

中国建筑材料协会标准

T/CBMF 355—2025

温室气体 产品碳足迹量化方法与要求 水泥制品

Greenhouse gases—Quantitative methods and requirements for carbon
footprint of products—Cement-based products

(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)

2025-11-14 发布

2026-01-01 实施

中国建筑材料联合会 发布

目 次

前言 VII

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

5 量化范围 4

6 清单分析 6

7 影响评价 8

8 结果解释 10

9 鉴定性评审 11

10 可比性 11

11 产品碳足迹绩效追踪 11

12 产品碳足迹报告 11

附录 A（资料性） 典型水泥制品产品标准 12

附录 B（资料性） 现场数据采集信息 13

附录 C（资料性） 次级数据采集信息 15

附录 D（资料性） GWP 参考值 16

附录 E（资料性） 数据质量评价方法 17

附录 F（资料性） 产品碳足迹报告（模板） 19

参考文献 23

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。

本文件由中国建筑材料联合会提出并归口。

本文件起草单位：北京国建联信认证中心有限公司、中国混凝土与水泥制品协会、建华建材（中国）有限公司、湖北昌耀新材料股份有限公司、广西北海精一电力器材有限责任公司、广东诚盛建材科技有限公司、苏州同萃碳中和科技有限公司、上海风领新能源有限公司、清捕零碳（北京）科技有限公司、江苏香叶建材科技有限公司、北科蕴宏环保科技（北京）有限公司、峰和赢创（海南）低碳科技有限公司、唐山路远建材有限公司、北京中创建投科技有限公司。

本文件主要起草人：杨中周、李晓龙、鹿珂伟、李志玲、金忠良、肖智慧、耿明、黄照明、成铭钊、李梦媛、王兴琦、崔恒香、黄晓燕、赵永飞、王彬、李晨俊、吴鹏宇。

本文件主要审查人：陈国庆、周丽玮、方春香、狄东仁、吕彬、姚娟娟、孙博学、张雁、赵志刚、周秀红、刘万奇、邓贵智、刘成雄、袁坚、劳万里、林蔚、党文杰、张海雁。

温室气体 产品碳足迹量化方法与要求 水泥制品

1 范围

本文件规定了水泥制品碳足迹的量化目的、量化范围、清单分析、影响评价、结果解释、鉴定性评审、可比性、绩效追踪以及报告等内容。

本文件适用于以水泥作为主要胶凝材料生产的制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 24067—2024 温室气体 产品碳足迹 量化要求和指南

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 24067—2024 界定的以及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（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]

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 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—2024，3.1.1]

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

产品碳足迹绩效追踪 carbon footprint of a product performance tracking; CFP performance tracking

比较同一组织的一个特定产品在一段时间内的产品碳足迹或产品部分碳足迹。

注：包括计算一个特定产品碳足迹在一段时间内的变化，或具有相同功能单位或声明单位的替代产品之间产品碳足迹在一段时间内的变化。

[来源：GB/T 24067—2024，3.1.11]

3.5

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]

3.6

二氧化碳当量 carbon dioxide equivalent; CO₂e

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]

3.7

温室气体排放量 greenhouse gas emission; GHG emission

在特定时段内释放到大气中的温室气体总量（以质量单位计算）。

[来源：GB/T 24067—2024，3.2.5]

3.8

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]

3.9

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]

3.10

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]

3.11

共生产品 co-product

同一单元过程或产品系统中产出的两种或两种以上的产品。

[来源：GB/T 24067—2024，3.3.3]

3.12

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]

3.13

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]

3.14

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]

3.15

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]

3.16

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]

3.17

现场数据 site-specific data

从产品系统内部获得的初级数据。

注1：所有现场数据均为初级数据，但并不是所有初级数据都是现场数据，因为数据可能是从不同产品系统内部获得的。

注2：现场数据包括场地内一个特定单元过程的温室气体排放量和温室气体清除量。

[来源：GB/T 24067—2024，3.6.2]

3. 18

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]

4 量化目的

本文件用于量化水泥制品全生命周期或生命周期选定阶段的温室气体排放量和清除量（以二氧化碳当量表示），基于本文件开展碳足迹量化的目的包括但不限于以下方面：

- a) 用于评价产品对气候变化的潜在影响；
- b) 用于生产者与上下游供应链或消费者之间的温室气体排放信息沟通；
- c) 用于生产者降低产品碳足迹的设计与改进以及同类产品间的对比，其中对比应满足可比性（第10章）的要求。

