

# 二氧化碳排放核算与报告要求 耐火材料企业

## 标准编制说明 (征求意见稿)

《二氧化碳排放核算与报告要求 耐火材料企业》编制组

2022 年 10 月

# 1 工作简况

## 1.1 任务来源

根据 2021 年 12 月，工业和信息化部办公厅发布的《工业和信息化部办公厅关于印发 2021 年碳达峰碳中和专项行业标准修订项目计划的通知》，《二氧化碳排放核算与报告要求 耐火材料企业》（计划号：2021-1773T-JC）立项。标准以节能与综合利用为部内主管司局，中国建筑材料联合会提出，建材工业综合标准化委员会归口，编制工作由瑞泰科技股份有限公司，北京国建联信认证中心有限公司等单位负责。

耐火材料行业服务于高温工业，其产品大多需要高温烧成，因而其能耗相对较高。且由于部分原料、产品生产过程中存在碳酸盐分解情况，因而整体碳排放不容忽视。

根据耐火材料行业协会的统计，2020 年，我国耐火材料产量 2477.99 万吨，其中，致密定形耐火制品 1370.94 万吨，保温隔热耐火制品 62.21 万吨，不定形耐火制品 1044.85 万吨。按照行业协会的相关计算，生产耐火材料原料排放的二氧化碳为 2968 万吨，生产耐火材料制品排放的二氧化碳为 825 万吨。也就是说，通过粗略估算，2020 年耐火材料行业年排放二氧化碳 3793 万吨。

在耐火材料行业整体碳排放较高的前提下，耐火材料行业产业集中度低，工业水平差距较大。集中度方面，全行业耐火材料企业总家数为 1873 家，主营业务收入为 1936.4 亿元。耐火材料主营业务收入超过 30 亿元的企业有 3 家，超 20 亿元的企业有 6 家。企业差距方面，耐火材料企业产品种类繁多，企业工艺装备水平差距较大，落后的生产设备及能耗较高的设备依旧存在。随着国家供给侧改革的进行及环保工作的重视程度提高，产业集中度有所上升，然而目前中小企业仍然较多，产业集中度很低。因而耐火材料生产企业的碳排放核算工作需要相关标准进行指导。

为了解决好这些问题，进一步确认耐火材料生产企业碳排放情况，统一和规范工作程序和目标，根据相关标准要求，结合耐火材料行业实际情况、生产工艺、技术装备等特点，研究编制《二氧化碳排放核算与报告要求 耐火材料企业》标准，给予“双碳”工作重要的技术支撑，符合当前工作的需求。本标准可以导耐

火材料行业碳排放核算工作的顺利开展，并通过碳排放核算促进耐火材料行业节能减排，推动耐火材料工业节能与绿色发展，最终帮助我国实现“双碳目标”。

## **1.2 行业概况**

### **1.2.1 耐火材料行业现状**

2020 年，我国耐火材料产量 2477.99 万吨，其中，致密定形耐火制品 1370.94 万吨，保温隔热耐火制品 62.21 万吨，不定形耐火制品 1044.85 万吨。通过对耐火材料 69 家重点耐火企业经营情况调研统计显示，69 家耐火材料产量 996.84 万吨（含部分耐火原料），销售收入 517.54 亿元。

耐火材料行业服务于高温工业，其产品，尤其是定形制品，需要高温烧成。因而行业平均能耗较高。加之产业集中度低，中小企业较多，产品生产工艺多样，装备水平参差不齐等多种因素，各个企业的产品能耗水平差距较大。因而就碳排放核算而言，同类型的产品，也可能因工艺及添加剂的区别，影响碳排放的计算因素。

### **1.2.2 产业政策**

推动工业绿色低碳发展是“十三五”期间我国工业发展的重点方向，“十三五”《节能减排综合工作方案》与《控制温室气体排放工作方案》当中对于工业企业主要能源能耗、主要污染物排放总量、温室气体排放总量等制订了具体的目标与方案。

耐火材料工业高度依赖资源和能源，是重点碳排放行业之一。据中国耐火材料行业协会统计，2020 年全国耐火原料材料产量 2866 万吨，耐火材料制品产量 2478 万吨。按照行业协会的相关计算，生产耐火材料原料排放的二氧化碳为 2968 万吨，生产耐火材料制品排放的二氧化碳为 825 万吨。也就是说，通过粗略估算，耐火材料行业年排放二氧化碳 3793 万吨。

