



# 团体标准

T/CAS 1020—2025

## 温室气体 产品碳足迹量化方法与要求 乘用车空调

Greenhouse gases-Quantitative methods and requirements  
of product carbon footprint-Passenger car air conditioning

(此文本仅供个人学习、研究之用,未经授权,禁止复制、发行、汇编、翻译或网络传播等,侵权必究)

2025-02-10 发布

2025-02-10 实施

中国标准化协会 发布

目 次

前 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 ..... 3

6 生命周期清单分析 ..... 5

7 产品碳足迹影响评价 ..... 8

8 生命周期解释 ..... 13

9 产品碳足迹报告 ..... 14

10 产品碳足迹声明 ..... 14

附 录 A （资料性） 材料碳排放因子核算范围及缺省值 ..... 16

附 录 B （资料性） 乘用车空调碳足迹量化数据收集表 ..... 24

附 录 C （规范性） 碳（温室气体）类别及 GWP 值 ..... 27

附 录 D （资料性） 制冷剂更换次数及泄漏率缺省值 ..... 28

附 录 E （资料性） 乘用车空调运行时间缺省值及单位能耗测试工况 ..... 29

附 录 F （资料性） 能源/燃料碳排放因子 ..... 33

附 录 G （资料性） 产品碳足迹研究报告（模板） ..... 35

## 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。

本文件由中国标准化协会汽车分会提出。

本文件起草单位：中汽数据有限公司、东风汽车集团有限公司、上汽大众汽车有限公司、科慕化学（上海）有限公司、霍尼韦尔(中国)有限公司、大金氟化工（中国）有限公司、电装（中国）投资有限公司上海技术中心、安徽威灵汽车部件有限公司、重庆赛力斯新能源汽车设计院有限公司、广州汽车集团股份有限公司汽车工程研究院、上海谦和泰技术有限公司、中国第一汽车集团有限公司、重庆长安汽车股份有限公司、浙江省化工研究院有限公司、空调国际（上海）有限公司、浙江零跑科技股份有限公司、比亚迪汽车工业有限公司、弗迪科技有限公司、一汽解放汽车有限公司、赛力斯汽车有限公司、浙江大学、龙泉产业创新研究院。

本文件主要起草人：张云鹏、王超前、任家宝、禹如杰、张文聪、叶晓明、王小碧、李燕、郑美玲、严诗杰、李铭、杨芸、许杨峰、林瞬宇、甘芸华、徐东伟、金霄、黄俊毅、马骏、张添、王军、何洲、刘阅、阮先轸、姚孟良、马浩、郭嘉琳、郭小芳、薛庆峰、高雅男、游典、康华东、郭智恺、欧阳洪生、刘旗、穆景阳、朱林烽、夏明彦、叶梅娇、李玉忠、陈雪峰、许存名、尹燕升、宋丹、周林、姬应江、唐红梅、熊树生、全吴迪、熊陈福、金家斌。

本文件首次发布。

# 温室气体 产品碳足迹量化方法与要求 乘用车空调

## 1 范围

本文件界定了乘用车空调碳足迹量化的术语和定义，规定了量化目的、量化范围、生命周期清单分析、产品碳足迹影响评价、生命周期解释、产品碳足迹报告、产品碳足迹声明。

本文件适用于乘用车空调，其他类型车辆汽车空调可参照执行。

## 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 27999 乘用车燃料消耗量评价方法及指标

GB/T 18297 汽车发动机性能试验方法

GB/T 24025 环境标志和声明 III 型环境声明 原则和程序

GB/T 24067 温室气体 产品碳足迹 量化要求和指南

QC/T 720 汽车空调术语

T/CAS 599 汽车空调制冷剂（HFC-134a）泄漏测试方法及限值

ISO 14026:2017 环境标志和声明 足迹信息交流的原则、要求和指南 (Environmental labels and declarations - Principles, requirements and guidelines for communication of footprint information)

## 3 术语和定义

GB/T 24067、QC/T 720 界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

### 3.1

**乘用车** passenger car

设计、制造和技术特性上主要用于载运乘客及其随身行李和/或临时物品的汽车，包括驾驶员座位在内最多不超过 9 个座位的汽车。

注 1：按照不同能源类型，乘用车可分为汽油乘用车、柴油乘用车、纯电动乘用车、混合动力电动乘用车。

[来源：GB/T 3730.1-2022，3.3.1，有修改]

### 3.2

**乘用车空调** automobile air conditioning

由压缩机、冷凝器、节流元件、蒸发器、制冷剂管路、风机及必要的控制部件等构成，用于调节空气的温度、湿度，给汽车乘员及关键部件提供适宜环境的空调系统。

注 1：按照功能可分为单冷型、制冷电热型、热泵型、电热辅助热泵型、水暖辅助热泵型。

注 2：本文件中用于泄漏测试的乘用车空调由压缩机、冷凝器、节流元件、蒸发器、制冷剂管路等所有直接流经制冷剂的零部件构成，不包含空调箱、风机等不直接接触制冷剂的零部件。

[来源：GB/T 21361—2017，3.1，有修改]

### 3.3

#### 制冷剂 refrigerant

在汽车空调中用于传递热量的流体，在低温低压环境吸收热量，在高温高压环境释放热量，通常伴有相变过程。

[来源：HJ 1195—2021，3.1，有修改]

### 3.4

#### 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]

### 3.5

#### 生命周期评价 life cycle assessment

对一个产品系统的生命周期中输入、输出及其潜在环境影响的汇编和评价。

[来源：GB/T 24040-2008，3.2]

### 3.6

#### 产品种类 product category

具有同等功能的产品组群。

[来源：GB/T 24024-2001，3.3]

### 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 24044-2008，3.32]

### 3.8

#### 比较边界 benchmarking boundary

为了保证不同乘用车空调碳足迹结果的可比性，设定的一个固定核算边界。

## 4 量化目的

4.1 开展乘用车空调碳足迹研究的总体目的是结合取舍准则，通过量化乘用车空调生命周期所有显著的温室气体排放量和清除量，计算乘用车空调对全球变暖的潜在影响，以及在不同阶段、不同过程、不同空间位置的影响构成（以二氧化碳当量表示）。

4.2 在确定产品碳足迹研究目的时，应明确说明以下问题：

- 应用意图；
- 开展该项研究的理由；
- 目标受众（即研究结果的接收者）；

——根据 ISO 14026:2017 的预期信息交流（如有）。

## 5 量化范围

### 5.1 产品描述

产品描述应使用户能够清晰识别产品，描述内容包括但不限于：

- a) 产品名称和牌号；
- b) 产品净重；
- c) 分析检验结果及检验部门印记；
- d) 出厂日期。

### 5.2 功能单位

在乘用车空调生命周期内乘用车每行驶 1km 所需的空调制冷/制热服务，生命周期总行驶里程按  $1.5 \times 10^5 \text{km}$  计算。

### 5.3 核算边界

#### 5.3.1 核算边界设置

5.3.1.1 乘用车空调核算边界的选择应与碳足迹核算目标保持一致，并明确和解释用于建立核算边界的准则，例如取舍准则。

5.3.1.2 根据不同的乘用车空调碳足迹研究目标，核算边界分为比较边界和系统边界，见表 1。

5.3.1.3 比较边界基于数据获取难度和关键排放源拟定，其范围小于系统边界。

5.3.1.4 比较边界和系统边界均不包括道路与厂房等基础设施、各工序的设备、厂区内人员及生活设施的生产制造过程的碳排放。

表 1 乘用车空调的比较边界和系统边界

生命周期阶段		包含过程的主要描述	比较边界	系统边界
原材料获取阶段	制造材料获取及生产	钢、铁、铝、铜、塑料、玻璃、橡胶等材料的生产和运输过程	包含	包含
	制冷剂获取及生产	制冷剂材料的生产和运输过程		
产品制造阶段	空调装配	空调系统安装	不包含	包含
	制冷剂泄漏	产品制作阶段的制冷剂泄漏过程	包含	包含
使用阶段	能耗排放	消耗燃料的燃料生产过程和燃料使用过程	包含	包含
	制冷剂泄漏	使用阶段的制冷剂泄漏过程		
回收处理及处置阶段	制冷剂回收	剩余制冷剂的回收	包含	包含
	其他零部件材料回收	可回收材料的拆解、破碎再利用等过程		
运输过程	运输	矿物、材料、零件、产品、废弃物等物品的运输过程	不包含	包含

### 5.3.2 材料获取阶段核算范围

5.3.2.1 材料获取阶段，包括原生材料获取及加工过程、再生材料生产加工过程，不包括材料使用与废弃环节。核算范围内的材料类别见表 2。各材料碳足迹的核算边界见附录 A。

5.3.2.2 原生材料获取及加工过程即资源的获取和材料的生产过程，核算边界包括资源开采、加工提纯、生产制造等过程。

5.3.2.3 再生材料生产加工过程应包含由废物生产再生材料的加工过程。

表 2 核算范围内的材料汇总表

编号	材料类别
1	钢铁
2	铸铁
3	铝合金
4	镁合金
5	铜及铜合金
6	塑料
7	橡胶
8	其他均质材料

### 5.3.3 产品制造阶段核算范围

参与产品制造过程和提供能源动力的过程。

### 5.3.4 使用阶段核算范围

乘用车空调规定使用周期内消耗燃料的燃料生产过程和燃料使用过程，以及制冷剂泄漏过程。

### 5.3.5 回收处理及处置阶段核算范围

- a) 回收处理及处置阶段的核算范围包括：
- b) 废弃产品拆解；
- c) 制冷剂泄漏；
- d) 破碎和筛选；
- e) 焚烧；
- f) 填埋和垃圾填埋场的维护；
- g) 其他回收处理及处置过程。

