

附件 3

《耐火材料工业大气污染物排放标准 (征求意见稿)》编制说明

《耐火材料工业大气污染物排放标准》编制组

二〇二五年二月

目 录

1 项目背景	1
1.1 任务来源.....	1
1.2 工作过程.....	1
2 行业概况	1
2.1 我国耐火材料行业概况.....	1
2.2 国外耐火材料行业概况.....	3
3 耐火材料行业产排污情况分析	3
3.1 生产工艺.....	3
3.2 主要污染物及产排环节.....	4
3.3 不同工艺产污特征.....	4
4 耐火材料行业大气污染控制技术	4
4.1 大气污染预防技术.....	4
4.2 大气污染治理技术.....	5
4.3 耐材企业环境管理现状.....	5
5 标准制定的必要性分析	5
5.1 国家及环保主管部门的相关要求.....	5
5.2 现行环保标准存在的主要问题.....	5
6 标准制定的原则、方法和技术路线	6
6.1 标准制定的原则.....	6
6.2 标准制定的方法.....	6
7 标准主要技术内容	7
7.1 标准适用范围.....	7
7.2 标准结构框架.....	7
7.3 术语和定义.....	8
7.4 污染物项目的选择.....	8
7.5 污染物排放控制要求.....	8
7.6 污染物监测要求.....	11
8 与国内外同类标准或技术法规的对比和分析	12
8.1 国内耐火材料工业排放标准情况.....	12
8.2 国外耐火材料行业排放标准情况.....	12
8.3 本标准与现行标准控制水平对比.....	12
9 实施本标准的效益及成本分析	13
9.1 环境效益.....	13
9.2 社会效益.....	13
9.3 技术可行性.....	13
9.4 经济效益.....	13

1 项目背景

1.1 任务来源

为进一步完善国家生态环境标准体系，2020年6月，生态环境部印发《关于开展2020年度国家生态环境标准项目实施工作的通知》（环办法规函〔2020〕320号），提出制定《耐火材料行业大气污染物排放标准》任务，由中国建筑材料科学研究总院有限公司承担，中国环境科学研究院、生态环境部环境工程评估中心、中国耐火材料行业协会、河南省郑州生态环境监测中心参加。

1.2 工作过程

2020年6月，成立标准编制组。编制组按照标准编制程序的要求制定了工作方案和技术路线，开展相应工作。

2020年7月—8月，收集耐火材料行业产能现状、企业分布情况、大气污染物自动监测情况、国家对耐火材料工业的环境管理需求、国内外相关标准等相关基础资料，并进行分类、整理、分析。

2020年9月—11月，现场调研耐火材料行业生产工艺、产排污环节、污染治理技术水平及污染物排放现状、存在问题等，征求企业相关人员对行业标准制定、主要污染控制因子选取及排放限值确定等方面的意见和建议。

2020年12月—2021年1月，标准编制组系统研究行业生产工艺及污染控制技术，并调研国内外相关排放标准排放限值后，完成了《耐火材料工业大气污染物排放标准》开题报告及标准征求意见草案。

2021年2月，通过由生态环境部环境标准研究所主持召开的开题论证会。

2021年3月—2023年4月，标准编制组针对我国耐火材料相对集中且具有不同特点的河南、山东、山西、辽宁等省的耐火材料原料、制品企业展开深入调查研究，补充完善了标准技术内容中的各项要求，确定了标准的污染物控制项目、指标限值等内容，形成了标准征求意见稿和编制说明。

2023年5月、2024年6月，标准编制组邀请中国耐火材料协会、河南省耐材协会等单位及有关生产企业对标准征求意见稿和编制说明进行了研讨。编制组根据与会专家及企业的建议对标准进行了修改完善。

2024年9月，生态环境部大气环境司组织召开《耐火材料工业大气污染物排放标准》征求意见稿技术审查会通过技术审查。

2 行业概况

2.1 我国耐火材料行业概况

2.1.1 产品产量

我国耐材生产企业众多，根据国家统计局发布的耐火材料制品制造行业产值数据，规模

以上耐火原料、耐火制品及相关服务企业约 2000 家，主营业务收入为 2000 亿元左右，其中 16 家超 10 亿元，8 家超过 20 亿，行业高度分散。

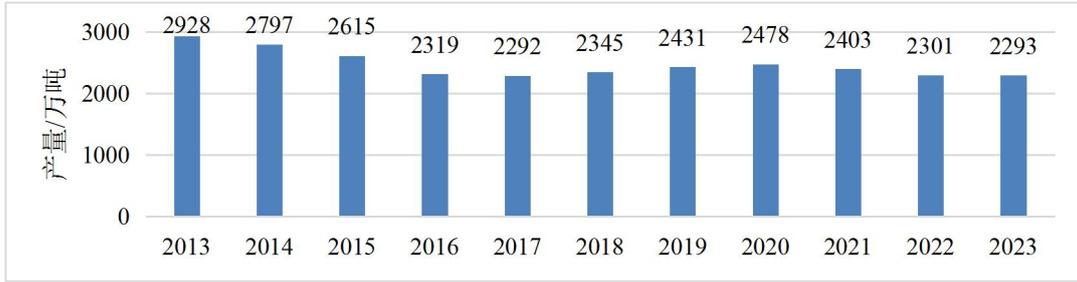


图 2-1 2013 年—2023 年我国耐火材料产量



图 2-2 2022 年和 2023 年耐火材料主要品种产量情况

我国耐材行业产量增速与钢铁产量增速高度相关，2020 年后呈下降态势（图 2-1）。据 2023 年协会同口径统计，全国耐火材料制品产量 2292.7 万吨，其中致密定形耐火制品 1204.7 万吨，保温隔热耐火制品 75.3 万吨，不定形耐火制品 1012.6 万吨（图 2-2）。

