

中国建筑材料协会标准

T/CBMF 289—2024

温室气体 产品碳足迹量化方法与要求 预拌混凝土

Greenhouse gases—Quantitative methods and requirements for carbon footprint
of products—Ready-mixed concrete

(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)

2024-11-27 发布

2024-12-06 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 10

10 可比性 10

11 产品碳足迹绩效追踪 10

12 产品碳足迹报告 11

附录 A（资料性）预拌混凝土产品生产工艺流程图 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）数据质量评价方法 16

附录 E（资料性）GWP 参考值 18

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、中建三局集团（深圳）有限公司、核工业华东建设工程集团有限公司、北京金隅混凝土有限公司、三碳（安徽）科技研究院有限公司、华新混凝土（武汉）有限公司、中建西部建设股份有限公司、华润水泥技术研发（广西）有限公司、山西铁力建材有限公司、江苏建工建材质量检测中心有限公司、涉县清漳水泥制造有限公司、江苏省建筑工程质量检测中心有限公司、上海易碳数字科技有限公司、四川华西绿舍建材有限公司、武汉盛大长青建材有限公司、北京东方纵横认证中心有限公司、中铁十九局集团有限公司、中建三局第一建设工程有限责任公司、中建六局装饰工程有限公司、广东至道先进土木工程材料技术研究有限公司、中建铁路投资建设集团有限公司、中铁七局集团第四工程有限公司、中建八局总承包建设有限公司、中建三局集团有限公司、浙江菲达环保科技股份有限公司、建材工业质量认证管理中心。

本文件主要起草人：王瑞蕴、陈华龙、曹志毛、王小兵、张全贵、夏贤清、孙志强、黄劲、王斌、林永权、李忠义、刘宜、赵智利、张亚挺、桂志军、关素敏、林希、叶智文、尚尔海、董晓刚、王晓东、张大康、王小虎、郭炜欣、何月方、赵延军、刘含笑、李明、陈爽、刘致远、冯瑞兵、袁侯铖。

本文件主要审查人：周丽玮、马丽萍、方春香、张思成、余学飞、刘宇、谭金华、赵婷婷、陈智丰、李婷、胡紫日、洪伟、张小卫、乔学礼、杨建华。

温室气体 产品碳足迹量化方法与要求 预拌混凝土

1 范围

本文件规定了预拌混凝土产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。

本文件适用于预拌混凝土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/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

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 界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

预拌混凝土 ready-mixed concrete

在搅拌站（楼）生产的、通过运输设备送至使用地点的、交货时为拌合物的混凝土。

[来源：GB/T 14902—2012，3.1]

3.2

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由地球表面、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（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]

3.3

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。

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]

3.4

产品部分碳足迹 **partial carbon footprint of a product; artial 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”的定义请参见 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]

3.5

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]

3.6

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]

3.7

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]

3.8

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]

3.9

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]

3.10

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。

注：本文件中的排放因子指的是生命周期的足迹因子。

[来源：GB/T 24067—2024，3.2.7]

3.11

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]

3.12

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]

3.13

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]

3.14

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 24044—2008，3.20]

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

在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。

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

本文件用于量化预拌混凝土产品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) 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) 满足可比性（10）要求的前提下，可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。

5 量化范围

5.1 产品描述

依据预拌混凝土对应的产品标准描述产品系统及其功能，同时清晰描述产品名称、产品定义、产品执行标准、组分材料、强度等级、使用条件等信息。

5.2 系统边界

5.2.1 预拌混凝土产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）、使用阶段（D）和生命末期阶段（E）为可选阶段。

