ICS 13.020.10

CCS Z 04

|  |
| --- |
|  |

XXX XXXX—2025

|  |
| --- |
|  |

温室气体 产品碳足迹量化方法与要求

压缩机

Greenhouse gases—Quantification methodologies and requirements for carbon footprint of products—Compressors

（征求意见稿）

2025 — XX — XX发布

2025 — XX — XX实施

XXXXXXX   发布

团体标准

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 3

5 量化范围 4

6 生命周期清单分析 7

7 生命周期影响评价 8

8 结果解释 11

9 产品碳足迹报告 12

10 产品碳足迹声明 12

附　录　A （资料性） 压缩机产品碳足迹研究系统边界内生产工艺流程图示例 13

附　录　B （资料性） 压缩机产品生命周期阶段涉及的温室气体排放活动 14

附　录　C （资料性） 压缩机产品生命周期阶段数据收集要求 16

附　录　D （资料性） 压缩机产品碳足迹量化数据收集表示例 19

附　录　E （资料性） 全球变暖潜势值 20

附　录　F （资料性） 压缩机产品碳足迹报告（模板） 21

附　录　G （资料性） 典型案例-额定工作时间 26

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这些专利的责任。

本文件由XX提出并归口。

本文件主要起草单位：杭州万泰认证有限公司。

本文件参与起草单位：XXX。

本文件主要起草人：XXX。

本文件由XXX负责解释。

未经事先书面许可，本文件的任何部分不得以任何形式或任何手段进行复制、发行、改编、翻译、汇编或将本文件用于其他任何商业目的等。

温室气体 产品碳足迹量化方法与要求 压缩机

1. 范围

本文件规定了压缩机产品碳足迹研究的量化目的、量化范围、生命周期清单分析、生命周期影响评价、结果解释、产品碳足迹报告和产品碳足迹声明。

本文件适用于压缩机产品碳足迹的量化、评价和报告。

1. 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 4976—2017 压缩机 分类

GB/T 24025 环境标志和声明 Ⅲ型环境声明 原则和程序

GB/T 24040—2008 环境管理 生命周期评价 原则与框架

GB/T 24067—2024 温室气体 产品碳足迹量化要求和指南

GB/T 32150—2015 工业企业温室气体排放核算和报告通则

GB/T 32151.29—2024 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

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

1. 术语和定义

GB/T 24040—2008、GB/T 24067—2024、GB/T 32150—2015界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

压缩机 compressor

增加工作流体压力的机器或部件。

温室气体 greenhouse gas（GHG）

大气层中自然存在的和由于人类活动产生的能够吸收和散发地球表面、大气层和云层所产生的、波长在红外光谱内辐射的气态成分。

1. 本文件涉及的温室气体包括二氧化碳（CO2）、甲烷（CH4）、氧化亚氮（N2O）、氢氟碳化物（HFCs）、全氟碳化物（PFCs）、六氟化硫（SF6）和三氟化氮（NF3）。

[来源：GB/T 24067—2024，3.2.1]

产品碳足迹 carbon footprint of a product（CFP）

产品系统中的GHG排放量和GHG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。

1. 产品碳足迹可用不同的图例区分和标示具体的GHG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。
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]

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 24067—2024，3.3.6]

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 24067—2024，3.3.4]

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 24067—2024，3.3.7]

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。

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。
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]

次级数据 secondary data

不符合初级数据要求的数据。

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。
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]

活动水平数据 activity data

导致温室气体排放的生产或消费活动量的表征值。

1. 如各种化石燃料的消耗量、原材料的使用量、购入的电量、购入的热量等。

[来源：GB/T 32150—2015，3.12]

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。

[来源：GB/T 24067—2024，3.2.7]

产品系统 product system

拥有基本流和产品流，同时具有一种或多种特定功能，并能模拟产品生命周期的单元过程的集合。

[来源：GB/T 24067—2024，3.3.2]

基准流 reference flow

在给定的产品系统中，为实现功能单位所需过程的输入或输出量。

1. 基准流应用示例见GB/T 24067—2024中6.3.4。

[来源：GB/T 24067—2024，3.3.9，有修改]

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]

碳抵消 carbon offsetting

用所研究产品系统边界以外的，通过避免排放、减少或清除的温室气体排放量来全部或部分抵偿产品碳足迹或产品部分碳足迹的机制。

示例：在相关产品系统之外的投入，例如对可再生能源技术、能源效率措施、造林或再造林的投入。

[来源：GB/T 24067—2024，3.1.7]

温室气体清除量 greenhouse gas removal（GHG removal）

在特定时段内从大气中清除的温室气体总量（以质量单位计算）。

[来源：GB/T 24067—2024，3.2.6]

1. 量化目的

开展压缩机产品碳足迹量化的总体目的是结合取舍准则，通过量化压缩机产品系统边界内所有显著的温室气体排放量和清除量，计算压缩机以二氧化碳当量表示的对全球变暖的潜在贡献。

确定压缩机产品碳足迹量化目的时，应明确陈述以下各项内容：

1. 开展压缩机产品碳足迹研究的预期用途；
2. 开展压缩机产品碳足迹研究的原因；
3. 开展压缩机产品碳足迹研究的目标受众；
4. 符合ISO 14026要求，计划交流的压缩机产品碳足迹信息（如有）。
5. 量化范围
	1. 产品描述

开展压缩机产品碳足迹研究前应明确目标产品，并描述目标产品的主要基本信息以清晰识别产品，产品描述至少应包括如下内容：

1. 压缩机名称；
2. 压缩机的型号规格；
3. 压缩机的进气压力、排气压力；
4. 压缩机的容积流量；
5. 压缩机的电机功率；
6. 压缩机的机组比功率；
7. 压缩机的能效等级（若有）；
8. 压缩机的重量；
9. 压缩机的生产工艺流程，明确各加工工序；
10. 压缩机的生产者信息；
11. 压缩机的生产时间。
	1. 功能单位

