



团 体 标 准

T/CQAE 12002—2024

温室气体 产品碳足迹量化方法与要求 锂离子电池

Greenhouse gases—Quantification methods and requirements for carbon
footprint of product—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)

2024-11-27 发布

2024-12-27 实施

中国电子质量管理协会 发布

目 次

前 言..... III

1 范围..... 1

2 规范性引用文件..... 1

3 术语、定义和缩略语..... 1

4 量化目的..... 4

5 量化范围..... 4

6 清单分析..... 6

7 影响评价..... 7

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）锂离子电池产品碳足迹量化数据收集表..... 11

附录 B（资料性）GWP 参考值..... 15

附录 C（资料性）产品碳足迹报告（模板）..... 16

附录 D（规范性）数据质量等级..... 20

参考文献..... 21

CQAE

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。

本文件由中国电子技术标准化研究院提出。

本文件由中国电子质量管理协会归口。

本文件起草单位：中国电子技术标准化研究院、北京赛西认证有限责任公司、深圳赛西信息技术有限公司、华为数字能源技术有限公司、宁德时代新能源科技股份有限公司、厦门海辰储能科技股份有限公司、宁德新能源科技有限公司、中创新航科技集团股份有限公司、北京工业大学、合肥国轩高科动力能源有限公司、珠海冠宇电池股份有限公司、欣旺达电子股份有限公司、通标标准技术服务有限公司、深圳普瑞赛思检测科技股份有限公司、清华大学、昆明理工大学、上海派能能源科技股份有限公司、湖南德赛电池有限公司、惠州锂威新能源科技有限公司、深圳市比亚迪锂电池有限公司、北京卫蓝新能源科技股份有限公司、中国质量认证中心、中国石油和化学工业联合会、上海化工院检测有限公司、蜂巢能源科技股份有限公司、天津中电新能源研究院有限公司。

本文件主要起草人：孟一鸣、徐思文雨、何鹏林、王晓冬、杨睿、赵立华、杨宇涛、杜世伟、雷雪晶、陈朝阳、潘学兴、梁锐、易梓琪、赵冰清、郑翔、陈敏、李正浩、叶常青、吴梅、马利超、孙博学、蔡晓萍、廖丹、马金苹、田金平、王建军、罗吉、孔祥鹏、刘广玲、张叔亚、罗锐、林菁、许铤、张文、张宁、张莹莹、田智宏、刘梦涵、范儒、陈小燕、朱丽娜。

CQAE

温室气体 产品碳足迹量化方法与要求 锂离子电池

1 范围

本文件规定了锂离子电池和电池组（以下简称为电池和电池组）产品碳足迹量化的方法与要求，包括量化目的、量化范围、清单分析、影响评价、结果解释、碳足迹报告、碳足迹声明等。

本文件适用于消费型、小动力型、储能型锂离子电池和电池组，属于本文件范围内的应用示例如下：

- a) 消费型：手机、平板电脑、笔记本电脑、可穿戴设备等；
- b) 小动力型：电动自行车、电动平衡车、电动滑板车等，其电池组额定能量通常不超过5 kWh；
- c) 储能型：家庭储能、工商业储能、电力储能等。

与上述示例类似用途的锂离子电池和电池组可参考使用本文件。

本文件不适用于电动汽车用动力锂离子电池和电池组。

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 24025 环境标志和声明 III型环境声明 原则和程序

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—2024 温室气体 产品碳足迹 量化要求和指南

ISO 14026:2017 环境标志和声明 足迹信息交流的原则、要求和指南（Environmental labels and declarations - Principles, requirements and guidelines for communication of footprint information）

3 术语、定义和缩略语

GB/T 24040—2008、GB/T 24044—2008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

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。

注 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。

注 2：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]

3.2

锂离子电池 lithium ion cell

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

注：该装置包括电极、隔膜、电解质、容器和端子等。

[来源：GB 31241—2022，3.1]

3.3

模块 module

多个电池串联或并联在一起的配置，可能有也可能没有保护装置[如熔断器或正温度系数热敏电阻和监控电路]。

[来源：IEC 62619：2017，3.9]

