

ICS **.***

CCS * **

团 体 标 准

T/DZJN **—****

温室气体 产品碳足迹 量化方法与要求 电冰箱

Green house gases

Product carbon footprint Quantitative methods and requirements

Refrigerator

(征求意见稿)

请您在提交反馈意见时，将您知道的相关专利连同支持性文件随意见一并附上。

202*-*-*发布

202*-*-*实施

中国电子节能技术协会 发布

目 次

前言	II
引言	III
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	2
5 量化范围	2
5.1 声明单位	3
5.2 系统边界	3
5.3 核算原则	3
6 清单分析	4
6.1 数据质量要求及评估	4
6.2 数据时间界限	5
6.3 数据分配	5
6.4 数据取舍原则	6
6.5 数据收集	7
6.6 核算方法	8
7 影响评价	11
8 碳足迹核算结果解释	11
9 碳足迹报告	11
10 碳足迹声明	12
附录 A (资料性) 生命周期各阶段数据收集表	13
附录 B (资料性) 常见温室气体全球变暖潜势 GWP	15
附录 C (资料性) 材料碳排放因子推荐值	16
参考文献	17

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。

本文件由合肥华凌股份有限公司、中国电子节能技术协会智能电器专业委员会共同提出。

本文件由中国电子节能技术协会归口。

本文件起草单位：。

本文件主要起草人：。

引 言

在双碳目标背景下，家电行业面临绿色低碳转型挑战，为了助力家电行业低碳绿色发展，开展家电产品碳足迹的核算刻不容缓。推动建立电冰箱产品碳足迹管理体系，完善电冰箱产品碳足迹核算方法规则和标准体系等工作也是势在必行。

本标准规定了电冰箱碳足迹的量化范围术语、量化方法与要求、碳足迹报告等内容。该标准可有助于企业了解产品碳足迹信息以用于研发、技术改进或决策，同时可向客户、公众发布产品碳足迹信息。此外，按照本标准的量化方法与要求执行，可制定电冰箱产品碳标签，为有序推进产品碳标签在家电领域的推广应用起到重要作用。

本标准的实施，有助于提高我国电冰箱产品碳足迹管理水平，促进电冰箱行业绿色低碳转型，引导绿色低碳消费，为实现碳达峰碳中和目标提供有力支撑。

温室气体 产品碳足迹 量化方法与要求 电冰箱

1 范围

本文件规定了电冰箱碳足迹的术语和定义、量化方法与要求、量化范围，碳足迹报告等内容。

本文件适用于电冰箱、冷柜等产品的碳足迹核算要求及报告方法。其他产品如葡萄酒储藏柜、嵌入式制冷器具可参照执行。

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 8059-2016 家用和类似用途制冷器具
- GB 12021.2-2015 家用电冰箱耗电量限定值及能效等级
- GB/T 24025-2009 环境标志和声明 III型环境声明原则和程序
- GB/T 24040-2008 环境管理生命周期评价原则与框架
- GB/T 24044-2008 环境管理生命周期评价要求与指南

3 术语和定义

GB/T 24044-2008、GB/T 24040-2008、ISO 14067:2018、ISO 14047:2018 界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

电冰箱 household refrigerators

由一个或多个间室组成且能够控制在规定的温度下、具有适合家用的容积和结构、使用自然对流或强制对流、消耗一种或多种能量以获取冷量的隔热箱体。

[来源：GB/T 8059-2016, 3.1]

3.2

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。

[来源：GB/T 24040-2008, 3.28]

3.3

生命周期 life cycle

产品系统中前后衔接的一系列阶段，从自然界或自然资源中获取原材料，直至最终处置。

[来源：GB/T 24040-2008, 3.1]

3.4

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去除量之和，以二氧化碳当量（CO₂e）为单位表示，基于使用气候变化单一影响类别的生命周期评价。

[来源：ISO 14047:2018, 3.1.1.1]

3.5

声明单位 declared unit

环境影响声明中用作参考单位的基准。

[来源：EN 15804:2012, 3.20]

3.6

功能单位 functional unit

用来作为基准单位的量化的产品系统性能。

[来源：GB/T 24040-2008, 3.20]

3.7

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 24040-2008, 3.32]

3.8

初级数据 primary data

通过直接测量或基于直接测量值计算得到的过程或活动的量化值。

[来源：ISO 14047:2018, 3.1.6.1]

3.9

次级数据 secondary data

不符合原始数据要求的数据。

[来源：ISO 14047:2018, 3.1.6.3]

3.10

温室气体 greenhouse gas

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：若无特别说明，本标准中的温室气体包括二氧化碳（CO₂）、甲烷（CH₄）、氧化亚氮（N₂O）、氢氟碳化合物（HFCs）、全氟碳化合物（PFCs）、六氟化硫（SF₆）和三氟化氮（NF₃）。

