

中国石油和化学工业联合会团体标准

T/CPCIFXXXX—20XX

温室气体 产品碳足迹量化方法与要求 轮胎

Greenhouse gas—Product carbon footprint accounting method
and requirement—tyre

(征求意见稿)

(在提交反馈意见时，请将您知道的相关专利连同支持性文件一并附上)

20XX-XX-XX 发布

20XX-XX-XX 实施

中国石油和化学工业联合会发布

征求意见稿

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。

本文件由中国石油和化学工业联合会提出。

本文件由中国石油和化学工业联合会标准化工作委员会归口。

本文件起草单位：米其林（中国）投资有限公司、北京橡胶工业研究设计院有限公司、中策橡胶集团股份有限公司、赛轮集团股份有限公司、贵州轮胎股份有限公司等

本文件主要起草人：XXX、XXX、XXX。

征求意见稿

征求意见稿

温室气体 产品碳足迹量化方法与要求 轮胎

1 范围

本文件规定了轮胎产品的碳足迹核算方法及报告格式。

本文件适用于轿车轮胎、载重汽车轮胎的碳足迹核算。其他轮胎如工程机械轮胎、农业轮胎、工业车辆轮胎、摩托车轮胎、电动自行车轮胎、力车轮胎、航空轮胎等可参考本文件执行。

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/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 19578—2021乘用车燃料消耗量限值
- 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 24067 温室气体 产品碳足迹 量化要求和指南
- 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 38146.1 中国汽车行驶工况 第1部分： 轻型汽车
- GB/T 38146.2 中国汽车行驶工况 第2部分： 重型商用车辆
- GB/T 42359 湿及冰雪路面试验用轿车轮胎室内磨削方法

3 术语和定义

GB/T 6326界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

产品碳足迹 carbon footprint of product

基于生命周期评价方法计算的产品系统中温室气体排放量和温室气体清除量之和，单位以二氧化碳当量表示。

[来源：GB/T 24067-2024]

3.2

二氧化碳当量 carbon dioxide equivalent

在辐射强度上与某种温室气体质量相当的二氧化碳的量。

注：二氧化碳当量等于给定温室气体的质量乘以它的全球增温潜势。

[来源：GB/T 32150—2015， 3.16]

3.3

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：初级数据并非应来自所研究的产品系统，因为初级数据可能涉及其他与所研究的产品系统具有可比性的产品系统。

注2：初级数据可包括温室气体排放因子和/或温室气体活动数据。

[来源：GB/T 24067-2024， 3.1.6.1]

3.4

现场数据site-specific data

在产品系统内获得的初级数据。

注1：所有现场数据都是初级数据，但并非所有初级数据都是现场数据，因为它们可能来自不同的产品系统。

注2：现场数据包括某一地点内某一特定单元工艺来自温室气体源的温室气体排放以及温室气体汇造成的温室气体清除。

[来源：GB/T 32150—2015， 3.16]

3.5

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计获得的数据。

[来源：GB/T 24067-2024， 3.1.6.3]

3.6

再生材料 recycled material

对失去原使用价值的材料经过加工处理使其重新获得使用价值的材料。

[来源：GB/T 26989-2011， 2.4.10]

3.7

原生材料primary material

从自然界中获取的，尚未经过任何再利用过程的材料。

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 24040-2009， 3.20]

3.9

声明单位 declared unit

用来作为部分产品碳足迹量化的基准单位的产品数量。

[来源：ISO 21930:2017， 3.1.11]

3.10

原配轮胎 original equipment tyre

提供给整车厂的、安装在新生产汽车上的原装轮胎产品。

3.11

焚烧 incineration

指对废轮胎通过高温氧化燃烧进行处置，但不对其产生的能量进行回收的方式。

4 碳足迹量化原则及范围

4.1 原则

对轮胎产品碳足迹的量化应符合 GB/T 24067 中规定的生命周期、相对的方法、反复的方法、科学方法的优先性、相关性、完整性、一致性、连贯性、准确性、透明性、避免重复计算等原则。

4.2 系统边界

轮胎产品碳足迹核算的系统边界见图 1，包括原材料获取、轮胎生产、轮胎运输、轮胎使用和轮胎生命末期五个阶段。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生产制造过程的碳排放。

