层中的温室气体总质量(以质量单位计算)。

注:如各种化石燃料的消耗量、原材料的使用量、购入的电量、购入的热量等。

* 1. 二氧化碳当量carbon dioxide equivalent, CO2e

在辐射强度上与某种温室气体质量相当的二氧化碳的量。

注：二氧化碳当量等于给定温室气体的质量乘以它的全球变暖潜势值。

* 1. 全球变暖潜能global warming potential GWP

将单位质量的某种温室气体在给定时间段内辐射强迫的影响与等量二氧化碳辐射强度影响相关联的系数。

注：如无特殊说明，优先使用基于100年以上的时间跨度内二氧化碳排放的全球变暖潜能值，即GWP100。

* 1. 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，直至最终处置。

* 1. 生命周期评价life cycle assessment

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。

* 1. 系统边界system boundary

系统边界是指通过一组规则确定哪些单元过程属于产品系统的一部分。

* 1. 从摇篮到大门cradle-to-gate

从原材料获取及加工到产品出库的生命周期阶段。

* 1. 从摇篮到坟墓cradle-to-grave

从原材料获取及加工到废物回收和处理的生命周期阶段

1. 量化目的

开展船用锂离子动力电池碳足迹评估的目的是结合取舍准则，通过量化船用锂离子动力电池全生命周期或选定过程中的所有温室气体排放量和清除量，计算船用锂离子动力电池的二氧化碳当量，评估其对全球变暖的潜在影响，以及在不同阶段、不同过程、不同空间位置的影响构成。

1. 量化范围
   1. 功能单位或声明单位

锂离子动力电池的功能单位定义为动力电池系统在其使用寿命内，提供总能量中的的1千瓦时(kWh)，清单分析中收集的所有输入和输出数据都应与该基准流相关联。电池系统总能量可采用以下方式进行计算。

C—电池系统生命周期内提供的总能量（KWh）；

K—电池系统第k次循环；

Ck—第k次循环所提供能量（KWh）；

n—电池系统生命周期内总循环次数。

电池系统总能量可通过电池系统管理系统（BMS）记录生命周期内放电能量进行计算，即式（1），也可通过平均放电能量及循环次数进行估算，如式（2）所示。

C—电池系统生命周期内提供的总能量（KWh）；

—电池系统单次循环平均放电能量（KWh）；

n—电池系统生命周期内总循环次数。

电池系统的平均放电能量量是考虑电池使用过程中衰减情况的平均单次可释放的最大能量，需考虑电池系统使用时的放电深度（DOD）以及电池系统的循环容量保持率（C）。放电深度是电池输出的容量与其最大容量的比值。容量保持率是指电池系统经若干次充放电后，电池系统满电容量与电池系统初始容量比值，电池系统单次循环平均放电能量可按下式计算。

—电池系统单次循环平均放电能量（KWh）；

—电池系统使用时的平均放电深度；

—电池系统单次循环容量保持率；

C0—电池系统额定能量。

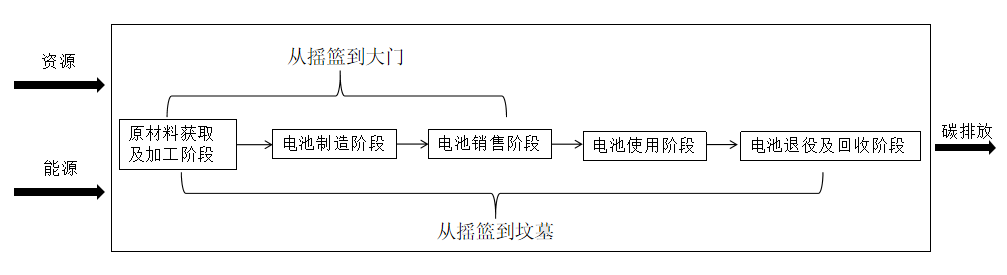
* 1. 系统边界

船用锂离子动力电池产品的系统边界应包括原材料获取、电池生产、电池分销、电池使用和报废回收阶段。

在产品碳足迹核算、评价报告对外发布时，系统边界的设定包含下列两种形式：

a)涵盖整个生命周期阶段(“从摇篮到坟墓”，from cradle to grave)的产品碳足迹核算及评价；

b)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 gate)的产品碳足迹核算及评价。



* 1. 产品阶段范围
     1. 原材料获取阶段

原材料加工阶段从自然界材料提取时开始，在原材料产品到达电池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到生产运输设备，以及原材料运输过程。能源的获取和供应也包括在该阶段中。

