

CBMF

中 国 建 筑 材 料 协 会 标 准

T/CBMF XXX—202X

基于项目的温室气体减排量评估技术规
范煤气化渣制岩棉

（征求意见稿）

Technical Specification for Greenhouse Gas Emission Reduction
Assessment Based on Projects Rock Fiber Boards from Coal
Gasification Slag

202X-XX-XX发布

202X-XX-XX实施

中 国 建 筑 材 料 联 合 会 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。

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。

本文件负责起草单位：榆林科立科盈科技有限公司、清华苏州环境创新研究院、风清阳（苏州）循环科技有限公司

本文件参加起草单位：榆林立盈鑫固废综合利用有限公司

本文件主要起草人：么新、刘初平、成宇涛、肖庆喜、徐俊、吴军、王懿、李越、江嘉宁、汪雪妮、段志成

基于项目的温室气体减排量评估技术规范 煤气化渣制岩棉

1 范围

本文件适用于建筑材料行业的企业品牌和产品品牌竞争力评价。本标准规定了煤气化渣粗渣替代原生岩石为原料生产岩棉项目的温室气体减排量评估的术语和定义、评估内容、情景确定及排放源识别、减排量计算、监测及数据质量管理、减排量评估报告编制等。

本文件适用于以煤气化渣粗渣为主要原料（质量占比不低于 30%），通过熔融、成纤等工艺生产的岩棉产品的碳减排量评估。其他类似工业固废资源化利用项目的碳减排量评估可参照执行。

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 32150-2015 工业企业温室气体排放核算和报告通则

GB/T 33760-2017 基于项目的温室气体减排量评估技术规范 通用要求

GB/T 24851-2010 建筑材料行业能源计量器具配备和管理要求

GB/T 11835-2016 绝热用岩棉、矿渣棉及其制品

3 术语和定义

GB/T 32150—2015、GB/T 33760—2017 界定的以及下列术语和定义适用于本文件。为了便于使用，以下重复列出了GB/T 33760—2017中的某些术语和定义。

3.1

煤气化渣粗渣 coal gasification slag

煤在气流床气化过程中经熔融、激冷、凝结等流程，由气化炉底部排渣锁斗排出的渣，也可称为煤气化炉渣。适用于本项目的煤气化渣粗渣含碳量应在 10%以内。

3.2

基准线情景 baseline scenario

在没有实施煤气化渣粗渣制岩棉项目的情况下，为生产同等功能单位的产品（或处置等量煤气化渣粗渣）所采用的、最可能发生的情景。本文件中基准线情景指：以天然岩石（如玄武岩、辉长岩、白云石等）为原料生产岩棉，且煤气化渣粗渣采用填埋处置的情景。

3.3

项目情景 project scenario

实施煤气化渣粗渣制岩棉项目时，以煤气化渣粗渣替代天然岩石原料，生产岩棉产品的情景。

3.4

温室气体减排量 greenhouse gas emission reduction

经计算得到的一定时期内项目所产生的温室气体排放量与基准线情景的排放量相比较的减少量。

[来源：GB/T 33760—2017，3.5]

3.5

功能单位 functional unit

作为评价基准的、明确定义的产品系统输出量。本文件中的功能单位为：1吨（t）符合产品标准的岩棉产品，产品应满足GB/T 11835-2016中的相关要求和规定。

3.6

温室气体 greenhouse gas（GHG）

大气中吸收和重新放出红外辐射的自然和人为的气态成分。

[来源：GB/T 32150—2015，3.1]

3.7

二氧化碳当量 carbon dioxide equivalent（CO₂e）

在辐射强度上与某种温室气体质量相当的二氧化碳的量。

[来源：GB/T 32150—2015，3.16]

3.8

全球增温潜势 global warming potential（GWP）

描述某一温室气体在给定时间范围内（通常为100年）相对于二氧化碳的累积辐射强迫效应的系数。本文件中甲烷（CH₄）的GWP取28，或采用IPCC最新评估报告值。

3.9

排放因子 emission factor（EF）

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]

3.10

活动数据 activity data（AD）

导致温室气体排放的生产或消费活动量的表征值。

[来源：GB/T 32150—2015，3.12]

3.11

项目边界 system boundary

构成评价对象（项目或产品）的工艺过程、能源消耗、原料消耗等单元过程的集合，用于界定哪些排放源纳入核算范围。本文件规定的项目边界包括原料获取、运输、岩棉产品生产以及固废填埋处置。