[来源：GB/T 32150-2015, 3.1]

3.11

排放因子 emission factor

表征单位生产或消费活动量的温室气体排放的系数。

[来源：GB/T 32150-2015, 3.13]

3.12

全球变暖潜势 global warming potential (GWP)

将单位质量的某种温室气体在给定时间段内对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]

4 量化目的

进行电冰箱碳足迹评价目的是通过量化产品生命周期或选定过程中所有重要的温室气体排放量之和，得到产品对全球变暖的潜在贡献。

在确定电冰箱产品碳足迹研究目的时，应明确说明以下问题：

- 应用意图，如了解产品碳足迹信息用于研发、技术改进或决策；
- 开展碳足迹研究的理由，如向客户提供碳足迹信息；
- 目标受众，如产品声明或向公众发布；
- 预期信息交流，如产品间的碳排放的对比等。

5 量化范围

5.1 声明单位

电冰箱产品碳足迹声明单位应与核算目标保持一致，可以是功能单位。以功能单位为声明单位时，可以为单台电冰箱使用寿命期内的温室气体排放单；也可以为单台电冰箱使用寿命内单位容积的温室气体排放（/100L，按照 GB/T 8059-2016、GB 12021.2-2015 规定的方法测量容积，GB 12021.2-2015 规定的方法确定其调整容积）。

5.2 系统边界

电冰箱产品碳足迹核算系统边界应考虑与电冰箱直接相关的原材料获取阶段、制造阶段、分销阶段、使用阶段、生命末期阶段等生命周期各阶段中对碳足迹核算有实质性贡献的过程。

系统边界不包括道路与厂房等基础设施、厂区内人员及生活设施、土地利用的碳排放等不直接转化成产品或产品相关的非归因过程。

电冰箱产品碳足迹系统边界示例见图 1。

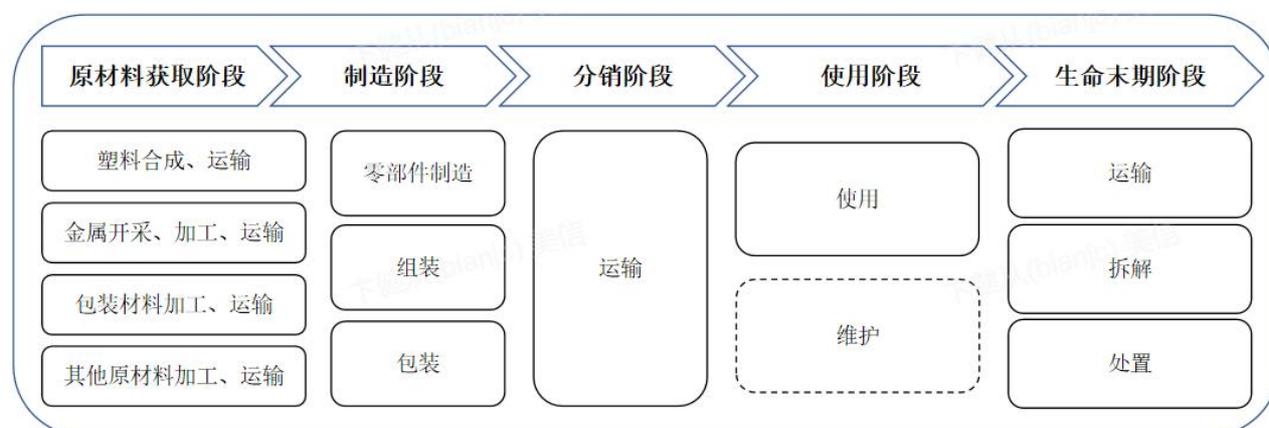


图 1 冰箱产品碳足迹系统边界示例

原材料获取阶段是从自然界提取资源开始，到原材料到达零部件或生产场所时止，包括原材料、包装材料以及外购零部件的生产和运输过程等过程。

制造阶段是从电冰箱原材料或零部件到达生产场所开始，到电冰箱离开生产场所时止，包括电冰箱及其关键零部件的加工制造及电冰箱组装、包装等过程。此外，包括电冰箱零部件及电冰箱制造过程中产生的废气、废水、废弃物处理相关的过程。制造阶段除上述生产过程产生的直接或者间接碳排放，还应包含为维持工厂生产的公辅设备所产生的碳排放，例如工厂内照明、空调以及厂内运输等。核心部件供方无法提供碳足迹数据时，部件制造过程的可忽略。