压缩机的产品碳足迹采用功能单位进行报告。功能单位主要为输入、输出数据的统一提供基准，确保碳足迹核算结果的可比性。应对功能单位做出明确的定义并使其可测算。

示例：1台型号为LU37-8G的螺杆式空气压缩机（排气压力0.8MPa、容积流量6.7m³/min、机组比功率7.0kW/（m³/min））。

* 1. 系统边界
		1. 系统边界界定

压缩机产品碳足迹研究的系统边界包括原材料获取阶段、生产阶段、运输（交付）阶段、使用阶段和生命末期阶段。具体系统边界详见图1。



1. 压缩机产品碳足迹研究系统边界示意图

通过购买碳汇、碳信用开展的碳抵消，不纳入产品碳足迹研究的系统边界，但可以作为额外的环境信息单独报告。与碳抵消无关联的温室气体清除量可纳入产品碳足迹研究的系统边界内。

* + 1. 生命周期阶段
			1. 原材料获取阶段

原材料获取阶段从自然资源的采集开始，至原辅料进入生产工厂为止，包括关键零部件原材料及其他原材料的获取、生产和运输过程。压缩机构、驱动部件、润滑系统的生产工艺流程分别参见附录A.1、附录A.2、附录A.3。原材料获取阶段可能发生的温室气体排放活动参见附录B.1。

* + - 1. 生产阶段

生产阶段从原材料、辅料、包装材料及能源进入生产工厂开始，至产品离开生产工厂为止，包括其他零部件加工、部件组装、整机装配、性能测试、表面处理和包装入库。生产阶段工艺流程参见附录A.4。生产阶段可能发生的温室气体排放活动参见附录B.2。以下过程不纳入生产阶段的研究范围：

1. 厂房建筑物等固定资产的建设过程；
2. 生产企业的设备设施生产过程；
3. 生产企业工作人员的通勤及公务出行；
4. 产品设计研发活动。
	* + 1. 运输（交付）阶段

运输（交付）阶段包括产品从出厂到下游用户或销售点之间的运输、仓储和分销的相关过程，具体包括从出厂到中转仓库的运输过程，中转仓库的仓储过程，以及从中转仓库到下游用户或销售点之间的分销、运输过程，运输（交付）阶段可能发生的温室气体排放活动参见附录B.3。

* + - 1. 使用阶段

使用阶段从下游用户使用产品开始，到产品废弃为止。使用阶段包括产品使用过程中能源获取、燃料燃烧、维修保养、废弃物处理等过程。使用阶段可能发生的温室气体排放活动参见附录B.4。

* + - 1. 生命末期阶段

生命末期阶段从产品被用户丢弃开始，到产品作为废弃物回归自然或进入另一个产品的生命周期（即产品的循环再利用）为止。生命末期阶段包括废弃产品收集运输、拆解、分类、破碎及废弃物最终处置等，不包括材料或能源的再生过程。在生产、运输（交付）、使用阶段产生的废弃物，应在对应的生命周期内进行核算。生命末期阶段可能发生的温室气体排放活动参见附录B.5。

* + 1. 单元过程的划分

单元过程的划分应确保系统边界内生产过程的完整性、数据的可获得性及可追溯性。单元过程不等同于生产工序，可将多个生产工序划分为一个单元过程，也可将一个工序划分为多个单元过程。

应绘制所划分的单元过程流程示意图，用于数据收集和计算。每个单元过程都应单独收集数据。单元过程流程示意图至少应包括以下几点：

1. 所定义的生命周期阶段；
2. 每个生命周期阶段各单元过程的输入的原辅料、能源资源和输出的产品、废弃物；
3. 明确系统边界内包含的过程和排除的任何过程。
	1. 取舍准则
		1. 应在量化目的和范围确定阶段确定一致的取舍准则，所选取舍准则对研究结果的影响也应在产品碳足迹研究报告中进行评价和描述。
		2. 在压缩机产品碳足迹量化过程中，不应将有实质性贡献的温室气体排放与清除排除在外。应量化至少95%与功能单位相关的生命周期内预计会产生的温室气体排放与清除，即可舍弃温室气体排放或清除量小于产品碳足迹总量1%的环节，但舍弃环节总的影响不应超过产品碳足迹总量的5%。当估测温室气体排放或清除量占比存在较大困难的时候，可采用原辅材料重量占比代替；当某种原辅材料重量占比不超过1%时可予以舍弃，但累计舍弃的原辅材料重量不应超过总重量的5%。
		3. 应对舍弃的温室气体排放与清除书面记录，明确舍弃的范围和原因。

数据和数据质量

* + 1. 在开展产品碳足迹研究的组织拥有财务或运营控制权的情况下，应收集现场数据；对于对产品碳足迹贡献度不低于80%的单元过程，即使没有财务或运营控制权，也宜使用现场数据。无法收集现场数据时，宜使用经第三方评审的非现场数据的初级数据。
		2. 原材料获取阶段、使用阶段、生命末期阶段涉及的单元过程可使用次级数据；主要原辅料生产、运输涉及的单元过程，特别是原辅料一级供应商生产涉及的单元过程，宜使用初级数据；生产阶段、运输（交付）阶段涉及的单元过程应使用初级数据。仅在收集初级数据不可行时，或对于重要性较低的过程，次级数据才能用于输入和输出。应注明次级数据的来源，次级数据的使用应遵循以下优先级：
1. 统计数据；
2. 文献数据；
3. 估算数据。
	* 1. 产品碳足迹研究中数据库的选用应遵循以下优先级：
4. 本地数据库；
5. 国家数据库；
6. 国外数据库。
	* 1. 产品碳足迹研究应使用现有最高质量数据，尽可能地减少偏差和不确定性。数据质量的特征应包括定量和定性两个方面，数据特性描述宜涉及以下方面：
7. 时间覆盖范围：数据的年份和所收集数据的最小时间长度；
8. 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位置；
9. 技术覆盖范围：具体的技术或技术组合；
10. 精度：对每个数据值的可变性的度量（例如方差）；
11. 完整性：测量或测算的流所占的比例；
12. 代表性：反映实际关注人群对数据集（即时间覆盖范围、地理覆盖范围和技术覆盖范围等）关注程度的真实情况进行的定性评价；
13. 一致性：对研究方法学是否能在敏感性分析的不同组成部分中统一应用而进行的定性评价；
14. 再现性：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；
15. 数据来源；
16. 信息的不确定性。

