



# 团 体 标 准

T/CECA-G 0332—2024

## 温室气体 产品碳足迹量化方法与要求 汽车用轮胎

Greenhouse gases—Requirements and guidelines for quantification  
for carbon footprint of products—Automotive tyres

(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)

2024-12-12 发布

2024-12-13 实施

中国节能协会 发布

目 次

目 次..... I

前 言..... III

温室气体 产品碳足迹量化方法与要求 汽车用轮胎..... 4

1 范围..... 4

2 规范性引用文件..... 4

3 术语和定义..... 5

4 量化目的..... 6

5 量化范围..... 6

6 清单分析..... 8

7 结果解释..... 15

8 产品碳足迹报告..... 16

9 产品碳足迹声明..... 16

附 录 A （资料性） 汽车用轮胎产品碳足迹量化数据收集表..... 18

附 录 B （资料性） 常用参数参考值..... 20

附 录 C （资料性） 产品碳足迹研究报告（模板）..... 22

附 录 D （资料性） 全球增温潜势值..... 28

附 录 E （规范性） 数据质量等级..... 31

参考文献..... 32

## 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。

本文件由中汽信息科技（天津）有限公司提出。

本文件由中国节能协会归口。

本文件起草单位：米其林（中国）投资有限公司、中汽信息科技（天津）有限公司、安徽江淮汽车集团股份有限公司、中国第一汽车集团有限公司、北汽福田汽车股份有限公司、一汽物流有限公司、奇瑞控股集团有限公司、奇瑞汽车股份有限公司、中汽研汽车零部件检验中心（宁波）有限公司、中汽研华诚认证（天津）有限公司。

本文件主要起草人：郭佳栋、尤嘉勋、顾洪建、王雪、王文斌、毕书然、孔祥亮、白辰、吴明锋、郭宏伟、范佳甲、施文、谷阳森、董晓岚、麻宏宇、魏长庆、王舒微、李文静、郭齐、崔晨、李晶。

本文件首次发布。

# 温室气体 产品碳足迹量化方法与要求 汽车用轮胎

## 1 范围

本文件规定了汽车用轮胎产品碳足迹的量化目的、量化范围、清单分析、影响评价、结果解释、产品碳足迹报告、产品碳足迹声明等。

本文件适用于汽车用轮胎产品碳足迹的量化，不适用于翻新轮胎、刻沟轮胎。

## 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 2977 载重汽车轮胎规格、尺寸、气压与负荷

GB/T 2978 轿车轮胎规格、尺寸、气压与负荷

GB/T 6326 轮胎 术语

GB/T 18352.6 轻型汽车污染物排放限值及测量方法（中国第六阶段）

GB/T 19753 轻型混合动力电动汽车能量消耗量试验方法

GB/T 19754 重型混合动力电动汽车能量消耗量试验方法

GB/T 24021 环境管理 环境标志和声明 自我环境声明（II 型环境标志）

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 24062 环境管理 将环境因素引入产品的设计和开发

GB/T 24067 温室气体 产品碳足迹 量化要求和指南

GB 27999 乘用车燃料消耗量评价方法及指标

GB/T 29040 汽车轮胎滚动阻力试验方法 单点试验和测量结果的相关性

GB/T 29042 汽车轮胎滚动阻力限值和等级

GB/T 32150 工业企业温室气体排放核算和报告通则

GB/T 42359 湿及冰雪路面试验用轿车轮胎室内磨削方法

ISO 14026: 2017 Environmental labels and declarations - Principles, requirements and guidelines for communication of footprint information

ISO/TS 14027: 2017 Environmental labels and declarations — Development of product category rules

ISO 14064-1: 2018 Greenhouse gases — Part 1: Specification with guidance at the organization level for quantification and reporting of greenhouse gas emissions and removals

ISO/TS 14071: 2014 Environmental Management - Life Cycle Assessment - Critical Review Processes And Reviewer Competencies: Additional Requirements And Guidelines To ISO 14044:2006 (E-Standard)

### 3 术语和定义

GB/T 24025-2009、GB/T 24040-2008、GB/T 24044-2008、GB/T 24062-2009、GB/T 24067-2024、GB/T 32150、ISO 14021:2016、ISO 14026:2017、ISO/TS 14027:2017、ISO 14064-1:2018、ISO/TS 14071: 2014的及下列术语和定义适用于本文件。

#### 3.1 术语和定义

##### 3.1.1

**汽车用轮胎 automotive tyre**

安装在汽车车轮上的圆环形弹性制品。包括轿车轮胎和载重汽车轮胎。

##### 3.1.2

**轿车轮胎 passenger car tyre**

设计主要用于乘用车的轮胎。

[来源：GB/T 6326—2023，4.3.1]

##### 3.1.3

**载重汽车轮胎 truck tyre**

设计主要用于商用车辆及其拖挂车的轮胎。

[来源：GB/T 6326—2023，4.3.2]

##### 3.1.4

**原生材料 raw material**

从自然界中直接获取的或由从自然界中直接获取的材料加工而成的，但尚未经过任何循环利用过程的材料。

##### 3.1.5

**再循环材料 recycled material**

生产过程中对回收材料加以再处理、用来制造最终产品或产品部件的材料。

注：回收材料指原可能被作为废物予以处置或用于能量回收，而实际上被收集或回收用于材料输入，在再循环或生产过程中代替新的原生材料。

[来源：GB/T 24021—2024，7.8.1]

#### 3.2 缩略语

下列缩略语适用于本文件。

GHG：温室气体（Greenhouse Gases）

CO<sub>2</sub>e：二氧化碳当量(CO<sub>2</sub> equivalent)

GWP：全球变暖潜势（Global Warming Potential）

IPCC：政府间气候变化专门委员会（The Intergovernmental Panel on Climate Change）

DQR：数据质量等级(Data Quality Rating)

CFP：产品碳足迹（Carbon Footprint of Product）

## 4 量化目的

4.1 开展汽车用轮胎产品碳足迹研究的总体目的是结合取舍准则（见 5.4.7），通过量化汽车用轮胎产品生命周期所有显著的温室气体排放量和清除量，计算汽车用轮胎产品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）。

注：这种量化面向一系列受众，支持一系列的目的和应用，包括但不限于进行的独立研究和比较研究，以及长期绩效追踪。

4.2 基于本文件开展汽车用轮胎产品碳足迹量化的目的包括但不限于以下方面：

- 评价汽车用轮胎产品对气候变化的潜在影响；
- 用于汽车用轮胎产品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；
- 用于汽车用轮胎产品生产者降低产品碳足迹的设计与改进；
- 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