2.1.2 主要省份耐火材料产量分析

从产业区域分布情况看（图 2-3），我国耐火材料产量主要集中在河南、辽宁和山东三省，三省耐火材料产量占全国耐火材料总量的 80%左右。河南、山东为铝硅系耐火材料的主产区，辽宁为镁质耐火材料的生产基地。



图 2-3 2022 年和 2023 年我国主要省份耐火材料产量

2.2 国外耐火材料行业概况

2.2.1 产量

2011年以来全球耐火材料产量一直在下降，其中定型产品产量变化不大，不定型产品产量持续下降。据世界耐火材料行业协会统计，超过50%产量的耐火材料应用于钢铁行业，近年全球钢产量增长放缓，钢铁生产中耐火材料单耗减少，导致耐火材料需求量下降。

由于全球钢铁产量增长非常有限，且耐火材料单位消耗量持续下降，预计未来五年，全球耐火材料产量将继续呈现下降趋势。同时，在窑炉耐火材料应用技术不成熟的国家，不定形耐火材料将继续挤占砖和定型制品中的市场份额。

2.2.2 主要国家及地区耐火材料产量分析

中国是耐火材料生产大国，产量约占主要国家及地区耐火材料产量的80%左右，主要国家及地区耐火材料产量见图2-4。

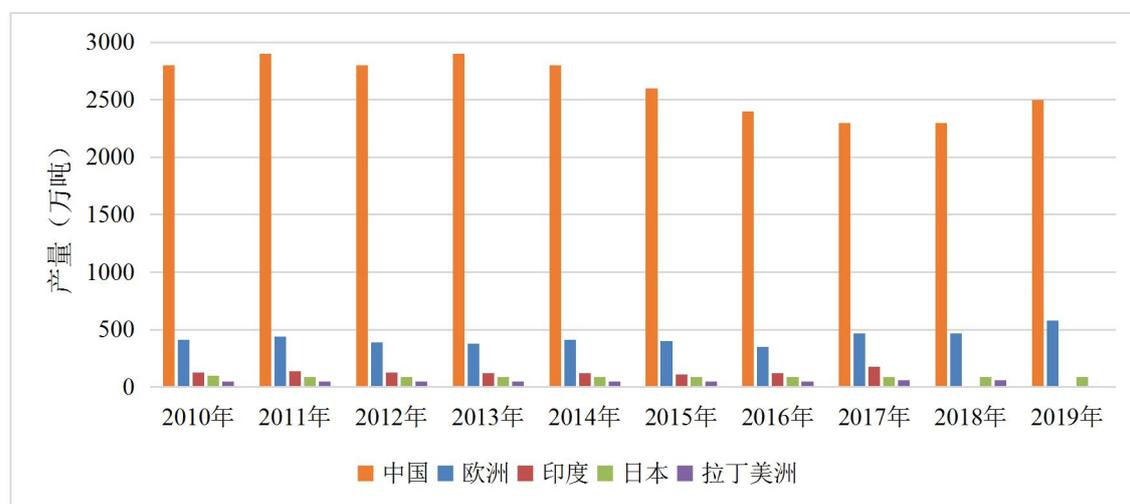


图 2-4 主要国家及地区耐火材料产量

3 耐火材料行业产排污情况分析

3.1 生产工艺

耐火材料生产包括原料生产和制品生产。原料生产包含铝硅质（含刚玉质）、镁质、非氧化物系及其他合成类耐火原料的生产。制品生产包含硅质（含硅质、刚玉质）、镁质、含碳、其他复合以及不定形耐火制品的生产。

（1）耐火原料

主要生产工艺包括矿石破粉碎、细磨、选矿、轻烧（干燥）、压球、高温煅烧（含电熔）、冷却拣选、破碎制粒分级、包装等。主要原辅材料包括硅石、铝土矿、菱镁矿、白云石、镁橄榄石等。主要能源包括电、天然气、煤层气、煤制气、重油、焦炭、煤等。

