

团 体 标 准

T/GDLC 025—2025

温室气体 产品碳足迹 量化方法与要求  
水泥

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

2025 - 05 - 30 发布

2025 - 06 - 01 实施

## 目 次

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 .....	2
5 量化范围 .....	3
6 数据要求 .....	3
7 量化方法 .....	5
8 结果解释 .....	7
9 报告编制 .....	7
10 声明标识 .....	8
附 录 A（资料性） 声明单位水泥产品碳足迹评价数据收集表示例 .....	9
附 录 B（资料性） 声明单位水泥产品碳足迹评价数据折算过程示例 .....	11
附 录 C（资料性） 全球变暖潜势参考值 .....	13
附 录 D（资料性） 外购熟料单位产品碳排放量参考值 .....	14
附 录 E（资料性） 常用化石燃料相关参数缺省值 .....	15
附 录 F（资料性） 熟料的过程排放因子及常用非碳酸盐替代原料的扣减系数 .....	16
附 录 G（资料性） 产品碳足迹报告（模板） .....	17
参 考 文 献 .....	21

## 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。

本文件由广东省环境科学研究院提出。

本文件由广东省低碳发展促进会归口。

本文件起草单位：广东省环境科学研究院、广东省环境科学学会、中国科学院广州能源研究所、广东省低碳发展促进会、广东省水泥行业协会、广东省能源研究会、广东信怡工程咨询有限公司、广东塔牌集团股份有限公司蕉岭分公司、梅州皇马水泥有限公司、蕉岭县龙腾旋窑水泥有限公司、广州市越堡水泥有限公司、广州市珠江水泥有限公司。

本文件主要起草人：许鸿伟、甘云霞、熊雪晖、罗钰、白如雪、廖程浩、张永波、邹耀、黄晓彬、郑晓鹏、蔡国田、蔡捷欢、成贝贝、谢燕君、李黎、许日昌、肖惠玉、牛麟、陈擎、卢睿霖、沈家龙、曾文豪、徐灵淼、符兆书、陈锐、谢召雄、傅传基、钟辉剑、李世界、李双喜、骆志永、韦彬、曹映松。

# 温室气体 产品碳足迹 量化方法与要求 水泥

## 1 范围

本文件规定了水泥产品碳足迹评价的量化目的和范围、数据要求、量化方法、结果解释、报告编制及声明标识。

本文件适用于水泥产品的碳足迹量化与评价。

## 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/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

ISO 14026 环境标签和声明 足迹信息沟通的原则、要求和指南 Environmental labels and declarations. Principles, requirements and guidelines for communication of footprint information

## 3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

### 3.1

**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温室气体消除量之和，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—2024，3.1.1]

### 3.2

**“从摇篮到大门”产品碳足迹** “from cradle to gate” carbon footprint of a product

原材料获取阶段到产品生产阶段的温室气体净排放量。

### 3.3

**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]

### 3.4

**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]

### 3.5

**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二氧化碳排放。

[来源：CETS—AG—02.01—V01，3.5]

### 3.6

#### 非碳酸盐替代原料 non-carbonate alternative raw material

在熟料生产中使用可较为显著减少过程排放的替代天然碳酸盐矿石原料的非碳酸盐原料,主要为工业废渣、经过高温煅烧的废渣或明确不含碳酸钙或碳酸镁的原料。

注:本指南中的非碳酸盐替代原料包括脱硫粉剂(氢氧化钙)、熟石灰、电石渣、镁渣、造纸白泥、氟化钙污泥、磷渣、钒钛渣、氮渣、飞灰、铁合金炉渣、脱硫石膏、磷石膏、钛石膏、氟石膏、硼石膏、模型石膏、柠檬酸渣、钢渣、镍渣、锰渣、锌渣、锡渣、市政污泥、铝渣、硫酸渣、铜渣、铅锌渣、粉煤灰、赤泥。

[来源: CETS—AG—02.01—V01, 3.10]

### 3.7

#### 替代燃料 alternative fuel

在熟料生产中被用作热源以替代传统化石燃料的可燃物。主要来源为城市固体废物、工业废物及副产物、生物质等,包括废油、废纺、废轮胎、废塑料、废橡胶、废溶剂、废皮革、废玻璃钢、炭黑、生活垃圾预处理可燃物、生物质燃料等。

[来源: CETS—AG—02.01—V01, 3.11]

### 3.8

#### 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评价范围之外所作的规定。

[来源: GB/T 24067—2024, 3.4.1]

### 3.9

#### 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]

### 3.10

#### 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。

注1:初级数据可来自所评价的产品系统或其他与所评价的产品系统具有可比性的产品系统。

注2:初级数据可包含温室气体排放因子和/或温室气体活动数据。

[来源: GB/T 24067—2024, 3.6.1]

### 3.11

#### 次级数据 secondary data

不符合初级数据要求的数据。

注1:次级数据可包括数据库和公开文献中的数据、国家清单中的缺省排放因子、计算数据、估计值或其他经主管部门验证的代表性数据。

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]

## 4 量化目的

### 4.1 应用意图

开展水泥产品碳足迹或产品部分碳足迹量化及报告工作,计算产品对全球变暖的潜在贡献[以二氧化碳当量(CO<sub>2e</sub>)表示],披露产品碳足迹信息;明确生命周期各阶段或单元过程对产品碳足迹的重要程度,为产品研发、技术改造、优化产品碳足迹或产品部分碳足迹和推动行业低碳发展提供评价方法及方向。