原材料获取阶段地流程包括但不限于以下过程：

1. 产品组成和组装所需产品各组件所需的原材料的提取、加工和预处理，包括采矿和提取(材料或化石燃料)、正极材料生产、负极材料生产、电解液盐生产、粘结剂材料生产、箔材生产、电解液用溶剂生产、添加剂材料生产、隔膜用前驱体及隔膜生产等；
2. 再生材料的加工和预处理(如回收塑料、金属及电池材料等)；
3. 保证各种材料满足特定要求的附加过程，例如金属加工、塑料定型加工等；

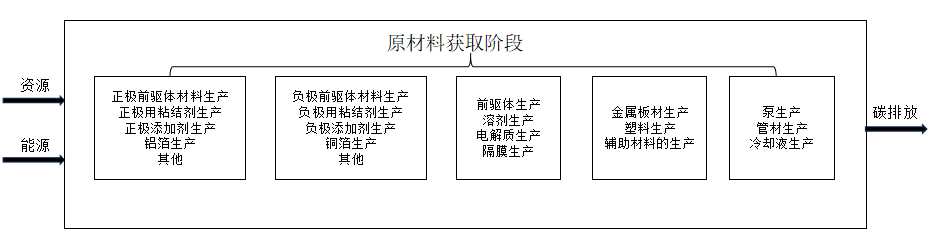
1）金属件加工；

2）塑料定型加工；

3）其他辅助材料的生产。

1. 将原材料运输至外购产品的生产地点过程中能源的消耗；
2. 外购产品(部分)生产过程中能源的消耗；
3. 外购产品(部分)生产过程中废弃物的产生和处理；
4. 将外购产品(部分)从相应供应商生产地点运输到最终产品制造工厂过程中能源的消耗。
5. 生产过程中的能源(如电力、热力)消耗。

注：外购产品指动力电池产品生产企业外购的用于生产、组装成最终产品的元器件、部件、组件、半成品、辅料和包装材料等产品。



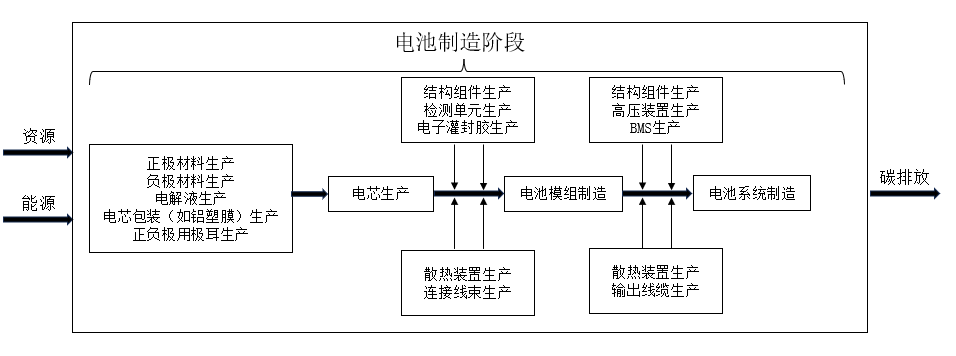
* + 1. 电池制造阶段

产品制造阶段从产品原材料进入电池制造工厂开始，到最终产品即形成电池系统离开工厂终止。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，电池制造、电池系统组装、终端产品。

产品制造阶段的流程包括但不限于以下过程：

1. 电极材料预处理（主要指正负极材料的球磨、混料、匀浆等）；
2. 正极和负极的生产（主要指极片的涂布、干燥、辊压和分切等）；
3. 其他部件的生产（包括电解液、结构件等生产）；
4. 核心组件(主要指电芯、管理系统、外壳、冷却系统、线束等)的生产制造；
5. 电池模组组装；
6. 电池系统的组装；
7. 检验和包装过程；
8. 所有对终端产品和中间产品的场内运输；
9. 产品生产制造过程中能源的消耗；
10. 产品生产制造过程中废弃物的产生和处理。

注；原材料获取、预处理阶段及生产制造阶段的划分边界取决于动力电池产品生产企业的实际情况。



* + 1. 销售阶段

销售阶段从电池产品（电池系统）离开生产地工厂开始，到电池最终组装地结束。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。