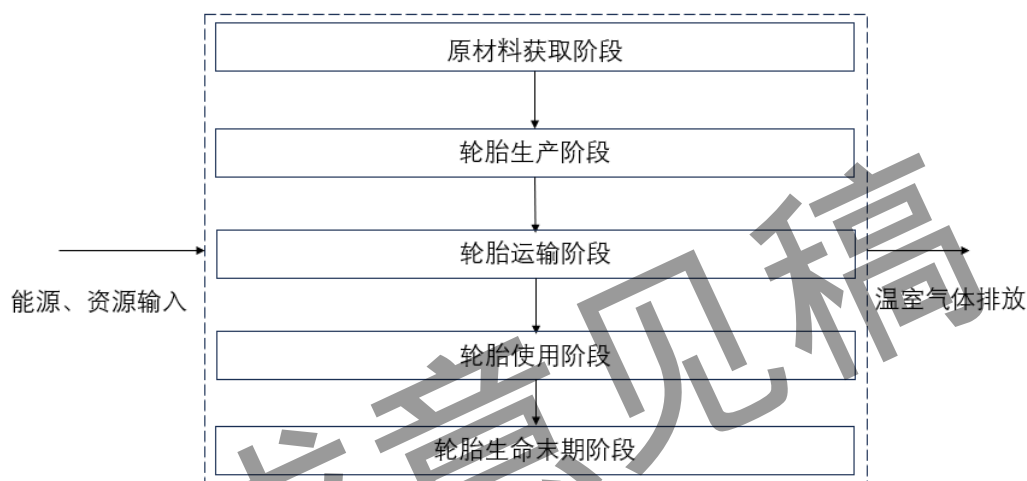


图1 轮胎产品碳足迹核算系统边界

4.3 功能单位

轮胎产品的碳足迹核算应以其生命周期内运行1000km作为功能单位。

4.4 声明单位

在计算轮胎产品的部分产品碳足迹过程时，应使用 1 条轮胎作为声明单位，同时明确对应的阶段。例如对于原配轮胎，在整车厂要求时，可核算原材料获取阶段、轮胎生产阶段以及轮胎运输阶段的碳排放。

4.5 原材料获取阶段核算范围

原材料获取阶段，包括原材料生产过程（含原生材料获取及加工过程，再生材料的生产加工过程），以及原材料的运输过程，不包括材料使用与废弃环节。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，包括资源开采、加工提纯、生产制造等过程。再生材料的生产加工过程应包含由废物成为再生材料的加工等过程。本文件核算范围内的轮胎生产用原材料类别见表1。材料重量占比或碳排放占比大于1%但未列入表1中的其他均质材料，也应纳入核算范围。可舍去某一单元过程中质量小于1%的材料输入，满足为质量平衡，舍去的部分应加到相同类别中碳排放最高的输入材料中，舍去的部分应有书面记录并说明舍去原因。

表1 轮胎生产用原材料类别表

序号	原材料类别名称
1	橡胶（天然胶、合成胶等）
2	补强材料（二氧化硅、炭黑等）
3	助剂（增塑剂、钴盐等）
4	骨架材料（钢丝、尼龙、聚酯纤维等）

4.6 轮胎生产阶段核算范围

轮胎生产阶段始于原材料进入生产设施，结束于轮胎产品离开生产工厂，核算范围包括主要生产系统（从原材料、半制品、成品、检验到包装出厂范围内的整个生产过程）和辅助生产系统（如动力、供电、供水、研发、化验、机修、库房、运输等）。

4.7 轮胎运输阶段核算范围

轮胎运输阶段包括轮胎从生产厂到进入市场的参考入口点（如整车厂、分销商、经销商等）的运输过程。

4.8 轮胎使用阶段核算范围

轮胎使用阶段核算范围包括在轮胎使用过程中由滚动阻力和惯性力等造成的能量消耗带来的碳排放。

4.9 轮胎生命末期阶段核算范围

轮胎生命末期阶段核算范围包括填埋、焚烧两种方式，不包括能量回收、材料回收等其他资源化利用方式。具体包括废轮胎运输和废轮胎回收处置两个阶段：废轮胎运输阶段包括废轮胎从产生处到焚烧厂、填埋场等处置场所的运输；废轮胎回收处置阶段开始于废轮胎产品进入处理场地，至完成回收处置活动为止。

5 数据

5.1 数据收集

对于包括在系统边界之内的所有过程，应收集现场数据。当收集现场数据不可行时，应使用缺省值，现场数据和缺省值可以混合使用。当原材料重量使用现场数据时，原材料碳排放因子可使用现场数据或缺省值；当原材料重量使用缺省值时，原材料碳排放因子仅可使用缺省值。当无法获得现场数据且无对应缺省值时，可以使用其他次级数据。