（2）耐火制品

主要生产工艺包括原料破粉碎、筛分细磨、配料、混料、成型、砖坯干燥、高温烧成（含电熔）、冷却拣选（加工）、包装入库等。主要原辅材料包括烧结镁砂、电熔镁砂、高铝矾

土熟料、刚玉、石墨及其他原料等。主要能源包括电、天然气、煤层气、煤制气、重油、液化气等。

3.2 主要污染物及产排环节

(1) 颗粒物：物料在破碎，粉碎，筛分，混料，干燥和煅烧及精加工（打磨，铣削和喷砂）过程中产生颗粒物排放。

(2) 二氧化硫：原料和燃料中的硫在窑炉中分解、氧化产生的二氧化硫排放。

(3) 氮氧化物：氮和氧在窑炉高温中产生的氮氧化物排放。

(4) 氨：采用 SNCR 或 SCR 技术，氨投入过量情况下形成的氨逃逸。

(5) 挥发性有机物（VOCs）：以树脂类、沥青类作为粘结剂的耐火材料制品，在热处理过程中产生的 VOCs。

(6) 氟化物：粘土材料中伴生的氟硅酸盐及含氟矿物在窑炉烧成过程中分解产生的氟化物排放。

(7) 铬及其化合物：部分含铬耐火材料原料及制品在生产过程中产生的含铬颗粒物。

3.3 不同工艺产污特征

(1) 连续式低温烘干窑（ $<500^{\circ}\text{C}$ ）

在破碎、筛分配料环节会产生无组织排放的粉尘；在低温烘干窑加热过程中会产生有组织的颗粒物，当低烘干热源来自于化石燃料燃烧，会产生 SO_2 、 NO_x 等大气污染物，排放浓度与化石燃料种类相关。

(2) 连续式不同烧成温度隧道窑

在破粉碎、筛分配料环节会产生无组织排放的粉尘；隧道窑有组织排放包括颗粒物、 SO_2 和 NO_x 。 SO_2 排放浓度与原料及燃料中硫含量相关； NO_x 排放浓度与窑的烧成温度相关。隧道窑根据产品的不同需求，烧成温度从 $500\sim 1800^{\circ}\text{C}$ ， NO_x 排放浓度有很大的差异。

(3) 电弧炉

无组织粉尘排放主要来源于原料破碎、配比、产品破碎、搅拌时产生的颗粒物，有组织排放的烟气污染物主要来源于高温电弧炉。电弧炉最高炉温均在 2000°C 以上，部分可达 2500°C 。电弧炉原料中硫含量一般都很小， SO_2 浓度通常很低；电弧炉生产为间歇性式，在投料、吹氧阶段烟气中颗粒物、 NO_x 浓度较高，在其它阶段颗粒物、 NO_x 浓度较低。

(4) 梭式窑、异型窑

生产过程中的无组织粉尘排放主要来源于原料破粉碎、筛分配料环节，有组织排放的粉尘、 NO_x 和 SO_2 则源于窑内的烧结过程。梭式窑、异型窑具有间歇性生产特性，即烟气中的污染物浓度随煅烧阶段不同而不同，并不稳定。

4 耐火材料行业大气污染控制技术

4.1 大气污染预防技术

选用低硫、低氟原料及添加剂，最大限度地减少原材料、添加剂、粘合剂等中的有机化合物。采用节能保温、低氮燃烧、烟气再循环、富氧（纯氧）燃烧等技术，从源头控制氮氧

化物产生。使用全电、天然气、煤层气、脱硫后焦炉煤气等清洁能源。

4.2 大气污染治理技术

耐火材料行业使用的大气污染治理技术包括：袋式除尘技术、电除尘技术、湿式电除尘技术、陶瓷纤维滤筒协同除尘脱硝技术；干法脱硫技术、半干法脱硫技术、湿法脱硫技术；SNCR 脱硝技术、SCR 脱硝技术；活性炭技术、催化燃烧氧化技术、蓄热燃烧技术。

4.3 耐材企业环境管理现状

2019 年生态环境部等多部门联合印发《工业炉窑大气污染综合治理方案》（环大气〔2019〕56 号），要求工业炉窑实施污染深度治理，推进工业炉窑全面达标排放。规定耐火材料企业超高温竖窑、回转窑应配备覆膜袋式等高效除尘设施，其他耐火材料窑应配备袋式等除尘设施；以煤（含煤气）、重油等为燃料以及使用含硫粘结剂的，应配备石灰石—石膏法等高效脱硫设施；超高温竖窑、回转窑、高温隧道窑应配备 SCR、SNCR 等脱硝设施。

辽宁、河南、山西等三省分别出台了耐火材料行业地方排放标准。

5 标准制定的必要性分析

5.1 国家及环保主管部门的相关要求

《中共中央 国务院关于全面推进美丽中国建设的意见》要求继续推进散煤、燃煤锅炉、工业炉窑污染治理，加快推进美丽中国建设重点领域标准规范制定修订。

《中共中央 国务院关于深入打好污染防治攻坚战的意见》中提出：“十四五”期间，要大力加强细颗粒物（PM_{2.5}）和臭氧污染协同控制，推进氮氧化物（NO_x）和挥发性有机物（VOCs）协同减排。

《空气质量持续改善行动计划》（国发〔2023〕24 号）提出，确保工业企业全面稳定达标排放。推进玻璃、石灰、矿棉、有色等行业深度治理。全面开展锅炉和工业炉窑简易低效污染治理设施排查，通过清洁能源替代、升级改造、整合退出等方式实施分类处置。

《工业炉窑大气污染综合治理方案》（环大气〔2019〕56 号）提出：暂未制订行业排放标准的工业炉窑，包括耐火材料等行业，应参照相关行业已出台的标准，全面加大污染治理力度；重点区域原则上按照颗粒物、二氧化硫、氮氧化物排放限值分别不高于 30、200、300 毫克/立方米实施改造；超高温竖窑、回转窑应配备覆膜袋式等高效除尘设施，其他耐火材料窑应配备袋式等除尘设施；以煤（含煤气）、重油等为燃料以及使用含硫粘结剂的，应配备石灰石—石膏法等高效脱硫设施。