供用和销售阶段的流程包括：

1. 工厂、仓库、销售地点间的各类运输，包括空运、船运及陆路运输；
2. 装载；
3. 收货及入库；
4. 存储；
5. 销售。
   * 1. 使用阶段

使用阶段从消费者得到产品开始，到产品废弃后运输到回收处理或处置点时结束。

注1：使用阶段的流程因消费者的不同使用习惯而存在较大差异；

注2：使用阶段包括正确使用产品所需的所有活动和材料,即在其整个生命周期内保持原有功能所需要的供给，包括产品维修或翻新所需材料的制造、消耗、分配、交通运输等过程。

* + 1. 报废及回收阶段

废弃处置阶段从产品废弃后运输到回收处理或处置点开始，到产品回归到自然或分配到另一种产品的生命周期结束。该阶段主要考虑对产品和产品包装采取不同的处理或处置方式，包括填埋、回收和焚化等。

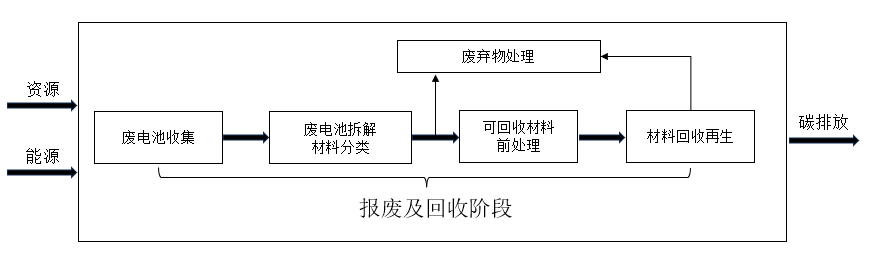
生命末期阶段包括但不限于以下过程：

a)拆卸、收集和运输废弃产品和包装；

b)废弃产品的前处理，包括化学处理、物理破碎和筛选等；

c)废弃产品的最终处置，包括焚烧、回收或填埋等。

注:动力电池的拆卸过程包括拆除动力电池包(组)外壳、辅助装置、电池管理系统、线路板、绝缘橡胶或塑料制品部件、集流片和连接导线，以及拆解动力电池模块，分离出单体电池。



1. 清单分析
   1. 数据收集和确认
      1. 制造商特定活动数据收集
         1. 收集方式

根据数据来源的不同可分为初级数据和次级数据：

a)初级数据：与所考虑系统的投入和产出清单相关的数据(例如，进入生产系统的材料或能量)。这些数据通常来自进行碳足迹计算的企业或制造商、供应商。初级数据又可分为特地活动数据和非制造商特定活动数据；制造商特定活动数据是制造商根据特定的生产流程收集的信息，具体的提供方法分以下三种：

1. 供应商向碳足迹申报人提供所有活动数据以及用于核验所需的所有信息；
2. 供应商与碳足迹申报人同时向公告机构提供所有活动数据、基本流以及用于核验所需的所有信息，符合碳足迹核算要求；
3. 供应商与碳足迹申报人同时将所有活动数据以及用于核验所需的所有信息提供给第三方，由第三方提交给公告机构，用于碳足迹核算

b)次级数据：与进入生产系统的材料或能量相关温室气体排放数据。这些数据通常来自数据库。选用次级数据应满足数据质量要求，并在报告中说明其来源。

如果某些单元过程数据无法获取、量化或系统仍在使用中，可以依据研究文献、国家、地方标准或基于历史数据的计算进行估算，并在碳足迹评价报告中报告进行说明。

* + - 1. 制造商特定活动数据收集内容

制造商特定活动内容数据是按照企业实际生产情况来收集，是基于年度生产情况(最近的日历年或者财年)，取年度平均值用于计算。如果产品生产少于12个月，则数据需要从该年度最初生产收集到最终生产。若有其他特殊情况，如数据收集时间较短(或不同)的时间段。在这些情况下，应在报告中说明此情况的原因。

企业特定活动包括：

1. 正极材料的生产；
2. 负极材料的生产；
3. 电解液的生产；
4. 正极的生产；
5. 负极的生产；
6. 电芯的生产；
7. 外壳的组装；
8. 散热系统的组装；
9. 电池模组的组装；
10. 电池系统的组装；

主要收集的内容包括：

1. 生产过程所需原材料的量:如矿物、金属、半成品材料、化学品等的需求量；
2. 生产过程中的能耗:电力、蒸汽、其他热能以及厂区内运输车辆的能耗；
3. 辅料的用量；
4. 运输距离和方式；
5. 主产品和副产品的量；
6. 废弃物的量，如废水、废气、废渣。
   * + 1. 非制造商特定活动数据收集