### 4.2 目标受众

包括原材料和能源供应上游、水泥生产企业以及下游行业的相关企事业单位、第三方服务机构、行业协会及政府管理部门等。

## 5 量化范围

### 5.1 声明单位

以1吨某强度等级水泥产品作为碳足迹评价的声明单位，如1吨P.O42.5水泥。

### 5.2 系统边界

单位某强度等级水泥产品“从摇篮到大门”的系统边界包括原材料获取、产品生产等阶段，如图1所示。其中，考虑水泥熟料的不同来源（全部生产、部分外购和全部外购）对水泥产品碳足迹量化的影响，若存在熟料外购情况，则将外购的水泥熟料视作原材料。

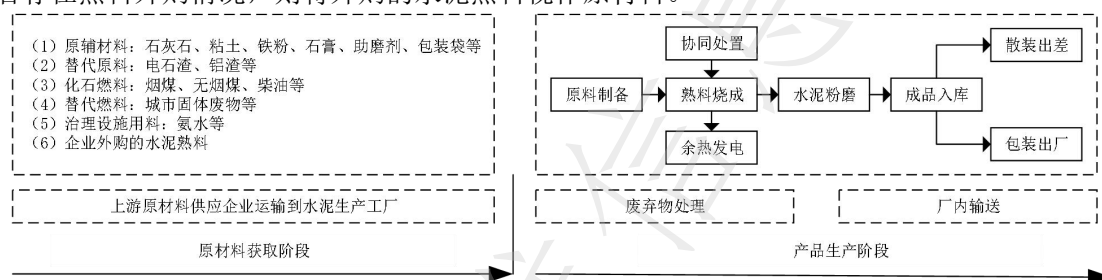


图1 系统边界

### 5.3 生命周期阶段说明

#### 5.3.1.1 原材料获取阶段

包括原辅材料、替代原料、化石燃料、替代燃料、治理设施用料、企业外购水泥熟料等原材料生产，以及从上游原材料供应企业运输到水泥生产工厂的单元过程。

#### 5.3.1.2 产品生产阶段

产品生产阶段，应包含以下单元过程：

- 原料制备：涵盖生料制备和煤粉制备等过程
- 熟料烧成：涵盖熟料煅烧、协同处置、余热发电等过程；
- 水泥粉磨：涵盖水泥粉磨、成品入库、包装出厂或散装出厂等过程；
- 厂内输送过程；
- 各阶段所产生的废弃物处理相关过程。

## 6 数据要求

### 6.1 数据质量

在收集单位某强度等级水泥产品碳足迹评价所需的初级数据和次级数据时，数据质量应考虑以下方面：

- 时间覆盖范围：应考虑收集最近一年的水泥产品原材料投入品的初级数据，应优先考虑收集最新的排放因子数据；
- 地理覆盖范围：应优先考虑收集生产活动所在的地理区域（如国家、区域）的数据，以及针对具有地理特性的产品的具体数据；
- 技术覆盖范围：应优先考虑符合产品生产技术水平的具体技术数据；
- 数据准确性：碳足迹量化计算应是准确的、可检验的且无重要遗漏的，尽可能减少偏差和不确定性；
- 数据完整性：所有对产品系统的碳足迹有重要贡献的温室气体排放和清除都包括在系统边界内；

- f) 数据一致性：评价中使用的数据在整个评价过程中都保持一致；
- h) 信息的不确定性。

## 6.2 初级数据

6.2.1 单位某强度等级水泥产品的“从摇篮到大门”产品碳足迹计算需要收集的初级数据包括：

- a) 原材料获取阶段：
  - 各类原材料的消耗量、主要成分、运输方式和运输加权距离。
- b) 产品生产阶段：
  - 化石燃料的消耗量和平均低位发热量；
  - 替代燃料的消耗量、平均低位发热量和非生物质碳的含量；
  - 各类电力消耗量，包括购入电网非化石电力和发自自用非化石电力等，除余热电力外；
  - 熟料的消耗量，及其氧化钙和氧化镁的含量；
  - 非碳酸盐替代原料的消耗量，及其氧化钙和氧化镁的含量；
  - 生料烧失量，以及生料中不以碳酸盐形式存在的氧化钙和氧化镁的含量。

6.2.2 应优先采用直接计量、检测获得的初级数据（涵盖原材料和能源消耗量、外购熟料量、非碳酸盐替代原料消耗量等），收集示例见附录 A；其次可采用初级数据折算获得的数据，折算过程示例见附录 B。对于收集的初级数据，应对其有效性进行检查，包括建立物料平衡和能量平衡等，以确保数据质量符合要求。

## 6.3 次级数据

6.3.1 单位某强度等级水泥产品“从摇篮到大门”的产品碳足迹计算需要收集的次级数据包括：

- a) 原材料获取阶段：
  - 各类原材料生产和运输方式的温室气体排放因子。
- b) 产品生产阶段：
  - 化石燃料的温室气体排放因子；
  - 替代燃料燃烧的单位热值温室气体排放因子；
  - 各类电力的碳足迹排放因子；
  - 熟料的过程排放因子；
  - 非碳酸盐替代原料对应的扣减系数。

