|  |  |
| --- | --- |
| ICS  | 29.220  |
| CCS  | K01 |

|  |
| --- |
|  43 |

湖南省地方标准

DB 43/T XXXX—XXXX

锂离子电池产品碳足迹核算方法

Carbon footprint calculation method for lithium-ion battery products

XXXX - XX - XX发布

XXXX - XX - XX实施

湖南省市场监督管理局  发布

目次

[前言 II](#_Toc184200468)

[1 范围 1](#_Toc184200469)

[2 规范性引用文件 1](#_Toc184200470)

[3 术语和定义 1](#_Toc184200471)

[4 量化目的 3](#_Toc184200472)

[5 量化范围 3](#_Toc184200473)

[5.1 功能单位或声明单位 3](#_Toc184200474)

[5.2 总能量 4](#_Toc184200475)

[5.3 系统边界 4](#_Toc184200476)

[6 清单分析 6](#_Toc184200477)

[6.1 数据收集和确认 6](#_Toc184200478)

[6.2 数据分配 7](#_Toc184200479)

[6.3 产品碳足迹绩效追踪 8](#_Toc184200480)

[6.4 电力 8](#_Toc184200481)

[7 影响评价 8](#_Toc184200482)

[7.1 产品碳足迹核算 8](#_Toc184200483)

[7.2 结果解释 11](#_Toc184200484)

[8 产品碳足迹报告 11](#_Toc184200485)

[9 产品碳足迹声明 12](#_Toc184200486)

[附录A（资料性） 锂离子电池产品碳足迹量化数据收集表 13](#_Toc184200487)

[A.1 产品基本信息 13](#_Toc184200488)

[A.2 碳足迹评价现场数据清单 13](#_Toc184200489)

[附录B（资料性） GWP 参考值 18](#_Toc184200490)

[附录C（资料性） 锂离子电池产品碳足迹报告（模板） 19](#_Toc184200491)

1. 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。

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。

本文件由湖南省工业和信息化厅提出并归口。

本文件起草单位：一都科技有限公司，巴斯夫杉杉电池材料有限公司，国联汽车动力电池研究院有限责任公司，弗迪电池有限公司。

本文件主要起草人：姚青，肖来荣，瞿丹，梁兰，苏子龙，张叔亚，汤冰，廖奔。

锂离子电池产品碳足迹核算方法

* 1. 范围

本文件采用与生命周期评价标准（GB/T 24040和GB/T 24044）一致的方式，规定了锂离子电池产品碳足迹和锂离子电池产品部分碳足迹量化和报告的原则、要求和指南。

本文件适用于锂离子电池产品（括消费型锂电池、小动力型锂电池、大动力型锂电池和储能型锂电池）碳足迹相关研究，其结果可应用于不同的场景。碳抵消以及锂离子电池产品碳足迹或锂离子电池产品部分碳足迹信息交流不在本文件的范围内。

本文件仅针对单一环境影响类型，即气候变化，不评价锂离子电池产品生命周期产生的其他潜在环境影响，也不评价锂离子电池产品生命周期内可能产生的社会和经济影响。

* 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 24025 环境标志和声明III型环境声明原则和程序（ISO 14025：2006，IDT）

GB/T 24040 环境管理生命周期评价原则与框架（ISO 14040：2006，IDT）

GB/T 24044 环境管理生命周期评价 要求与指南（ISO 14044：2006，IDT）

GB/T 24067 温室气体 产品碳足迹 量化要求和指南

GB/T 31241 便携式电子产品用锂离子电池产品安全技术规范

GB/T 32150 工业企业温室气体排放核算和报告通则

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

ISO/TS 14027 环境标志和声明 产品种类规则的制定（Environmental labels and declara-tions—Development of product category rules ）

ISO/TS 14071 环境管理生命周期评价鉴定性评审过程和评审员能力：ISO 14044：2006的附加要求和指南（Environmental management—Life cycle assessment-Critical review processes and re-viewer competencies： Additional requirements and guidelines to ISO 14044：2006）

* 1. 术语和定义

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

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。

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。
2. 产品碳足迹核算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 24067，3.1.1]

锂离子电池 lithium ion battery

依靠锂离子电池在正极和负极之间移动实现化学能和电能相互转化的装置，并被设计成可充电。

1. 该装置包括电极、隔膜、电解质、容器和端子等。

[来源：GB 31241，定义3.1]

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、波长在红外光谱的辐射的气态成分。

1. 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）和三氟化氮（NF3）。

[来源：GB/T 24067，3.2.1]

功能单位 functional unit

用来作为基准单位的量化的产品系统性能。

[GB/T 24040，定义3.20]

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 24067，3.3.8]

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 24067，3.3.4]

全球增温潜势global warning potential GWP

将单位质量的某种温室气体在给定时间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。

[来源：GB/T 32150-2015，3.15]

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成都是否排除在研究范围之外所做的规定。

[来源：GB/T 24040，3.18]

