ICS 13.020.10
CCS Z 00

T/CSPCI

团　　体　　标　　准

T/CSPCI 70022—2025

温室气体　产品碳足迹量化方法与要求　润滑剂

Greenhouse gases—Carbon footprint of products quantification methods and requirements—Lubricants

（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）

2025-11-03 发布　　2025-11-03 实施

中国石油化工信息学会　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　量化目的 …… 4
4.1　目的意义 …… 4
4.2　目标受众 …… 4
5　量化范围 …… 4
5.1　产品描述 …… 4
5.2　功能单位和声明单位 …… 4
5.3　系统边界 …… 5
5.4　取舍准则 …… 6
6　清单分析 …… 6
6.1　数据收集和确认 …… 6
6.2　分配原则 …… 9
7　影响评价 …… 10
7.1　通则 …… 10
7.2　产品碳足迹计算 …… 10
8　结果解释 …… 13
8.1　解释步骤 …… 13
8.2　解释内容 …… 13
9　产品碳足迹报告 …… 13
9.1　报告内容 …… 13
9.2　质量保证和文件存档 …… 14
附录 A（资料性）　润滑剂的产品分类范围 …… 15
附录 B（资料性）　润滑剂生产工艺流程图 …… 17
附录 C（资料性）　数据质量评级要求及计算 …… 18
附录 D（资料性）　产品碳足迹量化数据收集表 …… 20
附录 E（资料性）　全球变暖潜势 …… 22
附录 F（资料性）　计算示例 …… 23
附录 G（资料性）　润滑剂产品碳足迹报告（模板） …… 30
参考文献 …… 33

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。

本文件由中国石油化工信息学会标准处提出。

本文件由全国石油产品和润滑剂标准化技术委员会石油燃料和润滑剂分技术委员会（SAC/TC280/SC1）归口。

本文件起草单位：中国石化润滑油有限公司、中石化石油化工科学研究院有限公司、北京中碳众合认证服务有限公司、福斯润滑油（中国）有限公司。

本文件主要起草人：周波、王利、王昊俭、朱恪、甘炜、林国就、莫悚、赵晓敏、肖鑫、孔姝、赵丽萍、阚佳鑫、蔡菁菁。

温室气体　产品碳足迹量化方法与要求　润滑剂

1　范围

本文件规定了润滑油、润滑脂、金属加工液、冷却液等产品（详见附录 A）碳足迹量化目的、量化范围、清单分析、影响评价、结果解释、产品碳足迹报告等内容。

本文件适用于润滑剂的产品碳足迹量化。

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 4016—2019　石油产品术语

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 24067　温室气体　产品碳足迹　量化要求与指南

3　术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

润滑剂　lubricant

置于两相对运动表面之间以减少表面摩擦、降低磨损的物质。

［来源：GB/T 4016—2019，1.20.008］

3.2

基础油　base oil

由石油加工得到的或合成基的，典型馏程范围在 390℃～600℃之间，通常在加入添加剂后用以生产润滑油的基础油品。

［来源：GB/T 4016—2019，1.20.001］

3.3

添加剂　additive

通常以少量加入到其他材料中、可赋予或增强该材料所需的性质或抑制其所不需性质的物质。

［来源：GB/T 4016—2019，1.40.001］

3.4

产品碳足迹　carbon footprint of a product；CFP

产品系统中的温室气体排放量和清除量之和，以二氧化碳当量表示，并基于气候变化这一单一环境影响类型进行生命周期评价。

注 1：产品碳足迹可用不同的图例区分和标示具体的温室气体排放量和清除量，产品碳足迹也可被分解到其生命周期的各个阶段。

注 2：产品碳足迹研究报告中记录了产品碳足迹的量化结果，以每个功能单位的二氧化碳当量表示。

［来源：GB/T 24067—2024，3.1.1］

3.5

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

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

注 1：产品部分碳足迹是基于或由与特定过程或足迹信息模型有关的数据汇集而成，这些数据是产品系统的一部分，可作为产品碳足迹量化的基础。

注 2：“足迹信息模型”的定义见 ISO 14026：2017，3.1.4。

注 3：产品碳足迹研究报告中记录了产品部分碳足迹的量化结果，以每个声明单位的二氧化碳当量表示。

［来源：GB/T 24067—2024，3.1.2］

3.6

生命周期　life cycle

产品相关的连续且相互连接的阶段，包括原材料获取或从自然资源中生成原材料至生命末期处理。

注 1：“原材料”的定义见 GB/T 24040—2008，3.15。

注 2：与产品相关的生命周期阶段包括原材料获取、生产、销售、使用和生命末期处理。

［来源：GB/T 24067—2024，3.4.2］

3.7

功能单位　functional unit

用来量化产品系统功能的基准单位。

［来源：GB/T 24040—2008，3.20］

3.8

声明单位　declared unit

用来量化产品部分碳足迹的基准单位。

示例：质量（1kg 润滑脂）、体积（1L 润滑油）。

［来源：GB/T 24067—2024，3.3.8，有修改］

3.9

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］

3.10

单元过程　unit process

进行生命周期清单分析时为量化输入和输出数据而确定的最基本部分。

［来源：GB/T 24044—2008，3.34］

3.11

取舍准则　cut-off criteria

对与单元过程或产品系统相关的物质和能量流的数量或环境影响重要性程度是否被排除在研究范围之外所作的规定。

注：“能量流”的定义见 GB/T 24040—2008，3.13。

［来源：GB/T 24044—2008，3.18］

3.12

分配　allocation

将过程或产品系统中的输入和输出流划分到所研究的产品系统以及一个或更多的其他产品系统中。

［来源：GB/T 24040—2008，3.17］

3.13

初级数据　primary data

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：初级数据并非必须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：初级数据可以包括温室气体排放因子或温室气体活动数据。

［来源：GB/T 24067—2024，3.6.1］

3.14

次级数据　secondary data

不符合初级数据要求的数据。

注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—2024，3.6.3］

3.15

温室气体排放因子　greenhouse gas emission factor；GHG emission factor

活动数据与温室气体排放相关的系数。

注：本文件中的排放因子指的是生命周期的足迹因子。

［来源：GB/T 24067—2024，3.2.7，有修改］

3.16

全球变暖潜势　global warming potential；GWP

将单位质量的某种温室气体在给定时间段内辐射强迫的影响与等量二氧化碳辐射强度影响相关联的系数。

［来源：GB/T 24067—2024，3.2.4］

3.17

二氧化碳当量　carbon dioxide equivalent；CO_2e

比较某种温室气体与二氧化碳的辐射强迫的单位。

注：给定温室气体的二氧化碳当量等于该温室气体质量乘以它的全球变暖潜势值。

［来源：GB/T 24067—2024，3.2.2］

3.18

直接土地利用变化　direct land use change；dLUC

在相关边界范围内，人类使用土地的变化。

注1：在本文件中，相关边界指所研究系统的边界。

注2：按照政府间气候变化专门委员会（IPCC）对土地利用类型的定义，如果土地利用类型发生变化（例如从林地变为耕地），土地利用就会发生变化。

［来源：GB/T 24067—2024，3.7.5］

3.19

能量流　energy flow

单元过程或产品系统中以能量单位计量的输入或输出。

注：输入的能量流称为能量输入；输出的能量流称为能量输出。

［来源：GB/T 24040—2008，3.13］

3.20

生物质　biomass

生物来源的物质，不包括嵌入地质构造中的物质和转化为化石的物质。

注1：包括有机物质（有生命的和死亡的），例如树木、作物、草、树木凋落物、藻类、动物、粪便和生物源废弃物。

注2：在本文件中，生物质不包括泥炭。

［来源：GB/T 24067—2024，3.7.1］

3.21

生物碳　biogenic carbon

源自生物质的碳。

［来源：GB/T 24067—2024，3.7.2］

3.22

化石碳　fossil carbon

化石物质中包含的碳。

示例：煤、石油和天然气以及泥炭。

［来源：GB/T 24067—2024，3.7.3］

4　量化目的

4.1　目的意义

开展润滑剂产品碳足迹量化的总体目的是结合取舍准则（见5.4），通过量化润滑剂产品系统边界内所有显著的温室气体排放量和清除量，计算一个功能单位或声明单位润滑剂产品对全球变暖的潜在贡献，以及在不同阶段、不同过程的影响构成［以二氧化碳当量（CO_2e）表示］。