6.3.2 用于核算“从摇篮到大门”碳足迹的温室气体排放因子应优先采用企业通过生命周期评价方法且经第三方专业机构验证获得的碳足迹因子；其次可采用国家正式公布的产品碳足迹因子或基于 GB/T 24040、GB/T 24044 等相关标准且经第三方专业机构验证的生命周期评价报告、碳足迹报告、文献、数据库中提供的基于我国实际的产品碳足迹因子参考值。

## 6.4 分配原则

一个单元过程分配前后的输入或输出总和应相等。当不同型号产品间存在分配时，应描述不同型号产品间共有的单元过程，给出相关数据的分配规则、分配步骤及其依据。对包含多个产品的系统进行分配应考虑以下方面：

- a) 单独计量各类产品的输入及输出数据，尽可能避免分配；
- b) 优先使用物理关系（如数量、质量、工时等）进行分配；
- c) 若无法建立物理关系，宜根据经济价值或其它关系进行分配，且应提供所使用分配关系的依据及计算说明。

## 6.5 取舍准则

产品碳足迹评价应该包括来自于系统边界内的所有单元过程。如某一单元生产过程的温室气体排放数据出于实际原因不可获取，可采用类似工艺的单元过程替代（系统边界扩展方法）。替代单元过程对产品碳足迹的累计贡献不得超过5%；如果找不到类似替代单元过程，可忽略的物料/能源输入为小于或等于总物料/能源输入的1%，对于稀贵成分的物料输入（例如含有贵金属的催化剂），可忽略的输入条件为小于或等于总物料输入的0.1%。

## 7 量化方法

### 7.1 产品碳足迹计算方法

单位某强度等级水泥产品“从摇篮到大门”的产品碳足迹计算方法如下：

$$CFP_{GHG} = \sum_i (GWP_i \times CFP_{水泥产品,i}) \dots\dots\dots (1)$$

式中：

$CFP_{GHG}$ ——“从摇篮到大门”水泥产品碳足迹，单位为千克二氧化碳当量（ $kgCO_2e$ ）；

$CFP_{水泥产品,i}$ ——水泥产品生产的第  $i$  类温室气体排放总量，单位为千克二氧化碳当量（ $kgCO_2e$ ）；

$GWP_i$ ——第  $i$  类温室气体的全球变暖潜势值（GWP），采用 IPCC 给出的 100 年全球变暖潜势参考值，见附录 C。

$$CFP_{水泥产品,i} = E_{原材料获取,i} + E_{产品生产,i} \dots\dots\dots (2)$$

式中：

$E_{原材料获取,i}$ ——原材料获取阶段的第  $i$  类温室气体排放，单位为千克二氧化碳当量（ $kgCO_2e$ ）；

$E_{产品生产,i}$ ——产品生产阶段的第  $i$  类温室气体排放，单位为千克二氧化碳当量（ $kgCO_2e$ ）。

### 7.2 原材料获取阶段

单位某强度等级水泥产品的原材料获取阶段的温室气体排放量计算，见公式3。其中，对于企业外购熟料的温室气体排放因子可参考附录D。对于电石渣、熟石灰、镁渣、铁合金炉渣、钢渣、黄磷渣、钒钛渣、氮渣、造纸白泥、飞灰、脱硫石膏、磷石膏、钛石膏、氟石膏、硼石膏、模型石膏、硫酸渣、镍渣、锰渣、锌渣、锡渣等废弃物替代原料，以及城市固体废物、工业废物及副产物、生物质等废弃物替代燃料的原材料获取阶段温室气体排放因子可视为零。

$$E_{原材料获取,i} = \sum (M_j \times EF_{i,j}) + \sum (M_{j,r} \times D_{j,r} \times EF_{i,r}) \dots\dots\dots (3)$$

式中：

$M_j$ ——第  $j$  种原材料的消耗量，单位视原材料种类而定；

$EF_{i,j}$ ——第  $j$  种原材料的第  $i$  类温室气体排放因子，单位视原材料种类而定；

$M_{j,k}$ ——第  $j$  种原材料的第  $r$  种运输方式对应的运输质量，单位为吨（t）；

$D_{j,k}$ ——第  $j$  种原材料的第  $r$  种运输方式对应的加权运输距离，单位为千米（km）；

$EF_{i,k}$ ——第  $r$  种运输方式对应的第  $i$  种温室气体排放因子，单位为千克二氧化碳当量每吨千米（ $kgCO_2e / (t \cdot km)$ ）。

### 7.3 产品生产阶段

单位某强度等级水泥产品的生产阶段温室气体排放量计算如下，公式如下：

$$E_{产品生产,i} = E_{化石燃料,i} + E_{替代燃料,i} + E_{电力,i} + E_{过程排放,i} \dots\dots\dots (4)$$

式中：

$E_{化石燃料,i}$ ——化石燃料燃烧所产生的第  $i$  类温室气体排放量，单位为千克（kg）；

$E_{替代燃料,i}$ ——替代燃料煅烧所产生的第  $i$  类温室气体排放量，单位为千克（kg）；

$E_{电力,i}$ ——电力消耗（除余热电力外）所产生的第  $i$  类温室气体间接排放量，单位为千克（kg）；

$E_{过程排放,i}$ ——碳酸盐原料煅烧分解所产生的第  $i$  类温室气体排放量，单位为千克（kg）。

#### 7.3.1 化石燃料燃烧排放

单位某强度等级水泥产品的生产阶段化石燃料燃烧所产生的温室气体排放量计算，公式如下：

$$E_{化石燃料,i} = \sum (FC_{j,k} \times NCV_j \times EF_{i,j,k}) \dots\dots\dots (5)$$