使用寿命 service life

使用中的产品达到或超出设计寿命的时间段。

[来源：ISO 15686-1:2011,3.25，有修改]

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。

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。
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。

次级数据 secondary data

不符合初级数据要求的数据。

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。
2. 次级数据可包括从代替过程或估计获得的数据。

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 24040，定义3.19]

* 1. 量化目的

开展锂离子电池产品产品碳足迹核算的总体目的是结合取舍准则（见5.3.7），通过量化产品生命周期所有显著的温室气体排放量，计算产品对全球变暖的潜在影响，以及在不同阶段和不同过程的影响构成（以二氧化碳当量（CO2e）表示）。

1. 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。

在确定产品碳足迹核算目的时，应明确说明以下问题：

一一应用意图；

一一开展该项研究的理由；

一一目标受众（即研究结果的接收者）；

一一根据ISO14026：2017的预期信息交流（如有）。

* 1. 量化范围
		1. 功能单位或声明单位

产品碳足迹核算应基于产品功能单位或声明单位进行。

锂离子电池产品可提供以下两种不同的服务：

1. 重复能量供应：对锂离子电池产品进行重复充电放电循环，以为设备提供能量；
2. 按需能量供应：使锂离子电池产品长期保持充电状态，提供短时供电服务（如在停电时）。

对于重复能量供应锂离子电池产品，其功能单位为在整个使用寿命内提供的总能量的1kW·h；对于按需能量供应的锂离子电池产品，其功能单位为在整个使用寿命内提供的备用能量的1kW·min，提供备用能量是指在给定功率下随时以高于最低电压连续放电而不中断。

不同类型的锂离子电池产品在其使用寿命内向设备提供的总能量，可依据额定能量、生命周期可使用寿命、循环次数、能量效率、辅助设备能耗、寿命衰减率等参数进行计算。

过程中或产品部分碳足迹可使用声明单位。

* + 1. 总能量

锂离子电池总能量按公式（1）计算，

 $c=R\_{energy}×η\_{count}×K\_{soℎ} ×K×K\_{Attenuation} ×T$ ()

式中：

$c$——锂离子电池提供的总能量，单位为千瓦时（kW·h）；

$R\_{energy}$——电池和电池组提供的额定能量，单位为千瓦时（kW·h）等；

$η\_{count}$——制造商规定的电池和电池组每年完全等效充放电循环的典型次数；

$K\_{soℎ}$——电池健康状态衰减率，即随着在一定条件下使用，额定能量会逐步降低，按统计期内平均值计算，单位为%；

$K$——能量效率，即电池放电时输出的能量与此前充电时输入的能量之比的百分数，单位为%；

$K\_{Attenuation}$——能量效率衰减率，即随着在一定条件下使用，能减效率会逐步降低，直至生命终止，单位为%；

*T*——电池能量达到70%的时间，单位为年。

1. 以上公式参数可参考产品规格进行计算。
	* 1. 系统边界
			1. 概述

锂离子电池产品系统边界的选择应与产品碳足迹核算的目标相一致，并应明确和解释用于建立系统边界的准则，如取舍准则等。

在产品碳足迹核算报告对外发布时，系统边界的设定包含但不限于下列两种形式：

1. 涵盖从原材料获取到生命末期阶段的整个生命周期阶段的产品碳足迹核算；
2. 涵盖从原材料获取到产品离开制造工厂的产品碳足迹核算。

在产品碳足迹核算报告内部使用时，系统边界的设定包含但不限于下列三种形式：

1. 从锂离子电池产品制造阶段到终端产品使用阶段的产品碳足迹核算；
2. 锂离子电池产品产品制造阶段的产品碳足迹核算；
3. 锂离子电池产品终端客户使用阶段的产品碳足迹核算。

锂离子电池产品系统边界应包括原材料获取、制造、分销、使用和生命末期阶段，如图1所示。



1. 锂离子电池产品系统边界示意图
	* + 1. 原材料获取阶段

原材料获取阶段从自然界提取资源以及再生材料的回收和加工开始，到形成电池组件或电池组部件进入电池或电池组制造工厂结束。

原材料获取阶段包括但不限于以下过程：

1. 原材料获取：原材料开采、加工（材料或化石燃料）以及再生材料的回收与加工。
2. 能源消耗：原材料或部件生产过程中的煤、天然气、电力等能源消耗；
3. 废弃物的产生和处理以及其他与材料或部件生产直接排放相关的过程；
4. 原材料运输至加工地点、生产过程的内部运输，以及电池组件或电池组部件从相应供应商生产地点运输到电池或电池组制造工厂。
	* + 1. 制造阶段

制造阶段从电池生产原材料进入工厂开始，在最终产品离开工厂时结束。

制造阶段包括但不限于以下过程：

1. 产品制造（包括电池电芯制造、外壳制造、模块组装、电池组装、化成、检验和包装过程等）：
2. 制造阶段中能源、资源的消耗，废弃物的产生和处理以及其他与产品生产制造直接相关的过程。
	* + 1. 分销阶段

