

ICS 91.100.60

CCS F 02

DB 21

辽 宁 省 地 方 标 准

DB 21/T XXXX—2025

温室气体 产品碳足迹量化方法与要求
菱镁耐火制品

（征求意见稿）

2025 - XX - XX 发布

2025 - XX - XX 实施

辽宁省市场监督管理局 发 布

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。

本文件由辽宁省市场监督管理局提出并归口。

本文件主要起草单位：中国质量认证中心有限公司沈阳分公司、____、____、____、____。

本文件主要起草人：____、____、____、____。

本文件发布实施后，任何单位和个人如有问题和意见建议，均可以通过来电和来函等方式进行反馈，我们将及时答复并认真处理，根据实际情况依法进行评估及复审。

归口单位通讯地址：辽宁省市场监督管理局，辽宁省沈阳市皇姑区崇山中路55号，024-96315-1-3715。

文件起草单位通讯地址：中国质量认证中心有限公司沈阳分公司（沈阳市沈河区青年北大街51号银河国际A座23层），联系电话：024-31060576-8305。

温室气体 产品碳足迹量化方法与要求 菱镁耐火制品

1 范围

本文件规定了菱镁耐火制品碳足迹量化原则、量化范围、数据收集与处理、量化方法、结果解释、报告的技术内容。

本文件适用于菱镁耐火制品碳足迹量化。

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 213 煤的发热量测定方法
- GB/T 8984 气体中一氧化碳、二氧化碳和碳氢化合物的测定 气相色谱法
- GB/T 10410 人工煤气和液化石油气常量组分气相色谱分析法
- GB/T 12208 人工煤气组分与杂质含量测定方法
- GB/T 13610 天然气的组成分析 气相色谱法
- GB/T 17167 用能单位能源计量器具配备和管理通则
- 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 18930 耐火材料术语

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

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、波长在红外光谱内的辐射的气态成分。

注：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（HFC_s）、全氟碳化物（PFC_s）、六氟化硫（SF₆）和三氟化氮（NF₃）。

[来源：GB/T 32150-2015，3.1，有修改]

3.2

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 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。

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 24067-2024，3.1.2]

3.3

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]

3.4

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影响与等量二氧化碳辐射强迫影响相关联的系数。

[来源：GB/T 24067-2024，3.2.4]

3.5

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]

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 24067-2024，3.3.8]

3.7

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。

[来源：GB/T 24067-2024，3.4.2]

3.8

生命周期评价 life cycle assessment: LCA

一个产品系统在其整个生命周期内的输入、输出和潜在环境影响的汇编与评估。

[来源：GB/T 24067-2024，3.4.3]

3.9

初级数据 primary data

通过直接测量或基于直接测量的计算而得到的过程或活动的量化值。

[来源：GB/T 24067-2024，3.6.1]

3.10

现场数据 site-specific data

从产品系统内部获得的初级数据。

[来源：GB/T 24067-2024，3.6.2]

3.11

次级数据 secondary data

不符合初级数据要求的数据。

[来源： GB/T 24067-2024, 3.6.3]

3.12

活动数据 activity data

导致温室气体排放的生产或消费活动量的表征值。

注： 如各种化石燃料的消耗量、原材料的使用量等。

[来源： GB/T 32150-2015, 3.12, 有修改]

3.13

排放因子 emission factor

表征单位生产或消费活动量的温室气体排放的系数。

[来源： GB/T 32150-2015, 3.13]

3.14

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 32150-2015, 3.7]

3.15

过程排放 process emission

在生产、废弃物处理处置等过程中除燃料燃烧之外的物理或化学变化造成的温室气体排放。

[来源： GB/T 32150-2015, 3.8]