5.2 现行环保标准存在的主要问题

目前耐火材料工业大气污染物排放，炉窑执行《工业炉窑大气污染物排放标准》（GB 9078—1996），其他执行《大气污染物综合排放标准》（GB 16297-1996），就当前的环境管理需求，该标准存在以下问题：

（1）缺乏行业针对性。耐火材料行业产品种类繁多，不同产品的原料、燃料及生产工艺、窑炉类型各不相同，窑炉温度从 200℃~2000℃，污染物特别是氮氧化物排放差距较大。

现有标准没有针对不同耐火材料窑炉提出相应的管控要求。

(2) 缺乏特征污染物控制项目。现行窑炉标准缺乏特征污染物控制项目，不利于行业污染物控制。例如：耐火材料行业炉窑，特别是高温窑炉，主要污染物之一是氮氧化物，但 GB 9078 未对氮氧化物提出管控要求。

(3) 排放限值严重滞后。现行《工业炉窑大气污染物排放标准》于 1996 年发布实施，技术内容已不适应当前环保形势。近年我国耐火材料行业生产规模、生产工艺技术都有了质的飞跃，特别是重点地区在窑炉的污染治理方面投入极大，排放水平远优于现有排放标准。沿用现有标准，不利于公平执法，也不利于行业技术进步。

(4) 缺乏无组织排放管控要求。耐火材料企业在物料装卸、储存、运输及生产过程原料破碎、筛分、配料、混料、转运等环节都存在无组织排放情况，现行窑炉标准对无组织未提出具体控制要求。

(5) 难以满足环境保护管理和执法工作的需要。现行标准指标宽松，特征污染物覆盖不全，测试方法滞后，难以满足环境保护管理和执法工作的需要。

综上，制定《耐火材料行业大气污染物排放标准》，以规范行业的污染物排放，提升行业环境管理水平，促进耐火材料行业健康发展是十分必要的。

6 标准制定的原则、方法和技术路线

6.1 标准制定的原则

(1) 合法与支撑原则。标准中规定的各项要求符合国家各项法律、法规的要求，支撑环境影响评价、排污许可、环境保护税、监督执法等生态环境管理制度的实施。

(2) 绿色与引领原则。标准充分考虑国民经济和社会发展规划和生态环境保护规划、行业发展规划与产业政策、发展的目标和要求，推动耐火材料工业结构优化调整、生产工艺和污染防治技术进步，促进清洁生产，引领行业绿色、低碳发展。

(3) 客观公正性原则。标准的制订客观真实反映耐火材料工业生产工艺、污染防治技术水平及污染物排放状况等，在充分调研、掌握吸纳国家有关部门、地方生态环境部门、行业协会及生产企业等有关方面意见，提出排放控制要求，做到客观、公正。

(4) 体系协调性原则。标准的制订充分考虑到与其他相关行业大气污染物排放标准相衔接，避免交叉重叠，污染物项目和排放限值与监测分析方法标准相适用、配套，满足环境监督管理对标准的要求。

(5) 合理可行性原则。标准作为实施环境准入和退出、削减污染物排放、改善环境质量和防范环境风险的手段，根据国家经济、技术水平制定，明确达标技术路线，并进行环境效益与经济成本分析，确保标准技术可达、经济可行。

6.2 标准制定的方法

(1) 针对行业特点深入调研与实测

我国耐火材料产品可分为两类：定型材料，包括各种耐火砖，如粘土质砖、高铝质砖、镁质砖、硅质砖等；不定型材料，包括耐火混凝土，如浇注料、涂抹料、喷射料等。

我国耐火材料主要产地有河南郑州，山西阳泉、孝义，辽宁营口，山东淄博，江苏宜兴，

浙江长兴等地。

耐火材料生产分：原料制备，不同品种镁砂、铝矾土熟料的烧制，涉及的窑炉包括：回转窑、竖窑、重烧竖窑、悬浮窑、电弧炉等；产品制备，不同品种耐火砖、不定型耐火材料，涉及的窑炉包括：辊道窑、隧道窑、高温隧道窑、推板窑、梭式窑等。

2017年前，耐火材料窑炉煅烧温度在1500℃以上的窑炉使用重油为燃料，煅烧温度1500℃以下的多使用煤气作燃料。近年来，重点区域特别是京津冀及周边地区，燃料主要为天然气与电，除煅烧高铝原料的回转窑、竖窑外，使用煤炭的窑炉已大部分关停。

耐火材料行业主要污染物为焙烧、干燥过程烟气的颗粒物、二氧化硫和氮氧化物等；破碎、筛分配料过程中的粉尘（颗粒物）和噪声。

由于2017年前排放标准宽松，大部分企业没有治理措施即可达到排放标准的要求。2018年以来，部分重点区域城市的耐火材料企业及辽宁营口镁质耐火材料集中产地的企业，开始尝试多种组合的烟气治理技术。

当前耐火材料行业执行《工业炉窑大气污染物排放标准》（GB 9078—1996）；山西省、河南省分别制订了《耐火材料工业大气污染物排放标准》（DB14/2800—2023、DB41/2166—2021），辽宁省制订了《镁质耐火材料工业大气污染物排放标准》（DB21/3011—2018）；山东省在《建材工业大气污染物排放标准》（DB37/2373—2018）中分别针对现有和新建耐火材料工业的大气污染物排放提出限值。其他地区如江苏、重庆等省市制订的工业炉窑的排放标准，没有专门针对耐火材料行业。