开展润滑剂产品碳足迹量化研究时，应明确说明以下问题：

——应用意图；

——开展该项研究的理由。

4.2　目标受众

润滑剂产品碳足迹量化的目标受众（即研究结果的接收者），例如企业管理者、消费者、政策制定者和监管机构。

5　量化范围

5.1　产品描述

本文件的典型润滑剂产品包括：润滑油、润滑脂、金属加工液、冷却液等产品，详细如附录A所示。

本文件中涉及的润滑剂产品均是以本节中描述的具体产品为对象。

5.2　功能单位和声明单位

本文件中润滑剂的功能单位或声明单位一般是指一定质量或体积的润滑剂，需注明品种、质量或体积。例如：1kg CI-4 15W-40 柴油机油。

当研究对象是包装产品时，润滑剂的功能单位或声明单位需要注明包装规格，例如：1桶175kg/

200L 钢桶 CI-4 15W-40 柴油机油（包装物的重量不包含在内），对于润滑剂产品，也可以结合产品的使用功能和使用的场景确定功能单位，例如：特定设备加工的金属部件数量、特定设备的使用周期。

功能单位或声明单位确定后，应对基准流进行说明。

声明单位应仅用于部分产品碳足迹。

5.3 系统边界

5.3.1 系统边界范围

润滑剂全生命周期的系统包含：原材料获取、原材料运输、产品生产、产品运输、产品使用、产品废弃处置等阶段，如图 1 所示。润滑剂产品生产工艺流程见附录 B。

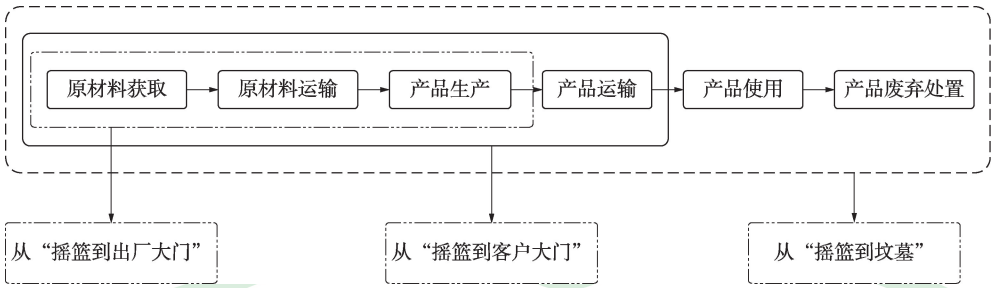


图 1 润滑剂产品全生命周期系统边界图

根据不同受众目标，设定以下三个系统边界：

——从“摇篮到出厂大门”：包含原材料获取、原材料运输、产品生产各阶段的碳排放；

——从“摇篮到客户大门”：包含原材料获取、原材料运输、产品生产、产品运输各阶段的碳排放；

——从“摇篮到坟墓”：润滑剂全生命周期所有阶段的碳排放。

5.3.1.1 原材料获取阶段

原材料获取阶段：

——提取和加工用于润滑剂生产的所有原材料；

——原材料获取过程中产生的直接排放；

——原材料获取过程中产生废弃物的处理；

——原材料获取过程中使用的电力、燃料、蒸汽和其他能源的生产；

——原材料中的生物碳。

5.3.1.2 原材料运输阶段

原材料运输阶段：用于润滑剂生产的所有原材料运输到润滑剂生产制造单位的过程。

5.3.1.3 润滑剂生产阶段

润滑剂生产阶段：

——生产过程中各种原材料的存储；

——半成品的加工（如适用）；

——生产厂内的内部运输；

——润滑剂的检验；

——润滑剂产品的灌装；

——生产过程中产生的直接排放；

——生产过程中使用的电力、燃料、蒸汽、外购压缩空气和其他能源等；

——生产过程产生废弃物的处理。

还可包括未列出的生产阶段，但属于第 5.4 节中取舍准则舍弃的单元过程除外。

5.3.1.4 产品运输阶段

产品运输阶段：将润滑剂运输到经销商/零售商/消费者。

5.3.1.5 产品使用阶段

产品使用阶段：

——润滑剂使用过程的分装；

——润滑剂产品的使用及其损耗；

——润滑剂产品在使用过程中产生的直接排放。

5.3.1.6 废弃处置阶段

废弃处置阶段：

——润滑剂产品的收集和废弃处理，如焚烧（无热能回收）、焚烧（热能回收）；

——包装废弃物处置；

——润滑剂产品在废弃过程中产生的直接排放。

5.4 取舍准则

产品碳足迹量化应包括所研究系统的所有单元过程、物质流和能量流。除非符合以下取舍准则，否则不应舍弃单元过程、物质流和能量流，取舍原则如下：

a）应包括累计占比达98%以上的物质输入；

b）应包括累计占比达98%以上的能源输入；

c）累计所有单元过程、物质流和能量流所产生的碳足迹占总产品碳足迹的98%以上；

d）商务旅行、员工通勤、研发活动、基础设施建设、固定资产采购等活动的消耗和排放，均忽略。

当某些数据对总碳足迹的影响不明确时，建议先开展取舍准则的检查。取舍准则的检查可结合专业经验和敏感性分析进行。通过敏感性分析，可了解未纳入的输入或输出对最终碳足迹结果的影响。

6 清单分析

6.1 数据收集和确认

6.1.1 数据收集

6.1.1.1 数据收集概述

数据收集对于保证碳排放结果的准确性和完整性至关重要。因此，应在所定义的系统边界内收集数据并报告数据的来源，收集的数据包括初级数据和次级数据。初级数据是润滑剂生产、使用等具体活动或过程的活动数据，是基于实际测量、统计等方式通过现场收集获得的生命周期清单数据，次级数据由非实际操作或非直接测量所得的数据，在收集初级数据不可行时，次级数据才能用于输入和输出，或是用于重要性较低的过程，引用次级数据宜注明数据的来源。

6.1.1.2 数据收集要求

对于全生命周期各阶段数据收集的要求按照表1规定，应收集系统边界范围内每一个单元过程的定性资料和定量数据。通过直接获取或间接获取而收集到的数据，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。

表 1　数据收集要求

所属阶段	数据收集清单	数据收集要求
原材料获取	基础油、添加剂、其他化工原料、包装物的获取量	应使用初级数据，如生产实测、投料清单、物料平衡表等
	基础油、添加剂、其他化工原料、包装物的温室气体排放因子	可使用次级数据，当条件允许时，可收集生产各原辅材料的相关初级数据和次级数据，直接计算各原辅材料的温室气体排放因子
	直接土地利用变化的具体类型、发生变化的土地面积、转换前后不同土地类型的碳储备量	可使用次级数据
	生物碳含量、总碳含量	宜使用初级数据，分别报告生物碳和化石碳含量
	生物温室气体排放量和清除量	可使用次级数据
原材料运输	实际运输方式、运输距离、车辆载荷等	应使用初级数据，如运输单据记录
	不同运输方式的温室气体排放因子	可使用次级数据
	除 CO_2 外，运输过程中其他温室气体种类及排放量	可使用次级数据
	除 CO_2 外，运输过程中其他温室气体的温室气体排放因子	可使用次级数据
产品生产	电力、蒸汽、天然气、压缩风、水等外购能源和资源的消耗量	应使用初级数据，如仪表数据、结算发票等
	电力、蒸汽、天然气、压缩风、水等外购能源和资源温室气体排放因子	优先使用初级数据，可使用次级数据
	污染物、固体废弃物的产生量以及处置方式	应使用初级数据，如危废台账、危废转移联单等
	污染物、固体废弃物处置方式的温室气体排放因子	可使用次级数据
	产品的生产量、生产损耗量	应使用初级数据，如物料平衡表、产量统计报表、ERP
	直接土地利用变化的具体类型、发生变化的土地面积、转换前后不同土地类型的碳储备量	可使用次级数据
	生产过程中直接排放的温室气体种类及排放量	应使用初级数据，如燃料投料表等
	由直接排放产生的温室气体的全球变暖潜势值	可使用次级数据，可参考最新版 IPCC 报告
产品运输	实际运输方式、运输距离、车辆载荷等	应使用初级数据，如运输单据记录（当基于到多个客户和市场的运输，宜采用加权平均值的方法计算运输距离）
	不同运输方式的温室气体排放因子	可使用次级数据
	除 CO_2 外，运输过程中其他温室气体种类及排放量	可使用次级数据
	除 CO_2 外，运输过程中其他温室气体的温室气体排放因子	可使用次级数据