式中：

$FC_{j,k}$ ——第  $j$  种化石燃料的第  $k$  种燃烧方式对应的消耗量（燃烧方式包括固定源燃烧和移动源燃烧），单位为吨（t）或万标立方米（ $10^4 Nm^3$ ）；

$NCV_j$ ——第  $j$  种化石燃料的平均低位发热量，单位为吉焦每吨（GJ/t）或吉焦每万标立方米（GJ/10<sup>4</sup>Nm<sup>3</sup>）；

$EF_{i,j,k}$ ——第  $j$  种化石燃料的第  $k$  种燃烧方式对应的第  $i$  种单位热值温室气体排放因子，单位为千克每吉焦（kg/GJ），见附录E。

### 7.3.2 替代燃料燃烧排放

单位某强度等级水泥产品的生产阶段替代燃料燃烧所产生的温室气体排放量计算，公式如下：

$$E_{\text{替代燃料}} = \sum (FC_{aj} \times NCV_j \times EF_{1j} \times \alpha_j) \dots \dots \dots (6)$$

式中：

$FC_{aj}$ ——第  $j$  种替代燃料消耗量，单位为吨（t）；

$NCV_j$ ——第  $j$  种替代燃料的平均低位发热量，单位为吉焦每吨（GJ/t）；

$EF_{1j}$ ——第  $j$  种替代燃料燃烧对应的单位热值温室气体排放因子，单位为千克每吉焦（kg/GJ）；

$\alpha_j$ ——第  $j$  种替代燃料中非生物质碳的含量（%）。

### 7.3.3 电力间接排放

单位某强度等级水泥产品的生产阶段电力消耗(除余热发电外)所产生的温室气体间接排放量计算，公式如下：

$$E_{\text{电力}} = \sum (FC_{\text{电力消耗量},j} \times EF_{\text{电力},j}) \dots \dots \dots (7)$$

式中：

$FC_{\text{电力消耗量},j}$ ——第  $j$  种电力消耗量（除余热发电外），单位为千瓦时（kWh）；

$EF_{\text{电力},j}$ ——参考国家发布的最新电力碳足迹因子数据。

### 7.3.4 过程排放

单位某强度等级水泥产品的生产阶段过程所产生的温室气体排放量计算方法，可依据企业数据统计情况分为以下3种。

方法1：若企业未开展自产熟料与替代原料的任何数据统计，可选择采用以下计算公式进行测算：

$$E_{\text{过程排放}} = Q_{ck} \times EF_{ck} - \sum_{j=1}^n (Q_{aj} \times EF_{aj}) \dots \dots \dots (8)$$

式中：

$Q_{ck}$ ——自产熟料的消耗量，单位为吨（t）；

$EF_{ck}$ ——熟料的过程排放因子，单位为吨二氧化碳每吨（tCO<sub>2</sub>/t），见附录D；

$Q_{aj}$ ——第  $j$  类非碳酸盐替代原料消耗量，单位为吨（t）；

$EF_{aj}$ ——第  $j$  类非碳酸盐替代原料对应的扣减系数，单位为千克二氧化碳每吨（kgCO<sub>2</sub>/t），见附录F；

$j$ ——非碳酸盐替代原料种类。

方法2：若企业开展了自产熟料与替代原料的氧化钙和氧化镁的含量等数据统计，可选择采用以下计算公式进行测算：

$$E_{\text{过程排放}} = Q_{ck} \times \left( FR_1 \times \frac{44}{56} + FR_2 \times \frac{44}{40} \right) - \sum_{j=1}^n \left( Q_{aj} \times \left( FR_{1,j} \times \frac{44}{56} + FR_{2,j} \times \frac{44}{40} \right) \right) \dots \dots \dots (9)$$

式中：

$Q_{ck}$ ——自产熟料的消耗量，单位为吨（t）；

$FR_1$ ——熟料中氧化钙含量，以%表示；

$FR_2$ ——熟料中氧化镁含量，以%表示；

44/56——二氧化碳与氧化钙的相对分子质量之比；

44/40——二氧化碳与氧化镁的相对分子质量之比；

$Q_{aj}$ ——第  $j$  类非碳酸盐替代原料消耗量，单位为吨（t）；

$FR_{1,j}$ ——第  $j$  种非碳酸盐替代原料中氧化钙的含量（%）；

$FR_{2,j}$ ——第  $j$  种非碳酸盐替代原料中氧化镁的含量（%）；

$j$ ——非碳酸盐替代原料种类。

方法3：若生料中采用替代原料进行配料，且企业开展了生料中实际碳酸盐矿物含量等数据统计，可选择以下公式进行测算：

$$E_{\text{过程排放}} = Q_{\text{ck}} \times (FR_1 - FR_{10,j}) \times \frac{44}{56} + (FR_2 - FR_{20,j}) \times \frac{44}{40} \dots\dots\dots (10)$$

