

附件 3

《陶瓷制品制造业污染防治可行技术指南 (征求意见稿)》编制说明

《陶瓷制品制造业污染防治可行技术指南》编制组
二〇一八年八月

项目名称：陶瓷制品制造业污染防治可行技术指南

项目统一编号：技-2018-006

项目承担单位：建筑材料工业技术情报研究所

项目协作单位：北京全华环保技术标准研究中心、中国建筑材料科学研究总院有限公司、环境保护部华南环境科学研究所、佛山市建材行业协会和江苏科行环保股份有限公司

标准所技术管理人：谭玉菲

科技标准司项目管理人：王泽林、李磊

目 录

1 标准编制背景	25
1.1 任务工作来源.....	25
1.2 项目工作过程.....	25
2 标准编制的必要性	27
2.1 国家环境主管部门的相关要求.....	27
2.2 产业政策及准入条件要求.....	27
3 行业概况与污染防治技术现状	28
3.1 行业概况.....	28
3.2 污染预防技术.....	28
3.3 污染治理技术.....	29
4 标准编制的基本原则和技术路线	31
4.1 基本原则.....	31
4.2 技术路线.....	32
5 标准的主要技术内容说明	39
5.1 适用范围.....	39
5.2 术语和定义.....	39
5.3 行业生产和污染物产生.....	40
5.4 污染预防技术.....	43
5.5 大气污染防治可行技术.....	44
5.6 废水治理可行技术.....	46
5.7 固体废物防治可行技术.....	47
5.8 噪声污染防治可行技术.....	47
5.9 环境管理措施.....	47
6 实施本标准的成本-效益分析	47
6.1 环境效益.....	48
6.2 经济成本.....	48
7 对实施本标准的建议	48

《陶瓷制品制造业污染防治可行技术指南（征求意见稿）》

编制说明

1 标准编制背景

1.1 任务工作来源

为进一步完善国家环境技术管理体系，适应环境管理工作需要，根据《国家环境保护标准制修订工作管理办法》（国环规科技〔2017〕1号）和中央财政资金管理有关规定，2017年8月，原环境保护部开展了2018年度《污染防治可行技术指南》计划项目工作承担单位征集工作（环办科技函〔2017〕1323号），经过竞争性答辩评审，2018年1月原环保部科技标准司下达任务书（技-2018-006号）。2018年5月18日，生态环境部下发了《关于组织实施2018年度国家环境技术体系建设项目计划的通知》（环办科技函〔2018〕301号），共提出10项污染防治可行技术指南计划项目，其中包括《陶瓷制品制造业污染防治可行技术指南》。项目承担单位为建筑材料工业技术情报研究所，协作单位包括北京全华环保技术标准研究中心、中国建筑材料科学研究总院有限公司、环境保护部华南环境科学研究所、佛山市建材行业协会和江苏科行环保股份有限公司。

1.2 项目工作过程

（1）前期准备阶段

2018年1月，收到工作任务后，建筑材料工业技术情报研究所组织5家协作单位的20余名专家和技术人员成立了标准编制组，编制了工作方案及调查表，明确了任务分工，并对典型生产企业开展了现场考察。

（2）开展技术初筛

2018年1月至2018年3月，通过检索国内外相关标准和文献资料、发放调研问卷及开展实地调研等，获得1498家企业的生产工艺类型、燃料种类、污染预防技术、污染治理技术等资料，提出60项技术清单，其中包括10类30项污染预防技术，30项大气污染治理技术和废水治理技术。通过与行业专家、污染治理工程设计专家、污染治理设施运行维护专家、地方环保部门的研讨和综合分析后，初筛出37项备选技术清单，其中包括25项大气污染防治技术。

（3）召开标准开题论证会

2018年4月，在广泛调查及专家咨询的基础上，明确了标准的适用范围，确定了陶瓷制品制造业的污染防治可行技术备选清单，形成了标准文本草案及开题报告。2018年4月16日由生态环境部主持在北京召开了开题论证会，论证会专家对标准的适用范围、清洁生产技术在污染防治技术体系中的定位、实地调研范围等问题提出了修改意见，并针对调研企

业数量及典型性的确定、污染防治技术可行性分析、可行技术的先进性评估等问题提出了建议。

(4) 开展技术调查

2018年4月至5月，针对开题论证会专家提出的意见，编制组从不同生产子行业、不同燃料、不同地域、不同治理技术等角度考虑，选取了77家典型陶瓷生产企业，其中包括37家建筑陶瓷制造企业、7家卫生陶瓷制造企业、23家日用陶瓷制造企业、10家特种陶瓷制造企业，开展了现场调研工作，选取了20家企业开展了现场测试工作。现场调研的企业涵盖了我国陶瓷产量最大的8个省区（广东、福建、江西、湖南、河南、山东、河北、广西），兼顾大、中、小规模，涵盖所有生产工艺类型，涵盖了备选技术清单所列的所有可行技术类型。

编制组针对我国建筑陶瓷典型生产区——广东省佛山市、福建省晋江市和山东省淄博市进行了重点调研，并在此期间分别在佛山、晋江和淄博组织了3场陶瓷行业污染防治技术交流和专家咨询会。

(5) 技术评估和形成征求意见稿

2018年6月至7月，编制组按照《污染防治可行技术指南编制导则》（HJ 2300-2018）中的要求，构建了评价指标体系，包括污染防治技术性能、经济指标、运行管理和环境效益等指标，按照技术的特征与原理对备选可行技术的技术单元进行分析和归类，结合调研得到的资料进行了技术经济分析。先后举行了6次专家咨询会进行技术评估，最终确定了可行技术的种类、关键技术参数、污染物排放水平等内容。

在上述工作的基础上，编制组组织行业污染治理工程设计专家、陶瓷企业技术人员、污染治理设施运行维护专家和标准制订专家等相关专家进行研讨和综合分析后，对备选技术清单中的技术进行了进一步的筛选，最终确定陶瓷制品制造业大气污染防治可行技术11项，并确定了4种生产废水处理与循环利用可行技术。

在上述工作的基础上，编制组编制完成标准的征求意见稿及编制说明。

(6) 召开征求意见稿技术审查会，提交征求意见稿及编制说明

2018年7月25日，生态环境部组织召开了标准征求意见稿技术审查会，技术审查专家委员会通过了本标准的审查，并提出了修改建议如下：

- 1) 将大气污染物预防技术和治理技术进行组合。
- 2) 补充水污染物预防技术。
- 3) 按照《污染防治可行技术编制导则》（HJ 2300-2018）、《环境保护标准出版技术指南》（HJ 565-2010）的相关要求进行标准文本和编制说明的编写。

编制组根据技术审查专家委员会提出的修改建议，对标准文本及其编制说明进行了进一步的修改和完善，编制完成标准征求意见稿及其编制说明，上报生态环境部。

2 标准编制的必要性

2.1 国家环境主管部门的相关要求

(1) 《“十三五”生态环境保护规划》要求

《“十三五”生态环境保护规划》要求原料破碎、生产、运输、装卸等各环节实施堆场及输送设备全封闭、道路清扫等措施，有效控制无组织排放。建筑卫生陶瓷行业使用清洁燃料，喷雾干燥塔、陶瓷窑炉安装脱硫除尘设施，氮氧化物不能稳定达标排放的喷雾干燥塔采取脱硝措施。

(2) 污染物排放标准要求

当前国家出台的陶瓷制造业排放标准是《陶瓷工业污染物排放标准》（GB 25464-2010），标准中对水污染物排放限值和特别排放限值、大气污染物排放限值、监测和监控要求、标准实施与监督等方面提出了相关规定。

(3) 排污许可制度要求

国务院办公厅发布的《控制污染物排放许可制实施方案》（国办发〔2016〕81号）提到，建立健全基于排放标准的可行技术体系，推动企事业单位污染防治措施升级改造和技术进步。企业和环保部门在填报和审核排污许可申请材料时，需要参考行业污染防治可行技术指南来判断企业是否具备符合规定的污染防治设施或污染物处理能力。

2.2 产业政策及准入条件要求

《国务院办公厅关于促进建材工业稳增长调结构增效益的指导意见》（国办发〔2016〕34号）指出，提高陶瓷品质，从政府投资项目和公共建筑入手，推广薄型化的陶瓷砖以及节水、轻量的卫浴洁具等绿色建材产品。

工业和信息化部《建材工业发展规划（2016-2020年）》提出，开发推广陶瓷原料干法制粉新工艺。实施节能窑炉、窑炉余热利用、低温烧成、釉面砖一次烧成、干法制粉、连续球磨、高效洁净煤制气、窑炉除尘脱硫脱硝综合治理等技术改造。开展传统建材升级换代行动，推广使用薄型化、功能化的陶瓷砖，节水、轻量的座便器（小便器）。

