

ICS 81.080

CCS Q40

团体标准

T/ACRI 0050-2025

温室气体 产品碳足迹量化方法与要求 耐火材料

Greenhouse gases — Methodology and requirements for quantification
of carbon footprint of product — refractory products

2025-03-27 发布

2025-5-30 实施

中国耐火材料行业协会

发布

目 次

前言	2
1 范围	3
2 规范性引用文件	3
3 术语和定义	3
4 量化目的	6
5 量化范围	6
5.1 产品说明	6
5.2 声明单位	6
5.3 系统边界	6
6 清单分析	8
6.1 一般数据要求	8
6.2 各阶段数据收集说明	9
6.3 数据审定	10
6.4 将数据关联到单元过程和声明单位	10
6.5 系统边界调整	10
6.6 数据分配	11
7 影响评价	11
7.1 全球变暖潜势值（GWP）的选取	11
7.2 计算方法	12
7.3 数据更新	12
7.4 绩效追踪	12
8 结果解释	12
9 产品碳足迹报告	13
10 鉴定性评审	13
11 产品碳足迹声明	13
附录 A（资料性）耐火材料产品标准	14
附录 B（资料性）数据质量评价	15
附录 C（资料性）次级数据碳足迹因子推荐值	16
附录 D（资料性）数据收集表（以镁碳砖为例）	17
附录 E（资料性）全球增温潜势	20
附录 F（资料性）产品碳足迹报告（模板）	21
参考文献	25

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。本文件由中国耐火材料行业协会提出并归口。

本文件主要起草单位：欧冶工业品股份有限公司、浙江红鹰集团股份有限公司、中钢洛耐科技股份有限公司、北京利尔高温材料股份有限公司、濮阳濮耐高温材料（集团）股份有限公司、浙江自立高温科技股份有限公司、河北国亮新材料股份有限公司、大石桥市金龙耐火材料有限公司、鞍山钢铁冶金炉材科技有限公司、华测认证有限公司。

本文件主要起草人：徐千淇、张凯丽、王力、王战民、魏国平、赵伟、付振才、王斋甫、姚春战、严培忠、赵琨莹、刘艳、刘诚、颜浩、盛高霞、邓炳垚、郭晓伟、田兆辉、李国群、曹亚平、郭明月。

温室气体 产品碳足迹量化方法与要求 耐火材料

1 范围

本文件规定了耐火材料产品碳足迹量化方法与要求的术语和定义、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、鉴定性评审和产品碳足迹声明。

本文件适用于耐火材料产品碳足迹量化与评价。

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 17167 用能单位能源计量器具配备和管理通则

GB/T 18930 耐火材料术语

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 44333 绿色产品评价 耐火材料

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)

ISO 14071 环境管理生命周期评价鉴定性评审过程和评审员能力 (Environmental management — Life cycle assessment — Critical review processes and reviewer competencies)

3 术语和定义

GB/T 18930、GB/T 24044 和 GB/T 24067 界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

生命周期 life cycle

产品系统中前后衔接的一系列阶段，从自然界或从自然资源中获取原材料，直至最终处理。

[来源：GB/T 24044，3.1]

3.2

生命周期清单分析 life cycle inventory analysis

生命周期评价中对所研究产品整个生命周期中输入和输出进行汇编和量化的阶段。

[来源：GB/T 24044，3.3]

3.3

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。

[来源: GB/T 24067, 3.1.1]

3.4

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。

[来源: GB/T 24067, 3.1.2]

3.5

产品碳足迹研究报告 carbon footprint of a product study report;CFP study report

用于记录产品碳足迹或产品部分碳足迹研究的报告,且说明研究中做出的决策。

[来源: GB/T 24067, 3.1.5]

3.6

声明单位 declared unit

用来量化产品部分碳足迹的基准单位。

[来源: GB/T 24067, 3.3.8]

3.7

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, 3.32]

3.8

基准流 reference flow

在给定产品系统中,为实现一个功能单位的功能所需的过程输出量。

[来源: GB/T 24044, 3.29]

3.9

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, 3.34]

3.10

燃料燃烧排放 fuel combustion emission

燃料在氧化燃烧过程中产生的温室气体排放。

[来源: GB/T 32150, 3.7]

3.11

耐火材料制备过程排放 refractory products industry process emission

在耐火材料企业生产、废弃物处理处置等工艺过程中除化石燃料燃烧之外的物理或化学变化造成的温室气体排放，主要包括碳酸盐的分解、含碳原料（如煤矸石、有机结合剂等）氧化产生的二氧化碳排放。

3.12

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, 3.6.1]

3.13

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, 3.6.3]

3.14

产品组 product group

产品组是指具有相同生产过程、原材料的一组产品，其产品碳足迹数值的差异在合理的范围内。

3.15

代表性产品 representative product

代表性产品是指一种虚拟产品，是用产品组内所有产品属性的加权平均来定义。

3.16

共生产品 co-product

同一单元过程或产品系统中产生的两种或两种以上的产品。

[来源：GB/T 24044, 3.10]