3.16

镁质耐火制品 magnesia refractory

氧化镁含量（质量分数）大于80%的耐火材料。

3.17

镁碳质耐火材料 magnesia carbon refractory

残碳量在7%~50%（质量分数）以镁砂为主要组分的耐火材料。

3.18

镁铬质耐火材料 magnesia chromite refractory

由镁砂和铬铁矿制成的且以氧化镁为主要成分的耐火材料。

3.19

镁白云石耐火材料 magnesia doloma refractory

由镁砂和白云石熟料制成的且以氧化镁为主要成分的耐火材料。

3.20

镁尖晶石耐火材料 magnesia spinel refractory

主要是由镁砂和氧化镁含量（质量分数）大于或等于20 %的尖晶石组成的耐火材料。

4 量化原则

4.1 相关性

量化应与产品的实际生命周期过程相关，确保所选取的数据和活动能准确反映产品对温室气体排放的影响。

4.2 完整性

应涵盖产品从原材料获取到生命末期处理的整个生命周期内所有显著的温室气体排放源，不遗漏重要的排放环节。

4.3 一致性

在整个量化过程中，数据收集方法、计算方法、系统边界等应保持一致，以便于不同产品或不同时期的碳足迹结果具有可比性。

4.4 统一性

遵循统一的量化方法和标准，确保行业内不同企业对菱镁耐火制品碳足迹的量化具有一致性。

4.5 准确性

数据收集应尽可能准确，采用可靠的数据源和合理的估算方法，减少不确定性，以提高碳足迹量化结果的可信度。

4.6 透明性

对量化过程中使用的数据来源、假设条件、计算方法等应进行清晰说明，使结果可追溯和验证。

5 量化范围

5.1 生命周期阶段

5.1.1 原材料获取阶段（A）

原料获取阶段（A），从自然界菱镁矿开采开始，在菱镁矿产品到达菱镁制品工厂时终止，包括：

- a) 原料获取（A1）：菱镁石、白云石、粘土、硅石等原料的开采、加工或生产过程；
- b) 原料运输（A2）：将原料从产地运输到菱镁制品工厂的过程。

5.1.2 生产阶段（B）

产品生产阶段（B），从原料运输至菱镁制品工厂，在产品生产完成时终止，包括：

- a) 产品制造（B1）：原料及菱镁制品的制造过程，菱镁原料及菱镁制品制造使用能源（如：煤、天然气、重油、柴油、汽油、电力、蒸汽等）的开采、加工或生产、运输、燃烧过程，菱镁原料及菱镁制品制造产生的污染物治理及固体废物处理过程；
- b) 厂内运输（B2）：原料、能源、产品、固体废物等在工厂内部的运输过程。

菱镁耐火制品产品碳足迹评价的系统边界图见图 1。

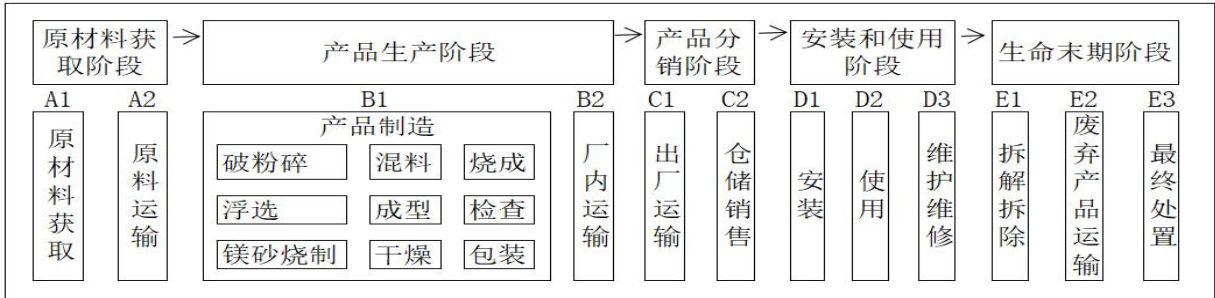


图 1 菱镁耐火制品碳足迹评价的系统边界图

5.1.3 产品分销阶段（C）

从最终产品离开菱镁耐火制品工厂开始，到下游经销商或消费者获得产品时终止，包括：

- a) 出厂运输（C1）：产品出厂后运输至交付地点；
- b) 仓储/销售（C2）：产品中间储存、中转、销售过程。

5.1.4 使用阶段（D）

从下游经销商或消费者获得产品开始，到产品或产品所在系统废弃后终止，包括：

- a) 产品安装（D1）：将产品安装到工程的过程；
- b) 产品使用（D2）：已安装产品的使用或应用过程，菱镁耐火制品通常不涉及此过程；
- c) 产品维护/维修（D3）：预防性且定期性的维护活动，菱镁耐火制品通常不涉及维护/维修。