分销阶段是从电冰箱离开生产场所开始，到抵达消费者时止，包括生产场所到分销中心的运输、分销中心到消费者的运输等过程。

使用阶段主要为使用过程中电力的消耗，维护阶段不做要求。

生命末期阶段应包括但不限于以下过程的信息：

- 电冰箱在用户和回收站之间流转运输的资源、能源消耗；
- 电冰箱拆解过程的资源、能源消耗；
- 电冰箱零部件分拣、回收过程的资源、能源消耗。

5.3 核算原则

5.3.1 相关性原则

选择适合评价所研究的电冰箱产品系统产生的温室气体排放量和移除量的数据和方法。

5.3.2 完整性原则

所有对所研究的电冰箱产品系统的产品碳足迹做出重大贡献的温室气体排放量都包括在内。重要性水平由数据取舍原则决定。

5.3.3 一致性原则

在整个研究中以同样的方法应用假设、方法和数据，以得出与界定的目标和范围一致的结论。

5.3.4 准确性原则

对电冰箱产品碳足迹的量化是准确的、可验证的、具有相关性的且不具误导性的，并且尽可能减少偏差和不确定性。

5.3.5 透明性原则

以公开、全面和可理解的信息形式处理和记录所有相关问题。披露任何相关假设，并附以所使用的方法和数据源的参考。解释任何估计值并避免偏差。

5.3.6 避免重复计算

当同一温室气体排放量和移除量的分配只发生一次时，应避免在所研究的产品系统内重复计算温室气体的排放量和移除量。

6 清单分析

6.1 数据质量要求及评估

6.1.1 数据收集确认

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（如进入生产系统的材料或能量）。这些数据通常来自企业。初级数据又可分为特定场地数据和非特定场地数据；具有财务或者运营控制权的过程（如最终产品制造过程），以及不具有财务或运营控制权但重要的过程（如从供应商获取的原材料、客户使用产品过程中的能源消耗等）需从与单元过程相关的生产场所中收集特定场地数据，若不可获取，则可收集经第三方审查的非特定场地数据。

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。

6.1.2 数据质量要求

电冰箱产品碳足迹核算数据收集与处理过程中，应尽量采用能降低偏向性和不确定性的具有最高质量的数据，并应满足以下数据质量要求：

——技术代表性：数据反映实际生产技术情况，即体现实际工艺流程、技术和设备类型、原料与能耗类型、生产规模等因素的影响。

——时间代表性：数据反映单元过程的实际时间。

——地理代表性：温室气体排放因子等相关参数的选择考虑单元过程所处的地理位置。

——数据完整性：按照数据取舍原则，判断是否已收集各过程的主要消耗和排放数据，尽可能避免数据缺失，缺失的数据需在报告中说明。

——数据准确性：零部件、辅料、能耗、包装、原料与产品运输等数据须采用企业实际生产统计记录，环境排放数据优先采用环境监测报告；所有数据均有相关的数据来源和数据处理算法；估算或引用文献的数据需在报告中说明。

——数据一致性：每个过程的消耗与排放数据须保持一致的统计标准，即基于相同产品产出、相同过程边界、相同数据统计期；存在不一致情况时需在报告中说明。

——可重现性：应保证其他独立从业人员采用同一方法学和数据值信息可以重现电冰箱产品碳排放的核算结果。

——信息不确定性：包括例如：

- a) 参数（如排放因子、活动数据）的不确定性；
- b) 情景（如使用阶段情景或生命末期阶段情景）的不确定性；
- c) 模型的不确定性。

——数据来源：指初级数据或次级数据，应对数据的获得方式和来源予以说明。

6.1.3 数据质量评估

对电冰箱产品碳足迹研究的数据质量进行定性分析，以及构建数据质量等级（DQR）对电冰箱产品碳足迹研究的数据质量进行评价。数据质量等级（DQR）计算方法见公式（1）。

$$DQR = \frac{TiR+TeR+GeR+SoR}{4} \dots\dots\dots (1)$$

式中：

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。

数据质量矩阵见表 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。

表 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	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的核算边界	建模过程发生在一个国家，该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的核算边界	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

6.2 数据时间界限

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内的数据。生产期未达一年者，收集可获得的最近至少三个月的生产数据，同时应考虑该数据的代表性与准确性。

