ICS 13.020.10
CCS Z 04

T/CS

团 体 标 准

T/CS 665—2026

机械产品全生命周期碳足迹核算规程

Code of practice for carbon footprint accounting of mechanical products over the whole life cycle

2026 - 08 - 28 发布　　2026 - 08 - 28 实施

中国商品学会　　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 总则 2
5 核算目的与范围确定 3
6 生命周期清单分析 4
7 碳足迹计算 7
8 分配 11
9 结果解释 11
10 核算报告 11

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。

本文件由上海达技实业有限公司提出。

本文件由中国商品学会归口。

本文件起草单位：上海达技实业有限公司、开滦能源化工股份有限公司、开滦（集团）有限责任公司、临汾天平安全技术评价有限公司、内蒙古智能煤炭有限责任公司、绵阳职业技术学院、厦门创金智慧渔业研究院有限公司、商洛职业技术学院（市职业技术教育培训中心）、山东润葆动力机械有限公司。

本文件主要起草人：刘刚、宋超杰、姚洪、张强、刘学伟、蒲晨忠、洪茂林、李雅昔、马庆学。

机械产品全生命周期碳足迹核算规程

1 范围

本文件规定了机械产品全生命周期碳足迹核算的核算原则、核算目的与范围确定、生命周期清单分析、碳足迹计算、分配、结果解释及核算报告。

本文件适用于机械产品全生命周期碳足迹的量化和报告。

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 24040 环境管理 生命周期评价 原则与框架

GB/T 24044 环境管理 生命周期评价 要求与指南

GB/T 24067 温室气体 产品碳足迹 量化要求和指南

GB/T 32150 工业企业温室气体排放核算和报告通则

GB/T 32151.29 温室气体排放核算与报告要求 第29部分：机械设备制造企业

GB/T 51366 建筑碳排放计算标准

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

机械产品 mechanical product

由金属和/或非金属材料经加工装配而成的工业设备、零部件及系统总成，可包含可动部件，用于实现特定机械运动、能量传递或结构支撑功能。

3.2

全生命周期 life cycle

产品系统中前后衔接的一系列阶段，从自然资源获取或原材料生成直至最终处置。

3.3

产品碳足迹 product carbon footprint

基于生命周期评价，针对产品系统温室气体排放量和清除量总和，以二氧化碳当量表示的气候影响指标。

3.4

系统边界 system boundary

产品系统与外界环境之间的界面，划定纳入碳足迹核算的单元过程范围。

3.5

功能单位 functional unit
作为基准的量化产品系统输出功能的单位。

3.6

排放因子 emission factor
将活动数据转换为温室气体排放量的系数。

3.7

初级数据 primary data
从产品系统实际生产设施、物流等直接测量或原始记录获得的数据。

3.8

次级数据 secondary data
非直接测量或非原始记录获得的数据，如数据库、文献值。

3.9

二氧化碳当量 carbon dioxide equivalent; CO_2e
基于特定温室气体的质量及其全球变暖潜势，比较其辐射强迫与二氧化碳的换算单位。

3.10

温室气体 greenhouse gas
大气中自然存在的和人为产生的能够吸收和发射由地球表面、大气和云层所发出的红外辐射的气态成分。

3.11

共生产品 co-product
同一个单元过程或产品系统中产出的两种或两种以上产品。

3.12

取舍准则 cut-off criteria
在生命周期清单分析中，对可忽略的物料输入或单元过程排放所设定的阈值规则。

4 总则

4.1 核算原则

机械产品全生命周期碳足迹核算应遵循以下原则：

a) 相关性：选择的数据和方法应适用于所核算机械产品碳足迹的特定用途；
b) 完整性：应纳入机械产品全生命周期中对碳足迹有实质性贡献的所有温室气体排放源；
c) 一致性：在同一机械产品碳足迹核算项目中，数据收集、计算和报告方法应保持一致，以便不同机械产品或不同时期的结果具有可比性；
d) 准确性：机械产品碳足迹的核算结果应准确反映实际的温室气体排放情况，减少偏差和不确定性；

e) 透明性：应充分披露机械产品碳足迹核算所采用的方法、数据来源、假设条件和不确定性，供相关方审查和决策；
f) 避免重复计算：应确保同一温室气体排放不在不同生命周期阶段或不同单元过程中被重复计算。