4 基本原则

4.1 相关性

选择与碳减排量评估相关的温室气体源、数据和方法。

4.2 完整性

包括所有与基准线情景和项目情景相关的温室气体排放源。

4.3 一致性

在评价过程中，对相同类型的数据应采用一致的核算方法和计算程序。

4.4 准确性

采用能够减少偏差和不确定性的核算方法，确保计算结果真实反映实际减排效果。

4.5 透明性

在评价报告中清晰地说明项目边界、数据来源、计算方法及假设条件。

4.6 保守性

当存在多种核算方法或数据选择时，应采用不夸大减排量的保守性原则。

5 评估内容

煤气化渣粗渣制岩棉项目温室气体减排量评估内容包括：

- a) 项目边界及排放源识别；
- b) 项目及基准线情景确定；
- c) 减排量计算；
- d) 监测及数据质量管理；
- e) 减排量评估报告编制。

6 边界及排放源识别

6.1 项目边界

本文件规定的评价边界为原料获取、运输、岩棉产品生产，包括以下部分：

（1）原料获取：煤气化渣粗渣的收集、运输；或天然岩石的加工、运输。

（2）岩棉生产：煤气化渣粗渣或天然岩石经熔融、成纤等工序，直至合格岩棉产品出厂的全过程。

（3）固废填埋处置：煤气化渣粗渣不作为生产原料，作为固废填埋时收集、运输、填埋。

本文件不考虑产品使用阶段和废弃处置阶段的排放。

6.2 温室气体种类确定

煤气化渣粗渣制岩棉项目涉及的温室气体种类为二氧化碳（CO₂）和甲烷（CH₄）。

6.3 排放源识别

基准线情景与项目情景的主要排放源见表1。

表1 基准线情景与项目情景排放源

情景	排放类别	排放源	温室气体种类
基准线情景	原料加工	破碎、筛分、研磨设备电力消耗	CO ₂
基准线情景	原料运输	运输车辆燃油消耗	CO ₂
基准线情景	岩棉生产	熔融炉燃料燃烧、电力消耗；高炉矿渣、白云石、石灰石等辅料产生的碳排放。	CO ₂
基准线情景	固废填埋	煤气化渣粗渣收集运输、填埋过程甲烷排放、渗滤液处理排放	CO ₂ 、CH ₄
项目情景	原料收集	装载机等设备燃油消耗	CO ₂
项目情景	原料运输	运输车辆燃油消耗	CO ₂
项目情景	岩棉生产	熔融炉燃料燃烧、电力消耗；煤气化渣自身含碳产生的碳排放。	CO ₂

7 基准线情景与项目情景确定

7.1 基准线情景

基准线情景包括以下两个部分：

- a) 产品替代基准：以天然岩石（玄武岩、辉长岩、白云石等）为原料生产同等功能的岩棉。
- b) 固废处置基准：煤气化渣粗渣未经利用，采用填埋方式处置。

7.2 项目情景

以煤气化渣粗渣为原料，通过熔融、成纤等工艺生产岩棉，且煤气化渣不再进行填埋处置。

8 减排量计算

8.1 总减排量计算公式

与基准线排放量相比，项目减少的温室气体排放量即为项目的减排量。一定时期内项目的减排量按式（1）计算：

$$ER=BE-PE \quad (1)$$

式中：

ER——一定时期内，项目温室气体减排量，单位为吨二氧化碳当量（tCO₂e）；

BE——同一时期内，基准线情景下温室气体排放量，单位为吨二氧化碳当量（tCO₂e）；

PE——同一时期内，项目情景下温室气体排放量，单位为吨二氧化碳当量（tCO₂e）。

基准线排放量和项目排放量计算方法见附录 A。

8.2 功能单位

本文件采用以质量计：1 吨（t）符合产品标准的岩棉。评价时应在报告中明确所选功能单位，并保持一致性。

8.3 时间边界

减排量核算应以连续 12 个月为一个核算周期。首次核算可选择稳定的生产运行期（不少于 3 个月）数据，并进行年化处理。

8.4 数据获取

8.4.1 数据优先级

数据获取应遵循以下优先顺序：

- a) 实测数据：企业现场监测、统计记录的数据（优先级最高）；
- b) 行业默认数据：行业协会发布的行业平均值、技术规范推荐的缺省值；
- c) 文献数据：公开发表的学术论文、研究报告中的数据；
- d) 估算数据：基于合理假设推算的数据（优先级最低）。

8.4.2 数据要求

活动数据应来源于生产统计报表、能源消耗台账、财务结算单据等，记录频次不低于每月一次。排放因子优先采用国家主管部门最新发布的数据；若无，可采用国际公认数据或经审核的行业数据。

