

团 体 标 准

T/CMIF 309—2025/T/CEEIA 948—2025

温室气体 产品碳足迹量化方法与要求 铅酸蓄电池

Greenhouse gases — Quantification requirement and method for
carbon footprint of products — Lead-acid 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)

2025-12-01 发布

2026-03-01 实施

中国机械工业联合会 发 布

目 次

前言	III
引言	IV
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	3
5 量化范围	3
5.1 产品描述	3
5.2 功能单位或声明单位	4
5.3 系统边界	4
6 清单分析	6
6.1 数据描述	6
6.2 数据质量	6
6.3 数据收集	7
6.4 数据分配	8
6.5 取舍准则	9
6.6 清单计算	9
7 影响评价	9
7.1 通用要求	9
7.2 产品碳足迹计算方法	9
8 结果解释	9
9 产品碳足迹报告	10
10 产品碳足迹声明	10
附录 A (资料性) 铅酸蓄电池产品碳足迹量化数据收集表	11
附录 B (资料性) 全球变暖潜势值	14
附录 C (规范性) 产品碳足迹计算方法	15
附录 D (资料性) 常用参数参考值	17
附录 E (资料性) 铅酸蓄电池产品碳足迹报告模板	19
参考文献	23

图 1 铅酸蓄电池产品系统边界示意图	4
表 1 次级数据收集获取途径的优先级	6
表 2 数据质量评价要求	7
表 A.1 原材料获取阶段数据收集表	11
表 A.2 生产阶段数据收集表	12
表 A.3 运输阶段数据收集表	12
表 A.4 使用阶段数据收集表	13
表 A.5 生命末期阶段数据收集表（运输）	13
表 A.6 生命末期阶段数据收集表（处置）	13
表 B.1 不同温室气体的全球变暖潜势值	14
表 D.1 常用燃料温室气体排放因子参考值	17
表 D.2 各类运输方式的温室气体排放因子参考值	17
表 D.3 其它排放因子参考值	18
表 E.1 生命周期碳排放清单说明	21
表 E.2 生命周期各阶段碳排放情况	22

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。

本文件由中国机械工业联合会提出并归口。

本文件由中国机械工业联合会与中国电器工业协会双编号发布。

本文件起草单位：天能电池集团股份有限公司、超威电源集团有限公司、湖北弘本能源有限公司、华宇新能源科技有限公司、江苏理士电池有限公司、山东金科力电源科技有限公司、沈阳蓄电池研究所有限责任公司、机械工业北京电工技术经济研究所。

本文件主要起草人：代飞、刘孝伟、袁芳、黄镔、董捷、邢延超、栾云东、滕云、许超超、付冰冰、杜瑞。

本文件为首次发布。

引　　言

随着全球气候变化问题的日益严峻，减少温室气体排放已成为国际社会普遍关注的焦点。我国作为负责任的大国，已明确提出“碳达峰、碳中和”（“双碳”）目标，即力争在2030年前达到二氧化碳排放峰值，并努力争取在2060年前实现碳中和。为实现这一目标，各行各业均需积极采取措施，降低产品生命周期内的碳排放，推动绿色低碳发展。铅酸蓄电池作为一种广泛应用于储能、动力等领域的能源产品，其碳排放问题不容忽视。因此，制定铅酸蓄电池产品碳足迹量化方法与要求标准，对于推动铅酸蓄电池行业绿色低碳转型具有重要意义。

本文件的制定旨在明确铅酸蓄电池产品碳足迹核算的方法与流程，以落实国家“双碳”政策，推动铅酸蓄电池行业高质量发展。通过规范铅酸蓄电池产品碳足迹的量化，提升碳足迹评价的透明性和一致性，帮助相关利益方全面了解产品碳排放情况，识别全生命周期各环节的减排潜力。同时，为行业和企业建立贯穿产品生命周期的温室气体监测、报告和核查（MRV）管理体系提供依据，有效促进节能减排行动方案的制定与实施。

本文件实施后，将为企业提供铅酸蓄电池产品碳足迹量化的具体方法和流程，指导企业开展碳足迹核算工作，提升企业的环境管理水平和市场竞争力；通过量化铅酸蓄电池产品生命周期内的碳排放，识别关键环节和减排潜力，为企业制定减排措施提供科学依据，推动行业整体减排降碳；提高产品碳足迹信息的透明度，有助于消费者了解产品的环境性能，引导绿色消费，推动市场向绿色低碳方向发展；为政府和相关机构制定铅酸蓄电池行业绿色低碳发展政策提供数据支持和科学依据，促进政策的有效实施和落地。

温室气体 产品碳足迹量化方法与要求 铅酸蓄电池

1 范围

本文件给出了铅酸蓄电池产品碳足迹量化的目的，规定了铅酸蓄电池产品碳足迹量化的范围、清单分析、影响评价、结果解释和产品碳足迹报告及声明的要求。

本文件适用于铅酸蓄电池产品碳足迹量化相关活动。

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 2900.41 电工术语 原电池和蓄电池

GB/T 24025—2009 环境标志和声明 III型环境声明原则和程序

GB/T 24067—2024 温室气体 产品碳足迹 量化要求和指南

3 术语和定义

GB/T 2900.41和GB/T 24067—2024界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

铅酸蓄电池 lead acid battery

含以稀硫酸为主电解质、二氧化铅正极和铅负极的蓄电池。

[来源：GB/T 2900.41-2008, 482-05-01, 有修改]

3.2

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、波长在红外光谱范围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（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 24067-2024, 3.2.1]

3.3

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。

注：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, 有修改]

3.4

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温室气体排放量和温室气体清除量之和，并以二氧化碳当量的质量表示。

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]

3.5

功能单位 functional unit

用来作为基准单元的量化的产品系统性能。

[来源: GB/T 24044—2008, 3.20]