非制造商特定活动，根据其于整体碳足迹计算的相关性，分为最相关活动和非相关活动。最相关过程包括：

1. 正极前驱体材料的生产，如钻、镍、铁和钾(金属或盐)；
2. 负极前体材料的生产，如石墨、锂金属、硬质碳、硅等；
3. 电解液盐的生产:如 LiPF6、其他添加剂等；
4. 铜的生产，如铜箔、母线和电缆中；
5. 铝的生产，如铝箱，母线，电缆和壳体；
6. 钢材的生产，例如用于壳体；
7. 塑料的生产，如铝塑膜，塑料结构件；
   * 1. 数据质量要求

产品碳足迹计算宜使用能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）时间跨度：应优先考虑最近年份的数据和收集数据的最短时间期限。实测数据应是最近一年的平均数据。如果为生产不到一年的新产品，平均数据应从产品生产初始开始收集；

b）地理范围：应优先考虑锂离子电池产品单元过程(如原料获取、制造过程、废弃物回收等)生产地所在地域所取得的具体数据；

d）准确性：是指所收集到的数据值与真值的接近程度。应优先考虑最准确的数据；

e）精确性：对某数据的重复估计数值彼此之间的接近程度，即对每个数据值变率的度量(如方差)。应优先选择更精确(即具有最小统计方差)的数据；

f）完整性：包括由测量得到的数据所占的百分比，数据能代表利益相关方的程度，以及样本容量是否足够大、测量频率是否足够高等方面；

g）一致性：在分析的各个部分中是否以统一的方式开展了数据选择，这需要做出定性评价；

h）可再现性：有关方法和数据值的信息能在多大程度上允许独立的专人再现研究报告的结果，这需要做出定性评价。

* + 1. 数据选择要求
       1. 数据统计期

锂离子电池产品进行碳足迹核算及评价原则上以上一年为统计期，如果为生产不到一年的新产品，从产品生产初始开始。

* + - 1. 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，需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。

* + - 1. 物料消耗

物料消耗指数据统计期内各项主要原料(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：

a）重量小于原料消耗总重量1%的非稀贵原料可忽略，总共忽略的原料重量不应超过5%；

b）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；

c）对于一次性投入、长期使用的固定资产和设备等可忽略；

d）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，并进行累加汇总；

e）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。

* + - 1. 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：

a）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；

b）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；

c）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；

d）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。

* 1. 数据分配

当船用锂离子动力电池的原材料含有多个输入渠道，一个设备存在多种功能，或一个工艺流程存在多个产品时，不能直接计算得到清单所需数据，需根据实际的生产情况对此类数据进行分配，分配原则如下：

1. 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；
2. 在进行分配时，应优先考虑不同产品或功能间的物理关系，并以此为分配依据；（如：重量分配、电池能量分配等）；当不能单独立物理关系作为分配依据时，应在产品和功能以反映它们其他关系的方式进行分配（如产品的经济价值等），并对选择分配原则进行敏感性分析以说明偏离所选方法后果。
3. 识别产品或功能间的公用部分，避免产品数据的重复分配；
4. 分配后，输入与输出总量应相等。
   1. 数据取舍准则

以下类别不需要纳入电池的碳足迹计算：

1. 电池生产设备的制造；
2. 船舶制造商在电动船舶车中安装成品电池系统的过程；
3. 物理上没有包含在外壳内或永久附着在外壳上的冷却系统的任何部分；
4. 与电池生产过程不直接相关的制造工厂的辅助投入，如相关办公用房的供暖和照明、二次服务、销售流程、行政和研究部门等。

另外，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核算及评价缺乏重要性时，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50%；

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%。

* 1. 清单计算

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(kgCO2e)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。

1. 影响评价
   1. 碳足迹计算总规则

锂离子动力电池碳足迹应按式(2) 进行计算，计算结果圆整(四舍五入)至小数点后两位:

EGHG=(E1+E2+E3+E4+E5)/C…………………………………………………… (4)