4.2 温室气体种类

机械产品全生命周期碳足迹核算应覆盖以下温室气体种类：二氧化碳（CO_2）、甲烷（CH_4）、氧化亚氮（N_2O）、氢氟碳化物（HFCs）、全氟碳化物（PFCs）、六氟化硫（SF_6）和三氟化氮（NF_3）。核算结果应以二氧化碳当量（CO_2e）表示，全球变暖潜势值应采用联合国政府间气候变化专门委员会（IPCC）最新评估报告提供的100年时间尺度数值。若需固化的缺省值，核算时可引用IPCC第六次评估报告（AR6）给出的GWP100值，但应注明版本。

4.3 核算基本流程

机械产品全生命周期碳足迹核算应按以下流程进行：
a) 确定核算目的和范围；
b) 确定功能单位和系统边界；
c) 开展生命周期清单分析；
d) 计算碳足迹；
e) 进行分配；
f) 解释核算结果；
g) 编制碳足迹核算报告。

5 核算目的与范围确定

5.1 核算目的

开展机械产品全生命周期碳足迹核算前，应明确核算目的，包括但不限于：
a) 识别机械产品全生命周期各阶段的碳排放热点；
b) 为机械产品低碳设计和工艺优化提供数据支撑；
c) 满足绿色采购、碳标签、碳披露等外部要求；
d) 为机械制造企业内部碳排放管理提供依据。

5.2 功能单位

5.2.1 应明确机械产品的功能单位。功能单位的确定应考虑机械产品的以下性能参数：
a) 额定功率（kW），适用于动力机械、电动机等；
b) 额定载荷（t），适用于起重机械、运输机械等；
c) 生产能力（t/h或件/h），适用于加工机械、生产线设备等；
d) 使用寿命（年或运行小时数）；
e) 其他适用的技术性能参数。

5.2.2 功能单位的表述应包含机械产品型号、规格参数和参考使用年限。示例：“1台额定功率为100 kW、使用寿命为10年（按20000运行小时计）的××型号电动机”。

5.3 系统边界

5.3.1 一般要求

系统边界的划定应符合 GB/T 24040 中关于产品系统边界的规定。

5.3.2 全生命周期边界

机械产品全生命周期碳足迹核算的系统边界应为“从摇篮到坟墓”，即从原材料获取到最终废弃处置的全过程。

5.3.3 应覆盖的生命周期阶段

系统边界应覆盖以下五个阶段：

a) 原材料获取阶段：包括机械产品所用原材料的开采、提取、初加工过程；
b) 制造阶段：包括零部件的铸造、锻造、焊接、机械加工、热处理、表面处理、装配等生产过程；
c) 运输阶段：包括原材料、零部件、成品在供应链各节点之间的运输；
d) 使用阶段：包括机械产品在使用过程中的能源消耗和维护保养；
e) 废弃处置阶段：包括机械产品使用寿命结束后的拆卸、破碎、分选、回收利用和最终处置。

5.3.4 部分生命周期边界

当机械产品碳足迹核算用于特定目的(如绿色产品评价)时，可根据实际需要将系统边界限定为“从摇篮到大门”，即从原材料获取到成品出厂。采用部分生命周期边界时，应在核算报告中明确说明并注明理由。

5.3.5 系统边界内的投入与产出

5.3.5.1 系统边界内的投入应包括：原材料投入、辅料投入、能源投入（电力、热力、燃料等)、水资源投入。其中，水资源投入相关的碳排放（如取水、供水、废水处理能耗）通常数值较小，可按 6.3 取舍准则评估；被忽略时应在核算报告中说明理由。如需纳入核算，其碳排放应计入制造阶段能源消耗或采用相应的水排放因子计算。

5.3.5.2 系统边界内的产出应包括：主产品、副产品、温室气体排放、固体废弃物、废水。非温室气体废气（如粉尘、VOCs 等）不纳入碳足迹核算，但应在工艺流程图中标示其排放节点。