5 量化范围

5.1 产品描述

依据水泥制品对应的产品标准描述产品系统及其功能，包括产品名称、产品规格、产品性能、用途等。典型的水泥制品产品标准见附录A。

5.2 系统边界

5.2.1 水泥制品碳足迹量化的系统边界如图1所示。产品部分碳足迹至少应涵盖原料获取阶段（A）与产品生产阶段（B）；产品分销阶段（C）、安装和使用阶段（D）、生命末期阶段（E）为可选阶段。

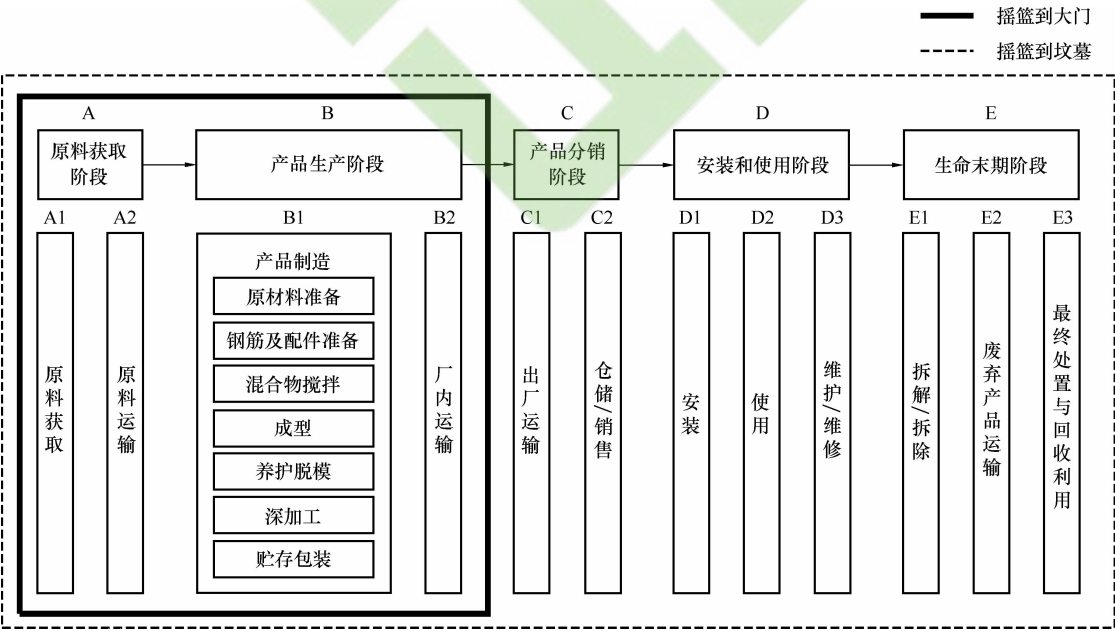


图1 水泥制品碳足迹评价的系统边界图

5.2.2 原料获取阶段 (A)，从自然界初级资源提取开始，在原料到达水泥制品制造工厂时终止，包括：

- a) 原料获取 (A1)：主要原料获取过程，如水泥、钢筋等；次要原料获取过程，如砂、石、掺合料、外加剂、水、包装材料等；
- b) 原料运输 (A2)：将原料从产地运输到水泥制品制造工厂的过程。

5.2.3 产品生产阶段 (B)，从原料运输至水泥制品制造工厂，在产品生产完成时终止，包括：

- a) 产品制造 (B1)：原材料准备、钢筋及配件准备、混合物搅拌、成型、养护脱模、深加工、贮存包装等过程；产品制造使用能源（如电力、蒸汽、天然气、柴油等）的开采、加工或生产、运输、燃烧过程；产品制造产生大气污染物、废（污）水及固体废物处理相关过程；
- 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。

5.2.4 产品分销阶段 (C)，从最终产品离开水泥制品制造工厂开始，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。

5.2.5 安装和使用阶段 (D)，从消费者获得产品开始，到水泥制品废弃后终止，包括：

- a) 安装 (D1)：将产品安装到工程的过程；
- b) 使用 (D2)：产品服役过程，包含用于维护的辅助产品生产与运输过程和固碳影响，同时应考虑产品的寿命；
- c) 维护/维修 (D3)：预防性且定期性的维护/维修活动，例如表面破损修补，包含用于维护/维修的能源和物料的生产与运输。

