

ICS 91.100.30

CCS Q14

CBCA

团 体 标 准

T/CBCA XXX-XXXX

建筑固废再生砂粉-产品碳足迹量化方法与 要求

Quantification method and requirements for carbon footprint of recycled sand

and powder from construction and demolition waste

(征求意见稿)

XXXX-XX-XX 发布

XXXX-XX-XX 实施

中国散装水泥推广发展协会 发 布

目录

前言 1

引言 II

1. 范围 3

2. 规范性引用文件 3

3. 术语和定义 3

4. 通则 4

5. 量化目的和范围 4

6. 系统边界 4

7. 数据和数据质量 6

8. 生命周期清单分析 7

9. 产品碳足迹影响评价 8

10. 产品碳足迹结果解释 10

11. 产品碳足迹报告 10

附录 A（资料性）建筑固废再生砂粉产品生产工艺流程图 12

附录 B（资料性）生态环境部 2022 年发布全国与各省市电力排放因子数据 13

附录 C（资料性）全球升温潜势 GWP 表 14

附录 D（资料性）计算公式及参数推荐值 15

附录 E（资料性）产品碳足迹报告（模）板 17

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这些专利的责任。

本文件由中国散装水泥推广发展协会提出并归口。

本文件负责起草单位：

本文件参加起草单位：

本文件主要起草人：

本文件主要审查人：

本文件为首次发布。

引 言

在全球积极应对气候变化、大力倡导节能减排的背景下，控制温室气体排放已成为全人类的共同使命。各个行业都在积极探索更加环保、低碳的发展路径。

建筑固废再生砂粉是利用新建、改建、扩建和拆除各类建筑物、构筑物、管网等以及居民装饰装修房屋过程中产生的弃土、弃料及其他废弃物等经过一系列加工处理后得到的细颗粒材料，是建筑垃圾资源化利用领域的重要产物。长期以来，由于堆存量巨大，不仅占用大量土地空间，还对环境造成污染，难以规模化利用，这些问题一直备受社会各界关注。将建筑固废再生砂粉制备成建筑材料，不仅实现了废弃物的资源化利用，减少了对环境的压力，还能替代部分传统砂石材料，在实现建筑行业可持续发展方面具有重要意义。然而，实现废弃物资源化利用的同时，准确评估此类产品在整个生命周期中的碳排放至关重要。本文件通过科学的衡量方法，量化建筑固废再生砂粉的碳足迹，准确把握其生产、运输、加工阶段的温室气体排放状况，从而为进一步优化工艺、降低碳排放和碳管理提供有力依据。

本文件针对建筑固废再生砂粉系统边界内产生的温室气体排放情况进行了深入的研究，旨在为相关企业、研究机构以及行业监管部门提供全面、准确且具有实操性的指导，共同推动该领域向低碳、绿色方向稳健发展。

建筑固废再生砂粉-产品碳足迹量化 方法与要求

1. 范围

本文件规定了建筑固废再生砂粉的术语和定义、量化目的、量化范围、数据和数据的质量、生命周期清单分析、产品碳足迹影响评价、产品碳足迹结果解释及产品碳足迹报告。

本文件适用于制备建筑固废再生砂粉的碳足迹量化方法。

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 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

ISO 14064-1 温室气体 第1部分：组织层面指导量化和报告温室气体排放量和清除量的规范

GB/T 24044-2008 环境管理 生命周期评价 要求与指南

ISO 14067:2018 温室气体 产品碳足迹 量化要求和指南

GB/T 38450-2020 建筑垃圾再生砂粉

3. 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

建筑固废再生砂粉 recycled sand and powder from construction and demolition waste

指建筑固废（如废弃混凝土）经破碎、筛分等工艺处理后，粒径不超过4.75mm的细骨料与微粉的混合物，包含再生砂（粗颗粒）和再生微粉（细粉体）

[来源：GB/T 38450-2020，3.1]

3.2

产品部分碳足迹 partial carbon footprint of a product, Partial CFP

仅对产品生命周期系统中一个或多个特定阶段内产生的温室气体排放量与清除量进行的量化评估，其结果以二氧化碳当量（CO_{2e}）表示。

[来源：GB/T 24067-2024，2.0.3]

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：ISO 14067:2018，3.1.1]

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 24044-2008，3.32]

3.5

T/CBCA XXX-XXXX

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。

[来源: GB/T 32150-2015, 3.1]

3.6

二氧化碳当量 carbon dioxide equivalent, CO_{2e}

比较某种温室气体与二氧化碳的辐射强迫的单位。

[来源: GB/T 32150-2015, 3.16]

3.7

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 32150-2015, 3.15]