式中：

EGHG—锂离子动力电池生命周期内功能单位GHG排放当量，单位为千克二氧化碳当量每千瓦时 (kgCO2e/kWh)；

E1—原材料获取及加工阶段碳排放，单位为千克二氧化碳当量 (kgCO2e)；

E2—电池生产阶段碳排放，单位为千克二氧化碳当量 (kgCO2e)；

E3—电池分销阶段碳排放，单位为千克二氧化碳当量 (keCO2e)；

E4—电池使用阶段碳排放，单位为千克二氧化碳当量 (keCO2e)；

E5—电池退役及回收阶段碳排放，单位为千克二氧化碳当量(kgCO2e)；

C—锂离子动力电池产品提供的总能量，单位为千瓦时 (kWh)。

* + 1. 原材料获取及加工阶段

原材料获取及加工阶段包括原材料获取及加工、原材料运输过程，碳排放应按式(5)进行计算，计算结果(四舍五入)至小数点后两位：

E1 = …………………………………………（5）

EFi—原材料i获取以及加工过程中的碳排放因子，单位为千克二氧化碳每千克（KgCO2/Kg）；

Mi—单个组件产品中第i种原材料及零部件的消耗量，单位为千克（kg）；

Li—第i种原材料及零部件的运输距离，单位为公里（km）；

Ki—第i种原材料及零部件的运输碳排放因子，单位为千克二氧化碳当量每千克公里（kgCO2e/kg·km）。

* + 1. 电池制造阶段

生产阶段碳排放应按式(6) 进行计算，计算结果圆整(四舍五入)至小数点后两位:

E2 =+MCO2………………………………（6）

式中：

E2—电池生产阶段排放，单 位为千克二氧化碳当量；

Er—投入生产使用的能源或燃料r的外购量，单位为千瓦时(kWh)、立方米（m3）或千克 (kg)；

EFr—投入生产使用的能源或燃料r生产的碳排放因子，单位为千克二氧化碳当量每千瓦时(kgCO2e/kWh)、千克二化碳当量每立方米(kgCO2/m3)或千克二化碳当量每千克 (kgCO2e/kg)；

EFr′ —投入生产使用的能源或燃料 r 使用的碳排放因子，单位为吨二氧化碳当量每吉焦；

(tCO2e/GJ)，电力使用的碳排放因子为 0；

NCVr—投入生产使用的能源或燃料r的平均低位发热量。单位为吉焦每吨(GJ/t)、吉焦每万立方米(GJ/104mm)；

MCO2—生产过程中产生的 CO2逸散的量，单位为千克二氧化碳当量(kgCO2e)。

电池制造阶段的碳排放量，企业须收集具体场地数据。核算电池生产的碳排放量时，功能单位、系统边界应保持一致。

* + 1. 电池销售阶段

电池分销阶段碳排放量应按式 (7) 进行计算，计算结果(四舍五入)至小数点后两位:

E3 = …………………………………………（7）

式中，

E3—电池分销阶段的碳排放，单位为千克二氧化碳当量(kgCO2e)；

Mi—电池分销的第i种产品的重量，单位为千克 (kg)；

Li—电池分销的第i种产品的运输距离，单位为千米 (km)；

Ki—运输碳排因子，单位为千克二氧化碳每千克货物运输每公里（kgCO2e/kg·km）。

* + 1. 使用阶段

使用阶段的流程因消费者的不同使用习惯而存在较大差异；使用阶段包括正确使用产品所需的所有活动和材料,即在其整个生命周期内保持原有功能所需要的供给，包括产品维修或翻新所需材料的制造、消耗、分配、交通运输等过程。以及电池充放电效率、衰减速度、使用寿命(循环次数)和电池容量等技术性因素引起的能量损失。

电池系统使用阶段碳排放量记为E4，单位为千克二氧化碳当量(kgCO2e),根据用户使用情况进行核算，若无特殊情况导致碳排放，则使用阶段的排放记为0。

* + 1. 电池退役及回收阶段

电池报废回收阶段碳排放量应按式 (8) 进行计算（包含电池梯次利用企业及车间内电能消耗导致的碳排放和报废处理、交通运输等碳排放），计算结果(四舍五入)至小数点后两位：

E5 = E5′ -R′AE5″+E5‴ (8)

E5′ = E5-1+ E5-2+ E5-3+ E5-4

E″=

式中：

E4—动力蓄电池报废回收阶段二化碳排放总量，单位为吨二氧化碳（tCO2)

