



团 体 标 准

T/XXX XXXX—XXXX

温室气体 产品碳足迹量化方法与要求 锻 钢件

Greenhouse gases - Quantitative methods and requirements for carbon footprint of
products – Forged steel parts

XXXX – XX – XX 发布

XXXX – XX – XX 实施

江苏省循环经济协会 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	2
5 量化范围	3
5.1 产品信息	3
5.2 声明单位	3
5.3 系统边界	3
5.4 取舍准则	4
6 清单分析	4
6.1 数据收集	4
6.2 数据质量评估	5
6.3 分配原则	5
6.4 特定 GHG 排放量和清除量的处理	5
7 影响评价	5
7.1 通则	5
7.2 原材料获取和预加工阶段	6
7.3 涤纶生产阶段	6
7.4 涤纶分销阶段	错误！未定义书签。
7.5 特征化因子和部分 GHG 的 GWP 等参数的选取	7
7.6 碳足迹因子的选择	7
8 结果解释	8
9 产品部分碳足迹报告	8
9.1 报告内容	8
9.2 报告的发布	8
附录 A（资料性）数据收集清单	9
附录 B（资料性）数据质量评估	11
附录 C（资料性）全球变暖潜势值参考值	13
附录 D（资料性）涤纶产品部分碳足迹报告（模板）	14
参考文献	18

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。

本文件由江苏省市场监督管理局提出，江苏省循环经济协会归口。

本文件起草单位：

本文件主要起草人：

温室气体 产品碳足迹量化方法与要求 锻钢件

1 范围

本文件规定了锻钢件产品部分碳足迹量化方法与要求的量化目的、量化范围、清单分析、影响评价、结果解释和产品部分碳足迹报告。

本文件适用于各类锻钢件（包括自由锻件、模锻件及其它特种锻件等）产品部分碳足迹的量化和报告。本文件涵盖的系统边界为从“摇篮”到“大门”，即从原材料获取到锻钢件成品出厂的过程。

本文件不适用于铸钢件、焊接件、粉末冶金件等非锻压工艺生产的钢制零部件。

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 8541 锻压术语
- GB/T 20094 钢铁工业清洁生产评价指标体系
- 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

3 术语和定义

GB/T 8541、GB/T 20094、GB/T 24040、GB/T 24044、GB/T 24067和GB/T 32150界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

锻压 *forging and stamping*

对坯料施加外力，使其产生塑性变形、改变尺寸、形状及改善性能，用以制造机械零件、工件或毛坯的成型加工方法。它是锻造与冲压的总称。

[来源：GB/T 8541—2012，3.1.1]

3.2

自由锻件 *open-die forging; free forging*

只用简单的通用性工具，或在锻造设备的上、下砧间直接对坯料施加外力，使坯料产生变形而获得所需的几何形状及内部质量的锻件。

[来源：GB/T 8541—2012，3.5.5]

3.3

模锻件 *die forging*

金属材料通过模具锻造变形得到的工件或毛坯

[来源：GB/T 8541—2012，3.5.7]

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：产品碳足迹研究报告中记录了产品碳足迹的量化结果，以每功能单位或声明单位的二氧化碳当量表示。

[来源：GB/T 24067—2024，3.1.1，有修改]

3.5

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

在产品系统生命周期内的一个或多个选定阶段或过程中的温室气体排放量和温室气体清除量之和，并以二氧化碳当量表示。

[来源：GB/T 24067—2024，3.1.2]

3.6

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]

3.7

二氧化碳当量 carbon dioxide equivalent; CO₂e

比较某种温室气体与二氧化碳的辐射强迫的单位。

[来源：GB/T 24067—2024，3.2.2]

3.8

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]

3.9

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 24044—2008，3.28]

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

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

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]

3.13

初级数据 primary data

直接测量或者由直接测量数据计算得到过程或活动的量化数值。

注：初级数据并非必须从研究的产品系统中获得，也可以采用其他可比较的产品系统中直接测量、计算的数据。从研究的产品系统中直接测量、计算的初级数据又称现场数据。

[来源：GB/T 24067—2024，3.6.1]