### 5.3.6 运输阶段边界

乘用车空调生命周期内，包括矿物、材料、零件、产品、废弃物等涉及物品的所有运输过程。

## 5.4 碳排放源

产品整个生命周期的各个过程所涉及的 GHG 排放源包括，但不限于：

- a) 能源使用（包括电能、化石燃料、热力等）；
- b) 制冷剂排放。

## 6 生命周期清单分析

### 6.1 概述

在目的和范围确定后，应开展乘用车空调碳足迹研究的生命周期清单分析，包括以下步骤：

- a) 数据收集；
- b) 数据确认；
- c) 数据与单元过程和功能单位或声明单位的关联；
- d) 系统边界调整；
- e) 数据和数据质量；
- f) 数据分配。

### 6.2 数据收集

#### 6.2.1 收集范围

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。这些数据是通过测量、计算或估算得到的，用来量化单元过程的输入和输出。

#### 6.2.2 数据说明

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。

#### 6.2.3 活动数据

6.2.3.1 活动数据可以通过仪表读数、采购记录、财务报表、直接监测、质量平衡或其他从公司价值链的具体活动中收集数据的方法获取。此外，应了解公司内部系统，包括数据更新频率、单位、格式、预测值的可用性。

6.2.3.2 除了活动数据量化值，还需收集采购商品的相关属性值。原始属性指材料直接属性（如材料名称、型号），而次要属性则进一步说明间接特征（如年份、供应商国家、供应商名称、供应商编号）。使用这些属性参数将活动数据反映到碳排放因子，并对数据进行分析 and 解释。

#### 6.2.4 碳排放因子

乘用车空调生产企业在收集碳排放因子数据时，参考乘用车空调碳足迹量化数据收集表建立企业内部收集碳排放因子初级数据的优先排序，见附录 B。优先收集重点零部件对应的各级供应商初级数据，其后逐步推进非重点零部件供应商碳排放因子初级数据收集工作。碳排放因子的收集流程见图 1。



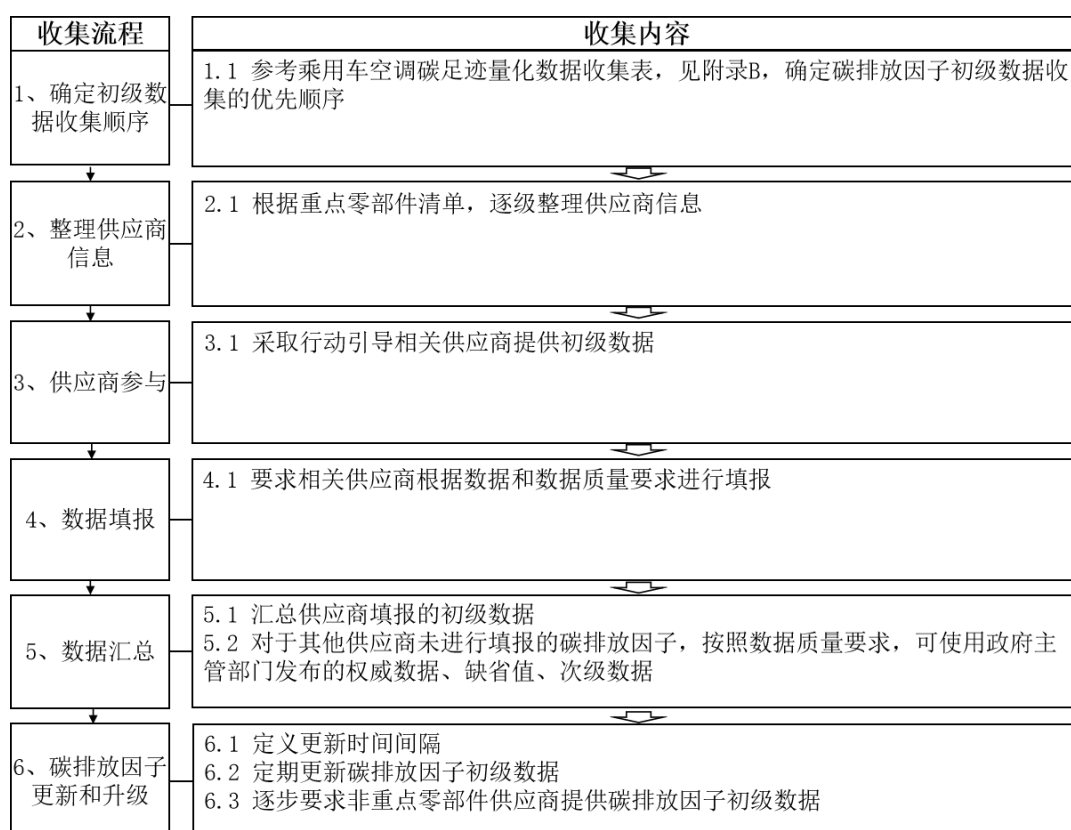


图 1 碳排放因子数据收集流程

### 6.3 数据确认

6.3.1 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 6.6 的规定。

6.3.2 数据确认可通过建立质量平衡、能量平衡和（或）碳排放因子的比较分析或其他适当的方法。

### 6.4 数据与单元过程和功能单位的关联

6.4.1 对于每个单元过程都应确定一个合适的流。单元过程中的定量的输入和输出数据应以和该流的关系为依据来进行计算。

6.4.2 以流程图和各单元过程间的流为基础，所有单元过程的流都与基准流建立联系。计算应将系统的输入和输出数据与功能单位或声明单位建立联系。

6.4.3 在汇总产品系统中的输入输出数据时应慎重。汇总程度应与研究目的保持一致。仅当数据类型涉及等价物质并具有类似的环境影响时才允许进行数据汇总。如需更详细的汇总原则，宜在目的和范围的确定阶段进行说明，或在影响评价阶段进行说明。

### 6.5 系统边界调整

反复性是产品碳足迹量化的固有特征。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。

上文所述基于敏感性分析的系统边界调整可导致：

- a) 排除被判定为缺乏重要性的生命周期阶段或单元过程；
- b) 排除对研究结果缺乏重要性的输入和输出；
- c) 纳入重要的新的单元过程、输入和输出。

系统边界调整的作用是将随后的数据处理限制在被判定为对产品碳足迹研究目的具有重要性的输入和输出数据范围内。

6.6 数据和数据质量

6.6.1 应收集核算边界内所有单元过程的定性资料和定量数据。通过测量、计算或估算收集到的数据，均可用于量化单元过程的输入和输出。应选取能实现目的和范围的初级数据和次级数据。

6.6.2 应按以下数据质量优先级顺序开展数据收集：

- a) 初级数据；
- b) 政府主管部门发布的权威数据；
- c) 本文件给定的缺省值；
- d) 其他次级数据。

6.6.3 比较边界数据收集方法按照图 2 所示步骤执行。

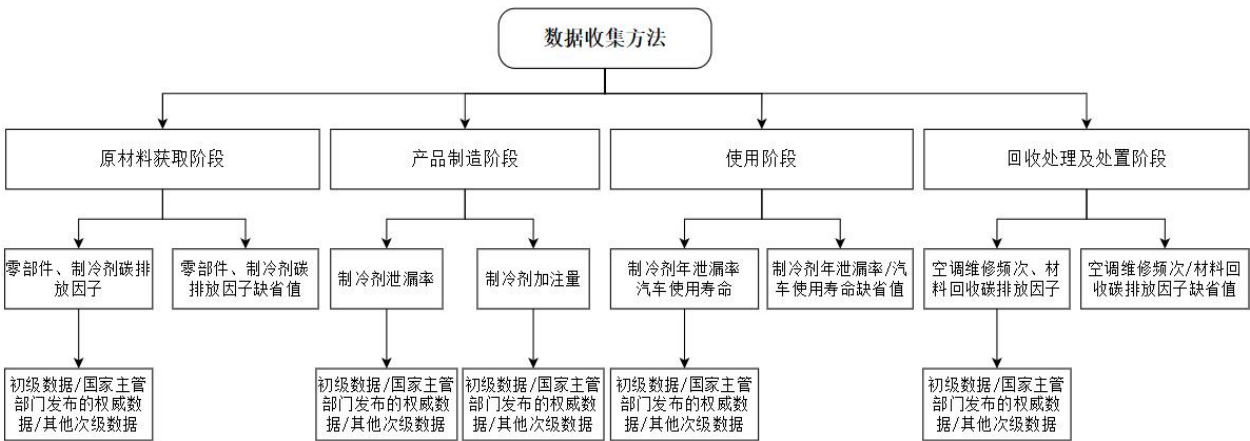


图 2 比较边界数据收集方法

6.6.4 数据质量的特性描述应涉及以下方面：

- a) 时间跨度：数据的年份和所收集数据的最小时间跨度；
- 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区域；
- c) 技术覆盖面：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：对数据集反映实际关注群（例如地理范围、时间跨度和技术覆盖面等）的程度的定性评价；
- g) 一致性：对研究方法学是否能统一应用到敏感性分析不同组成部分中而进行的定性评价；
- 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（例如数据、模型和假设）。

## 6.7 数据分配

6.7.1 优先使用能反映产品物理关系的方式进行分配，如产品的质量、体积、数量等物理量；当物理关系不能确定或不能用作分配依据时，可用经济关系进行分配，如产品产值等，同时应说明引用依据。

