

团 体 标 准

T/CMES XXXX—2025

温室气体 产品碳足迹量化方法与要求 电力变压器

Greenhouse gas—Quantification requirement and method
of product carbon footprint—Power transformer
(征求意见稿)

XXXX-XX-XX 发布

XXXX-XX-XX 实施

中国机械工程学会 发布

中国机械工程学会标准征求意见稿

中国机械工程学会（英文简称 CMES）是具备开展国内、国际标准化活动资质的全国性社会团体。制定中国机械工程学会团体标准，以满足企业需要和市场需求，推动机械工业创新发展，是中国机械工程学会团体标准的工作内容之一。中国境内的团体和个人，均可提出制、修订中国机械工程学会团体标准的建议并参与有关工作。

中国机械工程学会团体标准按《中国机械工程学会标准化管理办法》进行制定和管理。

中国机械工程学会团体标准草案经向社会公开征求意见，并得到参加审定会议的 3/4 以上的专家、成员的投票赞同，方可作为中国机械工程学会团体标准予以发布。

在本标准实施过程中，如发现需要修改或补充之处，请将意见和有关资料寄给中国机械工程学会，以便修订时参考。

本标准版权为中国机械工程学会所有。除了用于国家法律或事先得到中国机械工程学会正式许可外，不许以任何形式复制、传播该标准或用于其他商业目的。

中国机械工程学会地址：北京市海淀区首体南路 9 号主语国际 4 座 11 层

邮政编码：100048 电话：010-68799027 传真：010-68799050

网址：www.cmes.org 联系人：袁俊瑞 电子信箱：yuanjr@cmes.org

目次

前言..... III

引言..... IV

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..... 4

6 清单分析..... 6

7 影响评价..... 9

8 结果解释..... 9

9 产品碳足迹报告..... 10

10 产品碳足迹声明..... 10

中国机械工程学会标准征求意见稿

前 言

本文件按照 GB/T1.1—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。

本文件由国信认证无锡有限公司提出。

本文件由中国机械工程学会归口。

本文件起草单位：。

本文件主要起草人：。

中国机械工程学会标准征求意见稿

引 言

本文件基于 GB/T 24067 中确定的原则、要求和指南，旨在为电力变压器产品碳足迹量化设置具体要求。

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

本文件提供量化的产品碳足迹信息，使具有同样功能的电力变压器产品之间可以进行比较，一方面可以为购买方提供可靠和可比的碳足迹信息，另一方面也为生产者持续改进产品的碳足迹绩效提供数据支持。提出产品碳足迹声明的组织宜确保数据得到第三方的独立验证，以增加报告的准确性和可信度。

中国机械工程学标准征

温室气体 产品碳足迹量化方法与要求

电力变压器

1 范围

本文件规定了电力变压器产品碳足迹量化的量化目的、量化范围、清单分析、影响评价、结果解释、产品碳足迹报告及产品碳足迹声明。

本文件适用于电力变压器产品的碳足迹量化，包括液浸式变压器和干式变压器。

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 17167 用能单位能源计量器具配备和管理通则
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 温室气体 产品碳足迹 量化要求和指南
GB/T 32150 工业企业温室气体排放核算和报告通则
GB 1094.1 电力变压器 第1部分：总则

3 术语和定义

GB/T 24025、GB/T 24040、GB/T 24044、GB/T 24067、GB/T 32150 界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

电力变压器 power transformer

具有两个或两个以上绕组的静止设备，为了传输电能，在同一频率下，通过电磁感应将一个系统的交流电压和电流转换为另一个系统的交流电压和电流，通常这些电流和电压的值是不同的。

[来源：GB 1094.1-2013，3.1.1]

3.2

液浸式变压器 liquid-immersed type transformer

铁心和绕组都浸入液体中的变压器。

[来源：GB 1094.1-2013，3.1.4]

3.3

干式变压器 dry-type transformer

铁心和绕组都不浸入绝缘液体中的变压器

[来源：GB 1094.1-2013，3.1.5]

3.4

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、波长在红外光谱内的辐射的气态成分。

[来源：GB/T 32150—2015，3.1，有修改]

3.5

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：产品碳足迹可以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。