6.3 数据分配

6.3.1 概述

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偏离所选方法产生的影响。

6.3.2 数据分配程序

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。

a) 第1步：只要可能，宜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附加功能。

b) 第2步：若无法避免分配，则宜将系统的输入输出以能反映它们之间潜在物理关系的方式，如生产量、生产工时等，划分到不同产品或功能中；

c) 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

6.3.3 回收分配程序

6.3.1 和 6.3.2 中的分配原则和程序也适用于回收。

应考虑材料固有特性的变化。另外，特别对于在初始和后续的产品系统之间的回收过程，系统边界应被界定并对其进行解释，以确保遵循分配原则。

然而，在上述情况下，对于分配程序需要补充进一步的细节，因为：

一一回收(以及可归入回收的能量回收和其他过程)中，有关原材料获取和加工或产品最终处置的单元过程的输入输出可能为多个产品系统所共有；

一一回收可能在后续使用中改变材料的固有特性；

一一应特别注意对回收过程系统边界的确定。

某些分配程序适用于回收，不同分配程序满足下列要求：

a) 闭环分配程序适用于闭环产品系统，也适用于回收材料的固有特性未发生变化的开环产品系统。在这种情况下，由于用次级材料替代了初级材料，所以无需进行分配。在适用的开环产品系统中首次使用初级材料时，可遵循 b) 中列出的开环分配程序；

b) 开环分配程序适用于材料被回收后再利用到其他产品系统且其固有特性发生改变的开环产品系统。

共享单元过程的分配程序（如果可行并且以此作为分配的基础）可采用以下顺序：

一一物理属性（例如质量、数量、工时等）；

一一经济价值（例如废料和再生利用物质的市场价值与初级材料市场价值的比值等）；

一一回收材料的后续使用的次数。

6.4 数据取舍原则

电冰箱生命周期评价范围内所有可评价的输入和输出初级数据和次级数据均应包括在内。其中必须列出的数据包括：

a) 能源的所有输入，如电力、燃气等；

- b) 主要原材料的所有输入；
- c) 向大气中的各种排放；
- d) 有毒有害的材料和物质，如电子元器件等。

对于生命周期评价结果影响较小的输入和输出，对核算的总体结果不会造成显著影响（即量化预计排放小于总体 1%）的生命周期阶段允许被排除，同时应说明并解释排除的原因及可能造成的后果，但总的排除范围不应大于总排放量的 5%，排除总质量也不应超过核算产品总质量的 5%。这些数据可能包括：

- a) 辅助材料质量小于原料总消耗 0.1% 的项目输入；
- b) 小于产品重量 1% 且由非稀贵金属或非高纯度物质构成的辅料、原材料、零部件；
- c) 小于产品重量 0.1% 且由稀贵金属或高纯度物质构成的辅料、原材料、零部件。

6.5 数据收集

6.5.1 原材料获取阶段

电冰箱产品碳足迹原材料获取阶段过程数据主要包括材料加工（含开采和加工）和运输两个过程数据。电冰箱使用的原材料包括原料、辅料、包装材料等，也包括电子元器件等其他外购零部件，按材料类别主要有塑胶类（PP、HIPS、GPPS、ABS、PVC、橡胶等）、金属类（钢、铝、铜等）、其他类（制冷剂、发泡剂、玻璃等）。

电冰箱产品碳足迹原材料获取阶段碳排放数据优先采用直接测量或基于直接测量值计算得到的原始数据（如产品材料及重量数据等）。原料、辅料、包装材料以及零部件的材质和重量等数据宜采用材料清单（BOM 表）提供的原始数据。当材料清单（BOM 表）无材质、重量等数据时，可采用直接称重法或由供应链提供。当原材料同时存在多个供应商时，运输过程需要计算各供应商运输碳排放，并按供货比例分配。材料的排放因子数据（即：单位重量生产材料的碳排放）可依据权威行业协会或生命周期数据库等。

对于关键部件，供方提供碳足迹报告的数据时，优先使用供方提供的数据；无法提供产品碳足迹数据（从摇篮到大门）时，可拆解材料核算各类材料的温室气体排放，可行时，应收集加工过程的碳排放。

6.5.2 制造阶段

电冰箱产品制造阶段碳足迹核算应收集纳入系统边界内的所有过程数据。具体包括生产过程（关键零部件加工、产品组装、产品包装）和生产废弃物处理等过程数据，涉及资源、能源消耗（电能、热能、燃料）、温室气体逸散、废弃物排放等数据。核心部件供方无法提供碳足迹数据时，部件制造过程的可忽略。

制造阶段碳排放数据优先使用直接测量获得的初始数据，如无法获得可选用次级数据，同时说明数据来源。其中：生产过程中的排放数据可通过直接测量方式获得，活动水平数据（即：生产过程中电、气等能源消耗数据）可依据生产企业的电表、燃气表等提供，其对应的排放因子数据可依据权威行业协会或生命周期数据库等。对于非表具计量类数据，可从工厂采购管理系统获取或计算。