$$FR_{10,j} = FS_{10,j} \div [(1 - L) \times F_c] \dots\dots\dots (11)$$

$$FR_{20,j} = FS_{20,j} \div [(1 - L) \times F_c] \dots\dots\dots (12)$$

式中：

$Q_{\text{ck}}$ ——自产熟料的消耗量，单位为吨（t）；

$FR_1$ ——熟料中氧化钙含量，以%表示；

$FR_2$ ——熟料中氧化镁含量，以%表示；

44/56——二氧化碳与氧化钙的相对分子质量之比；

44/40——二氧化碳与氧化镁的相对分子质量之比；

$FR_{10,j}$ ——熟料中第  $j$  种非碳酸盐替代原料中氧化钙的含量（%）；

$FR_{20,j}$ ——熟料中第  $j$  种非碳酸盐替代原料中氧化镁的含量（%）；

$j$ ——非碳酸盐替代原料种类；

$FS_{10,j}$ ——生料中不以碳酸盐形式存在的氧化钙（CaO）的含量（%）；

$FS_{20,j}$ ——生料中不以碳酸盐形式存在的氧化镁（MgO）的含量（%）；

$L$ ——生料烧失量，以%表示；

$F_c$ ——熟料中燃煤灰分掺入量换算因子，取值为1.04。

## 8 结果解释

8.1 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：

- 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产品部分碳足迹的量化结果，识别显著环节（可包括生命周期阶段、单元过程）；
- b) 完整性、一致性和敏感性分析的评估；
- c) 结论、局限性和建议的编制。

8.2 应根据产品碳足迹研究的范围和范围进行结果解释，解释应包括以下内容：

- a) 说明产品碳足迹和各生命周期阶段的碳足迹；
- b) 分析不确定性，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) 说明产品碳足迹研究的局限性（如单一环境影响类型、方法的局限性等）。

## 9 报告编制

根据本文件所计算的碳足迹结果有效期最长为两年，如产品碳足迹评价边界内的单元过程发生变化且导致评价结果增加了5%或以上，评价结果时效则终止。产品碳足迹评价报告可包括且不限于以下内容（参见附录G）：

- a) 产品碳足迹评价报告的委托人和评价方；
- b) 产品信息（产品名称、产品的生产企业和地址等）；
- c) 评价依据；
- d) 初级数据覆盖时间；
- e) 声明单位；
- f) 系统边界（评价涉及的阶段和单元过程、产品系统的产品和副产品产出）；
- g) 副产品分配方法及理由；
- h) 使用的初级和次级数据清单和数据来源；
- i) 数据取舍准则；
- j) 数据核算方法；

k) 碳足迹分析。

## 10 声明标识

如需声明时，可按照GB/T 24025或ISO 14026的规定进行，确保声明的科学性与规范性；同时，也可遵循《广东产品碳足迹评价与标识管理暂行办法》的要求开展工作。

附 录 A  
(资料性)

声明单位水泥产品碳足迹评价数据收集表示例

声明单位水泥产品碳足迹评价数据收集见表 A.1 至表 A.14。

表 A.1 产品基本信息收集表

产品名称	产品型号	生产企业	企业地址	产品产量	计量单位	数据年份
例：通用硅酸盐水泥	P.O.42.5					

表 A.2 原材料获取阶段（生产）的数据收集

原材料名称	主要成分	消耗量	计量单位	用途说明	测量值	计算值	推估值	数据来源
例：石灰石	MgO、CaO							
..... <sup>a</sup>								

表 A.3 原材料获取阶段（运输）的数据收集

原材料名称	运输方式	加权运输距离 (Km)	测量值	计算值	推估值	数据来源
例：石灰石	30t 重型柴油货车					
..... <sup>a</sup>						

表 A.4 产品生产阶段的化石燃料消耗数据收集

化石燃料类型	消耗量	计量单位	测量值	计算值	推估值	数据来源
例：烟煤						
..... <sup>a</sup>						

表 A.5 产品生产阶段的化石燃料化验数据收集

化石燃料类型	低位发热量	计量单位	测量值	计算值	推估值	数据来源
例：烟煤						
..... <sup>a</sup>						

表 A.6 产品生产阶段的替代燃料消耗数据收集

替代燃料类型	消耗量	计量单位	测量值	计算值	推估值	数据来源
例：城市固体废物						
..... <sup>a</sup>						

表 A.7 产品生产阶段的替代燃料化验数据收集

替代燃料类型	平均低位发热量	计量单位	非生物质碳的含量 (%)	测量值	计算值	推估值	数据来源
例：城市固体废物							
..... <sup>a</sup>							

表 A.8 产品生产阶段的电力数据收集

电力类型	消耗量	计量单位	测量值	计算值	推估值	数据来源
例：南方电网净外购电使用量						
例：自产自用光伏电力使用量						

表 A.9 产品生产阶段的熟料消耗数据收集

熟料类型	消耗量	计量单位	测量值	计算值	推估值	数据来源
例：硅酸盐水泥熟料						

表 A.10 产品生产阶段的熟料化验数据收集

熟料类型	氧化钙 (CaO) 含量	氧化镁 (MgO) 含量	测量值	计算值	推估值	数据来源
例：硅酸盐水泥熟料						

表 A.11 产品生产阶段的非碳酸盐替代原料消耗数据收集 (可选择)