4. 通则

本文件按照制备建筑固废再生砂粉材料的碳足迹评价方法, 建立以部分生命周期为基础的核算边界。温室气体排放应按生命周期阶段进行归集和量化, 核算边界包含原材料获取阶段、运输阶段、生产加工阶段、产品包装阶段, 不包括产品的分销阶段、使用阶段和生命末期阶段。功能单位内的所有直接与间接排放应予以明确定义, 并分配至发生该项排放的对应生命周期阶段。在采用相同时间范围、计算方法一致, 且系统边界无遗漏或无交叉的前提下, 产品碳足迹可由各阶段的部分碳足迹累加得到。

(原则: 采用生命周期的视角, 系统审视和核算产品系统各阶段的温室气体排放与清除; 以明确、可比较的功能单位作为量化与分析的基础; 秉持迭代方法, 通过反复的数据收集与模型修正提升结果可靠性; 坚持科学优先, 在数据选择和方法学上采用经科学验证的方法; 确保数据、方法及边界与研究目的高度相关; 追求完整性, 涵盖所有显著排放与清除过程, 并对排除项予以说明; 保持一致性, 使用统一方法学和假设以保证结果可比性; 努力提高准确性, 减少数据和结果的偏差与不确定性; 贯彻透明性, 完整记录所有假设、来源、方法及决策过程以确保可追溯和可审查; 并通过清晰的系统边界设定与分配方法避免重复计算。)

5 量化目的和范围

开展制备建筑固废再生砂粉材料碳足迹量化的总体目的是基于“Cradle-to-Gate”的系统边界, 核算其在原材料获取、运输、生产加工及产品包装阶段内产生的所有显著温室气体排放量与清除量之和, 以定量评价生产1吨建筑固废再生砂粉材料对全球变暖的潜在贡献, 单位以二氧化碳当量(CO_{2e})表示。

开展建筑固废再生砂粉材料的碳足迹量化研究时, 应明确说明以下问题:

- 应用意图;
- 开展该项研究的理由;
- 目标受众(即研究结果的接收者)。

6 系统边界

6.1 边界设定

建筑固废再生砂粉材料系统边界内从原辅料及能源的获取阶段, 包括建筑固废再生砂粉的预处理、碱外加剂的获取、能源和水的获取等, 还包括原辅材料和能源的运输阶段、生产加工阶段涉及的物料混合、成型、养护等, 到产品包装阶段。

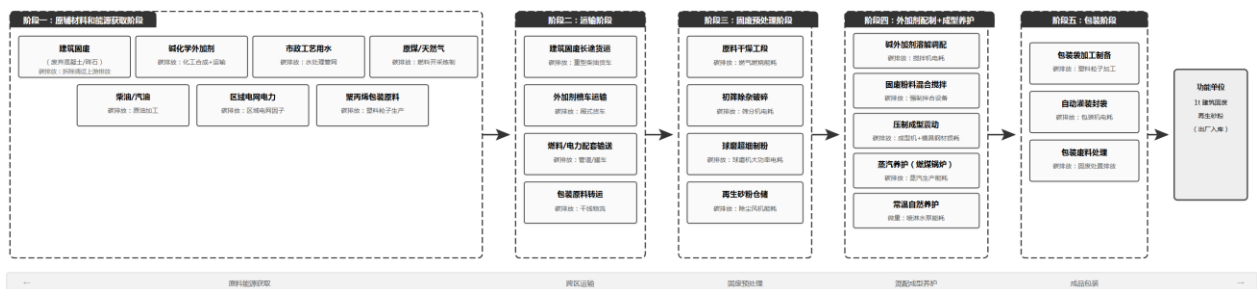


图1 建筑固废再生砂粉材料系统边界图

6.2 原辅料和能源获取阶段

原辅料和能源获取阶段的核算范围涵盖从自然界或上游供应商处获取原材料、辅料及能源开始，直至其运抵建筑固废再生砂粉生产工厂为止的全过程。应包括下列阶段：

- a) 原辅料的获取与运输分销：包括建筑固废再生砂粉、化学外加剂等所有原辅料的开采、生产以及将其运输至生产工厂的环节；
- b) 能源的获取与输送：包括汽油、柴油、重油、煤炭、天然气等燃料，以及电力、热力等能源的生产及其运输或输送至生产工厂的环节。

6.3 建筑固废再生砂粉预处理阶段

为提高建筑固废再生砂粉的均匀性，需开展预处理工作，包含建筑固废再生砂粉的干燥、初步筛选和研磨工序，最后将其储存备用。：

- a) 建筑固废再生砂粉干燥过程；
- b) 初步筛选过程；
- c) 研磨；
- d) 原料运输的相关过程；
- e) 燃料、电力等能源消耗相关过程；
- f) 预处理后的建筑固废再生砂粉储存。