分销阶段从最终产品离开工厂开始，到客户得到产品结束。一个产品在分销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储存。

分销阶段包括工厂、仓库、销售地点间的各类运输，包括空运、船运及陆路运输。

* + - 1. 使用阶段

使用阶段从客户得到产品开始，到产品废弃结束。

电池和电池组使用阶段的能量消耗定义为制造商应考虑其产品生命周期内的总能耗，应包括与电池组使用相关能效导致的能量损失、辅助设备能源消耗等。

* + - 1. 生命末期阶段

生命末期阶段从产品废弃开始，到产品回归到自然或进入另一种产品的生命周期结束。

基于核算系统边界相统一和避免重复计算的原则，生命末期阶段仅针对于未进入下游回收流程的报废电池（无回收潜力或有回收潜力但直接被处置的部分电池产品），不包括与回收再生相关的自报废电池产品收集运输起的下游各工序。

* + - 1. 取舍原则

生产过程数据种类很多，应对数据进行适当的取舍，取舍准则如下：

1. 对于每个产品组件，输入质量占比小于1%的材料可舍去，但为了保持输入材料质量平衡，应将舍去的材料质量加到相同系统组件中的碳足迹最高的输入材料中；
2. 各生命周期阶段生产设备的制造，可以舍去；
3. 与生产过程没有直接关系的制造厂的附属生产设施（如相关办公用房的加热和照明、辅助服务、销售过程、行政和研究部门等）可以舍去；
4. 应量化对产品碳足迹有实质性贡献的所有温室气体的排放；
5. 应量化至少95%与功能单位相关的生命周期内预计会产生的排放；
6. 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报告清单中；
7. 舍去部分应有书面记录并说明舍去原因。
	1. 清单分析
		1. 数据收集和确认
			1. 概述

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。

对于初级数据，应收集年平均数据，如相关过程运行未超过一年，可以在有文字说明的情况下采用不同时间段的数据。

* + - 1. 数据质量要求

在确定产品碳足迹量化所使用的初级数据和次级数据时，应优先考虑以下方面：

1. 覆盖范围：数据的覆盖范围与产品系统边界保持一致，且能够满足产品碳足迹量化的需要；
2. 地理代表性：收集数据所在的地理区域，以及针对具有地理特性的产品的具体数据；
3. 技术代表性：数据是否针对具体某项技术或一套混合技术，以及针对产品的具体技术数据；
4. 时间代表性：数据的年份和收集数据的最小时间长度；
5. 精度：当数据、模式和假设等存在多种选择时，应优先考虑最准确的数据；
6. 完整性：数据采样范围应足够大，数据取舍应满足5.3.7的取舍准则；
7. 一致性：数据收集时应保持相同的数据来源、统计口径、处理规则等；
8. 可再现性：有关方法和数据值的信息应能允许独立的专人再现研究的结果；
9. 数据来源：当初级数据易于获取时，产品碳足迹的量化应优先使用初级数据；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；
10. 不确定性：尽可能使用现有的最准确的数据，以减少偏差和不确定性。
	* + 1. 原材料获取阶段

以下过程（含再生材料及原生材料）应收集初级数据：

1. 正极活性材料的生产、负极活性材料的生产以及电解质的生产；
2. 原材料运输至加工地点、生产过程的内部运输，以及电池组件或电池组部件从相应供应商生产地点运输到电池或电池组制造工厂。
3. 运输距离可以通过地图进行估算，计算规则和相关假设应该在报告中进行说明。

以下过程（含再生材料及原生材料）可收集次级数据：

1. 金属材料、电池外壳和热调节系统等零部件的生产；
2. 基础原材料提取、成型、精炼、生产等过程；
3. 包装材料生产相关的过程；
4. 能源的开采生产、输送相关的过程。
5. 与运输、原材料生产等过程相关的温室气体排放因子可收集次级数据。
	* + 1. 制造阶段

以下过程应收集初级数据：

1. 电池制造，包括极片制造（负极/正极匀浆、涂布、干燥、辊压、分切、烘烤等工序）、叠片或卷绕、装配、烘烤、注液、测试等过程；
2. 模块组装，包括将电池与电子部件、结构部件（如外壳）组装在一起的过程；
3. 电池组组装，包括将模块（或电池）组装在电池组系统外壳中，模块（或电池）与电子部件、机械部件（例如电池组系统外壳或冷却系统）组装在一起的过程；
4. 中间产品和最终产品制造阶段的内部转运运输。
5. 与运输、制造、组装相关生产过程的温室气体排放因子可收集次级数据。
	* + 1. 分销阶段

以下项目应收集初级数据：

1. 每种运输方式的产品运输的数量和重量；
2. 每种运输方式的公里数。
3. 与运输相关的温室气体排放因子可收集次级数据。
	* + 1. 使用阶段

以下项目应收集次级数据或使用典型应用场景下的工况数据：

1. 额定能量、生命周期可使用寿命、年循环次数、能量效率、寿命衰减率等；
2. 辅助设备能耗、环境温度等。
3. 能源的开采生产、输送相关温室气体排放因子可使用次级数据。
	* + 1. 生命末期阶段