汽车用轮胎产品描述应使用户能够明确地识别产品，应包括但不限于以下内容：

- a) 产品名称及型号；
- b) 产品的示意图；
- c) 产品的用途；
- d) 产品的主要技术参数和性能；
- e) 产品符合相关质量标准的证明文件。

### 5.2 功能单位

应使用“1 条汽车用轮胎行驶 1000km”作为功能单位。

### 5.3 声明单位

当量化汽车用轮胎产品部分碳足迹时，可使用“1条轮胎”作为声明单位。

### 5.4 系统边界

5.4.1 汽车用轮胎产品碳足迹量化系统边界见图 1。

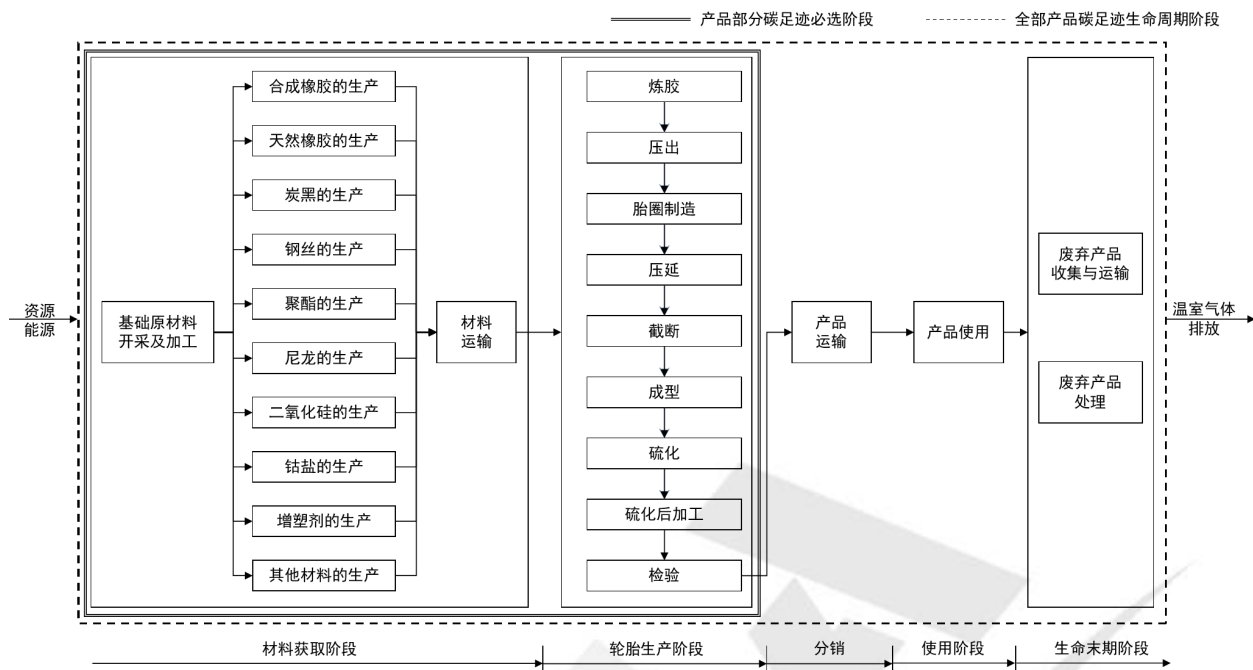


图1 汽车用轮胎产品碳足迹量化系统边界

#### 5.4.2 材料获取阶段

材料获取阶段，包括原生材料获取及加工过程、再循环材料生产加工过程和运输过程，需核算的材料类别包括但不限于合成橡胶、天然橡胶、炭黑、钢丝、聚酯、尼龙、二氧化硅、钴盐和增塑剂等。包括但不限于以下过程：

- 基础原材料的采集与提取；
- 基础原材料的加工；
- 材料的运输。

#### 5.4.3 轮胎生产阶段

生产阶段，包括但不限于炼胶、压出、胎圈制造、压延、截断、成型、硫化、硫化后加工、检验等过程。

#### 5.4.4 分销阶段

分销阶段，包括汽车用轮胎成品从制造商到经销商或整车厂处的运输过程。

#### 5.4.5 使用阶段

使用阶段，包括汽车用轮胎产品使用过程中克服滚动阻力和加速阻力消耗能量的过程。

#### 5.4.6 生命末期阶段

生命末期阶段，包括汽车用轮胎从产品废弃后运输至回收处置点开始，到产品回归自然结束，包括：

- 废弃轮胎的运输；
- 废弃轮胎的处置，如焚烧、填埋等。

### 5.4.7 取舍准则

所涉及的物质（能量）数据的取舍应遵循如下准则：

- a) 列出主要的原辅料，若符合5.4.7中b)和c)要求则可忽略；
- b) 忽略的单项物质（能量）流或单元过程对产品碳足迹的贡献均不超过1%；
- c) 所有忽略的物质（能量）流与单元过程对产品碳足迹贡献总和不超过5%，且在碳足迹报告中予以说明；
- d) 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 数据收集和确认

#### 6.1.1 活动数据

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该符合表1的要求。所有收集的数据的来源应说明并记录。

表 1 活动数据收集要求

生命周期阶段		包含过程的简要描述	数据种类及类型
材料获取阶段	原材料获取及加工	从自然界中提取资源、预处理及材料的生产	原材料消耗量及使用系数：宜使用现场数据 再循环材料消耗量及使用系数：宜使用现场数据 材料运输量、运输方式及运输距离：宜使用现场数据
	再循环材料生产加工	由废物生产再循环材料的加工过程	
	运输过程	原材料及再循环材料从供应商到轮胎制造商工厂之间的运输	
轮胎生产阶段	轮胎的生产	包括炼胶、压出、胎圈制造、压延、截断、成型、硫化、硫化后加工、检验等工艺过程及辅助生产过程	电力、天然气等能源的消耗量：应使用现场数据 生产工艺的温室气体直接排放量：应使用现场数据
分销		将轮胎成品运送到经销商或汽车制造商处的过程	产品运输量、运输方式及运输距离：宜使用现场数据
使用阶段	能量消耗	克服滚动阻力和加速阻力消耗能量的过程	与轮胎滚动阻力、加速阻力相关的产品参数：宜使用现场数据
生命末期阶段	运输过程	轮胎从寿命结束场所到废弃处理场所之间的运输	废弃产品运输至处理/处置地的运输量、运输方式及运输距离：宜使用现场数据
	废弃处理	包括填埋、焚烧等过程	废弃产品各废弃物在不同处置方式下的处置量：宜使用现场数据

#### 6.1.2 温室气体排放因子

温室气体排放因子的数据收集流程可参考表2，收集内容可参考表3。



表 2 温室气体排放因子数据收集流程

确定初级数据收集顺序	整理供应商信息	供应商参与	数据填报	数据汇总	温室气体排放因子更新和升级
1.1 参考重点部件，确定温室气体排放因子初级数据收集的优先顺序	2.1 根据重点部件，逐级整理供应商信息	3.1 采取行动引导相关供应商提供初级数据	4.1 要求相关供应商根据数据和数据质量要求进行填报	5.1 汇总供应商填报的初级数据	6.1 定义更新时间间隔
				5.2 对于其他供应商未进行填报的温室气体排放因子，按照数据质量要求，可使用政府主管部门发布的权威数据或次级数据	6.2 定期更新温室气体排放因子初级数据
					6.3 逐步要求非重点部件供应商提供温室气体排放因子初级数据

表 3 温室气体排放因子数据收集要求

生命周期阶段		包含过程的简要描述	数据种类及类型
材料获取阶段	原材料获取及加工	从自然界中提取资源、预处理及材料的生产	材料温室气体排放因子：宜使用现场数据，可使用次级数据 运输方式温室气体排放因子：宜使用现场数据，可使用次级数据
	再循环材料生产加工	由废物生产再循环材料的加工过程	
	运输过程	原材料及再循环材料从供应商到轮胎制造商工厂之间的运输	
轮胎生产阶段	轮胎的生产	包括炼胶、压出、胎圈制造、压延、截断、成型、硫化、硫化后加工、检验等工艺过程及辅助生产过程	电力、天然气等能源获取阶段的温室气体排放因子：宜使用现场数据，可使用次级数据 天然气等能源燃烧过程的温室气体排放因子：宜使用现场数据，可使用次级数据
分销		将轮胎成品运送到经销商或汽车制造商处的过程	运输方式温室气体排放因子：宜使用现场数据，可使用次级数据
使用阶段	能量消耗	克服滚动阻力和加速阻力消耗能量的过程	电力、汽油、柴油等能源获取阶段的温室气体排放因子：宜使用现场数据，可使用次级数据 汽油、柴油等等能源燃烧过程的温室气体排放因子：宜使用现场数据，可使用次级数据
生命末期阶段	运输过程	轮胎从寿命结束场所到废弃处理场所之间的运输	运输方式温室气体排放因子：宜使用现场数据，可使用次级数据
	废弃处理	包括填埋、焚烧等过程	不同处置方式下的温室气体排放因子：宜使用现场数据，可使用次级数据