6.7.2 产品生产工序中存在一个单元过程同时产出两种或多种产品，而投入的原材料和能源又没有分开的情况，也会存在输入渠道有多种，而输出只有一种的情况。在这些情况下，不能直接得到清单计算所需的数据，应根据一定的关系对这些过程的数据进行分配。

6.7.3 清单是建立在输入与输出的物质平衡的基础上，分配关系需反映出这种输入与输出的基本关系与特性。分配要求如下：

- a) 应识别与其他产品系统公用的过程，并按分配程序加以处理；
- b) 单位过程中分配前与分配后的输入与输出的总和应相等；
- c) 如果存在若干个可采用的分配程序，应对使用的分配方法及其选取原因进行说明；
- d) 多重输出：分配是依据被研究的系统所提供的产品、功能或经济关联性发生变化后，资源消耗和碳排放量发生的变化来进行；
- e) 多重输入：分配基于实际的关系。如生产过程中的排放物会受到输入的废物流的变化影响。

6.7.4 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。如产品的重量、数量、体积、面积、热值等比例关系；
- 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。但此种方法的不确定性较高，一般情况不推荐采用经济分配方法。

6.7.5 材料重量占比小于各部分的 1% 的材料可舍去，舍去的材料重量应加到该材料所在部分的碳排放最高的输入材料中。舍去部分应有书面记录并说明舍去原因。

## 7 产品碳足迹影响评价

### 7.1 通则

应通过排放或清除的 GHG 的质量乘以 IPCC 给出的 100 年 GWP，见附录 C，来计算产品每种 GHG 排放和清除的潜在气候变化影响，以  $\text{kgCO}_2\text{e}$  计。

注 1：产品碳足迹为所有 GHG 潜在气候变化影响的总和。

若 IPCC 修订了 GWP，应使用最新数值，否则应在报告中说明。

除  $\text{GWP}_{100}$  外，还可以使用 IPCC 提供的其他时间范围的 GWP 和 GTP，但宜单独报告。

注 2： $\text{GWP}_{100}$  代表短期的气候变化影响，可反映变暖速度。100 年 GTP 代表长期的气候变化影响，可反映长期升温。与其他时间范围相比，选择 100 年的时间范围并无任何科学依据。该时间范围是国际公约的一个价值判断，它权衡了不同时间范围内可能发生的影响。

### 7.2 乘用车空调比较边界碳足迹量化方法

#### 7.2.1 乘用车空调生命周期碳足迹

乘用车空调比较边界碳排放量按照式（1）进行计算，计算结果圆整至（四舍五入）小数点后两位：

$$C_B = C_{\text{Material}} + C_{\text{Production Leakage}} + C_{\text{Use}} + C_{\text{Recovery}} \quad (1)$$

式中：

$C_B$ ——乘用车空调比较边界的碳排放量，单位为千克二氧化碳当量（ $\text{kgCO}_2\text{e}$ ）；

$C_{\text{Material}}$ ——原材料获取阶段碳排放量，单位为千克二氧化碳当量（ $\text{kgCO}_2\text{e}$ ）；

$C_{\text{Production Leakage}}$ ——产品制造阶段制冷剂泄漏碳排放量，单位为千克二氧化碳当量（ $\text{kgCO}_2\text{e}$ ）；

$C_{\text{Use}}$ ——乘用车空调使用阶段碳排放量，单位为千克二氧化碳当量（ $\text{kgCO}_2\text{e}$ ）；

$C_{\text{Recovery}}$ ——回收处理及处置阶段的碳排放量，单位为千克二氧化碳当量（ $\text{kgCO}_2\text{e}$ ）。

## 7.2.2 原材料获取阶段

原材料获取阶段碳排放量应按照式（2）进行计算，计算结果圆整至（四舍五入）小数点后两位：

$$C_{\text{Material}} = \sum (M_{\text{Part material } i} \times CEF_{\text{Part material } i}) + M_{\text{Refrigerant}} \times CEF_{\text{Refrigerant}} \quad (2)$$

式中：

$C_{\text{Material}}$ ——零部件碳排放量，单位为千克二氧化碳当量（ $\text{kgCO}_2\text{e}$ ）；

$M_{\text{Part material } i}$ ——零部件材料  $i$  的质量，数据圆整至小数点后两位，单位为千克（ $\text{kg}$ ）；

$M_{\text{Refrigerant}}$ ——乘用车空调制冷剂的加注量，单位为千克（ $\text{kg}$ ）；

$CEF_{\text{Part material } i}$ ——零部件材料  $i$  的碳排放因子，数据圆整至小数点后两位，单位为千克二氧化碳当量每千克（ $\text{kgCO}_2\text{e}/\text{kg}$ ）；

$CEF_{\text{Refrigerant}}$ ——制冷剂的碳排放因子，数据圆整至小数点后两位，单位为千克二氧化碳当量每千克（ $\text{kgCO}_2\text{e}/\text{kg}$ ）。

对于核算零部件材料  $i$  的重量、乘用车空调制冷剂的加注量，采用具体场地数据；对于零部件材料  $i$  的碳排放因子及制冷剂的碳排放因子，可采用场地数据，也可采用附录 A 的缺省值。

## 7.2.3 产品制造阶段

产品制造阶段制冷剂泄漏碳排放量应按照式（3）进行计算，计算结果圆整至（四舍五入）小数点后两位：

$$C_{\text{Production Leakage}} = GWP_{100} \times M_{\text{Refrigerant}} \times L_{\text{Refrigerant}} \quad (3)$$

式中：

$C_{\text{Production Leakage}}$ ——乘用车空调制造阶段制冷剂泄漏碳排放量，单位为千克二氧化碳当量（ $\text{kgCO}_2\text{e}$ ）；

$M_{\text{Refrigerant}}$ ——乘用车空调制冷剂的加注量，单位为千克（ $\text{kg}$ ）；

$L_{\text{Refrigerant}}$ ——乘用车空调装配过程中制冷剂的泄漏率，单位为百分比（%）；

$GWP_{100}$ ——制冷剂的全球增温潜能值。

乘用车空调装配过程中制冷剂的加注量，采用具体场地数据；乘用车空调装配过程中制冷剂的泄漏率，可采用场地数据。制冷剂的全球增温潜能值参照附录 C。

## 7.2.4 使用阶段

### 7.2.4.1 使用阶段碳排放量计算

使用阶段碳排放量应按照式（4）进行计算，计算结果圆整至（四舍五入）小数点后两位：

$$C_{\text{Use}} = C_{\text{Refrigerant Leakage}} + C_{\text{Energy Use}} \quad (4)$$

式中：

$C_{\text{Use}}$ ——乘用车空调使用阶段碳排放量，单位为千克二氧化碳当量（ $\text{kgCO}_2\text{e}$ ）；

$C_{\text{Refrigerant Leakage}}$ ——乘用车空调制冷剂泄漏导致的排放量，单位为千克二氧化碳当量（ $\text{kgCO}_2\text{e}$ ）；

$C_{\text{Energy Use}}$ ——乘用车空调能耗导致的碳排放量，按照能源类型可分为汽油乘用车、柴油乘用车、纯电动乘用车及混合动力电动乘用车的空调能耗碳排放量，单位为千克二氧化碳当量（ $\text{kgCO}_2\text{e}$ ）。

#### 7.2.4.2 使用阶段乘用车空调制冷剂泄漏排放量

使用阶段乘用车空调制冷剂泄漏排放量应按照式（5）进行计算，计算结果圆整至（四舍五入）小数点后两位：

$$C_{\text{Refrigerant Leakage}} = ALR \times L \times GWP_{100}/1000 \quad (5)$$

式中：

$ALR$ ——乘用车空调制冷剂年度泄漏率，单位为克每年（ $\text{g/a}$ ）；

$L$ ——乘用车使用寿命，单位为年（ $\text{a}$ ）。

乘用车空调制冷剂年度泄漏率、乘用车使用寿命可采用场地数据，也可采用附录 D 的缺省值。乘用车空调制冷剂年度泄漏率场地数据需按照 T/CAS 599 要求测试并出具试验报告。

#### 7.2.4.3 纯电动乘用车空调耗能碳排放量

纯电动乘用车空调耗能碳排放量应按照式（6）进行计算，计算结果圆整至（四舍五入）小数点后两位：

$$C_{\text{Energy Use E}} = \sum L \times \left( \frac{Q_i}{COP_i} \right) \times P_i \times T \times CEF_{\text{Fuel}} \quad (6)$$

式中：

$C_{\text{Energy Use E}}$ ——纯电动乘用车空调耗能碳排放量，单位为千克二氧化碳当量（ $\text{kgCO}_2\text{e}$ ）；

$Q_i$ ——第  $i$  个温度区间内代表工况下乘用车空调制冷/制热量，单位为千瓦（ $\text{kW}$ ）；

$COP_i$ ——第  $i$  个温度区间内代表工况下乘用车空调能效，单位为千瓦每千瓦（ $\text{kW/kW}$ ）；

$P_i$ ——某城市乘用车空调在第  $i$  个温度区间的运行概率，单位为百分比（ $\%$ ）；

$T$ ——某城市乘用车的年平均行驶时间，单位为小时（ $\text{h}$ ）；

$CEF_{\text{Fuel}}$ ——乘用车燃料生产的碳排放因子，单位为千克二氧化碳当量每千瓦时（ $\text{kgCO}_2\text{e/kWh}$ ）。