工业和信息化部《轻工业发展规划（2016-2020年）》提出，推动日用陶瓷工业向低能耗、自动化、信息化方向发展。推广日用陶瓷高效节能先进成型技术、快速烧成技术等新技术。重点发展资源消耗低的高档骨质瓷、高石英瓷、滑石瓷、高长石瓷和无重金属溶出的绿色日用陶瓷。加快低温配方体系研发，降低产品的烧成温度和能耗。提高废料回收利用，加强清洁化生产。

工业和信息化部公布《建筑卫生陶瓷行业准入标准》（公告2013年第56号）要求，（1）采用清洁生产技术，固体废弃物资源化再利用，建筑陶瓷工艺废水全部回用，卫生陶瓷工艺废水回用率不低于90%，废水应处理达标后方可排放。（2）环保设施完善可靠，粉尘、二氧化硫、氮氧化物等主要污染物排放达到《陶瓷工业污染物排放标准》（GB 25464）要求。

(3) 防治粉尘无组织排放，原料、成品和固体废弃物运输应遮盖、防止遗撒，堆场应加围墙和顶盖。(4) 防治粉体制备、压坯成型、抛光修边等重点工段噪声，厂界噪声符合《工业企业厂界噪声排放标准》(GB 12348)。(5) 建设环境风险防范设施，编制突发环境事件应急预案，建设环境管理体系。

综上所述，为落实国家环境管理要求，并为当前环境管理制度提供技术支撑，落实产业政策及准入条件，满足技术发展需求，制定《陶瓷制品制造业污染防治可行技术指南》是必要的。

3 行业概况与污染防治技术现状

3.1 行业概况

3.1.1 行业发展现状

我国是陶瓷生产大国，据国家统计局、中国建筑卫生陶瓷协会和中国陶瓷工业协会等有关机构统计，2017年，建筑陶瓷产量为101.5亿m²，卫生陶瓷产量为2.18亿件，日用陶瓷产量约为227亿件，陈设艺术瓷产量约为53亿件；形成佛山、潮州、晋江、德化、景德镇、高安、夹江、北流、淄博、唐山和法库等陶瓷主产区；陶瓷制品制造业规模以上企业共有3678家。建筑陶瓷生产原料和燃料消耗量分别占全行业总量的89%和85%，是陶瓷制品制造业中污染防治的重点子行业。

3.1.2 资源消耗现状

陶瓷原料主要包括天然原料和化工原料两类。除特种陶瓷之外，陶瓷坯料采用天然原料主要是黏土类、长石类和石英类，占总量的90%，此外还有少量钙镁质等矿物原料。2017年，行业消耗天然原料约2.4亿t，化工原料约750万t；另外，燃料消耗约6454万t标准煤，电耗639亿kWh，水消耗约1.1亿m³。

建筑陶瓷行业燃料主要是煤制气、天然气、水煤浆、煤粉和其他(焦炉煤气、煤层气等)；卫生陶瓷、日用及陈设艺术瓷和特种陶瓷主要采用天然气、液化石油气和电力作为窑炉的供热能源，只有极少数企业使用煤基燃料。

3.1.3 污染物排放现状

本项目调查数据表明，采用天然气和液化石油气等清洁燃料的卫生陶瓷、日用及陈设艺术瓷和特种陶瓷典型生产企业，除极个别监测数据外，窑炉烟气可达标排放。不论采用天然气、煤制气、水煤浆或煤粉，采用干压成型的建筑陶瓷生产企业，窑炉烟气和喷雾干燥塔烟气均须进行治理才能达标排放。

3.2 污染预防技术

污染预防贯穿陶瓷工厂规划、设计、建设和生产的整个生命周期，就生产阶段污染预防而言，陶瓷制品制造业的污染预防技术涉及清洁生产的全部要素。行业常见节能减排技术包括清洁燃料

技术、节能技术、产品轻量化技术、原料标准化等，更详细的描述参见本编制说明的5.4节和表4-1内容。

3.3 污染治理技术

3.3.1 大气污染治理技术

3.3.1.1 颗粒物治理技术

陶瓷行业颗粒物治理技术通常包括袋式除尘、湿式除尘、旋风除尘、喷淋除尘和水膜除尘等，陶瓷行业颗粒物治理设施应用情况见表3-1。

喷雾干燥塔烟气颗粒物治理是建筑陶瓷企业环境治理的难点。旋风除尘曾是我国陶瓷工业喷雾干燥塔烟气治理的主要设施，由于旋风除尘阻力大，且有可能烟气从旁路排放，目前国内陶瓷行业喷雾干燥塔烟气颗粒物控制主要以袋式除尘器为主。对于陶瓷窑烟气颗粒物控制，建筑陶瓷企业通过湿法脱硫协同脱除颗粒物。

合理设计湿法脱硫系统喷淋层和除雾器系统，可使颗粒物稳定达标排放。如果湿法脱硫系统不能满足颗粒物稳定达标排放，则需要在湿法脱硫系统后增加喷淋除尘或湿式电除尘。

表 3-1 陶瓷制品制造业颗粒物治理技术应用情况

序号	除尘技术	行业应用情况
1	袋式除尘	应用范围广，除尘效率一般高于99.9%；颗粒物排放浓度能控制在30mg/m ³ 以下
2	湿式电除尘	行业内有部分企业在湿法脱硫后安装。除尘效率一般高于60%，粉尘排放浓度可控制在10mg/m ³ 以下
3	重力除尘	在行业应用较少，适用于初级除尘。除尘效率为40%~70%
4	旋风除尘	适用于初级除尘。除尘效率为60%~70%
5	喷淋除尘	一般在湿法脱硫系统后加装喷淋除尘装置
6	水膜除尘	卫生陶瓷、日用及陈设艺术陶瓷企业喷釉工序除尘

3.3.1.2 烟气脱硫技术

陶瓷行业烟气脱硫技术主要有石灰-石膏法、钠碱法、双碱法和烟气循环流化床半干法脱硫技术，陶瓷行业脱硫技术应用情况见表3-2。

表 3-2 陶瓷行业脱硫技术应用情况

序号	分类	工艺	经济特性	主要缺点
1	湿法	石灰/石灰石-石膏法	运行费用低；副产品为含泥石膏。	一次投资成本高，脱硫净烟气会形成“白羽”现象。
2		钠/钙双碱法	初始建设投资低，运行费用高。	脱硫塔及管道系统容易被结晶物堵塞，影响稳定运行；钠盐溶于雾滴中易导致烟尘超标排放。
3		钠碱法	初始建设投资省，运行费用高。	钠盐溶于雾滴中易导致颗粒物超标排放。
4	半干法	烟气循环流化床法	无废水产生，脱硫产物可做建筑材料，二次烧成陶质砖和炆质砖生产可回用脱硫产物。	不适用于高硫烟气及间断运行的喷雾干燥塔烟气和独立窑炉烟气治理。

3.3.1.3 烟气脱硝技术

陶瓷行业脱硝技术包括选择性非催化还原（SNCR）技术、湿法多污染物协同控制技术和选择性催化还原（SCR）技术。喷雾干燥塔烟气脱硝治理采用 SNCR 技术，窑炉烟气脱硝治理技术可采用湿法多污染物协同控制技术和 SNCR 技术，但 SNCR 技术存在腐蚀窑具等问题。此外，目前国内窑炉烟气中低温 SCR 脱硝技术已有一个应用案例。

3.3.1.4 其他大气污染物

对于 GB 25464 要求的其他大气污染物（氯化物、氟化物、铅及其化合物、镉及其化合物和镍及其化合物），一般采用湿法脱硫和除尘系统协同处理的方式进行，也有个别建筑陶瓷企业专门针对窑炉烟气采用钙碱法对氟化物进行治理。

