

# 团 体 标 准

T/DZJN \*\*—\*\*\*\*

## 温室气体 产品碳足迹 量化方法与要求 洗衣机

Green house gases

Product carbon footprint Quantitative methods and requirements

Washing machine

(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

发布 .....	I
前 言 .....	II
引 言 .....	III
1 范围 .....	4
2 规范性引用文件 .....	4
3 术语和定义 .....	4
4 缩略语 .....	6
5 量化目的 .....	6
6 量化范围 .....	6
7 清单分析 .....	8
8 影响评价 .....	13
附 录 A（资料性）产品碳足迹量化数据收集表 .....	17
附 录 B（资料性）全球变暖潜势值 .....	21
附录 C（资料性）材料碳排放因子推荐值 .....	22
参 考 文 献 .....	23

## 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。

本文件由无锡小天鹅电器有限公司、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：无锡小天鹅电器有限公司、湖北美的洗衣机有限公司、中国电子节能技术协会智能电器专业委员会。

本文件主要起草人：王彦静，张茗发，张栋葛。

## 引 言

气候变化已成为全球关注的热点话题，绿色低碳产业成为大国竞争的新领域新赛道。我国家电行业市场占有量及出口量均具备全球竞争力，绿色低碳转型是家电行业高质量发展的必经之路，开展家电产品碳足迹核算刻不容缓。国际上已经出台了针对产品碳足迹量化的基础通用方法的标准和技术文件如 ISO 14067，国内也发布了对应的国标，GB/T 24067-2024。不同品类产品核算过程存在差异，建立和完善洗衣机产品碳足迹核算方法规则和标准体系等工作具有重要意义。

本文件准规定了洗衣机碳足迹的量化范围、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，可制定洗衣机产品碳标签，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。

本文件的实施，有助于提高我国洗衣机产品碳足迹管理水平，促进洗衣机行业绿色低碳转型，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 洗衣机

## 1 范围

本文件规定了洗衣机碳足迹的量化方法与要求、量化范围，碳足迹报告等内容。

本文件适用于单相器具额定电压不超过 250V，在家庭、商店、学校等场所由非专业人员使用的洗衣机。带有干衣功能的洗衣干衣一体机可参考使用。

## 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 4288-2018 家用和类似用途电动洗衣机
- GB 12021.4-2013 电动洗衣机能效水效限定值及等级
- GB/T 24001-2016 环境管理体系 要求及使用指南
- GB/T 24025-2009 环境标志和声明 III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
- 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

规范性引用文件中界定的术语和定义除下述内容外均适用于本文件。

### 3.1

**电动洗衣机** electric washing machine

使用电能驱动，依靠机械作用洗涤衣物的器具。

[来源：GB/T 4288-2018 3.1]

### 3.2

**基本流** elementary flow

在给定的产品系统中，为实现功能单位功能所需过程的输入或输出量。

[来源：GB/T 24044-2008, 3.29, 有修改]

### 3.3

**产品流** product flow

产品从其他产品系统进入到本产品系统或离开本产品系统而进入其他产品系统。

[来源：GB/T 24044-2008, 3.27]

### 3.4

**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]

### 3.5

**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 24044-2008, 3.34]

## 3.6

**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 24044-2008，3.1]

## 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，并基于气候变化这单一影响环境影响类型进行生命周期评价。

[来源：GB/T 24067-2024，3.1.1]

## 3.8

**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]

## 3.9

**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 24067-2024，3.3.8]

## 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 24040-2008，3.32]

## 3.11

**初始数据 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。

注 1：初始数据并非必须来自所评价的产品系统，因为初始数据可能涉及其他与所评价的产品系统具有可比性的产品系统。

注 2：初始数据可以包含温室气体排放因子和/或温室气体活动数据。

[来源：GB/T 24067-2024，3.6.1]

## 3.12

**次级数据 secondary data**

不符合初始数据要求的数据。

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 24067-2024，3.6.2]