表 1　数据收集要求（续）

所属阶段	数据收集清单	数据收集要求
产品使用	在使用场景下润滑剂的使用量和损耗量	应使用初级数据，可通过用户反馈获取
	润滑剂中的碳含量、生物碳含量	应使用初级数据，可使用碳含量测定方法获得
	使用过程中产生的温室气体的逸散及对应的温室气体排放因子	可使用次级数据
废弃处置	确定废弃处置的方式：焚烧（有热能回收）、焚烧（无热能回收）等方式及量	应采用初级数据，如固废、危废转移联单等
	危废处置种类和处置量	
	不同处置方式的温室气体排放因子	可使用次级数据

6.1.2　数据质量要求

在数据收集过程中，使用数据质量指标来评估活动数据、排放因子和/或直接排放数据的数据质量，数据质量的特征应包括定量和定性两个角度，数据质量的特性描述应涉及以下方面：

a）技术代表性：反映使用实际工艺或近似工艺的相似程度；

b）时间代表性：反映数据实际时间或年份的新旧程度；

c）地理代表性：反映在边界内实际地理位置的匹配程度；

d）完整性：反映收集的可用数据占边界内所有活动数据比值高低的程度；

e）可靠性：数据源、数据收集方法和用于验证程序的可靠程度；

f）覆盖范围：数据的覆盖范围要与系统边界保持一致，并且满足产品碳足迹的量化需要；

g）可再现性：有关方法和数据的信息能允许独立的专人再现的程度；

h）不确定性：尽可能使用现有的质量最高的数据，以减少偏差和不确定性；

i）一致性：数据收集时应保持相同的数据来源、统计口径、处理规则等。

数据质量要求及评级见附录 C。

6.1.3　生命周期各阶段数据收集内容

6.1.3.1　数据收集期

润滑剂产品碳足迹量化的数据收集宜以一个报告年或日历年为数据收集周期，年度数据符合组织常规的运营管理，包含了导致生产波动各个变化因素。对于生产不连续或者不规则的润滑剂产品，可以延长数据收集的周期，减少由于生产批次过少导致的数据偏差。

6.1.3.2　数据收集步骤

对于润滑剂产品碳足迹量化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资料和定量数据。数据收集和数据质量评估步骤如下：

a）根据产品碳足迹量化系统边界，获取工艺流程图，绘制单元过程的输入输出流程图，识别温室气体排放源，确定数据收集需求范围；

b）根据数据收集需求编制数据收集列表，示例见附录 D；

c）根据数据收集的要求，安排专业的生产技术人员完成初级数据和次级数据的收集工作，数据收集应详细记录各项数据的计算方法、数据来源和原始凭证，保持其可追溯，对碳足迹量化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；

d）评估收集的活动数据和排放因子，审查数据收集过程中出现的特殊情况、异常点和其他问题，识别可能产生的数据误差风险；

e）数据与功能单位或声明单位的关联，即将收集的物质流、能量流的输入输出处理为功能单位或声明单位的输入输出。

6.1.3.3 数据评级及选择

可以根据6.1.2中数据质量要求和附录C中的数据质量评级方法进行评级，数据质量评级越低，结果的不确定性越可能会增加。在选择用于计算润滑剂产品的碳足迹数据时，应采取谨慎原则选取数据源，应按照数据质量等级（见附录C）由低到高逐级采用，以提高数据质量，降低量化结果的不确定性。

6.1.3.4 电力温室气体排放因子

6.1.3.4.1 内部发电

当润滑剂产品消耗的电能为内部发电（例如现场光伏发电），且未向第三方出售时，则应将该电力的生命周期数据用于润滑剂产品的碳足迹量化。

6.1.3.4.2 直供电力

如果该组织与发电站之间具有专用输电线路，且所消耗的电力未向第三方出售，则使用该电力供应商提供的电力温室气体排放因子。

6.1.3.4.3 电网电力

当电力供应商通过合同工具的形式保证电力供应时，应使用此供应商特定电力生产的生命周期数据，电力产品应：

——传递电力生产单位相关信息以及发电机组特征信息；

——保证唯一的使用权；

——由报告实体或报告实体代表追踪、赎回、报废或注销；

——接近合同工具的适用期限，并包括相应的时间长度。

6.1.3.4.4 其他电力

当无法获得供应商的具体电力信息时，应使用与电力来源相关的电网GHG排放量。相关电网GHG排放量应反映相关地区的电力消耗情况，不包括任何之前已声明归属的电力。如果没有电力追踪系统，所选电网GHG排放量应反映该地区的电力消费情况。

注1：合同工具是指双方之间签订，用于出售和购买能源的任意形式的合约，如能源属性证书、电力交易合同等。报告实体可根据目标用户的需求选择合同工具的类型。

注2：发电机特征信息包括设备的登记名称、所有者和产生的能源性质、发电量和提供的可再生能源等。

注3：如果难以获得电力供应系统内某一过程的具体生命周期数据，可使用公认数据库［如来自生态环境部、联合国环境规划署（UNEP）或联合国气候变化框架公约（UNFCCC）等中的数据］。

6.2 分配原则

6.2.1 分配基本原则

分配基本原则包括：

a）如有可能，尽量避免或者减少分配；

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）优先使用物理关系参数进行分配，如质量、工时；

d）当物理关系不能确定或不能用作分配依据时，采用其他的分配方法，应进行敏感性分析，以说明采用其他方法与所选用方法在结果上的差别。

6.2.2 生产阶段的分配

在润滑剂生产中，当无法对产品消耗的能源量、使用的辅助原料、产生的损耗和产生的废弃物量等数据分别进行测量和采集，不能直接得到碳足迹量化所需的初级数据时，应依据一定的物理关系对这些过程的数据进行分配，分配方法如下：

a）当共生产装置产品之间的能源消耗、生产损耗或废弃物产生量无明显差异时，如加热温度和工时相同或相近，所用原材料或工艺产生的废弃物数量基本相同或相近时，可以按照共生产装置

产品的质量进行分配；

b）当共生产装置产品之间的能源消耗、生产损耗和废弃物产生量差异超过 20%时，宜根据专业经验和敏感度分析并选择合适的物理关系参数的分配方法。

6.2.3 循环利用的分配

当润滑剂产品使用末期被回收利用，并将其作为生产其他各种再生产品的原材料或能源循环利用时，如果循环利用过程发生在原润滑剂产品的系统边界范围内，则无需考虑循环利用的分配问题。

但是，如果循环利用过程所获得的回收利用材料或能源的使用发生在系统边界之外，则应按照以下规则分配：

a）材料或能源的循环利用准备步骤和辅助活动产生的温室气体排放，如收集、运输、分类、再生，应分配给使用回收材料和能源的产品系统中；

b）在循环利用过程中，被循环利用的材料被认为是不带有碳排放量和清除量。

7 影响评价

7.1 通则

应通过排放或清除的温室气体的质量乘以 IPCC 给出的 100 年 GWP（见附录 E），来计算产品每种温室气体排放和清除的潜在气候变化影响。

注 1：产品碳足迹为所有温室气体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 GWP100 外，还可以使用 IPCC 提供的其他时间范围的 GWP 和全球气候变化潜势（GTP），但宜单独报告。

注 2：GWP100 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，可反映长期温升。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 产品碳足迹计算

7.2.1 单位

碳足迹计算中针对不同的数据应使用国际单位制（SI）单位或合理的国际单位制单位的倍数，例如千克（kg）、焦耳（J）、立方米（m^3）、米（m）、克（g）和兆焦耳（MJ）。收集到的数据采用不同的计量单位时，应按照换算原则转换成国际单位制单位。用于能源输入（一次能源）的资源应以千瓦时（kWh）或兆焦耳（MJ）表示。

7.2.2 计算

7.2.2.1 摇篮到出厂大门

从“摇篮到出厂大门”的碳足迹计算见式（1）。

$$CFP_{\text{摇篮到出厂大门}} = CFP_{\text{原材料获取}} + CFP_{\text{原材料运输}} + CFP_{\text{生产}} \quad \cdots\cdots (1)$$