数据质量评估应采用两步法：

1. 应根据上述a）～d）项的要求，对产品碳足迹研究的数据质量进行分析；
2. 应根据上述a）～d）项的要求，对数据进行评价。
	* 1. 开展产品碳足迹研究的组织宜建立数据管理系统，保留相关文件和记录，进行数据质量评价，并持续提高数据质量。
3. 生命周期清单分析

数据收集

* + 1. 压缩机产品碳足迹研究应收集系统边界内划分的所有单元过程的输入和输出数据，各生命周期阶段的数据收集要求参见附录C，各单元过程产品碳足迹量化数据收集表示例参见附录D。
		2. 压缩机产品碳足迹研究初级数据应使用最近一年的平均数据，以减小四季气候变化、生产波动等带来的影响；若产品生产不足一年，应使用从生产初始至开展碳足迹研究时的累计平均数据。
		3. 对于可能对研究结论有显著影响的数据，应在产品碳足迹研究报告中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。如果这些数据不符合数据质量的要求，也应作出说明。

数据审定

* + 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5.5的规定。
		2. 数据审定宜通过建立质量平衡、能量平衡、排放因子的比较分析或其他适当的方法。每个单元过程均遵守质量守恒、能量守恒定律，因此质量平衡、能量平衡可为单元过程描述的准确性提供有效的检查。

数据关联

* + 1. 对于每个单元过程都应确定一个合适的流。单元过程中定量的输入和输出数据应基于与该流的关系来进行计算。
		2. 以流程图和各单元过程间的流为基础，所有单元过程的流都与基准流建立联系。计算应以功能单位为基础关联系统中所有的输入和输出数据。
		3. 在产品系统中，合并输入输出数据时宜慎重，合并程度应与研究目的保持一致。如需更详细的合并原则，宜在目的和范围的确定阶段加以说明，或在之后的影响评价阶段进行说明。

数据分配

* + 1. 在产品碳足迹研究过程中，以下几种情况下可能涉及分配：
1. 同一生产线或单元过程生产多个产品或主/副产品；
2. 公辅设备、运输设备的能源消耗分配到不同的生产线或单元过程；
3. 废弃物处理过程（包括委外处理）的辅料消耗分配到不同的生产线或单元过程。
	* 1. 应按照以下步骤进行分配：
4. 第1步：尽可能避免分配，可通过进一步分割单元过程或者扩展产品系统来实现；
5. 第2步：当分配不可避免时，工艺或产品系统的输入和输出优先使用多个产品的潜在物理关系进行分配；
6. 第3步：当无法单独建立物理关系或者采用物理关系不适用时，系统的输入输出宜采用其他关系进行分配，如根据经济价值进行分配，并应提供所使用分配关系的依据及计算说明。
7. 物理关系包括数量、面积、质量、体积或能源含量（如热值）等。
8. 经济价值分配宜根据稳定的市场价格计算，一般采用年度平均值，在价格高度波动（如＞100%）的情况下，使用多年平均值，避免价格波动影响。
	* 1. 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考虑各单元过程输入能源和资源可以计量；如不可单独计量，则根据该单元过程的折标产品产量占全厂产品总产量的比例进行分配。对废弃物处理过程（包括委外处理）的温室气体排放，根据该单元过程的折标产品产量占全厂产品总产量的比例进行分配。
		2. 产品系统中使用的循环再生材料应采用以下方法计入产品的生命周期阶段：
9. 不应考虑与“前一个生命周期”有关的生产过程；
10. 应考虑为制备循环再生材料的生产过程，包括废弃材料的回收过程、运输过程和处理过程。
11. 生命周期影响评价
	1. 产品碳足迹计算方法
		1. 系统边界内压缩机产品碳足迹的计算方法见公式（1）：