城市乘用车空调温度区间划分、部分中国城市乘用车空调在第  $i$  个温度区间的运行概率、部分中国城市乘用车的年平均行驶时间，参考附录 E。纯电动乘用车空调第  $i$  个温度区间内代表工况下乘用车空调制冷/制热量、第  $i$  个温度区间内代表工况下乘用车空调能效按照附录 E 中的代表工况进行计算，并提交相应报告。乘用车燃料生产的碳排放因子参考附录 F。

#### 7.2.4.4 汽油乘用车及柴油乘用车空调耗能碳排放量

汽油乘用车及柴油乘用车空调耗能碳排放量应按照式（7）进行计算，计算结果圆整至（四舍五入）小数点后两位：

$$C_{\text{Energy Use F}} = \sum [L \times \left( \frac{Q_i}{COP_i} \right) \times P_i \times T \times (CEF_{\text{Fuel}} + K_{CO_2})] / (E_{\text{Engine}} \times NCV_r \times 277.8 \times \rho \times 10^{-6}) \quad (7)$$

式中：

$C_{\text{Energy Use F}}$ ——汽油乘用车及柴油乘用车空调耗能碳排放量，单位为千克二氧化碳当量（ $\text{kgCO}_2\text{e}$ ）；

$K_{CO_2}$ ——转换系数参考 GB 27999-2019，对于燃油汽油的车型为  $2.37\text{kgCO}_2\text{e/L}$ ，对于燃油柴油的车型为  $2.60\text{kgCO}_2\text{e/L}$ ；

$E_{\text{Engine}}$ ——发动机效率，单位为百分比（ $\%$ ）；

$NCV_r$ ——燃料  $r$  的平均低位发热量，单位为  $\text{GJ/t}$ ；

$\rho$ ——燃料密度，汽油为  $775\text{kg/m}^3$ ，柴油为  $855\text{kg/m}^3$ 。

城市乘用车空调温度区间划分、部分中国城市乘用车空调在第  $i$  个温度区间的运行概率、部分中国城市乘用车的年平均行驶时间，参考附录 E。汽油乘用车及柴油乘用车空调第  $i$  个温度区间内代表工况下乘用车空调制冷/制热量、第  $i$  个温度区间内代表工况下乘用车空调能效按照附录 E 中的代表工况进行计算，并提交相应报告。乘用车燃料生产的碳排放因子和燃料低位发热量参考附录 F。发动机效率使用场地数据，需按照 GB/T 18297-2024 汽车发动机性能试验方法要求测试并出具试验报告。

#### 7.2.4.5 混合动力电动乘用车空调耗能碳排放量

混合动力电动乘用车空调耗能碳排放量应按照式（8）进行计算，计算结果圆整至（四舍五入）小数点后两位：

$$C_{\text{Energy Use H}} = (UF \times C_{\text{Energy Use}} + (1 - UF) \times C_{\text{Energy Use F}}) / k \quad (8)$$

式中：

$C_{\text{Energy Use H}}$ ——混合动力电动乘用车空调能耗碳排放量，单位为千克二氧化碳当量（ $\text{kgCO}_2\text{e}$ ）；

$UF$ ——纯电利用系数，根据 GB/T19753-2021 标准进行计算；

$k$ ——发电机效率，取 90%。

#### 7.2.5 回收处理及处置阶段

##### 7.2.5.1 回收处理及处置阶段碳排放量

回收处理及处置阶段碳排放量应按照式（9）进行计算，计算结果圆整至（四舍五入）小数点后两位：

$$C_{\text{Recovery}} = C_{\text{Refrigerant Recovery}} + C_{\text{Material Recovery}} \quad (9)$$

式中：

$C_{\text{Refrigerant Recovery}}$ ——制冷剂回收产生的碳排放量，单位为千克二氧化碳当量（ $\text{kgCO}_2\text{e}$ ）；

$C_{\text{Material Recovery}}$ ——其他零部件材料回收产生的碳排放，单位为千克二氧化碳当量（ $\text{kgCO}_2\text{e}$ ）。

##### 7.2.5.2 制冷剂回收碳排放量

制冷剂回收碳排放量应按照式（10）进行计算，计算结果圆整至（四舍五入）小数点后两位：

$$C_{\text{Refrigerant Recovery}} = (F + 1) \times M_{\text{Refrigerant}} \times GWP_{100} - C_{\text{Refrigerant Leakage}} \quad (10)$$

式中：

$F$ ——乘用车空调维修频次；

乘用车空调维修频次可采用场地数据，也可采用附录 D 的缺省值。

##### 7.2.5.3 其他零部件材料回收碳排放量

其他零部件材料回收碳排放量应按照式（11）进行计算，计算结果圆整至（四舍五入）小数点后两位：

$$C_{\text{Material recovery}} = \sum (M_{\text{Part material } i} \times REF_{\text{Part Material } i}) \quad (11)$$

式中：

$REF_{\text{Part Material } i}$ ——零部件材料  $i$  的回收碳排放因子，单位为千克二氧化碳当量每千克（ $\text{kgCO}_2\text{e/kg}$ ）。

#### 7.3 乘用车空调系统边界碳足迹量化方法

### 7.3.1 乘用车空调系统边界碳足迹

乘用车空调生命周期碳排放量按照式（12）进行计算，计算结果圆整至（四舍五入）小数点后两位：

$$C_S = C_{\text{Material}} + C_{\text{Production}} + C_{\text{Use}} + C_{\text{Recovery}} + C_{\text{Transport}} \quad (12)$$

式中：

$C_S$ ——乘用车空调系统边界碳排放量，单位为千克二氧化碳当量（ $\text{kgCO}_2\text{e}$ ）；

$C_{\text{Material}}$ ——原材料获取阶段碳排放量，单位为千克二氧化碳当量（ $\text{kgCO}_2\text{e}$ ）；

$C_{\text{Production}}$ ——乘用车空调生产阶段碳排放量，单位为千克二氧化碳当量（ $\text{kgCO}_2\text{e}$ ）；

$C_{\text{Use}}$ ——乘用车空调使用阶段碳排放量，单位为千克二氧化碳当量（ $\text{kgCO}_2\text{e}$ ）；

$C_{\text{Recovery}}$ ——回收处理及处置阶段碳排放量，单位为千克二氧化碳当量（ $\text{kgCO}_2\text{e}$ ）；

$C_{\text{Transport}}$ ——运输过程的碳排放，单位为千克二氧化碳当量（ $\text{kgCO}_2\text{e}$ ）。

### 7.3.2 原材料获取阶段

原材料获取阶段碳排放量应按公式（2）进行计算。

### 7.3.3 产品制造阶段

产品制造阶段碳排放量应按照式（13）进行计算，计算结果圆整至（四舍五入）小数点后两位：

$$C_{\text{Production}} = C_{\text{Production Assemble}} + C_{\text{Production Leakage}} \quad (13)$$

式中：

$C_{\text{Production}}$ ——产品制造阶段碳排放量，单位为千克二氧化碳当量（ $\text{kgCO}_2\text{e}$ ）；

$C_{\text{Production Assemble}}$ ——产品制造阶段空调装配的碳排放量，单位为千克二氧化碳当量（ $\text{kgCO}_2\text{e}$ ）；

$C_{\text{Production Leakage}}$ ——产品制造阶段制冷剂泄漏的碳排放量，单位为千克二氧化碳当量（ $\text{kgCO}_2\text{e}$ ）；

其中，空调装配碳排放量应按照式（14）计算，计算结果圆整至（四舍五入）小数点后两位：

$$C_{\text{Production Assemble}} = E_r \times CEF_r + E_r \times CEF'_r \quad (14)$$

式中：

$C_{\text{Production Assemble}}$ ——产品制造阶段空调装配的碳排放量，单位为千克二氧化碳当量（ $\text{kgCO}_2\text{e}$ ）；

$E_r$ ——能源或燃料  $r$  的外购量，单位为千瓦时（ $\text{kWh}$ ）、立方米（ $\text{m}^3$ ）或千克（ $\text{kg}$ ）等；

$CEF_r$ ——能源或燃料  $r$  生产的碳排放因子，单位为千克二氧化碳当量每千瓦时（ $\text{kgCO}_2\text{e}/\text{kWh}$ ）、千克二氧化碳当量每立方米（ $\text{kgCO}_2\text{e}/\text{m}^3$ ）或千克二氧化碳当量每千克（ $\text{kgCO}_2\text{e}/\text{kg}$ ），见附录 F；

$CEF'_r$ ——能源或燃料  $r$  使用的碳排放因子，单位为吨二氧化碳当量每吉焦（ $\text{tCO}_2\text{e}/\text{GJ}$ ），见附录 F；

产品制造阶段制冷剂泄漏碳排放量应按公式（3）进行计算。

### 7.3.4 使用阶段

使用阶段碳排放量应按公式（4）~（8）进行计算。

### 7.3.5 回收处理及处置阶段

回收处理及处置阶段碳排放量应按公式（9）~（11）进行计算。

### 7.3.6 运输阶段

运输过程碳排放量应按式（15）进行计算，计算结果圆整至（四舍五入）小数点后两位：

$$C_{\text{Transport}} = \sum [S_{\text{Leg},i} \times FC_{\text{VOS},i} \times (CEF_r + CER'_r)] \quad (15)$$