6.4 物料生产阶段

该阶段是通过化学或物理手段混合原料。应包括下列阶段：

- a) 配置原料；
- b) 混合搅拌加工；
- c) 燃料、电力（热力）等能源消耗相关过程。

6.5 成型与养护阶段

该阶段是在碱性环境下发生溶解、缩聚和硬化反应，最终形成具有性能的固态材料。应包括下列阶段：

- a) 震动辅助；
- b) 适宜温度养护；
- c) 燃料、电力（热力）等能源消耗相关过程。

6.6 包装阶段

该阶段是指对成品建筑固废再生砂粉进行灌装、封装、贴标等操作，使其成为可出厂销售产品的最终生产环节。该阶段的系统边界始于包装材料进入生产工厂，止于包装完毕的成品入库待售。应包括下列阶段：

- a) 包装材料的生产：制造包装袋、包装桶、标签等所消耗的能源和资源产生的上游排放；
- b) 包装操作过程的能耗：使用自动灌装机、封口机、压缩机等设备进行包装时所消耗的电能或其它能源；

T/CBCA XXX-XXXX

- c) 包装废弃物的处理：包装过程中产生的废品、残次品处理时可能产生的排放。

7 数据和数据质量

7.1 数据的描述

7.1.1 现场数据

现场数据是建筑固废再生砂粉生产阶段各工序或单元的活动数据，是基于实际测量、统计等方式得到的生命周期清单数据，举例：产品生产阶段的原辅料和能源消耗量、产品产出量、废弃物排放量以及运输量(包括运输方式、运输距离)等。

现场数据均为初级数据。

7.1.2 背景数据

背景数据是无法从现有产品系统中获得的，通常来源于现有的本土化或国际LCA数据库、经第三方权威机构认证的产品碳足迹(CFP)或环境产品声明(EPD)报告、公开发表的高质量学术文献等。可量化背景数据为初级数据，举例：供应商或服务商提供基于现场数据计算得到的生命周期清单数据；背景数据不能量化则为次级数据，举例：外购原辅材料和燃料的上游排放因子、运输排放因子等。

仅在收集初级数据不可行时，次级数据才能用于输入和输出，或用于重要性较低的过程。引用次级数据宜证明其适用性和可信度，并注明数据来源及选取思路。

7.2 数据的质量要求

数据的质量要求应包括下列内容：

a) 时间覆盖范围

数据的年份和所收集数据的最小时间长度；

b) 地理覆盖范围

为实现产品碳足迹研究目的所收集的单元过程数据的地理位置；

c) 技术覆盖范围

具体的技术或技术组合；

d) 精度

对每个数据值的可变性的度量(例如方差)；

e) 完整性

实际收集到的、符合质量要求的有效数据量，占其对应工序或单元过程理论上应收集的全部数据总量的比例。

f) 代表性

反映实际关注人群对数据集(即时间覆盖范围、地理覆盖范围和技术覆盖范围等)关注程度的真实情况进行定性评价；

g) 一致性

对研究方法学是否能在敏感性分析的不同组成部分中统一应用而进行的定性评价；

h) 再现性

对其他独立从业人员采用同一方法学和数值信息重现相同研究结果的定性评价；

i) 数据来源

现场数据来源于测量、工程计算、采购记录等，环境排放数据优先采用环境监测报告，所有数据均有相关的数据来源和数据处理算法；

j) 信息的不确定性

对碳足迹核算中所使用数据的精确程度和可靠性的度量，即数据值本身可能存在的误差范围或可信程度。

8. 生命周期清单分析

8.1 原辅材料和能源获取阶段

应收集的初级数据包括：

- a) 原辅材料的运输工具及其核定载重量、运输重量、运输距离；
- b) 能源的运输工具及其核定载重、运输重量、运输距离。

8.2 建筑固废再生砂粉预处理阶段

应收集的初级数据包括：

- a) 建筑固废再生砂粉预处理过程能源消耗和电力消耗情况；
- b) 筛选前后建筑固废再生砂粉的重量；
- c) 球磨时间、温度、颗粒尺寸；
- d) 球磨机能耗、电力消耗情况。

8.3 外加剂配置及物料混合阶段

应收集的初级数据包括：

- a) 外加剂种类、用量及配比（如碱外加剂的浓度、固体/液体质量）；
- b) 外加剂与建筑固废再生砂粉的混合比例（质量或体积比）；
- c) 混合设备类型（如搅拌机型号）、混合时间、转速及能耗；
- d) 混合过程中的温度控制参数（如环境温度或加热温度）；
- e) 混合后物料的含水率或均匀度检测数据。

8.4 成型阶段

应收集的初级数据包括：

- a) 成型设备类型（如压制成型机）及功率；
- b) 成型压力、温度、时间等工艺参数；
- c) 单件产品成型能耗（电力/燃料消耗量）；
- d) 成型模具的材质、尺寸及使用寿命；
- e) 成型合格率及废料产生量（如边角料或不合格品质量）。