3.4

电池组系统 battery system

由一个或多个电池，模块或电池组组成的系统。

注1：它有电池组管理系统，如果发生过充、过流、过放或过热，电池管理系统会动作。

注2：如果电池制造商和用户达成协议，过放切断并不是强制性的。

注3：它可以包含冷却或加热装置，有的甚至包含了充放电模块和逆变模块。

注4：在本文件中电池组系统的要求等同于电池组。

[来源：GB 40165—2021，3.6]

3.5

锂离子电池组 lithium ion battery

包含有保护电路的由任意数量的锂离子电池组合而成准备使用的组合体。

注1：保护电路可能是独立的，也可能在充电器或电子产品(含其配件)中。

注2：锂离子电池组还可能含有封装材料、连接器、保护器件等部件或材料。

[来源：GB 31241—2022，3.2]

3.6

电池管理系统 battery management system

BMS

与电池组相连的，在过充、过流、过放以及过热下能够切断电路的电子系统，用来监控和（或）管理电池组的状态，计算二次数据、报告数据和（或）控制环境以影响电池组的安全、性能和（或）使用寿命。BMS的功能可能分配给电池组或使用电池组的设备。

注1：如果电池制造商与用户达成协议，过放切断并不是强制性的。

注2：BMS的功能可在电池组上，也可在使用电池组的设备上。

注3：BMS可以被分开，有可能一部分在电池组内，一部分位于应用端，见图1。

注4：有时BMS也被称为BMU（电池管理单元，battery management unit）。

[来源：IEC 62619：2017，3.12]

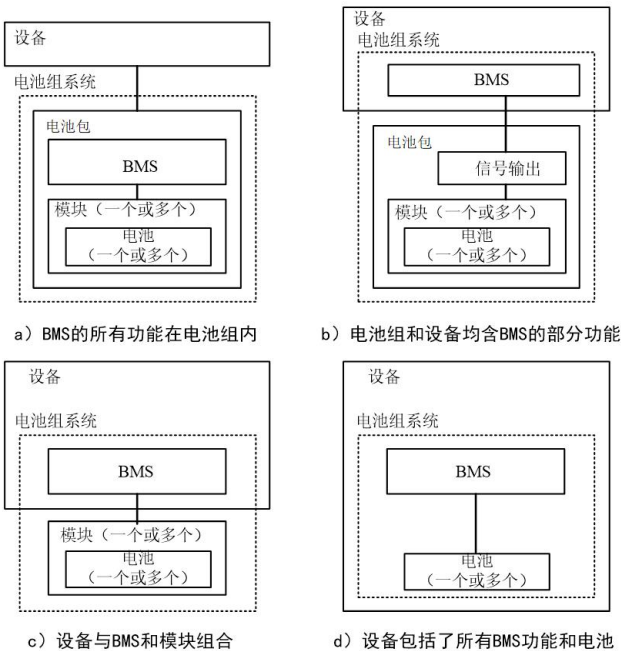


图 1 BMS 位置举例和电池组系统的组成

3.7

额定能量 nominal energy

由制造商标明的在规定条件下确定的电池或电池组的能量值。

注：通过标称电压乘以额定容量计算得出，可向上取整，单位为瓦特小时（Wh）或毫瓦特小时（mWh）。

[来源：GB 31241—2022，3.9]

3.8

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地球表面、大气层和云层所产生的、波长在红外光谱内辐射的气态成分。

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）和三氟化氮（NF₃）。

[来源：GB/T 24067—2024，3.2.1]

3.9

功能单位 functional unit

用来量化产品系统功能的基准单位。

[来源：GB/T 24040—2008，3.20]

3.10

声明单位 declared unit

用来量化产品部分碳足迹的基准单位。

示例：质量（1公斤粗钢）、体积（1升原油）。

[来源：GB/T 24067—2024，3.3.8]

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 24067—2024，3.3.4]

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

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。

3.16 缩略语

下列缩略语适用于本文件。

GHG：温室气体（Greenhouse Gas）

CO₂e：二氧化碳当量（CO₂ equivalent）

GWP：全球变暖潜势（Global Warming Potential）

IPCC：政府间气候变化专门委员会（The Intergovernmental Panel on Climate Change）

DQR：数据质量等级（Data Quality Rating）

CFP：产品碳足迹（Carbon Footprint of a Product）

BMS：电池管理系统（Battery Management System）

4 量化目的

开展锂离子电池和电池组产品碳足迹研究的总体目的是结合取舍准则（见6.3），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）。