式中：

$C_{\text{Transport}}$ ——运输过程的碳排放，单位为千克二氧化碳当量（ $\text{kgCO}_2\text{e}$ ）；

*Leg*——目标量化的运输过程（*Leg*）指材料/半成品/零部件等被一种交通工具所运载行驶的距离，运输服务全程按换乘交通工具次数，拆分为 *i* 段；

*S<sub>Leg,i</sub>*——分配系数，目标量化的第 *i* 段运输过程碳排放占所选运输系统碳排放的比重；

*VOS*——运输系统（*VOS*）指针对每段运输过程所选取的具有连贯性的运输服务全程，应包含该交通工具在该系统中的空载部分。例如，一列火车往返于 A、B 两地，去程满载指定货物，返程空载，则运输过程为 A 到 B 的运输服务，运输系统为往返 A、B 两地的运输服务；

*FC<sub>VOS,i</sub>*——所选第 *i* 个运输系统的燃料/电力消耗总量，单位为升（L）、立方米（m<sup>3</sup>）、千克（kg）或千瓦时（kWh）等；

*CEF<sub>r</sub>*——能源或燃料 *r* 生产的碳排放因子，单位为千克二氧化碳当量每千瓦时（kgCO<sub>2e</sub>/kWh）、千克二氧化碳当量每立方米（kgCO<sub>2e</sub>/m<sup>3</sup>）或千克二氧化碳当量每千克（kgCO<sub>2e</sub>/kg），见附录 F；

*CER<sub>r</sub>*——能源或燃料 *r* 使用的碳排放因子，单位为千克二氧化碳当量每吉焦（kgCO<sub>2e</sub>/GJ），见附录 F。

$$S_{Leg} = [(M_{Leg} \times D_{Leg}) \div \sum (M_{VOS,i} \times D_{VOS,i})] \quad (16)$$

式中：

*M<sub>Leg</sub>*——目标量化的运输过程运输的材料/半成品/零部件等的重量，单位为千克（kg）。例如运输交通工具中搭载多种货物，总载荷为 *y* kg，而目标货物为 *x* kg，*M<sub>Leg</sub>* = *x* kg；

*D<sub>Leg</sub>*——目标量化的运输过程的运输距离，单位为千米（km）。对于道路车辆，运输过程的运输距离为最短可行距离，例两点之间导航地图显示最短可行距离；对于铁路运输，运输过程的运输距离为两点之间的轨道距离；对于水路运输，运输过程的运输距离为航线最短可行距离；对于航空运输，运输过程的运输距离为两点之间的大圆距离加 95km；

*M<sub>VOS,i</sub>*——所选运输系统在运输各阶段（*i*）的载重，单位为千克（kg）；

*D<sub>VOS,i</sub>*——所选运输系统各阶段（*i*）汇总的运输全程距离，单位为千米（km）。

## 8 生命周期解释

8.1 产品碳足迹的生命周期结果解释应包括以下步骤：

- 根据生命周期清单分析和生命周期影响评价的乘用车空调碳足迹的量化结果，识别显著环节（可包括生命周期阶段、单元过程）；
- 完整性、一致性和敏感性分析；
- 结论、局限性和建议的编制。

8.2 按照产品碳足迹研究的目的和范围，对产品碳足迹影响评价的量化结果进行解释，解释应包括以下内容：

- 对产品碳足迹和各阶段碳足迹的说明；
- 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。

8.3 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。



## 9 产品碳足迹报告

### 9.1 报告内容

乘用车空调碳足迹报告至少应包含以下内容:

- a) 基本情况:
  - 1) 委托方与评价方信息;
  - 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) 量化目的:
  - 1) 开展研究的目的;
  - 2) 预期用途。
- c) 量化范围:
  - 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) 核算边界;
  - 4) 取舍准则和取舍点, 列出排除在外的单元过程或因素, 并说明理由和其合理性;
  - 5) 生命周期各阶段描述。
- 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) 纳入范围的温室气体清单;
  - 4) 分配原则与程序;
  - 5) 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) 产品碳足迹计算;
  - 4) 结果图示(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, 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) 在产品碳足迹研究中披露和证明相关信息项的选择并说明理由。
- 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。

### 9.2 报告模板

产品碳足迹量化报告模板见附录 G。

## 10 产品碳足迹声明

如需声明时, 可按照 GB/T 24025 或 ISO14026 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)

## 材料碳排放因子核算范围及缺省值

## A.1 材料碳排放因子核算范围

## A.1.1 钢铁材料

## A.1.1.1 功能单位

工厂生产的 1kg 钢铁产品。

## A.1.1.2 核算边界

本文件钢铁材料碳足迹的核算边界见图 A.1。

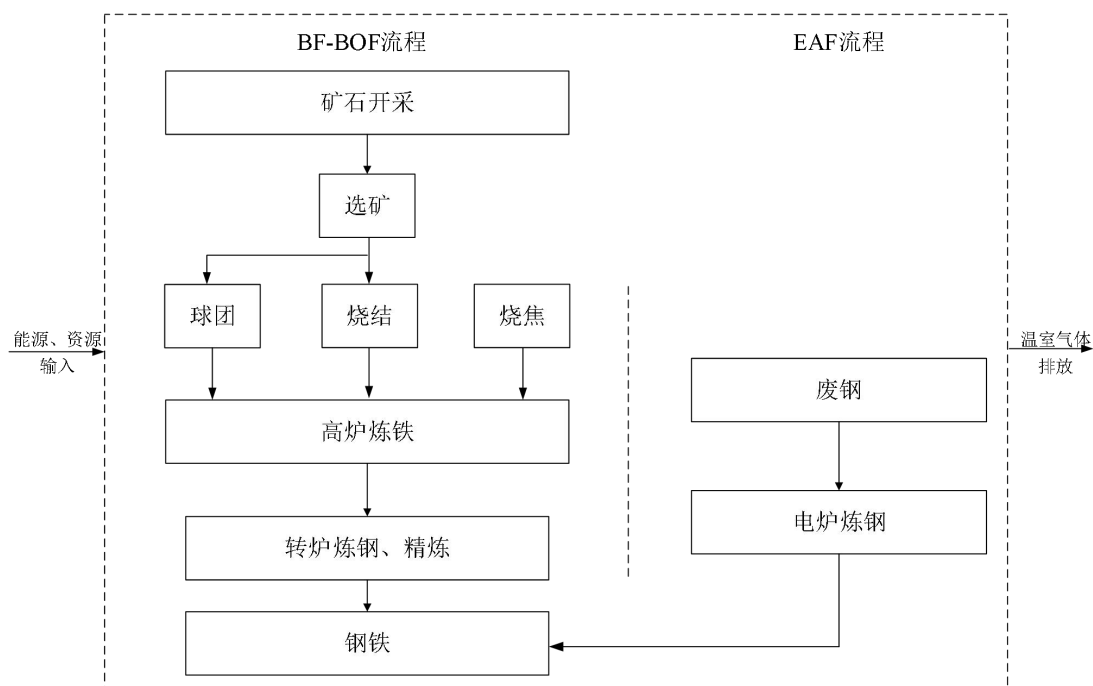


图 A.1 钢铁材料碳足迹的核算边界(包含废钢回收利用)