5.1.5 生命末期处理阶段（E）

生命末期阶段（E），从产品废弃后拆除开始、运输到回收处理或处置地点，到产品回归到自然或经过处置分配到另一个产品系统终止，可考虑废弃产品再生循环或能量回收带来的碳减排效益，包括：

- a) 拆解/拆除（E1）：产品从工程中拆除或拆解、筛分；
- b) 废弃产品运输（E2）：将废弃产品运输到回收利用或处置场地；
- c) 最终处置（E3）：依据相关要求进行废弃产品处置，包括再生循环、填埋及相关预处理过程，利用废弃产品进行再生循环、能量回收等过程。

5.2 功能单位

菱镁耐火制品的碳足迹量化，应使用功能单位。功能单位应涵盖以下信息：

- 单位数量产品的计量，菱镁耐火制品的量化单位为1吨（t）；
- 产品名称、牌号、主要性能指标或规格参数（如菱镁耐火制品的理化指标、力学性能、热学性能等）；
- 预期用途。

5.3 地理边界

应明确数据收集的地理范围，例如原材料开采地、生产厂所在地、运输路线涉及的区域等。

6 数据收集与处理

6.1 数据收集

6.1.1 数据来源

6.1.1.1 优先使用企业内部的实测数据，如能源消耗计量数据、原材料使用记录等。当内部数据不可得时，可采用行业平均数据、公开数据库数据或通过模型估算的数据，但应说明数据来源和可靠性。

6.1.1.2 化石燃料消耗量可采用生产系统记录的计量数据，也可采用购销存台账和结算凭证中的统计数据。

6.1.1.3 元素碳含量优先采用实测数据，未开展元素碳含量实测或元素碳含量实测不符合国家标准规定的，单位热值含碳量采用各燃料品种对应的缺省值。元素碳含量和低位发热量也可自行检测、委托检测或由供应商提供。

6.1.1.4 低位发热量优先采用实测数据，无实测数据时采用规定的各燃料品种对应的缺省值。

- 6.1.1.5 固体燃料、液体燃料和气体燃料的碳氧化率采用各燃料品种对应的缺省值。
- 6.1.1.6 热量数据可采用直接计量的热量数据、购销存台账中的消耗量数据、结算凭证上的数据。热力排放因子采用缺省值。
- 6.1.1.7 电量可采用根据电表记录的统计数据、电费结算凭证上的数据。电力供应的二氧化碳排放因子采用国家最新发布的数值。

所属阶段	数据种类	数据类型
原料获取阶段 (A)	主要原料获取的温室气体排放因子	宜使用现场数据
	次要原料获取的温室气体排放因子	宜使用现场数据
	主要原料与次要原料的运输量、运输距离、运输方式	应使用现场数据
	不同运输方式的温室气体排放因子	可使用次级数据
	主要原料获取的温室气体排放因子	宜使用现场数据
产品生产阶段 (B)	主要原料和次要原料的消耗量	应使用现场数据
	主要原料和次要原料的成分	宜使用现场数据
	煤、天然气、燃料油、柴油、汽油、电力、蒸汽等能源（含厂内运输）的消耗量	应使用现场数据
	煤、天然气、燃料油、柴油、汽油、电力、蒸汽等能源和物料获取的温室气体排放因子	可使用次级数据
	煤、天然气、燃料油、柴油、汽油、电力、蒸汽等能源和物料的运输量、运输距离、运输方式	应使用现场数据
	不同运输方式的温室气体排放因子	可使用次级数据
	煤、天然气、燃料油、柴油、汽油、电力、蒸汽等能源燃烧过程的温室气体排放因子	可使用次级数据
	污染物、固体废物的产生量、处置方式	应使用现场数据
	污染物、固体废物处置方式对应的温室气体排放因子	可使用次级数据
产品分销阶段 (C)	产品运输至下游经销商或消费者所在地的运输量、运输距离、运输方式	宜使用现场数据
	不同运输方式的温室气体排放因子	可使用次级数据
	产品分销阶段所用能源和物料的消耗量	宜使用现场数据
	产品分销过程所用能源获取的温室气体排放因子	可使用次级数据
安装和使用阶段 (D)	安装、使用、维护、运行所用能源与物料的消耗量	可使用次级数据
	安装和使用阶段所用能源和物料获取的温室气体排放因子	可使用次级数据
生命末期阶段 (E)	拆除/拆解过程能源的消耗量	可使用次级数据
	拆除/拆解过程能源获取的温室气体排放因子	可使用次级数据
	产品回收运输至回收处理/处置地的运输量、运输距离、运输方式	可使用次级数据
	不同运输方式的温室气体排放因子	可使用次级数据
	填埋等处置方式的处置量	可使用次级数据
	填埋等处置方式的排放因子	可使用次级数据
	再生产品的循环量、循环方式及其温室气体排放因子	可使用次级数据