基于以上行业现状，课题组基本掌握我国耐火材料行业生产现状、发展趋势、污染排放强度及总量、现阶段主要采取的污染防治技术的控制效率等。

（2）标准制定

严格按照GB/T 1.1、GB/T 1.2、GB/T 7714、HJ 565和《国家生态环境标准制修订工作规则》（国环法规〔2020〕4号），编制《耐火材料工业大气污染物排放标准》。

7 标准主要技术内容

7.1 标准适用范围

根据《国民经济行业分类与代码》（GB/T 4754—2017），本标准中耐火材料行业的范围包括：B0917、B1013、C3089和C3099中有关耐火材料原料与制品制造的活动。本标准规定了耐火材料工业大气污染物排放控制要求、监测和监督管理要求。

本标准适用于现有耐火材料工业企业或生产设施的大气污染物排放管理，以及耐火材料工业建设项目的环境影响评价、环境保护设施设计、竣工环境保护验收、排污许可证核发及其投产后的大气污染物排放管理。

7.2 标准结构框架

本标准的主要内容包括前言、适用范围、规范性引用文件、术语和定义、有组织排放控制要求、无组织排放控制要求、企业边界污染监控要求、污染物监测要求、实施与监督、资料性附录A和资料性附录B。

7.3 术语和定义

本标准规定了耐火材料工业、耐火材料、耐火材料制品、隧道窑、竖窑、回转窑、梭式窑、电弧炉、挥发性有机物、非甲烷总烃、VOCs 物料、无组织排放、密闭、封闭、现有企业、新建企业、重点地区、标准状态、排气筒高度、企业边界、处理效率、冷炉点火、热炉点火等 22 个术语。

7.4 污染物项目的选择

综合考虑耐火材料企业排放的主要污染物和特征污染物、环境空气质量标准评价相关因子、主要污染物总量控制因子、与现行国家和地方标准协调性、国外相关标准要求、可量化、可监测等因素，本标准最终确定的大气污染物控制因子包括颗粒物、二氧化硫、氮氧化物 3 项常规污染控制因子，氟化物、氨、非甲烷总烃、甲醛、酚类、铬及其化合物、沥青烟 7 项针对不同工艺的特征污染控制因子。

7.5 污染物排放控制要求

7.5.1 大气污染物有组织排放控制要求制订依据

(1) 颗粒物

统计河北、河南、辽宁、山西耐火材料企业自动监测数据，颗粒物浓度范围为 0.13~172.2 mg/m³，平均值为 7.4 mg/m³，按本标准基准含氧量折算后达 20 mg/m³ 以下的占比 64.8%。本标准颗粒物浓度限值定为 20 mg/m³。

(2) 二氧化硫

统计河北、河南、辽宁、山西耐火材料企业自动监测数据，二氧化硫浓度范围为 0.1~2327 mg/m³，平均值为 19.3 mg/m³，按本标准基准含氧量折算后达 50 mg/m³ 以下，占比 95.1%。本标准二氧化硫浓度限值定为 50 mg/m³。

(3) 氮氧化物

a) 窑温 < 1200℃ 的耐材企业

统计 24 家企业自动监测数据，氮氧化物浓度范围为 7.4~891.5 mg/m³，按本标准基准含氧量折算后达 100 mg/m³ 以下的占比为 66.7%。标准限值定为 100 mg/m³。

b) 窑温 1200~1700℃ 的耐材企业

统计 88 家企业自动监测小时数据，氮氧化物浓度范围为 1.6~518.4 mg/m³，按本标准基准含氧量折算后达到 200 mg/m³ 以下的比例为 89.0%。标准限值定为 200 mg/m³。

c) 窑温 1700℃ 以上的耐材企业

统计 15 家企业自动监测数据，氮氧化物有浓度范围为 25.4~609.6 mg/m³，按本标准基准含氧量折算后达到 300 mg/m³ 以下的比例为 73.3%。标准限值定为 300 mg/m³。

d) 高温电弧炉

统计 4 家企业自动监测数据，氮氧化物浓度范围为 58.1~317.8 mg/m³，达 300 mg/m³ 以下的比例为 99%。考虑高温窑炉的初始浓度多数分布在 1500 mg/m³ 到 3000 mg/m³，且大部分企业目前没有自动监测数据，以及期望获得持续稳定的脱硝效率，本标准限值定为 300 mg/m³。

(4) 氨

统计 23 家企业监测的氨排放浓度，19 家达 8 mg/m^3 以下，占比 82.6%。参照水泥、玻璃等行业排放标准，本标准将氨排放浓度定为 8 mg/m^3 ，其中以氨水作为结合剂添加剂的工艺的限制要求为 30 mg/m^3 。

(5) 非甲烷总烃、甲醛、酚类

对非甲烷总烃，《玻璃工业大气污染物排放标准》（GB 26453—2022）和《矿物棉工业大气污染物排放标准》（GB 41617—2022）中涉 VOCs 物料加工工序的限值为 80 mg/m^3 。河南省和山西省的耐火材料工业大气污染物排放地方标准（DB41/ 2166—2021、DB14/ 2800—2023）中涉 VOCs 物料的生产工艺的限值为 30 mg/m^3 。