### 6.1.3 数据质量要求

#### 6.1.3.1 初级数据的质量要求包括：

- 完整性。初级数据宜采集企业一个自然年内的生产统计数据，详见附录 A；根据输入输出的选择准则的要求，检查是否有缺失的过程、消耗和排放；
- 准确性。初级数据中的能源、原料消耗数据应来自企业的实际生产统计记录。环境排放数据优先

选择相关的环境监测报告，或由排污因子或物料平衡公式计算获得。所有初级数据均应转换为以功能单位为基准，且应详细记录相关的原始数据、数据来源、计算过程等；

- c) 一致性。初级数据采集时同类数据应保持相同的数据来源、统计口径、处理规则等。

#### 6.1.3.2 次级数据的质量要求包括：

- a) 代表性。优先选择企业的原料供应商提供的符合 GB/T 24044 或 GB/T 24067 要求的、经第三方独立验证的上游产品碳足迹/生命周期评价报告中的数据。若无，优先选择代表中国国内平均生产水平的公开生命周期评价数据，数据的参考年限应优先选择近年数据。在没有符合要求的中国国内数据的情况下，可以选择国外同类技术数据作为次级数据；
- b) 完整性。次级数据应完整覆盖系统边界中除初级数据外所有的阶段与过程，并应包含系统边界内的所有温室气体排放信息；
- c) 一致性。同一机构对同类产品次级数据的选择应保持一致。

#### 6.1.3.3 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）。

#### 6.1.3.4 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定性分析；

——应根据上述 a) 至 c) 和 i) 项的要求，构建数据质量等级（DQR）对产品碳足迹研究的数据质量进行评价；初级数据需满足数据质量等级（DQR） $\leq 2$ ，其他次级数据需满足数据质量等级（DQR） $\leq 3$ 。

#### 6.1.4 数据确认

6.1.5.1 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 6.1.7 的规定。

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

#### 6.1.5 数据变化

如果产品生命周期相关过程发生变化，碳足迹变化量超过10%，并且变化期超过3个月，则应对轮胎产品碳足迹重新评价。

#### 6.1.6 温室气体排放和清除

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。

#### 6.2 数据分配

6.2.1 汽车用轮胎产品进行碳足迹评价涉及分配时，应符合 GB/T 24067—2024 中 6.4.6 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，优先考虑以下方面：

- 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。

注：物理关系包括数量、质量、工时等。

## 6.2.2 针对不同情况下的具体分配方法如下：

- a) 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；
- b) 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
- c) 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。

## 6.3 影响评价

### 6.3.1 碳足迹计算公式

轮胎产品碳足迹按式（1）进行计算，计算结果圆整（四舍五入）至小数点后两位：

$$C = \frac{C_{Mat} + C_{Pro} + C_{Dis} + C_{Use} + C_{Waste}}{L} \times 1000 \dots\dots\dots(1)$$

式中：

$C$ ——轮胎产品碳足迹，单位为千克二氧化碳当量（ $\text{kgCO}_2\text{e}$ ）；

$C_{Mat}$ ——材料获取阶段碳足迹，单位为千克二氧化碳当量（ $\text{kgCO}_2\text{e}$ ）；

$C_{Pro}$ ——轮胎生产阶段碳足迹，单位为千克二氧化碳当量（ $\text{kgCO}_2\text{e}$ ）；

$C_{Dis}$ ——轮胎分销阶段碳足迹，单位为千克二氧化碳当量（ $\text{kgCO}_2\text{e}$ ）；

$C_{Use}$ ——轮胎使用阶段碳足迹，单位为千克二氧化碳当量（ $\text{kgCO}_2\text{e}$ ）；

$C_{Waste}$ ——轮胎废弃处理过程碳足迹，单位为千克二氧化碳当量（ $\text{kgCO}_2\text{e}$ ）；

$L$ ——轮胎生命周期使用寿命，单位为千米（ $\text{km}$ ），宜使用现场数据，也可参见附录 B 表 B.1。

### 6.3.2 材料获取阶段计算公式

材料获取阶段包括获取及加工过程、再循环材料生产加工过程以及由材料供应商运输到轮胎制造商工厂处的运输过程。材料获取阶段碳足迹应按式(2)进行计算：

$$C_{Mat} = \sum_i [(1 - R_{1,i}) \times E_{V,i} + R_{1,i} \times E_{R,i}] + C_{Tra} \dots\dots\dots(2)$$

$$E_{V,i} = M_i \times U_i \times \text{CEF}_{V,i} \dots\dots\dots(3)$$

$$E_{R,i} = M_i \times U_i \times \text{CEF}_{R,i} \dots\dots\dots(4)$$

式中：

$C_{Mat}$ ——轮胎材料生产阶段碳足迹，单位为千克二氧化碳当量（ $\text{kgCO}_2\text{e}$ ）；

$R_{1,i}$ ——再循环材料i的投入比例；

$E_{V,i}$ ——全部由原生材料组成时，组成材料i的温室气体排放，单位为千克二氧化碳当量（ $\text{kgCO}_2\text{e}$ ），按照公式（4）进行计算；

$E_{R,i}$ ——全部由再循环材料组成时，组成材料i的温室气体排放，单位为千克二氧化碳当量（ $\text{kgCO}_2\text{e}$ ），按照公式（5）进行计算；

$M_i$ ——材料i的重量，单位为千克（ $\text{kg}$ ）；

$U_i$ ——材料i的使用系数，制造过程中使用的材料占轮胎中含量的百分比，即假设损耗时，数据大于100%；

$CEF_{V,i}$ ——原材料*i*获取及加工过程的温室气体排放因子，数据圆整（四舍五入）至小数点后两位，单位为千克二氧化碳当量每千克（ $\text{kgCO}_2\text{e/kg}$ ）；

$CEF_{R,i}$ ——再循环材料*i*生产及加工过程的温室气体排放因子，数据圆整（四舍五入）至小数点后两位，单位为千克二氧化碳当量每千克（ $\text{kgCO}_2\text{e/kg}$ ）。

运输过程的温室气体排放量应按式（5）进行计算：

$$C_{Tra} = \sum [S_{leg,i} \times FC_{VOS,i} \times (CEF_r + CEF'_r)] \dots\dots\dots (5)$$

式中，

$leg$ ——目标量化的运输过程（ $leg$ ），指目标产品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；

$S_{leg,i}$ ——分配系数，目标量化的第*i*段运输过程（ $leg$ ）温室气体排放占所选运输系统温室气体排放的比重；

$VOS$ ——运输系统（ $VOS$ ）指针对每段运输过程（ $leg$ ）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（ $leg$ ）为 A 到 B 的运输服务，运输系统（ $VOS$ ）为往返 A、B 两地的运输服务；

$FC_{VOS,i}$ ——所选第*i*个运输系统（ $VOS$ ）的燃料/电力消耗总量，单位为升（L）、立方（ $\text{m}^3$ ）、千克（kg）或千瓦时（kWh）等；