## 3.13

**二氧化碳当量 carbon dioxide equivalent**

CO<sub>2</sub>e

将单位质量的某种温室气体在给定时间段内对地球温室效应的影响与等量二氧化碳对地球温室效应影响相关联的系数。

[来源：GB/T 32150-2015，3.16]

## 3.14

**温室气体 greenhouse gas**

GHG

大气层中自然存在的或由人类活动产生的，能够吸收和散发由地球表面、大气层和云层所产生且波长在红外光谱内的辐射的气态成分。

注：一般包括二氧化碳（CO<sub>2</sub>）、甲烷（CH<sub>4</sub>）、氧化亚氮（N<sub>2</sub>O）、氢氟碳化物（HFCs）、全氟碳化物（PFCs）、六氟化硫（SF<sub>6</sub>）和三氟化氮（NF<sub>3</sub>）。

## 4 缩略语

下列缩略语适用于本文件。

CFP：产品碳足迹（Carbon footprint of a product）

GHG：温室气体（Greenhouse gas）

GWP：全球变暖潜势（Global warming potential）

## 5 量化目的

开展洗衣机产品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，计算洗衣机产品对全球变暖的潜在贡献[以二氧化碳当量（CO<sub>2</sub>e）表示]。

在确定洗衣机产品碳足迹研究目的时，应明确说明以下问题：

- 应用意图，如了解洗衣机碳足迹信息用于研发、技术降碳或管理决策；
- 开展洗衣机碳足迹研究的理由，如向客户提供洗衣机碳足迹信息；
- 目标受众，如产品声明或向公众发布；
- 预期信息交流，如洗衣机产品间的碳排放的对比等。

## 6 量化范围

### 6.1 功能单位或声明单位

如果企业仅核算洗衣机产品生命周期的碳排放情况，可采用声明单位，如1台（套）洗衣机产品。

如果洗衣机碳足迹结果用于产品系统之间比较时，则应以相同的功能单元为基础，即将1台洗衣机产品碳足迹结果进一步量化为每千克洗衣机洗涤容量的碳足迹结果，功能单位可为使用寿命内单位洗涤容量（和烘干容量）的洗衣机产品。

### 6.2 系统边界

洗衣机产品碳足迹评价的系统边界一般包括产品生命周期的所有阶段（“从摇篮到坟墓”），包括原材料获取阶段、产品制造阶段、分销阶段、安装与使用阶段、生命周期末期阶段，企业也可根据实际需求选择部分阶段进行碳排放评估（如“从摇篮到大门”）如图1所示。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、餐饮；对设备、机器、厂房的制造安装和维护等。