一般在进行制造阶段数据收集时，除整机组装外，只计算关键零部件的加工过程，以及产品包装过程。对于加工工艺简单、耗能较少，材料组成单一的零部件或材料，制造阶段碳排放忽略或者直接在原材料碳排因子中涵盖，不做额外计算。制造阶段废弃物处理，如在工厂外处理，应考虑计算运输和处理两个过程的温室气体排放；对于工厂内处理废气或危废的过程，需计算处理过程碳排放，收集处理过程消耗能源活动数据。

6.5.3 分销阶段

电冰箱分销阶段碳排放核算过程收集数据主要包括工厂至分销中心和分销中心到消费者的运输距离、运输方式（公路运输、铁路运输、航运、水运）以及车型类别（重型柴油车，内燃机车，电力机车等）。

若同一产品分销往多个不同国家，运输距离应以该产品在不同国家的销量比重为权重进行加权平均计算得到运输距离。

分销阶段碳排放数据优先使用直接测量获得的原始数据，如无法获得可选用次级数据，同时说明数据来源。其中：活动水平数据可依据工厂至分销点距离等提供，其对应的排放因子数据可依据权威行业协会或生命周期数据库等，无数据源的可采用假设数据。

6.5.4 使用阶段

电冰箱使用阶段碳排放核算过程收集数据主要包括使用过程中电力消耗。使用阶段碳排放优先采用直接测量或基于直接测量值计算得到的原始数据（如使用阶段电力消耗量，产品的使用年限，产品供应国家所用能源的碳排放因子），其次采用估算的有代表性的次级数据（如从行业协会或生命周期数据库获得的使用寿命数据，碳排放因子等），同时说明数据来源。

使用阶段的活动水平数据（如：使用年限、使用年限内的用能）可依据模型假设，同时进行记录说明。其中：

- 使用寿命的数据，除非有更具体的数据，本标准规定使用寿命为 10 年；
- 使用阶段的能源消耗，除非有更具体的数据，否则宜使用该国相应的平均排放因子；
- 若同一产品供应多个国际市场，则产品使用阶段所用能源的排放因子，可为该产品所供应国家的平均排放因子（以该产品在不同国家的销量比重为权重进行加权计算得到）；

6.5.5 生命末期阶段

电冰箱生命末期阶段应包括但不限于以下过程的信息：

- 电冰箱在用户和回收站之间流转运输的资源、能源消耗；
- 电冰箱拆解过程的资源、能源消耗；
- 电冰箱零部件分拣、回收过程的资源、能源消耗。

生命末期阶段碳排放数据优先使用直接测量获得的原始数据，如无法获得可选用次级数据，同时说明数据来源。其中：活动水平数据可依据拆解数据或企业 BOM 表估算，其对应的排放因子数据可依据权威行业协会或生命周期数据库等。

产品生命末期阶段（运输过程）的碳排放指从用户到处置中心的运输所产生的温室气体排放，宜参考产品从销售中心到用户的距离进行假设。

6.6 核算方法

6.6.1 电冰箱碳足迹核算

电冰箱碳足迹为各阶段碳排放量综合，计算公式按照公式（2）计算。

$$CFP = CFP_{Rawmaterial} + CFP_{Produce} + CFP_{Distribution} + CFP_{Use} + CFP_{EOL} \dots\dots (2)$$

式中：

- CFP ——电冰箱全生命周期碳排放总量， $kgCO_2e$ ；
- $CFP_{Rawmaterial}$ ——原材料获取阶段的碳排放总量， $kgCO_2e$ ；
- $CFP_{produce}$ ——生产阶段的碳排放总量， $kgCO_2e$ ；
- $CFP_{Distribution}$ ——产品分销过程中所产生的碳排放量， $kgCO_2e$ ；
- CFP_{Use} ——使用阶段的碳排放总量， $kgCO_2e$ ；
- CFP_{EOL} ——生命末期阶段的碳排放总量， $kgCO_2e$ 。

6.6.2 原材料阶段碳排放计算方法

电冰箱产品碳足迹原料获取阶段的碳排放按照公式（3）计算，包括了材料加工（含开采和加工）和运输两个过程碳排放。

$$CFP_{Rawmaterial} = \sum_i (FC_{RM,i} \times EF_{RM,i}) + \sum_j (D_{RM,i,j} \times FC_{RM,i} \times EF_{RM,j}) \dots\dots\dots (3)$$

式中：

$FC_{RM,i}$ ——原材料获取阶段材料 i 的使用量，kg；

$EF_{RM,i}$ ——材料 i 对应的碳排放因子，kgCO₂e/kg；

$D_{RM,i,j}$ ——材料 i 采用第 j 类运输工具的运输距离，km；

$EF_{RM,j}$ ——第 j 类运输工具运载 1t 货物量运输 1km 的碳排放因子，kgCO₂e/t*km。

6.6.3 制造阶段碳排放计算方法

6.6.3.1 制造过程碳排放核算公式

电冰箱制造过程的碳排放按照公式（4）计算。

$$CEP_{produce} = CFP_{PE} + CFP_{PB} + CFP_{PH} + CFP_{PD} + CFP_{PW} \dots\dots\dots (4)$$