5.2.2 预拌混凝土产品生产工艺流程图见附录A。

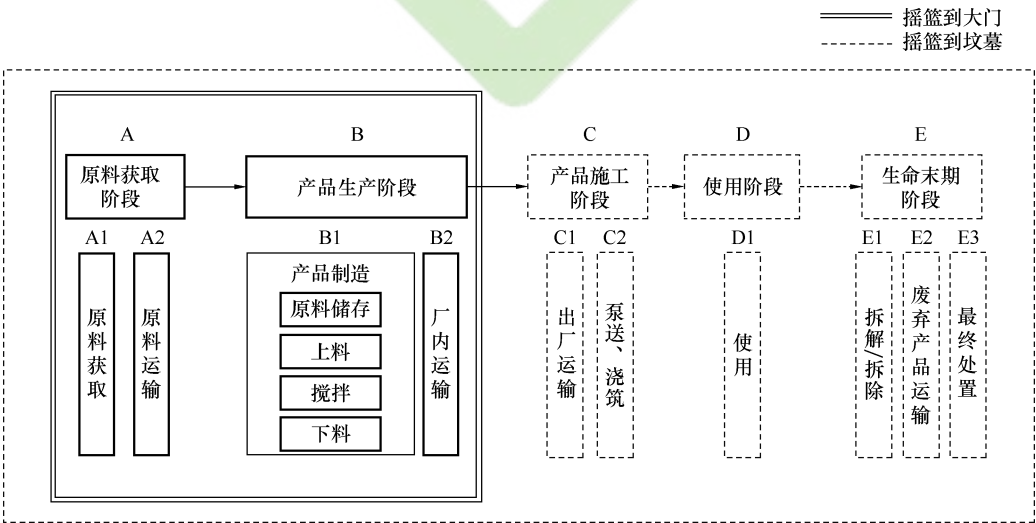


图1 预拌混凝土产品碳足迹评价的系统边界图

5.2.3 原料获取阶段（A），从自然界初级资源提取开始，在原料到达预拌混凝土搅拌站时终止，包括：

- a) 原料获取（A1）：主要原料获取过程，如水泥生产过程的能源、资源、耗材投入和废弃处理等相关过程；次要原料获取过程，如砂、石、外加剂、水的开采与加工等过程；包装材料的生产过程；
- b) 原料运输（A2）：将原料和包装材料从产地运输到预拌混凝土搅拌站的过程。

5.2.4 产品生产阶段（B），从原料运输至预拌混凝土搅拌站，在产品生产完成时终止，包括：

- a) 产品制造（B1）：原料储存、上料、搅拌、下料等过程；产品制造使用能源（如柴油、电力等）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。

5.2.5 施工阶段（C），从预拌混凝土出搅拌站开始，到浇筑地点时终止，包括：

- a) 出厂运输（C1）：产品出厂后运输至交付地点的过程，含中间储存地点的相关运输过程；
- b) 泵送、浇筑（C2）：预拌混凝土产品泵送、浇筑至施工部位，产品振捣以及后期养护过程；

5.2.6 使用阶段（D），从预拌混凝土服役开始，到预拌混凝土所在系统废弃后终止，包括预拌混凝土产品服役过程，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，使用寿命通常按 50 年计。

5.2.7 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（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等过程。

5.3 功能单位

功能单位应涵盖以下信息：

- 单位数量产品的计量，1 立方米（ m^3 ）；
- 预期用途；
- 主要性能特点或规格参数（如强度等级、单位产品质量等）；
- 参考使用寿命。

示例：用于 1m^3 承重墙的 C40 预拌混凝土，单位产品质量为 2.4t，参考使用寿命为 50 年。

5.4 声明单位

声明单位应涵盖以下信息：

- 单位数量产品的计量，1 立方米（ m^3 ）；
- 主要性能特点或规格参数（如强度等级、单位产品质量等）。

示例： 1m^3 C40 预拌混凝土或生产并运输 1m^3 C40 预拌混凝土。

5.5 取舍准则

所涉及的物质（能量）数据的取舍应遵循如下准则：

- a) 所有的能源输入均需列出，包括使用的替代燃料等；
- 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得超过 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。现场数据可按附录 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；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。可按附录 C 收集。
- 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

所属阶段	数据种类	数据
原料获取阶段 (A)	水泥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、包装袋等的温室气体排放因子	可使用次级数据
	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、砂、石、外加剂、水、包装袋等原料的消耗量	应使用现场数据
	能源的运输量、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、柴油（移动源）、蒸汽等能源的消耗量	应使用现场数据
	电力、柴油、蒸汽等能源获取的温室气体排放因子	可使用次级数据
	天然气、柴油等能源的低位发热量	可使用次级数据
	天然气、柴油等能源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
施工阶段 (C)	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
	预拌混凝土的运输量、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
	泵送、浇筑、振捣、养护过程中电、柴油等能源消耗量	应使用现场数据
	养护覆盖材料、养护剂、热水等物料消耗量	应使用现场数据
使用阶段 (D)	能源和物料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	宜使用现场数据

表 1（续）

所属阶段	数据种类	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

6.2 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) 若数据分配无法避免，则应使用质量进行分配，如预拌混凝土产量；
- c) 对于闭环里循环使用的共生产品，不需要分配；
- 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（声明单位），进行产品碳足迹核算，计算公式见式（1）：

$$CFP_{GHG} = \sum_i (GWP_i \times CFP_i) \dots\dots\dots (1)$$

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

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（ kg/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 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（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（ kg/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（ kg/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）在施工阶段的第 i 类温室气体排放量，单位为千克每功能单位或声明单位（ kg/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（ kg/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（ kg/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：

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

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 中条款 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，单位为吨每功能单位或声明单位（ t/功能单位或声明单位 ）；