3. 6

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, 3.1.8]

3. 7

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。

注: “产品流”的定义见GB/T 24040—2008, 3.27。

[来源: GB/T 24067—2024, 3.3.2]

3. 8

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. 9

单元过程 unit process

进行生命周期清单分析时为量化输入和输出数据而确定的最基本部分。

[来源: GB/T 24067—2024, 3.3.6]

3. 10

基准使用寿命 reference service life

已知在特定使用条件(即基准条件)下的产品、部件和组件或系统的预期使用寿命, 也能作为估算其他使用条件下的使用寿命的基础。

3. 11

基准产品 reference product

在生命周期评价中建模的产品或产品系统, 并作为参考, 用于推断匹配相同功能单元(即同质产品族)且涵盖在环境声明中的其他产品或产品系统的环境影响。

[来源: IEC 63366:2025, 3.1.37]

3. 12

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. 13

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获得。

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. 14

次级数据 secondary data

不符合初级数据要求的数据。

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. 15

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

生命周期评价的阶段，涉及产品整个生命周期内输入和输出的汇编和量化。

[来源：GB/T 24067—2024, 3.4.4]

3.16

生命周期影响评价 life cycle impact assessment; LCIA

生命周期评价的阶段，旨在了解和评估产品系统在产品的整个生命周期中潜在环境影响的大小和重要性。

[来源：GB/T 24067—2024, 3.4.5]

3.17

温室气体排放因子 greenhouse gas emission factor; GHG emission factor

活动数据与温室气体排放相关的系数。

[来源：GB/T 24067—2024, 3.2.7]

3.18

取舍准则 cut-off criteria

对与单元过程或产品系统相关的物质或能量流的数据或环境影响重要性程度是否被排除在评价范围之外所作的规定。

[来源：GB/T 24044—2008, 3.18]

3.19

不确定性 uncertainty

与量化结果相关的参数，可用来合理反映量化结果的数值离散程度。

注1：不确定性可以包括：

- 参数不确定性，例如温室气体排放因子、活动数据；
- 场景不确定性，例如使用阶段场景和生命末期阶段场景；
- 模型不确定性。

注2：不确定性信息通常规定了对可能数值离散的定量估计和对可能离散原因的定性描述。

[来源：GB/T 24067—2024, 3.6.4]

4 量化目的

开展铅酸蓄电池产品碳足迹量化的目的是通过量化铅酸蓄电池产品生命周期的所有显著的温室气体排放量，计算产品对全球变暖的潜在贡献[以二氧化碳当量（CO₂e）表示]，包括但不限于：

- a) 从生命周期角度为产品研发设计、原材料获取、生产、运输、使用和生命末期等各环节减少温室气体排放的改进方案和建议提供信息；
- b) 依据客户要求提供产品碳足迹量化结果；
- c) 为公众提供产品声明或信息披露提供产品碳足迹量化结果；
- d) 经独立第三方机构审核后发布产品碳足迹信息和报告，用于市场营销、合规声明和企业社会责任报告等；
- e) 满足相关法规和认证要求。

5 量化范围

5.1 产品描述

铅酸蓄电池产品的描述应能够明确的识别产品，对其表述包括但不限于：

- a) 产品名称；
- b) 产品类型或用途（动力用、储能用和汽车起动用等）；
- c) 产品型号；
- d) 产品主要技术参数（额定电压、额定容量和重量等）；
- e) 产品的简单示意图；
- f) 产品的生产工艺流程或流程图；

- g) 产品满足的相关质量标准;
- h) 产品的制造商和生产时间。

5.2 功能单位或声明单位

铅酸蓄电池的功能是在所需的电压范围内提供电流，主要用作电能的储存和传递。

本文件定义的功能单位为“铅酸蓄电池在生命周期内提供1kWh电量”，全生命周期提供总电量可按照铅酸蓄电池的主要技术参数和基准使用寿命计算或测量。铅酸蓄电池的用途为循环使用时，其基准使用寿命以生命周期内循环充放电次数计；铅酸蓄电池的用途为浮充备用时，其基准使用寿命以生命周期内使用天数计。

示例：某电动自行车用铅酸蓄电池额定电压为12V，额定容量为20Ah，单次放电提供240Wh能量，基准使用寿命为350次循环充放电，则其全生命周期提供的总电量为84kWh。

当量化铅酸蓄电池产品部分碳足迹时，可使用“1个铅酸蓄电池产品”为声明单位。对声明单位的描述应包括：

- 产品的预期用途；
- 产品的主要技术参数。

5.3 系统边界

5.3.1 系统边界设定

铅酸蓄电池产品的系统边界可包含下列四种形式，具体见图1所示：

- a) 涵盖整个生命周期阶段（“从摇篮到坟墓”，from cradle to grave）的产品碳足迹量化；
- b) 从原材料采购到产品出厂（“从摇篮到大门”，from cradle to gate）的产品碳足迹量化；
- c) 铅酸蓄电池产品生产阶段的产品碳足迹量化；
- d) 铅酸蓄电池产品使用阶段的产品碳足迹量化。