8.4.3 数据要求 参考形式

排放因子选取原则见表 2。

表2 排放因子选取原则

排放类型	排放因子来源
电力	国家生态环境主管部门发布的最新区域电网排放因子
天然气	GB/T 32150 附录中提供的缺省值或供应商提供的实测低位发热量和单位热值含碳量
柴油/汽油	GB/T 32150 附录中提供的缺省值
运输	参照 GB/T 33760 相关运输排放因子或《省级温室气体清单编制指南（试行）》
填埋甲烷	《省级温室气体清单编制指南（试行）》中固体废物处理章节提供的缺省值
过程排放（碳酸盐分解）	GB/T 32151.35 相关参数缺省值中提供的常见碳酸盐二氧化碳排放因子缺省值

9 监测及数据质量管理

9.1 监测计划制定及数据监测

煤气化渣制岩棉项目温室气体减排量评估的监测程序制定应按照 GB/T 33760—2017 中 5.10 执行。需要监测的数据及要求详见附录 B。

测量仪器/仪表精度应满足相关要求，定期检定和校准，检定和校准机构应具有测量仪器/仪表检定资质。检定和校准相关要求应依照国家相关计量检定规程执行。

在项目实施中，项目业主应按规范实施监测准则和程序，通过各类测量仪器/仪表的监测获得温室气体排放数据，记录、汇编和分析有关数据，并对数据存档，保证测量管理体系符合质量和规范要求。

9.2 数据质量管理

应建立和应用数据质量管理程序，对与项目和基准线情景有关的数据和信息进行管理，包括对不确定性进行评价。在对温室气体减排量进行计算时，宜尽可能减少不确定性。

排放因子及燃料热值应采用国家公布的或主管部门认可的相关数据，附录 B 的监测数据和参数为企业实际测量值，通常具有较小的不确定性。

宜对关键参数（如排放因子、运输距离、原料成分等）进行不确定性分析。

其他数据质量管理要求按照 GB/T 33760—2017 中 5.11 执行。

所有与减排量核算相关的原始记录、计算过程、监测数据应妥善保存，保存期限不少于 5 年。

10 减排量评估报告编制

减排量评估报告编制要求和内容按照 GB/T 33760—2017 中 5.12 执行，报告格式应符合附录 E 的要求。

碳减排量评估报告至少应包括以下内容：

- a) 项目基本情况：项目名称、建设单位、生产工艺、产品规格、年产量等；
- b) 评价边界与功能单位：明确系统边界、功能单位、核算周期；
- c) 基准线情景描述：基准线情景设定依据、主要排放源；
- d) 数据来源与质量：活动数据、排放因子来源及数据质量说明；
- e) 核算方法与公式：采用的计算方法及公式；
- f) 核算结果：基准线排放、项目排放、碳减排量计算结果；
- g) 不确定性分析（可选）；
- h) 结论与声明。

报告应附有评估单位签章、评估人员签字、评估日期等信息。

附录 A
(规范性)

基准线情景与项目情景排放量计算方法

A.1 概述

基准线情景排放量为产品生产排放与固废填埋排放之和。项目情景排放量为原料收集、运输及岩棉生产排放之和。各阶段排放计算方法如下。

各排放因子的选取原则见表2，相关参数缺省值参见附录D。

A.2 基准线情景排放量计算

A.2.1 基准线情景排放总量

基准线情景排放总量按式（A.1）计算：

$$BE = BE_{\text{产品}} + BE_{\text{固废}} \quad \text{A.1}$$

式中：

BE ——一定时期内基准线情景温室气体排放量（tCO₂e）

$BE_{\text{产品}}$ ——基准线情景下生产等量产品产生的碳排放量（tCO₂e）

$BE_{\text{固废}}$ ——基准线情景下煤气化渣填埋处置产生的碳排放量（tCO₂e）

A.2.2 基准线产品生产排放（ $BE_{\text{产品}}$ ）

$BE_{\text{产品}}$ 按式（A.2）计算：

$$BE_{\text{产品}} = BE_{\text{原料加工}} + BE_{\text{原料运输}} + BE_{\text{岩棉生产}} \quad \text{A.2}$$

（1）天然矿石加工排放（ $BE_{\text{原料加工}}$ ）

天然岩石的破碎、筛分、研磨等加工过程主要消耗电力，排放按式（A.3）计算：

$$BE_{\text{原料加工}} = AD_{\text{elec,processing}} \times EF_{\text{elec}} \quad \text{A.3}$$

