

中国轻工业联合会
团体标准
温室气体 产品碳足迹量化方法与要求
电热元件

T/CNLIC 0186—2024

*

中国轻工业出版社出版发行

地址：北京鲁谷东街5号

邮政编码：100040

发行电话：(010)85119832

网址：<http://www.chlip.com.cn>

Email：club@chlip.com.cn

轻工业标准化研究所编辑

地址：北京西城区月坛北小街6号院

邮政编码：100037

电话：(010)68049923

*

版权所有 侵权必究

书号：155019·6918

印数：1—200册 定价：60.00元

团 体 标 准

T/CNLIC 0186—2024

温室气体 产品碳足迹量化方法与要求 电热元件

Greenhouse gases—Quantification requirement and method of product carbon
footprint—Electric heating elements

2024-12-30 发布

2024-12-30 实施

中国轻工业联合会 发布

目 次

前言 II

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

6 清单分析..... 5

7 影响评价..... 8

8 结果解释..... 10

9 产品碳足迹报告 10

10 鉴定性评审 122

11 产品碳足迹声明 132

附录 A（资料性） 电热元件产品碳足迹量化方案示例..... 14

附录 B（资料性） 数据清单收集示例 16

附录 C（资料性） 全球变暖潜势参考值 18

附录 D（资料性） 电力碳足迹因子参考值..... 19

附录 E（资料性） 产品碳足迹报告（模板） 20

参考文献 24

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。

本文件由中国轻工业联合会提出并归口。

本文件起草单位：中国家用电器研究院、常州西玛特电器有限公司、中家院（北京）检测认证有限公司、北京中轻联认证中心有限公司。

本文件主要起草人：熊书瑶、王婵、金彩凤、李惠霞、朱磊、曹焱鑫、闫凌、张艳丽、贾利渊、冯雅萱、马雨彤、李鑫。

温室气体 产品碳足迹量化方法与要求 电热元件

1 范围

本文件规定了电热元件产品碳足迹的量化目的、量化范围、清单分析、影响评价、结果解释、产品碳足迹报告、鉴定性评审和产品碳足迹声明等内容。

本文件适用于家用和类似用途电器所用的电热元件产品的碳足迹量化。其他用途的电热元件产品的碳足迹量化参考使用。

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 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

3 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。

3.1

膜状电热元件 **film heating element**

一种加热体为膜状结构的电加热元件，其基本结构包括4部分：基体、绝缘层、膜状电加热体以及用于接通电源的电极，绝缘层也可以同时作为基体。

注：元件还可以有其他辅助结构。

[来源：GB/T 28204—2011，3.1]

3.2

日用管状电热元件 **daily-use metallic tube electric heating element**

适用于日用电器，以金属管为外壳、合金电热丝为发热体，在两者间充以密实的氧化镁粉或类似绝缘物作为绝缘介质，并通过引出装置与电源连接的一种用于加热的元件。

[来源：JB/T 4088.1—2022，3.1]

3.3

氮化硅电热元件 **silicon nitride ceramic heating element**

以氮化硅陶瓷为基体，用氮化硅陶瓷作绝缘介质、合金电热丝作发热源的电热元件。

[来源：JB/T 10320—2002，3.1]

3.4

红外辐射加热器 **infrared heater**

将输入的能量主要转换成红外辐射能量的加热器。

[来源：GB/T 7287—2008，3.1]

3.5

发热线 heating wire

由绝缘物包覆的线状柔性发热体。

[来源：QB/T 2163—2012，3.1]

3.6

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]

3.7

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（3.9）评价。

[来源：GB/T 24067—2024，3.1.1]

3.8

产品部分碳足迹 partial carbon footprint of a product; partial CFP

在产品系统生命周期（3.9）内的一个或多个选定阶段或过程中的GHG排放量和GHG清除量之和，并以二氧化碳当量表示。

[来源：GB/T 24067—2024，3.1.2]

3.9

生命周期 life cycle

产品相关的连续且相互连接的阶段，包括原材料获取或从自然资源中生成原材料至生命末期处理。

注1：“原材料”的定义见GB/T 24040—2008，3.15。

注2：与产品相关的生命周期阶段包括原材料获取、生产、销售、使用和生命末期处理。

[来源：GB/T 24067—2024，3.4.2]

3.10

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]

3.11

声明单位 declared unit

用来量化产品部分碳足迹（3.8）的基准单位。

示例：质量（1 kg粗钢）、体积（1 L原油）

[来源：GB/T 24067—2024，3.3.8]

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（3.12）。

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的。

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（3.12）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

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做出的规定。

[来源：GB/T 24040—2008，3.18]

3.16

全球变暖潜势 global warming potential; GWP

将单位质量的某种温室气体（3.6）在给定时间段内辐射强迫影响与等量二氧化碳辐射强迫影响相关联的系数。

[来源：GB/T 24067—2024，3.2.4]