本阶段可不收集初级数据。

以下过程可收集次级数据：

1. 废弃产品最终处置相关运输过程；
2. 废弃产品的最终处置过程。
3. 与运输、最终处置等过程相关温室气体排放因子可收集次级数据。
	* 1. 数据分配
			1. 分配原则

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。

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。

当同时有几种备选分配程序时，应通过敏感性分析阐明不同方法产生影响的差别。

* + - 1. 分配程序

应确定与其他产品系统共享的过程，并按照以下步骤进行处理。

1. 第1步：可通过以下方法避免分配；
	1. 将拟分配的单元过程划分为两个或多个子过程，并收集与这些子过程相关的输入输出数据；
	2. 扩展产品系统，使其包括共生产品相关的额外功能。
2. 第2步：若无法避免分配，则宜以能反映它们之间潜在物理关系的方式，将系统的输入输出划分到不同产品或功能中；
3. 第3步：当物理关系无法建立或无法用来作为分配基础时，则宜以能反映它们之间其他关系的方式将输入输出在产品或功能之间进行分配。例如可以根据产品的经济价值按比例将输入输出数据分配到共生产品。

有些输出可能同时包括共生产品和废物，此时应确定两者的比例，因为输入输出只对其中共生产品部分进行分配。对系统中相似的输入输出，应采用同样的分配程序。例如离开系统的可用产品（例如中间产品或废弃产品）的分配程序应和进入系统的同类产品的分配程序相同。

生命周期清单是以输入和输出之间的物质平衡为基础的。因此，分配程序应尽可能的接近这些基本的输入输出关系和特征。

* + 1. 产品碳足迹绩效追踪

应依据GB/T 24067的6.4.7进行产品碳足迹绩效追踪。

* + 1. 电力

应按GB/T 24067的6.4.9.4开展电力建模。

1. 在以上条件之外，也可使用通过生产活动所在省、市区域的电力消费组合来确定的区域电力碳足迹因子，如使用联合国认可的IPCC公布的各种电能种类的排放因子乘以某种电能在区域的比例获得混合电力碳足迹因子。
	1. 影响评价
		1. 产品碳足迹核算
			1. 产品碳足迹总量

锂离子电池产品碳足迹总量应按公式（2）进行计算：

 $CFP=（E\_{原材料获取}+E\_{制造}+E\_{分销}+E\_{使用}+E\_{生命末期}）/c$ （）

式中：

CFP——锂离子电池产品碳足迹，单位为千克二氧化碳当量每千瓦时（kgCO2e/kW·h）；

E原材料获取——原材料获取阶段温室气体排放量，单位为千克二氧化碳当量（kgCO2e）；

E制造——制造阶段温室气体排放量，单位为千克二氧化碳当量（kgCO2e）；

E分销——分销阶段温室气体排放量，单位为千克二氧化碳当量（kgCO2e）；

E使用——使用阶段温室气体排放量，单位为千克二氧化碳当量（kgCO2e）；

E生命末期——生命末期阶段温室气体排放量，单位为千克二氧化碳当量（kgCO2e）；

*c*——锂离子电池产品提供的总能量，单位为千瓦时（kW·h）等，计算公式见式（1）。

按照以下方法分别核算锂离子电池产品在原材料获取阶段、制造阶段、分销阶段、使用阶段以及生命末期阶段的温室气体排放量。

* + - 1. 原材料获取阶段温室气体排放

锂离子电池产品原材料阶段温室气体排放按照公式（3）计算：

 $E\_{原材料获取}=∑\_{i,j}\left（I\_{j}×Z\_{j}×GWP\_{i}\right）+∑\_{i,j}（I\_{j}×D\_{j}×T\_{j}×GWP\_{i}）$ （）

式中：

E原材料获取——原材料获取阶段温室气体排放量，单位为千克二氧化碳当量（kgCO2e）；

$I\_{j}$——原材料获取阶段每功能单位第j种原材料的消耗量，单位为千克(kg)、立方米(m3)等，视不同原材料统计量纲确定；

$Z\_{j}$——第j种原材料单位耗材的温室气体排放因子，可参考国际权威数据库中单位耗材的行业平均碳排放系数，或选择特定供应商提供的产品原材料温室气体排放系数，单位与原材料的单位相匹配；