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：

- 应用意图；
- 开展该项研究的理由；
- 目标受众（即研究结果的接收者）；
- 根据ISO 14026:2017的预期信息交流（如有）。

5 量化范围

5.1 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。

锂离子电池和电池组可提供以下两种不同的服务：

- a) 重复能量供应：对锂离子电池和电池组进行重复充电放电循环，以为设备提供能量；
- b) 按需能量供应：使锂离子电池和电池组长期保持充电状态，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和电池组，其功能单位为在整个使用寿命内提供的总能量的1 kWh；对于按需能量供应的锂离子电池和电池组，其功能单位为在整个使用寿命内提供的备用能量的1 kWmin，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和电池组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。

5.2 系统边界

5.2.1 概述

锂离子电池和电池组系统边界的选择应与产品碳足迹研究的目标相一致，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：

- a) 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；

5.2.4 分销阶段

分销阶段从最终产品离开工厂开始到最终用户得到产品结束。运输阶段主要包括工厂、仓库和销售地点间的各类运输，包括陆运、空运、水运或其它运输。

5.2.5 使用阶段

使用阶段从产品正常投入使用开始，到产品服役结束。

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。

5.2.6 生命末期阶段

生命末期阶段从产品报废开始，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和电池组），不包括与回收再生相关的自报废电池和电池组收集运输起的下游各工序。

生命末期阶段包括废弃产品的运输及废弃产品的最终处置，包括焚烧、填埋等。

注1：根据本文件界定的系统边界，与再生材料相关的收集运输与回收过程已包含于原材料获取阶段，因此应注意生命末期阶段不包含废弃产品/材料下游回收的任何环境影响，涉及回收的前后生命周期的截断点设置于产品报废时。

注2：一般来说，在产品离开制造工厂阶段进行碳足迹核算时，原材料部分使用再生材料的回收水平与该阶段可评估的电池和电池组生命末期的回收能力相当，因此可采用截断法，回收阶段无需重复计算。

注3：截断法是指对产品进行生命周期评价时，只考虑新产品中再生材料使用带来的环境影响和环境效益，不考虑上游提供可回收材料生命周期与回收过程相关的环境影响和环境效益。

注4：对于较长使用寿命的电池和电池组产品而言，其报废后是否被回收而进入另一产品的生命周期抑或被回收而直接进入最终处置，具体路径和相对比例通常难以被准确预估，可就后续的报废和回收相关的废弃收集率、废弃运输量、最终处置量等等进行合理假设，同时在报告中明确说明假设内容。

注5：就电池和电池组的组成和回收处理技术而言，在其寿命时间内预计无大幅改变。

6 清单分析

6.1 数据收集和确认

6.1.1 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。

6.1.2 数据质量评估

应依据GB/T 24067的6.3.6进行数据质量评估。

6.1.3 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：

- 正极活性材料的生产、负极活性材料的生产以及金属材料的生产；
- 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。

注：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说明。

以下过程（含再生材料及原生材料）可收集次级数据：

- 电解质的生产（包括电解质盐的混合）、电池外壳和热调节系统等零部件的生产；
- 基础原材料提取、成型、精炼、生产等过程；
- 包装材料生产相关的过程；
- 能源的开采生产、输送相关的过程；

注：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。

6.1.4 制造阶段

以下过程应收集初级数据：

- 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；

- b) 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；
- c) 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；
- d) 中间产品和最终产品制造阶段的内部转运运输。

注：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。

6.1.5 分销阶段

以下项目应收集初级数据：

- a) 每种运输方式的产品运输的数量和重量；
- b) 每种运输方式的公里数。

注：与运输相关的温室气体排放因子可收集次级数据。

6.1.6 使用阶段

以下项目可收集次级数据或使用典型应用场景下的工况数据：

- a) 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；
- b) 辅助设备能耗、环境温度等。

注：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。

6.1.7 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：

- a) 废弃产品最终处置相关运输过程；
- b) 废弃产品的最终处置过程（焚烧、填埋等）。

注：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。

6.2 数据分配

6.2.1 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。

6.2.2 分配程序

应依据 GB/T 24067 的 6.4.6.2 进行分配。

6.3 取舍准则

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：

- a) 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。
- b) 电池和电池组各生命周期阶段生产设备的制造，可以舍去；
- c) 与电池和电池组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；
- d) 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；
- e) 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；
- f) 舍去部分应有书面记录并说明舍去原因。