## **1.3 工作过程**

2021 年 12 月 2 日，《二氧化碳排放核算与报告要求 耐火材料企业》作为行业标准立项，计划号：2021-1773T-JC。

2022 年 4 月，标准编制组成立并召开标准启动会，会议讨论确定了标准框架及编制思路，由瑞泰科技股份有限公司、北京国建联信认证中心有限公司牵头

文本编制工作。

2022年6月开始，标准编制组进行了标准草案的编制，并进行企业的调研和试算。结合现有标准体系及耐火材料行业特点，编制标准草案，并进行试算，对标准草案进行调整。

2022年10月，依据前期调研情况及碳排放试算情况，调整标准初稿内容，形成标准征求意见稿。

#### 1.4 参加单位、人员及分工

本文件起草单位：瑞泰科技股份有限公司、北京国建联信认证中心有限公司、河南建筑材料研究设计院有限责任公司、中国建材检验认证集团股份有限公司、辽宁科技大学、中钢集团洛阳耐火材料研究院有限公司、鞍山市和丰耐火材料有限公司、奥镁（大连）有限公司、北京金隅通达耐火技术有限公司、北方窑业工程有限公司等

本文件主要起草人：

起草单位具体分工见下表：

表1 起草单位分工

单位名称	负责人/参与人	工作分工
瑞泰科技股份有限公司	王俊涛 徐如林	1. 负责总体协调，标准文本编写； 2. 碳排放核算方法研究和报告要求编写； 3. 研制工作组织实施、标准研制与验证方案确定、标准征求意见稿编制、送审材料编制及标准报批材料编制。 3. 生产企业调研及试算。
北京国建联信认证中心有限公司	尹静宇 李晋梅 张晋 孙志强	1. 碳排放核算方法研究和报告要求编写； 2. 研制工作组织实施、标准研制与验证方案确定、标准征求意见稿编制、送审材料编制及标准报批材料编制。
河南建筑材料研究设计院有限责任公司	姜广辉	1. 碳排放核算方法研究和报告要求编写； 2. 生产企业调研及试算。
中国建材检验认证集团股份有限	谢金莉	1. 碳排放核算方法研究和报告要求编写；

公司		
辽宁科技大学	罗旭东	1. 碳排放核算方法研究和报告要求编写。
鞍山市和丰耐火材料有限公司	王鹏	1. 生产企业调研及试算。
奥镁（大连）有限公司	叶航	1. 相关国际标准调研； 2. 生产企业调研及试算。
河北北方窑业工程有限公司	姚文博	1. 生产企业调研及试算。
北京金隅通达耐火技术有限公司	金利鹏 付星炎	1. 生产企业调研及试算。

## 2 标准主要技术内容

### 2.1 标准框架

文件正文内容包括：范围、规范性引用文件、术语和定义、总则、核算步骤和核算方法、数据质量、报告内容和格式，共 8 章；附录 A 为资料性附录，给出了碳排放报告模板；附录 B 为资料性附录，给出了碳排放相关参数推荐值。

### 2.2 适用范围

本部分适用于耐火材料企业二氧化碳气体排放量的核算和报告，以耐火材料原料及耐火材料制品生产为主营业务的企业可按照本部分提供的方法核算二氧化碳气体排放量，并编制企业二氧化碳气体排放报告。

因本标准为二氧化碳排放核算和报告要求，不同于的《温室气体排放核算与报告要求 第九部分：陶瓷生产企业》（GB/T 31251.9-2015）和《耐火材料生产企业 温室气体核算方法和报告》（T/ACRI 0036-2021）两项标准，因而明确了报告中为二氧化碳排放。

### 2.3 规范性引用文件

详细列出本文件使用时所涉及的规范性文件。凡是注日期的引用文件，仅注日期的版本适用于本文件。凡是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。本文件的主要规范性引用文件有 GB/T 210.2 工业碳酸

钠及其试验方法 第二部分：工业碳酸钠试验方法、GB/T 212 煤的工业分析方法、GB/T 213 煤的发热量测定方法、GB/T 476 煤中碳和氢的测定方法、GB/T 2589 综合能耗计算通则、GB/T 3286.1 石灰石及白云石化学分析方法 第 1 部分：氧化钙和氧化镁含量的测定 络合滴定法和火焰原子吸收光谱法、GB/T 11062 天然气发热量、密度、相对密度和沃泊指数的计算方法、GB/T 15316 节能监测技术通则、GB 17167 用能单位能源计量器具配备和管理通则、GB/T 17286 液态烃动态测量体积计量流量计检定系统、GB/T 21114 耐火材料 X 射线荧光光谱化学分析 熔铸玻璃片法、GB/T 22723 天然气能量的测定、GB/T 23331 能源管理体系 要求及使用指南、GB/T 31391 煤的元素分析、GB/T 32150 工业企业温室气体排放核算和报告通则、GB/T 32151.9 温室气体排放核算与报告要求 第 9 部分：陶瓷生产企业、GB/T 34332 菱镁矿和白云石耐火制品化学分析方法。