 $CFP=E\_{原材料获取}+E\_{生产}+E\_{运输（交付）}+E\_{使用}+E\_{生命末期}$ （）

式中：

$CFP$ ——系统边界内每功能单位的压缩机产品碳足迹，单位为吨二氧化碳当量 （tCO2e）；

$E\_{原材料获取}$ ——每功能单位在原材料获取阶段的温室气体排放量，单位为吨二氧化碳当量 （tCO2e）；

$E\_{生产}$ ——每功能单位在生产阶段的温室气体排放量，单位为吨二氧化碳当量（tCO2e）；

$E\_{运输（交付）}$——每功能单位在运输（交付）阶段的温室气体排放量，单位为吨二氧化碳当量 （tCO2e）；

$E\_{使用}$ ——每功能单位在使用阶段的温室气体排放量，单位为吨二氧化碳当量（tCO2e）；

$E\_{生命末期}$ ——每功能单位在生命末期阶段的温室气体排放量，单位为吨二氧化碳当量（tCO2e）；

* + 1. 压缩机原材料获取阶段的温室气体排放量计算方法见公式（2）。

 $E\_{原材料获取}=\sum\_{i=1}^{n}（AD\_{原材料，i}×EF\_{原材料，i}）$ （2）

式中：

$AD\_{原材料，i}$——每功能单位在原材料获取阶段第i种原材料的消耗量，包括钢铁、润滑油等原材料的消耗量；

$EF\_{原材料，i}$——原材料获取阶段第i种原材料的温室气体排放因子。

* + 1. 压缩机生产阶段的温室气体排放量包括能源获取间接产生的温室气体排放量、燃料燃烧直接产生的温室气体排放量、辅料获取间接产生的温室气体排放量、废弃物处理间接产生的温室气体排放量和二氧化碳气体保护焊直接产生的温室气体排放量，计算方法见公式（3）；压缩机使用阶段的温室气体排放量包括能源获取间接产生的温室气体排放量、燃料燃烧直接产生的温室气体排放量、辅料获取间接产生的温室气体排放量和废弃物处理间接产生的温室气体排放量，计算方法见公式（4）。

 $E\_{生产}=E\_{能源获取}+E\_{燃料燃烧}+E\_{辅料获取}+E\_{废弃物处理}+E\_{二氧化碳气体保护焊}$ （3）

 $E\_{使用}=E\_{能源获取}+E\_{燃料燃烧}+E\_{辅料获取}+E\_{废弃物处理}$ （4） （3）

式中：

$E\_{能源获取}$ ——每功能单位在生产阶段或使用阶段能源获取间接产生的温室气体排放量，单位 为吨二氧化碳当量（tCO2e）；

$E\_{燃料燃烧}$ ——每功能单位在生产阶段或使用阶段燃料燃烧直接产生的温室气体排放量，单位 为吨二氧化碳当量（tCO2e）；

$E\_{辅料获取}$ ——每功能单位在生产阶段或使用阶段辅料获取间接产生的温室气体排放量，单位 为吨二氧化碳当量（tCO2e）；

$E\_{废弃物处理}$ ——每功能单位在生产阶段或使用阶段废弃物处理间接产生的温室气体排放 量，单位为吨二氧化碳当量（tCO2e）；

$E\_{二氧化碳气体保护焊}$——每功能单位在生产阶段$二氧化碳气体保护焊$直接产生的温室气体排放量，单 位为吨二氧化碳当量（tCO2e）；

压缩机生产阶段或使用阶段能源获取间接产生的温室气体排放量计算方法见公式（5）。

 $E\_{能源获取}=\sum\_{i=1}^{n}（AD\_{电力，i}×EF\_{电力，i}+AD\_{热力，i}×EF\_{热力，i}+AD\_{燃料，i}×EF\_{燃料，i}）$ （5）

式中：

$AD\_{电力，i}$——每功能单位在生产阶段或使用阶段第i种电力的净消耗量，单位为兆瓦时（MW·h）；

$EF\_{电力，i}$——生产阶段或使用阶段第i种电力的温室气体排放因子，单位为吨二氧化碳当量每兆瓦时 （tCO2e/MW·h）。

$AD\_{热力，i}$——每功能单位在生产阶段或使用阶段第i种热力的净消耗量，单位为吉焦（GJ）；

$EF\_{热力，i}$——生产阶段或使用阶段第i种热力的温室气体排放因子，单位为吨二氧化碳当量每吉焦 （tCO2e/GJ）；

$AD\_{燃料，i}$——每功能单位在生产阶段或使用阶段第i种燃料的净消耗量。对固体或液体燃料，单位 为吨（t）；对气体燃料，单位为万标立方米（104Nm3）；

$EF\_{燃料，i}$——生产阶段或使用阶段第i种燃料的温室气体排放因子。对固体或液体燃料，单位为吨 二氧化碳当量每吨（tCO2e/t）；对气体燃料，单位为吨二氧化碳当量每万标立方米 （tCO2e/104Nm3）。

压缩机生产阶段或使用阶段燃料燃烧直接产生的温室气体排放量按照GB/T 32151.29—2024中5.2.2的方法核算。

压缩机生产阶段或使用阶段废弃物处理间接产生的温室气体排放量计算方法见公式（6）。

 $E\_{废弃物处理}=\sum\_{i=1}^{n}（AD\_{废弃物，i}×EF\_{废弃物，i}）$ （6）

式中：

$AD\_{废弃物，i}$——每功能单位在生产阶段或使用阶段处理的第i种废弃物的处理量；

$EF\_{废弃物，i}$——生产阶段或使用阶段处理的第i种废弃物的温室气体排放因子。

压缩机生产阶段或使用阶段辅料获取间接产生的温室气体排放量计算方法见公式（7）。

 $E\_{辅料获取}=\sum\_{i=1}^{n}（AD\_{辅料，i}×EF\_{辅料，i}）$ （7）

式中：

$AD\_{辅料，i}$——每功能单位在生产阶段或使用阶段第i种辅料的消耗量，生产阶段包括其他零部件加工、 部件组装、整机装配、性能测试和表面处理过程中钢铁等各种辅料的消耗量，使用阶 段包括产品维修、保养过程中润滑油、过滤器等各种辅料的消耗量；