5.2 数据分配

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。

数据分配应符合 GB/T 24067 中规定的原则和程序。

5.3 现场数据质量要求

数据质量要求应符合GB/T 24067中规定的关于数据和数据质量的原则。

初级数据应满足数据质量等级（DQR）≤2，其他次级数据应满足数据质量等级（DQR）≤ 3。DQR具体说明见附录A。

6 轮胎产品碳足迹核算方法

6.1 原材料获取阶段

6.1.1 总的碳排放

原材料获取阶段碳排放包括原材料生产阶段以及原材料运输阶段碳排放，按式(1)进行计算：

$$C_{\text{材料}} = C_{\text{材料,生产}} + C_{\text{材料,运输}} \dots\dots\dots (1)$$

式中：

$C_{\text{材料}}$ ——原材料获取阶段碳排放，单位为千克二氧化碳当量（kgCO₂e）；

$C_{\text{材料,生产}}$ ——原材料生产阶段碳排放，单位为千克二氧化碳当量（kgCO₂e）；

$C_{\text{材料,运输}}$ ——原材料运输阶段碳排放，单位为千克二氧化碳当量（kgCO₂e）；

6.1.2 原材料生产阶段

原材料生产阶段碳排放包括原材料获取及加工过程碳排放，以及再生材料生产加工过程碳排放，按式(2)进行计算：

$$C_{\text{材料,生产}} = \sum_i [(1 - R_i/100) \times C_{V,i} + R_i/100 \times C_{R,i}] \dots\dots\dots (2)$$

式中：

R_i ——原材料i中再生材料的比例，单位为%；

$C_{V,i}$ ——原材料i获取及加工过程的碳排放，单位为千克二氧化碳当量（kgCO₂e）；

$C_{R,i}$ ——再生材料i生产加工过程的碳排放，单位为千克二氧化碳当量（kgCO₂e）；

原材料获取及加工过程的碳排放应按式(3)进行计算：

$$C_{V,i} = M_i \times EF_{V,i} \times U_i \dots\dots\dots (3)$$

式中：

M_i ——原材料i的重量，单位为千克（kg）；

$EF_{V,i}$ ——原材料i的碳排放因子，单位为千克二氧化碳当量每千克（kgCO₂e/kg）；

U_i ——原材料i的使用系数，制造过程中使用的原材料与轮胎中该原材料含量的比，即包括生产损耗，数据大于100%。

再生材料生产加工过程的碳排放应按式(4)进行计算：

$$C_{R,i} = M_i \times EF_{R,i} \times U_i \dots\dots\dots (4)$$

式中：

$EF_{R,i}$ ——再生材料*i*的碳排放因子，单位为千克二氧化碳当量每千克（kgCO₂e/kg）。

对于原材料*i*的碳排放因子，可采用现场数据，也可以使用其他满足数据质量要求的次级数据。

6.1.3 原材料运输阶段

原材料运输阶段碳排放包括各种原材料从原材料生产厂到轮胎生产厂的运输过程产生的碳排放，应按式(5)进行计算：

$$C_{\text{材料,运输}} = \sum_k \sum_i [S_{k,i} \times FC_{k,i} \times (EF_{k,i} + K_{\text{CO}_2})] \dots \dots \dots (5)$$

式中：

$C_{\text{材料,运输}}$ ——原材料运输阶段的碳排放，单位为千克二氧化碳当量（kgCO₂e）；

$S_{k,i}$ ——第*k*种原材料的第*i*段运输过程的碳排放分配系数，为该运输过程*i*占其所在运输系统*i*碳排放的比重。运输过程指目标货物（第*k*种原材料）被交通工具所运载行驶的运输阶段，按换乘交通工具区分。运输系统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，除目标货物的运输过程外，还包含该系统中的其他运输阶段及空载部分。

$FC_{k,i}$ ——第*k*种原材料的第*i*个运输系统的燃料/电力消耗总量，单位为升（L）、立方（m³）、千克（kg）或千瓦时（kWh）；

$EF_{k,i}$ ——第*k*种原材料的第*i*个运输系统所用燃料/电力生产的碳排放因子，单位为千克二氧化碳当量每升（kgCO₂e/L）、千克二氧化碳当量每立方（kgCO₂e/m³）、千克二氧化碳当量每千克（kgCO₂e/kg）或者千克二氧化碳当量每千瓦时（kgCO₂e/kWh）；

K_{CO_2} ——燃料使用转换系数，按照表B.2执行。

分配系数应按式(6)进行计算，计算结果修约(四舍五入)至小数点后两位：

$$S_{k,i} = (M_{k,i} \times D_{k,i}) \div \sum (M_{k,i,j} \times D_{k,i,j}) \dots \dots \dots (6)$$

$M_{k,i}$ ——第*k*种原材料的第*i*段运输过程运输的目标货物的重量，单位为千克（kg）；

$D_{k,i}$ ——第*k*种原材料的第*i*段运输过程的运输距离，单位为千米（km）。对于道路车辆，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，运输距离为两点之间的轨道距离；对于水路运输，运输距离为航线最短可行距离；对于航空运输，运输距离为两点之间的大圆距离加95km。

$M_{k,i,j}$ ——第*k*种原材料的第*i*个运输系统中运输阶段*j*的全部货物总重量，单位为千克（kg）。空载运输的总质量取0；

$D_{k,i,j}$ ——第*k*种原材料的第*i*个运输系统中运输阶段*j*的运输距离，单位为千米（km）。

6.2 轮胎生产阶段

生产阶段碳排放应按式(7)进行计算，计算结果修约(四舍五入)至小数点后两位：

$$C_{\text{生产}} = C_{\text{能源}} + C_{\text{干冰}} - C_{\text{回收}} \dots \dots \dots (7)$$