式中：

$CFP_{\text{摇篮到出厂大门}}$——从“摇篮到出厂大门”范围内的碳足迹，以千克二氧化碳当量每声明单位（$kgCO_2e$/声明单位）计；

$CFP_{\text{原材料获取}}$——从“摇篮到出厂大门”范围内原材料获取阶段的碳足迹，以千克二氧化碳当量每声明单位（$kgCO_2e$/声明单位）计；

$CFP_{\text{原材料运输}}$——从“摇篮到出厂大门”范围内原材料运输阶段的碳足迹，以千克二氧化碳当量每声明单位（$kgCO_2e$/声明单位）计；

$CFP_{\text{生产}}$——从“摇篮到出厂大门”范围内产品生产阶段的碳足迹，以千克二氧化碳当量每声明单位（$kgCO_2e$/声明单位）计。

原材料获取阶段的碳足迹计算见式（2）。

$$CFP_{原材料获取}=\sum\left(AD_{i1}\times EF_{i1}\right) \quad \cdots\cdots (2)$$

式中：

AD_{i1}——系统边界内，原材料获取阶段，各声明单位中第 i 类原材料的活动数据，单位为千克（kg）；

EF_{i1}——第 i 类原材料的碳排放因子，单位为千克二氧化碳当量每千克（$kgCO_2e/kg$）。

原材料运输阶段的碳足迹计算见式（3）。

$$CFP_{原材料运输}=\sum\left(S_{i1}\times EF_{i1原材料运输}\right) \quad \cdots\cdots (3)$$

式中：

S_{i1}——系统边界内，原材料运输阶段，各声明单位中第 i 类运输活动数据，单位为千克千米（kg·km）；

$EF_{i运输}$——第 i 类运输方式的碳排放因子，单位为千克二氧化碳当量每千克千米（$kgCO_2e/kg\cdot km$）。

产品生产阶段的碳足迹计算见式（4）。

$$CFP_{生产}=\sum\left(AD_{i2}\times EF_{i2}\right)+\sum\left(AD_{i3}\times EF_{i3}\right) \quad \cdots\cdots (4)$$

式中：

AD_{i2}——系统边界内，各声明单位中第 i 类外购能源、资源的活动数据，单位根据具体情况而定；

EF_{i2}——第 i 类外购能源、资源碳排放因子，单位为千克二氧化碳当量每千克（$kgCO_2e/kg$）；

AD_{i3}——系统边界内，各声明单位中第 i 类直接排放温室气体燃料的活动数据，单位根据具体情况而定；

EF_{i3}——第 i 类直接排放温室气体的全球变暖潜势值。

当存在生物质温室气体的排放量和清除时，生物质二氧化碳清除量应表示为$-1kgCO_2e/kgCO_2$，排放量应表示为$+1kgCO_2e/kgCO_2$，应在产品碳足迹研究报告中单独记录化石温室气体和生物温室气体排放量和清除量，产品中的生物碳含量可通过 NB/SH/T 6044—2021 等标准中的实验方法测定。

当存在直接土地利用变化时，因直接土地利用变化而产生的温室气体排放量和清除量，应在产品碳足迹研究报告中单独记录，以千克二氧化碳当量每功能单位或声明单位（$kgCO_2e$/功能单位或声明单位）计。

7.2.2.2 摇篮到客户大门

从“摇篮到客户大门”的碳足迹计算见式（5）。

$$CFP_{摇篮到客户大门}=CFP_{摇篮到出厂大门}+CFP_{产品运输} \quad \cdots\cdots (5)$$

式中：

$CFP_{摇篮到客户大门}$——从“摇篮到出厂大门”范围内的碳足迹，以千克二氧化碳当量每声明单位（$kgCO_2e$/声明单位）计；

$CFP_{产品运输}$——产品运输阶段的碳足迹，以千克二氧化碳当量每声明单位（$kgCO_2e$/声明单位）计。

产品运输阶段的碳足迹计算见式（6）。

$$CFP_{产品运输}=\sum\left(S_{i2}\times EF_{i2产品运输}\right) \quad \cdots\cdots (6)$$

式中：

S_{i2}——产品运输阶段的第 i 类运输活动数据，单位为千克千米（kg·km）；

$EF_{i2产品运输}$——第 i 类运输方式的碳排放因子，单位为千克二氧化碳当量每千克千米（$kgCO_2e/kg\cdot km$）。

7.2.2.3 摇篮到坟墓

从“摇篮到坟墓”的碳足迹计算见式（7）。

$$CFP_{摇篮到坟墓}=CFP_{原材料获取}+CFP_{原材料运输}+CFP_{生产}+CFP_{产品运输}+CFP_{使用}+CFP_{处置} \quad \cdots\cdots (7)$$

式中：

$CFP_{摇篮到坟墓}$——全生命周期范围内的碳足迹，以千克二氧化碳当量每功能单位（$kgCO_2e$/功能单位）计；

$CFP_{使用}$——产品使用阶段的碳足迹，以千克二氧化碳当量每功能单位（$kgCO_2e$/功能单位）计；

$CFP_{处置}$——废弃处置阶段的碳足迹，以千克二氧化碳当量每功能单位（$kgCO_2e$/功能单位）计。

其中使用阶段产生的温室气体排放主要根据使用场景下发生燃烧损耗、挥发性损耗，以及泄漏损耗而产生的，即使用阶段的碳足迹计算见式（8）。

$$CFP_{使用}=MF_{使用}\times EF_{使用} \quad \cdots\cdots (8)$$

式中：

$CFP_{使用}$——产品使用阶段的碳足迹，以千克二氧化碳当量每功能单位（$kgCO_2e$/功能单位）计；

$MF_{使用}$——使用阶段润滑剂的损耗量或使用量，单位为千克（kg）；

$EF_{使用}$——润滑剂使用阶段的碳排放因子，单位为千克二氧化碳当量每千克（$kgCO_2e$/kg）。

当原料中不含生物碳时，可通过 NB/SH/T 0656—2017 等标准中的实验方法测定原料总的碳含量，则使用阶段的碳排放因子计算见式（9）。

$$EF_{使用}=T_C\times\left(\frac{W_{CO_2}}{W_C}\right) \quad \cdots\cdots (9)$$

式中：

$EF_{使用}$——使用阶段的碳排放因子，单位 $kgCO_2e$/kg；

T_C——碳质量相对于润滑剂总质量的分数；

W_{CO_2}——二氧化碳的相对分子质量；

W_C——碳的相对分子质量。

当产品中含有生物碳时，在润滑剂全生命周期内，生物质吸收二氧化碳的量和生物质完全氧化排放的二氧化碳量相当，综合二氧化碳净排放量为零。所以使用阶段生物碳的二氧化碳排放量和清除量单独记录，且不应纳入产品碳足迹的结果。含有生物碳时使用阶段的碳排放因子计算见式（10）。

$$EF_{使用}=\left[T_C\times(1-T_b)\right]\times\left(\frac{W_{CO_2}}{W_C}\right) \quad \cdots\cdots (10)$$

式中：

$EF_{使用}$——含生物碳产品在使用阶段的碳排放因子，单位为千克二氧化碳当量每千克（$kgCO_2e$/kg）；

T_b——通过光合作用固碳的质量占润滑剂总质量的分数；

T_C——碳质量相对于润滑剂总质量的分数；

W_{CO_2}——二氧化碳的相对分子质量；

W_C——碳的相对分子质量。

废弃处置一般分为两种方式：焚烧（无热能回收）、焚烧（热能回收）。废弃处置阶段的碳足迹计算见式（11）和式（12）。

$$CFP_{处置}=CFP_{热能回收}+CFP_{无热能回收} \quad \cdots\cdots (11)$$

$$CFP_{处置}=MF_{处置}\times(F_{热能回收}\times EF_{热能回收}+F_{无热能回收}\times EF_{无热能回收}) \quad \cdots\cdots (12)$$

式中：

$CFP_{处置}$——产品废弃处置的碳足迹，以千克二氧化碳当量每功能单位（$kgCO_2e$/功能单位）计；

$CFP_{热能回收}$——产品焚烧（热能回收）部分的碳足迹，以千克二氧化碳当量每功能单位（$kgCO_2e$/功能单位）计；

$CFP_{无热能回收}$——产品焚烧（无热能回收）部分的碳足迹，以千克二氧化碳当量每功能单位（$kgCO_2e$/功能单位）计；

$MF_{处置}$——进入废弃处置阶段基准流下的处置量，单位为千克（kg）；

$EF_{热能回收}$——焚烧（热能回收）部分的碳排放因子，单位为千克二氧化碳当量每千克（$kgCO_2e$/kg）；

$EF_{无热能回收}$——焚烧（无热能回收）部分的碳排放因子，单位为千克二氧化碳当量每千克（$kgCO_2e$/kg）；

$F_{热能回收}$——焚烧（热能回收）部分的比例；

$F_{无热能回收}$——焚烧（无热能回收）部分的比例。

注：$F_{热能回收}+F_{无热能回收}=100\%$。

计算示例见附录 F。

8 结果解释

8.1 解释步骤

产品碳足迹研究的生命周期解释阶段包括以下步骤：

a）根据生命周期清单分析和生命周期影响评价的产品碳足迹和部分产品碳足迹的量化结果，识别重大问题（可包括生命周期阶段、单元过程、物质流和能量流）；

b）完整性、一致性和敏感性分析；

c）结论、局限性和建议的编制。

8.2 解释内容

按照产品碳足迹研究的目的和范围，对生命周期清单分析或生命周期影响评价的产品碳足迹和部分产品碳足迹的量化结果进行解释，解释包括以下内容：

a）对产品碳足迹和各阶段碳足迹的说明；

b）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）取舍规则，见 9.1c）4）；

e）说明产品碳足迹研究的局限性（具体内容可参考 GB/T 24067 附录 A）。

9 产品碳足迹报告

润滑剂产品碳足迹报告编制应满足相关性、完整性、一致性、透明性和准确性的基本原则，要清楚地设定产品系统边界，指定具体的统计期，列出不同的排放源，计算排放量并进行汇总、统计、相关分析与说明。