6.4 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。

6.5 电力

应按GB/T 24067的6.4.9.4开展电力建模。

注：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该区域的比例获得混合电力碳足迹因子。

7 影响评价

7.1 产品碳足迹核算

7.1.1 碳足迹总量

电池和电池组碳足迹总量应按式(1)进行计算, 计算结果圆整(四舍五入)至小数点后两位:

$$CFP = (CFP_A + CFP_B + CFP_C + CFP_D + CFP_E) / c \cdots \cdots (1)$$

式中,

CFP ——电池和电池组每功能单位的碳足迹, 单位为千克二氧化碳当量每千瓦时($\text{kgCO}_2\text{e/kWh}$)等;

CFP_A ——电池和电池组原材料获取阶段的碳排放, 单位为千克二氧化碳当量(kgCO_2e), 计算公式见式(2);

CFP_B ——电池和电池组制造阶段的碳排放, 单位为千克二氧化碳当量(kgCO_2e), 计算公式见式(3);

CFP_C ——电池和电池组分销阶段的碳排放, 单位为千克二氧化碳当量(kgCO_2e), 计算公式见式(4);

c ——电池和电池组提供的总能量, 单位为千瓦时(kWh), 计算公式见式(5);

CFP_D ——电池和电池组使用阶段的碳排放, 单位为千克二氧化碳当量(kgCO_2e), 计算公式见式(6);

CFP_E ——电池和电池组生命末期阶段的碳排放, 单位为千克二氧化碳当量(kgCO_2e), 计算公式见式(7)。

7.1.2 原材料获取阶段

原材料获取阶段相关的碳排放按照公式(2)计算, 计算结果圆整(四舍五入)至小数点后两位:

$$CFP_A = \sum_{i,j} (M_{1,j} \times M_{1,j}EF_i \times GWP_i) + \sum_{i,j} [E_{1,j} \times (E_{1,j}EF_i + F_{1,j}EF_i) \times GWP_i] + \sum_i (S_{1,i} \times GWP_i) + \sum_{i,j} (W_{1,j} \times W_{1,j}EF_i \times GWP_i) + \sum_{i,j,k} (C_{1,j} \times D_{1,j,k} \times TEF_{i,k} \times GWP_i) \cdots \cdots (2)$$

式中,

$M_{1,j}$ ——原材料获取阶段第 j 种原材料的消耗量, 单位为千克(kg)、立方米(m^3)等, 视不同原材料统计量纲确定;

$M_{1,j}EF_i$ ——原材料获取阶段第 j 种原材料生产的第 i 种温室气体排放因子, 单位与原材料的单位相匹配;

$E_{1,j}$ ——原材料获取阶段第 j 种能源的消耗量, 单位为千克(kg)、立方米(m^3)等, 视不同能源统计量纲确定;

$E_{1,j}EF_i$ ——原材料获取阶段第 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;

$F_{1,j}EF_i$ ——原材料获取阶段第 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;

$S_{1,i}$ ——原材料获取阶段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)等;

$W_{1,j}$ ——原材料获取阶段第 j 种废弃物的排放量, 单位为千克(kg)等;

$W_{1,j}EF_i$ ——原材料获取阶段第 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)。

$C_{1,j}$ ——原材料获取阶段第 j 种物料或能源的消耗量, 单位视物料或能源的种类而定;

$D_{1,j,k}$ ——原材料获取阶段第 j 种原料或能源的第 k 种运输方式的运输距离, 单位为千米(km)等;

$TEF_{i,k}$ ——第 k 种运输方式的第 i 种温室气体排放因子, 单位为千克每吨千米($\text{kg/t}\cdot\text{km}$);