以采用二次烧的内墙砖为例，建筑陶瓷烟气治理技术工艺流程见图 3-1。

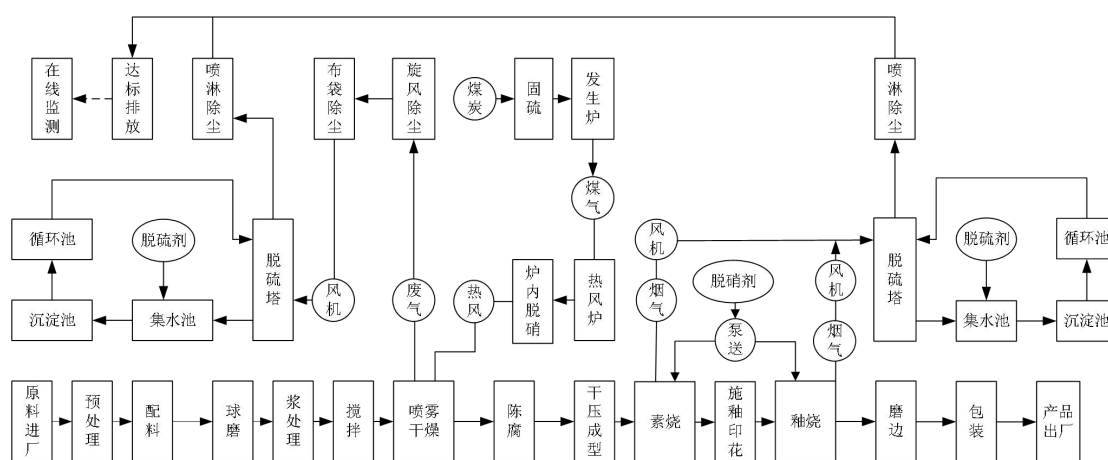


图 3-1 广东省某内墙砖生产企业烟气综合治理工艺流程图

3.3.2 水污染防治技术

行业内绝大部分建筑陶瓷和卫生陶瓷企业可实现生产废水不外排，日用陶瓷等生产对用水的要求高，企业废水回用率一般在 30%~80%之间。陶瓷生产废水处理通常是按照分类收集、分质处理的原则进行。坯料制备废水、釉料制备废水一般分别进行收集和沉淀，废泥和废釉得到分类回收，清水合并后回用到球磨机、车间冲洗等用。抛光废水和脱硫废水分别根据废水性质进行处理后在各自工序回用。陶瓷企业生产废水外排前，通常经隔油、絮凝、沉淀、压滤等处理。湖南省某日用及陈设艺术瓷企业生产废水治理流程图见图 3-2。

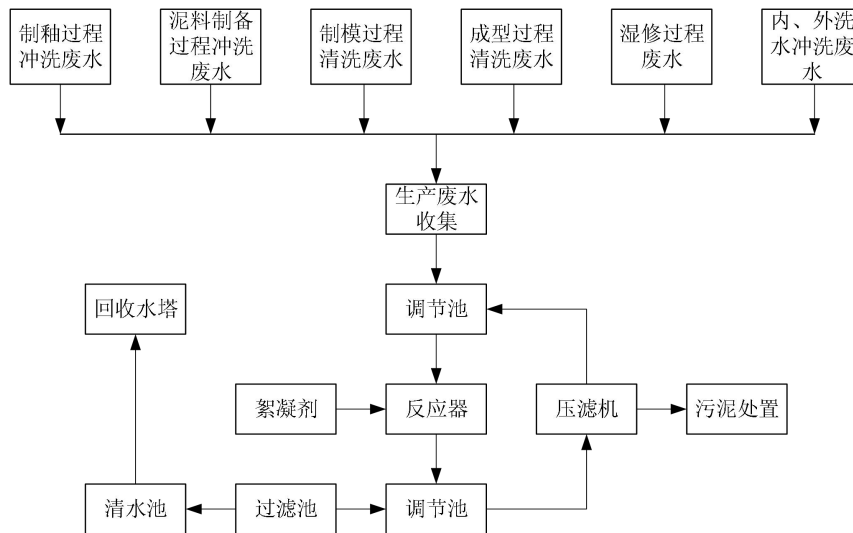


图 3-2 湖南省某日用及陈设艺术瓷企业生产废水治理流程图

3.3.3 无组织排放控制

陶瓷生产过程粉尘主要来源于原料装卸、原料破碎和配料、修坯和喷釉等。采用干压成型的建筑陶瓷生产企业粉尘主要来源还有粉料制备、干压成型、烧成后制品干式加工（切割、磨边和表面抛光）。从目前看，陶瓷行业的无组织排放管理重点为物料储运环节，建筑陶瓷生产还有干压成型和制品抛光研磨等工艺环节。

3.3.4 固体废物防治技术

陶瓷制品制造业生产过程中产生的一般工业固体废物主要包括废泥、废坯、废釉料、煤灰渣、废石膏模具、废耐火材料、废窑具、脱硫固废、抛光废渣、废砖和废瓷。陶瓷制品生产过程中产生的危险废物主要包括使用油墨和溶剂产生的废物和煤气发生炉煤气生产过程中产生的煤焦油等。

随着循环经济的发展和技术进步，陶瓷制品制造业固废利用取得长足进展。传统上，废泥料、废坯、废水站污泥等大宗废物基本可以在本厂回用。废瓷产生量约为产品的 6%~15%，废瓷利用曾是行业共性难点，目前，厂内废瓷（废砖）占配料的比例通常在 3%~7%，根据产品不同回用比例有所不同，除厂内可回用外，大宗利用废砖、废瓷的技术在近年得以突破，在主要的陶瓷生产基地，泡沫陶瓷和透水砖成为废瓷利用的重要循环产业链。

3.3.5 噪声防治技术

陶瓷制品制造业的噪声防治主要是对主要噪声源进行隔声处理，例如对球磨车间、制粉车间、干压成型和后加工车间分别布置在独立厂房，把风机和空压机设置在隔音房内等。

4 标准编制的基本原则和技术路线

4.1 基本原则

(1) 政策相符原则

本标准的编制依据国家相关法律法规、标准、技术规范和产业政策等文件。2016年，国务院办公厅印发了《控制污染物排放许可实施方案》（国办发〔2016〕81号），提出建立健全基于污染排放标准的可行技术体系，推动企事业单位污染防治措施升级改造和技术进步。2018年1月，原环境保护部颁布的《排污许可管理办法（试行）》第十一条中提出，环境保护部制定排污许可证申请与核发技术规范、环境管理台账及排污许可执行报告技术规范、排污单位自行监测技术指南、污染防治可行技术指南以及其他排污许可政策、标准和规范。本标准规定的污染防治可行技术须确保污染物排放满足陶瓷工业污染排放国家标准。

（2）综合防治原则

本标准综合考虑陶瓷制品制造过程中水污染物、大气污染物、固体废弃物、噪声等污染控制。污染防治措施既考虑原燃材料清洁化、生产工艺技术装备污染产生减量化，又考虑末端处理技术和废弃物的综合利用，还要重视加强环境管理，全过程降低污染物产生和削减末端排放。另外，既关注主要污染源的有组织排放，也采取相应的管理措施对无组织排放加强控制。

（3）全面覆盖原则

本标准覆盖建筑陶瓷、卫生陶瓷、日用及陈设艺术瓷、特种陶瓷生产，覆盖辊道窑、隧道窑和梭式窑等主要陶瓷工业窑炉。在工艺环节上覆盖从原料、燃料制备到产品包装的全生产过程。本标准关注的指标覆盖 GB 25464 中规定的所有污染物。

（4）问题导向和目标导向结合的原则

针对行业污染物排放和环境管理方面的普遍问题和突出问题以及污染防治攻坚战目标，系统梳理出稳定、全面达标技术和环境管理措施。

（5）客观公正原则

通过企业调研，以企业生产和排放的合法数据为依据，确保本标准的客观公正。

4.2 技术路线

HJ 2300规定编制工作分为技术初筛、技术调查、技术评价三个阶段，并对每个阶段的工作方法和工作内容提出具体要求。本标准的编制严格按照HJ 2300的要求进行。

4.2.1 技术初筛

4.2.1.1 技术初筛方法

技术初筛的目的是获得符合产业政策、污染防治技术政策的备选技术清单。根据HJ2300要求，本标准在技术初筛过程中采用的方法主要包括文献调研、问卷调查、工程分析和专家研讨等。

（1）文献调研

收集的主要文献有：

1) 行业发展概况：调研8个全国和地方行业协会，收集到产业政策和行业发展概况，系统收集到行业产能规模、产量、产品、生产消耗、能耗、燃料结构等情况，重点文献包括中国建筑卫生陶瓷协会编著的《建筑陶瓷行业产能调查（2017）》和《全国窑炉（陶瓷砖）能耗调查及节能

减排技术汇编白皮书》、中国陶瓷工业协会编著的《中国陶瓷工业年鉴》和中国社科院文献出版社出版的《中国陶瓷产业蓝皮书》。

2) 行业生产和污染物情况：从环保部四级联网平台收集到96家陶瓷生产企业项目环评报告，收集到陶瓷企业国控源和省控源名单及其监测数据，以及14家建筑陶瓷企业清洁生产审核报告。另外还翻译整理和分析了欧盟环保局陶瓷BAT技术参考文件。在此基础上，对行业生产和污染物排放特点进行了系统的分析，得到行业产排污特征。