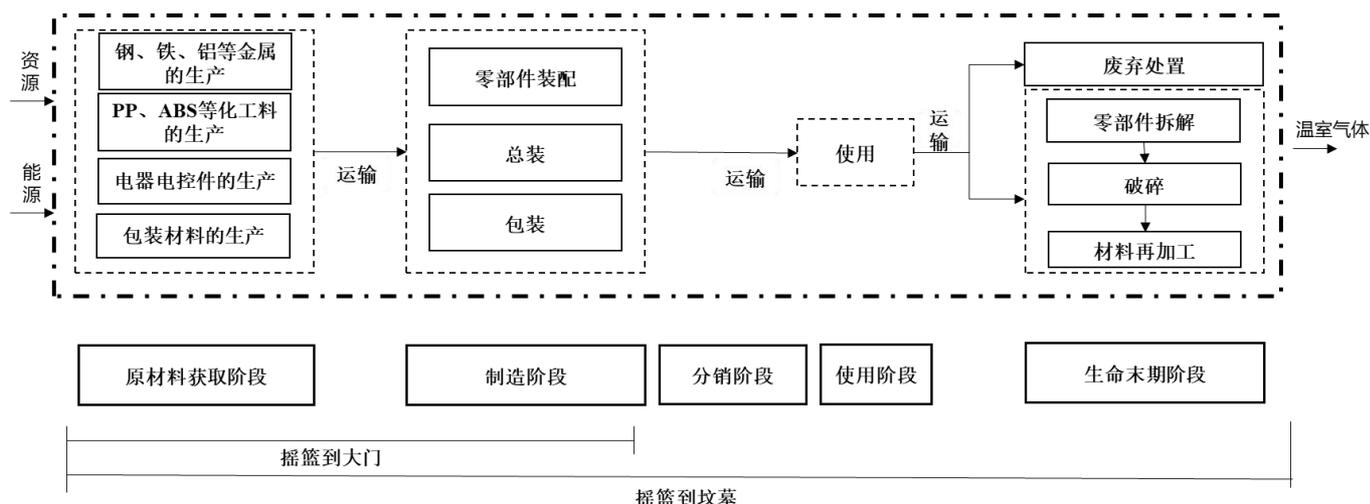


图 1 洗衣机产品系统边界图

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。

制造阶段是从洗衣机原材料或零部件到达生产场所开始，到洗衣机离开生产场所时止，包括洗衣机及其关键零部件的加工制造及洗衣机组装、包装等过程。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。

分销阶段是从洗衣机离开生产场所开始到分销中心的运输，可行时，包括分销中心到消费者的运输。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：

- 洗衣机在用户和回收站之间流转运输的资源、能源消耗；
- 洗衣机拆解过程的资源、能源消耗。

### 6.3 核算原则

#### 6.3.1 相关性原则

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

#### 6.3.2 完整性原则

所有对所研究的洗衣机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。

#### 6.3.3 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。

#### 6.3.4 准确性原则

对洗衣机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。

#### 6.3.5 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。

### 6.3.6 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。

## 7 清单分析

### 7.1 数据和数据质量

在开展洗衣机碳足迹研究的企业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。对于最重要的单元过程，即使没有财务或运营控制权，也宜使用现场数据。

注 1：最重要的单元过程是那些对洗衣机碳足迹贡献度不低于 80% 的单元过程。

注 2：现场数据是指 GHG 直接排放量（通过直接监测、化学计量、质量平衡或类似方法确定）、活动数据（导致 GHG 排放或清除的过程的输入和输出）或排放因子。可从一个特定的地点收集现场数据，也可选取该研究的系统内所有地点现场数据的平均值。只要其结果是针对产品生命周期中的单元过程，即可对其进行测量或建模。

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，或对于重要性较低的过程，次级数据才能用于输入和输出。

注 3：在某些情况下，作为次级数据的默认排放因子不是基于生命周期的排放因子，可能需要进行调整或修改。

应记录和证明次级数据的适用性，并注明参考文件。

洗衣机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洗衣机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。

### 7.2 数据时间边界

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。

### 7.3 数据分配

### 7.3.1 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。

### 7.3.2 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进行分配。

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。

### 7.3.3 回收数据分配程序

7.3.1 和 7.3.2 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。

## 7.4 数据取舍原则

洗衣机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) 向大气中的温室气体排放。

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。

## 7.5 数据收集

### 7.5.1 原材料获取阶段

洗衣机产品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洗衣机产品生产场所时止，包括原材料、包装材料、外购零部件的生产和运输等过程。洗衣机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。产品中使用的原材料包括原料、辅料、包装材料，按材料类别主要有金属类（铜、铝、钢、铸铁等）、塑胶类（PP、ABS、EPDM、PVC等）、其他类（混凝土、玻璃、制冷剂、润滑剂等），还涉及外购零部件如三脚架、皮带轮以及电机、电脑板等电器电控件。

原材料获取阶段温室气体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（如产品所用材质及重量数据等），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各原料对应的碳排放因子等），同时说明数据来源。其中：活动水平数据（即：材料重量）可依据产品的材料清单（BOM）或供应链提供，其对应的排放因子数据（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。