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

$CEF'_r$ ——能源或燃料*r*使用的温室气体排放因子，单位为千克二氧化碳当量每千瓦时（ $\text{kgCO}_2\text{e/kWh}$ ）、千克二氧化碳当量每立方米（ $\text{kgCO}_2\text{e/m}^3$ ）或千克二氧化碳当量每千克（ $\text{kgCO}_2\text{e/kg}$ ）。

$$S_{leg} = [(M_{leg} \times D_{leg}) \div \sum (M_{VOS,i} \times D_{VOS,i})] \dots\dots\dots (6)$$

式中，

$M_{leg}$ ——目标量化的运输过程（ $leg$ ）运输的目标产品的重量，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  $y \text{ kg}$ ，而轮胎产品重量为  $x \text{ kg}$ ， $M_{leg} = x \text{ kg}$ ；

$D_{leg}$ ——目标量化的运输过程（ $leg$ ）的运输距离，单位为千米（km）。对于道路车辆，运输过程（ $leg$ ）的运输距离为最短可行距离，例如，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（ $leg$ ）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（ $leg$ ）的运输距离为航线最短可行距离；对于航空运输，运输过程（ $leg$ ）的运输距离为两点之间的大圆距离加 95km；

$M_{VOS,i}$ ——所选运输系统在运输各阶段（*i*）的载重，单位为千克（kg）；

$D_{VOS,i}$ ——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）。

### 6.3.3 轮胎生产阶段计算公式

轮胎生产阶段碳足迹应按式（7）进行计算：

$$C_{Pro} = \sum (E_r \times CEF_r + E_r \times CEF'_r) + CE_{other} \dots\dots\dots (7)$$

式中：

$C_{Pro}$ ——生产阶段碳足迹，单位为千克二氧化碳当量（ $\text{kgCO}_2\text{e}$ ）；

$E_r$ ——能源或燃料*r*的消耗量，单位为千瓦时（kWh）、立方米（ $\text{m}^3$ ）、吨（t）或千克（kg）等；

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

$CEF'_r$ ——能源或燃料*r*使用的温室气体排放因子，单位为千克二氧化碳当量每千瓦时（ $\text{kgCO}_2\text{e/kWh}$ ）、千克二氧化碳当量每立方米（ $\text{kgCO}_2\text{e/m}^3$ ）或千克二氧化碳当量每千克（ $\text{kgCO}_2\text{e/kg}$ ）；

$CE_{other}$ ——除能源使用外的生产过程直接温室气体排放，单位为千克二氧化碳当量（ $\text{kgCO}_2\text{e}$ ）。

### 6.3.4 轮胎分销阶段计算公式

轮胎产品分销阶段碳足迹应参考式（5）进行计算。

### 6.3.5 轮胎使用阶段计算公式

#### a) 应用于纯电动汽车场景

当轮胎产品应用于纯电动汽车时，应根据式（8）计算由于轮胎使用产生的能量消耗带来的温室气体排放：

$$C_{Use} = (E_{RR} + E_{AR}) \times EF_{Electricity} / 3.6 \dots\dots\dots (8)$$

式中，

$C_{Use}$ ——纯电动汽车轮胎使用阶段温室气体排放量，单位为千克二氧化碳当量（kgCO<sub>2</sub>e）；

$E_{RR}$ ——由滚动阻力（RR）造成的能量消耗，单位为兆焦（MJ）；

$E_{AR}$ ——由加速阻力（AR）造成的能量消耗，单位为兆焦（MJ）；

$EF_{Electricity}$ ——电力生产的温室气体排放因子，单位为千克二氧化碳当量每千瓦时（kgCO<sub>2</sub>e/kWh）；

3.6——单位转换系数。

由轮胎滚动阻力造成的能量消耗，应根据式(9)进行计算：

$$E_{RR} = \frac{(C_r + C_{r_{worm}})}{2} \times H \times L \times g \times (T + (1 - T) \times \theta_3) / (1000 \times \theta_1 \times \theta_2) \dots\dots\dots (9)$$

式中，

$C_r$ ——新轮胎的滚动阻力系数，单位为牛每千牛（N/kN），采用按GB/T 29040进行测试并按照GB/T 29042计算判定值；

$C_{r_{worm}}$ ——轮胎胎面磨损到胎面磨耗标志时的滚动阻力系数，单位为牛每千牛（N/kN）。可按照GB/T 42359磨削主花纹沟至目标花纹沟深度2mm后，按照GB/T 29040进行测试并按照GB/T 29042转换成判定值；轿车轮胎、单胎负荷指数≤121且速度级别为N及其以上的微型、轻型载重汽车轮胎 $C_{r_{worm}}$ 缺省值参见附录B；单胎负荷指数≤121且速度级别为M及其以下的微型、轻型载重汽车轮胎或单胎负荷指数>121的微型、轻型载重汽车轮胎或载重汽车轮胎 $C_{r_{worm}}$ ，可按公式（10）计算：

$H$ ——轮胎参考负荷，单位为吨（t）；

$L$ ——轮胎使用寿命，单位为千米（km），缺省值参见附录B；

$g$ ——重力加速度，取9.81m/s<sup>2</sup>；

$T$ ——车辆驾驶工况中牵引力大于零的时间百分比，牵引力按照GB 18352.6计算，缺省值参见附录B；

$\theta_1$ ——动力系统效率，包含发动机热效率、燃料电池效率、电池效率等，无量纲，缺省值参见附录B；

$\theta_2$ ——传动系统效率，包含变速箱、传动轴、电机等，无量纲，缺省值参见附录B；

$\theta_3$ ——能量回收系统效率，无量纲，缺省值参见附录B；

1000——单位转换系数。

单胎负荷指数≤121且速度级别为M及其以下的微型、轻型载重汽车轮胎或单胎负荷指数>121的微型、轻型载重汽车轮胎或载重汽车轮胎，轮胎胎面磨损到胎面磨耗标志时的滚动阻力系数 $C_{r_{worm}}$ 可按公式（11）计算：

$$C_{r_{worm}} = (1 - 0.224 \times (TD - TH)) \times C_r \dots\dots\dots (10)$$

式中，

$TD$ ——胎面深度，单位为厘米（cm），取全部主花纹沟的深度平均值；

$TH$ ——胎面磨耗标志高度，单位为厘米（cm）；

0.224——单位转换系数。

轮胎参考负荷H应按式(11)进行计算：

$$H = N \times f_H \dots\dots\dots (11)$$

式中,

$N$ ——胎纹负荷能力,单位为吨(t),根据GB/T 2977、GB/T 2978或相关行业技术文件确定;

$f_H$ ——参考负荷比例,缺省值参见附录B。

由轮胎加速阻力造成的能量消耗,应根据式(12)进行计算:

$$E_{AR} = I \times L \times (T + (1 - T) \times \theta_3) / (1000 \times \theta_1 \times \theta_2) \dots \dots \dots (12)$$

式中,

1000——单位转换系数;

$I$ ——轮胎惯性力,单位为牛顿(N),应按式(13)进行计算:

$$I = \left( M_{Tyre} - \frac{M_{Tyre\ loss}}{2} + 4 \times 10^6 \times \frac{IM}{OD^2} \right) \times \gamma \dots \dots \dots (13)$$

式中,

$M_{Tyre}$ ——轮胎重量,单位为千克(kg);

$M_{Tyre\ loss}$ ——轮胎生命周期由于和地面磨损造成的质量损失,取轮胎磨损到胎面磨耗标志时的质量相对于新轮胎的减少量,单位为千克(kg);

$OD$ ——新胎设计外直径,单位为毫米(mm),根据GB/T 2977、GB/T 2978或相关行业技术文件确定;

$\gamma$ ——车辆驾驶工况相对正加速度,描述工况曲线动力需求的特征参数,单位为 $m/s^2$ 。按照GB/T 38146.1计算,缺省值参见附录B;