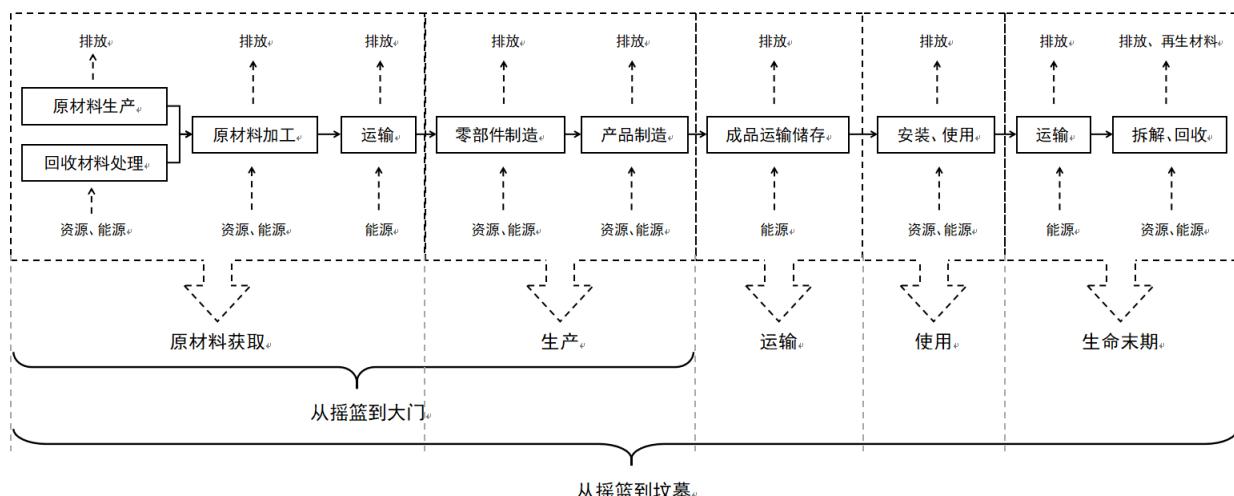


图 1 铅酸蓄电池产品系统边界示意图

5.3.2 系统边界排除

无法直接分配至基准产品生产的固定资产（例如建筑、机械、工具和基础设施）、用于内部运输的包装（例如用于将零部件运输到装配地点的包装箱）和行政管理活动（例如商务旅行、营销和广告），如果对于碳足迹排放无实质性贡献，可被排除在系统边界之外。

可排除在系统边界之外的示例包括但不限于：

- 卫生设施和基础设施的清洁；
- 员工交通；
- 对生产设施和机器的维护；

——对基础设施的建设和维护；
 ——运输系统和设施；
 ——与产品相关的营销活动；
 ——员工餐饮设施。

5.3.3 生命周期阶段的描述

5.3.3.1 原材料获取阶段

原材料获取阶段从自然界材料提取时开始，在原材料产品到达铅酸蓄电池产品生产工厂时终止。除了提取天然材料，还包括再生材料和外购零部件、包装材料的获取，以及将上述材料投入到生产工厂的运输过程。

原材料获取阶段包括，但不限于：

- a) 原材料的获取和加工，如铅、硫酸和塑料等；
- b) 再生材料的加工，如再生塑料、再生铅和再生硫酸等；
- c) 外购零部件及包装材料的生产；
- d) 将上述材料运送或输送到生产工厂。

5.3.3.2 生产阶段

生产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，例如铅酸蓄电池单体电池制造、电池系统组装、终端产品检验和包装。在这个阶段应考虑生产时期形成的任何副产品或废弃物。

生产阶段包括，但不限于：

- a) 原材料必要的生产加工，如铅粉、电解液、纯水和铅膏等；
- b) 非外购零部件的生产加工，如正极板和负极板等；
- c) 装配和组装；
- d) 检验和包装；
- e) 生产过程中的运输；
- f) 生产过程中的废气、废水、固体废弃物处理。

5.3.3.3 运输阶段

运输阶段从最终产品离开工厂开始，到消费者得到产品结束。一个产品在运输阶段可能发生多段式运输和销售，适用情况下包括在物流中心和零售地点的销售。

运输阶段包括，但不限于：

- a) 工厂、仓库和销售地点间的运输；
- b) 收货及入库；
- c) 储存；
- d) 批发及零售。

注：一般情况下，运输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消费者手中。

5.3.3.4 使用阶段

使用阶段从用户得到产品开始，到产品废弃时结束。

使用阶段包括，但不限于：

- a) 产品的使用；
- b) 产品的维护或维修；
- c) 使用阶段其它活动的碳排放。

注1：由于在使用过程中长期耗能，铅酸蓄电池产品在使用阶段的温室气体排放量占整个生命周期的比重一般较大，实际温室气体排放量很大程度上取决于产品的能效表现和服务寿命。

注2：铅酸蓄电池产品在到达产品设计寿命后（质保寿命），可能存在继续使用或铅酸蓄电池分级使用等情况，此两种情况均纳入使用阶段统计温室气体排放量。

5.3.3.5 生命末期阶段

生命末期阶段从产品废弃时开始，到产品处置完成结束。该阶段主要考虑对产品和产品包装采取不同的处理方式，包括收集、处理和最终处置（例如填埋）等。

生命末期阶段包括，但不限于：

- a) 废弃产品和包装的收集和运输；
- b) 废弃产品拆解；
- c) 破碎和筛选；
- d) 焚烧；
- e) 填埋和垃圾填埋场的维护；
- f) 其他回收处理及处置过程。

6 清单分析

6.1 数据描述

6.1.1 铅酸蓄电池产品的碳足迹量化应收集系统边界内所有单元过程的初级数据或次级数据。用于产品碳足迹量化的所有数据，其获得方式和来源均应予以说明。

6.1.2 初级数据包括各过程的原材料和零部件消耗、能源消耗、产品产出量、废弃物排放、温室气体排放以及运输（包括运输形式、运输距离和运输量）等数据。在开展铅酸蓄电池产品碳足迹量化的组织拥有财务或运营控制权的情况下，应收集现场数据。现场数据是铅酸蓄电池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。铅酸蓄电池碳足迹核算应首先对极板生产、电池组装、化成充电等过程进行现场数据收集，对于重要零部件，也应开展初级数据收集；在开展铅酸蓄电池产品碳足迹量化的组织具有铅酸蓄电池回收、处置能力的情况下，生命末期阶段的活动也应收集现场数据。所收集的现场数据应具有代表性，可参考附录A进行现场数据收集。