5.2.6 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，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) 最终处置与回收利用 (E3)：依据相关要求对废弃产品处置、回收利用及相关处理过程。

5.3 功能单位

当系统边界为“A~E”时，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，产品产量以米 (m)、平方米 (m^2)、根为计量单位的应按照具体产品的规格型号折算为立方米 (m^3)；

——预期用途；

——主要性能指标或规格参数（如规格、型号、结构尺寸、力学性能等）；

——参考使用寿命。

示例：1 m^3 用于建筑地基承重的管桩，管桩的外径 400mm、壁厚 95mm、长度 12m 的 A 型预应力混凝土管桩，管桩用混凝土的抗压强度为 C60 且管桩的开裂弯矩为 54kN·m，参考使用寿命为 50 年。

5.4 声明单位

当系统边界为“A~B”时，可使用声明单位。声明单位应涵盖以下信息：

——单位数量产品的计量，根据不同产品产量计量单位而定 [如混凝土砌块的计量单位为立方米 (m^3)、混凝土管/桩的计量单位为米 (m)、混凝土杆的计量单位为根、硅酸钙/纤维水泥板的计量单位为平方米 (m^2) 等]；

——主要性能指标或规格参数（如规格、型号、结构尺寸等）。

示例：1 m^3 蒸压加气混凝土砌块。

5.5 取舍准则

所涉及物质（能量）数据的取舍遵循如下准则：

- a) 所有的能源输入均应列出；
- 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（能量）流或单元过程对产品碳足迹的贡献均不应超过 1%，如生产设备维修耗材等；
- d) 所有忽略的物质（能量）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 清单分析

6.1 数据的收集和确认

- 6.1.1 数据的收集应符合表 1 的要求。
- 6.1.2 当开展产品碳足迹研究的组织拥有财务或运营控制权时，应收集现场数据。所收集的数据应具有代表性。对产品碳足迹贡献度不低于 50% 的单元过程，即使不在财务或运营控制下，宜使用现场数据。现场数据参照附录 B 收集。
- 6.1.3 非现场数据宜使用初级数据；初级数据不可获得时，可使用次级数据（附录 C）；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。次级数据可来源于国家数据库、公开文献或其他具有代表性的数据。
- 6.1.4 对数据获得方式和来源应予以说明。

表 1 各阶段数据收集

所属过程	数据种类	数据
原料获取阶段 (A)	水泥、钢筋的温室气体排放因子	宜使用现场数据
	砂、石、掺合料、外加剂、水、包装材料等的温室气体排放因子	可使用现场数据
	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
产品生产阶段 (B)	水泥、钢筋、砂、石、掺合料、外加剂、水、包装材料等原料的消耗量	应使用现场数据
	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
	电力、蒸汽、天然气、柴油（移动源）等能源和物料的消耗量	应使用现场数据
	电力、蒸汽、天然气、柴油等能源和物料获取的温室气体排放因子	可使用次级数据
	天然气、柴油等燃料的低位发热量	可使用次级数据
	天然气、柴油等燃料燃烧过程的单位热值温室气体排放因子或单位质量温室气体排放因子	可使用次级数据
	大气污染物、废（污）水及固体废物的产生量、处置方式	应使用现场数据
	大气污染物、废（污）水及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
	产品生产养护过程的固碳量	宜使用现场数据

表 1（续）

所属过程	数据种类	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	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
	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
安装和使用 阶段 (D)	安装和使用阶段所用能源和物料的消耗量	宜使用次级数据
	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
	产品服役过程的固碳量	宜使用次级数据
生命末期阶段 (E)	拆除/拆解、处置过程所用能源和物料的消耗量	可使用次级数据
	拆除/拆解、处置过程所用能源和物料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
	填埋等处置方式对应的温室气体排放因子	可使用次级数据
	回收利用量、回收利用方式及其温室气体排放因子	可使用次级数据