6.1.2 数据质量

确保数据的准确性、完整性和一致性。对数据进行审核和验证，检查数据是否存在异常值或缺失值。对于可疑数据，应进行调查和修正。

6.1.3 数据时间范围

数据应反映产品近期的生产和运营情况，一般采集企业一个自然年或连续 12 个月内的生产统计数据。如产品生产工艺或原材料来源发生重大变化，应重新收集相关数据。

6.2 数据处理

6.2.1 数据分类

将收集到的数据按照生命周期阶段、温室气体种类、地理区域等进行分类整理，便于后续的计算和分析。

6.2.2 数据分配

当一个过程或活动涉及多种产品或功能时，应采用合理的方法将该过程的温室气体排放分配到不同的产品或功能上。分配方法可基于质量、能量、经济价值等因素，且应在报告中明确说明。

在系统边界设置或数据采集时，若发现至少有一个单元过程的输入和输出包含多个产品，则需要分配。

分配的原则如下：

- a) 优先采集细分单元过程数据避免分配，如优先采集各设施不同工艺参数、各时间段数据；
- b) 若数据分配无法避免，则优先使用物理关系参数分配法，如产品产量；
- c) 若物理关系参数分配法不可行，则可采用经济价值分配法；
- d) 使用的利废原料来自于本产品系统（如回收采购方用后菱镁耐火制品破碎、筛分处理后回用于耐火制品生产），温室气体排放因子按 0 计算；使用的利废原料来自于不同产品系统，温室气体排放因子应依据上游产品系统边界的分配原则计算；
- e) 对于闭环里循环使用的共生产品，不需要分配；
- f) 评价过程中涉及分配方法应在产品碳足迹报告中予以明确说明。

6.2.3 数据取舍准则

所涉及的物质数据的取舍应遵循如下准则：

- a) 所有的能源输入均需列出，包括使用的含能废弃物；
- b) 应列出主要的原料及辅料输入，若符合 c) 和 d) 要求则可忽略；
- c) 忽略的单项物质流或单元过程对产品碳足迹的贡献均不得超过 1%，如生产设备维修耗材等；
- d) 所有忽略的物质流与单元过程对产品碳足迹贡献总和不超过 5%，且应在产品碳足迹报告中予以说明。
- e) 道路与厂房等基础设施的建设、各工序设备的制造、厂区内人员及生活设施的消耗和排放，均可忽略。

6.3 数据监测

6.3.1 与二氧化碳排放统计相关的计量监测衡器、电能表、流量计、温度仪表、压力仪表等能源计量器具的准确度等级应符合 GB/T 17167 有关规定，计量器具应确保在有效的检验周期内。

6.3.2 气体燃料组分测定执行 GB/T 13610、GB/T 8984、GB/T 12208 和 GB/T 10410 有关规定。

6.3.3 固体燃料低位发热量的测定执行 GB/T 213 有关规定。

7 量化方法

7.1 计算方法

7.1.1 在数据收集与确认完成后，将现场数据和非现场数据折算为统一的功能单位，进行产品碳足迹核算，计算方法见公式（1）：

$$CFP_{GHG} = \sum_{i=1}^n (GWP_i \times CFP_i) \dots\dots\dots (1)$$

式中：

CFP_{GHG} —— 产品碳足迹或产品部分碳足迹，单位为千克二氧化碳当量每功能单位（ $\text{kgCO}_2\text{e}/\text{功能单位}$ ）；