$D\_{j}$——第j种原材料运输的距离，单位为千米（km）；

$T\_{j}$——第j种原材料的运输方式或车辆类型的温室气体排放因子，单位为千克二氧化碳当量/千克千米（kgCO2e/kg·km）；

*GWPi*——第i类温室气体的GWP值，采用IPCC给出的100年GWP值，见表B.1；

*i*——温室气体种类；

*j*——原材料种类。

* + - 1. 制造阶段温室气体排放

锂离子电池产品制造阶段温室气体排放量按照公式（4）计算：

$E\_{制造}=∑\_{i,j}\left[E\_{1,j}×\left（E\_{1,j}EF\_{i}+F\_{1,j}EF\_{i}\right）×GWP\_{i}\right]+∑\_{i}（S\_{1,i}×GWP\_{i}）+∑\_{i,j}（W\_{1,j}×W\_{1,j}EF\_{i}×GWP\_{i}）+∑\_{k,j}（M\_{1,k}×D\_{1,k}×T\_{1,k}×GWP\_{i}）$ ()

式中：

*E制造*——制造阶段温室气体排放量，单位为千克二氧化碳当量（kgCO2e）；

*E1,j*——制造阶段每功能单位第j种能源的消耗量，单位为千克(kg)、立方米(m3)等，视不同能源统计量纲确定；

$E\_{1,j}EF\_{i} $——制造阶段第j种能源生产的第i种温室气体排放因子，单位与能源的单位相匹配；

$F\_{1,j}EF\_{i}$ ——制造阶段第j种能源燃烧的第i种温室气体排放因子，单位与能源的单位相匹配；

$S\_{1,i}$——制造阶段每功能单位除能源燃烧之外的第i种温室气体的直接排放，单位为千克（kg）；

$W\_{1,j}$——制造阶段每功能单位第j种废弃物的排放量，单位为千克（kg）；

$W\_{1,j}EF\_{i}$——制造阶段第j种废弃物处置产生的第i种温室气体排放因子，单位为千克每千克（kg/ kg）。

$M\_{1,k}$——制造阶段每功能单位与第k种运输方式的运输质量，单位视物料的种类而定；

$D\_{1,k}$——制造阶段每功能单位第k种运输方式的运输距离，单位为千米（km）；

$T\_{1,k}$——第k种运输方式或车辆类型的温室气体排放因子，单位为千克二氧化碳当量/千克千米（kgCO2e/kg·km）；

*GWPi*——第i类温室气体的GWP值，采用IPCC给出的100年GWP值，见表B.1。

* + - 1. 分销阶段温室气体排放

锂离子电池产品分销阶段温室气体排放按照公式（5）计算：

 $E\_{运输}=∑（M\_{2}×D\_{k}×T\_{i,k}×GWP\_{i}）$ （）

式中：

E分销——分销阶段温室气体排放量，单位为千克二氧化碳当量（kgCO2e）；

*M2*——锂离子电池产品重量，单位为千克(kg)等（kg）；

*Dk*——第k种运输方式的距离，单位为千米（km）；

*Tk*——第k种运输方式或车辆类型的温室气体排放因子，单位为千克二氧化碳当量/千克千米（kgCO2e/kg·km）；

*GWPi*——第i类温室气体的GWP值，采用IPCC给出的100年GWP值，见表B.1；

k——货物运输方式，包括空运、船运及陆路运输。

* + - 1. 使用阶段温室气体排放

锂离子电池产品使用阶段温室气体排放按照公式（6）计算：

 $E\_{使用}=c×EF\_{电力}×GWP\_{i}$ （）

式中：

$E\_{使用}$——使用阶段温室气体排放量，单位为千克二氧化碳当量（kgCO2e）；

*c*——锂离子电池产品提供的总能量，单位为千瓦时（kW·h）等，计算公式见式（1）。

$EF\_{电力}$——电力排放因子，单位为千克二氧化碳/千瓦时（kgCO2/KW·h）；

*GWPi*——第i类温室气体的GWP值，采用IPCC给出的100年GWP值，见表B.1。

* + - 1. 生命末期阶段温室气体排放

锂离子电池产品生命末期阶段温室气体排放按照公式（7）计算：

$E\_{生命末期}=∑\_{i,j}\left[E\_{3,j}×\left（E\_{3,j}EF\_{i}+F\_{3,j}EF\_{i}\right）×GWP\_{i}\right]+\sum\_{}^{}\_{k,j}\left（M\_{3}×D\_{3,k}×T\_{3,k}×GWP\_{i}\right）+∑\_{k,j}（M\_{3}×C\_{3}EF\_{i}×GWP\_{i}）$ ()

式中：

$E\_{生命末期}$——生命末期阶段温室气体排放量，单位为千克二氧化碳当量（kgCO2e）；

*E3,j*——生命末期阶段每功能单位第j种能源的消耗量，单位为千克(kg)、立方米(m3)等，视不同能源统计量纲确定；

$E\_{3,j}EF\_{i} $——生命末期阶段第j种能源生产的第i种温室气体排放因子，单位与能源的单位相匹配；

$F\_{3,j}EF\_{i}$ ——生命末期阶段第j种能源燃烧的第i种温室气体排放因子，单位与能源的单位相匹配；

*M3*——生命末期阶段最终处置量(焚烧、填埋等)，单位为千克(kg)等;（kg）；

$D\_{3,k}$——生命末期阶段第k种运输方式的运输距离，单位为千米（km）；

$T\_{3,k}$——第k种运输方式或车辆类型的温室气体排放因子，单位为千克二氧化碳当量/千克千米（kgCO2e/kg·km）；

$C\_{3}EF\_{i}$——生命末期阶段需要进行最终处置(焚烧、填埋等)的第i种温室气体排放因子，单位为千克每千克(kg/kg)。

*GWPi*——第i类温室气体的GWP值，采用IPCC给出的100年GWP值，见表B.1。

* + 1. 结果解释

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：

1. 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；
2. 显著环节可包括生命周期阶段、单元过程或流。
3. 完整性、一致性和敏感性分析的评估；
4. 结论、局限性和建议的编制。