式中：

CFP_{PE} ——制造阶段电力消耗所产生的碳排放总量，kgCO₂e；

CFP_{PB} ——制造阶段燃料燃烧所产生的碳排放总量，kgCO₂e；

CFP_{PH} ——制造阶段热力所产生的碳排放总量，kgCO₂e；

CFP_{PD} ——制造阶段直接温室气体所产生的碳排放总量，kgCO₂e；

CFP_{PW} ——制造阶段废弃物处理碳排放总量，kgCO₂e。

6.6.3.2 制造阶段电力碳排放核算公式

制造阶段电力碳排放量按照公式（5）计算。

$$CFP_{PE} = \sum_i (FC_{E,i} \times EF_{E,i}) \dots\dots\dots (5)$$

式中：

$FC_{E,i}$ ——冰箱制造阶段第 i 种类型电力的消耗量，kWh；

$EF_{E,i}$ ——第 i 种类型电力对应的碳排放因子，kgCO₂e/kWh。

对于不同类型电力的碳排放因子，当内部发电（如光伏）直接使用在产品制造过程中，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；当工厂与发电站之间具有专用输电线路，并且未向第三方出售所消耗的电力，则可使用该电力供应商提供的电力温室气体排放因子；当使用电网电力，应能反映相关地区的电力消耗，不同区域的电网电力碳排放因子有区别。

6.6.3.3 制造阶段化石燃料碳排放核算公式

制造阶段燃料燃烧碳排放量按照公式（6）计算。

$$CFP_{PB} = \sum_i (FC_{B,i} \times NCV_i \times CC_i \times OF_i \times \frac{44}{12}) \times 10^{-3} \dots\dots\dots (6)$$

式中：

$FC_{B,i}$ ——冰箱制造阶段第 i 种化石燃料的消耗量，对于固体或液体燃料，t；对于气体燃料，10⁴Nm³；

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，GJ/t；对于气体燃料，GJ/10⁴Nm³；

CC_i ——第 i 种化石燃料的单位热值含碳量，Tc/GJ；

OF_i ——第 i 种化石燃料的碳氧化率，%。

6.6.3.4 制造阶段购入热力碳排放核算公式

制造阶段购入热力碳排放量按照公式（7）计算。

$$CFP_{PH} = FC_H \times EF_H \dots\dots\dots (7)$$

式中：

FC_H ——冰箱制造阶段购入热力消耗的量，GJ；

EF_H ——热力的碳排放因子，kgCO₂e/GJ。热力碳排放因子可取推荐值 110 kgCO₂e/ GJ。

6.6.3.5 制造阶段直接碳排放核算公式

制造阶段直接碳排放量按照公式（8）计算。

$$CFP_{PD} = n \times GWP \dots\dots\dots (8)$$

式中：

n ——制冷剂的泄漏量，kg；

GWP ——制冷剂对应的全球变暖潜势，kgCO₂e/ kg。

6.6.3.6 制造阶段废弃物处置碳排放核算公式

制造阶段废弃物处置碳排放量按照公式（9）计算。

$$CFP_{PW} = \sum_j (A \times FC_{PW,i,j} \times EF_{PW,j}) + \left[\sum_k (A \times D_{PW,i,k} \times FC_{PW,i} \times EF_{PW,k}) + \sum_i (A \times FC_{PW,i} \times EF_{PW,i}) \right] \dots\dots\dots (9)$$

式中：

$FC_{PW,i,j}$ ——制造阶段在厂内处理排放的废弃物 i 第 j 类资源能源的消耗量，kg 或 kWh 或 m³；

$EF_{PW,j}$ ——制造阶段排放的废弃物 i 在工厂内处理所消耗的第 j 类资源能源对应的碳排放因子，kgCO₂e/kg；

$D_{PW,i,k}$ ——制造阶段排放的废弃物 i 在厂外处理过程中运送至外部处理厂采用第 k 类运输工具的运输距离，km；

$EF_{PW,k}$ ——为第 k 类运输工具运载 1t 货物量运输 1km 的碳排放因子，kgCO₂e/t*km；

$FC_{PW,i}$ ——为制造阶段废弃物 i 的排放量，kg；

$EF_{PW,i}$ ——制造阶段排放的废弃物 i 在工厂外处理相应的处理方式（焚烧、填埋、再利用）对应的碳排放因子，kgCO₂e/kg；

A ——电冰箱单位产品的生产过程中产生的废弃物碳排占全厂生产废弃物碳排放总量的比例。

6.6.4 分销阶段碳排放计算方法

分销阶段的碳排放按照公式（10）计算。

$$CFP_{Distribution} = \sum_i (D_{D,i} \times FC_{D,i} \times EF_{D,i}) \dots\dots\dots (10)$$