式中：

$C_{\text{生产}}$ ——轮胎生产阶段碳排放，单位为千克二氧化碳当量（kgCO₂e）；

$C_{\text{能源}}$ ——轮胎生产阶段消耗能源或燃料产生的碳排放，单位为千克二氧化碳当量（kgCO₂e）；

$C_{\text{干冰}}$ ——轮胎生产阶段使用干冰产生的碳排放，单位为千克二氧化碳当量（kgCO₂e）；

$C_{\text{回收}}$ ——轮胎生产阶段回收的碳排放，单位为千克二氧化碳当量（kgCO₂e）；

轮胎生产阶段消耗能源或燃料产生的碳排放应按式(8)进行计算：

$$C_{\text{能源}} = \sum_r (F_r \times EF_r + F_r \times EF'_r) \dots \dots \dots (8)$$

式中：

F_r ——能源或燃料r的外购量，单位为千瓦时（kWh）、立方米（m³）或千克（kg）等；

EF_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（kgCO₂e/kWh）、千克二氧化碳当量每立方米（kgCO₂e/m³）或千克二氧化碳当量每千克（kgCO₂e/kg），参见附录B；

EF'_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（tCO₂e/GJ），电力、热力使用的碳排放因子为0，按式(9)进行计算；

$$EF'_r = NCV_r \times CC \times OF \times \frac{44}{12} \dots \dots \dots (9)$$

式中：

NCV_r ——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/10⁴m³），参见附录B；

CC ——单位热值含碳量，单位为吨碳每吉焦（tC/GJ），参见附录B；

OF ——碳氧化率，单位为%，参见附录B；

$\frac{44}{12}$ ——二氧化碳与碳的相对分子质量之比。

轮胎生产阶段使用干冰产生的碳排放应按式(10)进行计算，计算结果修约(四舍五入)至小数点后两位：

$$C_{\text{干冰}} = G_{\text{干冰}} \times EF_{\text{干冰}} \times 1000 + G_{\text{干冰}} \times 1000 \dots \dots \dots (10)$$

式中：

$C_{\text{干冰}}$ ——轮胎生产阶段使用干冰产生的碳排放，单位为千克二氧化碳当量（kgCO₂e）；

$G_{\text{干冰}}$ ——生产过程干冰使用量，单位为吨（t）；

$EF_{\text{干冰}}$ ——干冰生产的碳排放因子，单位为千克二氧化碳当量每千克（kgCO₂e/kg）；

1000——单位转换系数。

轮胎生产阶段回收的碳排放应按式（11）进行计算：

$$C_{\text{回收}} = R_{\text{回收}} \times 1000 \dots\dots\dots (11)$$

式中：

$C_{\text{回收}}$ ——轮胎生产阶段回收的碳排放，单位为千克二氧化碳当量（kgCO₂e）；

1000——单位转换系数；

$R_{\text{回收}}$ ——生产过程二氧化碳回收量，单位为吨（t），若为气体形态按公式（12）计算，若为液体形态按公式（13）计算：

$$R_{\text{回收}} = Q \times PUR_{\text{CO}_2} \times 19.77 \dots\dots\dots (12)$$

$$R_{\text{回收}} = M_{\text{CO}_2} \times PUR_{\text{CO}_2} \dots\dots\dots (13)$$

式中：

Q ——回收且外供的二氧化碳气体体积，单位为万标立方米（10⁴Nm³）；

M_{CO_2} ——回收且外供的二氧化碳液体质量，单位为吨（t）；

PUR_{CO_2} ——回收的二氧化碳纯度，其中气体形态指摩尔浓度，%，液体形态指质量浓度，%；

19.77——标准状况下二氧化碳气体的密度，单位为吨二氧化碳每万标立方米（tCO₂/10⁴Nm³）。

6.3 轮胎运输阶段

轮胎运输阶段碳排放包括轮胎从制造地到最终使用地轮胎安装场所（或进入市场的参考入口点）的运输，应参考 6.1.3 部分，按照公式（5）进行计算，k 取 1，目标货物为轮胎。

6.4 轮胎使用阶段

轮胎使用阶段包括由轮胎使用时滚动阻力和惯性力等造成的能量消耗带来的碳排放。对轮胎应用于纯电动汽车的场景，碳排放应按式（14）进行计算：

$$C_{\text{使用,电}} = (E_{\text{滚动,电}} + E_{\text{惯性,电}}) \times EF_{\text{电}} / 3.6 \dots\dots\dots (14)$$