9.1 报告内容

产品碳足迹报告应报告但不限于下列内容（报告参考格式见附录 G）：

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）系统边界；

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）分配原则与程序；
4）数据说明，包括有关数据的决定和数据质量评价；
5）单独记录化石碳的净排放量和净清除量；
6）单独记录生物碳的排放量和清除量；
7）单独记录直接土地利用变化温室气体排放量和清除量。

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）其他说明的情况。

9.2 质量保证和文件存档

报告中应建立润滑剂产品温室气体年度报告的质量控制与质量保证制度，主要包括以下工作：

a）建立润滑剂产品温室气体量化和报告的规章制度，包括组织方式、负责机构、工作流程等；

b）建立润滑剂产品温室气体排放源一览表，确定合适的温室气体排放量化方法，形成文件并存档；

c）为计算过程涉及的每项参数制定可行的监测计划，监测计划的内容应包括：待测参数、采样点或计量设备的具体位置、采样方法和程序、监测方法和程序、监测频率或时间点、数据收集或交付；

d）流程、负责部门、质量保证和质量控制程序等。应指定相关部门和专人负责数据的取样、监测、分析、记录、收集、存档工作。如果某些排放因子计算参数采用缺省值，则应说明缺省值的数据；

e）来源和定期检查更新的计划；

f）制定计量设备的定期校准检定计划，按照相关规程对所有计量设备定期进行校验、校准。若发现设备性能未达到相关要求，应及时采取必要的纠正和矫正措施；

g）制定数据缺失、生产活动或报告方法发生变化时的应对措施。若核算某项排放所需的活动水平或排放因子数据缺失，应采用适当的估算方法确定相应时期和缺失参数的保守替代数据；

h）建立文档管理规范，保存、维护有关温室气体年度报告的文档和数据记录，确保相关文档在第三方核查以及向主管部门汇报时可用；

i）建立数据的内部审核和验证程序，通过不同数据源的交叉验证、统计核算期内数据波动情况、与多年历史运行数据的比对等主要逻辑审核关系，确保活动水平数据的完整性和准确性。

附 录 A
（资料性）
润滑剂的产品分类范围

本文件适用的润滑剂产品包括润滑油、润滑脂、金属加工液、冷却液等产品，详细如表 A.1 所示。

表 A.1 润滑剂的产品分类范围

序号	润滑剂品种	典型产品相关标准	产品描述
1	液压油	GB 11118.1—2011 液压油（L-HL、L-HM、L-HV、L-HS、L-HG）	用于液压系统中，其作用为传输动力和提供润滑的石油或非石油液体
2	工业齿轮油	GB 5903—2011 工业闭式齿轮油	用于工业用齿轮传动装置的齿轮油
3	汽油机油	GB 11121—2006 汽油机油	用于点燃式发动机（汽油发动机）和摩托车汽机油的润滑油
4	柴油机油	GB 11122—2006 柴油机油	用于多种压燃式发动机（柴油发动机）的润滑油
5	燃气发动机油	Q/SHPRD 0148—2024 轿车燃气发动机油 Q/SH3031 0618—2019 CNG/LNG/LPG 长寿命燃气发动机油	用于以可燃气体为燃料发动机的润滑油
6	全损耗油	GB/T 443—1989 L-AN 全损耗系统用油	用于无循环润滑系统机械润滑的油品
7	冷冻机油	GB/T 16630—2012 冷冻机油	用于制冷压缩机系统的低倾点润滑油
8	压缩机油	GB/T 12691—2021 空气压缩机油	用于压缩机活塞或螺杆等部件润滑或冷却的润滑油
9	变压器油	GB 2536—2011 电工流体 变压器和开关用的未使用过的矿物绝缘油	用于变压器等充油电气设备中，起绝缘和冷却作用的低黏度绝缘油品
10	导热油	GB 23971—2009 有机热载体 HG/T 2546—1993 导热油-400（联苯-联苯醚混合物）	作为传热介质使用的有机物质的统称
11	汽轮机油	GB 11120—2011 涡轮机油	含有添加剂的深度精制油品，主要用于蒸汽涡轮机润滑，具有阻抗与水形成稳定乳化液的性质
12	合成油脂	QB/T 2767—2006 合成型造纸机循环润滑系统润滑油 NB/SH/T 0467—2010 合成工业齿轮油 NB/SH/T 0849—2010 汽车空调合成冷冻机油	通过化学合成的方法制备的润滑油脂，通常与矿物精炼润滑油脂相对
13	润滑脂	GB/T 7324—2010 通用锂基润滑脂 GB/T 7323—2019 极压锂基润滑脂 GB/T 33585—2017 复合磺酸钙基润滑脂 GB/T 491—2008 钙基润滑脂	由液体润滑剂和皂类或其他稠化剂的稳定混合物所组成的半固体或固体产品，可含有其他添加剂以赋予产品特殊的性质
14	真空泵油	SH/T 0528—1992 矿物油型真空泵油	用于各种容积式真空泵（机械真空泵）的密封和润滑的润滑油
15	船用油	GB/T 38049—2019 船用内燃机油	用于船舶设备机械的润滑油

表 A.1　润滑剂的产品分类范围（续）

序号	润滑剂品种	典型产品相关标准	产品描述
16	车辆（传动）齿轮油	GB 13895—2018　重负荷车辆齿轮油（GL-5）	适用于汽车的传动机置和转向机置所采用的齿轮传动装置的齿轮油
17	轴承油	SH/T 0017—1990　轴承油	用于轴承及离合器等机械设备部件润滑的油品
18	金属加工液	GB/T 6144—2010　合成切削液 SH/T 0564—1993（2005）　热处理油 MT/T 76—2011　液压支架用乳化油、浓缩液及其高含水液压液	用于润滑和冷却金属加工机械和加工部件的润滑油液
19	冷却液	GB 29743.1—2022　机动车冷却液　第1部分：燃油汽车发动机冷却液 GB 29743.2—2025　机动车冷却液　第2部分：电动汽车冷却液 NB/SH/T 6047—2021　电动汽车冷却液	用于液冷式发动机冷却系统，具有冬天防冻，夏天防沸，全年防水垢，防腐蚀等优良性能
20	其他	略	用以润滑、冷却和密封机械的摩擦部分的物质
注：其他标准润滑剂产品可参考使用，不限于国标、行标润滑剂产品。			