$EF\_{辅料，i}$——生产阶段或使用阶段第i种辅料的温室气体排放因子。

压缩机生产阶段碳$二氧化碳气体保护焊$直接产生的温室气体排放量按照GB/T 32151.29—2024中5.2.3.3的方法核算。

* + 1. 压缩机运输（交付）阶段温室气体的碳足迹计算方法见公式（8）。

 $E\_{运输（交付）}=\sum\_{i=1}^{n}（AD\_{运输（交付），i}×EF\_{运输（交付），i}）$ （8）

式中：

$AD\_{运输（交付），i}$——每功能单位在运输（交付）阶段第i种活动的活动水平数据，包括运输过程、 仓储过程的能源消耗量、周转量；

$EF\_{运输（交付），i}$——运输（交付）阶段第i种活动的温室气体排放因子。

* + 1. 生命末期阶段温室气体的碳足迹计算方法见公式（9）。

 $E\_{生命末期}=\sum\_{i=1}^{n}（AD\_{生命末期，i}×EF\_{生命末期，i}）$ （9）

式中：

$AD\_{生命末期，i}$——每功能单位在生命末期阶段第i种活动的活动水平数据，包括废弃物重量、各类能源、资源消耗量；

$EF\_{生命末期，i}$——生命末期阶段第i种活动的温室气体排放因子。

* 1. 参数选取

产品碳足迹研究过程中需使用政府间气候变化专门委员会（IPCC）最新发布的气候评估报告（Assessment Report，AR）中100年GWP值，参见附录E。

1. 结果解释
	1. 解释步骤

产品碳足迹研究的生命周期结果解释阶段应包括以下步骤：

1. 根据产品碳足迹的量化结果，识别对产品碳足迹的主要贡献阶段和单元过程，开展降碳机会识别、降碳潜力分析，从产品生命周期角度实施降碳措施，从而达到降碳目标；
2. 碳足迹研究过程的可靠性评估应符合GB/T 24044—2008中4.5.3的要求，主要从以下三方面进行评估：

——完整性检查：评估生命周期清单数据，确保目标、范围、系统边界和质量标准完整，包括 过程覆盖的完整性和输入/输出覆盖范围完整性；

——敏感性检查：对碳足迹研究的每个阶段进行结构敏感性检查，包括目标与范围的定义、生 命周期清单和排放因子影响评估；对重要输入、输出和方法选择进行敏感性分析，包括分 配程序，以了解结果的敏感性和不确定性；

——一致性检查：评估假设、方法和数据质量考虑因素在整个碳足迹研究中的一致性程度。

1. 结论、局限性和建议的编制。
	1. 解释内容
		1. 按照产品碳足迹研究的目的和范围，对产品碳足迹影响评价的量化结果进行解释，解释应包括以下内容：
2. 说明产品碳足迹和各阶段碳足迹；
3. 分析不确定性，包括取舍准则的应用或范围；
4. 详细记录选定的分配程序；
5. 说明产品碳足迹研究的局限性。
	* 1. 结果解释宜包括以下内容：
6. 分析重要输入、输出和方法学选择（包括分配程序）的敏感性，以了解结果的敏感性和不确定性；
7. 评估建议对结果的影响。
8. 产品碳足迹报告
	1. 报告内容

产品碳足迹报告应包括对基本情况、量化目的、量化范围、生命周期清单分析、生命周期影响评价、结果解释的描述，产品碳足迹报告模板参见附录F。

* 1. 记录与保存

应对产品碳足迹报告的支撑资料进行记录和保存，支撑材料应包括系统边界界定、单元过程划分、取舍准则确定、活动数据来源、排放因子选取、数据质量评价、系统边界调整、数据分配等相关内容。上述信息应以适于分析和核证的格式被记录和保存，至少保存三年。利益相关方所提供的可能包含生产活动的保密信息具有被保护的权利。

1. 产品碳足迹声明

如需声明时，按照GB/T 24025或ISO 14026的规定进行，相关声明可用于具有相同功能单位的不同产品之间的比较。

1. （资料性）
压缩机产品碳足迹研究系统边界内生产工艺流程图示例
	1. 压缩机产品碳足迹研究系统边界内压缩机构生产工艺流程详见图A.1。



图A.1 压缩机构生产工艺流程图

* 1. 压缩机产品碳足迹研究系统边界内驱动部件生产工艺流程详见图A.2。



图A.2 驱动部件生产工艺流程图

* 1. 压缩机产品碳足迹研究系统边界内润滑系统生产工艺流程详见图A.3。



图A.3 润滑系统生产工艺流程图

* 1. 压缩机产品碳足迹研究系统边界生产阶段工艺流程详见图A.4。



图A.4 生产阶段工艺流程图

1. （资料性）
压缩机产品生命周期阶段涉及的温室气体排放活动
	1. 压缩机产品碳足迹研究原材料获取阶段可能发生的温室气体排放活动详见表B.1。

表B.1 压缩机产品的原材料获取阶段涉及的温室气体排放活动

|  |  |
| --- | --- |
| 生命周期阶段 | 涉及的温室气体排放活动 |
| 原材料获取 | 1. 铸件生产制造过程：铸件生产过程，包括开采及冶炼产品生产过程及上游供应链的运输过程；
2. 塑料件生产制造过程：石油开采及冶炼产品生产过程及上游供应链的运输过程；
3. 橡胶件生产制造过程：橡胶开采及冶炼产品生产过程及上游供应链的运输过程；
4. 硅钢片、铝及磁钢生产制造过程：包括钢板生产过程及上游供应链的运输过程；
5. 电线电缆生产过程：包括拉丝、挤塑等及上游供应链的运输过程；
6. 关键零部件生产过程：压缩机构、驱动部件、润滑系统、气路系统、控制系统、底架外壳的生产组装过程；
7. 包装材料的生产及上游供应链的运输过程；
8. 能源（燃料、电力、热力）的开采、生产与输送过程；
9. 自来水的生产和供应过程；
10. 原料提取加工所产生的废水、废气和固体废弃物处理相关过程；
11. 循环再生材料的生产过程（若有），包括包括废弃材料的回收过程、运输过程和处理过程；
12. 其他。
 |