非碳酸盐替代原料种类	消耗量	计量单位	测量值	计算值	推估值	数据来源
例：电石渣						

表 A.12 产品生产阶段的非碳酸盐替代原料化验数据收集 (可选择)

非碳酸盐替代原料种类	氧化钙 (CaO) 含量	氧化镁 (MgO) 含量	测量值	计算值	推估值	数据来源
例：电石渣						

表 A.13 产品生产阶段的非碳酸盐替代原料化验数据收集表 2 (可选择)

非碳酸盐替代原料种类	生料中不以碳酸盐形式存在的氧化钙 (CaO) 的含量 (%)	生料中不以碳酸盐形式存在的氧化镁 (MgO) 的含量 (%)	生料烧失量 (%)	测量值	计算值	推估值	数据来源
例：电石渣							

表 A.14 产品生产阶段的废弃物处理数据收集

废弃物种类	排放量	计量单位	处理方式	测量值	计算值	推估值	数据来源
例：废弃物 1							
..... <sup>a</sup>							

<sup>a</sup>根据实际情况自行增减。

## 附录 B (资料性)

### 声明单位水泥产品碳足迹评价数据折算过程示例

B.1 若企业对各强度等级水泥生产的原材料与能源消耗数据未进行单独统计，则需根据熟料产量、熟料生产配比、水泥产量、水泥粉磨配比等数据进行分配折算。拆分过程以 1 吨 P. O. 42.5 水泥产品为例。

B.1.1 原辅材料和替代材料数据的折算步骤：

B.1.1.1 依据 P. O. 42.5 水泥粉磨配比，核算 1 吨 P. O. 42.5 水泥粉磨过程的耗材量，见表 B.1。其中，水泥粉磨为物理研磨过程，中间损耗较小，可视为零。

表 B.1 吨 P. O. 42.5 水泥粉磨过程的耗材量

原材料名称	水泥粉磨配比	水泥粉磨过程原材料量	单位
例：熟料			千克
例：石膏			千克
...			千克

B.1.1.2 若企业存在外购熟料消耗情况，且外购熟料消耗量数据未单独统计到各强度型号水泥生产使用上，可采用公式 B.1，核算出 1 吨 P. O. 42.5 水泥自产熟料消耗量。

$$q_{i, \text{自产熟料}} = q_{i, \text{熟料总量}} \times \left( 1 - \frac{Q_{\text{外购熟料}}}{Q_{\text{外购熟料}} + Q_{\text{自产熟料}}} \right) \dots\dots\dots (B.1)$$

式中：

$q_{i, \text{自产熟料}}$ ——1吨第  $i$  类强度水泥自产熟料消耗总量，单位为吨 (t)；

$q_{i, \text{熟料总量}}$ ——1吨第  $i$  类强度水泥熟料消耗总量，单位为吨 (t)；

$Q_{\text{外购熟料}}$ ——全厂区外购熟料总量，单位为吨 (t)；

$Q_{\text{自产熟料}}$ ——全厂区自产熟料总量，单位为吨 (t)。

B.1.1.3 由于熟料生产为化学反应过程，存在中间损耗。因此，通过核算自产熟料生产耗材总量与自产熟料总产量比例，再依据已知的吨 P. O. 42.5 水泥自产熟料消耗量，折算出吨 P. O. 42.5 水泥自产熟料生产耗材量，见公式 B.2。

$$q_{i, \text{自产熟料生产耗材}} = q_{i, \text{自产熟料}} \times \frac{Q_{\text{自产熟料生产总耗材}}}{Q_{\text{自产熟料}}} \dots\dots\dots (B.2)$$

式中：

$q_{i, \text{自产熟料生产耗材}}$ ——1吨第  $i$  类强度水泥自产熟料生产耗材量，单位为吨 (t)；

$q_{i, \text{自产熟料}}$ ——1吨第  $i$  类强度水泥自产熟料消耗总量，单位为吨 (t)；

$Q_{\text{自产熟料生产总耗材}}$ ——全厂区熟料生产耗材总量，单位为吨 (t)；

$Q_{\text{自产熟料}}$ ——全厂区自产熟料总量，单位为吨 (t)。

B.1.1.4 根据自产熟料生产原材料配比，核算吨 P. O. 42.5 水泥自产熟料生产所需的各类原材料消耗量，见表 B.2。

表 B.2 吨 P. O. 42.5 水泥自产熟料生产所需的各类原材料消耗量

原材料名称	自产熟料生产配比	自产熟料生产耗材量	单位
例：石灰石			千克
例：粘土			千克
例：铁粉			千克
...			

B.1.2 能源消耗及治理设施用料数据的折算步骤：

B.1.2.1 为 P. O. 42.5 水泥自产熟料消耗量占全厂区熟料总产量比例，折算过程如表 B.3。

表 B.3 P.0.42.5 水泥熟料消耗量占全厂区熟料总产量比例

指标	数值	单位
P.0.42.5水泥自产熟料消耗量		吨
全厂区熟料总产量		吨
P.0.42.5水泥自产熟料消耗量占全厂区熟料总产量比例		%

B.1.2.2 基于步骤一的比例，可采用公式 B.3，核算吨 P.0.42.5 水泥自产熟料生产过程的烟煤、无烟煤、城市固体废物和氨水等材料的消耗量。

$$m_{i, \text{自产熟料生产过程}, j} = \frac{M_j \times \alpha_i}{Q_{i, \text{水泥}}} \dots\dots\dots (B.3)$$