8.5 次级数据收集

建筑固废再生砂粉产品系统边界内应收集的次级数据主要为背景数据，即无法从现场直接获取、需引用外部数据库或文献的单元过程数据。该类数据主要包含：

- a) 外购原辅材料、燃料等上游生命周期清单数据；
- b) 电(热)力等能源的上游生命周期清单数据；
- c) 运输过程的数据清单等。

8.6 数据审定

应重视下列情况：

- a) 在数据收集过程中应对数据的有效性进行检查，以确认并提供证据证明数据质量要求符合 7.2 的规定。
- b) 数据审定可通过建立质量平衡、能量平衡、碳平衡和(或)排放因子的比较分析或其他适当的方法。由于每个单元过程均遵守物质和能量守恒定律，因此物质和能量的平衡能为单元过程描述的准确性提供有效的检查。
- c) 数据审定可参考行业平均值、检验标准值等常规数据进行交叉审定。

8.7 数据取舍原则

本文件涉及的物质和能源数据的取舍原则如下：

- a) 能源的所有输入均需列出；
- b) 原辅材料的所有输入均需列出；

- c) 辅助材料若符合 d) 和 e) 要求则可忽略；
- d) 忽略的单项物质(能量)流对产品碳足迹的贡献均不应超过 1%；
- e) 所有忽略的物质(能量)流对产品碳足迹贡献总和不应超过 5%，且应在产品碳足迹报告中予以说明；
- f) 道路与厂房等基础设施、各工序设备、厂区内人员办公及生活设施的消耗和排放，均忽略。取舍准则

9. 产品碳足迹影响评价

9.1 通则

产品碳足迹是指产品生命周期内所有相关温室气体排放和清除的净总和。具体而言，它为产品系统中所有GHG排放量和GHG清除量之和，即所有GHG潜在气候变化影响的总和，通过排放的GHG的质量乘以IPCC给出的100年GWP（见附录C）来计算产品每种GHG排放的潜在气候变化影响，以kgCO_{2e}为计量单位。

9.2 产品碳足迹计算方法公式

建筑固废再生砂粉的碳足迹（CFP）为系统边界内所有GHG排放量与清除量的净值，以CO_{2e}表示。其计算应基于生命周期清单分析数据，首先计算每个生命周期阶段的总碳排放，再按下式计算到总碳足迹。

$$GHG_{total} = (C_{byproduct} + C_{trans} + C_{Pre} + C_{mix} + C_{cure} + C_{pack}) \times GWP_j \dots\dots\dots (1)$$

式中：

GHG_{total} ——建筑固废再生砂粉的碳足迹，单位为 kgCO_{2e}；

$C_{byproduct}$ ——建筑固废再生砂粉原料获取阶段碳排放量，单位为 kgCO_{2e}；

C_{trans} ——建筑固废再生砂粉原辅料、燃料等运输过程的碳排放量，单位为 kgCO_{2e}；

C_{Pre} ——建筑固废再生砂粉原材料预处理阶段产生碳排放量，单位为 kgCO_{2e}；

C_{mix} ——配料混合阶段产生的碳排放量，单位为 kgCO_{2e}；

C_{cure} ——成型与养护产生的碳排放，单位为 kgCO_{2e}；

C_{pack} ——建筑固废再生砂粉包装过程产生的温室气体排放量，单位为 kgCO_{2e}；

GWP_j ——温室气体j的GWP 值，按附录C中的规定取值。

建筑固废再生砂粉从原料获取到产品包装过程产生的碳排放量采用过程分析法，按下式进行计算：

$$C_j = \sum_{i=1}^n (AD_j \times EF_j) \dots\dots\dots (2)$$

式中：

C_j ——功能单位/声明单位产品在第 j 阶段第 i 种原辅料、燃料获取的温室气体排放量，单位为 kgCO_{2e}；

AD_j ——统计期内生产目标产品第 i 种原辅料、燃料的消耗量，单位为 kg 或 m³；

EF_j ——第 i 种原辅料、燃料生命周期温室气体排放因子，单位为 kgCO_{2e}/kg 或 kgCO_{2e}/m³。

9.3 原辅材料和能源获取阶段

建筑固废再生砂粉的获取产生的碳排放依据质量分摊法，按下式进行计算：

$$C_{byproduct} = \frac{E_{upstream} \times M_{gypsum}}{M_{total}} \dots\dots\dots (3)$$

式中：

$E_{upstream}$ ——上游工业副产建筑固废再生砂粉排放企业原工艺的温室气体总排放量，单位为 kgCO_{2e}，例如燃煤电厂的原料和能源的获取、运输、工业生产等温室气体总排放量；

M_{gypsum} ——副产建筑固废再生砂粉的质量，单位为 kg；

M_{total} ——原工艺所有产出物质的总质量，单位为 kg，包括主产品电力（按照等热值法折算为质量进行计算）、建筑固废再生砂粉、副产品、废弃物（废水、废气等）。

原料运输过程产生的碳排放，按下式进行计算：

$$C_{trans} = \sum_{j=1}^n (D_j \times W_j \times EF_{trans-mode,j}) \dots\dots\dots (4)$$