### 7.5.2 产品制造阶段

制造阶段是从洗衣机产品所需原材料或零部件到达洗衣机产品生产场所开始，到洗衣机产品离开生产场所时止，包括关键零部件的加工制造、零部件组装、整机总装、整机包装等过程。需要收集产品加工过程输入和输出数据，包括但不限于：资源、能源消耗（电能、热能、燃料）、废弃物、污染物排放等数据。

### 7.5.3 产品分销阶段

分销阶段是从洗衣机产品离开生产场所开始，到抵达消费者时止，包括生产场所到分销中心、分销中心到消费者的运输等过程。一个产品在分销阶段可能发生多段式运输等过程。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。

### 7.5.4 产品使用阶段

洗衣机产品使用阶段是从消费者取得产品开始，到产品被消费者废弃时止，包括产品安装、维修及使用过程。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）。

### 7.5.5 寿命终止阶段

寿命终止阶段包括产品废弃洗衣机从用户到处置中心运输和处置的过程。寿命终止阶段的碳排放核算基于终端消费者对洗衣机产品最终处置的假设，在系统时间边界范围内对于不同产品在不同国家区域的政策和习惯来制定相应的处理方式。应充分考虑使用阶段结束后完全回收情况下的处理过程碳排放。寿命终止阶段温室气体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（如：废弃洗衣机拆解后各材料、部件的重量）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。

## 7.6 核算方法

### 7.6.1 原材料获取阶段

洗衣机产品原料获取阶段的碳排放计算可按照公式（1），包括了材料加工（含开采和加工）和运输两个过程碳排放。

$$CFP_M = \sum_i (FC_{M,i} \times EF_{M,i}) + \sum_j (D_{M,i,j} \times FC_{M,i} \times EF_{M,j}) \dots\dots\dots (1)$$

式中：

$CFP_{Raw\ material}$  ——为原料获取阶段的碳排放总量（原料加工与运输），kg；

$FC_{RM,i}$  ——原料获取阶段材料 i 的消耗量，kg；

$EF_{RM,i}$  ——材料 i 对应的碳排放因子，kgCO<sub>2</sub>e/kg；

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

$EF_{RM,j}$  ——为第 j 类运输工具运载 1t 货物量运输 1km 的碳排放因子，kgCO<sub>2</sub>e/t\*km。

### 7.6.2 制造阶段

洗衣机生产过程碳排放按公式（2）进行核算：

$$CFP_{Produce} = CFP_{PE} + CFP_{PW} \dots\dots (2)$$

式中：

$CFP_{Produce}$  ——生产阶段的碳排放总量，kgCO<sub>2</sub>e；

$CFP_{PE}$  ——生产阶段资源或能源（如电力、天然气）消耗所产生的碳排放总量 kgCO<sub>2</sub>e；

$CFP_{PW}$  ——生产阶段废弃物处理碳排放总量，kgCO<sub>2</sub>e。

#### 7.6.2.1 资源能源消耗碳排

生产阶段的一个核算周期的碳排放量按公式（3）进行计算：

$$CFP_{PE} = \sum_i (A \times FC_{PE,i} \times EF_{PE,i}) \dots\dots\dots (3)$$

式中：

$FC_{PE,i}$  ——生产车间（或产线或设备）一个核算周期的第 i 类能源或资源的消耗量，kg 或 m<sup>3</sup> 或 kWh；

$EF_{PE,i}$  ——生产车间（或产线或设备）一个核算周期的第 i 类能源或资源的消耗量（如电力、天然气）对应的碳排放因子，kgCO<sub>2</sub>e/kg 或 m<sup>3</sup> 或 kWh；