4 量化目的

开展电热元件产品碳足迹量化的总体目的是结合取舍准则，通过量化产品生命周期或选定过程的所有显著的GHG排放量和清除量，计算产品对全球变暖的潜在贡献[以二氧化碳当量（CO₂e）表示]。

开展电热元件产品碳足迹量化研究时，应明确说明以下问题：

- 应用意图，如了解电热元件产品碳足迹信息，用于制造商对产品进行低碳设计改进与制造；
- 开展产品碳足迹研究的理由，如提升各相关方对电热元件产品碳足迹数据的管理水平；
- 目标受众，如消费者；
- 预期信息交流（如有），如作为第三方开展温室气体排放相关信息披露的依据。

5 量化范围

5.1 产品描述

开展电热元件产品碳足迹研究时，应对产品功能和技术参数进行描述，描述内容包括但不限于以下内容：

- 结构形式，如管状电热元件，膜状电热元件，氮化硅电热元件，红外辐射加热器，发热线等；
- 额定功率；
- 产品净重和产品毛重。

5.2 声明单位

电热元件产品碳足迹研究应以声明单位作为相关的输入和输出数据的归一化参考基准。根据产品碳足迹研究的目的，声明单位可为1台。

示例：了解某型号电热元件产品的碳足迹信息时，声明单位可为1台某型号的电热元件产品。

5.3 系统边界

5.3.1 系统边界设置

电热元件产品碳足迹量化的系统边界可包括产品生命周期的原材料获取阶段和产品制造阶段（“从摇篮到大门”），如图1所示。

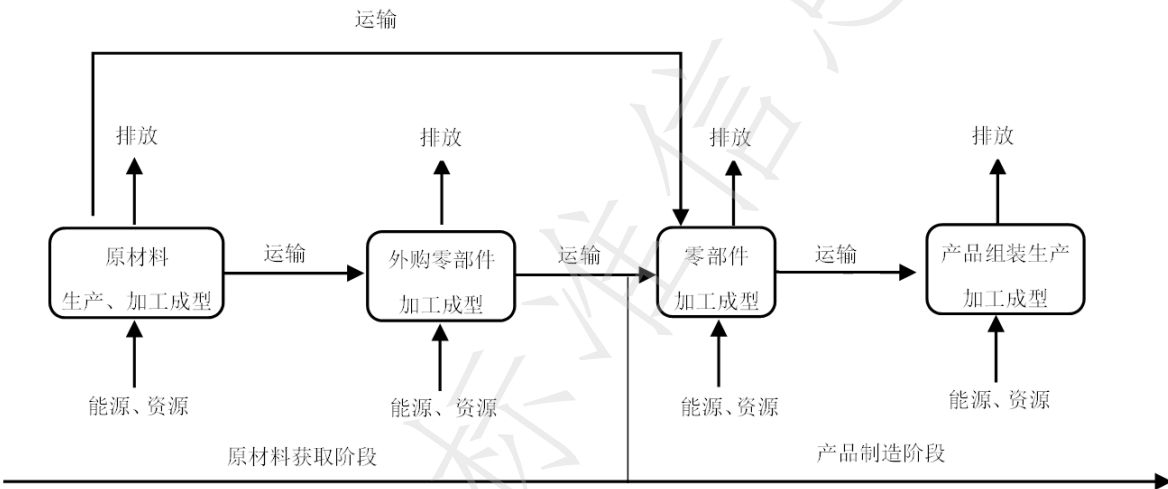


图1 电热元件产品碳足迹量化的系统边界示例

- a) 原材料获取阶段：从获取自然资源开始，在原材料（含辅料、包装材料）、零部件到达电热元件产品制造工厂时结束，主要包括原材料、外购零部件的生产、加工成型和运输等过程。适用时，还包括再生材料。
- b) 产品制造阶段：从原材料、零部件到达电热元件产品制造工厂时开始，到产品离开工厂结束，包括对原材料的加工成型、零部件的成型与制造、产品组装、产品包装及厂界内的运输、仓储等。

电热元件产品碳足迹量化的系统边界也可根据量化目的选择部分生命周期阶段进行产品部分碳足迹量化，附录A中给出了电热元件产品部分碳足迹量化方案示例。

电热元件产品碳足迹量化的系统边界不包括与产品生产过程无直接关联或对单位产品环境影响较小的过程，如工厂的基础照明、采暖、卫生、清洁设施；员工的交通、餐食；行政、管理、研发、实验、市场部门的活动；对设备、机器、厂房的制造安装和维护等。

开展产品部分碳足迹量化时，应详细说明碳足迹量化所包含的阶段范围。当未量化阶段可能存在重大的碳排放转移的风险时，应对这些风险进行说明。

5.3.2 取舍准则

电热元件产品碳足迹研究包括产品系统内的所有单元过程和流。对于某生命周期阶段、过程、输入或输出，当温室气体排放量估测值不超过原材料获取阶段和产品制造阶段总温室气体排放量估测值的1%时，可认为其对碳足迹量化结果不会造成显著影响，可排除，但总体排除量不应超过原材料获取阶段和产品制造阶段总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质量的1%不应排除，