CSPCI

附 录 B
（资料性）
润滑剂生产工艺流程图

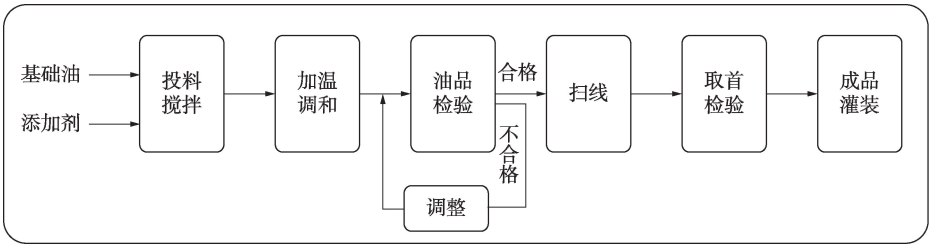


图 B.1 润滑油生产工艺流程图

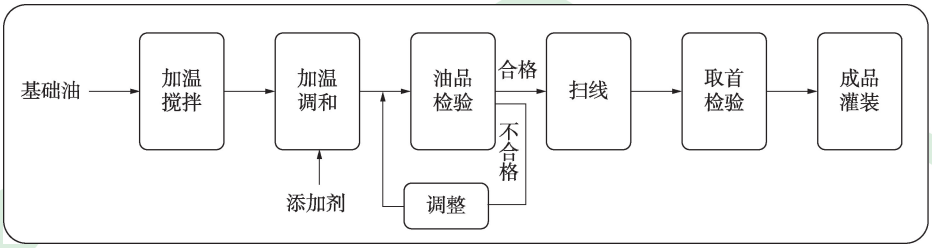


图 B.2 金属加工液生产工艺流程图

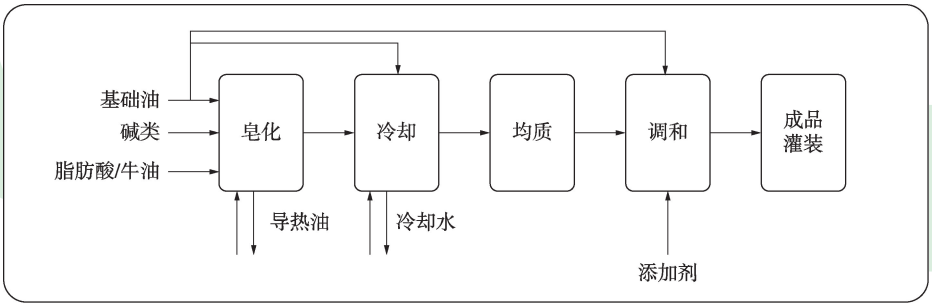


图 B.3 润滑脂生产工艺流程图

附 录 C
（资料性）
数据质量评级要求及计算

C.1 数据质量要求

在数据收集阶段，应评估收集数据的质量。这可以利用数据质量指标来评估活动数据、排放因子和/或直接排放数据来实现。数据质量指标的详细说明见表 C.1。每一项指标都有三个质量等级，第一级代表最高数据质量，第三级代表最低数据质量。

表 C.1 数据质量指标与数据质量分数

数据质量指标	1	2	3（默认）
技术代表性（TeR）	采用相同工艺生产的产品（主要产品和原材料考虑了所有的生产技术）	采用类似技术，在生产技术方面有 50%以上的相似性	不同或者不具有代表性的技术
时间代表性（TiR）	收集 1 年内的数据，且在最近经过检查和确认	数据不是最新数据，但在近五年内得到过确认和检查	大部分数据已经过时，且超过 5 年未得到确认
地理代表性（GeR）	数据对应于国家的平均水平或生产地点的状态，没有特定地区的平均值	数据对应使用区域特定平均值的类似地区和区域	数据对应的区域是全球或者其他区域
完整性（C）	在 1 年内所有相关厂区和流程收集的数据，且这些数据经过详细的测量	在一年内收集到 50%左右的与厂区和流程相关的数据	在一年内收集到的与厂区和流程相关的数据远不到 50%，大部分数据不详
可靠性（R）	活动数据完全基于生产现场的测量，并且结果得到了验证	活动数据有部分基于假设得出，比如简化的计算工艺和未经合适的假设	活动数据完全基于不合格的估计

C.2 数据质量等级（DQR）计算

数据质量等级（DQR）为碳足迹数据质量提供了定量数值的计算方法，单元过程的 DQR 是基于 5 个方面的数据质量指标得出的，具体公式见式（C.1）：

$$DQR_{单元过程} = （TeR+GeR+TiR+C+R）/5 \quad \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots （C.1）$$

式中：

$DQR_{单元过程}$——单元过程的数据质量等级；

TeR——技术代表性；

GeR——地理代表性；

TiR——时间代表性；

C——完整性；

R——可靠性。

产品碳足迹的总 DQR 是由各个单元过程和物质流的 DQR 数值加权之和得到的，具体公式见式（C.2）：

$$DQR_{总} = \sum （DQR_{输入i} \times CFP_{输入i} \times 消耗量_i）/CFP_{总} + DQR_{单元过程} \times CFP_{单元过程}/CFP_{总} \quad \cdots\cdots （C.2）$$

式中：

$DQR_{总}$——产品碳足迹总的数据质量等级；

$DQR_{输入i}$——第 i 种输入组分的数据质量等级；

$CFP_{输入i}$——第 i 类输入组分的单位碳足迹数值；

消耗量$_i$——第 i 类输入组分的消耗或使用量；

$CFP_{总}$——产品的单位碳足迹数值；

$CFP_{单元过程}$——单元过程的碳足迹；

$DQR_{单元过程}$——单元过程的数据质量等级。

如果所使用的数据的部分 DQR 没有随单位碳足迹数据一起提供，那么计算 $DQR_{总}$可能会比较困难。为了解决这个问题，可以为这些输入数据分配一个默认的 DQR 值：3。

CSPCI

附 录 D
（资料性）
产品碳足迹量化数据收集表

表 D.1 原材料获取阶段数据收集表

类型	物料名称	原材料质量（kg）	GHG 排放因子
原材料	基础油 1		
原材料	基础油 2		
原材料	……		
原材料	添加剂 1		
原材料	添加剂 2		
原材料	……		
辅料	其他化工原料		
辅料	包装物		
辅料	……		

表 D.2 生产阶段数据收集表

项目	单位	消耗量/产生量	GHG 排放因子
燃料气	t		
燃料油	t		
生物质燃料	t		
新鲜水	t		
蒸汽	t		
压缩风	m^3		
电力	kWh		
风电	kWh		
光伏电	kWh		
废弃物	t		
……			

表 D.3 原料运输及成品运输数据收集表

说明	物料名称	运输方式	运输距离	运输量	GHG 排放因子
原材料从购买地运输至工厂	基础油 1				
	基础油 2				
	……				
	添加剂 1				
	添加剂 2				
	添加剂 3				
	……				
	包装物 1				
	包装物 2				
成品运输					

表 D.4　使用阶段数据收集表

使用场景	产品消耗量	单位	GHG 排放因子
场景 1			
场景 2			
场景 3			

表 D.5　废弃处置阶段数据收集表

废弃处置方式	产品处置量	单位	GHG 排放因子

CSPCI

附 录 E
（资料性）
全球变暖潜势

在计算用于温室气体全球变暖潜势值时，须参照表 E. 1 中的规定。

表 E. 1 部分温室气体的全球变暖潜势

气体名称	化学分子式	100 年的 GWP（截至出版时）
二氧化碳	CO_2	1
甲烷	CH_4	27. 9
氧化亚氮	N_2O	273
三氟化氮	NF_3	17，400
氢氟碳化物（HFCs）		
HFC-23	CHF_3	14600
HFC-32	CH_2F_2	771
HFC-41	CH_3F	135
HFC-125	C_2HF_5	3740
HFC-134	CHF_2CHF_2	1260
HFC-134a	$C_2H_2F_4$	1530
HFC-143	CH_2FCHF_2	364
HFC-143a	CH_3CF_3	5810
HFC-152a	$C_2H_4F_2$	164
HFC-227ea	C_3HF_7	3600
HFC-236fa	$C_3H_2F_6$	8690
全氟碳化物（PFCs）		
全氟甲烷（四氟甲烷）	CF_4	7380
全氟乙烷（六氟乙烷）	C_2F_6	12400
全氟丙烷	C_3F_8	9290
全氟丁烷	C_4F_{10}	10000
全氟环丁烷	C_4F_8	10200
全氟戊烷	C_5F_{12}	9220
全氟己烷	C_6F_{14}	8620
六氟化硫	SF_6	25200

注：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 F
（资料性）
计算示例

F.1 润滑脂计算案例

以某企业生产的润滑脂为例，该公司生产 1 桶 200kg 润滑脂物料平衡表如表 F.1 所示。

表 F.1 润滑脂生产物料平衡表

序号	进料	原材料质量（kg）	序号	出料	质量（kg）
1	基础油 1	114.35	1	一桶 200kg/200L 开口钢桶润滑脂	218.50
2	基础油 2	76.23			
3	200L 开口钢桶	18.50	2	水蒸气	3.99
4	添加剂 1	4.25			
5	添加剂 2	3.47			
6	添加剂 3	3.22			
7	添加剂 4	1.33			
8	添加剂 5	1.14			
合计		222.49	合计		222.49
注：润滑脂生产过程加入一定量的水，促进润滑脂的反应，同时部分酸和碱的反应会产生一定的水，在温度升高后汽化后排空，因水蒸气不是温室气体，不对其进行计算。200L 开口钢桶为润滑脂的包装物。					