CFP_i —— 每功能单位系统边界内第*i*类温室气体排放总量，单位为千克（ kg ），计算方法见公式（2）；

GWP_i —— 第*i*类温室气体的GWP值，采用IPCC给出的100年GWP值，见附录E。

$$CFP_i = CFP_{A,i} + CFP_{B,i} + CFP_{C,i} + CFP_{D,i} + CFP_{E,i} \dots\dots\dots (2)$$

式中：

$CFP_{A,i}$ —— 每功能单位在原料获取阶段的第*i*类温室气体排放量，单位为千克（ kg ），计算方法见公式（3）；

$CFP_{B,i}$ —— 每功能单位在生产阶段的第*i*类温室气体排放量，单位为千克（ kg ），计算方法见公式（4）；

$CFP_{C,i}$ —— 每功能单位在分销阶段的第*i*类温室气体排放量，单位为千克（ kg ），计算方法见公式（5）；

$CFP_{D,i}$ —— 每功能单位在安装和使用阶段的第*i*类温室气体排放量，单位为千克（ kg ），计算方法见公式（6）；

$CFP_{E,i}$ —— 每功能单位在生命末期阶段的第*i*类温室气体排放量，单位为千克（ kg ）计算方法见公式（7）。

7.1.2 原材料总排放(A)

每功能单位在原料获取阶段的第*i*类温室气体排放量按公式（3） 计算：

$$CFP_{A,i} = \sum (M_{A,i} \times CEF_{A,i,j}) + \sum (M_{A,j,k} \times D_{A,j,k} \times TEF_{i,k}) \dots\dots\dots (3)$$

式中：

$M_{A,i}$ —— 每功能单位第*i*种原料的消耗量，单位视原料种类而定；

$CEF_{A,i,j}$ —— 第*i*种原料的第*j*种温室气体排放因子，单位视原料种类而定；

$M_{A,j,k}$ —— 每功能单位第*j*种原料第*k*种运输方式的运输量，单位视原料种类而定；

$D_{A,j,k}$ —— 第*j*种原料第*k*种运输方式的运输距离，单位为千米（ km ）；

$TEF_{i,k}$ —— 第*k*种运输方式的第*i*种温室气体排放因子，单位为千克每吨每千米 [$\text{kg}/(\text{t} \cdot \text{km})$]。

7.1.3 生产过程排放(B)

7.1.3.1 菱镁耐火制品的产品生产阶段温室气体排放包括生产消耗能源的获取、运输和燃烧，原料中碳酸盐分解排放，含碳原料或添加剂氧化排放，以及污染物和废弃物的处置，每功能单位在生产阶段的第*i*类温室气体排放量按公式（4） 计算：

$$CFP_{B,i} = \sum(M_{B,j} \times CEF_{B,i,j}) + \sum(M_{B,j,k} \times D_{B,j,k} \times TEF_{i,k}) + \sum(FC_{B,j,k} \times NCV_{B,j,k} \times EF_{B,j,i,k}) + \sum(M_{A,j} \times PR_{j,l} \times REF_l \times F_l) + \sum(M_{c,m} \times PC_{c,m} \times \rho_{c,m} \times 44/12) \dots\dots\dots (4)$$

式中:

$M_{B,j}$ —— 每功能单位产品生产阶段第j种燃料的消耗量, 单位视燃料种类而定;

$CEF_{B,i,j}$ —— 第j种燃料获取的第i种温室气体排放因子, 单位视燃料种类而定;

$M_{B,j,k}$ —— 每功能单位产品生产阶段第j种燃料第k种运输方式的运输量, 单位视燃料种类而定;

$D_{B,j,k}$ —— 第j种燃料第k种运输方式的运输距离, 单位为千米(km);

$FC_{B,j,k}$ —— 每功能单位第j种化石燃料的第k种燃烧方式对应的消耗量, 单位视燃料种类而定;

$NCV_{B,j,k}$ —— 第j种化石燃料的低位发热量, 单位视燃料种类而定;

$EF_{B,j,i,k}$ —— 第j种化石燃料的第k种燃烧方式对应的第i种温室气体排放因子, 单位为千克每吉焦(kg/GJ);