式中：

$m_{i, \text{自产熟料生产过程}, j}$ ——1吨第  $i$  类强度水泥自产熟料生产过程的第  $j$  种能源或治理设施用料的消耗量，单位视材料种类而定；

$M_j$ ——第  $j$  种能源或治理设施用料的全厂区消耗总量，单位视材料种类而定；

$\alpha_i$ ——第  $i$  类强度水泥自产熟料消耗量占全厂区熟料总产量比例，单位为%；

$Q_{i, \text{水泥}}$ ——第  $i$  类强度水泥全厂区总产量，单位为吨（t）。

B.1.2.3 由于熟料生产和水泥粉磨用电存在差异，需在步骤一的基础上，进一步折算出 P.0.42.5 水泥产量占全厂区水泥产量比例，折算过程如表 B.4。

表 B.4 P.0.42.5 水泥产量占全厂区水泥产量比例

指标	数值	单位
P.O.42.5 水泥产量		吨
全厂区水泥产量		吨
P.O.42.5 水泥产量占全厂区水泥产量比例		%

B.1.2.4 基于步骤一和步骤三的比例，先采用公式 B.4，核算出 P.0.42.5 水泥生产用电量，再采用公式 B.5，核算出吨 P.0.42.5 水泥生产各类电力使用量。

$$E_{i, \text{水泥}} = E_{\text{熟料生产}} \times \alpha_i + E_{\text{水泥粉磨}} \times \beta_i \dots\dots\dots (B.4)$$

式中：

$E_{i, \text{水泥}}$ ——第  $i$  类强度水泥的全厂区生产用电量，单位为千瓦时（kWh）；

$E_{\text{熟料生产}}$ ——全厂区熟料生产阶段用电量，单位为千瓦时（kWh）；

$E_{\text{水泥粉磨}}$ ——全厂区水泥粉磨阶段用电量，单位为千瓦时（kWh）；

$\alpha_i$ ——第  $i$  类水泥自产熟料消耗量占全厂区熟料总产量比例，单位为%；

$\beta_i$ ——第  $i$  类水泥产量占全厂区水泥产量比例，单位为%。

$$e_{i, j, \text{电力}} = \frac{E_{j, \text{电力}} \times \frac{E_{i, \text{水泥}}}{E_{\text{熟料生产}} + E_{\text{水泥粉磨}}}}{Q_{i, \text{水泥}}} \dots\dots\dots (B.5)$$

式中：

$e_{i, j, \text{电力}}$ ——1吨第  $i$  类强度水泥生产第  $j$  种电力使用量，单位为千瓦时（kWh）；

$E_{j, \text{电力}}$ ——全厂区第  $j$  种电力使用量，单位为千瓦时（kWh）；

$E_{i, \text{水泥}}$ ——第  $i$  类强度水泥的全厂区生产用电量，单位为千瓦时（kWh）；

$E_{\text{熟料生产}}$ ——全厂区熟料生产阶段用电量，单位为千瓦时（kWh）；

$E_{\text{水泥粉磨}}$ ——全厂区水泥粉磨阶段用电量，单位为千瓦时（kWh）；

$Q_{i, \text{水泥}}$ ——第  $i$  类强度水泥全厂区总产量，单位为吨（t）。

附录 C  
(资料性)  
全球变暖潜势参考值

温室气体全球变暖潜势见表C.1。

表 C.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 <sub>2</sub>	1
甲烷	CH <sub>4</sub>	27.9
氧化亚氮	N <sub>2</sub> O	273

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》

## 附录 D

(资料性)

## 外购熟料单位产品碳排放量参考值

外购熟料单位产品碳排放量参考值见表 D.1。

表 D.1 外购熟料单位产品碳排放量参考值

限额指标	数值	单位	备注
限定值	0.905	tCO <sub>2</sub> /t	现有水泥企业生产一吨合格硅酸盐水泥熟料所允许排放的二氧化碳量
准入值	0.870	tCO <sub>2</sub> /t	新建、改建和扩建水泥企业生产一吨合格硅酸盐水泥熟料所允许排放的二氧化碳量
先进值	0.845	tCO <sub>2</sub> /t	水泥企业生产一吨合格硅酸盐水泥熟料的二氧化碳排放量达到行业领先水平的值