3) 行业污染防治技术和达标情况：在上述文献调研基础上，结合对典型建筑陶瓷、卫生陶瓷、日用及陈设艺术瓷和特种陶瓷企业的现场调研和企业座谈，收集整理了144家陶瓷生产企业污染治理技术，以及18个地方环保局公开的189家陶瓷企业环境违法案件，得到行业污染防治技术路线以及行业达标情况，以及不达标的主要环境要素，为正确把握技术筛选重点提供了保障。

(2) 问卷调查

1) 问卷设计：本编制组围绕污染防治技术，设计针对陶瓷生产企业和环境治理企业的系列调研表，针对陶瓷企业的调研表还按照生产特点细分为建筑陶瓷企业和其他陶瓷（卫生陶瓷、日用及陈设艺术瓷和特种陶瓷）企业调研表，此外，还针对生产企业设计了简要调研表和详细调研表。

2) 问卷内容：问卷内容主要包括生产产品、生产工艺、窑炉和喷雾干燥塔等主要产污设施主要参数、主要原料和燃料品种及消耗量、水耗和排水量、污染预防技术、除尘技术、脱硫技术、脱硝技术、废水治理技术、噪声和固废防治技术和环境管理措施等内容。

3) 公开征集：通过项目承担单位和协作单位网站发布了问卷征集通知，企业可从网站下载调研表；编制组还在佛山组织召开了污染防治技术征集会。此外，在现场调研过程中发放了企业调研表。调研过程中共得到121家企业的调研反馈。

(3) 专家研讨

编制组分别于2018年4月17日和4月24日组织协会、环保部门、设计研究院、技术装备厂商、企业技术专家召开技术研讨会，确定了备选技术清单。

(4) 技术初筛过程满足HJ 2300的具体要求

HJ 2300要求“企业数量大于1000家的行业，调研比例应不低于20%，且数量不少于300家”，应覆盖重点产区，且覆盖主要产品和生产工艺、污染预防技术和治理技术。

1) 被调研企业的数量

2017年，全国陶瓷规模以上生产企业数量共计3678家，陶瓷工业总产量22678万吨，其中建筑陶瓷产量和燃料消耗量分别占全国陶瓷行业的相应总量的89%和85%，是陶瓷制品制造业污染防治的重点。本项目根据陶瓷行业污染特征确定技术初筛调研企业行业分布和地域分布。编制组主要通过文献调研了1498家，调研数量占规上企业的40%，满足HJ 2300对企业数量的要求。

2) 初筛对象覆盖重点区域，兼顾大中小规模企业

从区域分布看，被调研的1366家建筑陶瓷企业中，福建省、广东省、四川省、江西省、山东省、河南省、辽宁省、河北省、广西壮族自治区和湖北省的被调研企业数量分别为235家、211家、146家、129家、109家、71家、60家、53家、47家和45家，其他20个省的企业数量共计260

家，涵盖建筑陶瓷重点产区。此外，对卫生陶瓷业重点调研了北京、广东佛山、潮州和河南长葛，对日用及陈设艺术瓷重点调研了景德镇、醴陵、潮州、北流、德化、淄博和唐山等主要产区；针对特种陶瓷，重点调研了江西萍乡等地。

从生产规模来看，被调研建筑陶瓷企业日生产规模从数千平方米到20余万平方米，被调研日用及陈设艺术瓷的年生产规模从数千件到上亿件。

3) 覆盖主要产品和生产工艺、污染防治技术和治理技术

从生产工艺来看，陶瓷窑炉是典型的高温炉窑，也是大气污染物主要排放来源，此外，湿法制粉工序采用的喷雾干燥塔也是建筑陶瓷生产大气污染主要排放源之一。被调研的1498家陶瓷企业中采用辊道窑和喷雾干燥塔的建筑企业数量有1366家，采用其他陶瓷窑炉（隧道窑、梭式窑等）的企业数量132家，已全部涵盖我国陶瓷生产的主要生产工艺。

从燃料使用情况来看，被调研的1498家陶瓷企业中使用天然气的企业数量为597家，使用煤制气的企业数量为833家，使用其他燃料（液化石油气、焦炉煤气和煤层气）的企业数量为68家，已涵盖我国陶瓷窑炉的全部燃料种类。

从污染防治技术来看，建筑陶瓷生产企业是陶瓷行业污染防治重点，喷雾干燥塔烟气治理主要采用袋式除尘技术、湿法脱硫和SNCR脱硝组合技术，窑炉烟气治理主要采用湿法脱硫协同除尘治理技术，卫生陶瓷、日用及陈设艺术瓷和特种陶瓷窑炉几乎全部采用天然气、液化石油气和电等清洁能源。针对GB 25464，本项目调研工作覆盖我国陶瓷行业污染治理技术路线。

4.2.1.2 工程分析得到初筛结果

(1) 污染防治技术

编制组对被调研的1498家企业的生产工艺类型、燃料种类、污染防治技术、污染治理技术等资料进行了初步归类，提出60项污染防治技术清单，其中，按照生产工序梳理出的10大类共30项污染防治技术清单见表4-1。

表4-1 污染预防技术初步梳理清单

序号	工序	生产工艺技术
1	能源制备	(1) 清洁燃料（天然气和液化石油气、煤层气） (2) 煤炭清洁化（高效转化技术，二段式煤制气技术，冷煤气脱硫技术，低硫煤，煤气脱硫）
2	原料制备	(3) 原料清洁化（天然原料替代，软质料替代硬质料，无铅镉釉料，无铅熔块） (4) 标准化原料 (5) 釉面砖干法制粉技术 (6) 粉磨节能技术（连续式球磨机）
3	制品轻量化和绿色化	(7) 超薄陶瓷砖（薄板、薄砖） (8) 卫生陶瓷制品轻量化 (9) 日用陶瓷制品绿色化（红坯、日用炻瓷） (10) 节能烧成技术（一次烧成、低温快烧）
4	干燥节能	(11) 节能干燥技术（余热利用和热风炉互补）
5	施釉和装饰	(12) 喷墨打印
6	窑炉节能减排技术	(13) 新型节能窑炉（宽体窑、低氮炉膛） (14) 窑炉保温（红外辐射涂料、保温体系和密封） (15) 燃烧技术（燃气预混式二次燃烧技术、高速喷枪、喷枪优化、低空气过剩系数燃烧控制技术、窑炉烟气重燃技术、喷雾干燥塔热风炉固硫燃烧技术） (16) 日用陶瓷无匣钵裸烧技术 (17) 余热利用（助燃风加热，余热干燥，余热锅炉，采暖和制冷）
7	智能绿色生产线	(18) 产品绿色化技术（薄砖、薄板、陶板、泡沫陶瓷、透水砖等） (19) 污染物初始排放浓度明显降低的成套生产线技术 (20) 产品质量和总成品率明显提高、劳动生产效率显著提高的成套技术（含智能工厂技术）
8	水污染预防技术	(21) 废水分质收集和处理 (22) 抛光砖废水处理和再利用 (23) 生产废水近零排放系列技术 (24) 煤气站废水零排放技术-煤气发生炉含酚废水焚烧技术
9	固废利用技术	(25) 分类回收 (26) 废瓷用作熟料配料、废瓷用于透水砖和发泡陶瓷生产 (27) 废水站污泥回用 (28) 废泥、废坯和收尘灰回用
10	噪声预防技术	(29) 噪声源空间布置优化 (30) 低噪声设备选用

按照与主要污染物减排的相关程度，结合国家有关政策，针对表4-1中的技术进行分析对比，提出与燃料制备技术、粉料制备技术、节能和制品绿色化技术等与主要污染物减排关系大的6项备选预防技术，见表4-2。

表 4-2 污染预防技术备选清单

序号	生产工艺技术	生产系统
1	园区集中制气技术（做重点调研）	燃料制备系统
2	干法制粉技术（做重点调研）	原料制备系统
3	标准化原料	
4	烟气和热空气余热利用	干燥和烧成系统
5	窑炉节能和燃烧控制技术	干燥和烧成系统
6	制品减量化（卫生瓷轻量化和瓷砖薄型化）	制品