式中：

$$C_{trans} = \sum_{j=1}^n (D_j \times W_j \times EF_{trans-mode,j})$$

D_j ——第 j 种原料运输距离 (km)，需区分公路/铁路/水路，企业物流记录或地图软件测算；

$EF_{trans-mode,j}$ ——运输排放因子，重型卡车：0.12 kg CO₂e/(t·km)（柴油车满载）；铁路：0.03 kg CO₂e/(t·km)（电力牵引），来源于生态环境部《道路运输企业温室气体排放核算指南》。

9.4 预处理阶段

原料的预处理产生的碳排放，按下式进行计算：

$$C_{screen} = E_{screen} \times EF_{elec} + F_{dry} \times EF_{fuel} + Q_{dry} \times EF_{heat-loss} \dots\dots\dots (5)$$

式中：

E_{screen} ——振动筛/分选机电力消耗 (kWh)，通过设备铭牌功率×运行时间计算；

F_{dry} ——干燥燃料（如天然气）消耗量 (m³)，根据燃烧器流量计记录；

Q_{dry} ——干燥过程散失的热量 (MJ)，

计算公式：

$$Q_{dry} = m_{ash} \times c_p \times (T_{out} - T_{in})$$

其中 c_p 为建筑固废再生砂粉比热容（约 0.84 kJ/kg·℃）；

EF_{elec} ——2021 年电力二氧化碳排放因子；

EF_{fuel} ——燃料的排放因子，计算方式见附录；

$EF_{heat-loss}$ ：按热能来源折算（若使用燃煤锅炉余热，取燃煤排放因子的 15%）；

研磨与活化过程产生的碳排放，按下式进行计算：

$$C_{grind-act} = E_{grind} \times EF_{elec} + M_{NaOH} \times EF_{NaOH} + M_{water} \times EF_{water} \dots\dots\dots (6)$$

式中：

M_{NaOH} ——氢氧化钠用量 (kg)，按照建筑固废再生砂粉质量的 5%-15% 计算

M_{water} ——工艺水消耗量 (t)，根据搅拌槽容积×批次数量统计；

EF_{NaOH} ——氢氧化钠排放因子为 2.1 kg CO₂e/kg（中国化工协会《重点化工产品碳排放因子》，含电解法生产+运输）；

EF_{water} ——水排放因子为 0.37 kg CO₂e/t（市政供水，仅处理与输送，参考《城镇水务系统碳核算标准》）；

M_{water} ——工艺水消耗量 (t)，根据搅拌槽容积×批次数量统计；

EF_{NaOH} ——氢氧化钠排放因子为 2.1 kg CO₂e/kg（中国化工协会《重点化工产品碳排放因子》，含电解法生产+运输）；

EF_{water} ——水排放因子为 0.37 kg CO₂e/t（市政供水，仅处理与输送，参考《城镇水务系统碳核算标准》）。

9.5 配料混合阶段

配料的混合产生的碳排放，按下式进行计算：

$$C_{mix} = E_{mixer} \times EF_{elec} \dots\dots\dots (7)$$

式中：

E_{mixer} ——混合机电力消耗量；

EF_{elec} ——电力排放因子；

T/CBCA XXX-XXXX

压制成型产生的碳排放，按下式进行计算：

$$C_{press} = E_{press} \times EF_{elec} + E_{mold} \times EF_{steel} \dots\dots\dots (8)$$

式中：

E_{mold} ——模具钢材料年损耗量（kg），按模具总质量×年磨损率（通常 0.5%~1%）；

EF_{steel} ——钢材生产排放因子为 2.3 kg CO₂e/kg（含炼钢+轧制）；

9.6 成型与养护阶段

养护工艺产生的碳排放，按下式进行计算：

蒸汽养护（燃煤锅炉）：蒸汽生产和养护窑保温

$$C_{cure} = S_{stream} \times EF_{stream} + E_{insulate} \times EF_{heat-loss} \dots\dots\dots (9)$$

式中：

S_{stream} ——蒸汽用量（kg）= 养护窑容积×蒸汽密度×养护时间×换气次数；

EF_{stream} ——燃煤锅炉：0.11 kg CO₂e/kg 蒸汽（1MPa 饱和蒸汽，参考《工业锅炉能效与排放测试规程》）；

自然养护替代方案，按下式进行计算：

$$C_{cure-natural} = M_{curing} \times EF_{agent} \dots\dots\dots (10)$$

式中：

9.7 包装阶段

破碎与包装产生的碳排放，按下式进行计算：

$$C_{pack} = E_{crusher} \times EF_{elec} + M_{bag} \times EF_{bag} \dots\dots\dots (11)$$