式中：

$C_{\text{使用,电}}$ ——轮胎应用于纯电动汽车场景下的碳排放，单位为千克二氧化碳当量（kgCO₂e）；

$E_{\text{滚动,电}}$ ——纯电动汽车场景下由轮胎滚动阻力造成的能量消耗，单位为兆焦（MJ）；

$E_{\text{惯性,电}}$ ——纯电动汽车场景下由轮胎惯性力造成的能量消耗，单位为兆焦（MJ）；

$EF_{\text{电}}$ ——电力生产的碳排放因子，单位为千克二氧化碳当量每千瓦时（kgCO₂e/kWh）；

3.6——单位转换系数。

对轮胎应用于燃用汽油、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）的场景，碳排放应按式(15)进行计算：

$$C_{\text{使用,油}} = (E_{\text{滚动,油}} + E_{\text{惯性,油}}) \times (EF_f + K_{\text{CO}_2}) / NCV_f \dots\dots\dots (15)$$

式中：

$C_{\text{使用,油}}$ ——轮胎应用于燃用汽油、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）场景下的碳排放，单位为千克二氧化碳当量（kgCO₂e）；

$E_{\text{滚动,油}}$ ——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）场景下由轮胎滚动阻力造成的能量消耗，单位为兆焦（MJ）；

$E_{\text{惯性,油}}$ ——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）场景下由轮胎惯性力造成的能量消耗，单位为兆焦（MJ）；

EF_f ——燃料f生产的碳排放因子，单位为千克二氧化碳当量每千克（kgCO₂e/kg）；

K_{CO_2} ——燃料使用转换系数，参见附录B，对轿车轮胎按汽油取值，对载重汽车轮胎按柴油取值；

NCV_r ——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/10⁴m³），参见附录B。

对轮胎应用于可外接充电的混合动力汽车的场景，碳排放应按式(16)进行计算：

$$C_{\text{使用,插混}} = C_{\text{使用,电}} \times UF + C_{\text{使用,油}} \times (1 - UF) \dots\dots\dots (16)$$

式中：

$C_{\text{使用,插混}}$ ——轮胎应用于可外接充电的混合动力汽车场景下的碳排放，单位为千克二氧化碳当量（kgCO₂e）；

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C。

轮胎使用阶段的碳排放，按式(17)进行加权计算：

$$C_{\text{使用}} = C_{\text{使用,电}} \times W_{\text{电}} + C_{\text{使用,油}} \times W_{\text{油}} + C_{\text{使用,插混}} \times W_{\text{插混}} \dots\dots\dots (17)$$

$C_{\text{使用}}$ ——轮胎使用阶段的碳排放；

$W_{\text{电}}$ ， $W_{\text{油}}$ ， $W_{\text{插混}}$ ——分别为轮胎应用在纯电动汽车，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），以及可外接充电的混合动力汽车上的比例；缺省值参见附录C。

注：本节中和车辆有关的参数，对于轮胎匹配车型确定的情况（如原配汽车轮胎），可按实际车型取值，否则应使用缺省值。

6.4.1 轮胎滚动阻力造成的能量消耗

由轮胎滚动阻力造成的能量消耗，应按式(18)对于轮胎应用在三种不同车型的场景区别进行计算，计算结果修约(四舍五入)至小数点后两位：

$$E_{\text{滚动}} = \frac{(Cr + Cr_{\text{磨损}})}{2} \times H \times L \times g \times (T + (1 - T) \times \theta_3) / (1000 \times \theta_1 \times \theta_2) \dots (18)$$

式中：

Cr ——新轮胎的滚动阻力系数，单位为N/kN，按照GB/T 29040进行测试并按照GB/T 29042计算判定值；

$Cr_{\text{磨损}}$ ——轮胎胎面磨损到胎面磨耗标志时的滚动阻力系数，单位为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；缺省值参见附录C。

H ——轮胎参考负荷，单位为吨（t）；

L ——轮胎预计里程，单位为千米（km），使用实际使用条件下的统计数据（样本量不小于1000条），缺省值参见附录C；

g ——重力加速度，取9.81 m/s²；

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C；

θ_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C；

θ_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C；

θ_3 ——能量回收系统效率，无量纲，缺省值参见附录C；

1000——单位转换系数。

轮胎参考负荷H应按式(19)进行计算：

$$H = N \times f_H \dots (19)$$

式中：

N ——轮胎负荷能力，单位单位为吨（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C。

6.4.2 轮胎惯性阻力造成的能量消耗

由轮胎惯性阻力造成的能量消耗应按式(20) 对于轮胎应用在三种不同车型的场景分别进行计算:

$$E_{\text{惯性}} = I \times L \times (T + (1 - T) \times \theta_3) / (1000 \times \theta_1 \times \theta_2) \dots \dots \dots (20)$$

式中:

1000——单位转换系数;

I ——轮胎惯性力, 单位为牛顿 (N), 应按式(21)进行计算:

$$I = (M_{\text{轮胎}} - M_{\text{轮胎磨损}} / 2 + 4 \times 10^6 \times IM / OD^2) \times \gamma \dots \dots \dots (21)$$