5.3.6 工艺流程图

应根据 GB/T 24040 和 GB/T 24044 中的规定，绘制机械产品全生命周期的工艺流程图，清晰标示各单元过程的输入和输出。流程图应至少包含以下要素：单元过程框、物质和能量输入箭头、温室气体排放输出箭头、系统边界线、被排除在系统边界外的过程及其理由说明。

6 生命周期清单分析

6.1 单元过程划分

6.1.1 基本要求

应根据机械产品的生产工艺特点，将系统边界内的生命周期划分为若干单元过程。每个单元过程应有明确的输入和输出边界。

6.1.2 制造阶段典型单元过程

机械产品制造阶段的单元过程划分应包括但不限于：

a) 铸造单元过程（如适用）；

b) 锻造单元过程（如适用）；
c) 焊接单元过程（如适用）；
d) 机械加工单元过程；
e) 热处理单元过程（如适用）；
f) 表面处理单元过程（如适用）；
g) 装配单元过程。

6.2 数据收集

6.2.1 数据收集范围

应收集机械产品全生命周期各单元过程的以下数据：
a) 原材料种类及其消耗量（kg 或 t）；
b) 辅料种类及其消耗量（kg 或 t）；
c) 电力消耗量（kWh）；
d) 燃料消耗量（kg 或 t，包括煤炭、燃油、天然气等）；
e) 热力消耗量（GJ）；
f) 运输距离（km）和运输方式；
g) 产品在使用阶段的能源消耗量（kWh 或 kg）；
h) 废弃处置阶段的处理方式和处理量（kg 或 t）。

6.2.2 初级数据收集要求

6.2.2.1 优先收集的初级数据

机械产品碳足迹核算应优先使用初级数据。以下单元过程应收集初级数据：
a) 机械产品制造阶段的各单元过程（原材料投入、能源消耗、辅料消耗）；
b) 机械产品装配过程的能源消耗；
c) 机械产品使用阶段的能源消耗。

6.2.2.2 数据收集周期

初级数据的收集周期应不少于一个完整的生产年度。对于生产不连续、季节性生产或单件小批量生产的机械产品，数据收集周期应覆盖完整的生产周期；若一个生产年度内同型号（或同系列、同工艺路线）产品产量少于 5 件（套），则数据收集可基于该年度内连续生产的全部代表性产品，但不少于 3 件（套）；若年度产量不足 3 件（套），应基于最近连续生产的 3 件（套）跨年度收集，并在报告中说明产量情况及数据代表性。

6.2.2.3 数据来源

初级数据应来源于机械产品实际生产过程的计量记录，包括但不限于：
a) 生产报表和工艺记录；
b) 能源消耗台账；
c) 物料出入库记录；
d) 电力、热力计量表读数；
e) 在线监测数据。

6.2.3 次级数据使用要求

6.2.3.1 使用条件

当无法获取初级数据时，可使用次级数据。使用次级数据应在核算报告中明确标注数据来源。

6.2.3.2 选用顺序

次级数据的优先选用顺序为：

a) 国家或行业发布的机械产品碳排放因子数据库；
b) GB/T 32151.29 附录 C 提供的相关参数缺省值；
c) 经同行评议的学术文献或行业报告数据；
d) 国际通用的生命周期评价数据库（如 Ecoinvent、GaBi 等）。

6.2.4 数据质量要求

6.2.4.1 质量维度

机械产品碳足迹核算所采用的数据应符合以下质量要求：

a) 时间代表性：数据应反映核算年份的生产技术水平。初级数据应取自核算年份前三个自然年度内的生产数据。次级数据的年份不应早于核算年份前五年；
b) 地理代表性：数据应反映机械产品生产所在地域的技术和能源结构特征。使用非本地数据时应说明地理差异的调整方法；
c) 技术代表性：数据应反映被核算机械产品所采用的具体生产工艺和技术路线；
d) 完整性：数据应覆盖系统边界内所有纳入核算的单元过程；
e) 准确性：数据的测量、记录和传递过程应可追溯。