3.6

生命周期 life cycle

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

[来源：GB/T 24040—2008，3.1]

3.7

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.有修改]

3.8

活动数据 activity data; AD

导致温室气体排放的生产或消费活动量的表征值。

[来源：GB/T 32150—2015，3.12，有修改]

3.9

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与所研究的产品系统不同但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，有修改]

3.10

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算获得的数据。

[来源：GB/T 24067—2024，3.6.3]

3.11

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作出的规定。

[来源：GB/T 24044—2008，3.18]

3.12

全球变暖趋势 global warming potential; GWP

将单位质量的某种温室气体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 32150-2015，3.15，有修改]

3.13

温室气体清除量 greenhouse gas removal GHG removal

在特定时段内从大气中清除的温室气体总量（以质量单位计算）。

3.14

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]

3.15

分配 allocation

将过程或产品系统中的输入和输出流划分到所研究的产品系统以及一个或更多的其他产品系统中。

[来源：GB/T 24040—2008，3.17]

4 量化目的

开展电力变压器产品碳足迹量化的总体目的是结合取舍准则，通过量化电力变压器产品系统边界内所有显著的温室气体排放量和清除量，计算生产 1kVA 容量的电力变压器产品对全球变暖的潜在贡献[以二氧化碳当量（CO₂e）表示]。

4.1 应用意图

包括独立研究、比较研究和长期绩效追踪，如开展电力变压器产品碳足迹量化及报告工作，计算产品对全球变暖的潜在贡献[以二氧化碳当量（CO₂e）表示]，披露产品碳足迹信息；明确生命周期各阶段或单元过程对产品碳足迹的重要程度；为产品研发、技术改造、优化产品碳足迹和推动行业

发展提供评价方法及方向。

4.2 开展该项研究的理由

应包括但不限于推动电力变压器及其生产制造过程低碳化。

4.3 目标受众（即研究结果的接收者）

通过量化电力变压器产品生命周期阶段的所有显著的温室气体排放量和清除量（以二氧化碳当量表示），客观分析电力变压器产品对气候变化的潜在影响，以及在不同阶段、不同过程对产品碳足迹的贡献比例。

- a) 评价产品对气候变化的潜在影响；
- b) 用于生产者与上下游供应链或消费者之间的温室气体排放信息沟通；
- c) 用于生产者降低产品碳足迹的设计与改进。

5 量化范围

5.1 声明单位

产品碳足迹研究应明确规定功能单位或声明单位。功能单位或声明单位应与产品碳足迹研究的目的和范围保持一致。本文件涉及的电力变压器产品以声明单位表示，产品碳足迹及其声明单位相关信息要求见表 1。