## 2.4 术语和定义

本文界定了耐火材料企业，即从事耐火材料原料和制品生产加工的独立法人企业或视同法人的独立核算单位。

此外，本文主要参照 GB/T 32150 界定的术语和定义，由于本文只涉及二氧化碳的排放，对相关定义做了限定。

## 2.5 总则

根据耐火材料生产企业的生产流程的不同，区分耐火原料生产企业和耐火制品生产企业碳排放核算边界。并明确封存利用二氧化碳技术的应用可以减少企业的碳排放。

耐火材料生产企业运营控制权之内的所有生产场所和生产设施产生的二氧化碳排放均应纳入核算范围。如果企业对某设施或业务拥有运营管理的完全权力，即应视为企业边界之内。

耐火材料生产企业在生产过程中，直接或间接排放的二氧化碳排放均应计算在排放范围内。

从方式上分类，主要分为化石燃料的燃烧排放；生产过程中添加剂的氧化和碳酸盐分解成的二氧化碳，购入电力、热力产生的排放。此外，输出的电力、热力，以及通过技术手段封存和利用的二氧化碳排放应该在核算企业总二氧化碳排

放过程中扣除。

## **2.6 核算步骤和核算方法**

### **2.6.1 核算步骤**

首先识别耐火材料企业二氧化碳排放源，并确认是否采用相关技术封存和利用二氧化碳；收集活动数据；选择和获取排放因子数据；分别计算燃料排放量、过程排放量、购入和输出的电力及热力产生的排放量，以及采用技术封存和利用的二氧化碳量。最终汇总计算企业二氧化碳排放量。

相较于参照的《温室气体排放核算与报告要求 第九部分：陶瓷生产企业》（GB/T 31251.9-2015），此部分修改了 e 部分，明确技术封存和利用二氧化碳的量在此部分中计算，并在最后汇总。

### **2.6.2 核算方法**

耐火材料企业的二氧化碳排放总量等于企业边界内所有的燃料燃烧排放量、过程排放量、企业购入电力和热力产生的排放量之和，同时扣除输出的电力和热力和回收利用对应的排放量。此部分相较于参照标准温室气体排放核算与报告要求 第九部分：陶瓷生产企业》（GB/T 31251.9-2015），明确了回收利用部分的扣减。

过程排放根据耐火材料的生产特点做了改变。耐火材料生产过程中存在含碳原料和添加剂，会在高温处置过程中氧化。此外类似于石灰石的分解，生产过程中原料和添加剂中存在的碳酸盐也会分解产生二氧化碳。因而在过程排放中，明确过程排放存在氧化部分和分解部分。氧化部分需要辨别生产过程中使用的含碳原料及添加剂的总量和氧化情况，计算氧化产生二氧化碳量。分解部分也同样需要辨别包括碳酸钙、碳酸镁、碳酸钠在内的多种含碳酸盐物质的用量，进而计算分解产生的二氧化碳。二者合并计算为过程排放量。

因耐火材料生产企业可能会生产多种产品，且工艺路线和产品组成差异巨大，采用的原料和添加剂种类繁多。本标准参照《温室气体排放核算与报告要求 第九部分：陶瓷生产企业》（GB/T 31251.9-2015），提出报告主体可在第一次开展企

业温室气体排放核算时试算过程排放，如果过程排放量占报告主体温室气体排放总量的比例小于等于 1%，则在当次报告中单独报告过程排放量，但不计入报告主体排放总量，且在之后的核算中不在核算过程排放量；如果过程排放量占报告主体温室气体排放总量的比例大于等于 1%，则在当次及之后的核算中均应核算过程排放量并计入报告主体排放量。

## **2.7 数据质量管理**

(1) 建立企业温室气体排放核算和报告的规章制度，包括负责机构和人员、工作流程和内容、工作周期和时间节点等；指定专职人员负责企业温室气体排放核算和报告工作；

(2) 根据各种类型的温室气体排放源的重要程度对其进行等级划分，并建立企业温室气体排放源一览表，对于不同等级的排放源的活动数据和排放因子数据的获取提出相应的要求；

(3) 对现有监测条件进行评估，包括对活动数据的监测和对燃料低位发热量等参数的监测，定期对计量器具、检测设备和在线监测仪表进行维护管理，并记录存档；

(4) 建立健全温室气体数据记录管理体系，包括数据来源、数据获取时间以及相关责任人等信息的记录管理；

(5) 建立企业温室气体排放报告内部审核制度。定期对温室气体排放数据进行交叉校验，对可能产生的数据误差风险进行识别，并提出相应的解决方案。

## **2.8 报告内容和格式**

报告模板以 GB/T 32150《工业企业温室气体排放核算和报告通则》和 GB/T 32151.9《温室气体排放核算与报告要求 第 9 部分：陶瓷生产企业》为参照。并结合耐火材料企业生产的具体情况。

此部分最重要的改动是企业或机构需要根据企业生产的实际情况，辨别碳排放源，尤其是过程排放的排放源。根据实际工况和第三方检测结果，计算相关排放量。因耐火材料企业涉及多种原料及添加剂，且原料品位和组成不同，在计算过程中必须仔细辨别排放因素，保证数据准确性。