## A.1.2 铸铁材料

## A.1.2.1 功能单位

工厂生产的 1kg 铸铁产品。

## A.1.2.2 核算边界

本文件铸铁材料碳足迹的核算边界见图 A.2。

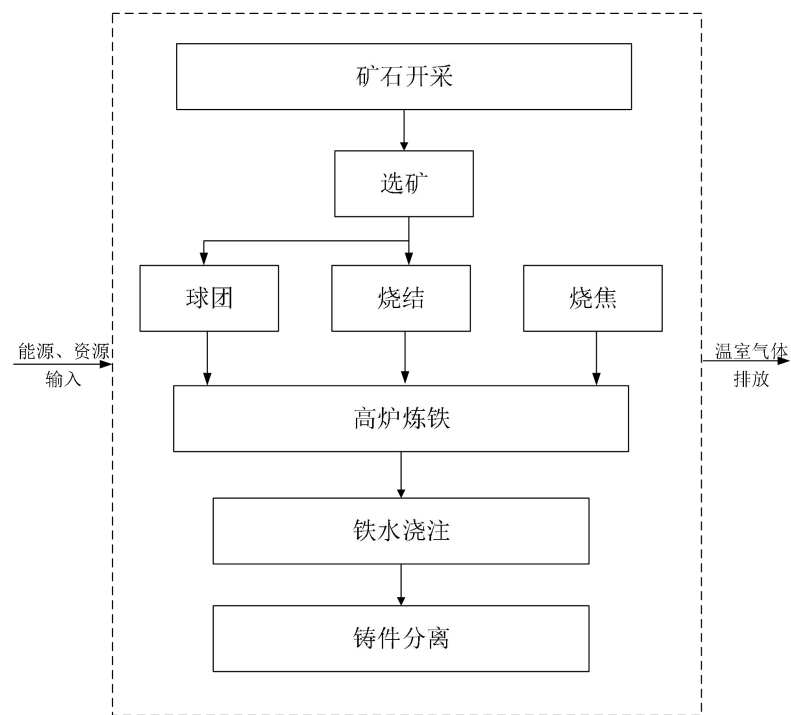


图 A.2 铸铁材料碳足迹的核算边界

A. 1. 3 铝合金材料

A. 1. 3. 1 功能单位

工厂生产的 1kg 铝合金产品。

A. 1. 3. 2 核算边界

本文件铝合金材料碳足迹的核算边界见图 A.3。

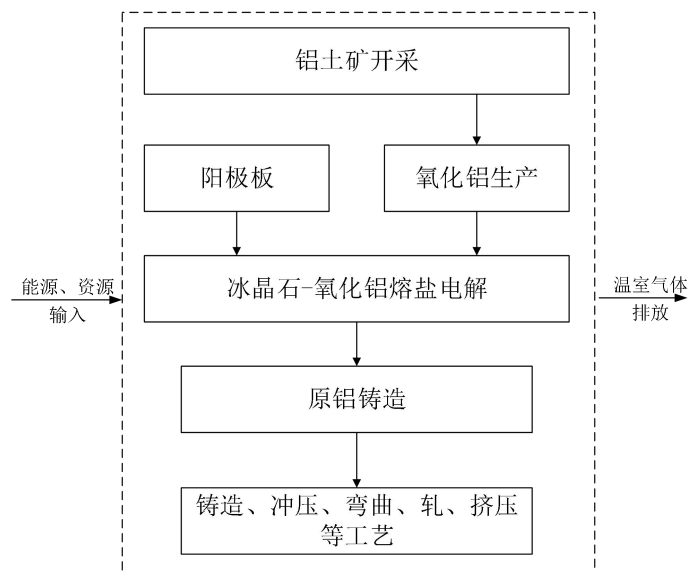


图 A.3 铝合金材料碳足迹的核算边界

#### A.1.4 镁合金材料

##### A.1.4.1 功能单位

工厂生产的 1kg 镁合金产品。

##### A.1.4.2 核算边界

本文件镁合金材料碳足迹的核算边界见图 A.4。

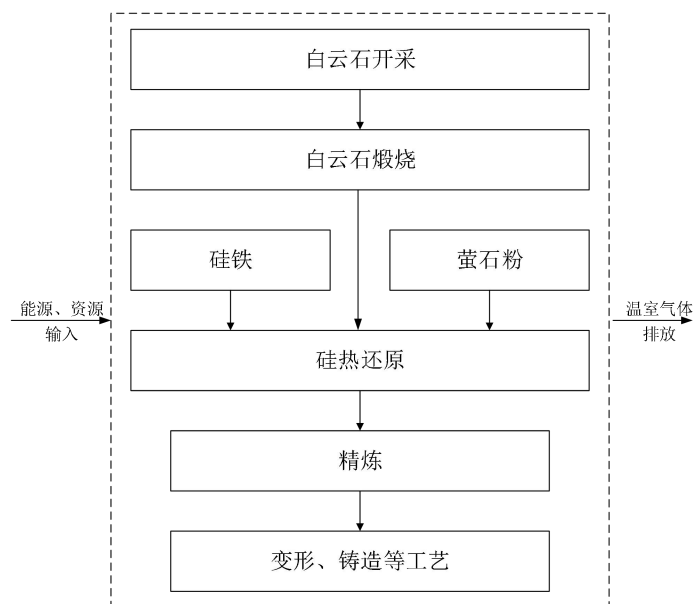


图 A.4 镁合金材料碳足迹的核算边界

#### A.1.5 铜及铜合金材料

##### A.1.5.1 功能单位

工厂生产的 1kg 铜及铜合金产品。

##### A.1.5.2 核算边界

本文件铜及铜合金材料碳足迹的核算边界见图 A.5。

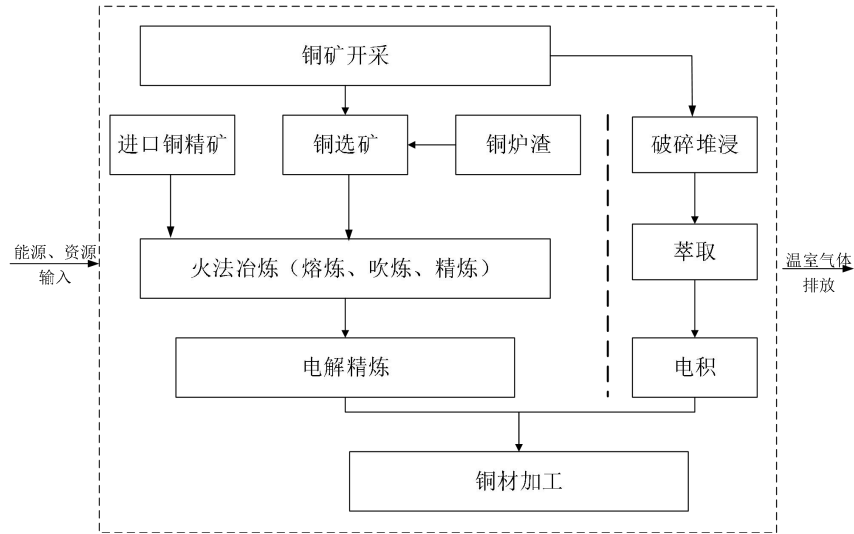


图 A.5 铜及铜合金材料碳足迹的核算边界

A. 1. 6 塑料

A. 1. 6. 1 聚丙烯(PP)材料

A. 1. 6. 1. 1 功能单位

工厂生产的 1kg 聚丙烯(PP)产品。

A. 1. 6. 1. 2 核算边界

本文件聚丙烯(PP)材料碳足迹的核算边界见图 A.6。

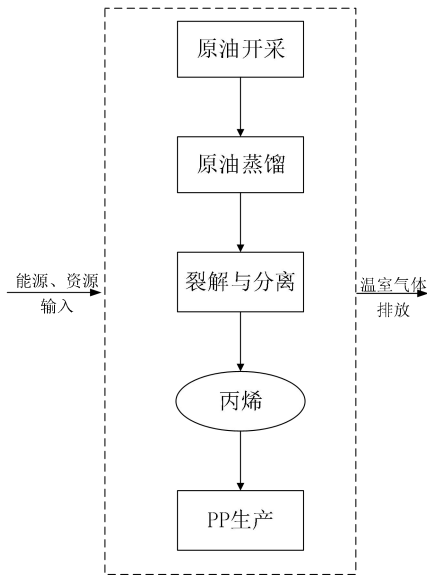


图 A.6 聚丙烯(PP)材料碳足迹的核算边界

A. 1. 6. 2 尼龙 (PA) 材料

#### A. 1. 6. 2. 1 功能单位

工厂生产的 1kg 尼龙(PA)产品。

#### A. 1. 6. 2. 2 核算边界

本文件尼龙(PA)材料碳足迹的核算边界见图 A.7。

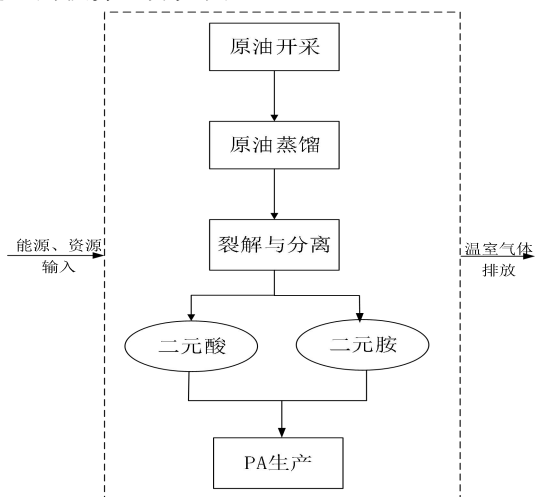


图 A.7 尼龙(PA)材料碳足迹的核算边界

#### A. 1. 6. 3 聚乙烯(PE)材料

##### A. 1. 6. 3. 1 功能单位

工厂生产的 1kg 聚乙烯(PE)产品。

##### A. 1. 6. 3. 2 核算边界

本文件聚乙烯(PE)材料碳足迹的核算边界见图 A.8。

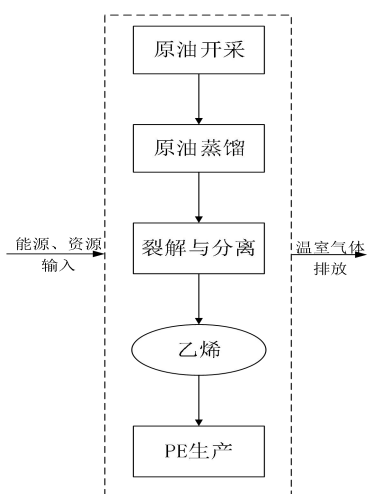


图 A.8 聚乙烯(PE)材料碳足迹的核算边界

#### A. 1. 6. 4 聚氯乙烯(PVC)材料

#### A. 1. 6. 4. 1 功能单位

工厂生产的 1kg 聚氯乙烯(PVC)产品。

#### A. 1. 6. 4. 2 核算边界

本文件聚氯乙烯(PVC)材料碳足迹的核算边界见图 A.9。

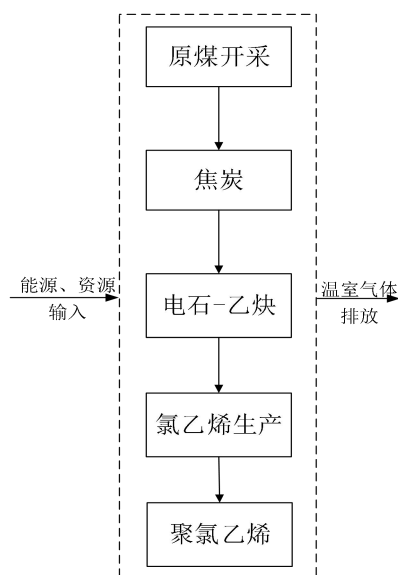


图 A.9 聚氯乙烯(PVC)碳足迹的核算边界

#### A. 1. 6. 5 聚氨酯(PU)材料

##### A. 1. 6. 5. 1 功能单位

工厂生产的 1kg 聚氨酯(PU)产品。

##### A. 1. 6. 5. 2 核算边界

本文件聚氨酯(PU)材料碳足迹的核算边界见图 A.10。

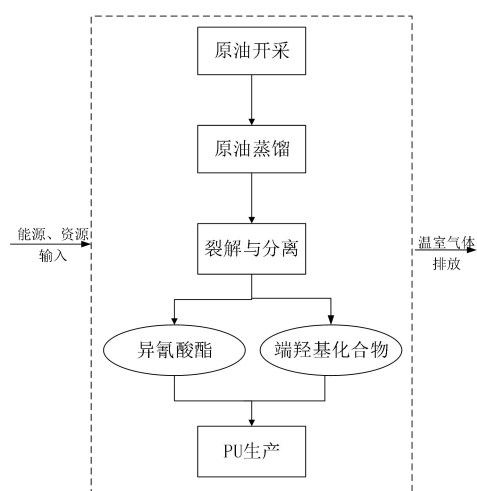




图 A.10 聚氨酯(PU)材料碳足迹的核算边界

## A.1.7 橡胶材料

## A.1.7.1 功能单位

工厂生产的 1kg 橡胶产品。

## A.1.7.2 核算边界

本文件橡胶材料碳足迹的核算边界应与图 A.11 一致。

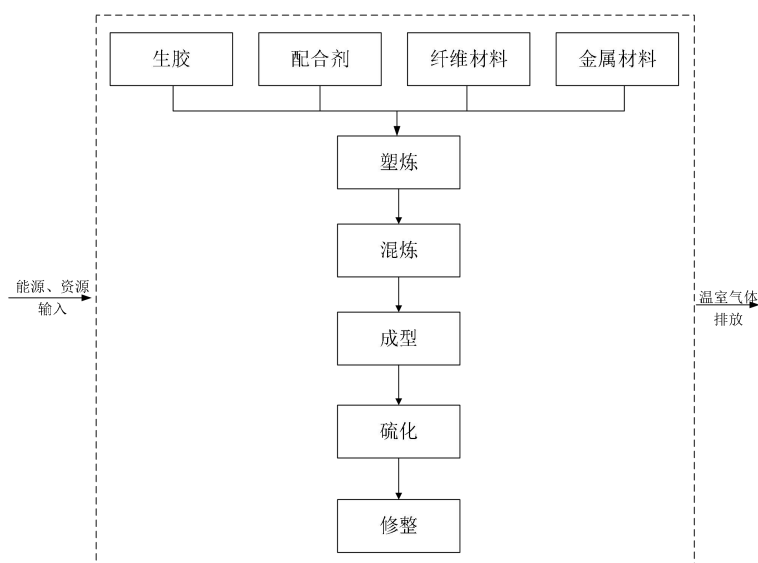


图 A.11 橡胶材料碳足迹的核算边界

## A.1.8 其他均质材料

## A.1.8.1 功能单位

工厂生产的 1kg 某均质材料。

## A.1.8.2 核算边界

根据实际情况划定边界。应包含资源开采、加工提纯、生产制造等过程，不包括使用与废弃环节，由回收材料加工再制造的过程也可包含在系统边界内；而生产用设备制造、厂房建设等基础设施不包括在边界范围内。

## A.2 材料碳排放因子缺省值

材料碳排放因子缺省值见表 A.1。

表A.1 材料碳排放因子缺省值

材料种类	材料名称	材料生产碳排放因子（kgCO <sub>2e</sub> /kg）	材料回收碳排放因子（kgCO <sub>2e</sub> /kg）
制冷剂	HFO-1234yf	13.5	-
	HFC-134a	8	
	R744	0.2	
金属	钢铁	2.38	0.17
	铸铁	1.82	
	铝合金	16.38	
	镁合金	39.55	
	铜及铜合金	4.23	
塑料类	橡胶	3.1	0.015
	塑料	3.0	

## 附 录 B

(资料性)

## 乘用车空调碳足迹量化数据收集表

乘用车空调碳足迹量化数据收集表用于填写、收集计算乘用车空调生命周期各阶段碳排放结果所需的数据。其并不代表全部收集范围，报告主体可根据实际情况补充或调整。