且原材料、零部件的总排除量不应超过产品质量的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。

5.4 数据和数据质量

5.4.1 数据收集要求

在开展产品碳足迹研究的组织拥有财务或运营控制权的情况下，应收集现场数据。所收集的过程数据应具有代表性。对产品碳足迹贡献度不低于80%的过程，即使不在财务或运营控制下，也应使用现场数据。

在收集现场数据不可行的情况下，宜使用经第三方评审的非现场数据的初级数据。

仅在收集初级数据不可行时，或对于产品碳足迹贡献度低于80%的过程，次级数据才可用于输入和输出。

应记录和证明次级数据的适用性，并注明参考文件。

应从以下数据来源之一收集次级数据：

- 基于GB/T 24040和GB/T 24044且经第三方专业机构验证的生命周期评价研究的数据库；
- 经数据提供方审核的生命周期清单数据库；
- 未经验证的数据库或数据，在此情况下，产品碳足迹研究报告应说明使用该数据库或数据的理由。

5.4.2 数据质量

产品碳足迹研究宜通过使用现有最高质量数据，尽可能地减少偏差和不确定性。数据质量的特征应包括定量和定性两个方面，相关特性描述宜涉及以下方面。

- 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。一般情况下，初级数据的收集期间为数据盘查前的最近一年；生产期未达一年者，收集可获得的最近至少一个月的生产数据，同时考虑该数据的代表性与准确性。
- 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。
- 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。
- 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。
- j) 信息的不确定性。

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。

6 清单分析

6.1 数据收集和审定

6.1.1 数据收集

6.1.1.1 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性和定量数据。用来量化单元过程的输入和输出数据是通过测量、计算或估算得到。对研究结论有显著影响的单元过程应在产品碳足迹研究报告中记录。

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。

附录B中给出了各阶段数据收集清单示例。

6.1.1.2 原材料获取阶段

原材料获取阶段收集的数据包括：

- a) 除外购零部件的原材料的消耗量数据，应采用初级数据。消耗量数据根据对应原材料的温室气体排放因子确定，优先采用物料清单（BOM表）汇总的数据，当物料清单（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。
 - 对于塑料粒子、钢铁、铜等原材料，收集材质和质量等数据；
 - 对于电路板，收集电路板的层数和面积、质量等数据；
 - 对于电子件，收集电子件的类型、封装形式、单位质量和数量等数据。
- b) 外购零部件的消耗量数据和碳足迹数据。
 - 外购零部件的消耗量数据应采用初级数据，优先收集企业台账或统计报表数据；
 - 外购零部件的碳足迹数据优先采用供应商提供的符合GB/T 24067或相关产品碳足迹量化标准的碳足迹初级数据；其次，可收集零部件的基础原材料信息并进行核算，可行时，收集加工过程排放；以上均无法获得时，可采用其他次级数据。
- c) 运输过程数据，包括运输工具、运输距离等数据，优先采用企业台账或统计报表数据。
- d) 原材料、零部件、电子件、电路板及运输过程的温室气体排放因子，优先采用供应商提供的经第三方核证的碳足迹数据，其次按照5.4.1采用次级数据。

原材料获取阶段的数据收集清单示例见表B.1、表B.2。

当同一原材料或外购零部件存在多个供应商时，优先收集全部供应商的对应数据，分别核算碳足迹数据并按照供应比例计算加权平均值。当无法获取全部供应商的数据时，可收集供应占比最高的供应商的数据作为代表性数据。

6.1.1.3 产品制造阶段

产品制造阶段宜收集制造工厂内有关零部件的加工成型、整机的组装和包装、厂内运输及与生产过程相关的废弃物、污染物处理/处置等过程的输入和输出数据，收集的数据包括：

- a) 能源、资源消耗量，如电能、热能、燃料、水，应采用现场数据，优先采用企业台账或统计报表数据；
- b) 废弃物、污染物处理/处置等数据，如废气、废水的现场处理过程数据以及固体废物的处置量和处置方式，应采用现场数据，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，优先采用主管部门最新发布的数据或经第三方核证的温室气体排放因子数据，其次按照5.4.1采用次级数据。

产品制造阶段的能源、资源数据收集清单示例见表B.3，废弃物、污染物处理/处置等数据收集清单示例见表B.4。

6.1.2 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规定。

数据审定宜通过建立物料平衡、能量平衡或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可为单元过程描述的准确性提供有效的检查。

6.2 数据分配

6.2.1 数据分配原则

电热元件产品制造过程中会出现某一过程同时生产不同产品的情况，难以直接针对目标产品收集初级数据，应优先根据产品间的物理关系对这些过程的数据进行分配，分配的主要原则如下：

- a) 明确规定分配程序，将输入、输出分配到不同的产品中，并与分配程序一并作出书面说明；
- b) 一个单元过程分配的输入、输出的总和应与其分配前的输入、输出相等；
- c) 当同时有几种备选的分配程序时，应通过进行敏感性分析，以说明采用其他方法与所选用方法在结果上的差别。