3.17

废弃物 waste

持有人计划处置或被要求处置的物质或物品。

注：本定义源自《控制危险废物越境转移及其处置的巴塞尔公约》（1989年3月22日），但在本文件中不局限于危险废物。

[来源：GB/T 24044, 3.35, 有修改]

3.18

二次原料 secondary raw material

在第三方使用后被回收并可能再加工的材料，用做产品系统的输入。

4 量化目的

开展产品碳足迹研究的总体目的是通过量化产品生命周期或选定过程的所有显著的GHG排放量和清除量，计算产品对全球变暖的潜在贡献（以二氧化碳当量 CO₂e 表示）。

确定产品碳足迹评价的目的时应明确说明以下内容：

- a) 应用意图；
- b) 开展该项研究的原因，包括但不限于：
 - 1) 为供应链下游企业和其他相关方提供产品碳足迹量化信息；
 - 2) 为企业生产者开展碳足迹研究、比较研究和绩效追踪等提供产品碳足迹量化信息。
- c) 目标受众（即研究结果的接受者）；
- d) 符合 ISO 14026 要求，计划交流的产品碳足迹或产品部分碳足迹的信息（如有）。

5 量化范围

5.1 产品说明

耐火材料是物理与化学性质适用于在高温下使用的无机非金属材料，但不排除某些产品中可含有一定量的金属材料。其包括不定形耐火材料和定形耐火材料，不定形耐火材料如耐火浇注料、预制件、耐火泥浆、耐火可塑料等；定形耐火材料如镁碳砖、镁铬砖、镁铁铝尖晶石砖、熔铸锆刚玉砖、硅砖、高铝砖、刚玉砖等定形耐火材料。

产品碳足迹研究中的产品描述应使用户能明确地识别产品，包括产品名称、产品执行的标准、化学成分等信息，按照国家和行业相关标准的要求进行描述。耐火材料对应的产品标准参见附录 A。

当同一家公司、同一产品组的产品碳足迹数值差异不大于代表性产品碳足迹的±15%时，可使用代表性产品的碳足迹数值作为组内各产品的碳足迹，出具一份碳足迹报告。代表性产品的选择标准是产品组内所有产品配方的加权平均值。