A 评价对象单位产品的生产过程中碳排占生产车间（或产线或设备）碳排放的比例。

#### 7.6.2.2 废弃物处置碳排放

生产阶段废弃物碳排放核算方法按公式（4）进行。

$$CFP_{PW} = \sum_j (A \times FC_{PW,i,j} \times EF_{PW,j}) + [\sum_k (A \times D_{PW,i,k} \times FC_{PW,i} \times EF_{PW,k}) + \sum_i (A \times FC_{PW,i} \times EF_{PW,i})] \dots\dots\dots (4)$$

式中：

$CFP_{PW}$  ——为生产阶段所排放的废弃物处置的碳排放总量（含生产废弃物的厂内处理与厂外处理过程），kgCO<sub>2</sub>e；

$FC_{PW,i,j}$  ——生产阶段在厂内处理排放的废弃物 i 所需第 j 类资源能源的消耗量，kg 或 kWh 或 m<sup>3</sup>；

$EF_{PW,j}$  ——生产阶段排放的废弃物 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，kgCO<sub>2</sub>e/kg；

$D_{PM,i,k}$  ——为生产阶段排放的废弃物 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；（如没有进行委外处理，该段运输碳排可忽略）

$EF_{PW,k}$  ——为第 k 类运输工具运载 1t 货物量运输 1km 的碳排放因子，kgCO<sub>2</sub>e/t\*km；

$FC_{PW,i}$ ——为生产阶段废弃物  $i$  的排放量, kg;

$EF_{PW,i}$ ——生产阶段排放的废弃物  $i$  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,  $\text{kgCO}_2\text{e/kg}$ ;

$A$ ——为评价对象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。

### 7.6.3 分销阶段

洗衣机产品分销阶段的碳排放按照公式(5)计算:

$$CFP_D = \sum_i (D_{D,i} \times FC_{D,i} \times EF_{D,i}) \dots\dots\dots (5)$$

式中:

$CFP_{Distribution}$ ——为洗衣机产品分销过程中所产生的碳排放量,  $\text{kgCO}_2\text{e}$ ;

$FC_{D,i}$ ——为第  $i$  类运输工具运货量, t;

$D_{D,i}$ ——为第  $i$  类运输工具的运输距离, km;

$EF_{D,i}$ ——为第  $i$  类运输工具运载 1t 货物量运输 1km 的碳排放因子,  $\text{kgCO}_2\text{e/t*km}$ 。

### 7.6.4 使用阶段

洗衣机产品使用与维修阶段的碳排放计算公式可以按照公式(6)计算:

$$CFP_U = (FC_{U,电} \times EF_{U,电} + FC_{U,水} \times EF_{U,水}) \times A \times N \dots\dots\dots (6)$$

式中:

$CFP_U$ ——为使用阶段的碳排放总量,  $\text{kgCO}_2\text{e}$ ;

$FC_{U,电}$ ——为使用阶段工作周期电力消耗量, kWh;

$EF_{U,电}$ ——为电力对应的碳排放因子,  $\text{kgCO}_2\text{e/kWh}$ ;

$FC_{U,水}$ ——为使用阶段工作周期自来水消耗量, kg;

$EF_{U,水}$ ——为水对应的碳排放因子,  $\text{kgCO}_2\text{e/kg}$ ;

$A$ ——为洗衣机使用寿命;

$N$ ——为年度使用次数。

### 7.6.5 寿命终止阶段

洗衣机产品寿命终止阶段的碳排放按公式(7)进行计算:

$$CFP_E = \sum_i (FC_{EOL,i} \times EF_{EOL,i}) + (D_{EOL,j} \times FC_{EOL,pw} \times EF_{EOL,j}) \dots\dots\dots (7)$$

式中:

$CFP_{EOL}$ ——为洗衣机产品寿命终止阶段的碳排放总量(作为提供回收材料的产品系统的一部分),  $\text{kgCO}_2\text{e}$ ;

$FC_{EOL,i}$ ——为洗衣机产品寿命终止阶段拆解废弃材料  $i$  的消耗量, kg;

$EF_{EOL,i}$ ——为洗衣机产品寿命终止阶段拆解废弃材料  $i$  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,  $\text{kgCO}_2\text{e/kg}$