6.2.2 数据分配程序

处理数据分配问题一般按以下程序进行：

- a) 尽量避免或减少出现分配，如：将原来收集数据时划分的单元过程再进一步分解，以便将那些与系统功能无关的单元排除在外；扩展产品系统边界，把原来排除在系统之外的一些单元包括进来；
- b) 使用能反映其物理关系的方式来进行分配，如产品的质量、数量或体积等比例关系；
- c) 当物理关系不能确定或不能用作分配依据时，用其经济关系来进行分配，如产品产值或利润比例关系等。

所有涉及的数据分配过程应详细记录和说明。

当采用物理关系进行分配时，可按公式（1）进行计算：

$$W_i = \frac{W}{\sum_{i=1}^n m_i N_i} \times m_i \quad \dots\dots\dots (1)$$

式中：

W_i ——某过程分配到第*i*个产品的活动数据量；

W ——数据收集期间，某过程活动数据总量；

m_i ——某过程第*i*个产品的物理参数，如质量、数量或体积等；

N_i ——数据收集期间，某过程第*i*个产品的数量。

对于过程中的所有产品，当选择的物理参数相差不大时，可按公式（2）进行计算，即按照数量等比例关系进行分配：

$$W_i = \frac{W}{\sum_{i=1}^n N_i} \quad \dots\dots\dots (2)$$

6.3 绩效追踪

计划将产品碳足迹用于产品碳足迹绩效追踪时，应满足以下针对产品碳足迹量化的额外要求：

- a) 应对不同时间点的结果进行分析；
- b) 对于有相同声明单位的产品，应计算其随时间发生的产品碳足迹变化；
- c) 应使用相同的方法（例如选择和管理数据的系统、系统边界、分配和确定的特征化因子等）和相同的产品碳足迹-产品种类规则，计算随时间发生的产品碳足迹变化。

产品碳足迹绩效追踪的时间间隔不应短于5.4.2 a) 所述的数据时间边界，且应在产品碳足迹研究的

目的和范围中予以描述。

6.4 具体温室气体排放量和清除量的处理

6.4.1 生物成因碳

在含有生物质的产品中，生物碳含量等于植物生长过程中的碳清除量，这部分生物碳将在生命末期阶段可能再次释放。当产品中含有生物成因碳时，如果计算产品中的生物碳，应在产品碳足迹研究报告中单独记录，不应纳入产品碳足迹或产品部分碳足迹的结果，即产品碳足迹或产品部分碳足迹结果不应包含生物碳。

6.4.2 电力

6.4.2.1 内部发电

当产品消耗的电为内部发电，且未向第三方出售，则应将该电力的生命周期数据用于该产品。如：企业采用柴油发电机、太阳能光伏等发电方式为某些生产线提供电力，发电过程带来的碳排放应包含在产品的碳足迹结果中。

6.4.2.2 直供电力

如果该组织与发电站之间具有专用输电线路，且所消耗的电未向第三方出售，则可使用该电力供应商提供的电力GHG排放因子。

6.4.2.3 电网电力

当供应商能通过合同工具的形式保证电力供应，应使用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以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；
- 尽可能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。例如能源属性证书、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[例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）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 影响评价

7.1 产品碳足迹总量

以 1 台作为声明单位时，产品碳足迹按照公式（3）计算：

$$GHG_{\text{total}} = GHG_{\text{m}} + GHG_{\text{p}} \quad \dots\dots\dots (3)$$

式中：

GHG_{total} ——产品碳足迹或产品部分碳足迹，单位为千克二氧化碳当量（ kgCO_2e ）；

GHG_{m} ——原材料获取阶段产生的温室气体排放量，单位为千克二氧化碳当量（ kgCO_2e ）；

GHG_{p} ——产品制造阶段产生的温室气体排放量，单位为千克二氧化碳当量（ kgCO_2e ）。

7.2 原材料获取阶段

原材料获取阶段产生的温室气体排放量，按照公式（4）计算：

$$GHG_{\text{m}} = \sum_i (m_i \times EF_{\text{m},i}) + \sum_i GHG_{\text{mt},i} + \sum_i (N_i \times GHG_{\text{p},i}) + \sum_i GHG_{\text{pt},i} \quad \dots\dots\dots (4)$$

式中：

GHG_{m} ——原材料获取阶段产生的温室气体排放量，单位为千克二氧化碳当量（ kgCO_2e ）；

m_i ——第*i*种原材料的消耗量，单位根据原材料温室气体排放因子确定，可为质量、面积、体积、长度等；

$EF_{\text{m},i}$ ——第*i*种原材料的温室气体排放因子，包括资源开采、加工、运输及原材料生产等过程，根据原材料类型的不同，单位可为千克二氧化碳当量每单位质量、面积、体积或长度原材料；