式中：

$AD_{\text{elec,processing}}$ ——加工过程电力消耗量，单位为兆瓦时（MWh）；

EF_{elec} ——电力排放因子，单位为吨二氧化碳当量每兆瓦时（tCO₂e/MWh）。

当缺乏实际数据时，可采用默认值：加工阶段综合电耗按 5~8 kWh/t 原料估算,推荐取中位值6.5 kWh/t。该取值范围参考了GB/T 44716-2024《建筑材料低碳评估方法》中天然岩石加工能耗的缺省值及行业平均水平。

（2）天然矿石运输排放（ $BE_{\text{原料运输}}$ ）

天然岩石从加工厂到岩棉生产厂区的运输过程排放按式（A.4）计算：

$$BE_{\text{原料运输}} = \sum_i (M_{\text{raw},i} \times D_{\text{raw},i} \times T_{\text{factor}} \times EF_{\text{trans}}) \quad \text{A.4}$$

式中：

$M_{\text{raw},i}$ ——第*i*种天然岩石的运输量，单位为吨（t）；

T/CBMF XXXXX—XXXX

$D_{raw,i}$ ——第*i*种天然岩石的运输距离，由企业采购合同或物流运单获取，单位为公里

(km)；

T_{factor} ——运输修正系数（考虑空载返程），取2，依据《省级温室气体清单编制指南（试行）》中 交通领域运输修正系数的推荐值；

EF_{trans} ——运输工具排放因子，单位为吨二氧化碳当量每吨公里（tCO₂e/(t·km)），按表2选取。

当缺乏实际数据时，运输排放因子可参照：重型柴油货车（30~40t）取 0.06~0.08 kgCO₂e/(t·km)，推荐取中位值0.07 kgCO₂e/(t·km)计算，依据《省级温室气体清单编制指南（试行）》中道路运输排放因子的缺省值。

（3）基准线岩棉生产排放（ $BE_{\text{岩棉生产}}$ ）

基准线岩棉生产排放按式（A.5）计算：

$$BE_{\text{岩棉生产}} = BE_{\text{燃料燃烧}} + BE_{\text{电力消耗}} + BE_{\text{过程排放}} \quad \text{A.5}$$

①燃料燃烧排放（ $BE_{\text{燃料燃烧}}$ ）

$$BE_{\text{燃料燃烧}} = \sum_i \left(FC_i \times NCV_i \times CC_i \times OF_i \times \frac{44}{12} \right) \quad \text{A.6}$$

式中：

FC_i ——第*i*种燃料的消耗量，单位为万标准立方米（万Nm³，适用于气体燃料）或吨（t，适用于固体/液体燃料），从企业能源台账获取；

NCV_i ——第*i*种燃料的平均低位发热量，单位为吉焦每万标准立方米（GJ/万Nm³）或吉焦每吨（GJ/t），按GB/T32150-2015附录B表B.1缺省值选取；

CC_i ——第*i*种燃料的单位热值含碳量，单位为吨碳每吉焦（tC/GJ），按GB/T32150-2015附录B表B.1缺省值选取；

OF_i ——第*i*种燃料的碳氧化率，按GB/T32150-2015附录B表B.1缺省值选取，气体燃料取99%
天然气相关参数取值（GB/T 32150-2015附录B表B.1）。平均低位发热量（NCV）：389.31 GJ/万Nm³；单位热值含碳量（CC）：0.0153 tC/GJ；碳氧化率（OF）：99%。

柴油相关参数取值（GB/T 32150-2015附录B表B.1）。平均低位发热量（NCV）：42.652 GJ/t；单位热值含碳量（CC）：0.0202 tC/GJ；碳氧化率（OF）：98%。

② 电力消耗排放（ $BE_{\text{电力消耗}}$ ）

$$BE_{\text{电力消耗}} = EC \times EF_{elec} \quad \text{A.7}$$

式中：

EC ——电力消耗量，单位为兆瓦时（MWh），从企业电表记录获取；

EF_{elec} ——电力排放因子，单位为吨二氧化碳当量每兆瓦时（tCO₂e/MWh），按表2取企业所在区域电网最新发布值（生态环境部每年发布）。

③ 过程排放（ $BE_{\text{过程排放}}$ ）

基准线情景过程排放主要包括高炉矿渣、白云石、石灰石等辅料中碳酸盐在高温下分解产生的排放。按式（A.8）计算：

$$BE_{\text{过程排放}} = \sum_j (M_{\text{carbonate},j} \times \omega_{\text{carbonate},j} \times EF_{\text{carbonate},j}) \quad \text{A.8}$$

式中：

$M_{\text{carbonate},j}$ ——第j种碳酸盐辅料的消耗量，单位为吨（t），从企业生产统计报表获取；

$\omega_{\text{carbonate},j}$ ——第j种碳酸盐辅料的纯度（质量分数），由原料检测报告或供应商提供的成分分析获取，缺省值按GB/T32151.35-2025附录C选取；