$PR_{j,l}$ —— 第j种原料中第l种碳酸盐的质量分数, %;

REF_l —— 第l种碳酸盐的二氧化碳排放因子, 单位为千克每千克(kg/kg);

F_l —— 第l种碳酸盐的利用率, %。如缺少测量数据, 可按照 100%计算;

$M_{c,m}$ —— 每功能单位产品第 m 中含碳原料或添加剂的消耗量, 单位为千克(kg);

$PC_{c,m}$ —— 第m种含碳原料或添加剂的利用率, %。如缺少测量数据, 可按照 100%计算;

$\rho_{c,m}$ —— 第m种含碳原料或添加剂中含碳的质量分数, %。

注1: 燃烧方式包括固定源燃烧和移动源燃烧。

注2: 生物质燃料燃烧的CO₂排放为0。

7.1.4 产品分销阶段(C)

每功能单位在分销阶段的第i类温室气体排放量按公式(5)计算:

$$CFP_{C,i} = \sum(M_{C1,k} \times D_{C,k} \times TEF_{i,k}) + \sum(M_{C2,j} \times CEF_{C,i,k}) + \sum(M_{C3,j,k} \times D_{C,j,k} \times TEF_{i,k}) \dots\dots\dots (5)$$

式中:

$M_{C1,k}$ —— 每功能单位分销阶段第 k 种运输方式产品运输量, 单位为吨(t);

$D_{C,k}$ —— 每功能单位分销阶段产品第 k 种运输方式的运输距离, 单位为千米(km)。

$M_{C2,j}$ —— 每功能单位分销阶段第 j 种能源的消耗量, 单位视能源种类而定;

$CEF_{C,i,k}$ —— 第 j 种能源获取的第 i 种温室气体排放因子, 单位视能源种类而定;

$M_{C3,j,k}$ —— 每功能单位分销阶段第 j 种能源和物料第 k 种运输方式的运输量, 单位视能源和物料种类而定;

$D_{C,j,k}$ —— 第j种能源和物料第k种运输方式的运输距离, 单位为千米(km)。

7.1.5 安装和使用阶段(D)

每功能单位在安装和使用阶段的第i类温室气体排放量按公式(6)计算。

$$CFP_{D,i} = \sum(M_{D,i} \times CEF_{D,i,j}) + \sum(M_{D,j,k} \times D_{D,j,k} \times TEF_{i,k}) \dots\dots\dots (6)$$

式中:

$M_{D,i}$ —— 每功能单位第i种原料的消耗量, 单位视原料种类而定;

- $CEF_{D,i,j}$ —— 第*i*种原料的第*i*种温室气体排放因子，单位视原料种类而定。
- $M_{D,j,k}$ —— 每功能单位第*j*种原料第*k*种运输方式的运输量，单位视原料种类而定；
- $D_{D,j,k}$ —— 第*j*种原料第*k*种运输方式的运输距离，单位为千米（km）；
- $TEF_{i,k}$ —— 第*k*种运输方式的第*i*种温室气体排放因子，单位为千克每吨每千米[kg/(t·km)]。

7.1.6 生命末期阶段（E）

产品生命末期包括拆除后以焚烧、填埋和（或）循环等方式处置，每功能单位在生命末期阶段的第*i*类温室气体排放量按公式（7）计算：

$$CFP_{E,i} = \sum(M_{E1,j} \times CEF_{E1,i,j}) + \sum(M_{E2,j,k} \times D_{E2,j,k} \times TEF_{i,k}) + \sum(M_{E3,j} \times D_{C,j,k} \times CEF_{E3,i,j}) \dots\dots\dots (7)$$

式中：

- $M_{E1,j}$ —— 每功能单位生命末期拆除阶段第*j*种能源的消耗量，单位视能源种类而定；
- $CEF_{E1,i,j}$ —— 第*j*种能源和物料获取的第*i*种温室气体排放因子，单位视能源种类而定；
- $M_{E2,j,k}$ —— 每功能单位生命末期拆除阶段第*j*种能源和物料第*k*种运输方式的运输量，单位视能源种类而定；
- $D_{E2,j,k}$ —— 第*j*种能源第*k*种运输方式的运输距离，单位为千米（km）；
- $M_{E3,j}$ —— 每功能单位生命末期第*j*种方式（包含填埋和循环方式）处置量，单位为吨（t）；
- $CEF_{E3,i,j}$ —— 第*j*种处置方式的第*i*种温室气体排放因子，单位为千克每吨（kg/t）。