## 2.9 附录 A 报告模板

耐火材料企业二氧化碳气体排放报告报告模板规定了报告封面、情况报告、二氧化碳排放汇总表、活动数据表及排放因子情况。

## 2.10 附录 B 相关参数推荐表

本部分针对部分能源的排放因子做了推荐，在计算过程中，如果没有相关测试报告或第三方检测报告等数据，计算因子以推荐值为准。

## 2.10 参考文献

ISO 14064-1 温室气体 第一部分：组织层面上对温室气体排放和清除的量化和报告的规范及指南、《中国能源统计年鉴》、《IPCC 国家温室气体清单指南》，《省级温室气体清单编制指南（2011 试行版）》。

## 3 主要试验（或验证）情况分析

标准编制工作组按计划开展了本标准的验证工作，依据草案的相关计算方案，协助耐火材料生产企业开展了碳排放核算公祖，反馈标准具有可操作性。

### 3.1 验证范围

耐火材料企业种类繁多，工艺差别大。为了保证本标准的适用性和可操作性，标准工作组选取了多个种类的耐火材料生产型企业进行碳排放情况的试算。

原料生产方面，主要选取镁质原料生产企业进行试算调研。由于镁砂生产过程中涉及菱镁矿的分解，过程排放的计算中需要对分解产生的二氧化碳进行相关标定。

制品生产方面，选取典型分类产品厂家进行试算，由于耐火材料制品生产企业往往生产多种产品，包含不同产品类型，因而选取厂家的产品组成以主要产品进行分类。不定形产品因不需要热处理或中低温处理，相关材料的能源消耗量较低，企业主要能耗以电能为主，且相较于烧成制品厂家，能源消耗较小。烧成制品生产方面，根据产品的材质不同，烧成的温度不同，因而相关企业的碳排放以化石能源燃烧为主，电能的排放占较少的比重。采用电炉的熔铸材料，产品生产及加工均采用电能，因而几乎所有的碳排放均来源于外购电力。

## 3.2 验证结果

### 3.2.1 原料生产厂家情况

对包括海城市光大高纯镁砂有限责任公司、海城海鸣矿业有限责任公司、大石桥市金瑞耐火材料有限责任公司等 5 家耐火材料原料耐火生产企业进行调研。

镁质原料为耐火材料制品的重要原料，且在生产过程中涉及菱镁矿（碳酸镁）分解。经耐火材料协会前期的统计计算，耐火材料原料生产企业的碳排放高于耐火材料制品生产企业的碳排放，因而对此类型企业的调研对碳排放核算意义重大。

耐火材料原料生产工艺上也存在差异，不同类型产品的生产工艺不同，竖窑烧成、电熔等手段都有采用，因而化石燃料方面相对复杂，典型企业的采用了烟煤和煤焦油燃料。

直接排放中，分解过程为耐火材料原料生产企业最主要的碳排放来源，主要是菱镁矿分解造成二氧化碳排放。根据相关企业提供的检测报告，采用的菱镁矿纯度在 99%以上。

表 2 耐火材料原料生产典型企业活动数据及来源表

排放类别			相关数据及单位		
直接排放	化石燃料燃烧 <sup>a</sup>		燃料种类	消耗量（t，万 Nm <sup>3</sup> ）	低位发热量（GJ/T,GJ/万 Nm <sup>3</sup> ）
			烟煤	16766.97	19.57
			煤焦油	1288.43	33.453
	工业过程排放 <sup>b</sup>	氧化过程	使用原料	数据	单位
		分解过程	菱镁矿	159096	t
			利用率	100	%
			碳酸盐含量	99.288	%
间接排放		外购种类	数据	单位	
		外购电力	4974.087	MWh（千度）	
		外购热力	0	GJ	
需要扣除排放		扣除种类	数据	单位	
		外供电力	0	MWh	
		外供热力	0	GJ	
		二氧化碳利用及封存	0	t	
附属系统排放		排放量	数据	单位	

	二氧化碳	t
a.报告主体自行添加未在表中列出但企业实际消耗的其他能源品种		
b.报告主体自行添加未在表中列出但企业工业过程中实际消耗的可能产生碳排放的原料及添加剂		

排放系数方面，根据计算公式计算出直接相关排放系数。间接排放的电力系数根据工厂所在区域确定。

表 3 耐火材料原料生产典型企业排放因子及来源表

排放类别			因子数据		
直接排放	化石燃料燃烧		燃料种类	单位热值含碳量（t C/GJ）	碳氧化率(%)
			烟煤	0.0261	93
			煤焦油	0.022	98
	工业过程	氧化过程	工业生产排放因子	数据	单位
		分解过程	碳酸镁	0.5238	t CO <sub>2</sub> /t
间接排放		外购种类	数据	单位	
		外购电力	0.7769	t CO <sub>2</sub> /MWh	
		外购热力	0.11	t CO <sub>2</sub> /GJ	
需要扣除排放		扣除种类	数据	单位	
		外供电力	0.7769	t CO <sub>2</sub> /MWh	
		外供热力	0.11	t CO <sub>2</sub> /GJ	
		二氧化碳利用及封存	0	t	