$GHG_{\text{mt},i}$ ——第*i*种原材料运输产生的温室气体排放，单位为千克二氧化碳当量（ kgCO_2e ）；

N_i ——第*i*种外购零部件的数量，单位为件；

$GHG_{\text{p},i}$ ——第*i*种外购零部件的碳足迹，单位为千克二氧化碳当量每件（ $\text{kgCO}_2\text{e}/\text{件}$ ）；

$GHG_{\text{pt},i}$ ——第*i*种外购零部件运输产生的温室气体排放，单位为千克二氧化碳当量（ kgCO_2e ）。

7.3 产品制造阶段

7.3.1 产品制造阶段产生的温室气体排放量按照公式（5）计算：

$$GHG_{\text{p}} = GHG_{\text{b}} + GHG_{\text{h}} + GHG_{\text{v}} + GHG_{\text{w}} + \sum_i (AD_i \times EF_i \times GWP_i) \quad \dots\dots\dots (5)$$

式中：

GHG_{p} ——产品制造阶段产生的温室气体排放量，单位为千克二氧化碳当量（ kgCO_2e ）；

GHG_{b} ——化石燃料产生的温室气体排放量，单位为千克二氧化碳当量（ kgCO_2e ）；

GHG_{h} ——购入热力产生的温室气体排放量，单位为千克二氧化碳当量（ kgCO_2e ）；

GHG_{v} ——外购电力产生的温室气体排放量，单位为千克二氧化碳当量（ kgCO_2e ）；

GHG_{w} ——固体废物处置的温室气体排放量，单位为千克二氧化碳当量（ kgCO_2e ）；

AD_i ——第*i*种直接排放的活动数据，包括产品制造过程中的二氧化碳消耗、直接排放的废水和废气相关数据等，单位根据具体排放源确定；

EF_i ——第*i*种直接排放的温室气体排放因子，单位与第*i*种直接排放的活动数据相匹配；

GWP_i ——第*i*种直接排放的全球变暖潜势（GWP），单位为千克二氧化碳当量每千克（ $\text{kgCO}_2\text{e}/\text{kg}$ ）。

如果没有特别说明，全球变暖潜势（GWP）可按照政府间气候变化专门委员会（IPCC）公布的100年全球变暖潜势（GWP）（部分GHG的GWP参考值见附录C）最新值计算，否则应在报告中说明。

7.3.2 对于化石燃料产生的温室气体排放量，按照公式（6）计算：

$$GHG_{\text{b}} = \sum_i (FC_i \times EF_{\text{b},i}) + \sum_i (FC_i \times NCV_i \times CC_i \times OF_i \times \frac{44}{12}) \times 10^3 \quad \dots\dots\dots (6)$$

式中：

GHG_{b} ——化石燃料产生的温室气体排放量，单位为千克二氧化碳当量（ kgCO_2e ）；

FC_i ——第*i*种化石燃料的净消耗量，对于固体或液体燃料，单位为吨（t），对于气体燃料，单位为万标立方米（ 10^4Nm^3 ）；

$EF_{b,i}$ ——第 i 种化石燃料获取阶段的温室气体排放因子，包括开采、加工、运输等过程，对于固体或液体燃料，单位为千克二氧化碳当量每吨 ($\text{kgCO}_2\text{e/t}$)；对于气体燃料，单位为千克二氧化碳当量每万标立方米 ($\text{kgCO}_2\text{e}/10^4\text{Nm}^3$)；

NCV_i ——第 i 种化石燃料的平均低位发热量，对于固体或液体燃料，单位为吉焦每吨 (GJ/t)；对于气体燃料，单位为吉焦每万标立方米 ($\text{GJ}/10^4\text{Nm}^3$)；

CC_i ——第 i 种化石燃料的单位热值含碳量，单位为吨碳每吉焦 (tC/GJ)；

OF_i ——第 i 种化石燃料的碳氧化率，以百分数 (%) 表示。

化石燃料平均低位发热量、单位热值含碳量、碳氧化率取值宜采用实测值；无实测值时，可采用国家或地区公布值，并注明出处。

7.3.3 对于购入热力产生的温室气体排放量，按照公式 (7) 计算：

$$GHG_h = AD_h \times EF_h \quad \dots\dots\dots (7)$$

式中：

GHG_h ——购入热力产生的温室气体排放量，单位为千克二氧化碳当量 (kgCO_2e)；

AD_h ——购入的热力量，单位为吉焦 (GJ)；

EF_h ——热力的温室气体排放因子，包括资源开采、加工、运输及热力生产、运输等过程，单位为千克二氧化碳每吉焦 (kgCO_2/GJ)。

7.3.4 对于外购电力产生的温室气体排放量，按照公式 (8) 计算：

$$GHG_v = AD_v \times EF_v \quad \dots\dots\dots (8)$$

式中：

GHG_v ——外购电力产生的温室气体排放量，单位为千克二氧化碳当量 (kgCO_2e)；

AD_v ——购入的电量，单位为千瓦时 (kWh)；

EF_v ——全国电网年平均碳足迹因子，单位为千克二氧化碳每千瓦·时 [$\text{kgCO}_2/(\text{kWh})$]。

注：电力碳足迹因子参考值见附录 D。

7.3.5 对于产品制造阶段的固体废物处置产生的温室气体排放量，按照公式 (9) 计算：

$$GHG_w = \sum_i (W_i \times EF_{w,i}) + \sum_i GHG_{wt,i} \quad \dots\dots\dots (9)$$