表1 产品部分碳足迹及其声明单位相关信息表

量化类型	产品部分碳足迹
产品名称/属名	
生产厂家	
品牌	
类别	☐ 干式 ☐ 液浸式
容量	
规格、型号	
声明单位	1kVA 容量的电力变压器

5.2 系统边界及取舍准则

5.2.1 系统边界

电力变压器产品碳足迹量化系统边界如图 1 所示，应包含：原料获取阶段（A）与生产阶段（B）。

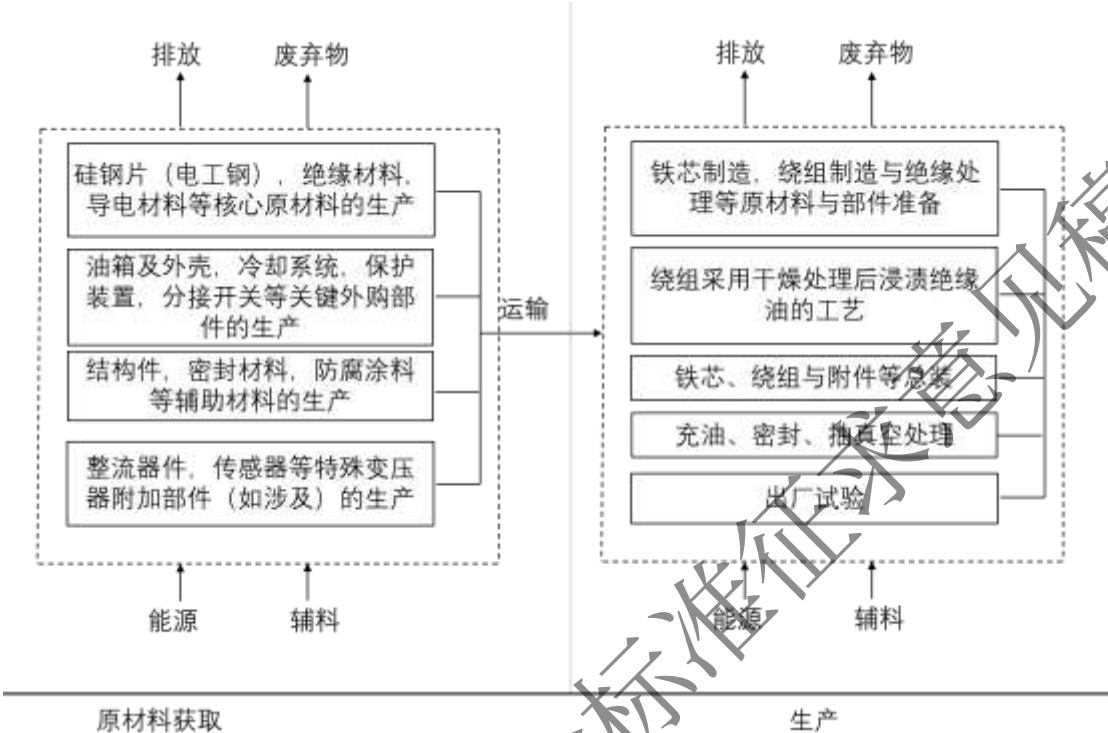


图1 干式电力变压器产品系统边界图

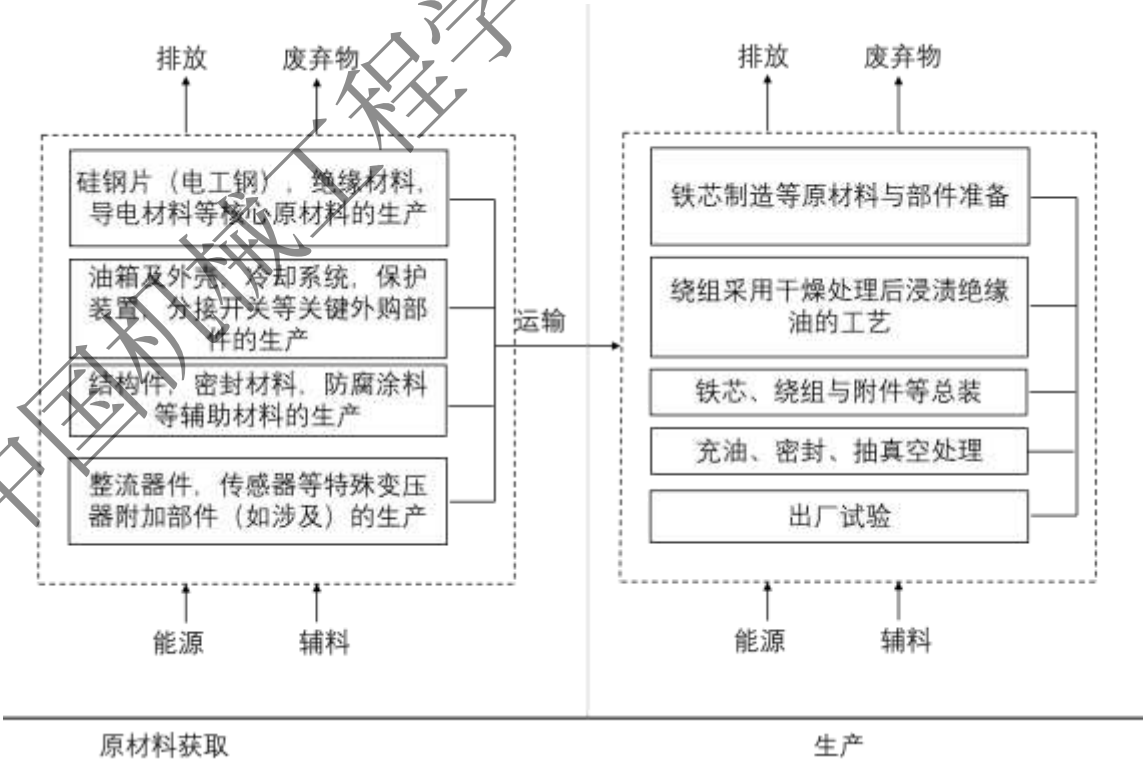


图2 液浸式电力变压器产品系统边界图

注：各生产工厂可能存在供应链实际情况或生产功能设置的不同，图 1 及 2 为其中的一种示例。

5.2.2 取舍准则

产品碳足迹的舍弃准则一致。量化碳足迹时，应明确描述输入输出数据的取舍准则和假设，以及其对产品碳足迹量化结果的影响。

选择取舍准则时可考虑物质质量、能量和环境影响重要性等因素。在产品碳足迹量化过程中，可舍弃产品碳足迹影响小于 1% 的生命周期阶段、过程、输入或输出等环节，但舍弃环节总的影响不应超过产品碳足迹总量的 5%。涉及保密需求的材料或环节，可以不披露具体信息。

5.2.3 原材料获取阶段

原材料获取阶段（A）从自然界材料提取时开始，到达电力变压器产品生产工厂时中止，包括但不限于以下过程：

- a) 矿产的采集与提取；
- b) 原料及其上游材料的生产；
- c) 能源生产；
- d) 原料与能源运输。

5.2.4 生产阶段

产品生产阶段（B）从产品原料进入工厂开始，到最终产品离开工厂终止，包括但不限于以下过程：

- a) 电力变压器生产；
- b) 检测和包装；
- c) 燃料等能源燃烧消耗相关过程；
- d) 产品及中间产品在生产过程中的运输；
- e) 产品生产过程中产生的废弃物的运输和处理；
- f) 道路与厂房的基础设施、各工序的设备、厂区内人员及生活设施的消耗和排放，均忽略。

6 清单分析

6.1 数据收集和审定