典型工厂的碳排放总量为 119216.72 吨。其中直接排放为 115352.35 吨，化石燃料排放 32611.21 吨，工业过程排放 82741.14，间接排放 3864.37 吨，全部为外购电力排放。

表 4 耐火材料原料生产典型企业二氧化碳排放量表

排放类别			排放量 (tCO <sub>2</sub> )
主要生产系统及辅助生产系统排放	直接排放	化石燃料燃烧排放	32611.21
		工业过程排放	82741.14
	间接排放	外购电力消耗排放	3864.37
		外购热力消耗排放	0
	需扣除排放	外供电力排放	0
		外供热力排放	0

	二氧化碳利用及封存	0
附属生产系统排放		0
总排放		119216.72

碳酸镁的理论化学组成中，CO<sub>2</sub>的质量分数为 52.38%。因而采用菱镁矿生产镁质原料，考虑到化石燃料排放情况，原料产出与二氧化碳排放比例往往在 1:1.5 左右。高品质镁质原料生产过程中，单位产品产生的碳排放会更高。

### 3.2.2 以不定形产品为主的企业

对安徽瑞泰新材料科技有限公司、金隅通达贵阳分公司、金隅通达淄博分公司等 5 家以不定形耐火材料为主要产品的公司进行调研。

不定形耐火材料生产企业主要为依靠配料系统按照配比将骨料、细粉进行混合搅拌，而后包装形成产品。或是再经过成型过程和简单烘干，形成预制件产品。此类产品基本不需要高温烧成，一般经由烘干即可进行销售，往往采用电热窑炉进行烘干。因而本类型耐火材料生产企业的能源消耗主要为外购电力，还有一部分厂区车辆等需要的汽油柴油等。

由于生产过程中不存在高温处理过程，因而原料和添加物在生产过程中不会产生二氧化碳。

表 5 不定形耐火材料生产典型企业活动数据及来源表

排放类别			相关数据及单位		
直接排放	化石燃料燃烧 <sup>a</sup>		燃料种类	消耗量（t, 万 Nm³）	低位发热量（GJ/T,GJ/万 Nm³）
			汽油	2.31	43.07
			柴油	5.99	42.653
	工业过程排放 <sup>b</sup>	氧化过程	使用原料	数据	单位
		分解过程			
间接排放			外购种类	数据	单位
			外购电力	755.6	MWh（千度）
			外购热力	0	GJ
需要扣除排放			扣除种类	数据	单位
			外供电力	0	MWh
			外供热力	0	GJ
			二氧化碳利用及	0	t

	封存		
附属系统排放	排放量	数据	单位
	二氧化碳		t
a.报告主体自行添加未在表中列出但企业实际消耗的其他能源品种			
b.报告主体自行添加未在表中列出但企业工业过程中实际消耗的可能产生碳排放的原料及添加剂			

排放系数方面，根据化石能源推荐参数填写相关排放系数。间接排放的电力系数根据工厂所在区域确定。

表 6 不定形耐火材料生产典型企业排放因子及来源表

排放类别			因子数据		
直接排放	化石燃料燃烧		燃料种类	单位热值含碳量（t C/GJ）	碳氧化率(%)
			汽油	0.0189	98
			柴油	0.0202	98
	工业过程	氧化过程	工业生产排放因子	数据	单位
		分解过程			
间接排放		外购种类	数据	单位	
		外购电力	0.8843	t CO <sub>2</sub> /MWh	
		外购热力	0.11	t CO <sub>2</sub> /GJ	
需要扣除排放		扣除种类	数据	单位	
		外供电力	0.8843	t CO <sub>2</sub> /MWh	
		外供热力	0.11	t CO <sub>2</sub> /GJ	
		二氧化碳利用及封存	0	t	

典型工厂的碳排放总量为 674.93 吨。其中直接排放为 6.76 吨，全部为化石燃料排放；间接排放 668.18 吨，全部为外购电力排放。

表 7 不定形耐火材料生产典型企业二氧化碳排放量表

排放类别			排放量 (tCO <sub>2</sub> )
主要生产系统及辅助生产系统排放	直接排放	化石燃料燃烧排放	6.76
		工业过程排放	0.00
	间接排放	外购电力消耗排放	668.18
		外购热力消耗排放	6.76
	需扣除排	外供电力排放	0