3.14

次级数据 secondary data

不符合初级数据要求的数据。

注：次级数据包括数据库数据、文献数据、国家温室气体清单的缺省排放因子、经合格评定机构验证的计算数据、估算数据或代表性数据。

[来源：GB/T 24067—2024，3.6.3]

4 量化目的

开展锻钢件产品部分碳足迹量化的目的是通过量化锻钢件产品对全球变暖的潜在贡献[以二氧化碳当量 (CO₂e) 表示]，披露产品部分碳足迹信息；明确生命周期相关阶段对产品部分碳足迹的影响程度；结合量化取舍原则，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方向。

目标受众和对象包括锻造产业链相关企业、消费者、政府部门和第三方机构等。

5 量化范围

5.1 产品信息

量化锻钢件产品部分碳足迹时应详细介绍产品信息，包括但不限于：产品名称、材质（钢号）、规格尺寸、重量、锻造工艺类别（如自由锻、模锻）、热处理状态（如正火、淬火+回火）及交货状态（如黑皮交货、粗加工交货）。产品信息应符合相应产品的图纸或技术协议要求。

5.2 声明单位

锻钢件的产品部分碳足迹采用声明单位进行量化。考虑到锻钢件的行业特性，本文件规定锻钢件的声明单位为1 吨合格成品锻钢件。若产品具有特殊功能或成套交付，也可根据实际情况定义，但必须在报告中明确说明。