6.1.3 次级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。

6.1.4 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。宜按照表1中由高到低的优先级次序开展次级数据的收集和使用。

表1 次级数据收集获取途径的优先级

数据类型	数据获取途径	优先级
次级数据	1. 国家提供的官方排放因子数据； 2. 本土化数据库（优先选择代表国内平均水平的生命周期评价数据）； 3. 公开文献给出或计算估算得出的行业平均数据，或根据与目标企业在地区、技术、流程、时间或产品等方面相似的其它企业的数据（对其他企业进行明确限定）； 4. 国外数据库（优先选择代表国内平均水平的生命周期评价数据）； 5. 来自于设备操作人员的经验数据，被访问对象应是具有丰富经验的人员。	高 —— 低

6.2 数据质量

6.2.1 铅酸蓄电池产品碳足迹量化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初级数据和次级数据。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。初级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：应优先考虑铅酸蓄电池产品单元过程（如原料获取、制造过程和废弃物回收等）生产地所在地域所取得的具体数据。
- c) 技术覆盖范围：应优先考虑铅酸蓄电池产品单元过程中的某项技术或技术组合所取得的具体数据。
- d) 精度：对某数据（如活动数据）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。
- e) 完整性：收集的数据应涵盖所核算铅酸蓄电池产品原材料获取及零部件加工、生产、运输、使用和生命末期阶段所使用的全部原材料、能耗以及废弃物处理等过程数据；
- 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；
- 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，这需要作出定性评价。
- 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，这需要作出定性评价。
- i) 数据源。
- j) 信息的不确定性（例如数据、模型或假设）。

6.2.2 数据质量评价应采用两步法：

- 应根据上述 a) 至 d) 项的要求，对产品碳足迹研究的数据质量进行分析；
- 应根据上述 a) 至 d) 项的要求，对数据进行评价。

6.2.3 铅酸蓄电池产品碳足迹量化数据质量评价具体要求见表2。对质量较差的数据应进行敏感性分析。

表2 数据质量评价要求

评级	时间跨度	地理范围	技术覆盖范围	精度
好	覆盖距离报告期 1 年内数据	数据来自研究地区	数据来自研究的企业、工艺流程和材料	基于测量并经过第三方验证
一般	覆盖距离报告期 3 年内数据	数据来源地区包含所研究区域的最大区域的平均数据	数据来自研究的工艺流程和材料，但来自不同企业	部分基于测量/估算并经过内部验证
较差	覆盖距离报告期 5 年内数据	数据来源于生产条件相似的地区	数据来自正在研究的工艺流程和材料，但来自不同技术水平	基于测量/计算/文献得出，且未经过验证

6.3 数据收集

6.3.1 数据收集期

铅酸蓄电池产品进行碳足迹量化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。

6.3.2 数据收集步骤

铅酸蓄电池产品数据收集宜遵循以下步骤：

- a) 制定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) 根据产品系统边界，识别温室气体排放源，确定数据需求范围；
- c) 使用产品生命周期流程图，根据数据需求编制各阶段输入、输出数据列表，示例见附录 A；
- d) 根据数据列表收集初级数据和次级数据。数据收集应详细记录各项数据的计算方法、数据来源和原始凭证，保持其可追溯；
- e) 评估收集的活动数据和排放因子，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；
- f) 审查数据收集过程中出现的特殊情况、异常点和其他问题，识别可能产生的数据误差风险。

6.3.3 数据收集项目

6.3.3.1 原材料获取阶段

原材料获取阶段应收集的数据包括：

- a) 原材料消耗量数据，应收集初级数据。消耗量数据优先采用物料清单（BOM 表）汇总的数据，当 BOM 表中无相关信息时，可采用直接测量法（如称重）或物料平衡法测算。
- b) 外购零部件的碳足迹数据或消耗量数据。外购零部件的碳足迹数据优先采用供应商提供的符合产品碳足迹量化标准的量化数据，无法获得供应商提供的量化数据时，可收集外购零部件的消耗量数据并进行核算。外购零部件的消耗量数据应收集初级数据，优先采用企业台账或统计报表数据。
- c) 运输过程数据，包括运输工具、运输距离等数据，宜收集初级数据。
- d) 原材料、外购零部件及运输过程的温室气体排放因子，可收集次级数据。

6.3.3.2 生产阶段

生产阶段应收集的数据包括：

- a) 能源、资源消耗量，如电能、热能、燃料、水等，应收集现场数据，优先采用企业台账或统计报表数据；
- b) 废弃物、污染物处理处置数据，如废气、废水的处理过程数据和固体废弃物的外委处置数据，应收集现场数据，优先采用企业台账或统计报表数据；
- c) 上述输入、输出的温室气体排放因子，可收集次级数据。

6.3.3.3 运输阶段

运输阶段应收集的数据包括：

- a) 产品重量，含包装材料，应收集现场数据；
- b) 销售区域、销售地点或客户指定仓储与销售量、出货量，宜收集初级数据；
- c) 运输工具和运输距离，宜收集初级数据，优先采用企业台账或统计报表数据；
- d) 运输过程的温室气体排放因子，可收集次级数据。

6.3.3.4 使用阶段

使用阶段应收集以下数据：

- a) 产品使用时的标准使用能耗和标准输出能量，宜收集初级数据；
- b) 产品每日使用时间与基准使用寿命，可收集次级数据；
- c) 与产品使用电力相关的电力碳足迹因子，可收集次级数据，优先采用政府主管部门最新发布的数据。

6.3.3.5 生命末期阶段

生命末期阶段应收集以下数据：

- a) 废弃产品的运输数据，可收集次级数据；
- b) 废弃产品回收、处理及处置方式及占比，可收集次级数据；
- c) 与废弃产品回收、处理和处置过程相关的温室气体排放因子，可收集次级数据。