$D_{EOL,j}$ ——为洗衣机产品寿命终止阶段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;

$FC_{EOL,pw}$ ——为废弃洗衣机产品的重量, kg;

$EF_{EOL,j}$ ——为第  $j$  类运输工具运载 1t 货物量运输 1km 的碳排放因子,  $\text{kgCO}_2\text{e/t*km}$ 。

### 7.6.6 洗衣机产品碳足迹

以 1 台或 1 套作为功能单位时, 产品碳足迹按照公式(8)计算:

$$GHG_{total} = GHG_m + GHG_p + GHG_t + GHG_u + GHG_e \dots\dots\dots (8)$$

式中:

$GHG_{total}$ ——产品碳足迹或部分产品碳足迹，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（ $kgCO_2e$ ）；  
 $GHG_t$ ——分销阶段产生的温室气体排放量，单位为千克二氧化碳当量（ $kgCO_2e$ ）；  
 $GHG_u$ ——使用阶段产生的温室气体排放量，单位为千克二氧化碳当量（ $kgCO_2e$ ）；  
 $GHG_e$ ——产品生命末期阶段产生的温室气体排放量，单位为千克二氧化碳当量（ $kgCO_2e$ ）。  
 当 $GHG_{total}$ 为部分产品碳足迹时，仅计算评价范围内的生命周期阶段的温室气体排放量。  
 以每千克洗衣机洗涤容量作为功能单位时，产品碳足迹按照公式（9）计算：

$$GHG_f = \frac{GHG_{total}}{M_c} \dots\dots\dots (9)$$

式中：

$GHG_f$ ——每千克洗涤容量的产品碳足迹，单位为千克二氧化碳当量每千克（ $kgCO_2e/kg$ ）；  
 $M_c$ ——洗衣机额定洗涤容量，单位为千克（ $kg$ ）。

以每千克洗衣机洗涤和烘干容量作为功能单位时，产品碳足迹按照公式（10）计算：

$$GHG_f = \frac{GHG_{total}}{M_c + M_d} \dots\dots\dots (10)$$

式中：

$GHG_f$ ——每千克洗衣机洗涤和烘干容量的产品碳足迹，单位为千克二氧化碳当量每千克（ $kgCO_2e/kg$ ）；

$M_c$ ——洗衣机额定洗涤容量，单位为千克（ $kg$ ）；

$M_d$ ——洗衣机额定烘干容量，单位为千克（ $kg$ ）。

## 8 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。

## 9 碳足迹核算结果解释

洗衣机产品碳足迹研究的生命周期解释应包括以下步骤：

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

应按照洗衣机碳足迹评价的目的和范围，对清单分析或影响评价的量化结果进行解释，包括但不限于：

- 对产品碳足迹和各阶段碳足迹的说明；
- 对不确定性分析，包括取舍准则的应用或范围；
- 详细记录选定的分配程序；
- 描述空间系统的划分方法及空间格网粒度（如适用）；
- 说明产品碳足迹研究的局限性。

除此以外，解释内容宜包括：

——对重要输入、输出和方法学选择（包括分配程序）进行的敏感性检查，以理解结果的敏感性和不确定性；

——替代使用情景对最终结果的影响评价；

——不同生命末期阶段情景对最终结果的影响评价；

——对建议的结果的影响评价；

——空间系统的划分和空间格网分辨率选择对结果的影响评价（如适用）。

## 10 产品碳足迹报告

### 10.1 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。

### 10.2 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或部分产品碳足迹的量化结果，单位为每个功能或声明单元的二氧化碳当量。

应在产品碳足迹研究报告中单独记录以下温室气体数值：

——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；

——化石温室气体排放量和清除量；

——生物成因温室气体排放量和清除量；

——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（GWP100）计算得出的产品碳足迹。

### 10.3 产品碳足迹研究报告所需信息

洗衣机产品碳足迹核算报告至少包含以下内容：

#### 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) 功能单位或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;
  - 5) 对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;
    - 功能单位相同;
    - 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(例如由于土地利用变化或用电)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