$EF_{\text{carbonate},j}$ ——第j种碳酸盐的二氧化碳排放因子，单位为吨二氧化碳每吨碳酸盐（tCO₂/t碳酸盐），按GB/T32151.35-2025附录C缺省值选取：石灰石（CaCO₃）：0.440tCO₂/t碳酸盐；白云石（CaMg(CO₃)₂）：0.477tCO₂/t碳酸盐；方解石（CaCO₃）：0.440tCO₂/t碳酸盐。

以上排放因子来源于GB/T 32151.35-2025《温室气体排放核算与报告要求 第35部分：玻璃纤维产品生产企业》附录C（资料性）相关参数缺省值。

A.2.3 基准线固废填埋排放（ $BE_{\text{固废}}$ ）

根据基准线情景识别结果，煤气化渣粗渣填埋处置的排放包括：收集、运输过程的燃料燃烧排放（CO₂）；填埋场中残余有机质分解产生的甲烷排放（CH₄）；渗滤液处理产生的排放（CH₄、N₂O）。

（1）收集、运输过程燃料燃烧排放

与A.2.2（1）（2）计算方法相同，代入煤气化渣粗渣的收集运输数据。

（2）填埋场甲烷排放（ $BE_{\text{填埋}}$ ）

填埋场甲烷排放按式（A.9）计算：

$$BE_{\text{填埋}} = M_{\text{slag}} \times \phi_{\text{OM}} \times \text{DOC} \times \text{DOC}_F \times F \times \frac{16}{12} \times GWP_{\text{CH}_4} \quad \text{A.9}$$

式中：

M_{slag} ——填埋的煤气化渣粗渣量，单位为吨（t），从企业固废处置台账获取；

ϕ_{OM} ——气化渣中有机质比例（可降解有机碳比例），优先采用实测值；无实测时取缺省值0.05~0.15，依据《省级温室气体清单编制指南（试行）》中工业固废有机质含量的缺省范围；

DOC ——可降解有机碳含量，优先采用实测值；无实测时取缺省值0.08~0.20，依据《省级温室气体清单编制指南（试行）》中工业固废可降解有机碳含量的缺省范围；

DOC_F ——可降解有机碳分解比例，取缺省值0.5，依据IPCC《国家温室气体清单指南》第5卷（废弃物）第3章推荐值；

F ——甲烷在填埋气中的体积比例，取缺省值0.5，依据IPCC《国家温室气体清单指南》第5卷（废弃物）第3章推荐值；

$16/12$ ——碳与甲烷的分子量换算系数；

GWP_{CH_4} ——甲烷的全球增温潜势，按100年计取28，依据IPCC第五次评估报告（AR5）值。

(3) 渗滤液处理排放 ($BE_{\text{渗滤液}}$)

煤气化渣粗渣含碳量较低 (1%~10%)，渗滤液产生量相对较小。当缺乏渗滤液实际监测数据时，此项可忽略不计。

(4) 简化计算方法

当缺乏A.2.3 (2) (3) 所需的详细参数时，可采用A.10简化估算：

$$BE_{\text{固废}} = M_{\text{slag}} \times EF_{\text{landfill}} \quad \text{A.10}$$

式中：

EF_{landfill} ——工业固废填埋综合排放因子，取0.02~0.10 tCO₂e/t固废，依据《省级温室气体清单编制指南（试行）》中工业固废填埋的缺省排放因子，其中煤气化渣粗渣含碳量较低时取下限值。

A.3 项目情景排放量计算

根据表1项目情景排放源识别，项目情景排放量按式 (A.11) 计算：

$$PE = PE_{\text{原料收集}} + PE_{\text{原料运输}} + PE_{\text{岩棉生产}} \quad \text{A.11}$$

式中：

PE ——项目情景总排放量，单位为吨二氧化碳当量 (tCO₂e)；

$PE_{\text{原料收集}}$ ——煤气化渣粗渣收集过程排放，单位为吨二氧化碳当量 (tCO₂e)；

$PE_{\text{原料运输}}$ ——煤气化渣粗渣运输过程排放，单位为吨二氧化碳当量 (tCO₂e)；

$PE_{\text{板材生产}}$ ——项目岩棉生产排放，单位为吨二氧化碳当量 (tCO₂e)。

(1) 原料收集排放 ($PE_{\text{原料收集}}$)

渣场装载机等设备作业消耗柴油或电力，排放按式 (A.12) 计算：

$$PE_{\text{原料收集}} = AD_{\text{fuel, collection}} \times EF_{\text{fuel}} \quad \text{A.12}$$