E4′—动力蓄电池材料报废回收处理过程消耗的二氧化碳排放，单位为吨二氧化碳(tCO2)；

E4-1—动力蓄电池制造对应消耗燃料燃烧产生的二氧化碳排放量，单位为吨二氧化碳(tCO2)；

E4-2—材料消耗产生的二氧化碳排放量，单位为吨二化碳(tCO2)；

E4-3—净购入电力的生产产生的二氧化碳排放量，单位为吨二氧化碳(tCO2)；

E4-4—净购入热力的生产产生的二氧化碳排放量，单位为吨二氧化碳(tCO2)；

f4″—原材料获取阶段参数定，E核算可沿用动力电池原材料获取阶段计算公式；

E4‴—产品运输过程的二氧化碳排放量，单位为吨二氧化碳(tCO2)，其计算方式可参照原材料获取阶段计算公式；

Pi—回收材料预处理过程第i种原材料的消耗量，单位为吨(t)；

EFi—同原材料获取阶段定义，即原材料i获取以及加工过程中的碳排放因子；

A—回收材料在供应周期和使用周期之间的关于碳排放影响的分配系数，此系数可基于回收材料的物理特性、经济价值、后续使用次数等属性来设定；

R′—本产品中可被下一系统回收利用的材料的比例。

1. 结果解释

应根据产品碳足迹评价的目的和范围进行解释，解释应满足：

1. 解释应包括对产品碳足迹及各阶段碳足迹的说明；
2. 解释应包括不确定性分析，包括取舍准则的应用和说明；
3. 在报告中详细明确和记录选定的分配准则，以及选定分配准则的依据和解释；
4. 对碳足迹数据来源以及数据选择的说明；
5. 识别产品碳足迹评级的局限性；
6. 对重要的输入、输出和方法学选择（包括分配程序）的敏感性检查，以解释结果的敏感性和不确定性。
7. 产品碳足迹报告
   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。

* 1. 报告内容

a）产品基本信息

包括但不限于产品名称、产品介绍、功能单位等；

b）碳足迹核算所需要的条件

包括但不限于产品生命周期阶段定义、系统边界等内容；

C）计算分析方法

包括但不限于各排放源排放计算公式、数据取舍原则、数据分配原则、电力模型、引用数据等；

d）碳足迹核算结果

包括但不限于碳足迹值、数据质量的评定、贡献度分析等

1. 产品碳足迹声明

产品的碳足迹声明应该是准确、可靠和客观的，并应该遵守所在国家或地区相关的法规和标准。企业应该同时进行数据的审查和验证，以确保其声明的准确性和可信度。碳足迹声明也应与实际产品表现相符。

产品的碳足迹声明可以采取不同的形式和途径进行传达。包括以下方式：

1）产品标签和包装

2）官方网站和宣传材料。

3）产品说明书和技术文档。

4）第三方认证和标签

碳足迹声明可以包括以下元素：

1）产品所包括的所有温室气体种类及其排放量；

2）温室气体排放量的计算方法和标准；

3）报告的时间或参照标准：

4） 解释产品的范围和适用条件：

5）对减少环境影响的承诺或目标。

附录A （资料性） 产品碳足迹量化数据收集表

1.产品基本信息

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 产品基本信息 | 产品名称及型号 |  |
| 产品所属类别 |  |
| 功能及应用场景描述 |  |
| 统计期内总产量 |  |
| 单个电池产品净重 |  |
| 电芯数量/单个电芯重量 |  |
| 产品制造工艺 |  |
| 电池技术参数 |  |
| 生产地点 |  |
| 销售及使用地点 |  |
| 产品分销的主要运输方式 |  |
| 产品寿命和使用年限 |  |
| 数据统计周期 |  |

2.碳足迹评价现场数据清单

1）原材料开采和预处理数据收集

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 部件 | 单位 | 数值 | 具体名称 |
| **输入** |  |  |  |
| 主要投入物料（矿产等） | Kg |  | 开采出的矿产物质 |
| 电 | kWh |  |  |
| 运输及设备使用的燃料 |  |  | 柴油、汽油、氢能等 |
| 自发热能使用的燃料 |  |  | 天然气、煤炭、氢能等 |
| 爆炸用材料 | Kg |  |  |
| 填充用材料 | Kg |  |  |
| 化学品 | Kg |  |  |
| **输出** |  |  |  |
| 主产品 | Kg |  |  |
| 副产品 | Kg |  |  |

2）正负极材料数据收集(由电芯生产企业提供)