(2) 大气污染治理技术

1) 建筑陶瓷

采用湿法制粉经干压成型的建筑陶瓷生产大气污染排放源分别是喷雾干燥塔和辊道窑，根据其各自的污染物初始排放浓度范围，其治理技术有规律可循。

窑炉烟气均需要做脱硫和除尘处理，行业普遍采用湿法脱硫协同除尘技术，按照脱硝与否以及脱硝技术的不同，窑炉烟气治理有4条技术路线，见图4-1。

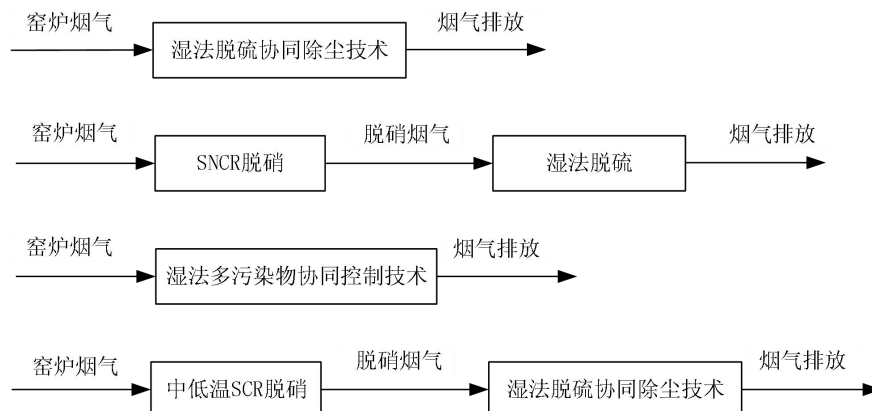


图 4-1 窑炉烟气治理的 4 条基本技术路线

喷雾干燥塔烟气必须进行除尘治理，除尘的主流技术是袋式除尘，有的还增加旋风除尘做预除尘，此外，部分产区还用旋风除尘+喷淋除尘+湿电除尘的技术；除尘技术与脱硝和脱硫技术进行组合，喷雾干燥塔烟气治理总计有 4 种技术路线，见图 4-2。

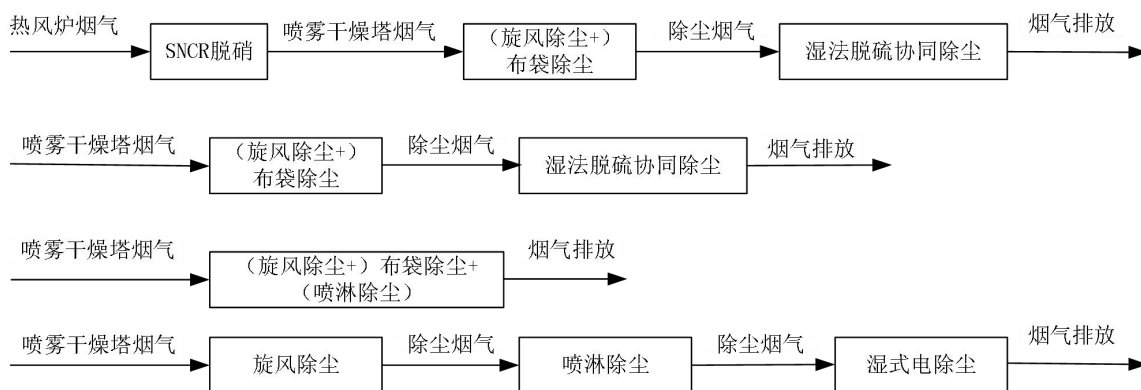


图 4-2 喷雾干燥塔烟气治理 4 条基本技术路线

在上述工程分析的基础上，可确定 25 项烟气治理技术路线见表 4-3，其中，窑炉烟气脱氟技术是在调研过程中增加的。

2) 卫生陶瓷、日用及陈设艺术瓷和特种陶瓷

卫生陶瓷、日用及陈设艺术瓷、特种陶瓷和非干压成型的建筑陶瓷生产，与采用干压成型的建筑陶瓷生产至少存在以下三点不同。一是卫生陶瓷、日用及陈设艺术瓷、特种陶瓷和非干压成型的建筑陶瓷生产采用可塑成型或注浆成型，烧结过程中颗粒物产生量减少；同时，生产燃料结构主要是天然气、液化石油气和电等能源，SO₂ 和 NO_x 初始浓度得到控制；尽管烧成温度通常高于陶瓷砖，但由于原料选择更精细、烧成周期更长和烧成气氛等工艺生产要

求原因，使其 NO_x 初始排放浓度一般低于 100mg/Nm³。经各地的监测报告和企业调查显示，卫生陶瓷、日用及陈设艺术瓷和特种陶瓷窑炉烟气中污染物初始浓度均稳定低于标准限值。

3) 围绕生产废水循环利用、含酚废水治理以及废水中重金属治理等内容，按照生产废水水质种类筛选出 6 项废水治理技术，见表 4-4。

表 4-3 陶瓷制品制造业烟气治理技术初筛（25 项）

废气污染防治技术：清洁能源（天然气）（1 项）			
大气污染治理技术(针对单项污染物)	设施	污染物	治理技术（8 项）
	窑炉	颗粒物	湿法脱硫协同除尘（石灰石/石灰-石膏法、钠碱法、双碱法）+（湿式电除尘）
			袋式除尘+湿法脱硫（在陶瓷砖业有个别案例）
		二氧化硫	湿法脱硫（石灰石/石灰-石膏法、钠碱法、双碱法）
			烟气循环流化床半干法脱硫
		氮氧化物	SNCR、SCR、湿法多污染物协同控制
		氯化氢、氟化物	湿法脱硫协同处置、湿法多污染物协同控制、脱氟技术
	铅、镉、镍及其化合物	湿法脱硫协同处置、湿法多污染物协同控制	
	设施	污染物	治理技术（6 项）
	喷雾干燥塔	颗粒物	（旋风除尘）+袋式除尘+喷淋除尘（主流）
			（旋风除尘）+袋式除尘+湿法脱硫+喷淋除尘
			旋风除尘+喷淋除尘+湿式电除尘
		二氧化硫	石灰石/石灰-石膏法、钠碱法、双碱法等湿法脱硫
半干法脱硫			
氮氧化物	SNCR		
针对多项污染物（10 项）	窑炉	8 项污染物	（1）湿法脱硫协同除尘（+水喷淋除尘）
			（2）SNCR+湿法脱硫协同除尘（+水喷淋除尘）
			（3）湿法多污染物协同控制
			（4）SCR+湿法脱硫+湿式电除尘
	喷雾干燥塔	3 项污染物	（1）SNCR+（旋风除尘）+袋式除尘+湿法脱硫（石灰石/石灰-石膏法、双碱法、钠碱法）（+水喷淋除尘）
			（2）（旋风除尘）+袋式除尘+湿法脱硫+（水喷淋除尘）
			（3）（旋风除尘）+袋式除尘+（水喷淋除尘）
			（4）旋风除尘+水喷淋除尘+湿式电除尘
	窑炉和喷雾干燥塔	8 项污染物	（1）喷雾干燥塔热风炉 SNCR 脱硝+喷雾干燥塔烟气除尘（袋式除尘，或者旋风除尘+袋式除尘）+（窑炉烟气 SNCR 脱硝）+窑炉烟气与喷雾干燥塔烟气湿法脱硫协同除尘技术（+水喷淋除尘或湿式电除尘）
			（2）喷雾干燥塔热风炉 SNCR 脱硝+喷雾干燥塔烟气旋风除尘+（窑炉烟气 SNCR 脱硝）+窑炉烟气与喷雾干燥塔烟气循环流化床半干法脱硫协同除尘技术

表 4-4 废水利用和治理技术

序号	生产工艺技术
1	含泥废水治理和回用技术
2	含釉废水治理和回用技术
3	抛光废水治理和回用技术
4	脱硫废水治理和回用技术
5	生产废水集中治理和回用技术
6	含酚废水治理技术

4.2.2 技术调查

技术调查阶段的目的是从备选技术清单中，确定能够达标排放的备选可行技术清单，同时获得技术评价的定量信息。根据HJ 2300要求，采用的工作方式主要包括现场调查和补充测试等。技术调查涵盖备选技术中的关键单元技术和主要工艺环节，编制组选取了77家典型陶瓷生产企业开展了现场调研工作，并选取了20家陶瓷企业开展了现场测试。现场调研的企业涵盖了我国陶瓷产量最大的8个省区（广东、福建、江西、湖南、河南、山东、河北、广西），兼顾大、中、小各个规模，其中包括37家建筑陶瓷制造企业、7家卫生陶瓷制造企业、23家日用陶瓷制造企业、10家特种陶瓷制造企业。编制组针对我国建筑陶瓷典型生产区——广东省佛山市、福建省晋江市、山东省淄博市和河南省内黄市进行了重点调研，并在此期间分别在佛山、晋江和淄博共组织3次陶瓷企业环保技术交流和专家咨询会。

与备选技术清单项目相比，共有13项技术被筛除。其中，在陶瓷行业内实际运行案例不能满足HJ 2300要求的技术共6项，此外由于技术适用性和性能等原因筛除7项，见表4-5。