	放	外供热力排放	0
		二氧化碳利用及封存	0
附属生产系统排放			0
总排放			674.93

由于产品中存在大量不烧砖及浇注料，因而工厂的能耗以电力为主。过程排放主要以含碳结合剂的氧化为主。因其生产过程中不存在烧结过程，因而单位产品碳排放的值较低。

因产品工艺较为简单，不同企业的二氧化碳排放情况会因产量的有差别，但总体情况跟典型工厂数据高度一致。

### 3.2.3 以烧制制品为主的企业

对鞍山市和丰耐火材料有限公司、瑞泰马钢新材料科技有限公司、郑州瑞泰耐火科技有限公司、洛阳科创集团有限公司、等 8 家以烧成耐火材料为主要产品的公司进行调研。

烧成耐火材料制品是耐火材料制品最重要的大类，且产品类型众多，在钢铁、水泥、玻璃、石化等多个领域有广泛应用。烧成耐火材料制品的组成形式多样，生产工艺和原料使用上差距较大，因而不同企业之间的能源消耗和工业过程排放因素方面存在差异性。

总体而言，由于环保政策的收紧，目前主要大型耐火材料企业烧成耐火材料制品时主要采用天然气或电炉。因而烧成耐火材料生产企业的主要能源消耗为天然气或外购电力，由于不同材质的耐火材料烧成的温度不相同，从 800℃ 的中温烧成到 1700℃ 的高温烧成都有可能，因而其单位产品的能源电力消耗差距也很大。同时，产品成型过程中会涉及到一部分生产机械，需要消耗一部分外购电力。

直接排放中，氧化过程排放主要为含碳或有机物的氧化消耗为主；分解过程为添加剂或者原料中的碳酸盐分解为。烧成耐火材料处理温度往往高于 1000℃，因而含碳部分可认为完全氧化，碳酸盐也充分分解，与其他氧化物形成固溶体和新的物相。

典型工厂使用天然气高温隧道窑烧成产品，化石燃料方面主要为天然气，厂区中车辆消耗一部分汽油和柴油。过程排放方面，主要为有机结合剂在高温烧成过程中氧化的二氧化碳排放，总量非常小。工业过程排放主要为外购电力排放。

表 8 烧成耐火材料原料生产企业活动数据及来源表

排放类别			相关数据及单位		
直接排放	化石燃料燃烧 <sup>a</sup>		燃料种类	消耗量（t, 万 Nm <sup>3</sup> ）	低位发热量（GJ/T,GJ/万 Nm <sup>3</sup> ）
			天然气	508.13	389.3
			汽油	33.91	43.1
			柴油	34.41	42.7
	工业过程排放 <sup>b</sup>	氧化过程	使用原料	数据	单位
			木质素磺酸钙	326.58	t
			利用率	100	%
			碳含量	27	%
		分解过程			
间接排放		外购种类	数据	单位	
		外购电力	4311.72	MWh（千度）	
		外购热力	0	GJ	
需要扣除排放		扣除种类	数据	单位	
		外供电力	0	MWh	
		外供热力	0	GJ	
		二氧化碳利用及封存	0	t	
附属系统排放		排放量	数据	单位	
		二氧化碳		t	
a.报告主体自行添加未在表中列出但企业实际消耗的其他能源品种					
b.报告主体自行添加未在表中列出但企业工业过程中实际消耗的可能产生碳排放的原料及添加剂					

排放系数方面，根据计算公式计算出直接相关排放系数。间接排放的电力系数根据工厂所在区域确定。

表 9 烧成耐火材料生产典型企业排放因子及来源表

排放类别			因子数据		
直接排放	化石燃料燃烧		燃料种类	单位热值含碳量 (t C/GJ)	碳氧化率(%)
			天然气	15.3	99
			汽油	18.9	98
			柴油	20.2	98
	工业过程	氧化过程	工业生产排放因子	数据	单位
			原料含有碳的排	3.67	t CO <sub>2</sub> /t

			放因子		
		分解 过程			
间接排放			外购种类	数据	单位
			外购电力	0.5839	t CO2/MWh
			外购热力	0.11	t CO2/GJ
需要扣除排放			扣除种类	数据	单位
			外供电力	0.5839	t CO2/MWh
			外供热力	0.11	t CO2/GJ
			二氧化碳利用及 封存	0	t

典型工厂的碳排放总量为 14033.58 吨。其中直接排放为 11515.96 吨，化石燃料燃烧排放 11192.36 吨，工业过程排放 323.61；间接排放 2517.61 吨，全部为外购电力排放。

表 10 烧成耐火材料生产典型企业二氧化碳排放量表

排放类别			排放量（tCO <sub>2</sub> ）
主要生产系统及辅助生产系统排放	直接排放	化石燃料燃烧排放	11192.36
		工业过程排放	323.61
	间接排放	外购电力消耗排放	2517.61
		外购热力消耗排放	0
	需扣除排放	外供电力排放	0
		外供热力排放	0
		二氧化碳利用及封存	0
附属生产系统排放			0
总排放			14033.58

可以看出，烧成耐火材料生产企业碳排放主要为化石燃料燃烧和外购电力排放，过程排放主要以含碳结合剂的氧化为主。企业实际碳排放中，化石燃料的燃烧占较大部分，电力排放占次要地位，过程排放的 CO<sub>2</sub> 数量很少。