6.1.1 通则

数据收集应遵循产品碳足迹可量化的原则，所收集的原料消耗数据应有对应的温室气体排放因子。对于某些实际采用但无法获取温室气体排放因子的原料，应持续向上游供应链追踪，直至该原料温室气体排放可被完整量化。收集数据应涵盖所选取各个阶段中可能对产品碳足迹有显著贡献的所有温室气体排放量和清除量。

6.1.2 初级数据

初级数据包括每声明单位电力变压器所消耗的原料和能源等，应对数据的获得方式及来源予以说明，参照附录 A 中表 A.1 采集。

6.1.3 次级数据

在初级数据无法获取的情况下，可按照优先级顺序依次使用统计数据、文献数据、估算数据等

次级数据，并注明数据来源，参照附录 A 中表 A.2 采集。

6.1.4 各阶段数据收集

在系统边界内开展各单元过程的数据收集，数据种类和数据类型应符合表 1 的要求，所有收集的数据的获得方式和来源均应予以说明并记录。

表1 各阶段数据种类及数据类型

所属阶段	数据种类	数据类型
A: 原料获取 阶段	原料的消耗量	应使用初级数据
	实际供应链生产的原料碳足迹结果或基础原材料及原料的温室气体排放因子	宜使用初级数据
	原料到电力变压器产品生产工厂的运输量、运输距离、运输方式	应使用初级数据
	不同运输方式的温室气体排放因子	可使用次级数据
B: 生产阶段	电力、柴油、天然气等能源的消耗量	应使用初级数据
	将绿色电力证书或电力交易合同中的非化石能源使用量	应使用初级数据
	非燃料燃烧的温室气体直接排放（如保护气体逸散等）	应使用初级数据
	电力、柴油、天然气等能源的温室气体排放因子	可使用次级数据
	污染物、固体废物的产生量、处置方式、运输距离、运输方式	应使用初级数据
	污染物、固体废物处置的温室气体排放因子	可使用次级数据

6.2 数据质量要求

电力变压器生产阶段的数据应为现场数据，所收集的数据应具有代表性，宜采用近期一个自然年内的生产统计数据，不应不低于 12 个月。无法收集现场数据时，宜使用经第三方评审或认证的初级数据。无法获取现场数据和初级数据时，可以使用次级数据。