5.2 声明单位

本文件的声明单位为 1kg 的某种耐火材料。

5.3 系统边界

5.3.1 边界设定

本文件设定耐火材料的系统边界为“摇篮到大门”，即从原辅材料获取到成品离开生产企业大门为止，包括原辅料获取阶段和产品生产阶段，具体如图 1 所示。

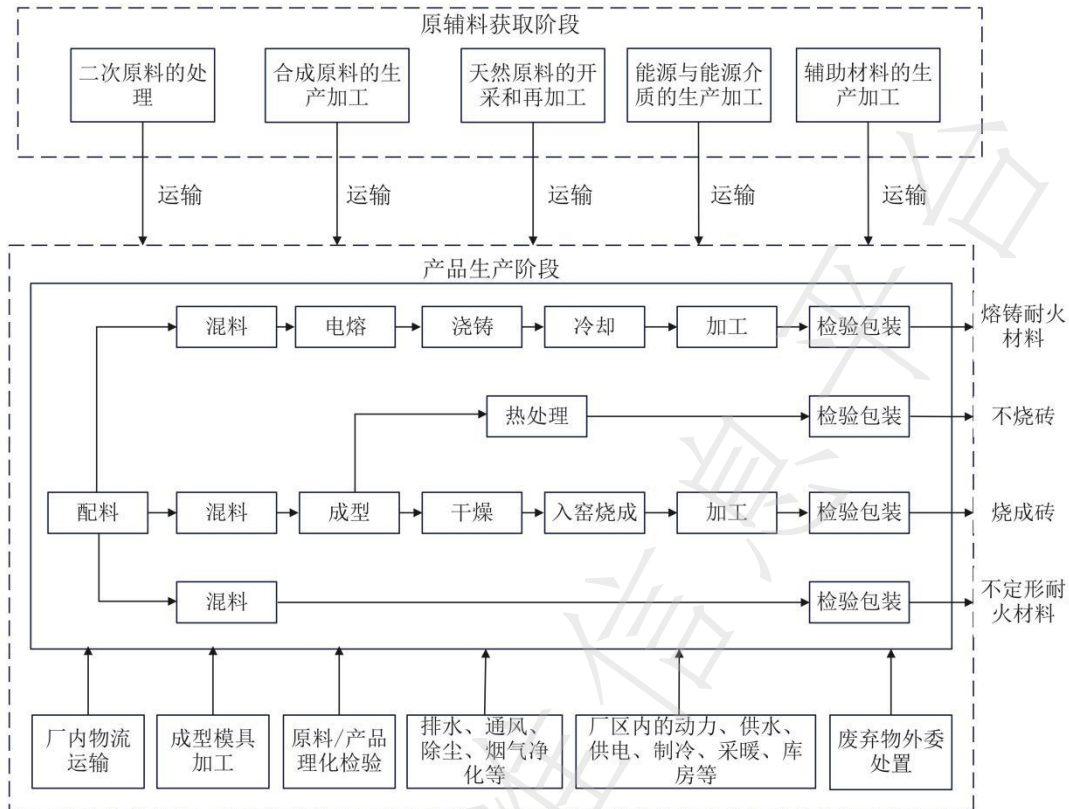


图 1 耐火材料碳足迹量化系统边界示意图

5.3.2 各阶段过程描述

5.3.2.1 原辅料获取阶段

原辅料获取阶段是从提取自然界未经加工的天然原料开始，到原辅料运输至生产工厂为止。本阶段包括自然资源 and 二次原料的获取、预处理和运输过程，以及一般化石能源的获取和供应；该阶段要考虑这些过程各类消耗、共生产品和废弃物。但是用于产品生命周期内的资产性商品的获取和供应不应包括在产品生命周期的任何阶段。

原辅料获取阶段主要过程如下：

- 二次原料（如用后耐火材料等）的获取和加工过程；
- 合成原料（如合成尖晶石质原料、镁白云石、烧结莫来石等）的生产过程；
- 天然原料（如高铝矾土、白云石、菱镁矿、石英、镁橄榄石等）的开采和再加工过程；
- 能源（如电力、天然气等）的生产和获取过程；
- 辅助材料及耗材（如吨袋、托盘等）的生产过程；
- 将上述相关材料或能源运输到生产设施或者相应的预处理设施的过程。

5.3.2.2 产品生产阶段

产品生产阶段是从产品的原辅料进入生产工厂开始，到待交付用户的产品离开生产企业为止。产品生产过程中涉及各类设施的运行都包括在这一阶段。该阶段要考虑生产和运输过程中的各类消耗、排放、共生产品和废弃物。

产品生产阶段的主要过程如下：

- 产品生产工艺过程，如配料、混料、成型、干燥、烧成、加工、检验、包装等，不

同种类的耐火材料根据其具体生产过程确定；

- b) 为直接生产系统服务的原料、中间产品、成品的厂内物流运输过程；
- c) 成型模具加工过程；
- d) 原料/产品的理化检验过程；
- e) 供排水、通风、除尘和烟气净化处理等过程；
- f) 厂内的动力、供电、供水、采暖、制冷、机修、计量、仓储、库房等过程；
- g) 废弃物外委处置；
- h) 碳捕集、利用和封存过程。

5.3.3 边界排除项

本文件规定的系统边界排除项包括：

- a) 员工通勤；
- b) 客户接待；
- c) 商务旅行；
- d) 产品离开生产企业后的运输和仓储；
- e) 资产性商品（设备、厂房）的生产；
- f) 为生产线服务的部门和单位的活动，如食堂、浴室、保健站等；
- g) 产品使用阶段；
- h) 产品末期处理阶段；
- i) 碳信用额和抵消额。

5.3.4 取舍准则

原则上系统边界内的所有排放数据都应列入碳足迹核算中，但是单元过程中数据种类很多，为避免核算成本的过度投入，应对核算数据进行适当的取舍。当个别核算数据对某一单元过程的碳足迹无实质性贡献时，可以将其排除，排除的数据应有书面体现。取舍准则如下：

- a) 主要的能源输入均需列出；
- b) 主要的原料、辅料输入均需列出；
- c) 单物质或能源消耗量小于总消耗 1% 的输入可忽略；
- d) 大气、水体、固体废弃物排放量小于总排放 1% 的输出可忽略；
- e) 系统中被忽略的物料总量，不得超过核算产品质量、能量或环境排放的 5%；
- f) 取舍准则不适用于有毒有害物质，任何有毒有害的材料和物质均应包含于清单中。

6 清单分析

6.1 一般数据要求

6.1.1 通用要求

应收集系统边界内所有单元过程的定性和定量数据。通过测量、计算或估算收集到的数据，均可用于量化单元过程的输入和输出。对于可能对研究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。数据质量的评价参照附录 B。

6.1.2 初级数据要求

6.1.2.1 时间范围

初级数据的收集应每年进行一次（最近的日历年或最近的财政年度），以避免生产过程中

的特定情况。其优点是年度数据体现了典型的运营习惯（如维护周期或季节周期）下的产品产量，也涵盖了生产波动的变化因素。计算碳足迹的产品生产期少于 12 个月或者不是全年的，应当至少收集该产品一个完整生产周期的数据。

6.1.2.2 收集方法

数据收集应采用直接计量或测量的实际消耗数据，能源消耗量的测量仪器应符合 GB 17167 的要求。当无法直接获取该产品实际消耗数据时，可以采用以下 3 种方法估算消耗量：