表 4-5 被筛除的技术及主要原因

原因	技术名称
案例数量不足	(1) 园区集中制气技术（有一个案例）
	(2) 干法制粉技术（适合于内墙砖，有2个成功案例，其他3个刚刚投产或正在建设）
	(3) 窑炉烟气中低温SCR脱硝技术（有1个案例）
	(4) 窑炉烟气脱氟技术（有2个案例）
	(5) 含酚废水治理-水夹套蒸发-炉内焚烧技术（陶瓷行业无应用案例）
	(6) 含釉废水深度治理技术（陶瓷行业无应用案例）
技术适用性不足	(7) 窑炉烟气循环流化床半干法脱硫技术
	(8) 喷雾干燥塔烟气循环流化床半干法脱硫技术
	(9) 喷雾干燥塔烟气湿法多污染物协同控制技术
	(10) 窑炉-喷雾干燥塔烟气联合治理技术之湿法多污染物协同控制技术
技术性能不稳定	(11) 窑炉烟气双碱法湿法脱硫技术
	(12) 喷雾干燥塔烟气双碱法脱硫技术
	(13) 窑炉-喷雾干燥塔烟气联合治理技术之双碱法脱硫技术

4.2.3 技术评价

技术评价目的是从备选可行技术清单中，通过技术经济分析，获得可行技术和案例。编制组按照HJ 2300的要求，构建了评价指标体系，包括污染防治技术性能、经济指标、运行管理和环境效益等指标，按照技术的特征与原理对备选可行技术的技术单元进行分析和归类，结合调研得到的资料进行了技术经济分析。技术经济分析采用同行评议法、归纳总结法相结合，最终确定了可行技术的种类、关键技术参数、污染物排放水平等信息，其中，干压成型的建筑陶瓷大气污染治理10项达标技术见表4-6。

表4-6 干压成型的建筑陶瓷烟气治理达标技术清单

组合技术	治理技术
喷雾干燥塔 烟气(4项)	(1) (旋风除尘)+袋式除尘+湿法脱硫
	(2) 喷雾干燥塔热风炉烟气 SNCR 脱硝 (+旋风除尘)+袋式除尘+湿法脱硫协同除尘
	(3) (旋风除尘)+袋式除尘+喷淋除尘
	(4) 旋风除尘+喷淋除尘+湿式电除尘
窑炉烟气 (3项)	(1) 湿法脱硫协同除尘技术
	(2) SNCR+湿法脱硫协同除尘
	(3) 湿法多污染物协同控制技术
窑炉-喷雾干 燥塔烟气联 合治理技术 (3项)	(1) 喷雾干燥塔热风炉烟气 SNCR+喷雾干燥塔烟气 (+旋风除尘)+袋式除尘+与窑炉 烟气共同湿法脱硫协同除尘 (+喷淋除尘)
	(2) 喷雾干燥塔热风炉烟气 SNCR+喷雾干燥塔烟气 (+旋风除尘)+袋式除尘+与经 SNCR 脱硝的窑炉烟气共同湿法脱硫协同除尘+湿式电除尘
	(3) 喷雾干燥塔热风炉烟气 SNCR+喷雾干燥塔烟气旋风除尘+ (袋式除尘)+与 (经 SNCR 脱硝) 窑炉烟气共同经半干法脱硫协同除尘
注：表中括号中的内容为可选技术	

根据上述工作过程及成果，编制组编写了本标准征求意见稿及其编制说明。

5 标准的主要技术内容说明

5.1 适用范围

本标准适用范围与GB 25464一致。本标准规定了建筑陶瓷、卫生陶瓷、日用及陈设艺术瓷和特种陶瓷企业的废气、废水、固体废物和噪声污染防治可行技术，主要用于指导陶瓷制品制造企业的污染排放许可管理，也可作为建设项目环境影响评价、国家污染物排放标准制定与实施、污染防治技术选择的依据。

5.2 术语和定义

本标准列出的 8 个术语和定义中，建筑陶瓷、卫生陶瓷、日用及陈设艺术瓷和特种陶瓷术语采用 GB 25464-2010 规定的术语和定义，陶瓷制品制造业术语同 GB 25464-2010 术语中的“陶瓷工业”。

根据烟气排放口设置要求、厂区布置和设计等因素，陶瓷企业烟气治理组合技术按照排放方式分为三种，窑炉烟气治理组合技术是指单条或多条窑炉烟气治理后排放，适合于所有陶瓷烧成窑炉。其余两种治理组合技术适合于有喷雾干燥工序的陶瓷企业，主要是采用干压成型的建筑陶瓷生产企业。喷雾干燥塔烟气治理是指单座或多座喷雾干燥塔烟气治理后排放，窑炉-喷雾干燥塔烟气联合治理是指单条或多条窑炉烟气和单座或多座喷雾干燥塔烟气联合治理后集中排放，陶瓷生产烟气治理组合技术类型见图 5-1。

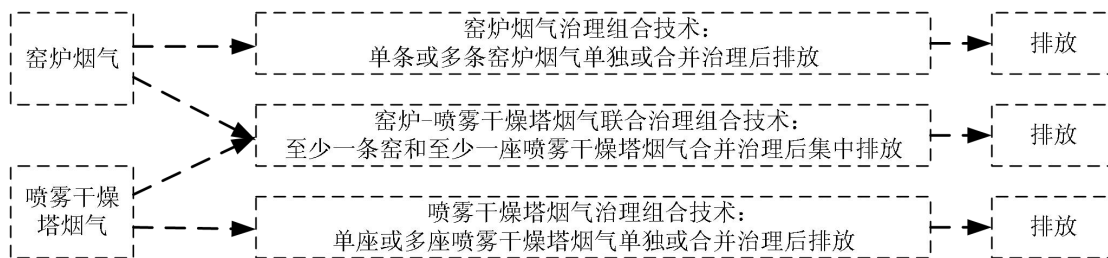


图 5-1 陶瓷生产烟气治理组合技术类型

5.3 行业生产和污染物产生

5.3.1 生产工艺现状

陶瓷生产主要工序包括原料制备、成型、烧成和后加工等，其中，陶瓷窑（辊道窑、隧道窑、梭式窑等）是典型的高温窑炉，是陶瓷制品制造业大气污染物主要排放来源。不同陶瓷制品种类的最高烧成温度和烧成时间差异大，相应影响污染排放水平。制品成型方式主要包括干压成型、可塑成型和注浆成型，卫生陶瓷、日用及陈设艺术陶瓷和特种陶瓷制品制造主要采用可塑成型或注浆成型，陶瓷砖主要采用干压成型。成型方式不同，相应的坯料制备工艺不同，其中，干压成型粉料制备过程通常产生喷雾干燥塔烟气，是陶瓷砖生产的大气污染排放主要排放源之一。陶瓷制品原料制备和成型的关系示意图见图 5-2。