式中：

GHG_w ——固体废物处置产生的温室气体排放量，单位为千克二氧化碳当量 (kgCO_2e)；

W_i ——第 i 种固体废物的质量，单位为千克 (kg)；

$EF_{w,i}$ ——第 i 种固体废物处置的温室气体排放因子，单位为千克二氧化碳当量每千克 ($\text{kgCO}_2\text{e/kg}$)；

$GHG_{wt,i}$ ——第 i 种固体废物运输产生的温室气体排放，单位为千克二氧化碳当量 (kgCO_2e)。

8 结果解释

电热元件产品碳足迹研究的生命周期解释阶段应包括以下步骤：

- 根据清单分析和影响评价内碳足迹量化结果，确定重大问题；
- 考虑到结果完整性、一致性和敏感性分析的评估；
- 结论、局限性和建议的解释。

应根据电热元件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：

- 说明产品碳足迹和各生命周期阶段的碳足迹；
- 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。

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；
- 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 概述

应在产品碳足迹研究报告中完整地、准确地、不带偏向地、透明地、详细地记录和说明结果、数据、方法、假设和生命周期解释，以便相关方能够理解产品碳足迹固有的复杂性和所做出的权衡。

9.2 产品碳足迹研究报告中的温室气体数值

应在产品碳足迹研究报告中记录产品碳足迹的量化结果，单位为每个声明单位的二氧化碳当量。

应在产品碳足迹研究报告中单独记录以下温室气体数值：

- a) 与发生温室气体排放量和清除量的主要生命周期阶段有关的温室气体排放量和清除量，包括每个生命周期阶段的绝对和相对贡献；
- b) 化石温室气体排放量和清除量；
- c) 生物成因温室气体排放量和清除量；
- d) 因为飞机运输导致的温室气体排放量。

如有计算，应在产品碳足迹研究报告中单独记录以下温室气体数值：

- 应用于相关消费电网组合的敏感性分析结果（如适用）；
- 产品的生物成因碳含量；
- 利用100年全球温度变化潜势（GTP100）计算得出的产品碳足迹。

9.3 产品碳足迹研究报告所需信息

电热元件产品碳足迹研究报告（参考格式见附录E）应至少包含以下内容。

- 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) 声明单位以及基准流；
 - 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CFP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、格网级别的选取，并说明其理由（如适用）。
 - 4) 取舍准则。
- 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，宜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) 披露在产品碳足迹研究决策中所作出的价值选择并说明理由；
 - 5) 范围和修改后的范围（如适用），并说明理由和排除的情况。
- 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。
- h) 绩效追踪说明。
- i) 产品碳足迹比较（适用时），应符合以下要求：
 - 1) 在目标和范围界定阶段，应符合：
 - 产品类别的定义和描述（例如功能、技术性能和用途）相同；
 - 声明单位相同；
 - 系统边界相同；
 - 数据描述相同；
 - 输入输出的取舍准则相同；
 - 数据质量要求（例如覆盖率、精度、完整性、代表性、一致性和可重复性）一致；
 - 假设情景相同（重点针对使用阶段和生命末期阶段）；
 - 特定温室气体排放量和清除量（例如用电）处理方法相同；
 - 单位相同。
 - 2) 对生命周期清单和生命周期影响评价，应遵循以下标准：
 - 数据收集方法和数据质量要求等同；
 - 计算程序相同；
 - 流的分配等效；
 - 使用的全球变暖潜势相同。

10 鉴定性评审

如果开展产品碳足迹研究的鉴定性评审，应按照GB/T 24067规定进行，有利于理解和提高产品碳足迹的可信度。

11 产品碳足迹声明

需要时（如当相同功能的不同产品进行比较时），可进行产品碳足迹声明。产品碳足迹声明的内容应包含如下信息：

- a) 提出声明的组织的身分和描述；
- b) 数据覆盖时间段；
- c) 产品描述，包括产品名称、规格、型号和功能描述；
- d) 依据的标准；
- e) 声明单位；
- f) 包含的生命周期阶段及取舍项；
- g) 使用的背景数据情况；
- h) 产品碳足迹结果，适用时，可包含不同生命周期阶段的碳足迹结果及占比。

附 录 A
(资料性)
电热元件产品碳足迹量化方案示例

A.1 概述

在进行碳足迹量化时，需要收集大量的初级活动数据和次级活动数据。由于在收集的数据存在数据完整性、数据代表性、模型不确定性、测量误差等方面原因，导致碳足迹量化结果存在较大的不确定性。为确保电热元件产品碳足迹报告结果的客观性和一致性，本附录给出了电热元件产品碳足迹量化方案的示例，期望使电热元件产品碳足迹的量化和交流具有明确和一致的基础，供政府、相关组织和其他利益相关方在有关活动中采用。