式中：

$AD_{\text{fuel, collection}}$ ——收集过程燃料消耗量，单位为升 (L) 或立方米 (m³)，从设备运行记录获取；

EF_{fuel} ——燃料排放因子，按GB/T32150-2015附录B选取。

当缺乏实测数据时，可采用简化估算：每吨煤气化渣收集过程的柴油消耗约0.2~0.5 L/t，推荐取值0.35 L/t计算，柴油排放因子按表D.1取2.65 kgCO₂e/L。

(2) 原料运输排放 ($PE_{\text{原料运输}}$)

与A.2.2 (2) 计算方法相同：

$$PE_{\text{原料运输}} = M_{\text{slag}} \times D_{\text{slag}} \times T_{\text{factor}} \times EF_{\text{trans}} \quad \text{A.13}$$

式中：

M_{slag} ——运输的煤气化渣粗渣量，单位为吨 (t)，从企业原料采购台账获取；

D_{slag} ——从气化渣堆场到岩棉生产厂区的运输距离，由企业采购合同或物流运单获取，单位为公里 (km)；

T/CBMF XXXXX—XXXX

T_{factor} ——运输修正系数（考虑空载返程），取2；

EF_{trans} ——运输工具排放因子，同公式（A.4）。

（3）岩棉生产排放（ $PE_{\text{岩棉生产}}$ ）

项目岩棉生产排放按式（A.14）计算：

$$PE_{\text{岩棉生产}} = PE_{\text{燃料燃烧}} + PE_{\text{电力消耗}} + PE_{\text{过程排放}} \quad \text{A.14}$$

① 项目燃料燃烧排放（ $PE_{\text{燃料燃烧}}$ ）

计算方法同A.2.2（3）①。

代入项目情景的燃料消耗数据（熔融炉天然气、尾气等）。其中，煤气化渣粗渣中残余碳（含碳量1%~10%）在熔融过程中可作为燃料部分替代天然气，不应将残余碳燃烧产生的CO₂作为过程排放重复计算，而应在燃料燃烧排放中统一核算。

项目情景燃料燃烧排放按式（A.15）计算：

$$PE_{\text{燃料燃烧}} = \sum_i \left(FC_i^{\text{project}} \times NCV_i \times CC_i \times OF_i \times \frac{44}{12} \right) \quad \text{A.15}$$

式中：

FC_i^{project} ——项目情景下第i种燃料的消耗量（含熔融炉天然气、尾气等），单位为万标准立方米（万Nm³）或吨（t），从企业能源台账获取；

NCV_i 、 CC_i 、 OF_i 、 $44/12$ ——同公式（A.6）。

② 项目电力消耗排放（ $PE_{\text{电力消耗}}$ ）

$$PE_{\text{电力消耗}} = EC_{\text{project}} \times EF_{\text{elec}} \quad \text{A.16}$$

式中：

EC_{project} ——项目情景下全厂电力消耗量（含熔融、成纤、环保设备、公用系统等全部生产环节），从企业电表记录获取，单位为兆瓦时（MWh）；

EF_{elec} ——电力排放因子，同公式（A.7）。

③ 项目过程排放（ $PE_{\text{过程排放}}$ ）

项目情景过程排放主要包括：

为调节工艺性能而添加的石灰石、白云石等碳酸盐辅料在高温下分解产生的CO₂排放；

煤气化渣粗渣中残余碳在熔融过程中直接燃烧产生的CO₂排放（已在燃料燃烧排放中统一核算，不重复计算）。

依据《工业企业温室气体排放核算和报告通则》（GB/T 32150-2015）中过程排放的定义——仅核算“碳酸盐使用过程中分解产生的二氧化碳排放”。煤气化渣粗渣及辅料镁渣成分中的SiO₂、Al₂O₃、Fe₂O₃、CaO、MgO等均为碳酸盐分解后的终态氧化物，在熔融过程中仅发生物态变化（固态→熔融态），不再产生碳酸盐分解过程排放，故不纳入过程排放核算。

项目过程排放计算方法同A.2.2（3）③，仅核算新添加的碳酸盐辅料分解排放：

$$PE_{\text{过程排放}} = \sum_j \left(M_{\text{carbonate},j}^{\text{project}} \times \omega_{\text{carbonate},j} \times EF_{\text{carbonate},j} \right) \quad \text{A.17}$$