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：

1. 说明产品碳足迹和各生命周期阶段的碳足迹；
2. 分析不确定性,包括取舍准则的应用或范围；
3. 详细记录选定的分配程序；
4. 说明产品碳足迹研究的局限性。

结果解释宜包括以下内容：

1. 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；
2. 评估替代使用情景对最终结果的影响评价;
3. 评估不同生命末期阶段情景对最终结果的影响评价；
4. 评估建议对结果的影响；
5. 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)。
6. 更多信息见GB/T 24044-2008的4.5和GB/T 24044-2008的附录B。
	1. 产品碳足迹报告

应将以下信息（包括但不限于）纳入锂离子电池产品碳足迹研究报告（参考格式见附录C）。

1. 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)。
2. 目的：
	1. 开展研究的目的；
	2. 预期用途。
3. 范围：
	1. 产品说明，包括功能和技术参数；
	2. 功能单位或声明单位以及基准流;
	3. 系统边界；
	4. 取舍准则；
	5. 生命周期各阶段的描述。
4. 清单分析：
	1. 数据收集信息，包括数据来源;
	2. 分配原则与程序；
	3. 清单结果及计算；
	4. 数据质量评价（可选项）。
5. 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(可选项)。
6. 结果解释:
	1. 结论；
	2. 假设和局限性说明（可选项）；
	3. 改进建议；
7. 研究中使用的产品种类规则或其他补充要求的参考资料。
8. 绩效追踪说明(见GB/T 24067中6.4.7)(如适用)。
9. 产品碳足迹比较,与GB/T 24067附录B的符合性(如适用)。
	1. 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，具有同样功能的产品之间可进行比较。

1.
2. （资料性）
锂离子电池产品碳足迹量化数据收集表
	1. 产品基本信息
	2. 产品基本信息表

| 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 |  |
| 单个电池产品净重 |  |
| 电池数量/单个电池重量 |  |
| 产品制造工艺a |  |
| 电池组技术参数b |  |
| 生产地点c |  |
| 销售及使用区域c |  |
| 产品交付的主要运输方式c |  |
| 产品寿命和使用年限d |  |
| 数据统计周期 |  |
| 1. 绘制工艺流程示意图，确定企业所涵盖生产环节，并对重点工艺进行描述。
2. 需收集电池组系统的额定能量、循环次数等技术参数，并提供相关佐证材料。
3. 若存在多个生产和销售使用地点，应提供各地产量或销量比例，并分别说明运输方式。
4. 若进行整个生命周期阶段的产品碳足迹评价，应对产品寿命和使用年限进行估计，并提供相关假设依据说明。
 |