### 3.2.4 熔铸材料企业

对瑞泰科技湘潭分公司等三家以熔铸耐火材料为主要产品的公司进行调研。

由于企业采用电熔生产方式，因而不采用化石燃料进行生产，直接排放部分仅为工业过程排放。



直接排放中，氧化过程排放主要为电熔过程中石墨电极的氧化消耗为主；分解过程为碳酸钠添加剂的分解为主。在生产工艺超过 1300℃ 的高温条件下，两种材料完全氧化分解，产生二氧化碳。

表 11 熔铸耐火材料原料生产典型企业活动数据及来源表

排放类别			相关数据及单位		
直接排放	化石燃料燃烧 <sup>a</sup>		燃料种类	消耗量（t, 万 Nm <sup>3</sup> ）	低位发热量（GJ/T,GJ/万 Nm <sup>3</sup> ）
	工业过程排放 <sup>b</sup>	氧化过程	使用原料	数据	单位
			石墨	306	t
			利用率	100	%
			碳含量	100	%
		分解过程	碳酸钠	466	t
			利用率	100	%
			碳酸盐含量	99	%
间接排放		外购种类	数据	单位	
		外购电力	63189	MWh（千度）	
		外购热力	0	GJ	
需要扣除排放		扣除种类	数据	单位	
		外供电力	0	MWh	
		外供热力	0	GJ	
		二氧化碳利用及封存	0	t	
附属系统排放		排放量	数据	单位	
		二氧化碳		t	
a.报告主体自行添加未在表中列出但企业实际消耗的其他能源品种					
b.报告主体自行添加未在表中列出但企业工业过程中实际消耗的可能产生碳排放的原料及添加剂					

排放系数方面，根据计算公式计算出直接相关排放系数。间接排放的电力系数根据工厂所在区域确定。

表 12 熔铸耐火材料生产典型企业排放因子及来源表

排放类别			因子数据		
直接排放	化石燃料燃烧		燃料种类	单位热值含碳量 (t C/GJ)	碳氧化率(%)
	工业过程	氧化过程	工业生产排放因子	数据	单位

			原料含有碳的排放因子	3.67	t CO <sub>2</sub> /t
		分解过程	碳酸钠	0.41509434	t CO <sub>2</sub> /t
间接排放			外购种类	数据	单位
			外购电力	0.5257	t CO <sub>2</sub> /MWh
			外购热力	0.11	t CO <sub>2</sub> /GJ
需要扣除排放			扣除种类	数据	单位
			外供电力	0.5257	t CO <sub>2</sub> /MWh
			外供热力	0.11	t CO <sub>2</sub> /GJ
			二氧化碳利用及封存	0	t

典型工厂的碳排放总量为 33218.45 吨。其中直接排放为 1314.51 吨，全部为工业过程排放，石墨氧化排放 1123.02 吨，碳酸钠排放 191.49；间接排放 33218.45 吨，全部为外购电力排放。

表 13 熔铸耐火材料生产典型企业二氧化碳排放量表

排放类别			排放量（tCO <sub>2</sub> ）
主要生产系统及辅助生产系统排放	直接排放	化石燃料燃烧排放	0
		工业过程排放	1314.51
	间接排放	外购电力消耗排放	33218.45
		外购热力消耗排放	0
	需扣除排放	外供电力排放	0
		外供热力排放	0
		二氧化碳利用及封存	0
附属生产系统排放			0
总排放			34532.96

由于产品以电熔产品为主，因而几乎全部的碳排放为外购电力的碳排放。虽然工业过程排放（外加剂的碳酸盐分解和含碳组分氧化）也有一定的量，但是仅占总量的不到 4%。

电熔耐火材料生产企业的情况相较于其他几种类型工厂，其产品相对品种较少，且工艺一致性较高，因而其碳排放因素类似。通过比对，碳排放计算情况相似度较高。

## 4 标准中涉及专利情况

本文件技术内容不涉及专利。

## 5 产业化情况、推广应用论证和预期达到的经济效益等情况

### 5.1 经济效益、社会效益、产业规模、推广应用、工程应用情况、预期达到的经济、社会效益

耐火材料行业服务于高温工业，其产品大多需要高温烧成，因而其能耗相对较高。根据耐火材料行业协会的统计，2020 年，我国耐火材料产量 2477.99 万吨，其中，致密定形耐火制品 1370.94 万吨，保温隔热耐火制品 62.21 万吨不定形耐火制品 1044.85 万吨。

耐火材料工业高度依赖资源和能源，是重点碳排放行业之一。据中国耐火材料行业协会统计，2020 年全国耐火原料材料产量 2866 万吨，耐火材料制品产量 2478 万吨。按照行业协会的相关计算，生产耐火材料原料排放的二氧化碳为 2968 万吨，生产耐火材料制品排放的二氧化碳为 825 万吨。也就是说，通过粗略估算，耐火材料行业年排放二氧化碳 3793 万吨。