5.3 系统边界

5.3.1 通则

锻钢件产品部分碳足迹系统边界定义为从“摇篮”到“大门”，共分为三个主要阶段：原辅材料获取阶段、原辅材料运输阶段、锻钢件生产阶段。产品部分碳足迹系统边界图见图1。

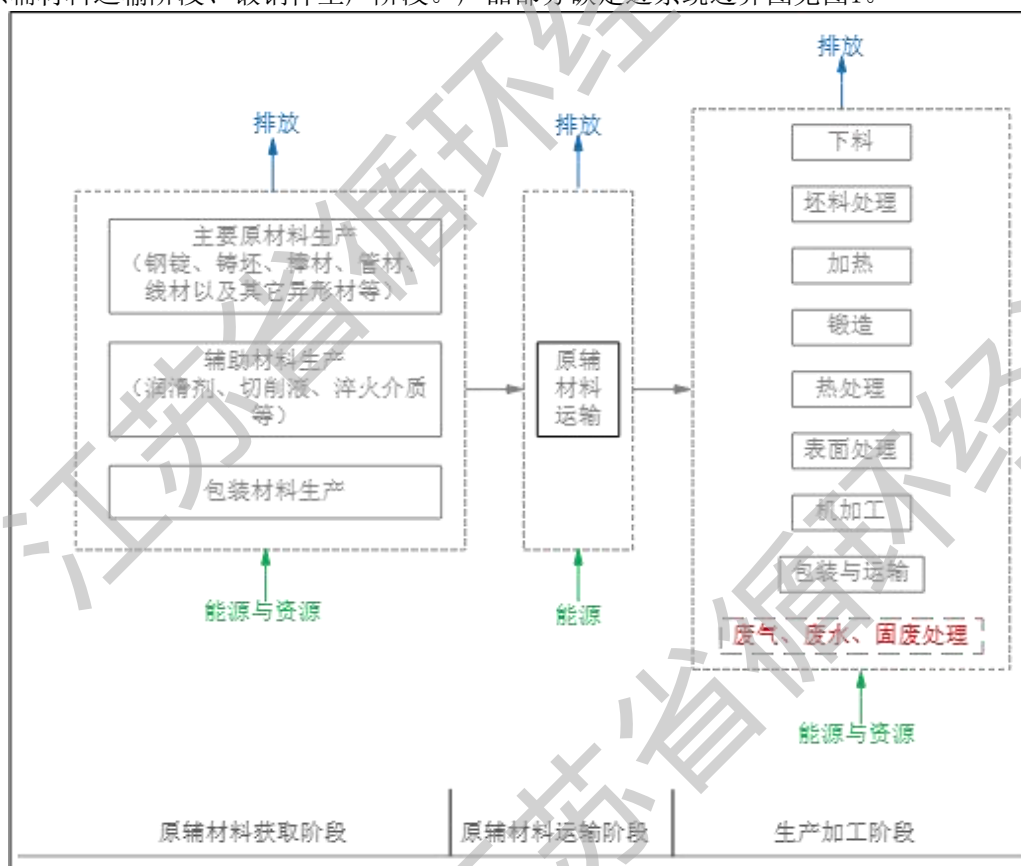


图1 锻钢件系统边界图

5.3.2 原辅材料获取阶段

原辅料获取阶段指钢锭、连铸坯或钢材的冶炼与轧制过程、坯料准备过程、合金元素及其他辅助材料的生产过程、生产用能源（天然气、电力、煤气等）的开采、生产与输送过程、废弃物处理过程，生产用耗材（如润滑剂、切削液、淬火介质）的生产过程、废弃物（废气、废水、固废、粉尘）的处理过程。

5.3.3 原辅材料运输阶段

原辅材料运输阶段指生产产品所需的原辅材料从供应商运输到产品生产企业的运输过程。

5.3.4 锻钢件生产阶段

锻钢件生产阶段包括切割下料、坯料处理与加热（加热炉）、锻造成型（自由锻、模锻、碾锻等）、热处理（正火、退火、淬火、回火、调质、渗碳、渗氮等）、机加工（车、铣、刨、磨等）、表面处理（抛丸、喷砂、涂装、防锈处理等）、检验与包装、厂内物流运输、压缩空气制备、循环水冷却系统、废气废水处理及固体废弃物（如氧化皮、废钢屑）的处理过程。

不包括厂房建筑物等固定资产的建设过程；生产企业的设备设施生产过程；生产企业工作人员的公务出行和通勤；产品研发活动。

5.4 取舍准则

在锻钢件产品部分碳足迹的量化过程中，不应将对碳足迹有实质性贡献的温室气体排放与清除排除在外。应量化至少95%与声明单位相关的产品碳足迹，舍去的产品碳足迹累计不应超过5%。可舍弃产品部分碳足迹影响小于1%的生命周期阶段、过程、输入或输出等环节。

注：在锻造过程中，部分微量润滑剂、探伤用耦合剂等用量极小，当其重量占比不超过1%且获取碳排放因子存在困难时，可以忽略，但应在报告中予以说明。

6 清单分析

6.1 数据收集

量化锻钢件产品部分碳足迹时应将系统边界划分为不同的单元过程，详细描述各单元过程的范围，明确说明各单元过程导致温室气体排放的输入数据和输出数据。系统边界内单元过程的划分宜考虑重要程度和数据收集难易程度等因素，宜合并相关单元过程，降低数据收集、拆分的难度，提高各单元过程数据准确性。数据收集清单模板见附录A。

系统边界内生命周期阶段可划分为原辅料获取阶段、锻钢件生产阶段。

原辅料获取阶段可设置为原辅料获取单元过程，起点为原油、煤、天然气等天然能源或资源，终点为锻钢件的原辅料。原辅料获取阶段数据收集应优先使用现场数据。无法收集现场数据时，宜使用经第三方评审的非现场数据的初级数据，并注明数据来源。无法获取初级数据时，可以使用次级数据，并注明数据来源。

锻钢件生产阶段的单元过程可根据企业实际生产情况确定，锻钢件生产阶段的数据应为现场数据，并注明数据来源，所收集的数据应具有代表性，宜采用全年数据，生产期不足一年或非连续生产时，应选择较长时间跨度内的数据。

锻钢件单元过程及活动数据可参考表1。

表1 表1 锻钢件过程及数据收集表

所属阶段	数据种类	数据类型
原材料获取阶段	主要原材料（钢锭、连铸坯、锻棒）温室气体排放因子	宜使用初级数据
	辅料、包装材料的温室气体排放因子	宜使用初级数据
原材料运输阶段	原、辅料的运输量、运输距离、运输方式	应使用初级数据