6.2 数据质量要求

6.2.1 初级数据符合以下要求：

- a) 完整性。根据数据取舍准则（5.5）的要求，检查是否有缺失的单元过程或输入输出物质。初级数据宜采集企业一个自然年或连续 12 个月内的生产统计数据；
- b) 准确性。初级数据中的能源、原料消耗数据应来自企业实际生产统计记录，能源和原料获取数据优先来自上游供应商；碳排放数据优先选择核查报告，或由排放因子或物料平衡公式计算获得。所有初级数据均应转换为以功能单位（声明单位）为基准，且应详细记录相关的初级数据、数据来源、计算过程等；
- c) 一致性。初级数据收集时同类数据应保持相同的数据来源、统计口径、处理规则等。

6.2.2 次级数据符合以下要求：

- a) 代表性。优先选择与评估产品系统的时间代表性、区域代表性、技术代表性相近的数据，其次选择近年代表国内及行业平均生产水平公开的生命周期评价数据，最后选择国外同类技术数据；
- b) 完整性。应涵盖系统边界规定的所有单元过程；
- c) 一致性。同一机构对同类产品次级数据的选择应保持一致。

6.3 数据审定

数据采集过程中，应验证数据的有效性，通过物料平衡、能量平衡、与历史数据和相近工艺数据对比等方式，确认数据的准确性与合理性。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（6.2）。

6.4 分配

6.4.1 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。

6.4.2 分配方法如下：

- a) 优先采集细分单元过程避免数据分配，如优先采集各设施、各时间段数据；
- b) 对于闭环里循环使用的共生产品，不需要分配；
- c) 若数据分配无法避免，则应使用物理关系参数进行分配，如产品产量；
- d) 分配方法应在产品碳足迹报告中予以明确说明。

7 影响评价

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或声明单位，进行产品碳足迹核算，计算方法见公式（1）：

$$CFP_{CHG} = \sum (GWP_i \times CFP_i) \quad \dots\dots\dots (1)$$

式中：

CFP_{CHG} ——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或声明单位（ $\text{kgCO}_2\text{e}/\text{功能单位或声明单位}$ ）；

CFP_i ——每功能单位（声明单位）生命周期中第 i 类温室气体排放总量，单位为千克每功能单位或声明单位（ $\text{kg}/\text{功能单位或声明单位}$ ），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 D。

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

式中：

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

$CFP_{B,i}$ ——每功能单位（声明单位）在生产阶段的第 i 类温室气体排放量，单位为千克每功能单位或声明单位（ $\text{kg}/\text{功能单位或声明单位}$ ），计算方法见公式（4）；

$CFP_{C,i}$ ——每功能单位（声明单位）在分销阶段的第 i 类温室气体排放量，单位为千克每功能单位或声明单位（ $\text{kg}/\text{功能单位或声明单位}$ ），计算方法见公式（5）；

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

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

7.1.2 原料获取阶段（A）。

每功能单位（声明单位）在原料获取阶段的第 i 类温室气体排放量按公式（3）计算：

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

式中：

$M_{A,j}$ ——每功能单位（声明单位）第 j 种原料的消耗量，单位视原料种类而定；

$CEF_{A,i,j}$ ——第 j 种原料获取的第 i 种温室气体排放因子，单位视原料种类而定。再生骨料仅考虑加工和运输阶段；电力满足 GB/T 24067—2024 中 6.4.9.4 的要求；

$M_{A,j,k}$ ——每功能单位（声明单位）第 j 种原料第 k 种运输方式的运输量，单位为吨（t）；

$D_{A,j,k}$ ——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 产品生产阶段（B）。

水泥制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，以及污染物和废弃物

的处置，每功能单位（声明单位）在生产阶段的第 i 类温室气体排放量按公式（4）计算：

$$CFP_{B,i} = \sum (M_{B,j} \times CEF_{B,i,j}) + \sum (M_{B,j,k} \times D_{B,j,k} \times TEF_{i,k}) + \sum (FC_{B,j} \times NCV_{B,j} \times EF_{B,i,j}) \dots\dots\dots (4)$$

式中：

- $M_{B,j}$ ——每功能单位（声明单位）产品生产阶段第 j 种能源的消耗量，单位视能源种类而定；
- $CEF_{B,i,j}$ ——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；
- $M_{B,j,k}$ ——每功能单位（声明单位）第 j 种燃料和物料第 k 种运输方式的运输量，单位为吨（t）；
- $D_{B,j,k}$ ——第 j 种燃料和物料第 k 种运输方式的运输距离，单位为千米（km）；
- $FC_{B,j}$ ——每功能单位（声明单位）第 j 种化石燃料对应的消耗量，单位视燃料种类而定；
- $NCV_{B,j}$ ——第 j 种化石燃料的低位发热量，单位视燃料种类而定；
- $EF_{B,i,j}$ ——第 j 种化石燃料燃烧对应的第 i 种温室气体排放因子，单位为千克每吉焦（kg/GJ）。