应优先采用经溯源性核验的实测数据开展碳足迹因子测算，如无实测数据，可按照优先级顺序依次采用政府官方数据、行业经验值、文献值等开展碳足迹因子的测算，同时应注明所采用数据的来源。

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；
- 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（例如方差）；
- 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) 可重现性：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。

数据质量评估应采用两步法:

- 应根据上述 a)至 d)项的要求,对产品碳足迹研究的数据质量进行分析;
- 应根据上述 a)至 d)项的要求,对数据进行评价。

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。

6.3 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 5.2.5 的规定。

数据审定可通过建立质量平衡、能量平衡和(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能为单元过程描述的准确性提供有效的检查。

6.4 将数据关联到单元过程和声明单位

核算单一电力变压器产品的部分生命周期碳足迹,覆盖系统边界内各单元过程基准流的排放与清除。根据产品的容量,转化为 1kVA 容量的电力变压器的碳排放。

6.5 系统边界调整

基于产品碳足迹量化工作需要不断迭代的特性,如果不使用产品碳足迹-产品种类规则,应根据由敏感性分析所判定的重要性来决定数据的取舍。初始系统边界应根据目的和范围确定阶段所规定的取舍准则进行调整。应在产品碳足迹研究报告中记录调整过程和敏感性分析结果。基于敏感性分析的系统边界调整可导致:

- a) 排除被判定为不具有显著性影响的生命周期阶段或单元过程;
- b) 排除对产品碳足迹研究结果不具有显著性影响的输入和输出数据;
- c) 纳入具有显著性影响的新单元过程、输入和输出。
- d) 系统边界调整有助于把数据处理限制在被判定为对产品碳足迹研究目的具有显著性影响的输入和输出数据范围内。

6.6 分配原则

电力变压器进行碳足迹评价涉及分配时,应符合 GB/T 24044—2008 中 4.3.4 的要求。对包含多个产品的系统时,宜避免分配。若分配无法避免,应考虑以下方面:

- a) 优先使用物理关系进行分配;
- b) 若无法建立物理关系,宜根据经济价值或其它关系进行分配,所有分配方式需提供所使用分配关系的依据及计算说明。
- c) 注:物理关系包括数量、质量、工时等。
- d) 针对不同情况下的具体分配方法如下:
- e) 对产出多种产品(包括副产品)的同一单元过程(如同一生产线),应采用该单元过程或生产线的产品产量进行分配;
- f) 对公共设施能源消耗产生的温室气体排放,在划分单元过程的时候应确保各单元过程输入能源和资源可以计量。如不可单独计量,则应根据该单元过程生产产品产量占全厂产品总产量的比例进行分配;

- g) 对废水和废弃物处理过程（包括委外处理）的温室气体排放，应根据该单元过程生产产品产量占全厂产品总产量的比例进行分配。

6.7 特定温室气体排放量和清除量的处理

特定温室气体排放量和清除量应符合 GB/T 24067—2024 中 6.4.9 的要求，其中温室气体清除量应在报告中解释说明。

6.8 记录与保存

产品碳足迹核算的支撑资料，包括（但不限于）系统边界、单元过程、排放因子、活动数据来源、原材料的识别、分配的依据、关于排除的说明等。支撑资料应以适于分析和核证的格式被记录和保存。记录应至少保存三年。

7 影响评价

7.1 产品碳足迹计算方法

产品碳足迹计算方法见公式。

$$CFP_{GHG} = \sum_j \left[\sum_i (AD_i \times EF_{LCA,i,j}) \times GWP_j \right]$$

式中：

CFP_{GHG} —— 产品碳足迹或产品部分碳足迹，以千克二氧化碳当量每功能单位或声明单位（ $\text{kgCO}_2\text{e}/\text{功能单位或声明单位}$ ）计；

AD_i —— 系统边界内，各功能单位（声明单位）中第 i 种活动的 GHG 排放和清除相关数据（包括初级数据和次级数据），单位根居具体排放源确定；

$EF_{LCA,i,j}$ —— 第 i 种活动对应的温室气体 j 的排放系数，单位与 GHG 活动数据相匹配；

GWP_j —— 温室气体 j 的 GWP 值，按照 6.5.1 中的规定进行取值。

7.2 特征化因子和 GWP 等参数的选取

特征化因子与 IPCC 保持一致。产品碳足迹研究默认选择 IPCC 给出的 GWP 100，选择 IPCC 提供的其他时间范围的 GWP 和 GTP 时应单独报告。GWP 参考值见附录 C，若 IPCC 修订了 GWP，应使用最新数值，否则应在报告中说明。