此外，《石油化学工业污染物排放标准》（GB 31571—2015）和《矿物棉工业大气污染物排放标准》（GB 41617—2022）对废气中的甲醛、酚类提出了相关标准限值，分别为 5 mg/m^3 、 20 mg/m^3 。

本标准规定以树脂、沥青等为结合剂的生产工艺中，非甲烷总烃限值为 30 mg/m^3 ，甲醛限值为 5 mg/m^3 ，酚类限值为 20 mg/m^3 。

(6) 氟化物

国家标准《陶瓷工业污染物排放标准》（GB 25464—2010）、北京市《大气污染物综合排放标准》（DB11/ 501—2017）中耐火材料工业氟化物排放限值、河南省《水泥工业大气污染物排放标准》（DB41/ 1953—2020）中氟化物排放限值均为 3 mg/m^3 ；河南省《铝工业污染物排放标准》（DB41/ 1952—2020）中氟化物排放限值为 2 mg/m^3 。根据氟化物毒性、国家及地方对氟化物排放限值情况及治理技术可达性，本标准氟化物排放限值定为 3 mg/m^3 。

(7) 铬及其化合物

涉及铬及其化合物的排放限值主要参考《铁合金工业污染物排放标准》（GB 28666—2012），该标准对烟气中的铬及其化合物限值为 4 mg/m^3 ，特别排放限值为 3 mg/m^3 。根据铬及其化合物毒性、国家及地方对重金属类排放限值情况及清洁生产、减量替代等预防措施所达到的水平，本标准含铬耐火材料生产工艺的铬及其化合物排放限值定为 3 mg/m^3 。

(8) 沥青烟

《大气污染物综合排放标准》（GB 16297—1996）中沥青烟限值为 80 mg/m^3 ；地方标准中北京《大气污染物排放标准》（DB11/ 501—2017）限值为 10 mg/m^3 ，江苏《大气污染物综合排放标准》（DB32/ 4041—2021）限值为 20 mg/m^3 ，重庆《大气污染物综合排放标准》（DB50/ 418—2016）限值为 40 mg/m^3 ，广东《大气污染物排放标准》（DB44/ 27—2001）限值为 30 mg/m^3 。

本标准提出的沥青烟气排放限值为 20 mg/m^3 ，比现行国家标准严格，与 2021 年江苏地方标准持平。

(9) 基准含氧量的确定

a) 全电窑炉

耐火材料工业涉及的全电窑炉主要为电弧炉以及全部以电为能源的梭式窑、烘干窑等。全电窑炉烟气的基准含氧量根据炉窑的工作状态和产品的工艺要求确定，普遍在 20% 左右。

河南省《耐火材料工业大气污染物排放标准》（DB41/ 2166—2021）、重庆市《工业炉

窑大气污染物排放标准》（DB50/ 659—2016）、山西省《耐火材料工业大气污染物排放标准》（DB14/ 2800—2023）、江苏省《工业炉窑大气污染物排放标准》（DB32/ 3728—2020）等标准对全电窑炉烟气基准含氧量均按实测浓度计。

b) 竖窑、回转窑

耐火材料工业的竖窑、回转窑主要用于镁质、铝质耐火材料原料的煅烧，镁质原料生产主要在辽宁，铝质原料生产主要在山西。

统计辽宁省 53 个轻烧镁砂窑炉排放口和 36 个重烧镁砂窑炉排放口的自动监测数据，轻烧镁砂窑炉排放口基准含氧量浓度均值范围为 4.9%~19.88%，达 15% 以下的比例为 20.9%（图 7-1）；重烧镁砂窑炉排放口基准含氧量浓度均值范围为 4.02%~19.84%，达 15% 以下的比例为 20.8%（图 7-2）。铝质炉窑含量氧量与镁质类似。

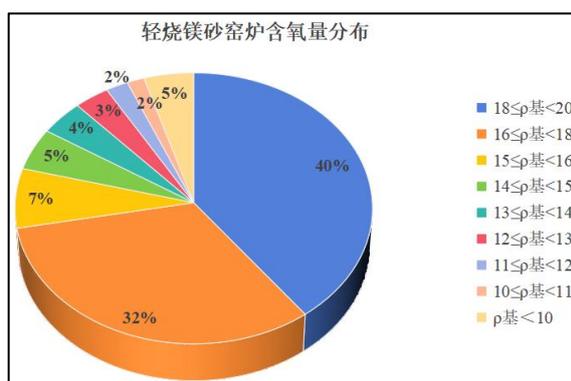


图 7-1 轻烧镁砂窑炉烟气含氧量分布

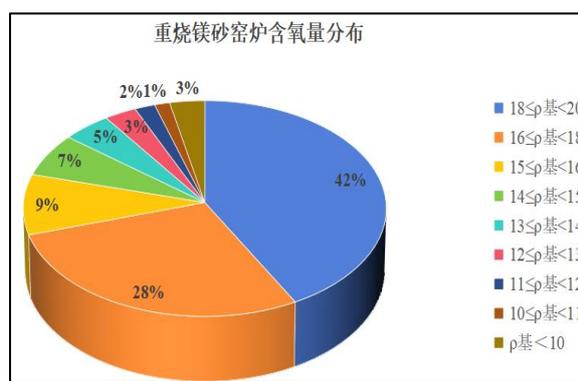


图 7-2 重烧镁砂窑炉烟气含氧量分布

将烟气的基准含氧量设定为 15%，由调研数据分析可以看出，56 个轻烧镁砂窑炉排放口折算含氧量到 15% 后，颗粒物浓度超过 20 mg/m³ 的占 30.8%；二氧化硫浓度超过 50 mg/m³ 的占 10.8%；氮氧化物（以 NO₂ 计）浓度超过 200 mg/m³ 的占 46.9%。36 个重烧镁砂窑炉排放口折算含氧量到 15% 后，颗粒物浓度超过 20 mg/m³ 的占 23.4%；二氧化硫浓度超过 50 mg/m³ 的占 9.0%；氮氧化物（以 NO₂ 计）浓度超过 200 mg/m³ 的占 8.7%。