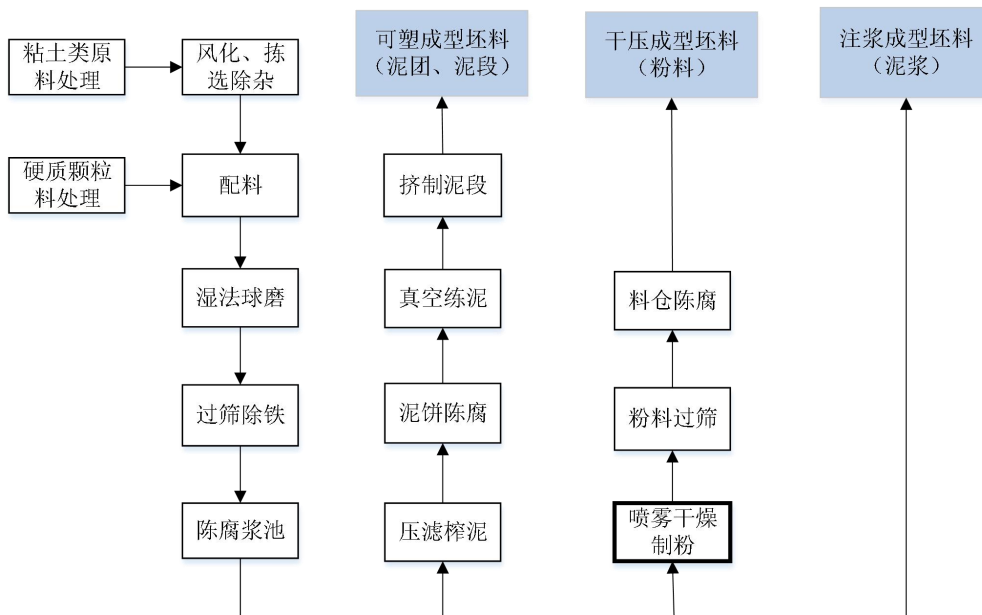


图 5-2 陶瓷制品原料制备和成型的关系示意图

卫生陶瓷、日用及陈设艺术陶瓷和特种陶瓷制品制造业典型生产工艺过程及产污节点见图 5-3。

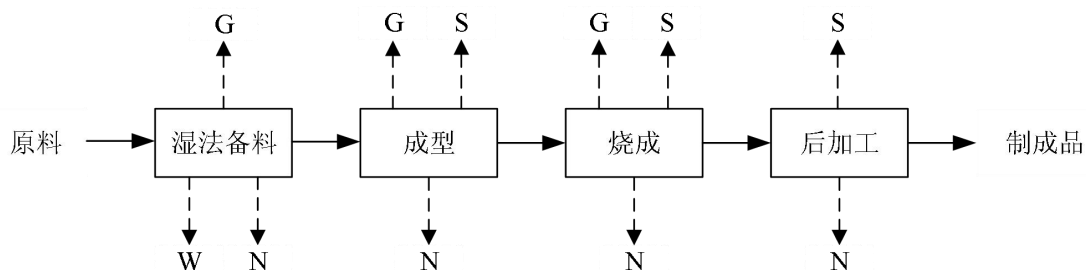


图 5-3 卫生陶瓷、日用及陈设艺术陶瓷和特种陶瓷制品制造业陶瓷典型生产工艺过程及污染物产生节点

湿法制粉和干压成型是建筑陶瓷制造的主流技术，在湿法制粉阶段产生喷雾干燥塔烟气，建筑陶瓷典型生产工艺过程及产污节点见图 5-4 所示。

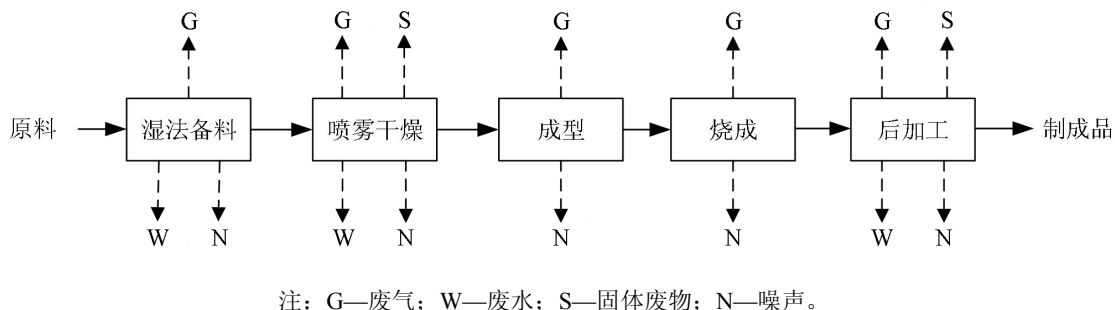


图 5-4 湿法制粉干压成型的建筑陶瓷典型生产工艺过程及污染物产生节点

5.3.2 污染物产生

陶瓷制品生产过程中产生大气污染、水污染、噪声污染和固体废物污染，其中大气污染物是主要环境污染物。

5.3.2.1 大气污染

烧成窑和喷雾干燥塔是陶瓷制品制造业主要的大气污染物产生环节。

(1) 窑炉烟气

窑炉烟气主要污染物为颗粒物、SO₂、NO_x，此外还有少量的氟化物、氯化物及铅及其化合物、镉及其化合物、镍及其化合物。采用不同燃料的陶瓷工业窑炉大气污染物初始浓度常见范围见表 5-1，其中梭式窑的初始排放浓度是在升温阶段达到 1000℃的测试结果。

表 5-1 采用不同燃料的陶瓷制品制造业窑炉大气污染物初始浓度常见范围 (mg/Nm³)

制造业	燃料	窑型	颗粒物	SO ₂	NO _x
建筑陶瓷	天然气、煤层气、焦炉煤气、液化石油气	辊道窑	70~100	50~300	90~250
建筑陶瓷	煤制气	辊道窑	50~200	70~600	90~250
卫生陶瓷、日用及陈设艺术瓷和特种陶瓷	天然气、液化石油气、煤层气、焦炉煤气	隧道窑、梭式窑等	15~30	10~30	30~180 (一般<100)

数据来源：本编制组调研数据

窑炉烟气的颗粒物主要来源于燃料和坯体附着粉尘，铅、镉、镍及其化合物主要来源于陶瓷色、釉料含有重金属的原料。硫是陶瓷生产企业需要严格控制的有害原料成分之一。在陶瓷生产中，SO₂不仅污染空气，而且对产品的质量和生产设施都会造成较大的影响，突出表现为影响烧成制品的光泽度，还易造成“水迹痕”、“开裂”、“起泡”等产品缺陷。陶瓷窑炉烟气中的SO₂主要来自于含硫燃料，其次来自于原料的含硫杂质。对于陶瓷NO_x减排，主要是控制燃料型NO_x，其次是控制热力型NO_x。

b) 喷雾干燥塔烟气

热风炉提供热量给喷雾干燥塔蒸发料浆中的水分，进塔热风温度一般在 600℃~750℃，出塔废气温度一般控制在 80℃~115℃。在陶瓷砖生产企业，喷雾干燥塔能耗一般占全厂能耗的 30%~45%，相应的烟气量占总烟气量的 30%~45%，是陶瓷砖厂大气污染主要污染源之一。喷雾干燥塔的主要污染物是原料粉尘和热风炉废气（颗粒物、SO₂ 和 NO_x）。喷雾干燥塔烟气具有粉尘浓度高、大颗粒物较多、含湿率高的特点。喷雾干燥塔的 NO_x 以热风炉燃烧产生的燃料型 NO_x 为主，相对于窑炉而言，通过 SNCR 治理简单易行。采用不同燃料的喷雾干燥塔大气污染物初始浓度常见范围见表 5-2。

表5-2采用不同燃料的喷雾干燥塔大气污染物初始浓度常见范围（mg/Nm³）

燃料	颗粒物	SO ₂	NO _x
天然气、焦炉煤气	8000~12000	15~150（一般<50）	90~180
水煤浆（煤粉）、煤制气	8000~12000	70~500（一般<200）	90~250

数据来源：本编制组调研数据

5.3.2.2 废水

陶瓷制品制造在坯料制备、釉料制备、成型、施釉、后加工和湿法脱硫等环节产生废水，废水主要来源见表5-3。

表5-3陶瓷制品制造业工业废水主要来源

工艺单元	用水环节和主要用途	废水种类
坯料制备	泥料球磨，注水后作为原浆使用；原料洗选、压滤、设备冲洗产生废水	含泥废水
釉料制备	釉料球磨，注水后作为釉浆使用；设备冲洗产生废水	含釉废水
成型	模具内注浆成坯；坯体擦洗和修坯产生废水	含泥废水
施釉	施釉湿收尘设备釉料回收和设备冲洗	含釉废水
后加工	陶瓷砖磨边、抛光、倒角等后加工用水，卫生陶瓷安装面磨削用水，日用陶瓷洗边、修坯和彩饰车间的磨底等加工用水	后加工废水
湿法脱硫	湿法脱硫废水	脱硫废水

5.3.2.3 固体废物及危险废物

陶瓷制品制造业生产过程中产生的一般工业固体废物主要有废瓷、废泥、废坯、废釉料、脱硫固废、水处理站污泥、废耐火材料、废窑具、废石膏模具等。建筑陶瓷制造还产生后加工废渣。危险废物主要有使用油墨和溶剂过程中产生的废物和煤气发生炉煤焦油渣等。

5.3.2.4 噪声

陶瓷制品制造业的噪声主要来自生产过程中机械振动、摩擦、撞击以及气流扰动等产生的声音，主要包括原料车间的物料破碎、粉磨、筛分、混合和提升作业，制粉工序和烧成车间内的助燃和冷却风机、陶瓷制品后加工等作业产生的噪声。高强噪声设备包括球磨机、助燃风机、冷却风机和空气压缩机，以及陶瓷砖压砖机、抛光机和磨边机等。

5.4 污染预防技术

5.4.1 原料控制

随着技术进步，原料制备日益专业化、系列化和标准化，提供标准化陶瓷坯料和釉料的供应商成为众多日用及陈设艺术瓷企业的公共原料车间，在景德镇、潮州、德化、醴陵等主要日用陶瓷产区得到日益普及。标准化原料不但实现原料制备的规模化和专业化，而且使资源利用更加合理。

5.4.2 清洁能源使用

《中华人民共和国环境保护法》要求企业应当优先使用清洁能源，采用资源利用率高、污染物排放量少的工艺、设备以及废弃物综合利用技术和污染物无害化处理技术，减少污染物的产生。主要由于产品质量的要求，我国卫生陶瓷、日用及陈设艺术瓷和特种陶瓷窑炉燃料普遍采用天然气、液化石油气、煤层气或焦炉煤气，极少数企业采用煤炭做燃料，个别传统艺术陶瓷作坊仍采用柴烧窑。