$D_{A,j,k}$ ——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）

预拌混凝土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，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 种燃料、能源的消耗量，单位视燃料种类而定；
- $CEF_{B,i,j}$ ——第 j 种燃料和物料获取的第 i 种温室气体排放因子，单位视燃料、能源种类而定；
- $M_{B,j,k}$ ——每功能单位（声明单位）第 j 种燃料第 k 种运输方式的运输量，单位为吨每功能单位或声明单位（t/功能单位或声明单位）；
- $D_{B,j,k}$ ——第 j 种燃料第 k 种运输方式的运输距离，单位为千米（km）；
- $FC_{B,j}$ ——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）。

7.1.4 施工过程（C）

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

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

式中：

- $M_{C1,k}$ ——每功能单位（声明单位）施工阶段第 k 种运输方式产品运输量，单位为吨每功能单位或声明单位（t/功能单位或声明单位）；
- $D_{C,k}$ ——每功能单位（声明单位）施工阶段产品第 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（声明单位）施工阶段第 j 种能源和物料的消耗量，单位视能源和物料种类而定；
- $M_{C3,j,k}$ ——每功能单位（声明单位）施工阶段第 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；
- $CEF_{C,i,j}$ ——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；
- $D_{C,j,k}$ ——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 使用过程（D）

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）循环等方式处置，按式（7）计算：

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

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；

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 种能源和物料第 k 种运输方式的运输量，单位为吨每功能单位或声明单位（t/功能单位或声明单位）；
- $D_{E2,j,k}$ ——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）；
- $M_{E3,j}$ ——每功能单位（声明单位）生命末期第 j 种方式（包含填埋和循环方式）处置量，单位为吨每功能单位或声明单位（t/功能单位或声明单位）；
- $CEF_{E3,i,j}$ ——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 附加环境信息

除本文件 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，如混凝土服役过程的固碳，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 D。

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：

- 产品功能、技术性能和用途是相同的；
- 功能单位（声明单位）是相同的，系统边界的选取是等同的；
- 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）；
- 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，以改进预拌混凝土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 第 7 章的要求，报告模板见附录 E。