- a) 将在特定时间范围内资源消耗分配到各产品。

示例：年度燃料投入量分配到目标产品。

- b) 依据各流程所需设备或设施所投入的能源。

示例：设施设备作业时间×设施设备功率=电力投入量。

- c) 其他相关温室气体盘查常见数据收集方法。如：质量平衡法等。

若采用方法 a)，则分配方法应优先采用物理关系，如质量、工时等。

若采用方法 b)，则在同一地点生产但非本产品类别的产品，也应采用相同方法，以保证所有产品收集数据总值与整个地点产生的数据值差距不会过大。

6.1.2.3 同一类型多个数据的处理方式

6.1.2.3.1 原辅料获取阶段

当单一原材料生产过程可收集初级数据时，若存在一家供应商供货量不低于总进货量的 50%，可取一家供应商生产过程数据。若无，则取多家供应商生产数据，合计供货量不低于总进货量的 50%，按照业务量占比加权平均作为该数据项的生产过程数据。

当单一原材料由多家供应商供货，则取多家供应商的运输数据，合计供货量不低于总进货量的 80%，按照业务量占比加权平均作为该数据项的运输数据。

6.1.2.3.2 产品生产阶段

若生产地不止一处，则应收集多个生产地的生产过程数据；若生产地数量庞大或部分地点无法获得，则收集数据的生产地总产量应超过全部生产地总产量的 50%；也可以按照生产地分别出具不同的碳足迹报告。

6.1.3 次级数据要求

次级数据宜经第三方评审，同时数据格式应满足相关标准要求。若无法获取满足条件的次级数据时，可参考附录 C。

6.2 各阶段数据收集说明

6.2.1 原辅料获取阶段

6.2.1.1 若企业具备追溯上游原材料和辅助材料实际生产数据的条件，以下项目宜收集初级数据：

- a) 自然资源和回收物料的投入量；
- b) 电力、天然气等能源及能源介质投入量；
- c) 废弃物（废水、废气和固废）的产出量；
- d) 原材料（二次原料、合成原料、天然原料）和辅助材料及其共生产品的产出量。

以下项目可使用次级数据：

- a) 原材料和辅助材料生产过程消耗的原辅料的碳足迹因子；

- b) 原材料和辅助材料生产过程消耗的能源及能源介质的碳足迹因子；
- c) 原材料和辅助材料生产过程产生的废弃物，其处置及回收再利用过程的碳足迹因子。

6.2.1.2 若企业不具备追溯上游原材料和辅助材料实际生产数据的条件，可直接采用商业数据库中的原材料和辅助材料的产品碳足迹因子。

6.2.1.3 原材料和辅助材料的运输相关数据，包括运输方式、运输重量和距离等，应收集初级数据。

6.2.2 产品生产阶段

以下项目应收集初级数据，仅在收集初级数据不可行时，允许使用次级数据：

- a) 天然原料、合成原料、二次原料、其他材料（如包装等）投入量；
- b) 电力、蒸汽、燃料等能源及能源介质投入量；
- c) 化石燃料燃烧产生的燃料燃烧排放量，如天然气、液化石油气、煤气、柴油、重油、煤炭、焦炭、炭粉等；
- d) 碳酸盐的分解、含碳原料及辅料（如煤矸石类矿物原料、有机结合剂等）氧化等耐火材料制备过程排放量；
- e) 废气、废水、固废的排放量；
- f) 含有机物的废气燃烧产生的二氧化碳排放量；
- g) 产品及共生产品的产出量；
- h) 烟气中捕捉的二氧化碳总量；
- i) 生产过程中厂内运输的相关数据，包括运输方式、运输重量和距离，或其他可计算获得碳排放的数据。

以下项目可使用次级数据：

- a) 能源及能源介质的碳足迹数据，如电力的碳足迹因子；
- b) 废弃物处置及回收再利用碳足迹因子。

各阶段准备的数据项与要求及数据收集表见附录D。

6.3 数据审定

数据收集过程中应对数据的有效性进行检查，包括完整性检查、质量平衡、能量平衡、碳平衡等方式。对于异常数据，应分析原因，予以替换，替换的数据应满足数据质量要求。

6.4 将数据关联到单元过程和声明单位

以流程图和单元过程的流为基础，将所有单元过程的流都与基准流建立联系，通过计算将系统的输入和输出与声明单位建立联系。

6.5 系统边界调整

基于产品碳足迹量化工作需要不断迭代的特性，应根据由敏感性分析所判定的重要性来决定数据的取舍，从而对系统边界中所述的初始分析加以验证。初始系统边界应根据取舍准则(5.3.4)进行调整。应在产品碳足迹研究报告中记录调整过程和敏感性分析结果。基于敏感性分析的系统边界调整可导致：

- a) 排除被判定为不具有显著性影响的生命周期阶段或单元过程；
- b) 排除对产品碳足迹结果不具有显著影响的输入和输出；
- c) 纳入具有显著性影响的新的单元过程、输入输出。

系统边界调整有助于把数据处理限制在被判定为对产品碳足迹研究目的具有显著性影

响的输入和输出数据范围内。

6.6 数据分配

6.6.1 概述

产品系统的输入和输出应根据明确规定的程序在主产品和共生产品之间进行分配；

注 1：共生产品是同一单元过程或产品系统中产出两种或两种以上的产品。共生产品是在主要产品的生产过程中附带产生的，虽然不是主要产品，但具有使用价值和销售价格，可以作为商品在流通领域里进行商品交换。