段	不同运输方式的温室气体排放因子	可使用次级数据
生产阶段	原、辅料的消耗量	应使用初级数据
	电力、热力、燃料等能源的消耗量	应使用初级数据
	水消耗量	应使用初级数据
	电力、热力、燃料等能源、水资源获取阶段的温室气体排放因子	可使用次级数据
	天然气、柴油等能源的运输量、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
	天然气、柴油等能源燃烧过程的温室气体排放因子	可使用次级数据
	废气、废水、固体废物的产生量、处置方式	应使用初级数据
	废气、废水、固体废物处置的温室气体排放因子	可使用次级数据

6.2 数据质量评估

量化锻钢件产品部分碳足迹时应使用地区性、原料种类、能耗种类、生产工艺设备和年份 5 个评价指标评价数据质量，其中原料种类、能耗种类和年份指标用于评价活动数据，地区性、生产工艺设备和年份指标用于评价碳足迹因子。评价方法可参考附录 B。

6.3 分配原则

在锻钢件生产过程中，会产生副产品（如切头、废钢屑、氧化皮）。当一个单元过程产生多种产品时，应按以下原则进行分配：

- 在设置单元过程和收集数据时，可通过划分单元过程或合并单元过程的方式，尽量避免数据分配；
- 生命周期清单分析时的数据分配以输入和输出之间的物质平衡为基础；
- 无法避免时，优先使用物理关系参数（如质量）进行分配。在锻造行业中，通常采用质量分配法，即根据主产品（合格锻件）和副产品（可回收废钢）的质量比例来分摊上游的碳排放；
- 无法找到物理关系时，可依据产品的经济价值进行分配；
- 若使用其他分配方法，详细说明分配方法和选择该分配方法的原因；
- 对于作为废弃物处理的物质（如不可回收的废渣），不承担上游碳排放，但其处理过程的碳排放应计入主产品。

6.4 特定 GHG 排放量和清除量的处理

燃料燃烧导致的化石 GHG 排放应包括在产品部分碳足迹中，并在产品部分碳足迹研究报告中单独记录。

生物质燃料中生物碳应在产品部分碳足迹研究报告中单独记录，不应纳入产品部分碳足迹核算结果中。

7 影响评价

7.1 通则

锻钢件产品部分碳足迹为系统边界内各单元过程温室气体排放量和清除量之和，单位为吨二氧化碳当量每吨（tCO₂e/t），计算方法见公式（1）。

$$CFP_{\text{总}} = E_{\text{原辅材料}} + E_{\text{原辅材料运输}} + E_{\text{生产}} \dots\dots\dots (1)$$

式中：

- $CFP_{总}$ ——产品部分碳足迹，单位为吨二氧化碳当量每吨（tCO₂e/t）；
 $E_{原辅材料}$ ——原辅料获取阶段的温室气体排放量，单位为吨二氧化碳当量（tCO₂e）；
 $E_{原辅材料运输}$ ——原辅料运输阶段的温室气体排放量，单位为吨二氧化碳当量（tCO₂e）；
 $E_{生产}$ ——锻钢件生产阶段的温室气体排放量，单位为吨二氧化碳当量（tCO₂e）；

7.2 原材料获取阶段

原辅料获取阶段碳足迹计算方法见公式（2）。

$$E_{ARM} = \sum_{i=1}^n (AD_{RM,i} \times EF_{RM,i} + AD_{RM trans,i} \times EF_{RM trans,i}) \dots\dots\dots (2)$$

式中：

- E_{ARM} ——原辅料获取阶段的温室气体排放量，单位为吨二氧化碳当量（tCO₂e）；
 $AD_{RM,i}$ ——第 i 种原辅料的消耗数据，单位与原辅料相匹配；
 $EF_{RM,i}$ ——第 i 种原辅料的碳足迹因子，单位与原辅料相匹配；
 $AD_{RM trans,i}$ ——第 i 种原辅料的运输数据，单位与运输环节相匹配；
 $EF_{RM trans,i}$ ——第 i 种原辅料运输环节碳足迹因子，单位与运输环节匹配。

7.3 锻钢件生产阶段

7.3.1 通则

锻钢件生产阶段碳足迹计算方法见公式（3）。

$$E_{Manuf} = (E_{fule} + E_{elec} + E_{therm} + E_{pro} + E_{waste}) \dots\dots\dots (3)$$