6.4 数据分配

在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。

铅酸蓄电池产品碳足迹评价过程可能存在的分配情况为：一个共同过程，输入为通用型原材料或零部件、能源，输出为包含最终产品在内的多个不同产品和废料，按以下准则进行分配：

- a) 尽量避免进行数据分配；
- b) 在无法避免分配的情况下，系统的输入和输出应在不同产品之间按照物理关系（包括但不限于产量、生产工时等）进行分配。
- c) 当不能单独建立物理关系作为分配的基础时，应按照反映不同产品之间其他关系的方式进行分配，例如投入和产出数据可根据产品的经济价值进行分配。
- d) 若使用其他分配方法时，需提供所使用参数的基础及计算说明。

6.5 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：当某排放源的温室气体排放量估测值不超过所界定边界内温室气体排放量估测值的1%，可排除，但所有排除项的温室气体排放量估测值合计不得超过所界定系统边界内温室气体排放量估测值的5%。其中，原材料、零部件占比大于产品总质量的1%的，不可排除，且原材料、零部件的总排除量不应超过产品总质量的5%。

应在产品碳足迹报告中对取舍准则及其影响进行评估和描述。

6.6 清单计算

计算应以功能单位或声明单位为基础关联产品系统中所有的输入和输出数据。

产品碳足迹在系统边界中的每个单元过程中进行量化，并进行汇总。每个生命周期阶段/单元过程的碳排放通过将活动数据乘以排放因子或直接测量来量化。

7 影响评价

7.1 通用要求

7.1.1 应通过排放或清除的温室气体的质量乘以政府间气候变化专门委员会（IPCC）给出的100年全球变暖潜势（GWP100），具体数值可参考附录B，来计算铅酸蓄电池产品系统每种温室气体排放和清除的潜在气候变化影响，单位为kgCO₂e。铅酸蓄电池产品碳足迹为所有温室气体潜在气候变化影响的总和。

7.1.2 若IPCC修订了全球变暖潜势值（GWP），应使用最新数值，否则应在报告中说明。

7.1.3 除GWP100外，还可使用IPCC提供的其他时间范围的全球变暖潜势（GWP）和全球温度变化潜势（GTP），但应单独报告。

注：100年全球变暖潜势（GWP 100）代表短期的气候变化影响，可反映变暖速度。100年全球温度变化潜势（GTP 100）代表长期的气候变化影响，可反映长期温升。与其他时间范围相比，选择100年的时间范围并无任何科学依据。该时间范围是国际公约的一个价值判断，它权衡了不同时间范围内可能发生的影响。

7.2 产品碳足迹计算方法

产品碳足迹或产品部分碳足迹应按附录C规定的计算方法进行计算。产品碳足迹量化常用参数参考值见附录D。

8 结果解释

8.1 铅酸蓄电池产品碳足迹量化结果解释应包括以下步骤：

- 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和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）；
- b) 完整性、一致性和敏感性分析的评估；
- c) 结论、局限性和建议的编制。

8.2 应根据产品碳足迹量化的目的和范围进行结果解释，结果解释应包括以下内容：

- a) 说明产品碳足迹和各生命周期阶段的碳足迹；
- b) 分析不确定性，包括取舍准则的应用或范围；
- c) 详细记录选定的分配程序；
- d) 说明产品碳足迹研究的局限性（按照但不限于GB/T 24067—2024的附录A）。

8.3 结果解释宜包括以下内容：

- a) 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；
- b) 评估替代使用情景对最终结果的影响；
- c) 评估不同生命末期阶段情景对最终结果的影响；
- d) 评估建议对结果的影响；

e) 描述地理格网的划分方法及地理格网的尺度要求原则（如适用）。

9 产品碳足迹报告

9.1 产品碳足迹研究报告应包括，但不限于以下信息：

- a) 基本情况：
 - 1) 委托方和评价方信息；
 - 2) 报告信息；
 - 3) 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) 目的：
 - 1) 开展研究的目的；
 - 2) 预期用途；
- c) 范围：
 - 1) 产品说明，包括功能和技术参数；
 - 2) 功能单位以及基准流；
 - 3) 系统边界，包括：
 - 作为基本流中的系统输入和输出类型；
 - 有关单元过程处理的决策准则（考虑其对产品碳足迹研究结论的重要性）；
 - 产品系统关联的单元过程地理位置、地理格网的划分规则和格网级别的选取，并说明其理由（如适用）；
 - 4) 取舍准则；
 - 5) 生命周期各阶段的描述，包括对选定的使用阶段和生命末期阶段假设情景的描述（如适用），替代使用情景和生命末期阶段情景对最终结果影响的评价；
- 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) 纳入考虑范围的温室气体清单；
 - 4) 温室气体排放和清除时间；
 - 5) 代表性的时间边界和地理边界；
 - 6) 分配原则与程序；
 - 7) 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) 清单结果与计算；
 - 4) 结果的图示（可选）。
- f) 结果解释：
 - 1) 结果说明；
 - 2) 假设和局限性说明（可选）；
 - 3) 改进建议；
- g) 产品碳足迹比较，与 GB/T 24067—2024 附录 B 的符合性（如适用）。

9.2 产品碳足迹报告模板参见附录E。

10 产品碳足迹声明

如需声明时，应符合GB/T 24025的规定，相关声明可用于具有相同功能的不同产品之间的比较。

附录 A
(资料性)
铅酸蓄电池产品碳足迹量化数据收集表

A. 1 铅酸蓄电池原材料获取阶段量化数据收集表的示例见表A. 1。

表A. 1 原材料获取阶段数据收集表

类别	名称	规格型号	执行标准	质量 (kg)	数量	碳足迹或碳排放因子 (kgCO ₂ e/kg)	运输距离 (km)	运输方式
主材	铅锭							
	铅合金							
	隔板							
	电池壳							
	硫酸							
	端子							
	胶水							
	安全阀							
辅材	酒精							
	气相二氧化硅							
	硫酸钠							
	红丹							
	包装箱							
	泡沫垫							
	油墨							
							