产品生产养护过程的二氧化碳清除量以附加环境信息的形式报告（7.2）。

7.1.4 产品分销阶段（C）。

每功能单位（声明单位）在分销阶段的第 i 类温室气体排放量按公式（5）计算：

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

式中：

- $M_{C1,k}$ ——每功能单位（声明单位）分销阶段第 k 种运输方式的产品运输量，单位为吨（t）；
- $D_{C,k}$ ——每功能单位（声明单位）分销阶段第 k 种运输方式的产品运输距离，单位为千米（km）；
- $M_{C2,j}$ ——每功能单位（声明单位）分销阶段第 j 种能源和物料的消耗量，单位视能源和物料种类而定；
- $CEF_{C,i,j}$ ——第 j 种能源和物料获取的第 i 种温室气体排放因子，单位视能源和物料种类而定；
- $M_{C2,j,k}$ ——每功能单位（声明单位）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（声明单位）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：

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

式中：

- $M_{D,j}$ ——每功能单位（声明单位）安装和使用阶段第 j 种能源和物料的消耗量，单位视能源和物料种类而定；
- $CEF_{D,i,j}$ ——第 j 种能源和物料获取的第 i 种温室气体排放因子，单位视能源和物料种类而定；
- $M_{D,j,k}$ ——每功能单位（声明单位）安装和使用阶段第 j 种燃料和物料第 k 种运输方式的运输量，单位视能源和物料种类而定；
- $D_{D,j,k}$ ——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）；

- $FC_{D,j}$ ——每功能单位（声明单位）第 j 种化石燃料对应的消耗量，单位视燃料种类而定；
 $NCV_{D,j}$ ——第 j 种化石燃料的低位发热量，单位视燃料种类而定；
 $EF_{D,i,j}$ ——第 j 种化石燃料燃烧对应的第 i 种温室气体排放因子，单位为千克每吉焦（kg/GJ）。

产品服役过程中二氧化碳清除量以附加环境信息的形式报告（7.2）。

7.1.6 生命末期阶段（E）。产品生命末期包括拆除后以填埋和（或）回收利用等方式处置，每功能单位（声明单位）在生命末期阶段的第 i 类温室气体排放量按公式（7）计算：

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

式中：

- $M_{E1,j}$ ——每功能单位（声明单位）生命末期拆除阶段第 j 种能源和物料的消耗量，单位视能源和物料种类而定；
 $CEF_{E1,i,j}$ ——第 j 种能源和物料获取的第 i 种温室气体排放因子，单位视能源和物料种类而定；
 $M_{E2,j,k}$ ——每功能单位（声明单位）生命末期拆除阶段第 j 种燃料和物料第 k 种运输方式的运输量，单位视能源和物料种类而定；
 $D_{E2,j,k}$ ——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）；
 $FC_{E,j}$ ——每功能单位（声明单位）第 j 种化石燃料对应的消耗量，单位视燃料种类而定；
 $NCV_{E,j}$ ——第 j 种化石燃料的低位发热量，单位视燃料种类而定；
 $EF_{E,i,j}$ ——第 j 种化石燃料燃烧对应的第 i 种温室气体排放因子，单位为千克每吉焦（kg/GJ）；
 M_{E3} ——每功能单位（声明单位）生命末期填埋量，单位为吨（t）；
 CEF_{E3} ——填埋过程的温室气体排放因子，单位为千克每吨（kg/t）。

注：回收利用过程仅包括回收材料运输至回收利用环节的碳足迹。

7.2 附加环境信息

除 7.1 中涉及的产品碳足迹量化结果外，其他相关的重要信息，宜在附加环境信息中描述，如水泥制品生产养护过程和服役过程的固碳，通过市场化交易购入使用的非化石能源电力消费量。

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：

- 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的量化结果，识别显著环节（可包括生命周期阶段、单元过程或流）；
- 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 应根据产品碳足迹研究的目的和范围进行结果解释，解释应包括以下内容：

- 说明产品碳足迹和各生命周期阶段的碳足迹；
- 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；
- 说明产品碳足迹研究的局限性。