T/CBMF XXXXX—XXXX

式中：

$M_{carbonate,j}^{project}$ ——项目情景下第j种碳酸盐辅料的消耗量，单位为吨（t）；

$\omega_{carbonate,j}$ ——第j种碳酸盐辅料的纯度（质量分数）；

$EF_{carbonate,j}$ ——第j种碳酸盐的二氧化碳排放因子，同公式（A.8）。

A.4 减排量计算

将A.2和A.3的计算结果代入式（1）：

$$ER=BE-PE$$

附录 B
(规范性)
监测数据和要求

监测数据和要求见表B.1。

表B.1 监测数据和要求

监测因子	描述	单位	监测频率	监测方法	监测目的
M_{slag}	煤气化渣粗渣用量	t	每日/每批次	称重仪器（地磅）	计算项目原料收集及运输排放量
$M_{raw,i}$	天然岩石用量（基准线）	t	每月统计	采购记录/统计值	计算基准线原料加工及运输排放量
FC_i	燃料消耗量（天然气、柴油等）	t 或 万Nm ³	每日/每月	流量计/称重仪器	计算燃料燃烧排放（基准线+项目）
EC	全厂电力消耗量	MWh	连续监测，每月记录	电能表（精度不低于1.0级）	计算电力消耗排放（基准线+项目）
D_{slag}	煤气化渣运输距离	km	每批次	车辆里程表/物流合同	计算项目原料运输排放
$D_{raw,i}$	天然岩石运输距离	km	每批次	采购合同/物流运单	计算基准线原料运输排放
$M_{carbonate,j}$	碳酸盐辅料消耗量（石灰石、白云石等）	t	每日/每月	称重仪器/统计值	计算过程排放（基准线+项目）
$\omega_{carbonate,j}$	碳酸盐辅料纯度	%	每批次	原料检测报告	计算过程排放
ϕ_{OM}	气化渣中有机质比例	%	每批次	实验室分析	计算填埋甲烷排放（基准线）
$V_{leachate}$	渗滤液产生量（如适用）	m ³	每月	流量计/统计值	计算渗滤液处理排放（基准线）

监测因子	描述	单位	监测频率	监测方法	监测目的
$P_{product}$	岩棉产品产量	t	每日	称重仪器	计算单位产品减排量

测量仪器/仪表应定期维护/校准以达到《GB/T 24851-2010 建筑材料行业能源计量器具配备和管理要求》相应的标准。测量仪器/仪表的记录应确保数据的一致性。定期请有资质的机构对测量仪器/仪表进行校正，使其精度符合国家标准。

数据保存要求：所有监测数据、原始记录、计算过程应妥善保存，保存期限不少于5年。

附录 C
(资料性)

典型煤气化渣成分及热值参考

典型煤气化粗渣成分及热值参考表C.1

表C.1 典型煤气化粗渣化学成分范围

煤气化粗渣成分	含量范围 (%)
SiO ₂	40~60
Al ₂ O ₃	15~30
Fe ₂ O ₃	5~15
CaO	1~10
MgO	0.5~5
烧失量 (含碳量)	≤10

烧失量代表渣中残余碳含量，可在熔融过程中作为燃料回收利用，核算时应计入燃烧排放。

附录 D
(资料性)

常见排放因子参考值

表D.1 常见能源排放因子

能源品种	单位	排放因子 (tCO ₂ e/单位)	备注	来源
电力	MWh	0.5703~0.6105	按区域电网取值	生态环境部最新发布
天然气	万Nm ³	21.62	按NCV=389.31GJ/万Nm ³	GB/T 32150-2015附录B
柴油	t	3.095	或按2.65kgCO ₂ e/L	GB/T 32150-2015附录B
汽油	t	2.925	或按2.30kgCO ₂ e/L	GB/T 32150-2015附录B

表D.2 运输排放因子参考值

运输方式	单位	排放因子 (kgCO ₂ e/(t·km))	备注	来源
重型柴油货车 (30~40t)	t·km	0.06~0.08	考虑空载返程修正	《省级温室气体清单编制指南(试行)》
中型货车	t·km	0.08~0.12	考虑空载返程修正	《省级温室气体清单编制指南(试行)》
轻型货车	t·km	0.12~0.18	考虑空载返程修正	《省级温室气体清单编制指南(试行)》

表D.3 固废填埋排放因子参考值(简化估算用)

固废类型	单位	排放因子 (tCO ₂ e/t)	备注	来源
煤气化渣(粗渣)	t	0.02~0.05	有机碳含量低	《省级温室气体清单编制指南(试行)》
煤气化渣(细渣)	t	0.05~0.10	有机碳含量较高	《省级温室气体清单编制指南(试行)》