## 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), 可进行碳足迹声明。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) 功能或声明单位;
- f) 包含的生命周期阶段及取舍项;
- g) 使用的背景数据情况;

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)  
产品碳足迹量化数据收集表

### A.1 概述

本附录以滚筒洗衣机为例，对滚筒洗衣机原材料获取阶段、产品制造阶段、产品运输阶段、产品使用阶段、废弃处置阶段数据收集清单进行展示，该数据收集清单仅作为示例说明，在实际产品生命周期评价过程中所使用的数据可以多于或少于本附录展示的内容。

### A.2 数据收集清单展示

#### A.2.1 原材料获取阶段

洗衣机的原材料获取阶段数据收集清单见表 A.1。

表 A.1 原材料获取阶段数据收集清单

材料类别	材料名称	重量 kg	重量比例 (%)	供货比例	运输方式	运输距离 km	供方提供碳排数据
高分子类	PP						
	PA66						
	ABS						
	PP-GF30						
	EPDM						
	PPT630						
	PET						
	EPS						
	环氧树脂						
	POM						
	丁腈橡胶						
… …							
金属类	铝合金						
	冷轧碳钢薄板						
	热镀锌钢板						
	弹簧钢						
	锌合金						
	不锈钢 304						
	铸铁						
	高猛低碳渗透钢						
… …							
减震器	PP						
	碳素钢						
	PU						
	POM						
… …							

表 A.1 原材料获取阶段数据收集清单（续）

材料类别	材料名称	重量 kg	重量比例 (%)	供货比例	运输方式	运输距离 km	供方提供碳排数据
欧标电源线	PVC						
	铜丝						
	... ..						
导线组件	PVC						
	PP						
	铜						
	... ..						
其它							

## A.2.2 产品制造阶段

电动洗衣机制造阶段数据收集清单详见表 A.2 和 A.3。

表 A.2 产品制造阶段资源、能源数据收集清单示例

生产加工类型	主要部件	排放源类型	消耗量
整机组装	整机组装 (含包装)	电	kWh
		... ..	
钣金	箱体	电	kWh
		天然气	m <sup>3</sup>
	前封门	电	kWh
	内筒	电	kWh
注塑	前桶	电	kWh
	后桶	电	kWh
	.....		
组装	整机	电	
厂内运输		电/柴油	
其它			

表 A.3 洗衣机产品制造阶段废弃物数据收集清单

废弃物类型	废弃物名称	废弃物处理方式	重量	运输距离	运输方式
废气	非甲烷总烃			/	/
	VOCs			/	/
	... ..			/	/
废水	废水				
固废/危废	废切削液				
	表面处理废液				
	污泥				
	废包装材料				
	废活性炭				

注：针对委外处理的废弃物需提供废弃物到委外工厂的运输方式和运输距离。

### A.2.3 产品分销阶段

洗衣机产品分销阶段数据收集清单如表 A.4 所示。

表 A.4 洗衣机产品分销阶段数据收集清单

销售目的地	分销量	运输方式	运输距离	产品毛重
		公路运输		
		铁路运输		
		航空运输		
		水路运输		
		其它		
注：运输到销售地点如果采用多式联运，应根据实际情况分段统计数据				

### A.2.4 产品使用阶段

洗衣机产品使用阶段是从消费者取得产品开始，到产品被消费者废弃时止，包括产品安装、维修及使用过程。洗衣机产品使用阶段所收集的数据信息如表 5 所示。

表 A.5 洗衣机产品使用阶段相关信息统计

单位产品使用阶段消耗量（套/个/台）	
年使用次数	
使用年限（n）	
单位功效耗电量（kW·h）/（cycle·kg）	
单位功效用水量 L/（cycle·kg）	
工作周期耗电量（kW·h）/cycle	
工作周期用水量 L/（cycle）	
额定洗涤容量（kg）	
注：提供产品能效标识。	