注 2：注意区分废弃物与共生产品，没有经济价值的产物不能作为产品输出，不参与分配，而是作为废弃物计入产品系统的废弃物处理排放；仅有明确证据显示有下游客户且产生了经济价值的情况下，才能作为共生产品参与分配。

一个单元过程分配后的输入和输出总和应与其分配前的输入和输出相等。

6.6.2 分配规则

- a) 对于在系统边界内循环使用的共生产品，不需要分配；
- b) 产品碳足迹研究应包括确认与其他产品系统共享的单元过程，并按照以下步骤进行处理：
 - 1) 如果可能，应避免分配。可通过将待分配的单元过程划分为两个或多个子过程，并收集与这些子过程相关的数据，或通过系统扩展法，以纳入与共生产品相关的功能。
 - 2) 如无法避免分配，则宜在不同的共生产品之间分割清单数据，这应能反映他们之间潜在的物理关系，即分配宜反映当交付的共生产品数量发生变化时清单数据的变化方式。
 - 3) 如果无法建立清单与交付的共生产品之间的物理关系，则宜以反映共生产品之间的其他关系的方式分配清单数据。例如清单数据可能会根据共生产品的经济价值，按比例在共生产品之间进行分配。

6.6.3 处理方法

6.6.3.1 原辅料和能源

多功能产品和多产品工艺中各产品原辅料、能源的消耗分配方法，参考 6.6.2。

6.6.3.2 二次原料

二次原料加工过程投入的废料的温室气体排放系数视为 0。

二次原料的碳足迹包括废料再加工过程碳排放与二次原料运输的碳排放。

6.6.3.3 废弃物

系统边界内碳排放量不应分配给离开系统边界废弃物。

废弃物处理（如填埋、焚烧）过程产生的碳排放量应根据质量分配给产品。

废弃物运输产生的碳排放可忽略不计。

7 影响评价

7.1 全球变暖潜势值（GWP）的选取

应通过排放或清除的温室气体的质量乘以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 参见附录E)，来计算产品系统每种温室气体排放和清除的潜在气候变化影响，单位为 $\text{kgCO}_2\text{e}/(\text{kg 排放量})$ 。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 修订了全球变暖潜势值 (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全球变暖潜势 (GWP) 和全球温度变化潜势 (GTP)，但应单独报告。

注：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 计算方法

产品碳足迹计算方法见公式 (1)。

$$CFP_{GHG} = \sum_j [\sum_i (AD_i \times EF_{LCA,i,j}) \times GWP_j] \dots\dots\dots (1)$$

式中：

CFP_{GHG} —— 产品碳足迹或产品部分碳足迹，以千克二氧化碳当量每声明单位 ($\text{kgCO}_2\text{e}/\text{声明单位}$) 计；

AD_i —— 系统边界内，各声明单位中第 i 种活动的 GHG 排放和清除相关数据 (包括初级数据和次级数据)，单位根据具体排放源确定；

$EF_{LCA,i,j}$ —— 第 i 种活动对应的温室气体 j 的排放系数，单位与 GHG 活动数据相匹配；

GWP_j —— 温室气体 j 对应的全球变暖潜势值 (GWP)，按照 7.1 中的规定进行取值。

7.3 数据更新

产品的碳足迹数据应至少每三年更新一次，或每当影响其排放强度的参数发生重大变化时更新一次。下列情况应被视为触发重大变化：

- a) 生产发生结构性变化，包括操作中的重大工艺变化、技术进步、原材料或能源输入/输出；
- b) 计算方法发生变化，如：全球增温潜势值或收集数据的准确性提高，纳入新的对排放数据产生重大影响的数据源；
- c) 发现重大错误，或累积起来的重大错误。

7.4 绩效追踪

计划将产品碳足迹用于绩效追踪时，应满足以下针对产品碳足迹量化的附加要求：

- a) 应针对不同时间点或空间范围进行研究；
- b) 应针对相同声明单位计算产品碳足迹随时间或空间发生的变化；
- c) 应使用相同的方法 (例如选择和管理数据的系统、系统边界、分配、全球增温潜势等) 计算产品碳足迹随时间或空间的变化。

产品碳足迹绩效追踪的时间间隔不应短于 6.1.2.1 所述的数据时间界限，且应在目的和范围中予以描述。产品碳足迹用于空间绩效追踪时，不同时间段的空间系统划分要保持一致。

8 结果解释

产品碳足迹研究的生命周期结果解释按 GB/T 24067 6.6 进行。

9 产品碳足迹报告

产品碳足迹通常以报告、声明、证书和标签的形式描述碳足迹量化的结果。若采用声明、证书和标签的方式表述，宜同时出具产品碳足迹报告。

产品碳足迹报告的目的是记录产品碳足迹量化的过程和结果，并说明该报告符合本文件的规定。产品碳足迹报告的参考模版见附录 F。耐火材料产品碳足迹报告在绿色产品评价中的应用见 GB/T 44333。