附录 A
(资料性)
预拌混凝土产品生产工艺流程图

预拌混凝土产品生产工艺流程图见图 A.1。

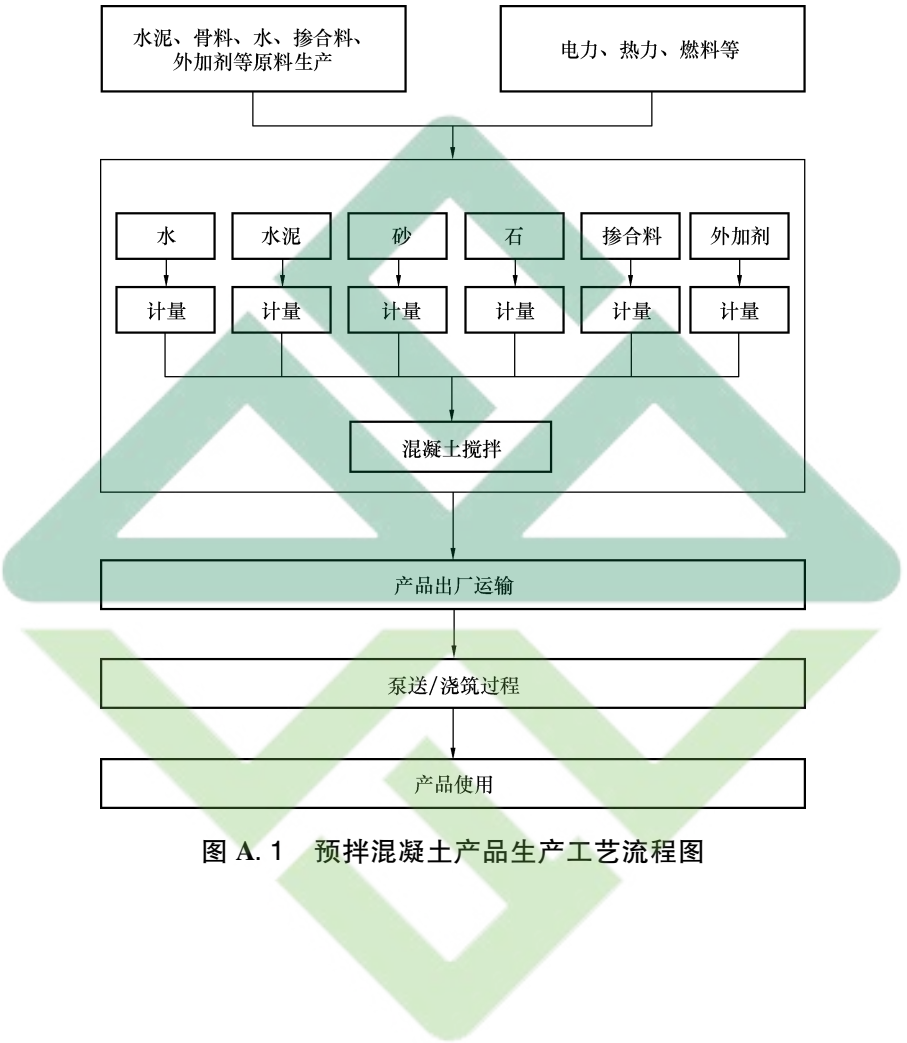


图 A.1 预拌混凝土产品生产工艺流程图

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_____m ³ 种类 2：_____；产量_____m ³ ...						
	执行产品标准								
原料获取阶段（A）、产品生产阶段（B）									
资源消耗及综合利用	种类	运输量	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	
	水泥			t					
	砂			t					
	石			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					
	柴油			t					
									
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		
	大气排放	二氧化碳		t					
									
	固体废物排放								

表 B.1（续）

产品施工阶段（C）						
运输过程	项目		运输方式（汽运、 火车或船运）		运输距离 /km	运输量
	从工厂到施工地点					
泵送过程	物料种类		物料消耗量			单位：
环境排放	温室气体直接排 放量		固体废物排放			单位：
使用阶段（D）						
使用过程	预期使用寿命		产品主要性能指标			
二氧化碳清 除量		单位：	计算依据标准			
生命末期阶段（E）						
运输过程	运输方式		运输距离		运输量	
废弃过程	废弃处理方式					
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.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	时间相关性	区域相关性	技术相关性
资源	水泥					
						
能源	煤					
	电力					
	柴油					
						
运输	公路运输					
	铁路运输					
						

附 录 D
(资料性)
数据质量评价方法

D.1 数据质量评价体系表见表 D.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 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、技术水平差距较大的数据	未知或不同工艺的数据

D.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），按式（D.1）计算，可按以下要求对数据质量进行评价：

- a) 系统边界内某单元过程碳足迹量化结果占比超过 70%，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% 之间，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%，则使用可获得的数据即可。

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

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。



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 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 : _____ (盖章)
(如 有)

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

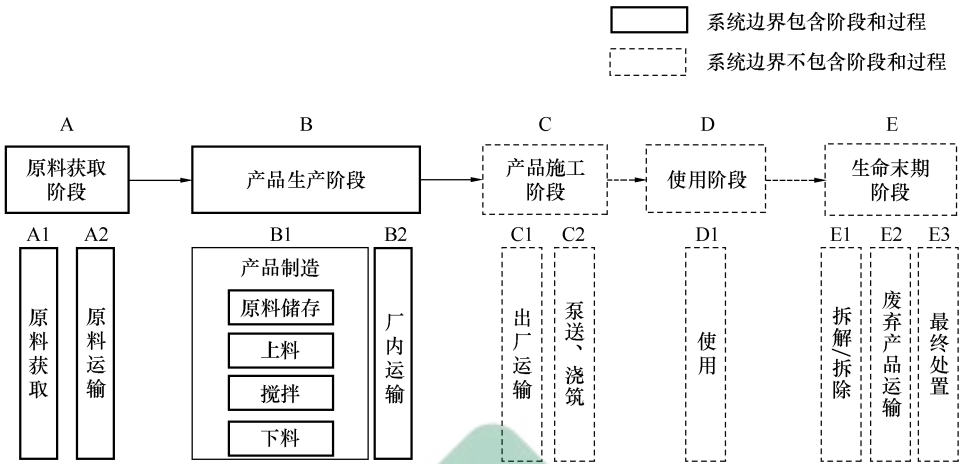
三、量化范围

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☐产品施工阶段☐使用阶段☐生命末期阶段。



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/声明单位)
原料获取阶段			
产品生产阶段			

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□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（kg CO ₂ e/声明单位）	百分比（%）
原料获取阶段		
产品生产阶段		
总计		

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 2 ××各生命周期阶段碳排放分布图

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

4. 产品碳足迹绩效追踪（如有）

参考文献

- [1] GB/T 2589《综合能耗计算通则》
- [2] GB/T 14902《预拌混凝土》
- [3] GB/T 51366—2019《建筑碳排放计算标准》
- [4] PAS 2050: 2011 Specification for the assessment of the life cycle greenhouse gas emissions of goods and services
- [5] EN 16757《建筑工程的可持续性-环境产品声明-混凝土和混凝土构件的产品种类规则》(Sustainability of construction works. Environmental product declarations. Product Category Rules for concrete and concrete elements)。
- [6] 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