式中：

M_{bag} ——包装袋用量（kg），按每吨产品需 50 条编织袋（每条 0.1kg）计算；

EF_{bag} ——聚丙烯编织袋排放因子为 3.6 kg CO₂e/kg（含原料+加工）；

10. 产品碳足迹结果解释

10.1 结果解释的步骤

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：

- 根据生命周期数据质量要求和产品碳足迹影响评价的量化结果，识别显著碳排放阶段；
- 对数据的来源一致性和过程的完整性进行评估；
- 结论、局限性和建议分析；

10.2 结果解释的内容

按照产品碳足迹研究的目的和范围，对产品碳足迹影响评价的量化结果进行解释，解释应包括以下内容：

- 说明产品碳足迹和各阶段碳足迹；
- 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；

结果解释宜包括以下内容：

- 对重要输入、输出和方法学选择（包括分配程序）进行敏感性检查；
- 评估建议对结果的影响。

11. 产品碳足迹报告

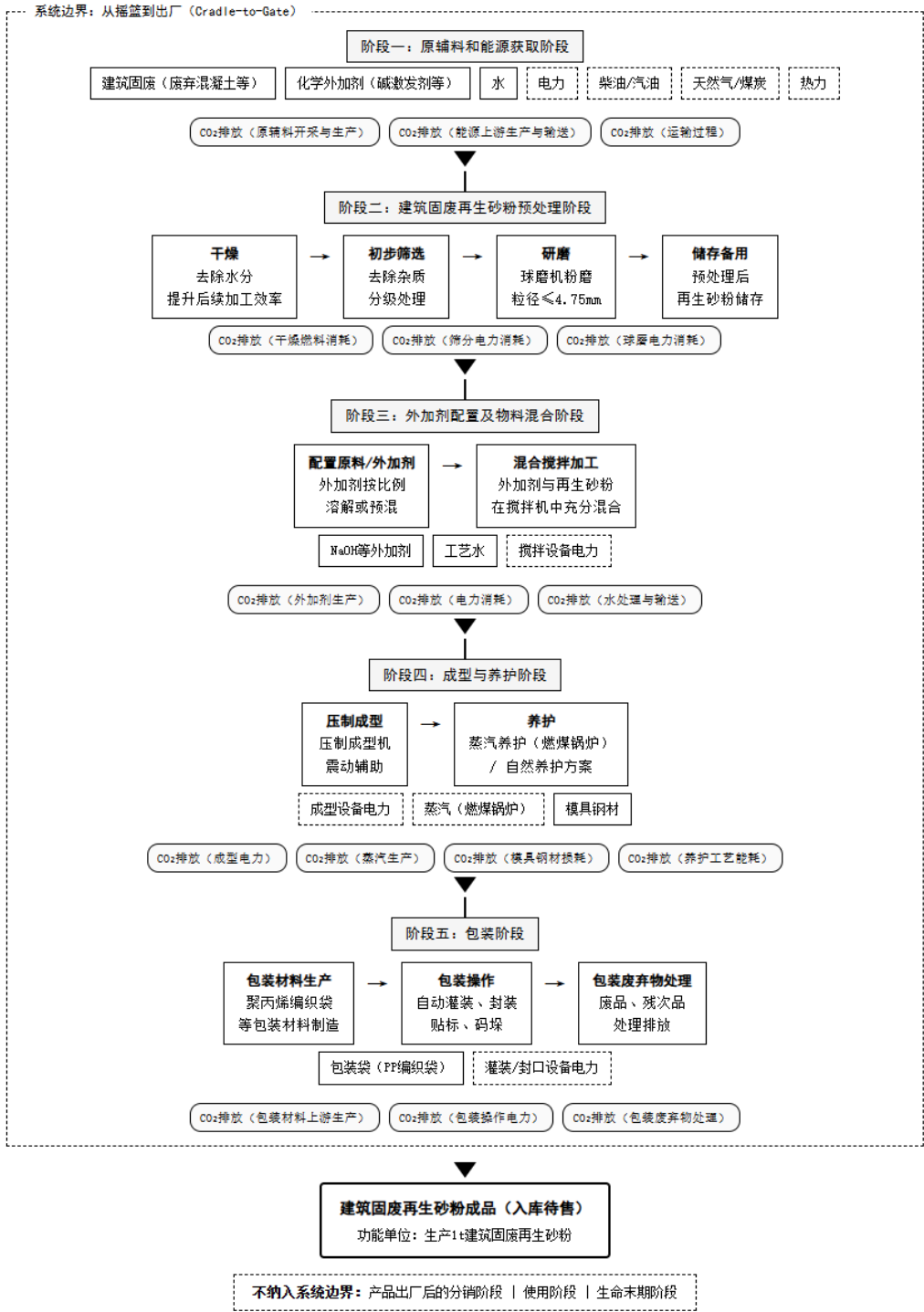
关于产品碳足迹评价报告模板，产品碳足迹评价报告（参考格式见附录E），宜包括以下内容：