注：原生材料和再生材料需要分别统计。								

A. 2 铅酸蓄电池生产阶段量化数据收集表的示例见表A. 2。

表A.2 生产阶段数据收集表

输入	消耗环节	单位	消耗量	
电力		kWh		
天然气		m ³		
蒸汽		GJ		
水		t		
.....				
输出	生产环节	单位	处理方式	处理量
废水		kg		
含铅废渣		kg		
废隔板		kg		
废电池壳		kg		
.....				

A.3 铅酸蓄电池运输阶段量化数据收集表的示例见表A.3。

表A.3 运输阶段数据收集表

运输阶段				
运输产品名称	运输质量 (kg)	运输距离 (km)	运输类型	单位产品运输距离 (km/单位产品)
储存阶段				
储存产品名称	储存环节	储存时间 (h)	能耗 (kWh)	

A.4 铅酸蓄电池使用阶段量化数据收集表的示例见表A.4。

表A.4 使用阶段数据收集表

数据类型	单位	数量
产品基准使用寿命	d	
每日使用时间	h	
标准使用能耗	kWh	
标准输出能量	kWh	
.....		

注1：标准使用能耗根据具体产品确定计算方法，例如循环使用的动力用铅酸蓄电池，宜通过测量电池从0%SoC充电至100%SoC所消耗的电量来计算；应急电源用的备用铅酸蓄电池，宜通过测量每日浮充所消耗的电量来计算。
注2：标准输出能量根据具体产品确定计算方法，例如循环使用的动力用铅酸蓄电池，宜用测量或计算得出的电池从100%SoC放电至0%SoC所放出的电量来表示；储能用的铅酸蓄电池，宜用测量或计算得出的电池每日所放出的电量来表示。

A.5 铅酸蓄电池使用阶段生命末期来源于运输过程的数据收集表的示例见表A.5。

表A.5 生命末期阶段数据收集表（运输）

运输产品名称	运输质量 (kg)	运输距离 (km)	运输类型	单位产品运输距离 (km/单位产品)

A.6 铅酸蓄电池使用阶段生命末期来源于处置过程的数据收集表的示例见表A.6。

表A.6 生命末期阶段数据收集表（处置）

破碎分选过程			
输入	单位	消耗量	
电力			
天然气			
水			
.....			
输出	单位	处理方式	处理量
废隔板			
.....			

附录 B
(资料性)
全球变暖潜势值

部分温室气体的全球变暖潜势值见表B. 1。

表B. 1 不同温室气体的全球变暖潜势值

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（非化石）	CH ₄	27.0
甲烷（化石）	CH ₄	29.8
氧化亚氮	N ₂ O	273
三氟化氮	NF ₃	17423
六氟化硫	SF ₆	25184
氢氟碳化物 (HFCs)		
HFC-23	CHF ₃	14590
HFC-32	CH ₂ F ₂	770
HFC-41	CH ₃ F	135
HFC-125	C ₂ HF ₅	3744
HFC-134	CHF ₂ CHF ₂	1260
HFC-134a	C ₂ H ₂ F ₄	1526
HFC-143	CH ₃ FCHF ₃	364
HFC-143a	CH ₃ CF ₃	5807
HFC-152a	C ₂ H ₄ F ₂	164
HFC-227ea	C ₃ HF ₇	3602
HFC-236fa	C ₃ H ₂ F ₆	8689
HFC-245fa	CHF ₂ CH ₂ CF ₃	962
HFC-365mfc	CF ₃ CH ₂ CF ₂ CH ₃	913
HFC-43-10-mee	CF ₃ CHFCHFCF ₂ CF ₃	1599
全氟碳化物 (PFCs)		
全氟甲烷 (四氟化碳)	CF ₄	7379
全氟乙烷 (六氟乙烷)	C ₂ F ₆	12410
全氟丙烷	C ₃ F ₈	989
全氟丁烷	C ₄ F ₁₀	10022
全氟戊烷	C ₅ F ₁₂	9218
全氟己烷	C ₆ F ₁₄	8617
全氟庚烷	C ₇ F ₁₆	8409
八氟环丁烷	C ₄ F ₈	13902

注：部分温室气体的全球变暖潜势来源于气候变化专门委员会（IPCC）《气候变化报告 2021：自然科学基础第一工作组对政府间气候变化专门委员会第六次评估报告的贡献》。

附录 C (规范性)

C.1 产品碳足迹计算方法

铅酸蓄电池产品碳足迹量化采用“从摇篮到坟墓”的全生命周期计算方法，应包含原材料获取、生产、运输、使用和生命末期等阶段的碳足迹，按公式（C.1）进行计算，铅酸蓄电池在生命周期内提供的总能量按公式（C.2）计算：