各阶段碳排放计算如下：

a）润滑脂原材料获取阶段排放

润滑脂原料主要来源于基础油、添加剂和水，根据 7.2 中的式（2）进行计算，计算结果如表 F.2 所示。

表 F.2 润滑脂原料获取阶段排放汇总

序号	原材料	原材料质量（kg）	GHG 排放因子（$kgCO_2e/kg$）	GHG 排放（$kgCO_2e$）
1	基础油 1	114.35	0.9850	112.6348
2	基础油 2	76.23	1.1424	87.0860
3	200L 开口钢桶	18.50	1.8270	33.7995
4	添加剂 1	4.25	1.6046	6.8194
5	添加剂 2	3.47	0.9769	3.3899
6	添加剂 3	3.22	0.9624	3.0988
7	添加剂 4	1.33	1.5960	2.1226
8	添加剂 5	1.14	5.5329	6.3075
合计		222.49		255.2585

b）润滑脂原材料运输阶段排放

根据 7.2 中的式（3）进行计算，计算结果如表 F.3 所示。

表 F.3　润滑脂原料运输阶段排放汇总

序号	物料名称	运输方式	运输距离（km）	产品质量（kg）	GHG 排放因子（$kgCO_2e/kg \cdot km$）	GHG 排放（$kgCO_2e$）
1	基础油 1	陆运	2415	114.35	0.0001331	36.7587
2	基础油 2	陆运	500	76.23	0.0001331	5.0734
3	添加剂 1	陆运	360	4.25	0.0001331	0.2037
4	添加剂 2	陆运	1000	3.22	0.0001331	0.4286
5	添加剂 3	陆运	450	3.47	0.0001331	0.2078
6	添加剂 4	陆运	50	1.33	0.0001331	0.0089
7	添加剂 5	陆运	920	1.14	0.0001331	0.1396
8	过滤网	陆运	159	0.1105	0.0001331	0.0023
9	200L 开口钢桶	陆运	1	18.5	0.0001331	0.0025
合计				222.6005		42.8255

c）润滑脂生产阶段排放

润滑脂生产阶段需要对能源、污染物及内部运输进行活动数据收集，根据 7.2 中的式（4）进行计算，计算结果如表 F.4 和表 F.5 所示。

表 F.4　润滑脂生产阶段排放汇总

序号	燃料、废弃物及内部运输	能源用量	单位	GHG 排放因子	GHG 排放因子（$kgCO_2e$/单位）	GHG 排放（$kgCO_2e$）
1	电力	8.4	kWh	0.6441	$kgCO_2e/kWh$	5.41044
2	风电	4.1	kWh	0.0145	$kgCO_2e/kWh$	0.05931
3	光伏电力	4.2	kWh	0.0771	$kgCO_2e/kWh$	0.32369
4	天然气	4.71	m^3	0.3791	$kgCO_2e/m^3$	1.78575
5	0.4MPa 蒸汽	0.03	kg	0.3039	$kgCO_2e/kg$	0.00912
6	水	0.01	kg	0.0008	$kgCO_2e/kg$	0.00001
7	原材料包装物（钢桶）	0.0028	kg	1.827	$kgCO_2e/kg$	0.00507
8	一般废弃物（废塑料袋）	0.0060	kg	2.0838	$kgCO_2e/kg$	0.01245
9	含油沾染物（废棉纱等）	0.1105	kg	0.3328	$kgCO_2e/kg$	0.03679
10	内部运输	0.4	km	0.1331	$kgCO_2e/t \cdot km$	0.01185
合计						7.6545

d）润滑脂产品运输阶段排放

该阶段需收集产品运输距离和运输量，根据 7.2 中的式（6）进行计算，计算结果如表 F.5 所示。

表 F.5　润滑脂成品运输阶段排放汇总

序号	运输方式	运输距离（km）	运输量（kg）	GHG 排放因子（$kgCO_2e/t \cdot km$）	GHG 排放（$kgCO_2e$）
1	陆运	1277	218.5	0.1331	37.1462

一桶 200kg 润滑脂从“摇篮到客户大门”范围内的碳足迹根据 7.2 中的式（5）计算，结果如下：

$$CFP_{\text{摇篮到客户大门}} = 255.2585 + 42.8255 + 7.6545 + 37.1462 = 342.8847 \text{kgCO}_2\text{e/桶}$$

1kg 润滑脂产品的碳足迹，结果如下：

$$CFP_{\text{润滑脂}} = 342.8847 / 200 = 1.7144 \text{kgCO}_2\text{e/kg}$$

F.2 FB 二冲程摩托车油计算案例

以某企业生产的 FB 二冲程摩托车油为例，该公司生产一桶 FB 二冲程摩托车油的物料平衡表如-表 F.6 所示。

表 F.6 FB 二冲程摩托车油生产物料平衡表

序号	进料	原材料质量（kg）	序号	出料	成品质量（kg）
1	基础油	0.705	1	二冲程摩托车油	0.85901
2	燃料油	0.069	2	1L 包装桶	0.101
3	添加剂 1	0.042			
4	添加剂 2	0.003			
5	添加剂 3	0.005			
6	添加剂 4	0.001			
7	添加剂 5	0.034			
8	添加剂 6	0.00001			
9	1L 塑料桶	0.086			
10	塑料盖	0.015			
合计		0.96001	合计		0.96001

各阶段碳排放计算如下：

a）FB 二冲程摩托车油原材料获取阶段排放

FB 二冲程摩托车油原材料主要包括基础油、添加剂和包装物，根据 7.2 中的式（2）进行计算，计算结果如表 F.7 所示。

表 F.7 FB 二冲程摩托车油原材料获取阶段排放汇总

序号	原材料	原材料质量（kg）	GHG 排放因子（$\text{kgCO}_2\text{e/kg}$）	GHG 排放（kgCO_2e）
1	基础油	0.705	1.2059	0.8502
2	燃料油	0.069	0.4897	0.0338
3	添加剂 1	0.042	2.0346	0.0855
4	添加剂 2	0.003	10.8753	0.0326
5	添加剂 3	0.005	0.4188	0.0021
6	添加剂 4	0.001	6.9081	0.0069
7	添加剂 5	0.034	3.4641	0.1178
8	添加剂 6	0.00001	15.3711	0.0002
9	塑料桶	0.086	2.03	0.1746
10	塑料盖	0.015	2.03	0.0305
合计		0.96001		1.333

b）FB 二冲程摩托车油原材料运输阶段排放

根据 7.2 中的式（3）进行计算，计算结果如表 F.8 所示。

表 F.8　FB 二冲程摩托车油原材料运输阶段排放汇总

序号	物料名称	运输方式	运输距离（km）	产品质量（kg）	GHG 排放因子（$kgCO_2e/kg \cdot km$）	GHG 排放（$kgCO_2e$）
1	基础油	管道运输	1	0.705	0.0000125	0.000008812
2	燃料油	陆运	1	0.069	0.0001331	0.000009183
3	添加剂 1	陆运	750	0.042	0.0001331	0.004192
4	添加剂 2	陆运	1200	0.003	0.0001331	0.0004792
5	添加剂 3	陆运	740	0.005	0.0001331	0.0004925
6	添加剂 4	陆运	380	0.001	0.0001331	0.00005058
7	添加剂 5	陆运	740	0.034	0.0001331	0.003349
8	添加剂 6	陆运	1600	0.00001	0.0001331	0.000002129
9	塑料桶	陆运	7	0.086	0.0001331	0.00008013
10	塑料盖	陆运	7	0.015	0.0001331	0.00001397
合计				0.96001		0.008677

c）FB 二冲程摩托车油生产阶段排放

FB 二冲程摩托车油生产阶段需要的能源进行收集，根据 7.2 中的式（4）进行计算，计算结果如表 F.9 所示。

表 F.9　FB 二冲程摩托车油生产阶段排放汇总

序号	能源类型	能源用量	单位	GHG 排放因子	GHG 排放因子（$kgCO_2e$/单位）	GHG 排放（$kgCO_2e$）
1	电力	0.00899	kWh	0.6641	$kgCO_2e/kWh$	0.00597
2	蒸汽	0.0772	kg	0.35002	$kgCO_2e/kg$	0.02702
3	压缩风	0.005952	m^3	0.000134	$kgCO_2e/m^3$	0.0000007975
4	水	0.0518	kg	0.000528	$kgCO_2e/kg$	0.00003067
合计						0.03302

d）FB 二冲程摩托车油运输阶段排放

根据 7.2 中的式（6）进行计算，计算结果如表 F.10 所示。

表 F.10　FB 二冲程摩托车油运输阶段排放

序号	运输方式	运输距离（km）	运输量（kg）	GHG 排放因子（$kgCO_2e/kg \cdot km$）	GHG 排放（$kgCO_2e$）
1	陆运	650	0.96001	0.0001331	0.083

e）FB 二冲程摩托车油使用阶段排放

FB 二冲程摩托车油使用阶段需要的数据进行收集。二冲程摩托车油的含碳量按 NB/SH/T 0656—2017 中的方法进行检测，测得产品的单位含碳量为 85.63%，根据 7.2 中的式（8）、式（9）进行计