A.2 产品描述

按照 5.1 描述电热元件产品系统和功能。

A.3 声明单位

电热元件产品碳足迹量化的声明单位为 1 台。

A.4 系统边界

A.4.1 系统边界

电热元件产品碳足迹量化的生命周期阶段按照 5.3.1 划分，本方案系统边界包括原材料获取阶段和产品制造阶段两个生命周期阶段。不包括与产品生产过程无直接关联或对单位产品环境影响较小的过程，如工厂的基础照明、采暖、卫生、清洁设施；员工的交通、餐食；行政、管理、研发、实验室、市场部门的活动；对设备、机器、厂房的制造安装和维护等。

其中，原材料获取阶段不包括原材料和外购零部件的运输过程。

A.4.2 取舍准则

参照 5.3.2 的规定，对系统边界内的过程、输入或输出进行取舍。

A.5 清单分析

A.5.1 数据收集

收集的数据包括：

- 在原材料获取阶段，按照 6.1.1.2 收集原材料、外购零部件的消耗量数据，不包含运输过程数据；
- 在产品制造阶段，按照 6.1.1.3 收集数据盘查前的最近一年内的数据，生产期未达一年者，收集可获得的最近至少一个月的生产数据，同时应考虑该数据的代表性与准确性；
- 以上数据的温室气体排放因子，依据 6.1.1 和 5.4.1 的规定收集。

A.5.2 分配

依据 6.2 分配原则，按质量关系进行分配。如某生产线生产 A 和 B 两种产品，分别统计选定时间段内的 A 和 B 产量、生产线耗电量，可根据公式 (A.1) 和公式 (A.2) 计算单位产品耗电量：

$$E_A = \frac{E}{N_A m_A + N_B m_B} \times m_A \quad \cdots \cdots \cdots (A.1)$$

$$E_B = \frac{E}{N_A m_A + N_B m_B} \times m_B \quad \dots\dots\dots (A.2)$$

式中：

E ——选定时间段内，生产线耗电量，单位为千瓦·时（kWh）；

E_A ——单位产品 A 的耗电量，单位为千瓦·时（kWh）；

E_B ——单位产品 B 的耗电量，单位为千瓦·时（kWh）；

N_A ——选定时间段内，产品 A 的产量；

N_B ——选定时间段内，产品 B 的产量；

m_A ——单位产品 A 的质量，单位为千克（kg）；

m_B ——单位产品 B 的质量，单位为千克（kg）。

A.5.3 数据质量

依据 5.4.2 的要求评估数据质量并记录。

A.6 影响评价

参照第 7 章规定的方法，计算系统边界内各阶段的温室气体排放和总温室气体排放。

A.7 报告

参考第 9 章的规定，编制产品碳足迹报告。

附 录 B
(资料性)
数据清单收集示例

B.1 原材料获取阶段

原材料数据收集清单示例（不含外购零部件）见表B.1。外购零部件的数据收集清单示例见表B.2。

表B.1 原材料数据收集清单示例（不含外购零部件）

材料名称	部件名称	质量 ^a /kg	运输过程				
			供应商	供货比例 ^b / (%)	运输方式 ^c	运输工具 ^d	运输距离/km
304 不锈钢带	不锈钢管						
氧化镁粉							
430不锈钢	引出棒						
镍铬丝	电热丝						
镍	焊膏						
环氧树脂							
RTV胶水							
...							
^a 质量填写1台产品使用该材料的总量。 ^b 供货比例为数据收集范围内，对应供应商供应的原材料占该原材料用料总量的比例。 ^c 如公路运输、铁路运输、水路运输、航空运输等。 ^d 如卡车，荷载3.5t~7.5t，国六。							

表B.2 外购零部件的数据收集清单示例

部件名称	质量 ^a kg	数量 ^b 件	碳足迹 kgCO ₂ e/件	运输过程				
				供应商	供货比例 ^c / (%)	运输方式 ^d	运输工具 ^e	运输距离/km
法兰盘				A				
				B				
				...				
导线								
进出水管								
镁棒座								
接线片								
镁棒								
...								
^a 单个部件质量（含包装）。 ^b 1台产品使用该部件的数量。 ^c 供货比例为数据收集范围内，使用对应供应商供应的部件占该部件总使用量的比例。 ^d 如公路运输、铁路运输、水路运输、航空运输等。								

e 如卡车，荷载3.5 t~7.5 t，国六。

B.2 产品制造阶段

产品制造阶段的能源、资源数据收集清单示例见表B.3。产品制造阶段的废弃物、污染物处理/处置收集清单示例见表B.4。

表B.3 产品制造阶段的能源、资源数据收集清单示例

设备/工序/车间	类别	消耗量	单位
穿丝	电		kWh
清洗	水		kg
	电		kWh
点焊	电		kWh
退火、抛光等	电		kWh
	水		kg
	...		
钎焊	电		
	氩气		
弯管、氩焊等	电		kg
	氩气		m ³ （压力___MPa）
	...		
装配、检测、包装等	电		kWh
	...		
...			