8.3 应开展数据质量评价，宜按公开方法评价数据质量，也可参考附录 E。

9 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，并提高结果的可信度。

10 可比性

产品碳足迹量化结果的对比，应在满足以下所有条件时进行：

- a) 产品功能、技术性能和用途是相同的；
- b) 功能单位（声明单位）是相同的，系统边界的选取是等同的；
- c) 数据的收集与确认是等同的（包括数据的描述、取舍准则、数据质量要求）；
- d) 产品碳足迹的量化方法是相同的（包括数据审定、分配和产品碳足迹影响评价）。

11 产品碳足迹绩效追踪

针对同一组织的某一特定产品，宜基于本文件针对连续的数据统计周期对产品碳足迹进行绩效追踪，以改进水泥制品产品碳足迹对全球变暖的潜在影响。

12 产品碳足迹报告

12.1 产品碳足迹宜以报告、声明、证书和（或）标签的形式描述碳足迹量化结果，且应以每功能单位或声明单位的二氧化碳当量进行表述。若采用产品碳足迹证书和（或）产品碳足迹标签，宜同时出具产品碳足迹报告。如碳足迹量化结果应用于产业链下游，则应分别报送产品各生命周期阶段的量化结果，避免碳足迹结果的重复计算。

12.2 依据本文件编制的产品碳足迹报告应符合 GB/T 24067 中第 7 章的要求，报告模板见附录 F。

附 录 A
(资料性)
典型水泥制品产品标准

典型水泥制品产品标准见表 A.1。

表 A.1 典型水泥制品产品标准

序号	标准名称	标准号
1	自应力混凝土管	GB/T 4084—2018
2	环形混凝土电杆	GB/T 4623—2014
3	预应力混凝土管	GB/T 5696—2006
4	纤维水泥波瓦及其脊瓦	GB/T 9772—2009
5	混凝土和钢筋混凝土排水管	GB/T 11836—2023
6	蒸压加气混凝土砌块	GB/T 11968—2020
7	先张法预应力混凝土管桩	GB/T 13476—2023
8	预应力混凝土空心板	GB/T 14040—2007
9	蒸压加气混凝土板	GB/T 15762—2020
10	预应力钢筒混凝土管	GB/T 19685—2017
11	预制混凝土衬砌管片	GB/T 22082—2017
12	先张法预应力离心混凝土异型桩	GB/T 31039—2014
13	纤维水泥平板 第1部分：无石棉纤维水泥平板	JC/T 412.1—2018
14	纤维水泥平板 第2部分：温石棉纤维水泥平板	JC/T 412.2—2018
15	纤维增强硅酸钙板 第1部分：无石棉硅酸钙板	JC/T 564.1—2018
16	纤维增强硅酸钙板 第2部分：温石棉硅酸钙板	JC/T 564.2—2018
17	玻璃纤维增强水泥波瓦及其脊瓦	JC/T 567—2008
18	纤维增强低碱度水泥建筑平板	JC/T 626—2008
19	维纶纤维增强水泥平板	JC/T 671—2008
20	无粘结预应力混凝土管	JC/T 1056—2007
21	预应力离心混凝土空心方桩	JC/T 2029—2010
22	先张法预应力混凝土空心板梁	JC/T 2088—2011
23	非预应力钢筒混凝土管	JC/T 2092—2023
24	轻质混凝土吸声板	JC/T 2122—2012
25	后张法预应力混凝土空心板梁	JC/T 2358—2016
26	预应力混凝土 T 型梁	JC/T 2359—2016
27	电气化铁路变电所预应力混凝土圆杆	TB/T 2824—2008
28	铁路隧道钢筋混凝土管片	TB/T 3353—2014
29	高速铁路无砟轨道混凝土道岔板 第1部分：预埋套管式	TB/T 3400.1—2015
30	高速铁路无砟轨道混凝土道岔板 第2部分：钻孔式	TB/T 3400.2—2015

附 录 B
(资料性)
现场数据采集信息

现场数据采集表见表 B. 1。

表 B. 1 现场数据采集表

基本信息	企业名称							
	企业所属省份							
	企业地址							
	联系人及联系方式							
	生产线数量/设计产能	共_____条，设计产能：_____ / _____ / _____（分线填写）						
	数据统计周期							
产品信息	产品种类/实际产量	种类 1：_____：产量_____, 单位_____； 种类 2：_____：产量_____, 单位_____；						
	执行产品标准							
原料获取阶段（A），产品生产阶段（B）								
资源消耗	种类	消耗量	单位	产地	取得方式 (填写自产或外购)	运输方式 (汽运、火车或船运)	加权运输距离 /km	氧化钙含量/%
	水泥		t					
	砂		t					
	石		t					
	掺合料		t					
	外加剂		t					
	钢筋		t					
								