$10^6$ ——单位转换系数;

$IM$ ——轮胎惯性转矩,单位为千克平方米( $kg \cdot m^2$ ),可提供场地值,也可按式(14)进行计算:

$$IM = 0.8 \times 2.5 \times 10^{-7} \times (M_{\text{轮胎}} - M_{\text{轮胎磨损}}/2) \times OD^2 + 0.2 \times 2.5 \times 10^{-7} \times (M_{\text{轮胎}} - M_{\text{轮胎磨损}}/2) \times SD^2 \dots \dots (14)$$

式中,

$SD$ ——轮辋名义直径,单位为毫米(mm),根据GB/T 6326确定;

$2.5 \times 10^{-7}$ ——单位转换系数;

轮胎生命周期由于和地面磨损造成的质量损失可通过测试或仿真计算得到,也可以按照公式(15)进行计算:

$$M_{Tyre\ loss} = (TD - TH) \times TL \times DE \times \left( CW \times (1 - VR) + \frac{\alpha}{2} \right) / 1000 \dots \dots \dots (15)$$

式中,

$TL$ ——胎面接地长度,单位为厘米(cm);

$DE$ ——胎面材料密度,单位为克每立方厘米( $g/cm^3$ );

$CW$ ——轮胎在承载负荷能力的85%的垂直负荷时的胎面接地宽度,单位为厘米(cm);

$VR$ ——胎面花纹饱和度,无量纲;

$\alpha$ ——轮胎胎面磨损到胎面磨耗标志时胎面接地宽度的变化量,单位为厘米(cm)。轿车轮胎取4,载重轮胎取0;

1000——单位转换系数。

胎面接地长度可按照公式(16)进行计算:

$$TL = (OD/10 - TD) \times \pi \dots \dots \dots (16)$$

式中,

$\pi$ ——圆周率,取3.14。

b) 应用于燃用汽油、柴油或其他单一燃料汽车场景

当轮胎产品应用于燃用汽油、柴油或其他单一燃料汽车时,使用阶段应根据式(17)计算由于轮胎使用产生的能量消耗带来的温室气体排放:

$$C_{Use} = (E_{RR} + E_{AR}) \times (EF_f + K_{CO2}/\rho)/NCV_f \dots\dots\dots (17)$$

式中,

$EF_f$ ——燃料 $f$ 生产的温室气体排放因子, 单位为千克二氧化碳当量每千克 (kgCO<sub>2</sub>e/kg);

$K_{CO2}$ ——燃料使用转换系数, 参考GB 27999, 对于汽油为2.37kg/L, 柴油为2.60kg/L;

$\rho$ ——燃料密度, 对轿车轮胎按汽油取0.744kg/L, 对载重汽车轮胎按柴油取0.835kg/L;

$NCV_f$ ——能源或燃料 $r$ 的平均低位发热量。单位为吉焦每吨 (GJ/t)、吉焦每万立方米(GJ/10<sup>4</sup>m<sup>3</sup>), 参见附录B。

由轮胎滚动阻力造成的能量消耗 ( $E_{RR}$ )、由轮胎加速阻力造成的能量消耗 ( $E_{AR}$ ) 的计算分别按照式 (9) 和式 (12) 进行, 相应的, 对应参数使用燃油汽油、柴油或其他单一燃料汽车用轮胎的相关参数。

### c) 应用于可外接充电式混合动力汽车场景

当轮胎产品应用于可外接充电式混合动力汽车时, 使用阶段应根据式 (18) 计算由于轮胎使用产生的能量消耗带来的温室气体排放:

$$C_{Use} = (E_{RR} + E_{AR}) \times EF_{Electricity}/3.6 \times UF + (E_{RR} + E_{AR}) \times (EF_f + K_{CO2}/\rho)/NCV_f \times (1 - UF) \dots\dots\dots (18)$$

式中,

$UF$ ——纯电利用系数, 根据GB/T 19753或GB/T 19754确定, 缺省值参见附录B。

由轮胎滚动阻力造成的能量消耗 ( $E_{RR}$ )、由轮胎加速阻力造成的能量消耗 ( $E_{AR}$ ) 的计算分别按照式 (10) 和式 (13) 进行, 相应的, 对应参数使用可外接充电式混合动力汽车用轮胎的相关参数。

## 6.3.6 轮胎废弃处理过程计算公式

轮胎产品废弃处理过程温室气体排放量按式 (19) 计算:

$$C_{Waste} = M_{Tyre} \times W_i \times CEF_i + C_{Tra} \dots\dots\dots (19)$$

式中,

$M_{Tyre}$ ——轮胎重量, 单位为千克 (kg);

$W_i$ ——按废弃处理方式 $i$ 进行废弃处理的轮胎重量比例, %, 缺省值参见附录B;

$CEF_i$ ——废弃处理方式 $i$ 的温室气体排放因子, 单位为千克二氧化碳当量每千克 (kgCO<sub>2</sub>e)。

## 7 结果解释

### 7.1 步骤

汽车用轮胎产品碳足迹研究的结果解释阶段应包括以下步骤:

- 根据清单分析和影响评价的计算过程和结果, 识别重大问题 (可包括生命周期阶段、单元过程或流);
- 完整性、一致性和敏感性分析;
- 结论、局限性和建议的编制。

### 7.2 内容

应按照产品碳足迹研究的目的和范围, 对产品碳足迹和产品部分碳足迹的量化结果进行解释, 包括以下内容:

- 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;

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

## 8 产品碳足迹报告

依据本文件编制的汽车用轮胎产品碳足迹报告应包括但不限于以下内容（参考格式见附录 C）：

- a) 基本情况：
  - 1) 委托方和评价方信息；
  - 2) 报告方信息；
  - 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) 量化目的（见第 4 章）；
  - 2) 预期用途；
- c) 范围：
  - 1) 产品描述（见 5.1）；
  - 2) 功能单位或声明单位（见 5.2 和 5.3）；
  - 3) 系统边界（见 5.4）；
  - 4) 取舍准则（见 5.4.7）；
  - 5) 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（见 6.1）；
  - 2) 代表性的时间范围和地理范围；
  - 3) 分配原则与程序（见 6.2）；
  - 4) 数据说明；
- e) 影响评价：
  - 1) 影响评价方法；
  - 2) 清单结果与计算；
  - 3) 结果的图示（可选）；
- f) 结果解释：
  - 1) 结论和局限性；
  - 2) 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；
  - 3) 范围和修改后的范围（如适用），并说明理由和排除的情况；
  - 4) 产品碳足迹比较，与可比性条款的符合性（见第 9 章）。

## 9 产品碳足迹声明

如需声明时，参照 GB/T 24025 的规定开展汽车用轮胎产品碳足迹声明或信息交流，具有同样功能的产品之间可进行比较。根据本文件编制的产品碳足迹报告用于比较时，应符合以下条件：

- a) 产品类别的定义和描述（例如性能指标、规格参数）相同；
- b) 功能单位相同；
- c) 产品系统边界等同；



- d) 现场数据的收集方法是相同的（包括数据的描述、数据收集、取舍原则、数据质量要求、分配方法等）；
- e) 同种物质的次级数据是相同的（包括获取方式和来源、处理方法等）；
- f) 数据计算方法是相同的（包括数据确认、数据计算、分配方法、全球变暖潜势选取等）。