式中：

$D_{D,i}$ ——第 i 类运输工具的运输距离，km；

$FC_{D,i}$ ——第 i 类运输工具运货量，t；

$EF_{D,i}$ ——第 i 类运输工具运载 1t 货物量运输 1km 的碳排放因子，kgCO₂e/t*km。

6.6.5 使用阶段碳排放计算方法

使用阶段的碳排放按照公式（11）计算。

$$CFP_{Use} = FC_U \times EF_U \dots\dots\dots (11)$$

式中：

FC_U ——使用过程中电力能源消耗量，kWh；

EF_U 电力能源对应的碳排放因子，kgCO₂e/kWh；

其中， FC_U 按公式（12）计算。

$$FC_U = E_t \times 365 \times RSL \dots\dots\dots (12)$$

式中：

E_t ——电冰箱综合耗电量，kWh；可参考冰箱产品规格书；

RSL ——电冰箱使用寿命数据，y。

6.6.6 生命末期阶段碳排放计算方法

生命末期阶段的碳排放按照公式（13）计算。

$$CFP_{EOL} = \sum_i (FC_{EOL,i} \times EF_{EOL,i}) + \sum_j (D_{EOL,j} \times FC_{EOL,pw} \times EF_{EOL,j}) \dots\dots\dots (13)$$

式中：

$FC_{EOL,i}$ ——生命末期阶段拆解废弃材料 i 的消耗量，kg；

$EF_{EOL,i}$ ——生命末期阶段拆解废弃材料 i 采用相应处理方式（焚烧、填埋、再利用、厂内处理）对应的碳排放因子，kgCO₂e/kg；

$D_{EOL,j}$ ——生命末期阶段电冰箱从消费者处运输至拆解中心采用第 j 类运输工具的运输距离，km；

$FC_{EOL,pw}$ ——运输电冰箱的重量，kg；

$EF_{EOL,j}$ ——第 j 类运输工具运载 1t 电冰箱运输 1km 的碳排放因子，kgCO₂e/t*km。

7 影响评价

应通过释放的温室气体的重量乘以政府间气候变化专门委员会给出的 100 年全球变暖潜势（GWP），来计算产品系统排放的每种温室气体的潜在气候变化影响，单位为每千克排放的千克二氧化碳当量。产品碳足迹为所有温室气体潜在气候变化影响的总和。

若 IPCC 修订了全球变暖潜势值，应采用最新数值。否则应在报告中说明和解释。

可使用 IPCC 提供的其他时间范围的全球变暖潜势，但应单独报告。

8 碳足迹核算结果解释

产品碳足迹核算的生命周期解释应符合 ISO 14067:2018 的要求。根据清单分析和量化结果，识别重要阶段和过程（取舍后，由大到小排列，为产品碳足迹贡献至少 80% 的阶段/过程）。当使用阶段贡献大于 50% 时，应将使用阶段单独披露。

解释还应包括：评价替代使用概况对最终结果的影响、评价不同寿命终止场景对最终结果的影响、产品碳足迹有效期以及出现重大变更（生命周期阶段差异率达到 10% 以上）重新进行计算的情形。

9 碳足迹报告

碳足迹核算报告至少包含以下内容：

——产品名称、规格、型号；

——功能单位；

——系统边界；

——核算时间；

——核算依据；

——生命周期阶段描述和解释，包括所选使用概况和报废场景的描述和解释；

——取舍准则、排除及排除的理由；

——数据收集信息，包括数据源、数据统计期、数据说明；

- 产品碳足迹计算及影响评价；
- 不确定性说明；
- 有效期说明；
- 其他需要说明的情况。

10 碳足迹声明

可按照 GB/T 24025-2009 或 ISO 14026:2017 的规定开展产品碳足迹声明或信息交流，使具有同样功能的产品之间进行比较。

附录 A
(资料性)
生命周期各阶段数据收集表

本文件所涉及的电冰箱产品生命周期各阶段数据收集表见表 A.1-A.6。

表 A.1 产品主要原材料碳排放数据清单示例

原材料或零部件名称	原材料过程				运输过程			
	材料名称	重量 (kg)	排放因子	数据来源	距离 (km)	运输方式	排放因子	数据来源
冷藏室箱体	HIPS							
U 侧板	彩钢板							
压缩机	钢							
	铝							
							
电控板	PP							
	Au							
							
.....								