7.2 不确定性分析

应对量化结果进行不确定性分析，评估数据质量、计算方法、假设条件等因素对结果的影响。

8 结果解释

8.1 解释步骤

菱镁耐火制品碳足迹的生命周期结果解释应包括以下步骤：

- 根据生命周期清单分析和生命周期影响评价的菱镁耐火制品碳足迹的量化结果，识别显著环节（可包括生命周期阶段、单元过程）；
- 完整性、一致性和敏感性分析的评估；
- 结论、局限性和建议的编制。

8.2 解释内容

8.2.1 应根据菱镁耐火制品碳足迹研究的目的是范围进行结果解释，解释应包括以下内容：

- 说明菱镁耐火制品碳足迹；
- 分析不确定性，包括取舍准则的应用或范围；
- 详细记录选定的分配程序；
- 说明菱镁耐火制品碳足迹研究的局限性。

8.2.2 结果解释宜包括以下内容：

- 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；

- b) 评估替代使用情景对最终结果的影响评价；
- c) 评估不同生命末期阶段情景对最终结果的影响评价；
- d) 评估建议对结果的影响。

9 报告

9.1 报告内容

9.1.1 基本信息

产品名称、型号、功能单位、生产企业名称、报告日期等。

9.1.2 量化目标与范围

明确量化的目的、系统边界、生命周期阶段、温室气体种类和地理边界等。

9.1.3 数据来源与处理

说明数据的来源、收集方法、数据质量控制措施、数据分配方法和取舍准则等。

9.1.4 量化结果

各生命周期阶段的温室气体排放量、总碳足迹、不确定性分析结果等。

9.1.5 结果分析与建议

对量化结果进行分析，提出降低产品碳足迹的建议和措施，如改进生产工艺、优化运输方案、加强回收利用等。

9.1.6 其他信息

包括报告编制过程中遵循的标准和规范、参考文献、声明等。

9.2 报告格式

报告应采用清晰、易读的格式，可参考附录 A 提供的模板进行编制。报告中的图表应准确、规范，并配有相应的说明。

附 录 A
(资料性)
菱镁耐火制品碳足迹报告模版

菱镁耐火制品碳足迹报告模版如下：

菱镁耐火制品碳足迹报告

(报告编号:)

产 品 名 称 :

产品规格型号:

生产企业名称:

报告编制人员:

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:

统一社会信用代码 :

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:

生产工艺流程 :

3、量化方法

依 据 标 准:

二、量化目的

三、量化范围

1、声明单位

以_____为声明单位。

2、系统边界

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

图 1 XX 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、数据来源声明

初 级 数 据：_____

次 级 数 据：_____

2、分配原则与程序

分 配 依 据：_____

初 级 程 序：_____

具体分配情况如下：_____

3、清算结果及计算

生命周期各个阶段碳排放计算说明见表 1。

表1 菱镁耐火制品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 ₂ e/声明单位）
原材料获取				
产品生产阶段				
产品分 销阶段	运输			
	仓储			
安装和使用阶段				
生命末期阶段				

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、完整性、数据代表性(时间、地理、技术)和准确性。

五、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

六、结果解释

1、结果说明

_____公司（填写产品生产者的全名）生产的_____（填写所评价的产品名称，每声明单位的产品），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kgCO₂e。各生命周期阶段的温室气体排放情况如表 2 和图 2 所示。

表2 生命周期各阶段碳排放情况

生命周期阶段	碳足迹（kgCO ₂ e/声明单位）	百分比%
原料获取阶段（A）		
产品生产阶段（B）		
产品分销阶段（C）		
安装和使用阶段（D）		
生命末期阶段（E）		
总计		