附录 A  
(资料性)  
汽车用轮胎产品碳足迹量化数据收集表

初级数据采集表见表A.1。

表A.1 初级数据采集表

企业信息	企业名称					
	所在省份					
	企业地址					
	数据统计周期					
	联系人及联系方式					
产品信息	品牌					
	产品型号					
	产品名称					
	产品描述					
材料生产阶段 -原材料消耗	种类	消耗量	单位	取得方式	平均运输距离/方式	备注
	原料 1		kg	<input type="checkbox"/> 自产 <input type="checkbox"/> 外购		
	.....			<input type="checkbox"/> 自产 <input type="checkbox"/> 外购		
轮胎生产阶段 -能源消耗	种类	消耗量	单位	低位发热量	平均运输距离/方式	备注
	电力		kWh	——		
	.....					
轮胎生产阶段 -温室气体排放	种类	排放量	单位	数据来源		备注
	二氧化碳		t	依据 GB/T 32150 计算直接排放		
	.....					
产品运输	种类	运输量	单位	平均运输距离/方式		备注
	产品 1		kg			
	.....					
生命末期阶段 -运输过程	种类	运输量	单位	平均运输距离/方式		备注
	产品 1		kg			
	.....					
生命末期阶段 -废弃处理能源消耗	种类	消耗量	单位	低位发热量	平均运输距离/方式	备注
	电力		kWh	——		
	.....					
生命末期阶段 -废弃处理温室气体排放	种类	排放量	单位	数据来源		备注
	二氧化碳		t	依据 GB/T 32150 计算直接排放		
	.....					

次级数据采集表见表A.2。

表A.2 次级数据采集表

背景数据		数值	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
原辅料	天然橡胶						
	合成橡胶						
	炭黑/白炭黑						
	尼龙						
	聚酯纤维						
	钢丝帘线						
	试剂						
能源	煤						
	汽油						
	柴油						
	天然气						
	电力						
	.....						
运输	公路运输						
	铁路运输						
	.....						
废弃处理	焚烧						
	填埋						

## 附录 B

(资料性)

## 常用参数参考值

轮胎使用阶段和回收处置阶段温室气体排放计算所需轮胎及车辆参数的缺省值如表B.1所示。

表B.1 汽车用轮胎相关参数参考值

参数	轿车轮胎	单胎负荷指数≤121且速度级别为N及其以上的微型、轻型载重汽车轮胎	单胎负荷指数≤121且速度级别为M及其以下的微型、轻型载重汽车轮胎或单胎负荷指数>121的微型、轻型载重汽车轮胎或载重汽车轮胎
UF	0.6		
$L(km)$	50000	100000	230000
$T(\%)$	80	80	80
$C_r worn$	$0.8\times C_r$	$0.75\times C_r$	——
$\theta_1$	37%（燃用汽油、柴油或其他燃料汽车,含不可外接充电的混合动力汽车,不含可外接充电的混合动力汽车），37%（可外接充电的混合动力汽车），90%（纯电动汽车）	42%（燃用汽油、柴油或其他燃料汽车,含不可外接充电的混合动力汽车,不含可外接充电的混合动力汽车），42%（可外接充电的混合动力汽车），90%（纯电动汽车）	46%（燃用汽油、柴油或其他燃料汽车,含不可外接充电的混合动力汽车,不含可外接充电的混合动力汽车），46%（可外接充电的混合动力汽车），90%（纯电动汽车）
$\theta_2$	90%	90%	90%
$\theta_3$	0（燃用汽油、柴油或其他燃料汽车,含不可外接充电的混合动力汽车），50%（纯电动汽车,可外接充电的混合动力汽车）	0（燃用汽油、柴油或其他燃料汽车,含不可外接充电的混合动力汽车），50%（纯电动汽车,可外接充电的混合动力汽车）	0（燃用汽油、柴油或其他燃料汽车,含不可外接充电的混合动力汽车），50%（纯电动汽车,可外接充电的混合动力汽车）
$f_H$	60%（燃用汽油、柴油或其他燃料汽车,含不可外接充电的混合动力汽车） 70%（纯电动汽车,可外接充电的混动车辆）	80%（燃用汽油、柴油或其他燃料汽车,含不可外接充电的混合动力汽车） 90%（纯电动汽车,可外接充电的混动车辆）	90%（燃用汽油、柴油或其他燃料汽车,含不可外接充电的混合动力汽车） 95%（纯电动汽车,可外接充电的混动车辆）
$\gamma$	0.17 <sup>a</sup>	0.11 <sup>a</sup>	0.11 <sup>b</sup>
$W_i$	焚烧处理方式比例为6%，填埋处理方式比例为6% <sup>c</sup>		
a数据取值来源为GB/T 38146.1 《中国汽车行驶工况 第1部分： 轻型汽车》			
b数据取值来源为GB/T 38146.2 《中国汽车行驶工况 第2部分： 重型商用车辆》			
c数据取值参考世界可持续发展工商理事会WBSCD报告《Global ELT Management - A global state of knowledge on regulation, management systems, impacts of recoveryand technologies》			

电力因子可采用国家相关部门发布值, 常见化石燃料特定参数值如表B.2所示。

表B.2 常见化石燃料特定参数值

燃料品种		低位发热量 GJ/t, GJ/10 <sup>4</sup> Nm <sup>3</sup>	单位热值含碳量 (tCO <sub>2</sub> e/GJ)	燃料碳氧化率
固体燃料	无烟煤	26.700 <sup>a</sup>	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>	25.41×10 <sup>-3b</sup>	90%
	其他洗煤	12.545 <sup>d</sup>	25.41×10 <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	43.070 <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%
	煤焦油	33.453 <sup>d</sup>	22.00×10 <sup>-3a</sup>	98%

气体燃料	炼厂干气	45.998 <sup>d</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	389.310 <sup>d</sup>	15.30×10 <sup>-3b</sup>	99%

注：

<sup>a</sup> 数据取值来源为《2006年IPCC国家温室气体清单指南》

<sup>b</sup> 数据取值来源为《省级温室气体清单指南（试行）》

<sup>c</sup> 数据取值来源为《中国温室气体清单研究（2007）》

<sup>d</sup> 数据取值来源为《中国能源统计年鉴（2019）》

附录 C  
(资料性)  
产品碳足迹研究报告 (模板)

## 汽车用轮胎产品碳足迹报告 (模板)

轮胎产品名称: \_\_\_\_\_  
轮胎产品规格型号: \_\_\_\_\_  
生产者名称: \_\_\_\_\_  
报告编号: \_\_\_\_\_

出具报告机构: (若有) \_\_\_\_\_ (盖章)