10 鉴定性评审

如果开展产品碳足迹研究的鉴定性评审，应按照 ISO 14071 规定进行，有利于理解产品碳足迹报告，和提高产品碳足迹的可信度。

11 产品碳足迹声明

如需声明时，可按照 GB/T 24067 的规定进行，相关声明可用于具有相同功能的不同产品之间的比较。

附录 A
(资料性)
耐火材料产品标准

部分耐火材料相关产品执行标准见表 A.1。

表A.1 常用耐火材料产品执行标准

序号	产品名称	产品标准
1	铝硅系致密定形耐火制品分类	GB/T 17105-2024
2	碳含量 7%~50%的碱性致密定形耐火制品分类	GB/T 30757-2024
3	特种致密定形耐火制品分类	GB/T 30870-2014
4	不定形耐火材料 第 1 部分：介绍和分类	GB/T 4513.1-2015
5	氮化物结合耐火制品及其配套耐火泥浆	GB/T 23293-2021
6	耐磨耐火材料	GB/T 23294-2021
7	轧钢加热炉用耐火浇注料	GB/T 22590-2021
8	高铝质耐火泥浆	GB/T 2994-2021
9	碳含量小于 7%的碱性致密定形耐火制品分类	GB/T 18931-2022
10	高铝砖	GB/T 2988-2023
11	定形隔热耐火制品分类	GB/T 16763-2023
...
注：详见耐火材料标准汇编（第 6 版）。		

附录 B
(资料性)
数据质量评价

用于评估单元过程中单个数据的数据质量指标及解释如表 B.1 所示。

表B.1 数据质量指标

指标	描述	与数据质量的关系
技术代表性	数据反映实际使用技术的程度	企业宜选择反映技术特异性的数据
时间代表性	数据反映实际时间或活动年限的程度	企业宜选择反映时间特异性的数据
地域代表性	数据反映活动的实际地理位置的程度	企业宜选择反映地理特异性的数据
样本完整性	数据对相关活动的统计代表程度； 完整性反映可获得并可被使用的数据在特定活动相关的总数中的百分比； 完整的数据也反映了数据的周期性和其他正常的波动性。	企业宜选择完整的数据
来源可靠性	获得数据的数据来源、数据收集方法和核查流程的可靠程度	企业宜选择可靠的数据

数据质量评价宜参照表 B.2 进行定性评估。

表B.2 数据质量评分表

分值	来源可靠性 (U_1)	样本完整性 (U_2)	时间相关性 (U_3)	地域相关性 (U_4)	技术代表性 (U_5)
1	是基于测量获得原始数据或者经过三方核查的数据；	与研究目标符合的充足 ($\geq 80\%$) 的样本，一定时期内平稳波动	与研究目标当年相差少于 3 年	数据来自研究区域	数据来源于正在研究的企业、流程和材料
2	基于部分测量或三方核查的数据	数据来自稍小范围 ($\geq 50\%$) 但与研究目标符合，一定时期内平稳波动	与研究目标当年相差少于 6 年	来自比研究区域更大的区域的平均数据	从不同的企业但是与目标企业相同的工艺流程和材料数据
3	基于假设进行计算并且经过校验的数据	数据来自更小范围 ($< 50\%$)，但与研究目标符合	与研究目标当年相差少于 10 年	数据来源于比研究区域更小的区域或者类似的区域	数据来源于同一技术的类似的流程或者材料，或者相同的流程材料但是不同的技术
4	有依据 (如数据库、行业研究等) 的估计	数据来自小范围，但与研究目标有所不符	与研究目标当年相差少于 15 年	数据来源于部分相似的区域	数据来源于不同技术的相关流程和材料，或者数据来源于实验室规模的流程和相同技术
5	无依据的估计	数据来自小范围，但与研究目标不符	与研究目标当年相差超过 15 年	数据来源未知或者明显不同的区域	数据来源于实验室规模、不同技术的相关流程和材料

附录 C

(资料性)