- 基本情况
 - 委托方与评价方信息；
 - 报告信息；

- 3) 依据的标准;
- 4) 开展研究的目的;
- b) 量化目的:
 - 1) 开展研究的目的;
 - 2) 预期用途。
- c) 量化范围:
 - 1) 产品说明, 包括功能和技术参数;
 - 2) 声明单位以及基准流;
 - 3) 系统边界;
 - 4) 取舍准则和取舍点, 列出排除在外的单元过程或因素, 并说明理由和其合理性;
 - 5) 生命周期各阶段描述。
- d) 清单分析:
 - 1) 数据收集信息, 包括数据来源;
 - 2) 重要的单元过程清单;
 - 3) 纳入范围的温室气体清单;
 - 4) 分配原则与程序;
 - 5) 数据说明. 包括有关数据的决定和数据质量评价。
- e) 影响评价:
 - 1) 影响评价方法;
 - 2) 特征化因子;
 - 3) 产品碳足迹计算;
 - 4) 结果图示(可选)。
- f) 结果解释:
 - 1) 结论和局限性;
 - 2) 敏感性分析和不确定性分析结果;
 - 3) 电力处理, 包括关于电网排放因子计算和相关电网的特殊局限信息;
 - 4) 在产品碳足迹研究中披露和证明相关信息项的选择并说明理由。研究中使用的产品种类规则或其他补充要求的参考资料。

附录 A（资料性）建筑固废再生砂粉产品生产工艺流程图

建筑固废再生砂粉产品生产工艺流程图



注1：本流程图对应第6章系统边界描述，采用“从摇篮到出厂”（Cradle-to-Gate）的部分生命周期评价方法。

注2：实线框表示生产工艺单元过程，虚线框为能源/物料输入，虚线边框为系统边界。

注3：各阶段碳排放计算公式详见第9章产品碳足迹影响评价（式1~式9）。

注4：建筑固废再生砂粉粒径不超过4.75mm，包含再生砂（粗颗粒）和再生微粉（细粉体），见3.1术语定义。

注5：道路与厂房等基础设施、各工序设备、厂区内人员办公及生活设施的消耗和排放均忽略（见8.7取舍原则）。

附录 B（资料性）生态环境部 2022 年发布全国与各省市电力排放因子数据

生态环境部 2022 年发布全国与各省市电力排放因子数据

2022年全国电力平均二氧化碳排放因子为 $0.5366\text{kgCO}_2/\text{kWh}$ ，表B.1为2022年各省电力评价二氧化碳排放因子。

表 B. 1 2022 年各省电力评价二氧化碳排放因子

省名	排放因子(kgCO_2/kWh)
北京	0.5580
天津	0.7041
河北	0.7252
山西	0.7096
内蒙古	0.6849
辽宁	0.5626
吉林	0.4932
黑龙江	0.5368
上海	0.5849
江苏	0.5978
浙江	0.5153
安徽	0.6782
福建	0.4092
江西	0.5752
山东	0.6410
河南	0.6058
湖北	0.4364
湖南	0.4900
广东	0.4403
广西	0.4044
海南	0.4184
重庆	0.5227
四川	0.1404
贵州	0.4989
云南	0.1073
陕西	0.6558
甘肃	0.4772
青海	0.1567
宁夏	0.6423
新疆	0.6231

附录 C（资料性）全球升温潜势 GWP 表

全球升温潜势GWP参见表C.1。

表 C. 1 全球升温潜势 GWP

温室气体种类	化学分子式	100年增温潜势
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
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》。GWP值引用IPCC第六次评估报告（AR6）100年时间框架数据。推荐定期更新。