注 1: 重量填写 1 台冰箱使用该原材料的总量; 零部件填写单个部件使用该材料的总量;
注 2: 运输方式按实际情况填写, 如公路运输、铁路运输、水路运输、航空运输等。

表 A.2 制造阶段碳排放数据清单示例

生产加工类型	主要部件	排放源类型	活动水平数据		排放因子		数据来源
整机组装	整机 (含包装)	电		kWh		kgCO ₂ e/kWh	
		天然气		m ³ /kg		kgCO ₂ e/GJ	
						
钣金	侧板	电		kWh		kgCO ₂ e/kWh	
吸塑	箱体	电		kWh		kgCO ₂ e/kWh	

表 A.3 产品分销阶段碳排放数据清单示例

运输方式	车型类别	运输距离 (km)	运货量 (t)	排放因子 (kgCO ₂ e/t•km)	数据库
公路运输					
铁路运输					
航运					
水运					
其他					

表 A.4 电冰箱产品使用阶段相关信息统计

单位产品使用阶段消耗量（台）	
能效等级	
使用寿命（y）	
综合耗电量（kW·h/24h）	
注：提供产品能效标识。	

表 A.5 产品生命末期阶段（运输过程）碳足迹核算数据清单示例

运输方式	车型类别	运输距离（km）	运货量（t）	排放因子 （kgCO ₂ e/t*km）	数据库
公路运输					
铁路运输					
航运					
水运					
其它					

表 A.6 产品生命末期阶段（处置过程）碳足迹核算数据清单示例

材料属性	材料类别	处理方式	活动水平数据，重 量（kg）	排放因子 （kgCO ₂ e/kg）	数据库
废塑料类	PP				
	EPS				
	ABS				
	HIPS				
	GPPS				
	……				
废金属类	热锌板				
	钢板				
	铜				
	铝				
	铸铁				
	……				
其他废弃材料	纸				
	玻璃				
	橡胶				
	制冷剂				
	发泡剂				
	其他				
注：回收处理方式包括：焚烧、填埋、再使用					

附 录 B
(资料性)
常见温室气体全球变暖潜势 GWP

常见温室气体全球变暖潜势见表 B.1。

表 B.1 常见温室气体全球变暖潜势 GWP

工业名称或通用名称	化学分子式	100 年 GWP (tCO ₂ e/t)
二氧化碳	CO ₂	1
甲烷	CH ₄	27.9
氧化亚氮	N ₂ O	273
丙烷	C ₃ H ₈	0.02
氢氟碳化物		
HFC-125	CHF ₂ CF ₃	3740
HFC-134a	CH ₂ FCF ₃	1530
HFC-152a	CH ₃ CHF ₂	164
HFC-143a	CH ₃ CF ₃	5810
HFC-245fa	CHF ₂ CH ₂ CF ₃	962
全氟化合物		
三氟化氮	NF ₃	17440
注：数据来源于联合国政府间气候变化专门委员会（IPCC）第六次评估报告（AR6）。		

附录 C
(资料性)
材料碳排放因子推荐值

常见冰箱材料碳排放因子推荐值见表 C.1。

表 C.1 常见冰箱材料碳排放因子推荐值

材料名称	推荐值	单位
PP	1.63	kgCO ₂ e/kg
HIPS	3.73	kgCO ₂ e/kg
GPPS	3.75	kgCO ₂ e/kg
ABS	2.95	kgCO ₂ e/kg
EPS	2.952	kgCO ₂ e/kg
PE	2.53	kgCO ₂ e/kg
LDPE	1.97	kgCO ₂ e/kg
HDPE	1.79	kgCO ₂ e/kg
PET	2.66	kgCO ₂ e/kg
POM	3.24	kgCO ₂ e/kg
PVC	2.55	kgCO ₂ e/kg
铝	7.95	kgCO ₂ e/kg
铝合金	16.6	kgCO ₂ e/kg
铝箔	9.05	kgCO ₂ e/kg
铜	5.8	kgCO ₂ e/kg
碳钢	2.58	kgCO ₂ e/kg
彩钢	2.32	kgCO ₂ e/kg
冷轧钢	2.58	kgCO ₂ e/kg
铸铁	2.29	kgCO ₂ e/kg
玻璃	1.09	kgCO ₂ e/kg
瓦楞纸	0.263	kgCO ₂ e/kg

参 考 文 献

- [1] ISO/TS 14027 Environmental labels and declarations - Development of product category rules
 - [2] ISO 14067-1: 2018 Greenhouse gas carbon footprint of products - Requirements and guidelines
 - [3] GB/T 24044-2008 环境管理 生命周期评价 要求与指南
-