## B.1 原材料获取阶段

表 B.1 材料输入清单

材料名称	单位	数量	数据来源	数据质量特性描述
铝铸件	kg			
铝锻件				
锻钢				
铜合金				
钢铸件				
不锈钢				
橡胶				
塑料				
防腐蚀涂层				
聚合物涂层				

表 B.2 制冷剂输入清单

材料名称	单位	数量	数据来源	数据质量特性描述
HFO-1234yf	kg			
HFC-134a				
R744				
HFC-152a				
R290				
R410A				
R407C				

## B.2 产品制造阶段

表 B.3 产品制造阶段输入清单

材料名称	单位	数量	数据来源	数据质量特性描述
装配过程制冷剂泄漏率	%			
制冷剂全球增温潜能值	/			

## B.3 使用阶段

表 B.4 使用阶段输入清单

材料名称	单位	数量	数据来源	数据质量特性描述
制冷剂年度泄漏率	g/年			
乘用车使用寿命	年			
乘用车年平均行驶时间	小时			

表 B.5 能源/燃料生产输入清单

名称	单位	数量	数据来源	数据质量特性描述
全国电网平均供电				
水电				
风电				
核电				
火电				
光伏发电				
生物质发电				
天然气				
汽油				
柴油				
煤				
低压蒸汽（0.3MPa）				
中压蒸汽（1MPa）				

## B.4 回收处理及处置阶段

表 B.6 回收处理及处置阶段输入清单

材料名称	单位	数量	数据来源	数据质量特性描述
空调维修频次				

## B.5 运输阶段

表 B.7 运输阶段输入清单

运输工具	单位	数量	数据来源	数据质量特性描述
火车				
内河轮船				
远洋轮船				
重型货车				
中型货车				
轻型货车				
其他请注明				

## 附 录 C

(规范性)

## 碳(温室气体)类别及 GWP 值

碳(温室气体)类别及 GWP 值见表 C.1。

表 C.1 碳(温室气体)类别及 GWP 值

工业名称或通用名	分子式	GWP <sub>100</sub>
二氧化碳	CO <sub>2</sub>	1
2,3,3,3-四氟丙烯	HFO-1234yf	1
丙烷	R-290	3.3
氢氟碳化物	HFC-32	771
	HFC-134a	1526
	HFC-152a	164
	R410A	2088
	R407C	1774

## 附 录 D

(资料性)

## 制冷剂更换次数及泄漏率缺省值

制冷剂更换次数及泄漏率缺省值见表 D.1。

表 D.1 制冷剂更换次数及泄漏率缺省值

项目	值
年制冷剂泄漏率缺省值	制冷剂额定充注量×6.25%
生命周期乘用车空调维修次数缺省值	3
加注环节制冷剂泄漏率	0.5%
乘用车使用寿命	10 年
注：数据来源于中汽数据乘用车空调制冷剂泄漏测试以及行业调研	

附 录 E

(资料性)

乘用车空调运行时间缺省值及单位能耗测试工况

E.1 城市乘用车空调运行时间缺省值

为更加准确地计算乘用车空调运行期间的能耗，将城市内乘用车空调运行温度划分为 8 个区间，具体温度区间划分及乘用车空调运行情况见表 E.1。

表 E.1 城市乘用车空调运行温度区间划分及乘用车空调运行情况

温度区间	乘用车空调运行情况	
	纯电动乘用车空调 混合动力电动乘用车空调	汽油、柴油乘用车空调
-30℃ — -20℃	制热	-
-20℃ — -10℃	制热	-
-10℃ — 0℃	制热	-
0℃ — 10℃	制热	-
10℃ — 20℃	除湿	-
20℃ — 30℃	制冷	制冷
30℃ — 40℃	制冷	制冷
40℃ — 50℃	制冷	制冷



表 E.2 部分城市乘用车空调运行温度区间概率及该城市乘用车年运行时间

项目	温度区间								年平均行驶时间 /h
	-30℃~20℃	-20℃~10℃	-10℃~0℃	0℃~10℃	10℃~20℃	20℃~30℃	30℃~40℃	40℃~50℃	
北京	0.00%	0.61%	16.12%	22.90%	23.10%	30.86%	6.40%	0.01%	584
长春	2.08%	14.36%	17.88%	17.69%	24.34%	22.62%	1.02%	0.00%	784.75
广州	0.00%	0.00%	0.01%	4.74%	28.79%	55.68%	10.78%	0.00%	657
上海	0.00%	0.00%	1.67%	23.70%	30.43%	36.68%	7.53%	0.00%	620.5
武汉	0.00%	0.00%	3.34%	22.97%	29.18%	34.15%	10.35%	0.00%	693.5
西安	0.02%	2.94%	17.58%	25.57%	32.81%	19.62%	1.45%	0.00%	657
乌鲁木齐	0.53%	12.25%	19.74%	16.72%	23.35%	23.84%	3.57%	0.00%	711.75

E. 2 乘用车空调工作能力及能效核算方法

E. 2.1 乘用车空调工作能力计算公式

乘用车空调运行过程工作能力计算如式 E-1 所示：

$$Q_i = \sum Q_{ij} \times PW_{ij} \tag{E-1}$$

式中：

$Q_{ij}$ ——第  $i$  个温度区间内、第  $j$  个风速工况下乘用车空调制冷/制热量，单位为千瓦（kW），乘用车空调工作能力参照表 E.3 或 E.4 测试；