8 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：

- a) 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的量化结果，识别显著环节（可包括生命周期阶段、单元过程或流）；

- b) 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：

- a) 说明产品碳足迹和各生命周期阶段的碳足迹；
- b) 分析不确定性，包括取舍准则的应用或范围；
- c) 详细记录选定的分配程序；
- d) 说明产品碳足迹研究的局限性（如单一环境影响类型、方法的局限性等）

9 产品碳足迹报告

产品碳足迹研究报告中应记录产品碳足迹的量化结果，单位为每个声明单位的吨二氧化碳当量，具体内容如下：

- a) 与 GHG 排放和清除的主要生命周期阶段相关联，包括每个生命周期阶段的绝对和相对贡献量；
- b) 化石 GHG 的排放量和清除量；
- c) 产品的生物碳含量（如有）。

产品碳足迹模板见附录 B。

10 产品碳足迹声明

如需声明时，可按照 GB/T 24025 或 ISO 14026 的规定进行，相关声明可用于具有相同功能的不同产品之间的比较。

附 录 A

(资料性)

产品碳足迹量化数据收集表

A. 1 初级数据收集表

初级数据收集表见表 A.1。

表 A.1 初级数据收集表

企业信息	企业名称							
	所在省份							
	企业地址							
	联系人				电话			
					邮箱			
	数据统计周期	____年__月__日至____年__月__日						
生产线及规模说明								
产品信息 (填写统计期内所有组件生产情况)	产品名称							
	规格型号	产品型号		重量		尺寸		
	产品示意图							
	产品工艺流程图							
类型	项目	消耗量	单位	总重量 kg	材料成分 及比例	运输方式	运输距离 km	供应商所在地
资源消耗			个					
			个					

			个					
			个					
			个					
			kg					
	...		kg					
	水		t					
能源消耗	电		kWh	—				
	...							
温室气体排放	二氧化碳		t			—	—	—
	...					—	—	—
废弃物排放及处置	项目	数量	单位	总重量 kg	运输方式	运输距离 km	处置方式	
	废弃包装		kg					
	...							
注：消耗的资源、能源以及温室气体排放等项目以厂家实际生产情况为准。								

A.2 次级数据收集表

次级数据收集表见表 A.2。

表 A.2 次级数据收集表

类型	项目	碳排放因子	数据来源	数据获取方式	时间代表性	地域代表性	技术代表性
原料							

	...						
	水						
能源	电						
	..						
运输	公路运输						
	铁路运输						
	..						

中国机械工程学学会标准征求意见稿

附录 B

(资料性)

产品碳足迹研究报告（模板）

产品碳足迹报告格式模板如下。

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 ☐ 生产阶段 ☐ 运输（交付）阶段 ☐ 使用阶段 ☐ 生命末期阶段

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 : _____

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	活动数据	排放因子	温室气体量 kg/声明单位
原材料获取			
生产			

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 2 和图 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/声明单位)	百分比/%
原材料获取		
生产		
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 ××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

附 录 C
(资料性)
全球变暖潜势值参考值

部分 GHG 的 GWP 值见表 C.1。

表 C.1 部分 GHG 的 GWP

气体名称	化学分子式	100 年的 GWP（截至出版时）
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	25200
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	C ₂ HF ₅	3740
HFC-134	CHF ₂ CHF ₂	1260
HFC-134a	C ₂ H ₂ F ₄	1530
HFC-143	CH ₂ FCHF ₂	364
HFC-143a	CH ₃ CF ₃	5810
HFC-152a	C ₂ H ₄ F ₂	164
HFC-227ea	C ₃ HF ₇	3600
HFC-236fa	C ₃ H ₂ F ₆	8690
全氟碳化物（PFC _s ）		
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 GHG 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》

ICS 号

中国标准文献分类号

关键词：中国机械工程学会、模板