* 1. 压缩机产品碳足迹研究生产阶段可能发生的温室气体排放活动详见表B.2。

表B.2 压缩机产品的生产阶段涉及的温室气体排放活动

|  |  |
| --- | --- |
| 生命周期阶段 | 涉及的温室气体排放活动 |
| 生产 | 1. 其他零部件加工过程中钢铁、塑料等辅料的生产过程；
2. 包装过程中包装材料的生产过程；
3. 其他零部件加工、部件组装、整机装配、性能测试、表面处理和包装入库过程中电力、热力、燃料等能源的开采、生产与输送过程；
4. 其他零部件加工、部件组装、整机装配、性能测试、表面处理和包装入库过程中燃料燃烧过程，包括生产设备、公辅设备、运输设备的燃料燃烧过程；
5. 其他零部件加工、部件组装、整机装配、性能测试、表面处理和包装入库过程中废弃物处理过程；
6. 其他零部件加工过程中二氧化碳保护焊焊接过程；
7. 其他。
 |

* 1. 压缩机产品碳足迹研究运输（交付）阶段可能发生的温室气体排放活动详见表B.3。

表B.3 压缩机产品的运输（交付）阶段涉及的温室气体排放活动

|  |  |
| --- | --- |
| 生命周期阶段 | 涉及的温室气体排放活动 |
| 运输（交付） | 1. 仓储过程中仓库照明、通风、制冷和供暖等过程；
2. 产品的运输过程；
3. 其他。
 |

* 1. 压缩机产品碳足迹研究使用阶段可能发生的温室气体排放活动详见表B.4。

表B.4 压缩机产品的使用阶段涉及的温室气体排放活动

|  |  |
| --- | --- |
| 生命周期阶段 | 涉及的温室气体排放活动 |
| 使用 | 1. 产品使用过程中消耗能源（燃料、电力、热力）的开采、生产与输送过程；
2. 产品使用过程中燃料燃烧过程；
3. 产品维修过程中消耗的配件等原材料的生产过程；
4. 产品保养过程中消耗的润滑油、过滤器等各种辅料的生产过程；
5. 产品维修、保养过程中产生废弃物的处理过程；
6. 其他。
 |

* 1. 压缩机产品碳足迹研究生命末期阶段可能发生的温室气体排放活动详见表B.5。

表B.5 压缩机产品的生命末期阶段涉及的温室气体排放活动

|  |  |
| --- | --- |
| 生命周期阶段 | 涉及的温室气体排放活动 |
| 生命末期 | 1. 收集、运输废弃产品及其包装到废弃物处理单位；
2. 焚烧；
3. 填埋；
4. 其他。
 |

1. （资料性）
压缩机产品生命周期阶段数据收集要求
	1. 压缩机产品碳足迹研究原材料获取阶段数据收集要求详见表C.1。

表C.1 压缩机产品碳足迹研究原材料获取阶段数据收集要求

| 生命周期阶段 | 数据类型 | 数据清单 |
| --- | --- | --- |
| 原材料获取 | 初级数据 | 1. 压缩机构、驱动部件、润滑系统、气路系统、控制系统、底架外壳等各类原材料消耗量；
2. 原材料获取和加工过程电力、燃料等能源和水的消耗量；
3. 废水、废气、固体废弃物的产生量及其处置的能源消耗量；
4. 阶段产品的产量；
5. 各种原材料的运输重量、运输距离和运输方式，或每种运输过程的能源消耗量；
6. 循环再生材料（若有）消耗量；
7. 其他。
 |
| 次级数据 | 1. 压缩机构、驱动部件、润滑系统、气路系统、控制系统、底架外壳、循环再生材料等各种原材料从自然资源获取到产品制成阶段的温室气体排放因子；
2. 消耗电力的全生命周期温室气体排放因子；
3. 消耗燃料的从自然资源获取到产品制成阶段的温室气体排放因子；
4. 若企业无实测的燃料平均低位发热量、燃料的单位热值含碳量、碳氧化率，采用国家相关部门发布的统计数据；
5. 运输相关的全生命周期温室气体排放因子；
6. 其他。
 |

* 1. 压缩机产品碳足迹研究生产阶段数据收集要求详见表C.2。

表C.2 压缩机产品碳足迹研究生产阶段数据收集要求

| 生命周期阶段 | 数据类型 | 数据清单 |
| --- | --- | --- |
| 生产 | 初级数据 | 1. 其他零部件加工、部件组装、整机装配、性能测试和表面处理过程中钢铁等各种辅料的消耗量；
2. 包装过程中各种包装材料的消耗量；
3. 生产过程中电力、燃料等各种能源的消耗量和燃料平均低位发热量；
4. 生产过程中废水、废气处理物料的消耗量；
5. 生产过程中各种废弃物处理量和处理方式；
6. 二氧化碳保护焊过程中二氧化碳气体的消耗量、纯度；
7. 产品产量；
8. 其他。
 |
| 生产 | 次级数据 | 1. 各种辅料、包装材料从自然资源获取到产品制成阶段的温室气体排放因子；
2. 电力的全生命周期温室气体排放因子；
3. 燃料从自然资源获取到产品制成阶段的温室气体排放因子；
4. 若企业无实测的燃料平均低位发热量、燃料的单位热值含碳量、碳氧化率、废水厌氧处理系统的甲烷生产潜力、甲烷修正因子，采用国家相关部门发布的统计数据；
5. 废弃物处理的全生命周期温室气体排放因子；
6. 其他。
 |

* 1. 压缩机产品碳足迹研究运输（交付）阶段数据收集要求详见表C.3。

表C.3 压缩机产品碳足迹研究运输（交付）阶段数据收集要求

| 生命周期阶段 | 数据类型 | 数据清单 |
| --- | --- | --- |
| 运输（交付） | 初级数据 | 1. 产品每种运输方式的运输重量、运输距离，或每种运输过程的能源消耗量；
2. 仓储过程中仓库照明、通风、制冷和供暖等的能源消耗量；
3. 其他。
 |
| 次级数据 | 1. 电力的全生命周期温室气体排放因子；
2. 燃料的从自然资源获取到产品制成阶段的温室气体排放因子；
3. 若企业无实测的燃料平均低位发热量、燃料的单位热值含碳量、碳氧化率，采用国家相关部门发布的统计数据；
4. 运输相关的全生命周期温室气体排放因子；
5. 其他。
 |