* 1. 碳足迹评价现场数据清单
	2. 电池（由电池生产企业提供）

| 材料/组件/能源资源 | 用量a | 单位b | 获取方式c | 备注d |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 自产/外购 | 距离估算/来源地 | 运输方式 |
| **材料需求** |
| **负极** |  |  |  |  |  |  |
| 铜箔 |  |  |  |  |  |  |
| 石墨粉 |  |  |  |  |  |  |
| 粘结剂 |  |  |  |  |  |  |
| 溶剂 |  |  |  |  |  | **S** |
| 其他负极材料 |  |  |  |  |  | **S** |
| **正极** |  |  |  |  |  |  |
| 铝箔 |  |  |  |  |  |  |
| 炭黑 |  |  |  |  |  |  |
| 粘结剂 |  |  |  |  |  | **S** |
| 正极活性材料e |  |  |  |  |  | **S** |
| 其他正极材料 |  |  |  |  |  |  |
| **电解液** |  |  |  |  |  |  |
| 六氟磷酸锂 |  |  |  |  |  |  |
| 碳酸盐溶剂 |  |  |  |  |  | **S** |
| **隔膜** |  |  |  |  |  |  |
| 聚丙烯薄膜（PP） |  |  |  |  |  |  |
| 聚乙烯膜（PE） |  |  |  |  |  |  |
| **电池外壳** |  |  |  |  |  |  |
| 铝板 |  |  |  |  |  |  |
| 钢板 |  |  |  |  |  |  |
| 铜 |  |  |  |  |  |  |
| 尼龙 |  |  |  |  |  |  |
| 其他聚合物材料 |  |  |  |  |  |  |
| 其他金属材料 |  |  |  |  |  |  |
| **电池生产f** |
| **电力** |  |  |  |  |  | （电力来源、绿电情况等） |
| 电极生产 |  |  |  |  |  |  |
| 电池组装 |  |  |  |  |  |  |
| 电池化成与检验 |  |  |  |  |  |  |
| **天然气** |  |  |  |  |  |  |
| **蒸汽** |  |  |  |  |  |  |
| **其他燃料** |  |  |  |  |  |  |
| **水** |  |  |  |  |  | （类型和来源） |
| **生产辅助材料** |  |  |  |  |  | （用途说明） |
| 辅助材料1 |  |  |  |  |  |  |
| 辅助材料2 |  |  |  |  |  |  |
| **废水处理** |  |  |  |  |  | （来源和处置）g |
| **固废处理** |  |  |  |  |  | （来源和处置）g |
| **废气处理** |  |  |  |  |  | （来源和处置）g |
| a应填报实际用量：对于材料，可基于理论用量并结合生产过程平均废料率进行估算；对于组件/半成品等，填报实际重量；对于电力和水消耗，可结合电表记录、水表记录、产量等信息进行估算。应记录假设依据和计算过程，并准备必要的佐证材料。b基于每个电池统计，即，单位为kg/单个电池，kW·h/单个电池等。c若信息可获得，外购材料需填写距离（或来源地和目的地）及运输方式（非必须）。d必要时，应备注材料的型号、回收材料占比、加工方式等信息；对于没有明确均质材料的数据收集条目（即标注“**S**”的项目），应提供额外的补充材料，提供主要组成材料、配比、化学式等信息。e应对锂离子电池的正极活性材料的材料类型进行明确说明，如，镍钴铝、镍钴锰、磷酸铁锂等；也可附上具体材料配比、制备工艺及能耗等信息（非必须）。f应对电池生产过程中涉及到的电力和水的基本情况进行备注说明；尽可能区分生产环节（如分为电极生产、电池组装以及电池化成与检验）进行电耗数据统计（非必须）。g应对三废的相关信息进行补充说明，主要包括数据来源（如：在线监测或定期环境检测报告）以及处置方式（如市政集中处置、企业回用等）。 |

* 1. 电池组（由电池组生产企业提供）

| 材料/组件/能源资源 | 用量 | 单位a | 获取方式 | 备注 |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 自产/外购 | 距离估算/来源地 | 运输方式 |
| **电池管理系统（BMS）的制造** |
| **BMS**b |  |  |  |  |  | （总重、技术参数等） |
| 集成电路（IC） |  |  |  |  |  |  |
| 印刷电路板（PWB） |  |  |  |  |  |  |
| 其他电子元件 |  |  |  |  |  |  |
| 钢板 |  |  |  |  |  | **S** |
| 铝板/铝锭 |  |  |  |  |  | **S** |
| 铜 |  |  |  |  |  |  |
| 其他金属材料 |  |  |  |  |  |  |
| 聚苯硫醚（PPS） |  |  |  |  |  |  |
| 聚丙烯薄膜（PP） |  |  |  |  |  | **S** |
| 聚乙烯膜（PE） |  |  |  |  |  | **S** |
| 合成橡胶 |  |  |  |  |  |  |
| 尼龙 |  |  |  |  |  |  |
| 其他聚合物材料 |  |  |  |  |  |  |
| 其他材料 |  |  |  |  |  | **S** |
| **电力** |  |  |  | （电力来源、绿电情况等） |
| 电极生产 |  |  |  |  |  |  |
| 电池组装 |  |  |  |  |  |  |
| 电池化成与检验 |  |  |  |  |  |  |
| **天然气** |  |  |  |  |  |  |
| **蒸汽** |  |  |  |  |  |  |
| **其他燃料** |  |  |  |  |  |  |
| **水** |  |  |  |  |  | （类型和来源） |
| **生产辅助材料** |  |  |  |  |  | （用途说明） |
| 辅助材料1 |  |  |  |  |  |  |
| 辅助材料2 |  |  |  |  |  |  |
| **废水处理** |  |  |  |  |  | （来源和处置） |
| **固废处理** |  |  |  |  |  | （来源和处置） |
| **冷却系统的制造** |
| 冷却系统b |  |  |  |  |  |  |
| 钢铁 |  |  |  |  |  |  |
| 铝 |  |  |  |  |  |  |
| 聚氯乙烯（PVC） |  |  |  |  |  |  |
| 合成橡胶 |  |  |  |  |  |  |
| 乙二醇 |  |  |  |  |  |  |
| ABS塑料 |  |  |  |  |  |  |
| 其他材料 |  |  |  |  |  |  |
| **电力** |  |  |  | （电力来源、绿电情况等） |
| 电极生产 |  |  |  |  |  |  |
| 电池组装 |  |  |  |  |  |  |
| 电池化成与检验 |  |  |  |  |  |  |
| **天然气** |  |  |  |  |  |  |
| **蒸汽** |  |  |  |  |  |  |
| **其他燃料** |  |  |  |  |  |  |
| **水** |  |  |  |  |  | （类型和来源） |
| **生产辅助材料** |  |  |  |  |  | （用途说明） |
| 辅助材料1 |  |  |  |  |  |  |
| 辅助材料2 |  |  |  |  |  |  |
| **废水处理** |  |  |  |  |  | （来源和处置） |
| **固废处理** |  |  |  |  |  | （来源和处置） |
| **废气处理** |  |  |  |  |  | （来源和处置） |
| **电池组组装** |
| 电池组组装部件 |  |  |  |  |  |  |
| 聚苯硫醚（PPS） |  |  |  |  |  |  |
| 聚丙烯薄膜（PP） |  |  |  |  |  |  |
| 聚乙烯膜（PE） |  |  |  |  |  |  |
| 聚对苯二甲酸乙二醇酯（PET） |  |  |  |  |  |  |
| 其他聚合物材料 |  |  |  |  |  |  |
| 钢板 |  |  |  |  |  |  |
| 铝板 |  |  |  |  |  |  |
| 铜 |  |  |  |  |  |  |
| 其他金属材料 |  |  |  |  |  |  |
| **电力** |  |  |  | （电力来源、绿电情况等） |
| 电极生产 |  |  |  |  |  |  |
| 电池组装 |  |  |  |  |  |  |
| 电池化成与检验 |  |  |  |  |  |  |
| **天然气** |  |  |  |  |  |  |
| **蒸汽** |  |  |  |  |  |  |
| **其他燃料** |  |  |  |  |  |  |
| **水** |  |  |  |  |  | （类型和来源） |
| **生产辅助材料** |  |  |  |  |  | （用途说明） |
| 辅助材料1 |  |  |  |  |  |  |
| 辅助材料2 |  |  |  |  |  |  |
| **废水处理** |  |  |  |  |  | （来源和处置） |
| **固废处理** |  |  |  |  |  | （来源和处置） |
| **废气处理** |  |  |  |  |  | （来源和处置） |
| a基于每个电池组统计，即，单位为kg/单个电池组，kW·h/单个电池组等。b电池组制造过程的材料/组件信息可以分为BMS、冷却系统和电池组装部件三类进行汇总，也可继续拆分成更小组件单元对材料信息进行统计，例如，将电池组装部件细分成线束、外壳、结构件等组件，并分别汇总相应材料和生产信息。 |