式中：

CFP_{LCA} ——从摇篮到坟墓的产品全生命周期碳足迹，单位为千克二氧化碳当量每千瓦时（ $\text{kgCO}_2\text{e/kWh}$ ）；

CE_M ——原材料获取阶段的碳排放，单位为千克二氧化碳当量（kgCO₂e）；

CE_P ——生产阶段的碳排放，单位为千克二氧化碳当量（kgCO₂e）；

CE_T ——运输阶段的碳排放，单位为千克二氧化碳当量（kgCO₂e）；

CE_U ——使用阶段的碳排放，单位为千克二氧化碳当量（kgCO₂e）；

CE_R ——生命末期阶段的碳排放，单位为千克二氧化碳当量（kgCO₂e）；

c ——铅酸蓄电池提供的总能量，单位为千瓦时（kWh）；

R ——铅酸蓄电池的额定能量，通过测量或计算铅酸蓄电池单次放电能量取值，单位为千瓦时（kWh）；

C ——铅酸蓄电池的基准使用寿命，以其生命周期内放电次数计，无量纲。

C. 2 产品部分碳足迹计算方法

铅酸蓄电池产品部分碳足迹量化一般采用“从摇篮到大门”的方法，应包含原材料获取和产品生产等阶段的碳足迹，按公式（C.3）进行计算：

式中：

CFP部分——从摇篮到大门的产品部分碳足迹，单位为千克二氧化碳当量每千瓦时（kgCO₂e/kWh）。

C. 3 原材料获取阶段

原材料获取阶段包括电池用材料和包装材料的生产及运输，其碳排放应按公式（C.4）计算，原材料运输过程的温室气体排放按公式（C.5）计算：

$$E_{T,M} = \sum_i [\sum_i (M_{i,i} \times D_{i,i} \times EF_i) / 1000] \dots \dots \dots \quad (C.5)$$

式中：

CE_M ——原材料获取阶段的碳排放，单位为千克二氧化碳当量（ kgCO_2e ）；

M_i ——原材料或外购件的消耗量, 单位为千克 (kg);

EE_i ——原材料或外购件_i的碳排放因子，单位为千克二氧化碳当量每千克（kgCO₂e/kg）：

注：即使是同种材料，原生材料和再生材料的碳排放因子一般也不相同。

E_{TM} ——原材料获取阶段运输过程的碳排放，单位为千克二氧化碳当量（kgCO₂e）；

$M_{i,i}$ ——原材料或外购件*i*采用运输方式*i*的运输重量, 单位为千克(kg);

D_{ij} ——原材料或外购件i采用运输方式j的运输距离, 单位为千米(km);
 EF_j ——运输方式j的碳排放因子, 单位为千克二氧化碳当量每吨千米(kgCO₂e/t·km)。

C. 4 生产阶段

铅酸蓄电池生产阶段的温室气体排放应按公式(C.6)计算:

$$CE_P = \sum_r (E_r \times EF_r \times 1000) + \sum_i (W_i \times EF_{w,i}) \quad (\text{C.6})$$

式中:

CE_P ——生产阶段的碳排放, 单位为千克二氧化碳当量(kgCO₂e);
 E_r ——能源或燃料r的消耗量, 单位为兆瓦时(MWh)、立方米(m³)、吨(t)等;
 EF_r ——能源或燃料r的碳排放因子, 单位为吨二氧化碳当量每相应单位, 参见附录C;
 W_i ——第i种污染物的产生量, 单位为千克(kg)或立方米(m³);
 $EF_{w,i}$ ——第i种污染物处置的碳排放因子, 单位为千克二氧化碳当量每千克(kgCO₂e/kg)或千克二氧化碳当量每立方米(kgCO₂e/m³)。

C. 5 运输阶段

铅酸蓄电池运输阶段的碳排放应按公式(C.7)计算:

$$CE_T = \sum_k (M_k \times D_k \times EF_k) / 1000 \quad (\text{C.7})$$

式中:

CE_T ——运输阶段的碳排放, 单位为千克二氧化碳当量(kgCO₂e);
 M_k ——采用运输方式k的产品的质量, 单位为千克(kg);
 D_k ——采用运输方式k的产品的运输距离, 单位为千米(km);
 EF_k ——运输方式k的碳排放因子, 单位为千克二氧化碳当量每吨千米(kgCO₂e/t·km)。

C. 6 使用阶段

铅酸蓄电池由于用途不同, 其使用方法可分为循环使用和浮充备用两大类。循环使用的铅酸蓄电池使用阶段的碳排放按公式(C.8)计算, 浮充备用的铅酸蓄电池使用阶段的碳排放按公式(C.9)计算, 当铅酸蓄电池同时应用于循环使用和浮充备用时, 应分别核算上述两部分碳排放并进行汇总计算:

$$CE_{U,C} = (R \times C \times EF_e) \times (1 - \eta) \quad (\text{C.8})$$

$$CE_{U,F} = R_d \times L_d \times EF_e \quad (\text{C.9})$$

式中:

$CE_{U,C}$ ——循环使用时, 铅酸蓄电池使用阶段的碳排放, 单位为千克二氧化碳当量(kgCO₂e);
 R ——循环使用时, 铅酸蓄电池的额定能量, 通过测量或计算铅酸蓄电池单次放电能量取值, 单位为千瓦时(kWh);
 EF_e ——电力碳排放因子, 单位为千克二氧化碳当量每千瓦时(kgCO₂e/kWh);
 η ——效率;
 $CE_{U,F}$ ——浮充备用时, 铅酸蓄电池使用阶段的碳排放, 单位为千克二氧化碳当量(kgCO₂e);
 R_d ——浮充备用时, 铅酸蓄电池每日充电所消耗的能量, 通过测量得出, 单位为千瓦时(kWh);
 L_d ——浮充备用时铅酸蓄电池的基准使用寿命, 按其生命周期内的使用天数计。

C. 7 生命末期阶段

铅酸蓄电池生命末期阶段的碳排放按公式(C.10)计算:

$$CE_L = E_L + E_{T,L} \quad (\text{C.10})$$

式中:

CE_L ——生命末期阶段的碳排放, 单位为千克二氧化碳当量(kgCO₂e);
 E_L ——生命末期回收处理过程的碳排放, 参照式(C.6)计算, 单位为千克二氧化碳当量(kgCO₂e);
 $E_{T,L}$ ——生命末期阶段运输过程的碳排放, 参照式(C.7)计算, 单位为千克二氧化碳当量(kgCO₂e)。