* 1. 压缩机产品碳足迹研究使用阶段数据收集要求详见表C.4。

表C.4 压缩机产品碳足迹研究使用阶段数据收集要求

| 生命周期阶段 | 数据类型 | 数据清单 |
| --- | --- | --- |
| 使用 | 初级数据 | 1. 产品使用过程中燃料、电力、热力等能源的消耗量；
2. 产品维修过程中配件等原材料的消耗量；
3. 产品保养过程中润滑油、滤芯等各种辅料的消耗量；
4. 产品维修、保养过程中废弃物产生量；
5. 其他。
 |
| 次级数据 | 1. 电力、热力的全生命周期温室气体排放因子；
2. 燃料从自然资源获取到产品制成阶段的温室气体排放因子；
3. 若企业无实测的燃料平均低位发热量、燃料的单位热值含碳量、碳氧化率、废水厌氧处理系统的甲烷生产潜力、甲烷修正因子，采用国家相关部门发布的统计数据；
4. 各种辅料从自然资源获取到产品制成阶段的温室气体排放因子；
5. 废弃物处理的全生命周期温室气体排放因子；
6. 其他。
 |

* 1. 压缩机产品碳足迹研究生命末期阶段数据收集要求详见表C.5。

表C.5 压缩机产品碳足迹研究生命末期阶段数据收集要求

| 生命周期阶段 | 数据类型 | 数据清单 |
| --- | --- | --- |
| 生命末期 | 初级数据 | 1. 收集、运输废弃产品及其包装到废弃物处理单位的能源消耗量；
2. 分类拣选、拆解、粉碎产品的能源和水消耗量；
3. 焚烧和填埋过程的能源和水消耗量。
4. 其他。
 |
| 次级数据 | 1. 电力的全生命周期温室气体排放因子；
2. 燃料从自然资源获取到产品制成阶段的温室气体排放因子；
3. 焚烧和填埋处置方式相关的温室气体排放因子；
4. 其他。
 |

1. （资料性）
压缩机产品碳足迹量化数据收集表示例

压缩机产品碳足迹量化数据收集表示例详见表D.1，报告主体可根据产品系统实际情况进行补充或调整。

表D.1 压缩机产品碳足迹量化数据收集表示例

| 填表日期：××××年××月××日 | 制表人：××× |
| --- | --- |
| 单元过程名称：××××过程 | 统计时段：××××年××月—××月 |
| 单元过程描述 | 主要工艺描述： |
| 主要生产设备（装备）： |
| 产能情况： |
| 管理水平：□QMS □EMS □EnMS □碳管理体系 □ISO14064 □其它（请描述） |
| 1、产品产出 |
| 名称 | 单位 | 产量 | 数据来源 | 备注 |
| 产品1 |  |  |  |  |
| …… |  |  |  |  |
| 2、资源消耗 |
| 名称 | 单位 | 消耗量 | 运输方式 | 运输距离 | 数据来源 | 备注 |
| 原材料1 |  |  |  |  |  |  |
| 辅料1 |  |  |  |  |  |  |
| …… |  |  |  |  |  |  |
| 3、能源使用 |
| 名称 | 单位 | 消耗量 | 运输方式 | 运输距离 | 数据来源 | 备注 |
| 电力 |  |  |  |  |  |  |
| 天然气 |  |  |  |  |  |  |
| …… |  |  |  |  |  |  |
| 4、废弃物处理 |
| 名称 | 单位 | 处理量 | 运输方式 | 运输距离 | 数据来源 | 备注 |
| 生产废水 |  |  |  |  |  |  |
| 固体废弃物1 |  |  |  |  |  |  |
| …… |  |  |  |  |  |  |
| 5、工艺制程排放 |
| 名称 | 单位 | 消耗量 | 纯度 | 相对分子质量 | 数据来源 | 备注 |
| 二氧化碳气体保护焊 |  |  |  |  |  |  |
| …… |  |  |  |  |  |  |

1. （资料性）
全球变暖潜势值

政府间气候变化专门委员会（IPCC）第六次评估报告（AR6）给出的部分温室气体全球变暖潜势值（GWP）详见表E.1。

表E.1 全球变暖潜势值

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 气体名称 | 化学分子式 | 100年的GWP（截至出版时） |
| 二氧化碳 | CO2 | 1  |
| 甲烷 | CH4 | 27.9  |
| 氧化亚氮 | N2O | 273  |
| 三氟化氮 | NF3 | 17400  |
| 六氟化硫 | SF6 | 24300  |
| 氢氟碳化物（HFCs） |
| HFC-23 | CHF3 | 14600  |
| HFC-32 | CH2F2 | 771  |
| HFC-41 | CH3F | 135  |
| HFC-125 | C2HF5 | 3740  |
| HFC-134 | CHF2CHF2 | 1260  |
| HFC-134a | C2H2F4 | 1530  |
| HFC-143 | CH2FCHF2 | 364  |
| HFC-143a | CH3CF3 | 5810  |
| HFC-152a | C2H4F2 | 164  |
| HFC-227ea | C3HF7 | 3600  |
| HFC-236fa | C3H2F6 | 8690  |
| 全氟碳化物（PFCs） |
| 全氟甲烷（四氟甲烷） | CF4 | 7380  |
| 全氟乙烷（六氟乙烷） | C2F6 | 12400  |
| 全氟丙烷 | C3F8 | 9290  |
| 全氟丁烷 | C4F10 | 10000  |
| 全氟环丁烷 | C4F8 | 10200  |
| 全氟戊烷 | C5F12 | 9220  |
| 全氟己烷 | C6F14 | 8620  |