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

7.1.3 制造阶段

制造阶段碳排放应按式(3)进行计算, 计算结果圆整(四舍五入)至小数点后两位:

$$CFP_B = \sum_{i,j} [E_{2,j} \times (E_{2,j}EF_i + F_{2,j}EF_i) \times GWP_i] + \sum_i (S_{2,i} \times GWP_i) + \sum_{i,j} (W_{2,j} \times W_{2,j}EF_i \times GWP_i) + \sum_{i,j,k} (C_{2,k} \times D_{2,k} \times TEF_{i,k} \times GWP_i) \cdots \cdots (3)$$

式中,

$E_{2,j}$ ——制造阶段第 j 种能源的消耗量, 单位为千克(kg)、立方米(m^3)等, 视不同能源统计量纲确定;

$E_{2,j}EF_i$ ——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;

$F_{2,j}EF_i$ ——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;

$S_{2,i}$ ——制造阶段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) 等;
 $W_{2,j}$ ——制造阶段第 j 种废弃物的排放量, 单位为千克 (kg) 等;
 $W_{2,j}EF_i$ ——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)。
 $C_{2,k}$ ——制造阶段与第 k 种运输方式的运输质量, 单位视物料的种类而定;
 $D_{2,k}$ ——制造阶段第 k 种运输方式的运输距离, 单位为千米 (km) 等。

7.1.4 分销阶段

分销阶段碳排放量应按式 (4) 进行计算, 计算结果圆整 (四舍五入) 至小数点后两位:

$$CFP_C = \sum_{i,k} (M_3 \times D_k \times TEF_{i,k} \times GWP_i) \dots\dots\dots (4)$$

式中,

M_3 ——电池或电池组产品重量, 单位为千克 (kg) 等;
 D_k ——分销阶段第 k 种运输方式的运输距离, 单位为千米 (km) 等。

7.1.5 使用阶段

使用阶段碳排放量应按式 (5) 和 (6) 进行计算, 计算结果圆整 (四舍五入) 至小数点后两位:

$$C = R_{energy} \times \eta_{count} \times K_{SOH} \times K \times K_{Attenuation} \times T - M_{Auxiliary} \dots\dots\dots (5)$$

$$CFP_D = \{ (R_{energy} / (K \times K_{Attenuation})) \} \times \eta_{count} \times K_{SOH} \times (1 - K \times K_{Attenuation}) \times T \times C_4 EF_i \times GWP_i + M_{Auxiliary} \times C_4 EF_i \times GWP_i \dots\dots\dots (6)$$

式中,

R_{energy} ——电池和电池组提供的额定能量, 单位为千瓦时 (kWh) 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, 直至生命终止, 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%;
 $C_4 EF_i$ ——使用阶段第 i 种温室气体排放因子, 单位为千瓦时每千瓦时 (kWh/kWh);
 $M_{Auxiliary}$ ——为保证电池组按预期目标运行, 产品的相关辅助设备如空调、风扇等的能源消耗, 单位为千瓦时 (kWh) 等;
 T ——时间, 单位为年。

注: 以上公式参数可参考产品规格进行计算。

7.1.6 生命末期阶段

生命末期阶段碳排放量应按式 (7) 进行计算, 计算结果圆整 (四舍五入) 至小数点后两位:

$$CFP_E = \sum_{i,j} [E_{5,j} \times (E_{5,j} EF_i + F_{5,j} EF_i) \times GWP_i] + \sum_{i,k} (M_5 \times D_{5,k} \times TEF_{i,k} \times GWP_i) + \sum_{i,j} (M_5 \times C_5 EF_i \times GWP_i) \dots\dots\dots (7)$$

式中,

$E_{5,j}$ ——生命末期阶段第 j 种能源的消耗量, 单位视能源种类而定;
 $E_{5,j} EF_i$ ——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, 单位视不同能源种类确定;
 $F_{5,j} EF_i$ ——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, 单位视不同能源种类确定;
 $D_{5,k}$ ——生命末期阶段第 k 种运输方式的运输距离, 单位为千米 (km) 等;
 M_5 ——生命末期阶段最终处置量 (焚烧、填埋等), 单位为千克 (kg) 等;
 $C_5 EF_i$ ——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)。