次级数据碳足迹因子推荐值

表 C.1 提供了耐火材料部分次级数据碳足迹因子推荐值。

表 C.1 次级数据碳足迹因子推荐值

类型	物料名称	同义词	碳足迹因子数值	单位
能源及能源 介质	水	自来水	0.0019761921	kg CO ₂ -Eq/kg
	电力		0.6205	kg CO ₂ -Eq/kWh
	天然气	高压天然气	0.63048201256643	kg CO ₂ -Eq/m ³
	柴油		0.8357714289	kg CO ₂ -Eq/kg
	汽油	无铅汽油	0.98404772695	kg CO ₂ -Eq/kg
	蒸汽	工业蒸汽	0.3488886156	kg CO ₂ -Eq/kg
原辅料	轻烧镁砂		2.07460179621	kg CO ₂ -Eq/kg
	电熔镁砂		3.198889	kg CO ₂ -Eq/kg
	烧结刚玉	板状刚玉	2.775027	kg CO ₂ -Eq/kg
	电熔白刚玉	白刚玉、电熔刚玉	3.734565	kg CO ₂ -Eq/kg
	电熔棕刚玉		2.579858	kg CO ₂ -Eq/kg
	烧结莫来石		3.431355	kg CO ₂ -Eq/kg
	烧结尖晶石		4.602431	kg CO ₂ -Eq/kg
	碳化硅		4.253599	kg CO ₂ -Eq/kg
	白云石		0.0744899719	kg CO ₂ -Eq/kg
	石墨		0.0353934914	kg CO ₂ -Eq/kg
	沥青		0.7258912686	kg CO ₂ -Eq/kg
	炭黑		2.4412547651	kg CO ₂ -Eq/kg
	酚醛树脂		4.5787737590	kg CO ₂ -Eq/kg
	氧化铝		2.8814602001	kg CO ₂ -Eq/kg
	石英	硅砂、硅石	0.0369282338	kg CO ₂ -Eq/kg
	铬铁矿	铬铁矿精矿	0.0382225279	kg CO ₂ -Eq/kg
	硅微粉	二氧化硅	0.0369282338	kg CO ₂ -Eq/kg
	粘土		0.0127826890	kg CO ₂ -Eq/kg
...	...			

附录 D

(资料性)

数据收集表 (以镁碳砖为例)

涉及的主要环节初级数据和次级数据的数据收集表 D.1 至表 D.3; 各阶段收集数据项及要求见表 D.4。

以下数据收集表只是示例, 并不代表全部收集范围, 报告主体应根据生产系统实际情况补充或调整。

表 D.1 现场特征数据收集示例

单元过程及统计口径描述:						
时间段: 起始时间 年 月 日; 终止时间 年 月 日						
制表人:			制表日期:			
类别	物料名称	单位	数量	运距	运输方式	规格特征/来源
输入						
原辅材料	电熔镁砂					
原辅材料	废镁砖					
原辅材料	石墨微粒					
原辅材料	酚醛树脂					
原辅材料	金属铝粉					
原辅材料					
能源及能源介质	柴油					
能源及能源介质	天然气					
能源及能源介质	电					
能源及能源介质					
输出						
产品	镁碳砖					
共生产品或固体废弃物					
大气排放	二氧化硫					
大气排放	氮氧化物					
大气排放	二氧化碳					
大气排放					
水体排放					
固废排放	一般固废					
注 1: 此数据收集表中的数据是指规定时间段内所有未分配的输入和输出。						

表 D.2 背景数据收集示例

外购商品	规格等级	功能单位	排放因子		数据来源	数据时间
电熔镁砂		1t		kgCO ₂	如: 供应商	
废镁砖		1t		kgCO ₂	如: 供应商	
石墨微粒		1t		kgCO ₂	如: 国家生命周期数据库	
酚醛树脂		1t		kgCO ₂	如: 某商业数据库	
金属铝粉		1t		kgCO ₂	如: 某文献	

.....					
-------	--	--	--	--	--

表D.3 运输数据收集示例

商品名称	运输量 (t)	运输方式	运距 (km)	运输排放因子 (kgCO ₂ /t·km)	资料来源
电熔镁砂					
废镁砖					
石墨微粒					
酚醛树脂					
金属铝粉					
.....					

表D.4 各阶段收集数据项及要求

生命周期阶段	包含的过程	数据种类	数据要求
原辅材料获取过程	天然原料开采和加工过程：如白云石、菱镁矿、石英、镁橄榄石等天然原料开采和加工过程的能源、资源、耗材投入以及各类排放等数据	白云石、菱镁矿、石英、镁橄榄石等产品碳足迹因子	初级数据或次级数据,根据数据获取实际情况收集
	合成原料生产过程：如合成尖晶石质原料、镁白云石、烧结莫来石等的生产过程	合成尖晶石质原料、镁白云石、烧结莫来石等产品碳足迹因子	初级数据或次级数据,根据数据获取实际情况收集
	二次原料的获取和加工过程：如废镁碳砖回收在处理过程	废镁碳砖等碳足迹因子	初级数据或次级数据,根据数据获取实际情况收集
	能源和能源介质生产过程：如煤炭、焦炭、柴油、重油、液化石油气、天然气、电力等的生产过程	煤炭、焦炭、柴油、重油、液化石油气、天然气、电力等的碳足迹因子	初级数据或次级数据,根据数据获取实际情况收集
	辅助材料及耗材的生产过程：如干燥剂、酚醛树脂、钢丸砂等的生产	干燥剂、酚醛树脂、钢丸砂等的碳足迹因子	初级数据或次级数据,根据数据获取实际情况收集