1. （资料性）
压缩机产品碳足迹报告（模板）

压缩机产品碳足迹报告模板如下。

**压缩机**

**产品碳足迹报告（模板）**

产 品 规 格 型 号：

生 产 者 名 称：

报 告 编 号：

出具报告机构：（若有） （盖章）

日期： 年 月 日

一、概况

1.生产者信息

生 产 者 名 称：

地 址：

法 定 代 表 人：

授权人（联系人）：

联 系 电 话：

企 业 概 况：

2.产品信息

产 品 名 称：

产 品 功 能：

产 品 介 绍：

产 品 图 片：

3.量化方法

依 据 标 准：

二、量化目的

三、量化范围

1.功能单位

以 为功能单位。

2.系统边界

□原材料获取阶段 □生产阶段 □运输（交付）阶段 □使用阶段 □生命末期阶段

产品碳足迹量化系统边界图见图F.1。

图F.1 产品碳足迹量化系统边界图

3.取舍准则

采用的取舍准则以 为依据，具体规则如下：

4.时间范围

 年度。

四、清单分析

1.数据来源说明

初 级 数 据： ；

次 级 数 据： 。

2.分配原则与程序

分 配 依 据： ；

分 配 程 序： 。

具体分配情况如下：

3.清单结果及计算

生命周期各个阶段碳排放计算说明见表F.1。

表F.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 | 温室气体排放量（tCO2e/功能单位） |
| 原材料获取 | 压缩机构 |  |  |  |
| 驱动部件 |  |  |  |
| 润滑系统 |  |  |  |
| 气路系统 |  |  |  |
| 控制系统 |  |  |  |
| 底架外壳 |  |  |  |
| …… |  |  |  |
| 合计 |  |  |  |
| 生产 | 其他零部件加工 |  |  |  |
| 部件组装 |  |  |  |
| 整机装配 |  |  |  |
| 性能测试 |  |  |  |
| 表面处理和包装入库 |  |  |  |
| …… |  |  |  |
| 合计 |  |  |  |
| 运输（交付） | 运输 |  |  |  |
| 仓储 |  |  |  |
| 分销 |  |  |  |
| …… |  |  |  |
| 合计 |  |  |  |
| 使用 | 使用 |  |  |  |
| 维修 |  |  |  |
| 保养 |  |  |  |
| …… |  |  |  |
| 合计 |  |  |  |
| 生命末期 | 回收 |  |  |  |
| 填埋 |  |  |  |
| 焚烧 |  |  |  |
| …… |  |  |  |
| 合计 |  |  |  |
| 总计 |  |  |  |

4.数据质量评价（可选项）

数据质量可从定性和定量两个方面对报告使用的初级数据和次级数据进行评价，具体评价内容包括数据来源、数据代表性（时间、地理、技术）、完整性和准确性。

五、影响评价

1.特征化因子和 GWP 等参数的选取

2.产品碳足迹结果计算

六、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 tCO2e。各生命周期阶段的温室气体排放情况如表F.2和图F.2所示。

表F.2 生命周期各阶段碳排放情况

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 生命周期阶段 | 温室气体排放量（tCO2e/功能单位） | 百分百（%） |
| 原材料获取 | 压缩机构 |  |  |
| 驱动部件 |  |  |
| 润滑系统 |  |  |
| 气路系统 |  |  |
| 控制系统 |  |  |
| 底架外壳 |  |  |
| …… |  |  |
| 合计 |  |  |
| 生产 | 其他零部件加工 |  |  |
| 部件组装 |  |  |
| 整机装配 |  |  |
| 性能测试 |  |  |
| 表面处理和包装入库 |  |  |
| …… |  |  |
| 合计 |  |  |
| 运输（交付） | 运输 |  |  |
| 仓储 |  |  |
| 分销 |  |  |
| …… |  |  |
| 合计 |  |  |
| 使用 | 使用 |  |  |
| 维修 |  |  |
| 保养 |  |  |
| …… |  |  |
| 合计 |  |  |
| 生命末期 | 回收 |  |  |
| 填埋 |  |  |
| 焚烧 |  |  |
| …… |  |  |
| 合计 |  |  |
| 总计 |  |  |

图F.2 生命周期各阶段碳排放分布图

1. 具体产品生命周期阶段碳排放分布图一般以饼状图或柱形图表示各生命周期阶段的碳排放情况 。

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。

3. 改进建议

1. （资料性）
典型案例-额定工作时间
	1. 压缩机额定工作时间详见表C.1。

表C.1 压缩机额定工作时间

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 序号 | 压缩机分类（‌GBT 4976-2017） | 额定工作时间（h） |
| 1 | 容积式压缩机 | 往复压缩机 | 轴驱动压缩机 | 活塞压缩机 | 26400 |
| 2 | 隔膜压缩机 | 26400 |
| 3 | 自由活塞压缩机 | 26400 |
| 4 | 线性压缩机 | 26400 |
| 5 | 其他类型 | 26400 |
| 6 | 回转压缩机 | 涡旋压缩机 | 39600 |
| 7 | 液环压缩机 | 39600 |
| 8 | 滑片压缩机 | 39600 |
| 9 | 三角转子压缩机 | 39600 |
| 10 | 单螺杆压缩机 | 52800 |
| 11 | 螺杆压缩机 | 52800 |
| 12 | 双转子压缩机 | 39600 |
| 13 | 其他类型 | 39600 |
| 14 | 动力式压缩机 | 透平压缩机 | 轴流压缩机 | 79200 |
| 15 | 离心压缩机 | 79200 |
| 16 | 其他类型 | 79200 |