目前辽宁省镁质耐火材料企业执行《镁质耐火材料工业大气污染物排放标准》（DB21/ 3011—2018），基准含氧量给定 18%，折算后各项污染物排放限值仍较本标准宽松，大部分企业烟气治理措施尚有潜力。山西省《耐火材料工业大气污染物排放标准》（DB14/ 2800—2023）中，竖窑、回转窑烟气基准含氧量为 15%。

综上所述，根据耐火材料企业现有基准含氧量水平、完成耐火材料工业整治提升后的污染物排放浓度水平及耐火材料行业的发展潜力，最终确定耐火材料企业竖窑、回转窑烟气基准含氧量为 15%。

c) 其他炉窑

耐火材料行业其他窑炉主要是隧道窑、使用化石燃料的梭式窑等。河南省《耐火材料工业大气污染物排放标准》（DB41/ 2166—2021）、辽宁省《镁质耐火材料工业大气污染物排放标准》（DB21/ 3011—2018）、山西省《耐火材料工业大气污染物排放标准》（DB14/ 2800—2023）、山东省《建材工业大气污染物排放标准》（DB37/ 2373—2018）等标准中隧道窑、梭式窑的基准含氧量均为 18%；其他类似使用隧道窑的行业标准，如《砖瓦工业大气

污染物排放标准》(GB 29620—2013)、《陶瓷工业大气污染物排放标准》(GB 25464—2010)中烟气基准含氧量均为18%。

统计21条隧道窑自动监测数据,含氧量分布在1.69%-20.68%,主要集中在14-19%,其中大于14%、15%、16%、17%、18%的占比分别为99.4%、97.0%、94.4%、81.8%、66.5%;统计4条梭式窑自动监测数据,含氧量分布在13.67%-21.13%,主要集中在15-19%,其中15%、16%、17%、18%、19%的占比分别为92.5%、86.6%、77.2%、66.9%、56.4%。最终确定耐火材料企业隧道窑、梭式窑等烟气基准含氧量为17%。

(10) 涉及 VOCs 燃烧(焚烧、氧化)装置大气污染物排放标准

树脂、沥青等为结合剂的生产工艺中有可能涉及VOCs燃烧(焚烧、氧化)装置,焚烧后的烟气应对二氧化硫、氮氧化物进行控制。《矿物棉工业大气污染物排放标准》(GB 41617—2022)对废气中的二氧化硫、氮氧化物提出了相关标准限值,耐火材料企业与矿物棉工业同为无机非金属行业,最终确定排放限值均为200 mg/m³。

(11) 排气筒高度的确定

本标准的排放浓度以15 m高度的限值为基准,不再根据排气筒高度设定排放浓度限值。除因安全考虑或有特殊工艺要求的,以及库底、物料转运点单机除尘设施以外,排气筒高度一般应不低于15 m,具体高度以及与周边建筑物的相对高度关系应根据环境影响评价文件确定。

7.5.2 大气污染物无组织排放控制要求制订依据

根据行业特点,对物料的储存、转移、输送、装卸过程中颗粒物无组织排放控制提出要求;对氨的装卸、贮存、输送和制备过程提出无组织排放控制要求。依据《挥发性有机物无组织排放控制标准》(GB 37822—2019)对行业涉VOCs物料的储存及工艺过程提出无组织排放控制要求。依据《排污单位环境管理台账及排污许可证执行报告技术规范》(HJ 944—2018)提出管理台账要求。

7.5.3 企业边界及周边污染监控要求

《中华人民共和国大气污染防治法》提出:排放有毒有害大气污染物的企业事业单位,应当按照国家有关规定建设环境风险预警体系,对排放口和周边环境进行定期监测,评估环境风险,排查环境安全隐患,并采取有效措施防范环境风险。目前,《有毒有害大气污染物名录》正在编制过程中。结合耐火材料工业大气污染物排放特征,制定甲醛、酚类、氟化物、铬及其化合物和沥青烟的企业边界污染监控要求。

7.6 污染物监测要求

要求按照有关法律法规、HJ 819和排污许可管理等规定,建立企业监测制度,制定监测方案,对大气污染物排放状况开展自行监测,按规范保存原始监测记录,并公开监测结果;根据企业使用的原料、生产工艺过程、生产的产品及副产品等,确定需要监测的污染物项目;排气筒中大气污染物的监测采样按GB/T 16157、HJ/T 397、HJ 732、HJ 75和HJ 1286的规定执行;企业边界大气污染物监测按HJ/T 55的规定执行。其他大气污染物的分析测定采用相关国家方法标准。