附 录 E  
(资料性)  
常用化石燃料相关参数缺省值

常用化石燃料相关参数缺省值见表E.1。

表 E.1 常用化石燃料相关参数缺省值

化石燃料品种	计量单位	低位发热量 <sup>a</sup> (GJ/t 或 GJ/10 <sup>4</sup> Nm <sup>3</sup> )	单位热值含碳量 (tC/GJ)	氧化率 (%)	化石燃料品种
固体燃料	无烟煤	t	22.867 <sup>b</sup>	0.02749 <sup>c</sup>	99 <sup>e</sup> (水泥窑)
	烟煤	t	23.076 <sup>b</sup>	0.02618 <sup>c</sup>	
	褐煤	t	14.759 <sup>b</sup>	0.02797 <sup>c</sup>	
	煤矸石 <sup>d</sup>	t	8.374 <sup>e</sup>	0.02541 <sup>c</sup>	
	煤泥	t	12.545 <sup>f</sup>	0.02541 <sup>c</sup>	
	焦炭 <sup>g</sup>	t	28.435 <sup>f</sup>	0.02942 <sup>c</sup>	
	石油焦	t	32.500 <sup>h</sup>	0.02750 <sup>c</sup>	
液体燃料	原油	t	41.816 <sup>f</sup>	0.02008 <sup>c</sup>	98 <sup>e</sup>
	燃料油	t	41.816 <sup>f</sup>	0.02110 <sup>c</sup>	
	汽油	t	43.070 <sup>f</sup>	0.01890 <sup>c</sup>	
	柴油	t	42.652 <sup>f</sup>	0.02020 <sup>c</sup>	
	煤油	t	43.070 <sup>f</sup>	0.01960 <sup>c</sup>	
	液化天然气	t	51.498 <sup>c</sup>	0.01720 <sup>c</sup>	
	液化石油气	t	50.179 <sup>f</sup>	0.01720 <sup>c</sup>	
	煤焦油	t	33.453 <sup>f</sup>	0.02200 <sup>h</sup>	
	炼厂干气	t	45.998 <sup>f</sup>	0.01820 <sup>c</sup>	
气体燃料	天然气	10 <sup>4</sup> Nm <sup>3</sup>	389.310 <sup>f</sup>	0.01532 <sup>c</sup>	99 <sup>e</sup>
	高炉煤气	10 <sup>4</sup> Nm <sup>3</sup>	33.000 <sup>b</sup>	0.07080 <sup>h</sup>	
	转炉煤气	10 <sup>4</sup> Nm <sup>3</sup>	84.000 <sup>b</sup>	0.04960 <sup>h</sup>	
	焦炉煤气	10 <sup>4</sup> Nm <sup>3</sup>	173.854 <sup>b</sup>	0.01210 <sup>h</sup>	

<sup>a</sup>根据 GB/T 3102.4 国际蒸汽表卡换算, 1 千克标准煤 (kgce) 低位发热量为 29307.6kJ, 即 7000kcal, 本说明 1kcal 折算为 4.1868kJ。

<sup>b</sup>数据取值来源为《2005 中国温室气体清单研究》。

<sup>c</sup>数据取值来源为《省级温室气体清单编制指南(试行)》。

<sup>d</sup>煤矸石用作生料配料时作为原料, 用作燃料入窑时作为化石燃料。

<sup>e</sup>数据取值来源为 GB/T 2589-2020《综合能耗计算通则》。

<sup>f</sup>数据取值来源为《中国能源统计年鉴 2022》。

<sup>g</sup>兰炭作为燃料时, 缺省值可参考焦炭。

<sup>h</sup>数据取值来源为《2006 年 IPCC 国家温室气体清单指南》及 2019 年修订版。

附 录 F  
(资料性)

熟料的过程排放因子及常用非碳酸盐替代原料的扣减系数

常用熟料的过程排放因子参考值见表F.1，常用非碳酸盐替代原料对应的扣减系数参考值见表F.2。

表 F.1 常用熟料的过程排放因子

名称	过程排放因子 (tCO <sub>2</sub> /t)
硅酸盐水泥熟料	0.535
白色硅酸盐水泥熟料	0.550
硫(铁)铝酸盐水泥熟料	0.413
铝酸盐水泥熟料(有过程排放)	0.292

表 F.2 常用非碳酸盐替代原料对应的扣减系数

名称	扣减系数 (tCO <sub>2</sub> /t)
脱硫粉剂(氢氧化钙)、熟石灰	0.600
电石渣、镁渣	0.480
造纸白泥、氟化钙污泥、磷渣	0.375
钒钛渣、氮渣、飞灰、铁合金炉渣	0.305
脱硫石膏、磷石膏、钛石膏、氟石膏、硼石膏、模型石膏、柠檬酸渣	0.245
钢渣、镍渣	0.215
锰渣、锌渣、锡渣	0.135
市政污泥、铝渣、硫酸渣、铜渣、铅锌渣、粉煤灰、赤泥	0.055

附录 G  
(资料性)  
产品碳足迹报告 (模板)

产品碳足迹报告模板如下。

## 产品碳足迹报告 (模板)

产品名称: \_\_\_\_\_  
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、功能单位或声明单位

以\_\_\_\_\_为功能单位或声明单位。

### 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

系统边界图：

图 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 1。

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	温室气体量 (kg/功能单位或声明单位)
原材料获取				
生产				
运输/交付	运输			
	储仓			
使用				
生命末期				

## 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\_\_\_\_\_kgCO<sub>2e</sub>。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 <sub>2e</sub> /功能单位)	百分比 (%)
原材料获取		
生产		
运输 (交付)		
使用		
生命末期		
总计		

图 2 \*\*各生命周期阶段碳排放分布图

2、假设和局限性说明

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

4、参考文献（如有）

### 参 考 文 献

- [1] GB/T 24050 环境管理术语
  - [2] GB/T 24067 温室气体 产品碳足迹 量化要求和指南
  - [3] GB/T 32150 工业企业温室气体排放核算和报告通则
  - [4] GB/T 24050 环境管理术语
  - [5] CETS术语气体排放核算和报告通则景企业温室气体排放核算与报告指南 水泥行业
  - [6] DB 44/T 1941 产品碳排放评价技术通则
  - [7] T/GDES 20001 产品碳足迹 评价技术通则
  - [8] 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
-