	过程		况收集
	原料、辅料、能源等从生产地到耐火材料生产企业的运输过程	运输方式、运输距离	初级数据
		不同运输方式的碳足迹因子	初级数据或次级数据,根据数据获取实际情况收集
产品生产阶段	产品生产系统和辅助生产系统包含的过程	原材料、辅助材料的消耗量	初级数据
		能源及能源介质的消耗量如电力、天然气、液化石油气、煤气、柴油、重油、煤炭、焦炭	初级数据
		废气、废水、固废的排放量	初级数据
		耐材制品的产出量以及合格率(如需要)	初级数据
		共生产品的产出量	初级数据
		直接二氧化碳排放量:化石燃料燃烧,如天然气、液化石油气、煤气、柴油、重油、煤炭、焦炭等	初级数据
		含有机物的废气燃烧产生的二氧化碳排放量	初级数据
	直接二氧化碳排放量:碳酸盐的分解、含碳原料(如煤矸石类矿物原料、有机结合剂等)氧化产生的二氧化碳排放量	初级数据	
碳捕集、利用和封存过程	烟气中捕捉的二氧化碳总量	初级数据	

附录 E

(资料性)

全球增温潜势

在计算用于GHG全球增温潜势值时，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 ₂ O	273
三氟化氮	NF ₃	17400
氢氟碳化物 (HFCs)		
HFC-23	CHF ₃	14600
HFC-32	CH ₂ F ₂	771
HFC-41	CH ₃ F	135
HFC-125	C ₂ HF ₅	3740
HFC-134	CHF ₂ CHF ₂	1260
HFC-134a	C ₂ H ₂ F ₄	1530
HFC-143	CH ₂ FCHF ₂	364
HFC-143a	CH ₃ CF ₃	5810
HFC-152a	C ₂ H ₄ F ₂	164
HFC-227ea	C ₃ HF ₇	3600
HFC-236fa	C ₃ H ₂ F 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 ₂ F ₆	12400
全氟丙烷	C ₃ F ₈	9290
全氟丁烷	C ₄ F ₁₀	10000
全氟环丁烷	C ₄ F ₈	10200
全氟戊烷	C ₅ F ₁₂	9220
全氟己烷	C ₆ F 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)
产品碳足迹报告 (模板)

产品碳足迹报告

产品名称： _____

产品规格等级： _____

声明单位： _____

生产单位： _____

评价机构： _____

报告主体： _____ (盖章)

评价机构 (如有)： _____ (盖章)

日期： 年 月 日

一、基本情况

1.1 生产者信息

生产者名称：_____

社会信用代码：_____

地 址：_____

法定代表人：_____

授权人（联系人）：_____

联系电话：_____

电子邮箱：_____

企业概况：_____

1.2 产品信息

产品名称：_____

规格及等级：_____

产品介绍：_____

产品图片：_____

1.3 量化方法

依据标准：_____

二、量化目的

三、量化范围

3.1 声明单位

以_____为声明单位

3.2 系统边界

对_____碳足迹的计算涵盖了原辅料获取阶段和产品生产阶段，属于“从摇篮到大门”模式。据此建立系统边界图，如图F.1：

图 F.1 XXX产品碳足迹量化系统边界图

3.3 取舍准则

采用的取舍准则以_____为依据，具体规则如下：

3.4 时间范围

_____年度

四、清单分析

4.1 数据说明

初级数据：

次级数据：

软件与数据库：

4.2 分配原则与程序

分配依据：

分配程序：

具体分配情况如下：

4.3 清单计算及结果

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	温室气体量 (kg/声明单位)
原辅料获取	电力		
		
	直接温室气体排放		
产品生产			

4.4 数据质量评价

数据质量评估的目的是判断计算结果和结论的可信度，并指出提高数据质量的关键因素。本评价数据质量可从定性和定量两个方面进行管控和评估，具体评价内容包括：来源可靠性、数据代表性（时间、地理、技术）、样本完整性（说明缺失数据处理方案）。

五、影响评价

5.1 特征化因子的选择

一般选择政府间气候变化专门委员会（IPCC）最新给出的100年全球变暖潜势（GWP）。

5.2 产品碳足迹结果计算

针对生命周期各阶段，逐个单元进行计算并汇总。

六、结果解释

6.1 结果说明

___XXX___（每声明单位的产品）从___（填写某生命周期阶段）到___XXX___（填写某生命周期阶段）生命周期碳足迹为___kgCO₂e。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 ___ “摇篮-大门” 碳排放情况

产品	生命周期阶段	碳足迹 (kg CO ₂ e/t 声明单位)	百分比 (%)

注：具体产品生命周期阶段碳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碳排放情况。

图F.2 XX各生命周期阶段碳排放分布图

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。

6.3 改进建议

参考文献

- [1] GB/T 24040-2008 环境管理 生命周期评价原则与框架
- [2] The World Refractories Association. Methodology for calculating the Product Carbon Footprint of Refractory Products: [S]. Rue Belliard 12 - 1040 Brussels., 2024.12.18
- [3] 莫华, 张天柱. 生命周期清单分析的数据质量评价[J]. 环境科学研究, 2003, (05):55-58., 2003, (05):55-58. DOI:10.13198/j.res.2003.05.57.moh.015.
- [4] T/ACRI 0036-2021 耐火材料生产企业温室气体排放核算方法和报告
- [5] T/CNIA 0260-2024 温室气体 产品碳足迹量化方法与要求 锌锭