表B.4 产品制造阶段的废弃物、污染物处理/处置收集清单示例

类别	名称	数量	单位	处理/处置方式 ^a
固体废物	废金属		kg	
	废塑料		kg	
	废矿物油		kg	
	...			
废气	废气总量		m ³	
	VOCs		mg/m ³	
	非甲烷总烃		mg/m ³	
废水	废水总量		kg	
	化学需氧量		mg/kg	
	...			
...				
^a 处理/处置方式包括直接排放（如吸附、絮凝处理后的排放）、填埋、焚烧、回收和委外处理等，其中，委外处理应提供运输信息，运输信息参照表B.1填写。				

附 录 C
(资料性)
全球变暖潜势参考值

部分GHG全球变暖潜势（GWP）参考值见表C.1。

表C.1 部分GHG的全球变暖潜势（GWP）参考值

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	17 400
六氟化硫	SF ₆	25 200
氢氟碳化物（HFCs）		
HFC-23	CHF ₃	14 600
HFC-32	CH ₂ F ₂	771
HFC-41	CH ₃ F	135
HFC-125	C ₂ HF ₅	3 740
HFC-134	CHF ₂ CHF ₂	1 260
HFC-134a	C ₂ H ₂ F ₄	1 530
HFC-143	CH ₂ FCHF ₂	364
HFC-143a	CH ₃ CF ₃	5 810
HFC-152a	C ₂ H ₄ F ₂	164
HFC-227ea	C ₃ HF ₇	3 600
HFC-236fa	C ₃ H ₂ F ₆	8 690
全氟碳化物（PFCs）		
全氟甲烷（四氟甲烷）	CF ₄	7 380
全氟乙烷（六氟乙烷）	C ₂ F ₆	12 400
全氟丙烷	C ₃ F ₈	9 290
全氟丁烷	C ₄ F ₁₀	10 000
全氟环丁烷	C ₄ F ₈	10 200
全氟戊烷	C ₅ F ₁₂	9 220
全氟己烷	C ₆ F ₁₄	8 620
注：部分温室气体的GWP来源于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 D
(资料性)
电力碳足迹因子参考值

电力碳足迹因子参考值见表 D.1 和表 D.2。

表 D.1 部分 GHG 的全球变暖潜势 (GWP) 参考值

	因子 (kgCO ₂ e/kWh)
全国	0.6205

表 D.2 2023 年主要发电类型电力碳足迹因子

	因子 (kgCO ₂ e/kWh)
燃煤发电	0.9440
燃气发电	0.4792
水力发电	0.0143
核能发电	0.0065
风力发电	0.0336
光伏发电	0.0545
光热发电	0.0313
生物质发电	0.0457

附 录 E
(资料性)
产品碳足迹报告 (模板)

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. 声明单位

以_____为声明单位。

2. 系统边界

原材料获取阶段 产品制造阶段
系统边界图：

图1 XX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：_____；

3. 清单结果

生命周期各个阶段数据收集清单见表1至表4。

表1 原材料数据收集清单（不含外购零部件）

材料名称	部件名称	质量/kg	运输过程			数据来源
			运输方式	运输工具	运输距离/km	

表2 外购零部件的数据收集清单

部件名称	质量 kg	数量 件	碳足迹 kgCO ₂ e/件	运输过程			数据来源
				运输方式	运输工具	运输距离/km	

表3 产品制造阶段的能源、资源数据收集清单

设备/工序/车间	类别	消耗量	单位	数据来源

表4 产品制造阶段的废弃物、污染物处理/处置收集清单

类别	名称	数量	单位	处理/处置方式	数据来源
固体废物					
废气					
废水					

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，每声明单位的产品），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6和图2所示。

表5 _____生命周期各阶段碳排放情况

生命周期阶段	碳足迹/（kgCO ₂ e/声明单位）	百分比/（%）
原材料获取		
产品制造		
总计		

注：具体产品生命周期阶段碳排放分布图一般以饼状图或柱形图表示各生命周期阶段的碳排放情况。

图2 XX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

参 考 文 献

- [1] GB/T 7287—2008 红外辐射加热器试验方法
- [2] GB/T 24025 环境标志和声明 III型环境标志 原则和程序
- [3] GB/T 28204—2011 家用和类似用途膜状电热元件
- [4] GB/T 32150—2015 工业企业温室气体排放核算和报告通则
- [5] JB/T 4088.1—2022 日用管状电热元件 第1部分：通用要求
- [6] JB/T 10320—2002 家用和类似用途电热器具用氮化硅电热元件
- [7] QB/T 2163—2012 电热毯、电热垫及类似柔性发热器具用发热线

[8] IPCC. 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.