日期: \_\_\_\_\_年\_\_\_\_月\_\_\_\_日

### C.1 概况

#### C.1.1 生产者信息

轮胎生产者名称：\_\_\_\_\_

地址：\_\_\_\_\_

法定代表人：\_\_\_\_\_

授权人（联系人）：\_\_\_\_\_

联系电话：\_\_\_\_\_

企业概况：\_\_\_\_\_

### C. 1. 2 轮胎产品信息

产品名称：\_\_\_\_\_

产品型号：\_\_\_\_\_

产品功能：\_\_\_\_\_

产品图片：\_\_\_\_\_

### C. 1. 3 量化方法

依据标准：\_\_\_\_\_

### C. 2 量化目的

\_\_\_\_\_

### C. 3 量化范围

#### C. 3. 1 功能单位或声明单位

以\_\_\_\_\_为功能单位或声明单位。

#### C. 3. 2 系统边界

##### C. 3. 2. 1

☐材料生产阶段 ☐轮胎生产阶段 ☐分销阶段 ☐使用阶段 ☐生命末期阶段

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温室气体排放。

系统边界图：\_\_\_\_\_

#### C. 3. 3 取舍准则

采用的取舍准则以\_\_\_\_\_为依据

具体规则如下：\_\_\_\_\_

#### C. 3. 4 时间范围

\_\_\_\_\_年度

## C.4 清单分析

应编制轮胎产品边界内的所有材料/能源输入、输出清单，作为温室气体排放核算的依据。如果数据清单有特殊情况、异常点或其它问题，应在报告中明确说明。

数据收集时间段应予以报告。

清单数据中未包含的过程数据需要予以报告，或者根据取舍准则的规定进行调整。

### C.4.1 数据收集

初级数据：\_\_\_\_\_

次级数据：\_\_\_\_\_

#### C.4.1.1 材料生产阶段

始于从大自然提取资源和废料加工，结束于轮胎原材料进入产品生产设施。

列出系统边界内的原材料数据和再循环材料数据，并没有遗漏，见表 C.1。

注明轮胎基本参数和使用场景等信息。

说明各种类型主要原材料的生命周期清单数据来源。

表C.1 轮胎材料输入清单（请根据实际情况填写）

材料名称	原材料 (kg)	再循环材料 (kg)	运输方式	运输距离 (km)	数据来源	DQR
天然橡胶			原材料：_____ 再循环材料：_____	原材料：_____ 再循环材料：_____	材料重量：_____ 运输距离：_____	材料重量：_____ 运输距离：_____
合成橡胶						
炭黑/白炭黑						
尼龙						
聚酯纤维						
钢丝帘线						
.....						

#### C.4.1.2 轮胎生产阶段

轮胎生产阶段温室气体排放的核算，应包括炼胶、压出、胎圈制造、压延、截断、成型、硫化、硫化后加工、检验等工艺过程，始于原材料进入生产设施，结束于轮胎产品离开生产工厂。

生产阶段的数据应选取有代表性的初级数据，包括生产阶段主要工艺流程，生产阶段能源资源的输入数据，及向空气排放的温室气体数据等，并没有遗漏，见表C.2。

说明各种类型燃料的生命周期清单数据来源。

表C.2 轮胎生产阶段燃料输入输出清单（请根据实际情况填写）

过程	名称	单位	数量	数据来源	DQR
炼胶	电	kWh/kWh			
	天然气	m <sup>3</sup> /kWh			
	CO <sub>2</sub> 逸散	kgCO <sub>2</sub> /kWh			
	汽油	kg/kWh			
	柴油	kg/kWh			
	外购蒸汽（需备注压强）	kg/kWh			



压出	电	kWh/kWh			
	天然气	m <sup>3</sup> /kWh			
	CO <sub>2</sub> 逸散	kgCO <sub>2</sub> /kWh			
	汽油	kg/kWh			
	柴油	kg/kWh			
	外购蒸汽（需备注压强）	kg/kWh			
胎圈制造	电	kWh/kWh			
	天然气	m <sup>3</sup> /kWh			
	CO <sub>2</sub> 逸散	kgCO <sub>2</sub> /kWh			
	汽油	kg/kWh			
	柴油	kg/kWh			
	外购蒸汽（需备注压强）	kg/kWh			
.....					

#### C. 4. 1. 3分销阶段

分销阶段，包括轮胎成品从制造商到经销商或整车厂处的运输过程。

表C. 3 分销过程数据汇总表

运输工具	运输距离	单位	数据来源	DQR
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				

#### C. 4. 1. 4使用阶段

轮胎自身能量损耗，核算范围主要包括轮胎产品使用过程中克服滚动阻力和加速阻力消耗能量的过程产生的温室气体排放。

表C. 4 轮胎使用阶段数据汇总表

参数	数值	单位	数据来源
使用场景			
$C_r$		N/kN	
$C_{r\ worm}$		N/kN	
$H$		t	
$L$		km	
$T$		%	

$\theta_1$		/	
$\theta_2$		/	
$\theta_3$		/	
$TD$		cm	
$TH$		cm	
$N$		t	
$f_H$		%	
$I$		N	
$M_{Tyre\ loss}$		kg	
$OD$		mm	
$\gamma$		m/s <sup>2</sup>	
$IM$		N*m	
$SD$		mm	
$TL$		cm	
$DE$		g/cm <sup>3</sup>	
$CW$		cm	
$VR$		/	
$\alpha$		cm	
$UF$		%	

#### C. 4. 1. 5生命末期阶段

该阶段主要核算轮胎从寿命结束场所到废弃处理场所之间的运输过程以及对废弃轮胎进行填埋、有机物焚烧等废弃处理过程产生的温室气体排放。

说明各个过程的能源消耗量以及直接排放的温室气体排放。

#### C. 4. 1. 6假设

说明核算过程中涉及到的重要假设，尤其是生命末期阶段。

#### C. 4. 1. 7分配原则与程序

分配依据：\_\_\_\_\_

分配程序：\_\_\_\_\_

具体分配情况如下：\_\_\_\_\_

#### C. 4. 1. 8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的处理方法。

### C. 5 影响评价

#### C. 5. 1影响类型和特征化因子选择

一般选择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）。

#### C. 5. 2产品碳足迹结果计算

说明轮胎产品应用本文件计算公式进行碳足迹计算的核算结果。

### C. 6 结果解释

#### C. 6. 1结果说明

\_\_\_\_\_公司（填写轮胎产品生产者的全名）生产的\_\_\_\_\_（填写所评价的轮胎产品名称，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\_\_\_\_\_kgCO<sub>2e</sub>。各生命周期阶段的温室气体排放情况如表 C.3 和图 C.1 所。

表C. 5 轮胎生命周期各阶段温室气体排放情况

生命周期阶段	碳足迹（kg CO <sub>2</sub> /功能单位）	百分比（%）
材料生产阶段		
轮胎生产阶段		
分销阶段		
使用阶段		
生命末期阶段		
总计		

图C. 1 轮胎各生命周期阶段温室气体排放分布图

一般以饼状图或是柱形图表示各生命周期阶段的温室气体排放情况。

C. 6. 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。

C. 6. 3改进建议

附录 D  
(资料性)  
全球增温潜势值

计算用于 GHG 全球增温潜势值时，应按照表 D.1 中的规定执行。

表D.1 部分温室气体的全球增温潜势（GWP）

气体名称	化学分子式	100年的GWP (kgCO <sub>2</sub> e/kg)
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>	17400
氢氟碳化物（HFCs）		
HFC-23	CHF <sub>3</sub>	14600
HFC-32	CH <sub>2</sub> F <sub>2</sub>	771
HFC-41	CH <sub>3</sub> F	135
HFC-125	CHF <sub>2</sub> CF <sub>3</sub>	3740
HFC-134	CHF <sub>2</sub> CHF <sub>2</sub>	1260
HFC-134a	CH <sub>2</sub> FCF <sub>3</sub>	1530
HFC-143	CH <sub>2</sub> FCHF <sub>2</sub>	364
HFC-143a	CH <sub>3</sub> CF <sub>3</sub>	5810
HFC-152	CH <sub>2</sub> FCH <sub>2</sub> F	21.5
HFC-152a	CH <sub>3</sub> CHF <sub>2</sub>	164
HFC-161	CH <sub>3</sub> CH <sub>2</sub> F	4.84
HFC-227ca	CF <sub>3</sub> CF <sub>2</sub> CHF <sub>2</sub>	2980
HFC-227ea	CF <sub>3</sub> CHFCF <sub>3</sub>	3600
HFC-236cb	CH <sub>2</sub> FCF <sub>2</sub> CF <sub>3</sub>	1350
HFC-236ea	CHF <sub>2</sub> CHF <sub>2</sub> CF <sub>3</sub>	1500
HFC-236fa	CF <sub>3</sub> CH <sub>2</sub> CF <sub>3</sub>	8690
HFC-245ca	CH <sub>2</sub> FCF <sub>2</sub> CHF <sub>2</sub>	787
HFC-245cb	CF <sub>3</sub> CF <sub>2</sub> CH <sub>3</sub>	4550
HFC-245ea	CHF <sub>2</sub> CHFCHF <sub>2</sub>	255
HFC-245eb	CH <sub>2</sub> FCHF <sub>2</sub> CF <sub>3</sub>	325
HFC-245fa	CHF <sub>2</sub> CH <sub>2</sub> CF <sub>3</sub>	962
HFC-263fb	CH <sub>3</sub> CH <sub>2</sub> CF <sub>3</sub>	74.8