6.2.4.2 质量评价

应对机械产品碳足迹核算所采用的初级数据和次级数据进行数据质量评价，评价结果应在核算报告中予以说明。

6.3 取舍准则

6.3.1 取舍阈值

6.3.1.1 取舍规则

机械产品碳足迹核算应采用以下取舍准则，满足任一准则即可予以忽略：

a) 任何单一物料输入的质量占比低于机械产品总物料输入质量 1%的，可予以忽略，但被忽略的物料输入质量累计不应超过机械产品总物料输入质量的 5%；
b) 任何单一单元过程的温室气体排放量占该产品预估全生命周期温室气体排放总量比例低于 1%的，可予以忽略，但被忽略的单元过程排放量累计不应超过该产品预估全生命周期温室气体排放总量的 5%。

6.3.1.2 冲突处理

当同一物料或单元过程同时满足 6.3.1.1 a)、b)两款，或两款出现交叉判断困难时，以排放量取舍准则（6.3.1.1 b）为准。预估排放总量可基于初步清单或同类型产品历史数据确定，并应在报告中说明预估依据。

6.3.2 记录要求

取舍准则的应用应在核算报告中详细记录，包括被忽略的物料、单元过程及其理由。

6.4 数据审定

6.4.1 审定程序

应建立机械产品碳足迹核算数据的审定程序，对收集的数据进行交叉校验和合理性检查。

6.4.2 审定内容

数据审定应包括以下内容：

a) 物料平衡检查：各单元过程的输入物料质量与输出物料质量之差原则上应控制在合理范围内；对于铸造、焊接、机械加工等存在材料损耗的单元过程，应记录损耗率并说明其工艺合理性；

b) 能量平衡检查：各单元过程的输入能量与输出能量之差原则上应控制在合理范围内，并明确输出能量的核算边界和方法；

c) 异常值识别与处理：对偏离正常值范围超过±30%的数据应进行复核，并记录复核结果和处理方式。

7 碳足迹计算

7.1 计算基本公式

7.1.1 基本要求

机械产品碳足迹的计算方法应符合 GB/T 24067 中关于产品碳足迹量化的基本要求。温室气体排放的核算和报告要求应符合 GB/T 32150 的规定。

7.1.2 计算公式

机械产品全生命周期碳足迹总量应按公式（1）计算：

$$CEP = \sum_{i} (AD_i \times EF_i) \quad \cdots\cdots (1)$$

式中：

CFP——机械产品全生命周期碳足迹，单位为千克二氧化碳当量（kg CO_2e）；

AD_i——第 i 种温室气体排放源的活动数据，其计量单位根据排放源类型确定；

EF_i——第 i 种温室气体排放源的排放因子，单位为千克二氧化碳当量每单位活动数据（kg CO_2e/单位活动数据）。

注：若 EF_i 为原始温室气体排放因子（如 kg CH_4/单位活动数据），则应先乘以该温室气体的全球变暖潜势值（GWP_i），换算为二氧化碳当量排放因子后再代入本公式。GWP_i 应采用 IPCC 最新评估报告 100 年时间尺度数值。

7.2 各阶段碳足迹计算

7.2.1 原材料获取阶段碳排放

7.2.1.1 计算方法

原材料获取阶段的碳排放应按公式（2）计算：

$$E_m = \sum (M_j \times EF_{m,j}) \quad \cdots\cdots (2)$$

式中：

E_m——原材料获取阶段碳排放，kg CO_2e；

M_j——第 j 种原材料的投入质量，kg；

$EF_{m,j}$——第 j 种原材料的碳排放因子，kg CO_2e/kg。

7.2.1.2 排放因子确定

原材料的碳排放因子应优先采用供应商提供的、经第三方核查的产品环境声明（EPD）或碳足迹数据。无法获取上述数据时，应采用国家或行业发布的机械产品原材料碳排放因子数据库、经同行评议的学术文献或国际通用 LCA 数据库（如 Ecoinvent、GaBi 等）中的缺省值。采用 GB/T 32151.29 时，仅限于该标准附录中明确给出的能源燃烧相关参数缺省值，不适用于原材料上游排放因子。