$PW_{ij}$ ——乘用车在第  $j$  个风速工况下的运行概率，值取 25%。

乘用车空调运行过程工作能效计算如式 E-2 所示：

$$COP_i = \sum COP_{ij} \times PW_{ij} \tag{E-2}$$

式中：

$COP_{ij}$ ——第  $i$  个温度区间、第  $j$  个风速工况下乘用车空调能效，乘用车空调能效参照表 E.3 或 E.4 测试；

$PW_{ij}$ ——乘用车在第  $j$  个风速工况下的运行概率，值取 25%。

E. 2.2 燃油乘用车空调制冷/制热量及能效代表测试工况

表 E.3 燃油乘用车空调制冷/制热量及能效代表测试工况

室外温度℃	湿度	迎面风速 m/s	室内温度℃	湿度	循环
35	40%	1.5	27	50%	REC
35	40%	2	27	50%	REC
35	40%	3	27	50%	REC
35	40%	4	27	50%	REC
25	80%	1.5	27	50%	REC
25	80%	2	27	50%	REC
25	80%	3	27	50%	REC
25	80%	4	27	50%	REC
15	80%	1.5	20	50%	OSA
15	80%	2	20	50%	OSA

## E. 2.3 纯电动乘用车空调制冷/制热量及能效代表测试工况

表 E.4 纯电动乘用车空调制冷/制热量及能效代表测试工况

室外温度℃	湿度	迎面风速 m/s	室内温度℃	湿度	循环
35	40%	1.5	27	50%	REC
35	40%	2	27	50%	REC
35	40%	3	27	50%	REC
35	40%	4	27	50%	REC
25	80%	1.5	27	50%	REC
25	80%	2	27	50%	REC
25	80%	3	27	50%	REC
25	80%	4	27	50%	REC
15	80%	1.5	20	50%	OSA
15	80%	2	20	50%	OSA
15	80%	3	20	50%	OSA
15	80%	4	20	50%	OSA
7	86%	1.5	20	50%	OSA
7	86%	2	20	50%	OSA
7	86%	3	20	50%	OSA
7	86%	4	20	50%	OSA
-7		1.5	20	50%	OSA
-7		2	20	50%	OSA
-7		3	20	50%	OSA
-7		4	20	50%	OSA
-15		1.5	20	50%	OSA
-15		2	20	50%	OSA
-15		3	20	50%	OSA
-15		4	20	50%	OSA
-20		1.5	20	50%	OSA
-20		2	20	50%	OSA
-20		3	20	50%	OSA
-20		4	20	50%	OSA

附 录 F  
(资料性)  
能源/燃料碳排放因子

F.1 能源/燃料生产的碳排放因子

能源/燃料的生产碳排放因子缺省值见表 F.1。

表 F.1 能源/燃料的生产碳排放因子缺省值

能源/燃料名称	生产碳排放因子	单位
全国电网平均供电	0.635	kgCO <sub>2e</sub> /kWh
水电	0.035	
风电	0.006	
核电	0.014	
火电	0.971	
光伏发电	0.048	
生物质发电	0.23	
天然气	0.07	kgCO <sub>2e</sub> /m <sup>3</sup>
汽油	0.487	kgCO <sub>2e</sub> /L
柴油	0.535	
煤	0.08	kgCO <sub>2e</sub> /kg
低压蒸汽（0.3MPa）	0.31	
中压蒸汽（1MPa）	0.38	

F.2 燃料使用过程的碳排放因子

燃料使用过程的碳排放因子如式（F-1）所示：

$$CEF_r' = NCV_r \times CC \times OF \times \frac{44}{12} \tag{F-1}$$

式中：

$CEF_r'$ ——燃料使用过程的碳排放量，单位为千克二氧化碳当量每吉焦（kgCO<sub>2e</sub>/GJ）；

$NCV_r$ ——燃料 r 的平均低位发热量，单位为吉焦每吨（GJ/t）；

$CC$ ——单位热值含碳量，单位为千克二氧化碳当量每兆焦（kgCO<sub>2e</sub>/MJ），采用表 F.2 提供的参数  
值；

$OF$ ——碳氧化率，单位为%，采用表 F.2 提供的参数值。

表 F.2 常见化石燃料特定参数值

燃料品种		低位发热量	热值单位	单位热值含碳量	燃料碳氧化率
固体燃料	无烟煤	26.700 <sup>a</sup>	GJ/t	27.40×10 <sup>-3b</sup>	94%
	烟煤	19.570 <sup>c</sup>		26.10×10 <sup>-3b</sup>	93%
	褐煤	11.900 <sup>a</sup>		28.00×10 <sup>-3b</sup>	96%
	洗精煤	26.344 <sup>d</sup>		25.40×10 <sup>-3b</sup>	90%
	其他洗煤	12.545 <sup>d</sup>		25.40×10 <sup>-3b</sup>	90%
	型煤	17.460 <sup>c</sup>		33.60×10 <sup>-3c</sup>	90%
	焦炭	28.435 <sup>c</sup>		29.50×10 <sup>-3b</sup>	93%
液体燃料	原油	41.816 <sup>d</sup>		20.10×10 <sup>-3b</sup>	98%
	燃料油	41.816 <sup>d</sup>		21.10×10 <sup>-3b</sup>	98%
	汽油	42.070 <sup>d</sup>		18.90×10 <sup>-3b</sup>	98%
	柴油	42.652 <sup>d</sup>		20.20×10 <sup>-3b</sup>	98%
	一般煤油	43.070 <sup>d</sup>		19.60×10 <sup>-3b</sup>	98%
	液化天然气	51.44 <sup>d</sup>		15.30×10 <sup>-3b</sup>	98%
	液化石油气	50.179 <sup>d</sup>		17.20×10 <sup>-3b</sup>	98%
气体燃料	炼厂干气	45.998 <sup>d</sup>	GJ/万 Nm <sup>3</sup>	18.20×10 <sup>-3b</sup>	99%
	焦炉煤气	179.81 <sup>d</sup>		13.58×10 <sup>-3b</sup>	99%
	高炉煤气	33.000 <sup>c</sup>		70.80×10 <sup>-3a</sup>	99%
	转炉煤气	84.000 <sup>c</sup>		49.60×10 <sup>-3c</sup>	99%
	其他煤气	52.270 <sup>d</sup>		12.20×10 <sup>-3b</sup>	99%
	天然气	389.31 <sup>d</sup>		15.30×10 <sup>-3b</sup>	99%
注：a 数据取值来源为《2006年IPCC国家温室气体清单指南》					
b 数据取值来源为《省级温室气体清单指南（试行）》					
c 数据取值来源为《中国温室气体清单研究（2007）》					
d 数据取值来源为《中国能源统计年鉴（2019）》					

附 录 G  
(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。

乘用车空调碳足迹报告 (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. 功能单位或声明单位

以\_\_\_\_\_为功能单位或声明单位。

### 2. 核算边界

☐ 原材料获取阶段、☐ 生产阶段、☐ 运输（交付）阶段

系统边界示意图：

图 1 xx 产品碳足迹量化核算边界图

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 乘用车空调生命周期碳排放清单示例

产品生产阶段	活动数据	排放因子	温室气体排放量
原材料获取			
产品制造			
使用			
回收处理及处置			
运输			

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. 影响类型和特征因子选择

一般选择联合国政府间气候变化专门委员会（IPCC）给出的 100 年全球变暖潜势（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），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\_\_\_\_\_kgCO<sub>2e</sub>。各生命周期阶段的温室气体排放情况如表 2 所示。

表 2 乘用车空调生命周期各阶段碳排放情况

生命周期阶段	碳足迹/（tCO <sub>2e</sub> /功能单位）	百分比/%	备注
原材料获取			
产品制造			
使用			
回收处理及处置			
运输			

### 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性进行说明。

### 3. 改进建议

## 参考文献

- [1] GB/T 24040 环境管理 生命周期评价 原则与框架
  - [2] GB/T 24044 环境管理 生命周期评价 要求与指南
  - [3] GB/T 24024 环境管理 环境标志和声明 I 型环境标志 原则和程序
  - [4] TCAS 599—2022 汽车空调制冷剂（HFC-134a）泄漏测试方法及限值
  - [5] ISO 14026:2017 Environmental labels and declarations - Principles, requirements and guidelines for communication of footprint information
  - [6] IPCC AR6 Climate Change 2021: The Physical Science Basis.
  - [7] <https://www.epa.gov/climate-hfcs-reduction/technology-transitions-gwp-reference-table>.
  - [8] Johnson, C. R. 744 as an Adjustment to GWP[R].MAC Summit, Washington DC,2004.
  - [9] Krieger, T. M.; Bateman, D. J.; Sylvester, R. W. Life Cycle Analysis for Production of HFC-134a and HFC-152a[R].MAC Summit.Washington DC, 2004.
  - [10] McCulloch A, Lindley A A. From mine to refrigeration: a life cycle inventory analysis of the production of HFC-134a[J]. International journal of refrigeration,2003, 26(8): 865-872.
  - [11] Weckert M, Restrepo G, Gerstmann S, et al. Hasse Diagram Technique – A Useful Tool for Life Cycle Assessment of Refrigerants[J]. Environmental Informatics and Systems Research, 2007, 2: 219-226.
  - [12] 《2006 年 IPCC 国家温室气体清单指南》
  - [13] 《省级温室气体清单指南（试行）》
  - [14] 《中国温室气体清单研究（2007）》
  - [15] 《中国能源统计年鉴（2019）》
-