正极和负极的生产活动数据需根据下表进行收集：

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 部件 | 单位 | 数值 | 具体名称 |
| **输入** |  |  |  |
| 正极前驱体材料 | kg |  | eg：硫酸镍、硫酸钴、硫酸锰 |
| 正极材料原材料 | kg |  | eg：碳酸锂、氢氧化锂 |
| 其他化学物质 | kg |  | eg：氢氧化钠、碳酸钠、氢氧化铵等 |
| 负极前驱体材料 | kg |  | 石油焦、煤油胶、二氧化硅 |
| 负极活性材料 | kg |  | eg：石墨、硅等 |
| 粘结剂 | kg |  | eg：聚偏氟乙烯（PVDF）、CMC、SBR |
| 添加剂 | kg |  | eg：炭黑、乙炔黑等 |
| 辅料 |  |  | eg：水、氧气 |
| 电 | kWh |  |  |
| 化石燃料 | MJ |  | eg：天然气、煤 |
| 外部供热 | MJ |  |  |
| **输出** |  |  |  |
| 主产物 | kg |  | eg：正极材料，如NCM523、LFP等 |
| 副产物 | kg |  | eg：硫酸钠 |
| 回收使用的废弃物 | kg |  | 由外部机构回收处理的部分 |
| 非回收废弃物 | kg |  | 包括填埋、焚烧部分 |
| 温室气体排放 | kgCO2e |  | 生产反应过程和燃油燃烧后过程中的直接排放 |

3）电芯生产数据收集

电芯生产通常分为三个主要步骤：

1. 电极生产
2. 电芯组装
3. 成品制成

电芯生产阶段需要收集的数据在下表中给出：

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 部件 | 单位 | 数值 | 具体名称 |
| **输入** |  |  |  |
| 正极材料 | kg |  |  |
| 负极材料 | kg |  |  |
| 正极集流体 | kg |  | eg：铝箔 |
| 负极集流体 | kg |  | eg：铜箔 |
| 隔膜 | kg |  |  |
| 电解液 | kg |  |  |
| 电解质盐 | kg |  | LiPF6 |
| 壳体 | kg |  | eg：铝塑膜、钢壳等 |
| 壳盖 | kg |  | eg：铝、钢 |
| 溶剂 | kg |  |  |
| 辅料 | kg |  | eg：胶水、胶带 |
| 电 | kWh |  |  |
| 热能 | MJ |  |  |
| 化石燃料 | L |  | eg:天然气、汽油、柴油 |
| **输出** |  |  |  |
| 主产品 | kg |  | 电芯 |
| 废弃物 | kg |  | 生产过程中产生的无用废弃物 |
| 边角料 | kg |  | 可再次循环的生产废弃物 |
| 温室气体排放 | kgCO2e |  | 生产反应过程和燃油燃烧后过程中的直接排放 |

4）电池系统组装数据收集

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 部件 | 单位 | 数值 | 具体名称 |
| **输入** |  |  |  |
| 电芯/模组 | kg |  |  |
| 壳体 | kg |  | eg：钢、铝、塑料等 |
| 填隙物 | kg |  | eg：胶 |
| 结构件 | kg |  | eg：钢、铝、塑料等 |
| 散热装置 | kg |  | eg：钢、铝、塑料等 |
| 电缆/线束 | kg |  | eg：铜、PVC等 |
| 端子 | kg |  | eg：铝、塑料等 |
| 连接器 | kg |  |  |
| 紧固件 | kg |  | eg：钢 |
| 绝缘材料 | kg |  |  |
| 电池管理系统 | kg |  |  |
| 电子部件 | kg |  | eg：印制板、继电器、熔断器、晶体管、PTC、二极管、电容等 |
| 高压装置 | kg |  |  |
| 其他 | kg |  |  |
| 电 | kWh |  |  |
| 热能 | MJ |  |  |
| 化石燃料 | MJ |  |  |
| 辅料 | kg |  |  |
| **输出** |  |  |  |
| 电池包/电池系统 | kg |  | 电芯 |
| 废弃物 | kg |  | 生产过程中产生的无用废弃物 |
| 边角料 |  |  | 可以再循环的生产废弃物 |
| 温室气体排放 | kgCO2e |  | 生产反应过程和燃油燃烧后过程中的直接排放 |

4）电池报废及回收(由电池回收企业提供)

电池退役及回收阶段包含废弃电池的运输，及其在回收站的处理和回收过程。通常，此阶段过程涵盖电池拆解，再通过特定的回收工艺(湿法冶金或火法冶金)对电池进行处理，并将获得的材料精炼成新的电池材料或新产品，以其他方式在市场上销售。回收处理大体的流程如下图:电池拆解回收模型按照下表进行填写:

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 部件 | 单位 | 数值 | 具体名称 |
| **输入** |  |  |  |
| 退役的电池 | kg |  |  |
| 电 | kg |  |  |
| 辅料 | kg |  |  |
| 回收处理的金属 | kg |  |  |
| 填埋处理的金属 | kg |  |  |
| 焚烧处理的金属 | kg |  |  |
| 回收处理的聚合物 | kg |  |  |
| 填埋处理的聚合物 | kg |  |  |
| 焚烧处理的聚合物 | kg |  |  |
| 退役的电子零部件 | kg |  |  |
| **输出** |  |  |  |
| 再生金属 | kg |  |  |
| 再生聚合物 | kg |  |  |
| 其他 | kg |  |  |
| 电子零部件 | kgCO2e |  |  |
| 电芯 |  |  |  |

附录B （资料性） 产品碳足迹研究报告（模板）

一、基本情况

表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 |  |

二、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。企业刘一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。

三、系统边界及范围

3.1系统边界及范围描述

XXX

3.2生命周期图

XXX

四、计算方法

XXXX

五、产品碳足迹计算

5.1各阶段活动数据及排放因子说明

表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 |  |  |  |
| 废弃处置 |  |  |  |

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 |
| 原材料获取 |  |  |  |
| 制造 |  |  |  |
| 供销、零售 |  |  |  |
| 使用 |  |  |  |
| 废弃处置 |  |  |  |

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 kgC02e。各阶段的排放情及占比如下表：

表4 每功能单位的产品生命周期阶段排放情及占比

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 生命周期阶段 | 碳足迹(kg CO2e) | 占分比(%) |
| 原材料获取 |  |  |
| 制造 |  |  |
| 销售 |  |  |
| 使用 |  |  |
| 废弃处置 |  |  |

5.3其他说明

XXX

六、报告管理及保存

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

七、参考文献

XXX

八、支持性文件

附录C （资料性） 全球增温潜势值

在计算用于温室气体全球增温潜势值时，需参照表C.1中的规定。

表C.1 不同温室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 | CO2 | 1 |
| 甲烷 | CH4 | 25 |
| 氧化亚氮 | N2O | 298 |
| HFC-23 | CHF3 | 14800 |
| HFC-32 | CH3F2 | 675 |
| HFC-125 | CHF2CF3 | 3500 |
| HFC-134a | CH2FCF3 | 1430 |
| HFC-143a | CF3CF3 | 4470 |
| HFC-152a | CH3CHF2 | 124 |
| HFC-227ea | CF3CHFCF3 | 3220 |
| HFC-236fa | CF3CH2CF3 | 9810 |
| HFC-245fa | CHF2CH2CF3 | 1030 |
| 六氟化硫 | SF6 | 22800 |
| 二氟化氮 | NF3 | 16100 |
| PFC-14 | CF4 | 7390 |
| PFC-116 | C3F6 | 12200 |
| 注:根据本标准进行计算时，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

表D.1常用能源的碳排放因子

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 能源种类 | 能源名称 | 碳排放因子 | 数据来源 | 备注 |
| 燃煤 | 无烟煤 | 98.3 kgCO2/GJ | 《IPCC国家温室气体清单编制指南》(2006年） | 国际组织 |
| 炼焦煤 | 94.6 kgCO2/GJ |
| 褐煤 | 101 kgCO2/GJ |
| 焦煤 | 107 kgCO2/GJ |
| 电力 | 全国电网 | 0.5710tCO2/MWh | 《关于做好2022年企业温室气体排放报告管理相关重点工作的通知》生态环境部 | 政府部门 |
| 燃油 | 原油 | 73.3 kgCO2/GJ | 《IPCC国家温室气体清单编制指南》(2006年） | 国际组织 |
| 车用汽油 | 69.3 kgCO2/GJ |
| 航空汽油 | 70.0 kgCO2/GJ |
| 煤油 | 71.5 kgCO2/GJ |
| 柴油 | 74.1 kgCO2/GJ |
| 液化石油气 | 63.1 kgCO2/GJ |
| 燃料油 | 77.4 kgCO2/GJ |
| 燃气 | 天然气 | 56.1 kgCO2/GJ |
| 煤气 | 44.4 kgCO2/GJ |

表D.2常用化石燃料相关参数推荐值

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 运输方式 | CO2 | CH4 | N2O |
| 公路运输（柴油） | 2.04E-01 | 1.20E-05 | 1.03E-05 |
| 铁路运输（柴油） | 9.24E-03 | 3.40E-07 | 1.57E-06 |
| 内河运输（柴油） | 4.52E-02 | 4.58E-06 | 1.20E-06 |
| 海上运输（液化天然气） | 2.46E-02 | 7.70E-05 | 5.21E-07 |