表D.4 碳酸盐CO₂排放因子参考值

碳酸盐种类	化学式	排放因子 (tCO ₂ /t碳酸盐)	来源
石灰石	CaCO ₃	0.440	GB/T 32151.35-2025附录C
白云石	CaMg(CO ₃) ₂	0.477	GB/T 32151.35-2025附录C

T/CBMF XXXXX—XXXX

方解石	CaCO ₃	0.440	GB/T 32151.35-2025附录C
-----	-------------------	-------	-----------------------

附录 E
(规范性)
减排量评估报告模板

煤气化渣制无机纤维板碳减排量评估报告

报告编号：_____

评估周期：____年__月__日至____年__月__日

1. 项目基本情况

项目名称	
建设单位	
生产地址	
产品名称	
执行标准	GB/T 11835-2016 绝热用岩棉、矿渣棉及其制品
年产量	_____ t
气化渣年用量	_____ t
气化渣来源	
运输距离	_____ km

2. 评价边界与功能单位

项目	内容
系统边界	☐ 原料收集 ☐ 原料运输 ☐ 岩棉生产 ☐ 固废填埋处置
功能单位	☐ 1 t 岩棉产品
核算周期	_____ 个月

3. 基准线情景设定

基准线项目	设定内容
-------	------

替代产品类型	天然岩石（玄武岩、辉长岩、白云石等）为原料生产的岩棉
天然岩石种类	
天然岩石加工能耗	_____ kWh/t 原料
天然岩石运输距离	_____ km
气化渣填埋量	_____ t

4. 数据来源与质量

数据类型	来源	质量等级
气化渣用量	☐ 实测 ☐ 统计 ☐ 估算	☐ 高 ☐ 中 ☐ 低
电力消耗	☐ 实测 ☐ 统计 ☐ 估算	☐ 高 ☐ 中 ☐ 低
天然气消耗	☐ 实测 ☐ 统计 ☐ 估算	☐ 高 ☐ 中 ☐ 低
运输距离	☐ 实测 ☐ 统计 ☐ 估算	☐ 高 ☐ 中 ☐ 低
排放因子	☐ 官方发布 ☐ 行业默认 ☐ 文献 ☐ 估算	☐ 高 ☐ 中 ☐ 低

5. 核算结果

5.1 基准线情景排放量（BE）

排放源	活动数据	排放因子	排放量（tCO ₂ e）
原料加工			
原料运输			
岩棉生产（燃料燃烧）			
岩棉生产（电力消耗）			
岩棉生产（过程排放）			
固废填埋			
合计（BE）	—	—	

5.2 项目情景排放量（PE）

排放源	活动数据	排放因子	排放量（tCO ₂ e）
原料收集			
原料运输			
岩棉生产（燃料燃烧）			
岩棉生产（电力消耗）			
岩棉生产（过程排放）			
合计（PE）	—	—	

5.3 碳减排量计算结果

项目	数值	单位
基准线排放量（BE）		tCO ₂ e
项目排放量（PE）		tCO ₂ e
碳减排量（ER）		tCO ₂ e
单位产品碳减排量		kgCO ₂ e/t 产品

6. 不确定性分析（可选）

不确定因素	影响程度	备注
	☐ 高 ☐ 中 ☐ 低	
	☐ 高 ☐ 中 ☐ 低	

7. 结论与声明

经核算，在_____年__月__日至_____年__月__日期间，本项目的碳减排量为_____tCO₂e，单位产品碳减排量为_____kgCO₂e/功能单位。

本报告所提供的数据和计算结果真实、准确、完整。

T/CBMF XXXXX—XXXX

评估单位：（盖章）

评估人员：（签字）

评估日期：____年__月__日

参考文献

- [1] GB/T 32150-2015 工业企业温室气体排放核算和报告通则
- [2] GB/T 33760-2017 基于项目的温室气体减排量评估技术规范 通用要求
- [3] GB/T 44716-2024 建筑材料低碳评估方法
- [4] GB/T 24851-2010 建筑材料行业能源计量器具配备和管理要求
- [5] GB/T 11835-2016 绝热用岩棉、矿渣棉及其制品
- [6] GB/T 32151.35-2025 温室气体排放核算与报告要求 第 35 部分：玻璃纤维产品生产企业
- [7] 国家发展和改革委员会. 省级温室气体清单编制指南（试行）
- [8] 生态环境部. 企业温室气体排放核算与报告指南 发电设施
- [9] IPCC. 国家温室气体清单指南（2006）
- [10] IPCC. 气候变化 2013：自然科学基础（AR5）
- [11] ISO 14064-2:2019 Greenhouse gases — Part 2: Specification with guidance at the project level for quantification, monitoring and reporting of greenhouse gas emission reductions or removal enhancements