7.2.2 制造阶段碳排放

7.2.2.1 电力消耗碳排放

电力消耗产生的碳排放应按公式（3）计算：

$$E_{电力} = EC \times EF_{电力} \quad \cdots\cdots (3)$$

式中：

$E_{电力}$——外购电力消耗产生的碳排放，kg CO_2e；

EC——制造阶段各单元过程消耗的总电量，kWh；

$EF_{电力}$——电力碳排放因子，kg CO_2e/kWh，应采用国家生态环境主管部门发布的中国区域电网平均碳排放因子，且该因子的发布时间不应早于核算年份前两个自然年度。对于涉及绿电直供、PPA等特殊电力消费情形，应按国家主管部门相关规定选取相应的电力碳排放因子。

7.2.2.2 化石燃料燃烧碳排放

化石燃料燃烧产生的碳排放应按公式（4）计算：

$$E_{燃料} = \sum_k \left[FC_k \times NCV_k \times CC_k \times OF_k \times \frac{44}{12} \right] \quad \cdots\cdots (4)$$

式中：

$E_{燃料}$——化石燃料燃烧产生的二氧化碳排放量，kg CO_2e；

FC_k——第 k 种燃料的消耗量，kg或Nm^3；

NCV_k——第 k 种燃料的低位发热量，GJ/kg或GJ/Nm^3，取值见GB/T 32151.29；

CC_k——第 k 种燃料的单位热值含碳量，t C/GJ，取值见 GB/T 32151.29；

OF_k——第 k 种燃料的碳氧化率，无量纲，取值见GB/T 32151.29；

44/12——二氧化碳与碳的分子量之比。

注：本公式主要核算化石燃料燃烧产生的CO_2 排放；若燃料燃烧同时产生CH_4 、N_2O等非CO_2 温室气体，且经评估其排放量超过全生命周期排放总量1%时，应另行核算并换算为CO_2e后纳入本项。