附录 D
(资料性)
常用参数参考值

D. 1 常用燃料温室气体排放因子参考值见表D. 1。

表 D. 1 常用燃料温室气体排放因子参考值

燃料种类		温室气体排放因子数值	单位
固体燃料	无烟煤	2.03	tCO ₂ eq/t
	烟煤	1.87	tCO ₂ eq/t
	褐煤	1.50	tCO ₂ eq/t
	型煤	2.18	tCO ₂ eq/t
	煤矸石	1.59	tCO ₂ eq/t
	石油焦	3.16	tCO ₂ eq/t
	焦炭	3.39	tCO ₂ eq/t
液体燃料	原油	3.35	tCO ₂ eq/t
	车用汽油	3.85	tCO ₂ eq/t
	柴油	3.82	tCO ₂ eq/t
	液化天然气	2.61	tCO ₂ eq/t
	液化石油气	5.11	tCO ₂ eq/t
气体燃料	天然气	2.80	kgCO ₂ eq/Nm ³
	焦炉气	0.86	kgCO ₂ eq/Nm ³
	炼厂煤气	3.04	kgCO ₂ eq/m ³

注：数据来源于《中国产品生命周期温室气体排放系数集（2022）》

D. 2 各类运输方式的温室气体排放因子参考值见表D. 2。

表 D. 2 各类运输方式的温室气体排放因子参考值

运输方式	排放因子类型	温室气体排放因子数值	单位
道路交通（货运）	道路交通（货运）平均	0.074	tCO ₂ eq/ (t•km)
	重型货车	0.049	
	中型货车	0.042	
	轻型货车	0.083	
	微型货车	0.120	
航空（货运）	航空（货运）平均	1.222	tCO ₂ eq/ (t•km)
	超大型飞机	1.286	
	大型飞机	0.969	
	中型飞机	1.164	
	小型飞机	1.467	
铁路（货运）	铁路（货运）平均	0.007	tCO ₂ eq/ (t•km)

表 D. 2 各类运输方式的温室气体排放因子参考值（续）

运输方式	排放因子类型	温室气体排放因子数值	单位
水运（货运）	水运（货运）平均	0.012	tCO ₂ eq/ (t•km)
	杂货船	0.019	
	集装箱船	0.010	
	干散货船	0.007	
	多用途船	0.012	

注：数据来源于《中国产品生命周期温室气体排放系数集（2022）》

D. 3 其它排放因子参考值见表D. 3。

表 D. 3 其它排放因子参考值

参数名称	单位	排放因子
电力碳足迹因子	kgCO ₂ e/kWh	采用生态环境部最新发布的数据

附录 E
(资料性)
铅酸蓄电池产品碳足迹报告模板

铅酸蓄电池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：（若有）（盖章）

日期： 年 月 日

一、概况

1. 生产者信息

生产者名称:

地址:

法定代表人:

授权人(联系人):

联系电话:

企业概况:

2. 产品信息

产品名称:

产品用途:

产品介绍:

产品图片:

产品标准:

3. 量化方法

依据标准:

二、量化目的

三、量化范围

1. 功能单位或声明单位

以_____为功能单位或声明单位。

2. 系统边界

原材料获取阶段 生产阶段 运输阶段 使用阶段 生命末期阶段

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. 清单结果及计算

生命周期各个阶段碳排放计算说明见表E. 1。

表 E. 1 生命周期碳排放清单说明

生命周期阶段	活动数据	排放因子	温室气体量 (kgCO ₂ e)
原材料获取			
生产			
运输			
使用			
生命末期			

4. 数据质量评价（可选项）

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，具体评价内容见 6.2。

五、影响评价

1. 影响类型和特征化因子选择

一般选择政府间气候变化专门委员会（IPCC）给出的 100 年全球变暖潜势（GWP）。

2. 产品碳足迹计算结果

六、结果解释

1. 结果说明

_____公司（填写生产者的全名）生产的_____（填写所评价的产品名称，每功能单位或声明单位产品），从_____（填写某生命周期阶段）到_____（填写某生命周期阶段）生命周期的碳足迹为_____kgCO₂e。每个生命周期阶段的温室气体排放情况如表E.2所示。

表 E. 2 生命周期各阶段碳排放情况

生命周期阶段	碳足迹 (kgCO ₂ e/功能单位或声明单位)	百分比 (%)
原材料获取		
生产		
运输		
使用		
生命末期		

注：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。

2. 假设和局限性说明（可选项）

结合量化情况，对范围、数据选择和情景设定等相关的假设和局限进行说明。

3. 改进建议

参 考 文 献

- [1] GB/T 2900.41—2008 电工术语 原电池和蓄电池
 - [2] GB/T 24025 环境标志和声明 III型环境声明原则和程序
 - [3] GB/T 24040 环境管理 生命周期评价原则与框架
 - [4] GB/T 24044 环境管理 生命周期评价要求与指南
 - [5] ISO 14026 环境标志和声明足迹信息交流的原则要求和指南
 - [6] ISO/TS 14027:2017 环境标志和声明 产品种类规则的制定
 - [7] PAS 2050:2008 商品和服务在生命周期内的温室气体排放评价规范
 - [8] 中国产品全生命周期温室气体排放系数集 (2022)
 - [9] GHG Protocol 温室气体协议
 - [10] IPCD. Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Working Group I contribution to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Richard P. Allan., Paola A. Arias., Sophie Berger., Josep G. Canadell., Christophe Cassou., Deliang Chen., Annalisa Cherchi., Sarah L. Connors., Erika Coppola., Faye Abigail Cruz., et al, Cambridge University Press 2021, pp 7SM24–35
-