8 与国内外同类标准或技术法规的对比和分析

8.1 国内耐火材料工业排放标准情况

现行《工业炉窑大气污染物排放标准》（GB 9078—1996）与耐火材料行业相关的只有烟（粉）尘浓度和二氧化硫，其他未做规定；山西、河南、辽宁、山东等省市均制定实施了与耐火材料工业大气污染物相关的排放标准，现行地方相关标准相较于国家标准更加严格。

8.2 国外耐火材料行业排放标准情况

（1）欧盟指令 2010/75/EC 附录 1 第 3.5 节对烧制砖瓦、耐火材料、瓷砖、陶或瓷等陶瓷制品的生产基于最佳可行技术的污染物控制水平见下表。

表 8-1 BAT 控制水平

污染物项目		控制水平（日平均值，mg/m ³ ）
颗粒物	扬尘	（半小时平均值）：1-10
	干燥过程	1-20
	窑	1-20
NO _x （以 NO ₂ 表示）	窑炉温度低于 1300°C	<250
	窑炉温度高于 1300°C	<500
HF		1-10
HCl		1-30
SO _x （以 SO ₂ 表示）	原料中硫≤0.25%	<500
	原料中硫>0.25%	500-2000
VOCs（总 C）		5-20

（2）美国“有害大气污染物国家排放标准（NESHAP，National Emission Standard of Hazardous Air Pollutants）”中与耐火材料相关的指标包括：

a) 有机 HAP 的热加工源

企业必须满足以下两个排放限制之一：总碳氢化合物（THC）的 3 小时平均浓度小于 20ppmv（干基，基准含氧量 18%）；将总碳氢化合物（THC）的排放量减少 95%。

b) 粘土耐火制品窑

表 8-2 2002 年 6 月 21 日以后的粘土耐火制品窑排放限值要求

污染物指标	排放要求
HF	0.038 磅/吨未煅烧粘土或减少 90% 的排放量
HCl	0.18 磅/吨未煅烧粘土或减少 30% 的排放量

c) 铬耐火制品窑

新的或现有的铬耐火产品（任何铬含量至少为 1% 的耐火制品）窑，必须使用天然气或类似物为燃料。

8.3 本标准与现行标准控制水平对比

本标准颗粒物指标严于国家现行耐火材料工业执行的工业窑炉大气污染物排放标准，严于 2020 年以前制定的山东、河北、天津、重庆、上海等省份耐火材料工业执行的大气污染

物相关地方标准，但比 2020 年及以后制定的河南、山西、江苏地方排放标准宽松或一致。

9 实施本标准的效益及成本分析

9.1 环境效益

本标准实施后，将促进我国耐火材料行业提升污染治理能力和管理水平，减少大气污染物排放，具有较好的环境效益。根据耐火材料的全国产量统计估算，全国耐火材料企业排放的颗粒物、二氧化硫、氮氧化物每年将分别减少 10%、10%、20%；NMHC、甲醛、酚类、铬及其化合物、沥青烟等特征污染物预计减排量超过 50%。

9.2 社会效益

本标准实施后，将从源头减少耐火材料企业污染物的排放量，降低公众健康风险和生态环境风险，为污染防控和监督提供有力保障。同时，将促使耐材企业对现有治理设施提标改造，淘汰落后工艺和产能，促进新的治理技术和新兴产业发展，社会效益明显。

9.3 技术可行性

耐火材料企业的大气污染防治技术主要包括预防技术和治理技术。

预防技术主要包括原辅材料替代和设备或工艺技术革新。原燃料替代技术如粘接剂替代技术、燃料替代技术等；设备或工艺技术革新窑炉节能技术、低氮燃烧技术等。

治理技术主要包括 SNCR、SCR 脱硝技术，干法、半干法、湿法脱硫技术，吸附法 VOCs 治理技术和燃烧法 VOCs 治理技术等。为确保污染物达标排放，对于颗粒物一般采用电除尘、湿电除尘或布袋除尘等高效除尘技术；对于二氧化硫一般采用湿法、干法、半干法脱硫等技术；对于氮氧化物一般采用 SCR 法、SNCR 法脱硝等技术。其中，对于煅烧温度高的耐火材料企业，建议采用 SCR 脱硝技术。对于涉及树脂、沥青等为结合剂的生产工艺中有可能涉及沥青烟、VOCs 排放控制，一般采用吸附、燃烧（焚烧、氧化）装置。

9.4 经济效益

本标准作数据分析时，多为重点区域内已安装自动监测设备的企业数据，此类企业污染治理水平和环境管理水平相对较好，考虑全国治理水平差距，预计全国分别约有 40%、20%、60%的耐火材料企业达不到颗粒物、二氧化硫、氮氧化物的限值要求，需升级或增加治理设施；企业无组织排放控制需开展密闭、封闭等工程改造。全行业预计设备及工程改造总投入约 16 亿元，运行费用约 7 亿元/年。以最高窑温为 1650℃ 的隧道窑为例，共投资 170 万进行无组织排放改造提升，192 万元进行有组织排放深度治理改造，采用袋式除尘+干法脱硫+SCR 脱硝技术，改造后年运行费用 181 万（含 2 年 1 次催化剂、布袋除尘更新费用），吨产品的污染治理设施运行费用为 60 元左右；投资占企业年收入 4.8%，运行费占企业年收入 2.4%，增加的成本总体对企业运营造成的影响可控，本标准实施具备经济可行性。