7.2.2.3 外购热力碳排放

外购热力产生的碳排放应按公式（5）计算：

$$E_{热力} = HC \times EF_{热力} \quad \cdots\cdots (5)$$

式中：

$E_{热力}$——外购热力消耗产生的碳排放，kg CO_2e；

HC——制造阶段消耗的外购热力量，GJ；

$EF_{热力}$——热力供应碳排放因子，kg CO_2e/GJ，应采用供能企业的实测报告数据，或采用国家主管部门针对热力供应发布的区域缺省值。

7.2.2.4 辅料消耗上游碳排放

制造阶段辅料（如切削液、焊材、涂料、清洗剂、脱模剂等）的上游碳排放应计入制造阶段碳排放，按公式（6）计算：

$$E_{辅料} = \sum (Q_k \times EF_{辅料,k}) \cdots\cdots (6)$$

式中：

$E_{辅料}$——制造阶段辅料消耗产生的上游碳排放，单位为千克二氧化碳当量（kg CO_2e）；

Q_k——第 k 种辅料的消耗量，kg；

$EF_{辅料,k}$——第 k 种辅料的碳排放因子，kg CO_2e/kg，应优先采用供应商提供的碳足迹数据或 LCA 数据库缺省值。

注：当辅料上游排放经评估低于 6.3.1 规定的取舍阈值时，可在报告中说明后予以忽略，但应记录被忽略的辅料种类及其理由。

7.2.2.5 制造阶段碳排放汇总

制造阶段碳排放总量应按按公式（7）计算：

$$E_{制造} = E_{电力} + E_{燃料} + E_{热力} + E_{辅料} \cdots\cdots (7)$$

式中：

$E_{制造}$——制造阶段碳排放总量，单位为千克二氧化碳当量（kg CO_2e）；

$E_{电力}$——外购电力消耗产生的碳排放，kg CO_2e；

$E_{燃料}$——化石燃料燃烧产生的二氧化碳当量排放量，kg CO_2e；

$E_{热力}$——外购热力消耗产生的碳排放，kg CO_2e；

$E_{辅料}$——制造阶段辅料消耗产生的上游碳排放，kg CO_2e。

7.2.3 运输阶段碳排放

7.2.3.1 运输阶段碳排放应按公式（8）计算：

$$E_{运输} = \sum_{l} (D_l \times W_l \times EF_{运输,l}) \cdots\cdots (8)$$

式中：

$E_{运输}$——运输阶段碳排放，kg CO_2e；

D_l——第 l 段运输的距离，km；

W_l——第 l 段运输的货物总质量，t；

$EF_{运输,l}$——第 l 段所采用运输方式的碳排放因子，kg CO_2e/(t·km)。

7.2.3.2 各种运输方式的碳排放因子应按GB/T 51366提供的缺省值选取。若核算主体能提供基于实际运输工况的、经第三方核查的实测因子，应优先采用，并在报告中说明数据来源和测算方法。实测因子应满足以下最低质量要求：采样周期不少于3个月，覆盖运输工具的主要运行工况（空载、满载及典型负载率），测量不确定度应在±15%以内。

7.2.4 使用阶段碳排放

机械产品使用阶段的碳排放应按公式（9）计算：

$$E_{使用}=\sum(P_m\times EF_{使用,m}\times T)+\sum(M_n\times EF_{M,n}) \cdots\cdots (9)$$

式中：

$E_{使用}$——使用阶段碳排放，kg CO_2e；

P_m——机械产品单位运行时间内第 m 种能源的平均消耗功率或速率，kW 或 kg/h，应优先采用同型号产品第三方能效测试报告实测值；

$EF_{使用,m}$——第 m 种能源在用户端的碳排放因子，kg CO_2e/kWh 或 kg CO_2e/kg；

T——机械产品全生命周期的设计总运行时长，h，应依据产品标准规定的设计使用寿命折算，并在报告中注明折算依据；

M_n——使用阶段第n类维护保养耗材（如润滑油、冷却液、更换零部件等）的累计消耗量，kg；

$EF_{M,n}$——第n类维护保养耗材的碳排放因子，kg CO_2e/kg，应优先采用供应商提供的碳足迹数据或LCA数据库缺省值。

注：当维护保养耗材相关排放经评估低于6.3.1规定的取舍阈值时，可在报告中说明后予以忽略，但应记录被忽略的耗材种类及其理由。

7.2.5 废弃处置阶段碳排放

7.2.5.1 处置过程碳排放

废弃处置阶段碳排放应按公式（10）计算：

$$E_{废弃}=\sum_n\left(EC_{废弃,n}\times EF_{废弃,n}\right)+\sum(AD_{废弃,m}\times EF_{废弃,m}) \cdots\cdots (10)$$