算，计算结果如表 F. 11 所示。

表 F. 11　FB 二冲程摩托车油使用阶段排放

使用场景	产品消耗量	单位	GHG 排放因子（$kgCO_2e$/单位）	GHG 排放（$kgCO_2e$）
发动机内燃烧	0. 86	kg	3. 1397	2. 7

由于 FB 二冲程摩托车油在使用阶段完全参与燃烧，所以使用阶段就是其生命周期的最后一个阶段。FB 二冲程摩托车油从“摇篮到坟墓”范围内的碳足迹根据 7. 2 中的式（7）计算，结果如下：

$$CFP_{从摇篮到坟墓}=1.333+0.00867+0.03302+0.083+2.7=4.1576 kgCO_2e/kg$$

F. 3　切削液计算案例

以某企业生产的切削液为例，该公司生产 1t 切削液的物料平衡表如表 F. 12 所示。

表 F. 12　切削液生产物料平衡表

序号	原材料	原材料质量（kg）	序号	产品	成品质量（kg）
1	基础油 1	358	1	切削液	1000
2	基础油 2	250			
3	基础油 3	100			
4	添加剂 1	69			
5	添加剂 2	60			
6	添加剂 3	48			
7	添加剂 4	47			
8	添加剂 5	30			
9	添加剂 6	30			
10	添加剂 7	5			
11	添加剂 8	2			
12	添加剂 9	1			
合计		1000	合计		1000

各阶段碳排放计算如下：

a）切削液原材料获取阶段排放

切削液原料主要包括基础油、添加剂和包装物，根据 7. 2 中的式（2）进行计算，计算结果如表 F. 13 所示。

表 F. 13　切削液原材料获取阶段排放汇总

序号	原材料	原材料质量（kg）	GHG 排放因子（$kgCO_2e$/kg）	GHG 排放（$kgCO_2e$）
1	基础油 1	358	0. 0003	0. 1074
2	基础油 2	250	1. 594336	398. 584
3	基础油 3	100	1. 904293	190. 4293
4	添加剂 1	69	5. 112345	352. 7518

表 F. 13　切削液原材料获取阶段排放汇总（续）

序号	原材料	原材料质量（kg）	GHG 排放因子（$kgCO_2e/kg$）	GHG 排放（$kgCO_2e$）
5	添加剂 2	60	1. 44406	86. 6436
6	添加剂 3	48	1. 367924	65. 6603
7	添加剂 4	47	5. 112345	240. 2802
8	添加剂 5	30	10. 98374	329. 5122
9	添加剂 6	30	3. 600687	108. 0206
10	添加剂 7	5	2. 322699	11. 6134
11	添加剂 8	2	12. 81664	25. 6332
12	添加剂 9	1	15. 69489	15. 6948
合计		1000		1824. 9308

b）切削液原材料运输阶段排放

根据 7. 2 中的式（3）进行计算，计算结果如表 F. 14 所示。

表 F. 14　切削液原材料运输阶段排放汇总

序号	物料名称	运输方式	运输距离（km）	产品质量（kg）	GHG 排放因子（$kgCO_2e/kg \cdot km$）	GHG 排放（$kgCO_2e$）
1	基础油 1	陆运	10	358	0. 0001331	0. 4764
2	基础油 2	陆运	10	250	0. 0001331	0. 3327
3	基础油 3	陆运	150	100	0. 0001331	1. 9965
4	添加剂 1	陆运	470	69	0. 0001331	4. 3164
5	添加剂 2	陆运	5	60	0. 0001331	0. 0399
6	添加剂 3	陆运	75	48	0. 0001331	0. 4791
7	添加剂 4	陆运	470	47	0. 0001331	2. 9401
8	添加剂 5	陆运	190	30	0. 0001331	0. 7586
9	添加剂 6	陆运	70	30	0. 0001331	0. 2795
10	添加剂 7	陆运	70	5	0. 0001331	0. 0465
11	添加剂 8	陆运	30	2	0. 0001331	0. 0079
12	添加剂 9	陆运	54	1	0. 0001331	0. 0071
合计				1000		11. 6807

c）切削液生产阶段排放

需要对能源消耗及固废产生量进行收集，根据 7. 2 中的式（4）进行计算，计算结果如表 F. 15 所示。

表 F. 15　切削液生产阶段排放汇总

序号	能源及固废	活动数据	单位	GHG 排放因子	GHG 排放因子（$kgCO_2e$/单位）	GHG 排放（$kgCO_2e$）
1	国网电	115. 6	kWh	0. 6441	$kgCO_2e/kWh$	74. 46
2	水	1050	kg	0. 0008	$kgCO_2e/kg$	0. 84
3	危废包装（200L 铁桶）	7. 76	kg	1. 827	$kgCO_2e/kg$	14. 18
4	含油沾染物（废棉纱等）	0. 225	kg	0. 3328	$kgCO_2e/kg$	0. 07
合计						89. 55

切削液从“摇篮到出厂大门”范围内的碳足迹根据 7. 2 中的式（1）计算，结果如下：

$$CFP_{\text{摇篮到出厂大门}} = 1824.9308 + 11.6807 + 89.55 = 1926.1615 kgCO_2e/t$$

CSPCI

附 录 G
（资料性）
润滑剂产品碳足迹报告（模板）

润滑剂产品碳足迹报告(模板)

产品名称：_____

产品规格型号：_____

生产单位名称：_____

报告主体(盖章)：

报告年度：

编制日期：　　年　　月

一、概况

1. 生产单位信息

生产单位名称：_____

生产地址：_____

法人代表：_____

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：_____

二、量化范围

1. 产品的功能单位或声明单位

以 _____ 为功能单位或者声明单位。

2. 系统边界

□原材料获取阶段 □ 原材料运输阶段 □ 生产阶段 □产品运输阶段 □使用阶段 □ 废弃处置阶段

系统边界图：

3. 取舍原则

4. 时间范围

三、清单分析

1. 数据来源说明

初级数据：_____

次级数据：_____

2. 分配原则

分配依据：_____

3. 清单结果及相关数据

表1　生命周期碳排放清单说明

生命周期阶段	活动数据	排放因子	碳足迹($kgCO_2e$/功能单位)
原材料获取阶段			
原材料运输阶段			
生产阶段			
产品运输阶段			
使用阶段			
废弃处置阶段			

4. 数据质量评价

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：

技术代表性、地理代表性、时间代表性、可靠性、完整性。

四、影响评价

1. 影响类型和特征化因子选择 一般选择IPCC给出的100年GWP。

2. 产品碳足迹结果计算。

五、结果解释

1. 结果说明

_____公司生产的_____(填写所评价的产品名称，每功能单位或声明单位的产品)，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$kgCO_2e$。

表2　生命周期各阶段碳排放情况

产品生命周期阶段	碳足迹($kgCO_2e$/功能单位)	百分比(%)
原材料获取阶段		
原材料运输阶段		
生产阶段		
产品运输阶段		
使用阶段		
废弃处置阶段		
总计		

参 考 文 献

［1］GB/T 32150—2015《工业企业温室气体排放核算和报告通则》.

［2］NB/SH/T 6044—2021《液体石油产品中含放射性碳的生物基含量测定　加速器质谱法》.

［3］NB/SH/T 0656—2017《石油产品及润滑剂中碳、氢、氮的测定　元素分析仪法》.

［4］ISO 14064-1《温室气体　第1部分：组织层次上对温室气体排放和清除的量化报告规范及指南》（Greenhouse gases—Part 1：specification with guidance at the organization level for quantification and reporting of greenhouse gas emission and removals）.

［5］WRI 和 WBCSD《温室气体议定书：产品寿命周期核算与报告标准》，世界资源研究所和世界可持续发展工商理事会，2011.

［6］IPCC. 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories. Prepared by the National Greenhouse Gas Inventories Programme. EGGLESTON H. S.，BLIENDIA L.，MIWA K.，et al. IGES，Japan，2006.

［7］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. A.，Paola A. A.，Sophie B.，et al. Cambridge University Press 2021，pp7SM24-35.

［8］PAS 2050《商品和服务在生命周期内的温室气体排放评价规范》（specification for the assessment of the life cycle greenhouse gas emission of goods and services）.

［9］政府间气候变化专门委员会（IPCC）国家温室气体清单指南（2021）.

CSPCI