附录 D（资料性）计算公式及参数推荐值

D.1 计算公式

燃料排放因子的计算公式如下所示：

1.化石燃料燃烧碳排放

E_{fuel} ——化石燃料燃烧的二氧化碳排放量，单位为t（吨）；

AD_i ——第*i*种化石燃料活动水平以热值表示，单位为TJ（太焦），；

EF_i ——第*i*种燃料的排放因子，单位为tCO₂e/TJ(吨二氧化碳/太焦)；

i ——化石燃料的种类；

2.活动水平的数据核算

AD_i ——第*i*种化石燃料的活动水平,单位为TJ（太焦）；

FC_i ——第*i*种化石燃料的消耗量，单位为t或103m³（吨，103标准立方米）；

NCV_i ——第*i*种化石燃料的平均低位发热值，单位为kJ/kg或kJ/m³（千焦/千克，千焦/标准立方米）；

i ——化石燃料的种类；

3.排放因子数据来源

EF_i ——第*i*种化石燃料的排放因子，单位为tCO₂e/TJ（吨二氧化碳/太焦）；

CC_i ——第*i*种化石燃料的单位热值含碳量，单位为tC/TJ（吨碳/太焦）；

OF_i ——第*i*种化石燃料的碳氧化率单位为%（百分数）；

44/22——二氧化碳与碳的分子量之比；

D.2 参数推荐值

参数推荐值见表D.1。

表 D.1 参数推荐值

燃料品质		计量单位	低位发热量 GJ/t 或 GJ/10 ⁴ Nm ³	单位热值含碳量 tC/GJ	燃料碳氧化率
固体 燃料	无烟煤	t	26.7 ^c	27.4×10 ^{-3b}	94%
	烟煤	t	19.570 ^d	26.1×10 ^{-3b}	93%
	褐煤	t	119 ^c	28×10 ^{-3b}	96%
	洗精煤	t	26.334 ^a	25.41×10 ^{-3b}	90%
	其他洗煤	t	12.545 ^a	25.41×10 ^{-3b}	90%
	其他煤制品	t	17.460 ^d	33.60×10 ^{-3d}	90%
	石油焦	t	32.5 ^c	27.5×10 ^{-3b}	100%
液体 燃料	焦炭	t	28.435 ^a	29.5×10 ^{-3b}	93%
	原油	t	41.816 ^a	20.1×10 ^{-3b}	98%
	燃料油	t	41.816 ^a	21.10×10 ^{-3b}	98%
	汽油	t	43.070 ^a	18.90×10 ^{-3b}	98%
	柴油	t	42.652 ^a	20.20×10 ^{-3b}	98%
	煤油	t	43.070 ^a	19.6×10 ^{-3b}	98%
	液化天然气	t	44.2 ^c	17.20×10 ^{-3b}	98%
	液化石油气	t	50.179 ^a	17.20×10 ^{-3b}	98%
	炼厂干气	t	45.998 ^a	18.20×10 ^{-3b}	98%
气体 燃料	焦油	t	33.453 ^a	22.00×10 ^{-3c}	98%
	焦炉煤气	10 ⁴ Nm ³	167.26 ~ 179.81 ^a	13.58×10 ^{-3b}	99%
	高炉煤气	10 ⁴ Nm ³	33.000 ^d	70.8×10 ^{-3c}	99%

T/CBCA XXX-XXXX

燃料品质		计量单位	低位发热量 GJ/t 或 GJ/10 ⁴ Nm ³	单位热值含碳量 tC/GJ	燃料碳氧化率
	转炉煤气	10 ⁴ Nm ³	84.000 ^d	49.60×10 ^{-3d}	99%
	其他煤气	10 ⁴ Nm ³	52.270 ^a	12.2×10 ^{-3b}	99%
	天然气	10 ⁴ Nm ³	322.38 ~ 389.31 ^a	15.3×10 ^{-3b}	99%
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）产品碳足迹报告（模）板

产品碳足迹报告模板见以下示例。

示例：

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：（盖章）

日期： 年 月 日

T/CBCA XXX-XXXX

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：

公司概况：

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

（请说明开展产品碳足迹量化的目的，例如：用于产品碳信息披露、绿色产品认证、绿色工厂评价、EPD 声明、或满足供应链碳管理要求等。）

三、量化范围

1、功能单位或声明单位

（例如：1 吨建筑固废再生砂粉产品。）

2、系统边界

（描述产品生命周期系统边界，包括原辅材料和能源获取阶段、原辅材料运输阶段、产品生产阶段、产品运输阶段、产品使用阶段、废弃处置/再生利用阶段等。可附图说明。）

3、取舍准则

（说明在清单分析中采用的取舍准则，例如：对各阶段质量或能量贡献小于 1%的输入和输出予以忽略，累计不超过 5%。）

4、时间范围

（说明数据收集的时间范围，例如：202X 年 X 月 X 日至 202X 年 X 月 X 日。）

四、清单分析

1、数据来源说明

初级数据：

（说明初级数据的来源，例如：现场实测数据、生产报表、能源台账等。）

次级数据：

（说明次级数据的来源，例如：CLCD 数据库、Ecoinvent 数据库、文献数据等。）

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 E. 1。

表 E.1 建筑固废再生砂粉产品生命周期碳排放清单示例

生命周期各阶段	基本流	活动数据	排放因子	GHG 排放量(kgCO _{2e})

4、数据质量评价

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

选择 CIPCC 给出的 100 年全球变暖潜势（GWP）作为特征化因子，将温室气体排放量转化为 CO₂ 当量（kgCO_{2e}）。

2、产品碳足迹结果计算

六、结果解释

1、结果说明

_____公司生产的_____（填写所评价的产品名称），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_{2e}。各生命周期阶段的温室气体排放情况如表 E.2 所示。

表 E.2 建筑固废再生砂粉产品生命周期各阶段碳排放情况

生命周期阶段	百分比（%）	备注说明
原辅材料和能源获取阶段		
原辅材料运输阶段		
产品生产阶段		
产品运输阶段		
产品使用阶段		
废弃处置/再生利用阶段		
合 计	100%	