7.2 影响评价

应依据 GB/T 24067 的 6.5 进行影响评价。

8 结果解释

应依据 GB/T 24067 的 6.6 进行结果解释。

9 产品碳足迹报告

产品碳足迹通报应符合 GB/T 24067 中第 7 章的规定。系列产品可以包含在同一报告中并分别进行碳足迹报告。

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可参考附录C。

附 录 A
(资料性)
锂离子电池产品碳足迹量化数据收集表

A.1 产品基本信息

表 A.1 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	
	产品分销的主要运输方式 ^c	
	产品寿命和使用年限 ^d	
	数据统计周期	
^a 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。 ^b 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。 ^c 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。 ^d 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。		

A.2 碳足迹评价现场数据清单

表 A.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						S
溶剂						S
其他负极材料						
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						

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	
铜						
尼龙						
聚丙烯薄膜（PP）						
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，kWh/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）。

表 A.3 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						
铝板/铝锭						
铜						
其他金属材料						
聚苯硫醚（PPS）						
聚丙烯薄膜（PP）						
聚乙烯膜（PE）						
合成橡胶						
尼龙						
其他聚合物材料						
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）
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						
辅助材料1						（用途说明）

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	
辅助材料2						(用途说明)
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						
辅助材料1						(用途说明)
辅助材料2						(用途说明)
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，kWh/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 and 生产信息。

附 录 B
(资料性)
GWP 参考值

部分 GHG 的 GWP 值见表 B.1。

表 B.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	CO ₂	1
甲烷	CH ₄	27.9
氧化亚氮	N ₂ O	273
三氟化氮	NF ₃	17400
六氟化硫	SF ₆	24300
氢氟碳化物（HFCs）		
HFC-23	CHF ₃	14600
HFC-32	CH ₂ F ₂	771
HFC-41	CH ₃ F	135
HFC-125	CHF ₂ CF ₃	3740
HFC-134	CHF ₂ CHF ₂	1260
HFC-134a	CH ₂ FCF ₃	1530
HFC-143	CH ₂ FCHF ₂	364
HFC-143a	CH ₃ CF ₃	5810
HFC-152a	CH ₃ CHF ₂	164
HFC-227ea	CF ₃ CHFCF ₃	3600
HFC-236ea	CHF ₂ CHFCF ₃	1500
HFC-236fa	CF ₃ CH ₂ CF ₃	8690
全氟碳化物（PFCs）		
全氟甲烷（四氟甲烷）	CF ₄	7380
全氟乙烷（六氟乙烷）	C ₂ F ₆	12400
全氟丙烷	C ₃ F ₈	9290
全氟丁烷	C ₄ F ₁₀	10000
全氟环丁烷	C ₄ F ₈	10200
全氟戊烷	C ₅ F ₁₂	9220
全氟己烷	C ₆ F ₁₄	8620

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 IPCC 第六次评估报告的贡献》。

附 录 C
(资料性)
产品碳足迹报告 (模板)

产品碳足迹报告格式模板如下。

锂离子电池和电池组产品碳足迹报告 (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

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

分配原则：_____；

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 _____ 生命周期碳排放清单说明

生命周期阶段	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			
分销			
使用			
生命末期			
总计			

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 所示。

表 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）	百分比（%）
原材料获取		
制造		
分销		
使用		
生命末期		
总计		

注：

- 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。
- 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



附 录 D
(规范性)
数据质量等级

数据质量等级（DQR）公式计算如下：

$$DQR = \frac{TiR + TeR + GeR + SoR}{4}$$

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。

数据质量等级（DQR）见表 D.1。初级数据应满足数据质量等级（DQR）≤2，其他次级数据应满足数据质量等级（DQR）≤3，其中 TeR 应≤4。

表 D.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≤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≤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≤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>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国家不同的国家	无根据的估算与假设的数据

参 考 文 献

- [1] GB 31241—2022 便携式电子产品用锂离子电池和电池组 安全技术规范
- [2] GB 40165—2021 固定式电子设备用锂离子电池和电池组 安全技术规范
- [3] GB/T 43695—2024 锂离子电池和电池组能源转换效率要求和测量方法
- [4] ISO/TS 14027—2017 Environmental labels and declarations - Development of product category rules
- [5] ISO 14067:2018 Greenhouse gases - Carbon footprint of products - Requirements and guidelines for quantification
- [6] IEC 62619:2017 Secondary cells and batteries containing alkaline or other non-acid electrolytes-Safety requirements for secondary lithium cells and batteries,for use in industrial applications