由于缺乏标准，相关试算是通过耐火材料产量的估算得到的，其中有的碳排放因素可能被忽略，如含碳的添加剂氧化等。且耐火材料行业工艺技术装备水平参差不齐，能源消耗差距较大，通过简单的试算，难以得到准确的碳排放数据。

标准起草组希望通过本标准的实施，能够精确碳排放计算。进而促进行业调整，保守能够使行业能耗水平降低 10%左右，即每年能降低二氧化碳排放 300 多万吨，经济社会效益显著。

### 5.2 本标准指标的技术先进性以及本标准的发布对行业及社会发展的促进作用，即与“宜业尚品造福人类”的相关性。

党的十九大报告进一步明确指出要“推进能源生产和消费革命，构建清洁低碳、安全高效的能源体系”。

耐火材料行业服务于建材行业，与高温窑炉直接相关。且其本身的标准化程度较低，产业集中度不高，且产品种类多样，不同企业工艺技术水平差距也较大。近年来，随着国家供给侧改革及对环保的重视。耐火材料企业对于节能减排工作的重视程度有较大提高，同时企业工艺自动化先进程度也有所增强。

作为建材系统高温窑炉的服务行业，耐火材料行业应秉承“宜业尚品、造福人类”的目标，坚持绿色可持续发展，实现资源节约、能源高效利用。本文件的提出即为耐火材料企业的碳排放计算提供基本规范要求，推动行业尽早实现碳达峰，为耐火材料行业，乃至建材行业全面实现碳中和做出贡献。

## **6 采用国际标准和国外先进标准情况，与国际、国外同类标准水平的对比情况，国内外关键指标对比分析与测试的国外样品、样机的相**

### **6.1 国外情况**

国际方面，ISO 14000 环境管理系列标准中，分别为 ISO 14064-1：组织层次上对温室气体排放和清除的量化和报告的规范及指南，ISO 14064-2：项目层次上对温室气体减排和清除增加的量化、监测和报告的规范及指南，ISO 14064-3：温室气体声明审定与核查的规范及指南。其中，ISO 14064-1：组织层次上对温室气体排放和清除的量化和报告的规范及指南与本标准界定的情况有相关性。但是其界定的范围有不同，最重要的是 ISO 标准的碳排放计算需要考虑到全生命周期的碳排放，而本标准只考虑耐火材料生产过程中，而不考虑上下游排放。

计算方法方面，ISO 标准采用活动数据与因子相乘、使用模型、关联性方法和物料平衡法。同时还对监测有要求，包括持续性和间歇性监测。同时，可以采用监测和计算结合的方法进行计算。

美国环保局主要采用 IPCC 缺省因子的方法计算碳排放数据，同时还需要推算不同行业的排放因子，从而计算准确的碳排放数据。

欧洲温室气体排放体系中，采用监测以及报告制度（MRR）来计算碳排放，提出的计算方法有，采用实验室的分析的参数计算、采用烟气监测的二氧化碳浓度计算，在有证据证明的情况下，采用其他的计算方法也可以计算碳排放。

### **6.2 国内情况**

标准总体框架遵循《工业企业温室气体排放核算和报告通则》（GB/T 32150-2015）。

在内容上，参照《温室气体排放核算与报告要求 第九部分：陶瓷生产企业》

（GB/T 31251.9-2015）和《耐火材料生产企业 温室气体核算方法和报告》（T/ACRI 0036-2021）的相关内容。

### **6.3 本标准的先进性**

我国是世界耐火材料第一大生产国，然而因为耐火材料行业产品较多，产业集中度较低的原因，行业标准化工作一直有一定的欠缺

本文件希望通过对我国耐火材料行业的生产企业进行碳排放核算，进而明确行业整体碳排放总量，标准出台后可以提升行业标准化的进行，同时为行业双碳工作提供帮助。

本文件的先进性体现在以下两方面：

一是结合国际国内标准，进行碳排放核查工作，得到精确数据；

二是从企业实际需求出发，依据耐火材料企业不同的生产工艺特点及生产企业的不同状况，进行碳排放核算，为双碳工作提供支持。

## **7 与现行相关法律、法规、规章及相关标准，特别是强制性标准的协调性**

本文件与《工业企业温室气体排放核算和报告通则》（GB/T 32150-2015）等文件协调一致。

## **8 重大分歧意见的处理经过和依据**

无重大分歧意见。

## **9 标准性质的建议说明**

本文件作为建材行业推荐性标准发布，由建材工业综合标准化技术委员会归口管理。

## **10 贯彻标准的要求和措施建议（包括组织措施、技术措施、过渡办法、实施日期等）**

本文件是耐火材料行业开展碳排放核查所急需的支撑性文件，建议在 2023

年发布实施。

## **11 废止现行相关标准的建议**

无。

## **12 其它应予说明的事项**

无。