图2 XX制品各生命周期阶段碳排放分布图

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。

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

	能源消耗种类		能源消耗量	
安装和使用阶段（D）				
安装 过程	物料消耗种类		物料消耗量	
	能源消耗种类		能源消耗量	
	污染物排放种类		污染物排放量	
使用 过程	预期使用寿命		产品主要性能 指标	
维 护 、 维 修 过 程	物料消耗种类		物料消耗量	
	能源消耗种类		能源消耗量	
	温室气体直接排放量			
生命末期阶段（E）				
拆解/拆 卸过程	物料消耗种类		物料消耗量	
	能源消耗种类		能源消耗量	
	温室气体直接排放量			
运输 过程				
废弃 过程				
回收处 理过程	物料消耗种类		物料消耗量	
	能源消耗种类		能源消耗量	
	温室气体直接排放量			

附 录 C
(资料性)
次级数据采集信息

次级数据采集信息见表 C。

表 C 次级数据采集表

次级数据		数据来源	数据获取方式	时间代表性	地理代表性	技术代表性
资源						
能源	煤					
	天然气					
	燃料油					
	柴油、汽油					
	电力					
	热力					
	其他					
运输	公路运输					
	铁路运输					
	水路运输					

附 录 D
(资料性)
数据质量评价方法

D.1 数据质量评价体系（见表 D.1）包括数据来源可靠性、数据完整性、时间相关性、地理相关性与技术相关性 5 项评价指标。每项指标中用 5 分制来表征数据质量，其中 1 表示数据质量最好，5 表示数据质量最差。

表 D.1 数据质量评价体系表

数据质量 评价指标	分值				
	1	2	3	4	5
数据来源 可靠性	基于现场调查或测量的原始数据，并被验证过其合理性。	基于现场调查或测量的原始数据但未被验证过其合理性；或基于计算的数据，并被验证过其合理性	基于计算的数据但未被验证过其合理性；或基于估算的数据，但被验证过其合理性	基于估算的数据，虽未被验证过其合理性，但由合适的人（如行业专家）完成并进行了文件记录	基于估算的数据，未被验证过其合理性且无文件记录
完整性	所有的流都被记录；整个过程包括了全部的过程数据，或者过程以非常详细的形式建模。若完全满足相关标准中所要求的取舍准则，也可被认为是非常好的完整性。	所有相关的流都被记录；基本上满足相关标准中所要求的取舍准则	部分相关的流被记录	很多相关的流都未被记录	没有关于完整性的文档记录
时间 相关性	≤1 年	>1 年~5 年	>5 年~10 年	>10 年~15 年	>15 年或未知
地理 相关性	本区域数据	包含本区域的较大区域范围平均数据	类似生产条件的区域数据	稍微类似生产条件的区域数据	未知或生产条件完全不同的区域数据
技术 相关性	从生产链直接获得的数据	代表相同工艺、相同技术水平的数据	代表相同工艺，相近技术水平的数据	代表相同工艺，相近技术水平的数据	未知或不同工艺的数据

D.2 通过综合每项数据质量指标来表征输入输出数据的数据质量评价系数，数据质量评价系数按公式（D.1）计算：

$$R = \frac{1}{4n} \sum_{i=1}^n (q_i - \frac{1}{4}) \times 100 \dots\dots\dots (D.1)$$

式中：

R — 数据质量评价系数；

n — 评价指标数量， 本文件中 n 为 5；

q_i — 每个评价指标分值。

D.3 数据质量评价系数满足以下要求：

- a) 系统边界内某单元过程碳足迹量化结果占比超过 70%时， $R \leq 50$ ；
- b) 系统边界内某单元过程碳足迹量化结果占比在 20%~30%时， 则 $R \leq 75$ ；
- c) 系统边界内某单元过程碳足迹量化结果占比不超过 10%时， 使用可获得的数据即可。

附 录 E
(资料性)
GWP 参考值

温室气体全球变暖潜势见表 E.1。

表 E.1 部分 GHG 的 GWP

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
六氟化硫	SF ₆	25200
氢氟碳化合物 (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
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
全氟碳化合物 (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
注：部分GHG的GWP来源于IPCC《气候变化报告2021:自然科学基础第一工作组对 IPCC 第六次评估报告的贡献》。		

参 考 文 献

[1] GB/T 24067 温室气体 产品碳足迹 量化要求和指南
[2]