1. （资料性）
GWP 参考值

部分GHG的GWP参考值见表B.1。

* 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 | CO2 | 1 |
| 甲烷 | CH4 | 27.9 |
| 氧化亚氮 | N2O | 273 |
| 三氟化氮 | NF3 | 17400 |
| 六氟化硫 | SF6 | 25200 |
| 氢氟碳化物（HFCS） |
| HFC-23 | CHF3 | 14600 |
| HFC-32 | CH2F2 | 771 |
| HFC-41 | CH3F | 135 |
| HFC-125 | C2HF5 | 3740 |
| HFC-134 | CHF2CHF2 | 1260 |
| HFC-134a | C2H2F4 | 1530 |
| HFC-143 | CH2FCHF2 | 364 |
| HFC-143a | CH3CF3 | 5810 |
| HFC-152a | C2H4F2 | 164 |
| HFC-227ea | C3HF7 | 3600 |
| HFC-236fa | C3H2F6 | 8690 |
| 全氟碳化物 （PFCs） |
| 全氟甲烷（四氟甲烷） | CF4 | 7380 |
| 全氟乙烷（六氟乙烷） | C2F6 | 12400 |
| 全氟丙烷 | C3F8 | 9290 |
| 全氟丁烷 | C4F10 | 10000 |
| 全氟环丁烷 | C4F8 | 10200 |
| 全氟戊烷 | C5F12 | 9220 |
| 全氟已烷 | C6F14 | 8620 |
| 1. 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》。
 |

1. （资料性）
锂离子电池产品碳足迹报告（模板）

锂离子电池产品碳足迹报告模板如下。

**锂离子电池产品碳足迹报告（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、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 □制造阶段 □分销阶段 □使用阶段 □生命末期阶段

系统边界图：

图1　锂离子电池产品系统边界示意图

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、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　锂离子电池产品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kg/功能单位或声明单位 |
| --- | --- | --- | --- |
| 原材料获取 |  |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |
| 制造 |  |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |
| 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）生命周期碳足迹为 kgCO2e。各生命周期阶段的温室气体排放情况如表2和图2所示。

表2　锂离子电池产品生命周期各阶段碳排放情况

| 生命周期阶段 | 碳足迹（kgCO2e/功能单位） | 百分比/% |
| --- | --- | --- |
| 原材料获取 |  |  |
| 制造 |  |  |
| 运输 |  |  |
| 使用 |  |  |
| 生命末期 |  |  |
| 总计 |  |  |

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。

图2　锂离子电池产品各生命周期阶段碳排放分布图

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。

3、改进建议