式中：

- E_{Manuf} ——锻钢件生产阶段的温室气体排放量，单位为吨二氧化碳当量（tCO₂e）；
 E_{fule} ——锻钢件生产阶段消耗燃料产生的温室气体排放量，单位为吨二氧化碳当量（tCO₂e）；
 E_{elec} ——锻钢件生产阶段净外购电力产生的温室气体排放量，单位为吨二氧化碳当量（tCO₂e）；
 E_{therm} ——锻钢件生产阶段净外购热力产生的温室气体排放量，单位为吨二氧化碳当量（tCO₂e）；
 E_{pro} ——锻钢件生产中含碳原料过程排放量，单位为吨二氧化碳当量（tCO₂e）；
 E_{waste} ——处置锻钢件生产阶段废弃物产生的温室气体排放量，单位为吨二氧化碳当量（tCO₂e）。

7.3.2 消耗燃料产生的温室气体排放

消耗燃料产生的温室气体排放量包括燃料加工过程及其燃烧过程的温室气体排放量之和，计算方法见公式（4）

$$E_{fuel} = \sum_{i=1}^n (AD_{fuel,i} \times EF_{fuel,i}) \dots\dots\dots (4)$$

式中：

- E_{fuel} ——锻钢件生产阶段消耗燃料产生的温室气体排放量，单位为吨二氧化碳当量（tCO₂e）；
 $AD_{fuel,i}$ ——燃料 i 的消耗量，单位与燃料匹配；
 $EF_{fuel,i}$ ——燃料 i 的碳足迹因子，包括燃料加工过程及其燃烧过程，单位与燃料匹配。

7.3.3 净外购电力产生的温室气体排放

净外购电力产生的温室气体排放量计算方法见公式（5）

$$E_{elec} = AD_{elec} \times EF_{elec} \dots\dots\dots (5)$$

式中：

E_{elec} ——每声明单位对应净外购电力产生的温室气体排放量，单位为吨二氧化碳当量（tCO₂e）；

AD_{elec} ——每声明单位对应净外购的电量，单位为兆瓦时（MWh）；...

EF_{elec} ——电力碳足迹因子，单位为吨二氧化碳当量每兆瓦时[tCO₂e/（MWh）]。

7.3.4 净外购热力产生的温室气体排放

净外购热力产生的温室气体排放量计算方法见公式（6）。

$$E_{therm} = AD_{therm} \times EF_{therm} \dots\dots\dots (6)$$

式中：

E_{therm} ——净外购热力产生的温室气体排放量，单位为吨二氧化碳当量（tCO₂e）；

AD_{therm} ——净外购的热力量，单位为吉焦（GJ）；

EF_{therm} ——热力的碳足迹因子，单位为吨二氧化碳当量每吉焦（tCO₂e/GJ）。

7.3.5 过程排放

锻钢件生产过程使用含碳原料产生的温室气体排放量（如渗碳、热处理保护气氛等）计算方法见公式（7）：

$$E_{pro} = \sum (M_j \times EF_j \times GWP_j) \dots\dots\dots (7)$$

式中：

E_{pro} ——使用含碳原料产生的温室气体排放量，单位为吨二氧化碳当量（tCO₂e）；

M_j ——每声明单位产品消耗的第 j 种含碳原料数量，单位为千克每吨（kg/t）或吨每吨（t/t）；

EF_j ——第 j 种含碳原料的排放因子，单位为千克二氧化碳每千克；

GWP_j ——第 j 种温室气体的全球变暖潜势值。

注：锻钢件生产的过程排放通常较小，当数据不可得时可忽略。

7.3.6 处置废弃物产生的温室气体排放

处置废弃物产生的温室气体排放量计算方法见公式（8）。

$$E_{waste} = \sum_{i=1}^n (AD_{waste,i} \times EF_{waste,i}) \dots\dots\dots (8)$$