	水		m ³		说明来源（自来水、河水等）：			
能源消耗	种类	消耗量	单位	低位发热量数据来源		详细情况说明		
	电力		kWh	—				
	热力（蒸汽、热水等）		GJ	—				
	天然气		m ³			低位发热量：		
	柴油		t			低位发热量：		
								

表 B.1 (续表)

原料获取阶段（A），产品生产阶段（B）							
环境 排放	种类		排放量	单位	数据来源（如：在线监测 或定期环境检测报告）	详细情况说明	
	温室气体 排放	二氧化碳		t			
							
	固体废物 排放						
产品分销阶段（C）							
出厂运输过程		项目		运输方式		运输距离/km	运输量/m ³
		从工厂到下游经销商					
		从工厂到消费者					
仓储/销售		仓储地点		仓储时长（h/d）			
		物料消耗种类		物料消耗量			
		能源消耗种类		能源消耗量			
环境排放		温室气体直接排放		固体废物排放			
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					
生命末期阶段（E）							
拆解/拆除过程		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					
废弃产品运输过程		运输方式		运输距离/km		运输量	
处置过程		处置方式					
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					

附 录 C
(资料性)
次级数据采集信息

次级数据采集表见表 C. 1。

表 C. 1 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	水泥					
	砂					
	石					
	掺合料					
	外加剂					
	水					
	钢筋					
						
能源	电力					
	热力（蒸汽、 热水等）					
	天然气					
	柴油					
						
运输	公路运输					
	铁路运输					
						

附 录 D
(资料性)
GWP 参考值

温室气体全球变暖潜势见表 D. 1。

表 D. 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
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 E
(资料性)
数据质量评价方法

E.1 数据质量评价体系见表 E.1。评价体系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，并在每项指标中用 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 E.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、技术水平差距较大的数据	未知或不同工艺的数据

E.2 基于期望值方法，通过综合每项数据质量指标来表征输入输出数据的总体数据质量评价系数（R），按公式（E.1）计算：

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

式中：
R ——数据质量评价系数；

n ——评价指标数量，取为 5；

q_i ——每个评价指标分值。

E.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，则 $R \leq 50$ ；
- b) 系统边界内某单元过程碳足迹量化结果占比在 10 ~ 70% 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，则使用可获得的数据即可。



附 录 F
(资料性)
产品碳足迹报告 (模板)

产品碳足迹报告格式模板如下。

产品碳足迹报告（模板）
(报告编号：_____)

产 品 名 称 ： _____

产 品 规 格 型 号 ： _____

生 产 者 名 称 ： _____

编 制 人 员 ： _____

出具报告机构
(如 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：_____

产品执行标准：_____

产品功能：_____

主要性能指标：_____

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. 功能单位/声明单位

以为_____功能单位/声明单位。

2. 系统边界

将系统边界界定为：原料获取阶段、产品生产阶段、产品分销阶段、安装和使用阶段、生命末期。

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 ××产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	温室气体量 (kg/功能单位或声明单位)
原料获取阶段			
产品生产阶段			
产品分销阶段			
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

3. 附加环境信息（如有）

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/□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 ××产品生命周期各阶段碳排放情况

生命周期阶段	碳足迹（kgCO ₂ e/功能单位（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 ××产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. 完整性、一致性和敏感性分析（可选项）

结合量化情况，对数据质量的完整性、一致性和敏感性进行分析说明。

3. 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。

4. 改进建议

5. 产品碳足迹绩效追踪（如有）

参 考 文 献

- [1] BS EN 16757: 2022. Sustainability of construction works—Environmental product declarations—Product Category Rules for concrete and concrete elements
- [2] 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. Allan. , Paola A. Arias. , Sophie Berger. , Josep G. Canadell. , Christophe Cassou. , Deliang Chen. , Annalisa Cherchi. , Sarah L. Connors. , Erika Coppola. , Faye Abigail Cruz. , et al, Cambridge University Press 2021, pp 7SM24-35