式中:

$M_{\text{轮胎}}$ ——轮胎质量, 单位为千克 (kg);

$M_{\text{轮胎磨损}}$ ——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;

γ ——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C;

10^6 ——单位转换系数;

IM ——轮胎惯性转矩, 单位为牛米 (N·m), 应按式(22)进行计算:

$$IM = 0.8 \times (M_{\text{轮胎}} - M_{\text{轮胎磨损}} / 2) \times TR^2 + 0.2 \times 2.5 \times 10^{-7} \times (M_{\text{轮胎}} - M_{\text{轮胎磨损}} / 2) \times SD^2 \dots \dots (22)$$

式中:

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

2.5×10^{-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 $M_{\text{轮胎磨损}}$ 可通过测试或仿真计算得到, 也可以按照公式(23)进行计算:

$$M_{\text{轮胎磨损}} = (TD - TH) \times TL \times DE \times (CW \times (1 - VR) + \alpha/2) / 1000 \dots \dots (23)$$

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);

TL ——胎面接地长度, 单位为厘米 (cm);

DE——胎面材料密度，单位为厘米（cm）；

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——胎面花纹不饱和度，无量纲；

α ——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

2，载重轮胎取0；

1000——单位转换系数。

胎面接地长度可按照公式(24)进行计算：

$$TL = (2 \times TR - TD) \times \pi \dots \dots \dots (24)$$

式中：

π ——圆周率，取3.14。

6.5 轮胎生命末期阶段

轮胎生命末期阶段碳排放包括废轮胎运输阶段和处置阶段，应按式(25)进行计算：

$$C_{\text{末期}} = C_{\text{废轮胎运输}} + C_{\text{处置}} \dots \dots \dots (25)$$

式中：

$C_{\text{废轮胎运输}}$ ——废轮胎从产生处到焚烧厂、填埋场等处置场所的运输过程中的碳排放。应参考

6.1.3部分，按照公式（5）进行计算，k取1，目标货物为废轮胎。

$C_{\text{处置}}$ ——废轮胎处置阶段碳排放，单位为千克二氧化碳当量（kgCO₂e），应按式(26)进行计算：

$$C_{\text{处置}} = (M_{\text{轮胎}} - M_{\text{轮胎磨损}}/2) \times W_{\text{处置}} \times EF_{\text{处置}} \dots \dots \dots (26)$$

式中：

$W_{\text{处置}}$ ——废轮胎各种回收处置方式中填埋、焚烧的比例，缺省值参见附录C；

$EF_{\text{处置}}$ ——轮胎填埋、焚烧的碳排放因子，单位为千克二氧化碳当量每千克（kgCO₂e/kg），参见附录C；

6.6 轮胎产品碳足迹

轮胎产品碳足迹总量应按式(27)进行计算：

$$C_{\text{总量}} = C_{\text{材料}} + C_{\text{生产}} + C_{\text{运输}} + C_{\text{使用}} + C_{\text{末期}} \dots \dots \dots (27)$$

式中：

$C_{\text{总量}}$ ——轮胎产品碳足迹总量，单位为千克二氧化碳当量（kgCO₂e）。

轮胎产品碳足迹核算量应按式(28)进行计算：

$$C_{\text{核算量}} = (C_{\text{材料}} + C_{\text{生产}} + C_{\text{运输}} + C_{\text{使用}} + C_{\text{末期}}) / L \times F \dots\dots\dots (28)$$

式中：

$C_{\text{核算量}}$ ——轮胎产品碳足迹核算量，单位为千克二氧化碳当量（kgCO₂e）；

L ——轮胎预计里程，单位为千米（km），使用实际使用条件下的统计数据（样本量不小于1000条），缺省值参见附录C；

F ——轮胎功能单位，定义为1000千米（km）。

7 报告编制方法及格式

7.1 编制依据

按本文件给出的轮胎碳足迹核算原则、范围、数据要求及计算公式核算其碳足迹，并编制核算报告，参见附录D。

7.2 报告内容框架

7.2.1 基本信息

报告应提供报告信息、核算者信息、采用的标准信息等基本信息，其中报告信息包括报告编号、编制人员、审核人员、发布日期等，核算者信息包括公司全称、统一社会信用代码、地址、联系人、联系方式等。在报告中应标注轮胎的主要参数和功能。

7.2.2 碳足迹核算

a) 核算范围

报告中应详细描述核算的对象、功能单位和产品性能，列表说明产品的材料构成与技术参数，绘制并说明产品的系统边界。

b) 清单分析

报告中应提供考虑的生命周期阶段，说明每个阶段所考虑的清单数据及收集到的现场数据或缺省值，涉及到数据分配的情况应说明分配方法和结果。

c) 碳排放量

报告中应提供按本文件核算的轮胎产品的碳足迹结果。

附录 A
(规范性)
数据质量等级

数据质量等级DQR应按照公式 (A.1) 进行计算:

$$DQR = \frac{(TeR + GeR + TiR)}{3} \dots\dots\dots (A.1)$$

式中:

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;

TiR——数据在时间代表性维度的分值;

表A.1数据质量等级

分数	技术代表性	地理代表性	时间代表性
1	数据来源和产品碳足迹算例的技术范围完全一致	产品碳足迹算例发生在数据来源有效的国家	数据来源的时间在产品碳足迹算例的一年之内
2	产品碳足迹算例的技术包含在数据来源中的技术组合中	产品碳足迹算例发生在数据来源有效的区域	数据来源的时间在产品碳足迹算例的两年之内
3	产品碳足迹算例的技术部分包含在数据来源中的技术组合中	产品碳足迹算例发生在数据来源有效的区域之一	数据来源的时间在产品碳足迹算例的四年之内
4	产品碳足迹算例的技术和数据来源中的部分技术相似	产品碳足迹算例发生在数据来源有效的区域之外的国家, 但是据专家判断具有足够的相似性	数据来源的时间在产品碳足迹算例的六年之内
5	产品碳足迹算例的技术和数据来源中的技术不同	产品碳足迹算例发生在数据来源有效的区域之外的国家	数据来源的时间超过产品碳足迹算例的时间六年

附录 B
(资料性)
能源/燃料相关参数缺省值

B.1 常见化石燃料特定参数值

常见化石燃料特定参数值见表B.1。

表B.1 常见化石燃料特定参数值

燃料品种		低位发热量 GJ/t, GJ/10 ⁴ Nm ³	单位热值含碳量 (tC/GJ)	燃料碳氧化率
固体燃料	无烟煤	26.700 ^a	27.40×10 ^{-3b}	94%
	烟煤	19.570 ^c	26.10×10 ^{-3b}	93%
	褐煤	11.900 ^a	28.00×10 ^{-3b}	96%
	洗精煤	26.344 ^d	25.41×10 ^{-3b}	90%
	其他洗煤	12.545 ^d	25.41×10 ^{-3b}	90%
	型煤	17.460 ^c	33.60×10 ^{-3c}	90%
	焦炭	28.435 ^c	29.50×10 ^{-3b}	93%
液体燃料	原油	41.816 ^d	20.10×10 ^{-3b}	98%
	燃料油	41.816 ^d	21.10×10 ^{-3b}	98%
	汽油	43.070 ^d	18.90×10 ^{-3b}	98%
	柴油	42.652 ^d	20.20×10 ^{-3b}	98%
	一般煤油	43.070 ^d	19.60×10 ^{-3b}	98%
	液化天然气	51.44 ^d	15.30×10 ^{-3b}	98%
	液化石油气	50.179 ^d	17.20×10 ^{-3b}	98%
	煤焦油	33.453 ^d	22.00×10 ^{-3a}	98%
气体燃料	炼厂干气	45.998 ^d	18.20×10 ^{-3b}	99%
	焦炉煤气	179.81 ^d	13.58×10 ^{-3b}	99%
	高炉煤气	33.000 ^c	70.80×10 ^{-3a}	99%
	转炉煤气	84.000 ^c	49.60×10 ^{-3c}	99%
	其他煤气	52.270 ^d	12.20×10 ^{-3b}	99%
	天然气	389.310 ^d	15.30×10 ^{-3b}	99%
^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）》				

B.2 燃料使用转换系数

燃料使用转换系数参见表B.2。

表B.2 燃料使用转换系数

燃料品种	使用转换系数	单位
汽油	2.37 ^a	kgCO ₂ e/L
柴油	2.60 ^a	kgCO ₂ e/L
^a 数据取值来源为GB 19578-2021《乘用车燃料消耗量限值》		

附录 C
(资料性)