式中：

E_{waste} ——处置废弃物产生的温室气体排放量，单位为吨二氧化碳当量（tCO₂e）；

$AD_{waste,i}$ ——第 i 种废弃物活动数据，单位与待处置废弃物匹配；

$EF_{waste,i}$ ——第 i 种废弃物的碳足迹因子，单位与待处置废弃物匹配。

7.4 特征化因子和部分 GHG 的 GWP 等参数的选取

特征化因子与 IPCC 保持一致，部分 GHG 的 GWP 参考值见附录 C。

7.5 碳足迹因子的选择

根据实际情况选择准确度更高的碳足迹因子，并披露碳足迹因子数据来源，宜披露具体数值。碳足迹因子应按照以下顺序收集：

- a) 优先选择来自供应商的碳足迹因子及特征参数；
- b) 现场碳足迹因子及特征参数；
- c) 国家最新公布的数据和经过评估的相关数据库的碳足迹因子数据。

8 结果解释

应根据产品部分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：

- 说明产品部分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和敏感性分析；
- 详细记录选定的分配程序；
- 说明产品部分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 产品部分碳足迹报告

9.1 报告内容

依据本文件编制的产品部分碳足迹报告应包括但不限于以下内容。

- a) 报告基本信息，包括报告编号、编制人员、审核人员、发布日期、报告有效期、碳足迹量化依据等。
 - b) 企业基本信息，包括公司全称、统一社会信用代码、地址、联系人、联系方式、概况等。
 - c) 产品碳足迹评价：
 - 产品描述：规格型号、主要性能指标等；
 - 目的与范围：声明单位、系统边界、取舍准则等；
 - 产品碳足迹清单计算：数据收集、数据计算、分配原则；
 - 产品碳足迹量化。
 - d) 其他必要信息：报告编制及验证机构信息等。
- 产品部分碳足迹报告模板见附录D。

9.2 报告的发布

报告宜经过第三方验证后，采用适当的方式、渠道进行发布。

(资料性)
数据收集清单

锻钢件产品数据收集清单模板见表A.1。

表A.1 锻钢件产品数据收集清单

填表日期：××××年××月××日			制表人：×××			
单元过程名称：××××过程			统计时段：××××年1月—12月			
单元过程描述	主要工艺描述：					
	主要生产设备（装备）：					
	年额定产能：					
	管理水平： ☐ QMS ☐ EMS ☐ 14064 ☐ EnMS ☐ 其他（请描述）					
1.产品产出						
产品类型	单位	数量	数据来源	备注		
产品1	t					
产品2	t					
2.原辅料消耗						
原料类型	单位	数量	运输方式	运输距离/km	数据来源	备注
原料1						
.....						
3.水资源消耗						
水资源类型	单位	数量	数据来源	备注		
地表水	t					
地下水	t					
自来水	t					
4.能源消耗						
能源类型	单位	数量	数据来源	备注		
电力	kWh					
天然气	m ³					
燃煤	t					

蒸汽	t/GJ			温度及压力
.....				
5.废水				
种类	单位	数量	数据来源	备注
生产废水	t			处理方式
6.固体废弃物				
种类	单位	数量	数据来源	备注
固废类别 1	t			处理方式
固废类别 2	t			处理方式
.....				

附录 A

(资料性)

数据质量评估

B.1 数据质量评估

按照数据代表性差异评分,并用5级分制来定义数据质量,数据质量等级1-5级分别设定分值为5分、4分、3分、2分、1分(见表B.1)。对于质量较差的数据须进行敏感性分析(包括不确定性评估),例如通过敏感性检查说明产品生命周期忽略的现场数据可能对最终结果造成的影响,说明现场数据的选择与处理、数据库数据是否符合本文件的要求。数据质量属性包括以下方面:

- a) 地区性:江苏本地区的数据来源优于中国平均数据来源,中国平均数据来源优于其他国家数据来源;
- b) 原料种类:使用相同原料生产的数据优于使用不同原料生产但产品相似的数据;
- c) 能耗种类:能耗种类及比例相同或相似,其相关数据质量越高;
- d) 生产工艺和设备:生产工艺和设备相同或相似,其相关数据质量越高;
- e) 年份:数据年代越贴近评价年度,数据质量越高。