HFC-272ca	$\text{CH}_3\text{CF}_2\text{CH}_3$	599
HFC-329p	$\text{CHF}_2\text{CF}_2\text{CF}_2\text{CF}_3$	2890
HFC-365mfc	$\text{CH}_3\text{CF}_2\text{CH}_2\text{CF}_3$	914
HFC-43-10mee	$\text{CF}_3\text{CHFCHFCF}_2\text{CF}_3$	1600
HFO-1123	$\text{CHF}=\text{CF}_2$	0.005
HFO-1132a	$\text{CH}_2=\text{CF}_2$	0.052
HFO-1141	$\text{CH}_2=\text{CHF}$	0.024
HFO-1225ye(Z)	(Z)- $\text{CF}_3\text{CF}=\text{CHF}$	0.344
HFO-1225ye(E)	(E)- $\text{CF}_3\text{CF}=\text{CHF}$	0.118
HFO-1234ze(Z)	(Z)- $\text{CF}_3\text{CH}=\text{CHF}$	0.315
HFO-1234ze(E)	(E)- $\text{CF}_3\text{CH}=\text{CHF}$	1.37
HFO-1234yf	$\text{CF}_3\text{CF}=\text{CH}_2$	0.501
HFO-1336mzz(E)	(E)- $\text{CF}_3\text{CH}=\text{CHCF}_3$	17.9
HFO-1336mzz(Z)	(Z)- $\text{CF}_3\text{CH}=\text{CHCF}_3$	2.08
HFO-1243zf	$\text{CF}_3\text{CH}=\text{CH}_2$	0.261
HFO-1345zfc	$\text{CF}_3\text{CF}_2\text{CH}=\text{CH}_2$	0.182
3,3,4,4,5,5,6,6,6-Nonafluorohex-1-ene	$\text{n-C}_4\text{F}_9\text{CH}=\text{CH}_2$	0.204
3,3,4,4,5,5,6,6,7,7,8,8,8-Tridecafluorooct-1-ene	$\text{n-C}_6\text{F}_{13}\text{CH}=\text{CH}_2$	0.162
3,3,4,4,5,5,6,6,7,7,8,8,9,9,10,10,10-Heptadecafluorodec-1-ene	$\text{n-C}_8\text{F}_{17}\text{CH}=\text{CH}_2$	0.141
3,3,3-trifluoro-2-(trifluoromethyl)prop-1-ene	$(\text{CF}_3)_2\text{C}=\text{CH}_2$	0.377
1,1,2,2,3,3- hexafluorocyclopentane	cyc ( $-\text{CF}_2\text{CF}_2\text{CF}_2\text{CH}_2\text{CH}_2-$ )	120
1,1,2,2,3,3,4- heptafluorocyclopentane	cyc ( $-\text{CF}_2\text{CF}_2\text{CF}_2\text{CHFCH}_2-$ )	231
1,3,3,4,4,5,5-heptafluorocyclopentene	cyc ( $-\text{CF}_2\text{CF}_2\text{CF}_2\text{CF}=\text{CH}-$ )	45.1
(4s,5s)-1,1,2,2,3,3,4,5- octafluorocyclopentane	trans-cyc (- $\text{CF}_2\text{CF}_2\text{CF}_2\text{CHFCHF}-$ )	258
HFO-1438ezy(E)	(E)- $(\text{CF}_3)_2\text{CFCH}=\text{CHF}$	8.22
HFO-1447fz	$\text{CF}_3(\text{CF}_2)_2\text{CH}=\text{CH}_2$	0.235
1,3,3,4,4-pentafluorocyclobutene	cyc ( $-\text{CH}=\text{CFCF}_2\text{CF}_2-$ )	92.4
3,3,4,4-tetrafluorocyclobutene	cyc ( $-\text{CH}=\text{CHCF}_2\text{CF}_2-$ )	25.6
全氟碳化物(PFCs)		
PFC-14	$\text{CF}_4$	7380
PFC-116	$\text{C}_2\text{F}_6$	12400
PFC-218	$\text{C}_3\text{F}_8$	9290

Hexafluorocyclobutene	cyc (-CF=CF <sub>2</sub> CF <sub>2</sub> -)	126
PFC-C-318	cyc (-CF <sub>2</sub> CF <sub>2</sub> CF <sub>2</sub> CF <sub>2</sub> -)	10200
PFC-31-10	n-C <sub>4</sub> F <sub>10</sub>	10000
Octafluorocyclopentene	cyc (-CF=CF <sub>2</sub> CF <sub>2</sub> CF <sub>2</sub> -)	78.1
PFC-41-12	n-C <sub>5</sub> F <sub>12</sub>	9220
PFC-51-14	n-C <sub>6</sub> F <sub>14</sub>	8620
PFC-61-16	n-C <sub>7</sub> F <sub>16</sub>	8410
PFC-71-18	n-C <sub>8</sub> F <sub>18</sub>	8260
PFC-91-18	C <sub>10</sub> F <sub>18</sub>	7480
1,1,2,2,3,3,4,4,4a,5,5,6,6,7,7,8,8, 8a-octadecafluoronaphthalene	Z-C <sub>10</sub> F <sub>18</sub>	7800
1,1,2,2,3,3,4,4,4a,5,5,6,6,7,7,8,8, 8a-octadecafluoronaphthalene	E-C <sub>10</sub> F <sub>18</sub>	7120
PFC-1114	CF <sub>2</sub> =CF <sub>2</sub>	0.004
PFC-1216	CF <sub>3</sub> CF=CF <sub>2</sub>	0.09
1,1,2,3,4,4-hexafluorobuta-1,3- diene	CF <sub>2</sub> =CF <sub>2</sub> CF=CF <sub>2</sub>	0.004
Octafluoro-1-butene	CF <sub>3</sub> CF <sub>2</sub> CF=CF <sub>2</sub>	0.102
Octafluoro-2-butene	CF <sub>3</sub> CF=CF <sub>2</sub> CF <sub>3</sub>	1.97
六氟化硫	SF <sub>6</sub>	25200

部分温室气体的全球变暖潜势来源于气候变化专门委员会（IPCC）《气候变化报告2021：自然科学基础 第一工作组对政府间气候变化专门委员会第六次评估报告的贡献》。

附录 E  
(规范性)  
数据质量等级

数据质量等级 (DQR) 按照公式 (E.1) 进行计算:

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

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。

表 E. 1 数据质量等级 (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 (如欧洲、亚洲、北美洲、非洲) 等	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

## 参考文献

- [1] GB/T 24024—2001 环境管理 环境标志和声明 I 型环境标志 原则和程序
- [2] GB/T 24040—2008 环境管理 生命周期评价 原则与框架
- [3] ISO 14067: 2018 Greenhouse gases—Carbon footprint of products—Requirements and guidelines for quantification
- [4] PAS 2050: 2011 Specification for the assessment of the life cycle greenhouse gas emissions of goods and services
- [5] 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