### A.2.5 寿命终止阶段

洗衣机产品寿命终止阶段包括了整机的运输过程和处置场所的处置过程，所收集的数据清单分别如表 A.6 和表 A.7 所示。

表 A.6 整机运输数据收集清单

运输方式	运输距离 km	产品重量
公路运输		
铁路运输		
航空运输		
水路运输		
其它		

表 A.7 废弃洗衣机处置过程数据收集清单

类别	材质名称	处置方式	活动数据/kg
废塑料	ABS		
	PP		
	PA66		
	… …		
废金属	热镀锌板		
	钢		
	铝合金		
	… …		
电子废弃物	电脑板		
	显示板		
	… …		
其它废弃物	瓦楞纸		
	… …		

附 录 B  
(资料性)  
全球变暖潜势值

本文件所涉及的温室气体全球变暖潜势值（GWP）参见表 B.1

表 B.1 洗衣机相关温室气体全球变暖潜势值（GWP）

工业名称或通用名称	化学分子式或组成成分	GWP100 (tCO <sub>2</sub> e/t)
二氧化碳	CO <sub>2</sub>	1
甲烷	CH <sub>4</sub>	27.9
氧化亚氮	N <sub>2</sub> O	273
三氟化氮	NF <sub>3</sub>	17440
六氟化硫	SF <sub>6</sub>	24300
HFC-125	CHF <sub>2</sub> CF <sub>3</sub>	3740
HFC-134a	CH <sub>2</sub> FCF <sub>3</sub>	1530
HFC-152a	CH <sub>3</sub> CHF <sub>2</sub>	164
HFC-143a	CH <sub>3</sub> CF <sub>3</sub>	5810
HFC-245fa	CHF <sub>2</sub> CH <sub>2</sub> CF <sub>3</sub>	962
PFC-14	CF <sub>4</sub>	7380
PFC-116	C <sub>2</sub> F <sub>6</sub>	12400
PFC-218	C <sub>3</sub> F <sub>8</sub>	9290
PFC-C-318 (PFC-318)	cyc (-CF <sub>2</sub> CF <sub>2</sub> CF <sub>2</sub> CF <sub>2</sub> -)	10200
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 <sub>2</sub> e/kg
ABS	2.95	kgCO <sub>2</sub> e/kg
EPS	2.952	kgCO <sub>2</sub> e/kg
PE	2.53	kgCO <sub>2</sub> e/kg
LDPE	1.97	kgCO <sub>2</sub> e/kg
HDPE	1.79	kgCO <sub>2</sub> e/kg
PET	2.66	kgCO <sub>2</sub> e/kg
POM	3.24	kgCO <sub>2</sub> e/kg
PVC	2.55	kgCO <sub>2</sub> e/kg
铝	7.95	kgCO <sub>2</sub> e/kg
铝合金	16.6	kgCO <sub>2</sub> e/kg
铝箔	9.05	kgCO <sub>2</sub> e/kg
铜	5.8	kgCO <sub>2</sub> e/kg
碳钢	2.58	kgCO <sub>2</sub> e/kg
彩钢	2.32	kgCO <sub>2</sub> e/kg
冷轧钢	2.58	kgCO <sub>2</sub> e/kg
铸铁	2.29	kgCO <sub>2</sub> e/kg
玻璃	1.09	kgCO <sub>2</sub> e/kg
瓦楞纸	0.263	kgCO <sub>2</sub> e/kg

## 参 考 文 献

- [1] GB/T 24044-2008 环境管理 生命周期评价 要求与指南
- [2] ISO/TS 14027 环境标签和声明 产品类别规则的制定
- [3] ISO 14067 Greenhouse gases — Carbon footprint of products — Requirements and guidelines for quantification