表 B.1 数据质量评价表

指标	1 级 (5 分)	2 级 (4 分)	3 级 (3 分)	4 级 (2 分)	5 级 (1 分)
地区性 (U_1)	来自产品生产地的数据	来自包含产品生产地本地的较大区域范围的平均数据	来自生产条件和生产水平相似区域的数据	中国平均数据	其他国的数据
原料种类 (U_2)	使用相同原料生产的数据	使用相同主要原料生产的数据	使用不同原料生产,但产品相同	使用不同原料生产,但产品相似	原料数据缺失,以相似产品的数据替代
能耗种类 (U_3)	能耗种类及比例相同	能耗种类相同,比例相似	主要能耗种类相同	能耗种类不同,但产品相同	能耗数据缺失,以相似产品的数据代替
生产工艺和设备 (U_4)	生产工艺和设备相同	工艺相同,设备不同	工艺相似	工艺不同,但产品相同	数据缺失时,以相似产品的数据替代
年份 (U_5)	与时间无关或3年以内	6年以内	10年以内	15年以内	数据年代未知或15年以上

B.2 单元过程数据质量

某个单元过程数据质量得分由公式(B.1)计算得到。

$$U_i = \frac{U_1 + U_2 + U_3 + U_4 + U_5}{5} \dots \dots \dots (B.1)$$

式中:

U_i ——单元过程数据质量得分, i 为单元过程编号;

U_1 ——地区性方面对应得分;

U_2 ——原料种类方面对应得分;

U_3 ——能耗种类方面对应得分;

U_4 ——生产工艺和设备方面对应得分;

U_5 ——年份方面对应得分。

B.3 生命周期阶段碳足迹数据质量

某个生命周期阶段碳足迹的数据质量得分由公式（B. 2）计算得到。

$$U_{stage,i} = \frac{\sum_n (U_i \times C_i)}{\sum_n C_i} \dots\dots\dots (B. 2)$$

式中：
 $U_{stage,i}$ ——某个生命周期阶段碳足迹的数据质量得分；
 U_i ——单元过程数据质量得分；
 $stage,i$ ——生命周期阶段编号；
 n —— $stage,i$ 所包含的所有单元过程数量；
 C_i ——单元过程碳排放量。

B. 4 产品碳足迹数据质量

根据目标和范围定义的产品碳足迹的数据质量得分由公式（B. 3）计算得到。

$$U_{cfp} = \frac{\sum_n (U_{stage,i} \times C_{stage,i})}{\sum_n C_{stage,i}} \dots\dots\dots (B. 3)$$

式中：
 U_{cfp} ——产品碳足迹的数据质量得分；
 $U_{stage,i}$ ——某个生命周期阶段碳足迹的数据质量得分；
 n ——产品碳足迹所包含的生命周期阶段数量；
 $C_{stage,i}$ ——第*i*个生命周期阶段的碳排放量。

B. 5 产品碳足迹数据质量分级

数据质量等级一级至五级分别设定分值为 5 分、4 分、3 分、2 分、1 分，根据上述公式（B. 1）～公式（B. 3）计算得到产品碳足迹或生命周期阶段的数据质量评价等级，具体定义见表 B. 2。

表 B. 2 产品碳足迹数据质量等级表

评价等级	一级	二级	三级	四级	五级
分值区间	≥5	≥4～<5	≥3～<4	≥2～<3	≥1～<2
等级描述	数据质量高	数据质量较高	数据质量一般	数据质量欠佳	数据质量差

附 录 B
(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（截至发布时）
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（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》。

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》。

附 录 C

（资料性）

锻钢件产品部分碳足迹报告（模板）

锻钢件产品部分碳足迹报告格式模板如下。

锻钢件产品碳足迹报告（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：（若由）_____（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

☐ 原材料获取和预加工阶段 ☐ 生产阶段 ☐ 分销阶段

系统边界图：

图 1 xx 产品部分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	碳足迹因子	温室气体量 (t/声明单位)
原辅料获取和预加工				
生产				
分销	运输			
	仓储			

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 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/功能单位）	百分比/%
原材料获取和预加工		
生产		
分销		
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 4146.2—2017 纺织品 化学纤维 第2部分：产品术语
- [2] 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
-