式中：

$E_{废弃}$——废弃处置阶段碳排放，kg CO_2e；

$EC_{废弃,n}$——第 n 类废弃处置作业的能源消耗量，kWh 或 kg；

$EF_{废弃,n}$——对应能源的碳排放因子，kg CO_2e/kWh 或 kg CO_2e/kg；

$AD_{废弃,m}$——第m类废弃处置过程的活动数据（如填埋废物量、焚烧废物量等），kg或t；

$EF_{废弃,m}$——对应处置过程的直接排放因子（如填埋甲烷排放因子、焚烧过程CO_2和N_2O排放因子等），kg CO_2e/kg或kg CO_2e/t。

注：当废弃处置直接排放数据不可得，且经评估该部分排放低于6.3.1规定的取舍阈值时，可在报告中说明后仅计算能源消耗排放。

7.2.5.2 回收利用的碳减排效益

当机械产品的零部件再制造或材料作为再生原料时，应在总碳足迹中计列替代原生材料产生的碳减排效益，按公式（11）计算：

$$E_{回收效益}=\sum_r(R_r\times EF_{原生,r}\times\eta_r) \cdots\cdots (11)$$

式中：

$E_{回收效益}$——回收利用产生的碳减排效益绝对值，kg CO_2e，在最终报告中独立列出，不与$E_{废弃}$合并；

R_r——第 r 种可回收材料的实际回收质量，kg；

$EF_{原生,r}$——第 r 种原生材料的碳排放因子，kg CO_2e/kg，与7.2.1采用的因子一致；

η_r——回收材料的质量替代系数，无量纲，根据实际工艺提纯率确定，若无实测数据，应在0.80~0.95范围内取值。

8 分配

8.1 分配原则

当机械产品生产过程中存在共生产品时，应对单元过程的温室气体排放进行分配。

8.2 分配方法

8.2.1 分配应优先采用以下方法：

a) 物理关系分配法：根据共生产品的物理属性（如质量、体积、能量含量等）进行分配；

b) 经济价值分配法：根据共生产品的市场价值比例进行分配。

8.2.2 当存在多个共生产品时，应优先采用物理关系分配法。仅在无法建立物理关系或物理关系不能反映排放成因时，方可采用经济价值分配法。分配方法和分配系数应在核算报告中详细记录。

9 结果解释

9.1 一般要求

应根据GB/T 24044中的要求，对机械产品全生命周期碳足迹核算结果进行解释。

9.2 解释内容

结果解释应包括以下内容：

a) 机械产品全生命周期碳足迹总量及各阶段碳足迹的贡献比例；

b) 识别机械产品全生命周期中的碳排放热点阶段和单元过程；

c) 分析核算结果的完整性，说明系统边界内是否遗漏了重要的排放源；

d) 分析核算结果的一致性，说明不同时期或不同产品核算结果的可比性；

e) 进行不确定性分析，说明数据质量和假设条件对核算结果的影响程度。

9.3 不确定性分析方法

9.3.1 不确定性分析应采用以下方法之一：

a) 数据质量指标法：根据数据的时间代表性、地理代表性、技术代表性和可靠性等指标，对核算结果的不确定性进行定性或半定量评价；

b) 蒙特卡洛模拟法：当数据分布已知时，可采用蒙特卡洛模拟法对核算结果的不确定性进行定量分析；

c) 情景分析法：对关键参数（如电力碳排放因子、原材料排放因子、使用阶段运行时长等）设置高、中、低三种情景，分别计算碳足迹结果，分析关键参数变化对最终结果的影响程度。

9.3.2 不确定性分析结果应用于说明碳足迹声明值的置信区间或敏感程度，并在核算报告中予以明确表述。

10 核算报告

10.1 报告内容

机械产品全生命周期碳足迹核算报告应包括以下内容：

a) 概述：核算目的、核算依据、核算对象（机械产品名称、型号、规格参数）；

b) 功能单位和系统边界：功能单位的定义和量化表述、系统边界的描述、生命周期阶段划分、被排除在系统边界外的过程和理由；
c) 数据收集：数据收集周期、初级数据来源和收集方法、次级数据来源和选用理由、数据质量评价结果；
d) 计算方法：各阶段碳排放的计算公式、采用的排放因子及其来源、分配方法和分配系数、取舍准则及其应用情况；
e) 核算结果：机械产品全生命周期碳足迹总量（kg CO_2e/功能单位）、各阶段碳足迹及其占比（以表格和图表形式呈现）、各温室气体种类的排放量；
f) 结果解释：碳排放热点分析、完整性分析、一致性分析、不确定性分析；
g) 结论与建议：核算结论、碳减排潜力分析和改进建议；
h) 数据质量评价：以数据质量评价表的形式，对各项关键数据的时间代表性、地理代表性、技术代表性和可靠性进行分级评分。评分采用五级制（1 分=很差，2 分=较差，3 分=一般，4 分=良好，5 分=优秀），各项得分均不低于 3 分且总分不低于 16 分（满分 20 分）时，可判定为达到支撑碳足迹声明的“满意”等级。评分结果及判定依据应在核算报告中予以说明。数据质量未达到“满意”等级的，应在第 9 章结果解释中重点说明其不确定性对核算结果的影响程度。

10.2 报告标识

核算报告应注明报告编制单位、编制日期、报告编号、审核人员等信息。

10.3 核算结果有效期

碳足迹核算结果的有效期自出具报告之日起不超过两年。超过有效期的，应复核排放因子和工艺数据的变化情况，必要时重新核算。

10.4 存档与可追溯性

核算报告中的数据、计算过程和假设条件应具有可追溯性。相关原始记录和佐证材料应存档备查，保存期限不应少于五年。