碳排放核算轮胎及车辆相关参数缺省值

轮胎使用阶段和回收处置阶段碳排放计算所需轮胎及车辆参数的缺省值如表C. 1所示。

表C. 1碳排放核算轮胎及车辆相关参数缺省值

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-纯电利用系数	0.6		
W _电 (%)	5.26 ^a		
W _油 (%)	92.83 ^a		
W _{插混} (%)	1.91 ^a		
L-预计行驶里程	50000	100000	230000
T-车辆行驶工况中牵引力大于零的时间百分比 (%)	80	80	80
Cr _{磨损} -轮胎磨损到胎面磨损标志时的滚动阻力系数	0.8×Cr	0.75×Cr	0.7×Cr
θ ₁ -动力系统效率	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)
θ ₂ -传动系统效率	90%	90%	90%
θ ₃ -能量回收系统效率	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 _{ii} -参考负荷比例 (%)	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)
γ-车辆驾驶工况相对正加速度 (m/s ²)	0.17 ^b	0.11 ^b	0.11 ^c
W _{处置} -废轮胎各种回收处置方式中填埋、焚烧的比例 (%)	12 ^d		
EF _{处置} -轮胎填埋、焚烧的碳排放因子 (kgCO ₂ e/kg)	0.353 ^e		
*数据取值来源为公安部发布信息《2024年上半年全国机动车达4.4亿辆 驾驶人达5.32亿人 新能源汽车保有量达2472万辆》。未来应以公安部或其他部委发布的最新官方数据为准。			
^b 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》			
^c 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》			
^d 数据取值来源为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》			
^e 数据取值来源为《中国产品全生命周期温室气体排放系数集（2022）》，混合垃圾处置平均			

附录 D
(资料性)
轮胎产品碳足迹核算报告模板

D.1 概况

D.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。

D.1.2 轮胎产品信息

产品名称；

轮胎规格；

负荷指数或层级；

速度符号；

花纹代号；

是否为原配轮胎：☐是 ☐否。

D.1.3 量化方法

依据标准。

D.2 量化目的

D.3 量化范围

D.3.1 功能单位或声明单位

以为功能单位或声明单位。

D.3.2 系统边界

D.3.2.1

☐产品碳足迹：包含原材料的获取、轮胎的生产、运输、使用和生命末期的回收处置

□部分产品碳足迹：包含□原材料获取阶段□轮胎生产阶段□轮胎使用阶段□轮胎运输阶段□轮胎生命末期阶段

D. 3. 3时间范围

年度

D. 4 数据收集

D. 4. 1 原材料获取阶段

列出系统边界内的原生材料数据和再生材料数据，见表D.1。
说明各种类型原材料的生命周期清单数据来源（现场数据/次级数据/数据库数据）。

表 D. 1 轮胎原材料输入清单（请根据实际情况填写）

材料名称	重量 (kg)	再生材料比 例（%）	使用 系数	原生材料排放因 子(kgCO ₂ e/kg)	数据 来源	DQR	再生材料排放因 子(kgCO ₂ e/kg)	数据 来源	DQR
天然橡胶									
合成橡胶									
炭黑									
钢丝									
二氧化硅									
尼龙									
聚酯纤维									
增塑剂									
钴盐									
.....									

D. 4. 2 轮胎生产阶段

轮胎生产阶段碳排放的核算，应包括轮胎密炼、挤出、压延、截断、成型、硫化等工艺过程，始于原材料进入生产设施，结束于轮胎产品离开生产工厂。
说明各种类型燃料的生命周期清单数据来源（现场数据/次级数据/数据库数据）。

表 D. 2 轮胎生产阶段燃料/材料消耗/CO₂回收清单（请根据实际情况填写）

名称	单位	数量	碳排放因子	数据来源	DQR
电	kWh				
天然气	m ³				
煤	kg				

汽油	L				
柴油	L				
外购蒸汽（需备注压强）	kg				
干冰	kg				
CO ₂ 回收	kg				
.....					

D. 4. 3 轮胎使用阶段

应填写使用阶段计算使用的主要参数，见表D. 3。

表 D. 3 使用阶段的计算参数

参数	结果	单位	参数	结果	单位
轮胎滚动阻力系数		N/kN	轮胎负荷能力		kg
轮胎重量		kg	新胎外直径		m
轮胎预计里程		km	轮胎名义直径		m
轮胎磨损到胎面磨损标志时的滚动阻力系数		N/kN	轮胎生命周期由于和地面磨损造成的质量损失		kg
轮胎负荷指数			轮胎参考负荷		kg

D. 4. 4 轮胎运输阶段

轮胎运输距离，单位为km；
分配系数；
运输用燃料：汽油/柴油/电力。

D. 4. 5 轮胎生命末期阶段

废轮胎运输距离，单位为km；
分配系数；
运输用燃料：汽油/柴油/电力；
废轮胎重量，kg；
填埋、焚烧的比例；
填埋、焚烧的排放因子，单位为kgCO₂e/kg。

D. 4. 6分配原则与程序

分配依据；
分配程序；
具体分配情况。

D. 5 结果解释

D. 5. 1 结果说明

公司（填写轮胎产品生产者的全名）生产的轮胎（填写所评价的轮胎产品名称），生命周期碳足迹总量为 kgCO₂e，生命周期碳足迹核算量为 kgCO₂e。各生命周期阶段的温室气体排放情况如表 D.3 所。

表 D. 3 轮胎生命周期各阶段碳排放情况

生命周期阶段	碳排放 (kgCO ₂ e)	百分比 (%)
原材料获取阶段		
轮胎生产阶段		
轮胎使用阶段		
轮胎运输阶段		
轮胎生命末期阶段		
碳足迹总量		100
碳足迹核算量		/

D. 5. 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。