5.4.3 电窑技术

电窑全部采用电能加热，不使用燃料加热，从而避免窑炉因燃料燃烧产生的烟气排放。电窑具有无烟气排放、温度控制精度好的特点，在水电等可再生能源丰富地区和电力资源丰富的地区，满足生产工艺和经济可行的前提下，容积为 2m^3 以下的梭式窑宜采用电窑，从而可减少厂区内因燃料燃烧造成的直接排放，电力的污染物间接排放与发电能源结构有关。然而，因电窑在控制烧成气氛方面存在不足，因而，其应用推广受到陶瓷生产工艺要求的限制。

5.4.4 喷雾干燥塔大气污染预防技术

我国喷雾干燥塔热风炉多采用水煤浆或煤粉做燃料，煤炭燃烧过程中可燃硫（包括有机硫、元素硫和黄铁矿中的硫）参与反应释放 SO_2 ，所释放的 SO_2 部分被喷雾干燥塔的粉料和煤渣吸附，另外有不可燃成分（主要是硫酸盐中的硫）和未燃烧的可燃硫。一般情况下，采用全硫量（ $S_{t, ad}$ ） $\leq 0.4\%$ 的低硫煤可以有效控制喷雾干燥塔烟气中的 SO_2 初始浓度在 $40\sim 80\text{mg}/\text{Nm}^3$ 之间，通过水喷淋即可达到 $30\text{mg}/\text{Nm}^3$ 以下。

喷雾干燥塔热风炉烟气温度直接影响热力型 NO_x 的产生，通过降低热风炉炉膛温度，可有效降低 NO_x 初始排放浓度。在福建晋江等地的建筑陶瓷企业普遍采用链排炉，排烟温度最高为 720°C ， NO_x 初始排放浓度一般在 $100\text{mg}/\text{m}^3$ 以下。然而，热风炉烟气温度控制技术可能会造成煤炭燃烧不充分，从而限制了本技术的应用，因而，本技术只适合于周边存在能大宗利用煤渣的循环经济产业链的陶瓷企业。

5.5 大气污染防治可行技术

依据HJ 2300要求，经技术初筛、技术调查和技术评价，在广泛征询行业专家、企业专家的基础上，经专家分析和论证，从技术的市场覆盖率、污染物排放达标情况、技术经济等角度综合考虑，按照窑炉烟气、喷雾干燥塔烟气和窑炉-喷雾干燥塔烟气联合治理方式进行分类，根据燃料种类和制品成型方式，确定了相应的预防和治理技术，其中，确定了4项窑炉烟气污染防治可行技术，4项喷雾干燥塔烟气污染防治可行技术，这两类技术可根据企业实际情况进行组合采用。此外，对于窑炉-喷雾干燥塔烟气联合治理技术，确定了3项污染防治可行技术。每项可行技术均有至少3个案例，共61个企业案例。

卫生陶瓷、日用及陈设艺术瓷和特种陶瓷制品制造通常采用可塑成型或注浆成型，建筑陶瓷通常采用干压成型。卫生陶瓷、日用及陈设艺术瓷和特种陶瓷制品等采用可塑成型或注浆成型的陶瓷制品生产，窑炉使用天然气、液化石油气、煤层气等低硫、低灰分和低氮燃料或采用电窑作为预防技术，可实现大气污染物达标排放。

本编制说明重点描述采用干压成型的建筑陶瓷生产烟气污染防治可行技术。除非特别说明，本节下文中所指建筑陶瓷均采用湿法制粉经干压成型的建筑陶瓷。

5.5.1 窑炉烟气污染防治可行技术

通常情况下，在烧成过程中，主要由于坯体排放的SO₂造成SO₂初始浓度超出GB 25464排放限值。另外，采用干压成型建筑陶瓷干压砖表面与辊道窑辊棒摩擦会造成颗粒物初始排放浓度超过GB 25464限值。因而，不论采用天然气还是煤制气为窑炉燃料，窑炉烟气一般要同时对颗粒物和SO₂进行治理。

窑炉烟气污染防治可行技术中包括三项技术：（1）湿法脱硫协同除尘技术、（2）窑炉烟气 SNCR 脱硝+脱硫协同除尘技术和（3）窑炉烟气多污染物协同控制技术。湿法脱硫协同除尘技术的原理是窑炉烟气与碱性吸收浆液在吸收设备中反应，通过机械碰撞、物理截留、扩散溶解、酸碱中和等作用去除烟气中 SO₂、颗粒物等污染物。窑炉烟气 SNCR 脱硝+脱硫协同除尘技术的主要工艺流程是在连续式窑炉烧成带 800~1200 °C 温度区间喷入脱硝还原剂，经 SNCR 脱硝之后的烟气经湿法脱硫后排放。工厂实践表明，采用尿素作为脱硝还原剂，并从辊棒下方喷入，可减轻对窑炉和产品质量的负面影响。

窑炉烟气脱硝脱硫协同除尘技术工艺流程图见图5-5。



图 5-5 窑炉烟气脱硝脱硫协同除尘技术工艺流程图

窑炉烟气湿法多污染物协同控制技术的原理是以碱、尿素、添加剂高效复合吸收剂为吸收液，烟气与吸收液在吸收塔内通过机械碰撞、物理截留、扩散溶解等传质作用接触，不同种类的污染物与吸收液分别发生中和、络合、絮凝沉淀及氧化还原等化学反应，使得烟气中的 NO_x、SO₂等多种污染物得到有效去除，最终实现烟气污染物达标排放。

窑炉烟气多污染物协同控制技术工艺流程图见图 5-6。

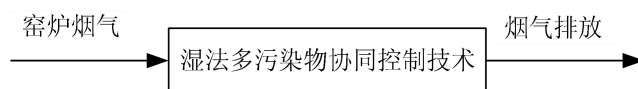


图 5-6 窑炉烟气多污染物协同控制技术工艺流程图

5.5.2 喷雾干燥塔烟气污染防治可行技术

不论采用何种燃料，喷雾干燥塔烟气的颗粒物初始浓度都不受影响，颗粒物治理是喷雾干燥塔烟气治理的基本内容。当 NO_x 和 SO_2 排放浓度高于排放标准限值时，在适宜的脱硝反应温度范围内，在喷雾干燥塔热风炉烟气中喷入脱硝还原剂，经SNCR脱硝后的烟气与稀释风混合后作为喷雾干燥塔干燥风，喷雾干燥塔烟气随后进入袋式除尘器，去除烟气中的颗粒物，除尘烟气经湿法脱硫后排放。

(1) 喷雾干燥塔热风炉SNCR脱硝+喷雾干燥塔烟气袋式除尘+湿法脱硫协同除尘技术

本技术适用于必须采用脱硝、除尘和脱硫技术实现稳定达标排放的喷雾干燥塔大气污染治理，其中，袋式除尘前可选配旋风除尘，湿法脱硫后可选配喷淋除尘。

喷雾干燥塔热风炉SNCR脱硝+喷雾干燥塔烟气袋式除尘+湿法脱硫协同除尘技术工艺流程图见图 5-7。

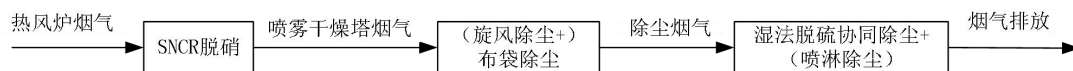


图 5-7 喷雾干燥塔热风炉 SNCR 脱硝+喷雾干燥塔烟气袋式除尘+湿法脱硫协同除尘工艺流程图

(2) 喷雾干燥塔烟气袋式除尘+湿法脱硫协同除尘技术

本技术适用于不采用脱硝技术、且必须采用除尘和脱硫技术才可实现稳定达标排放的喷雾干燥塔大气污染治理，通常是针对热风炉排烟温度一般不大于 $720\text{ }^{\circ}\text{C}$ 的喷雾干燥塔。喷雾干燥塔烟气经袋式除尘和湿法脱硫后排放，其中，袋式除尘前可选配旋风除尘，湿法脱硫后可选配喷淋除尘。

喷雾干燥塔烟气袋式除尘+湿法脱硫协同除尘技术工艺流程图见图 5-8。

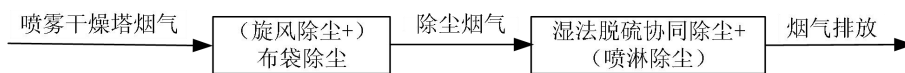


图 5-8 喷雾干燥塔烟气袋式除尘+湿法脱硫协同除尘技术工艺流程图

(3) 喷雾干燥塔烟气袋式除尘技术

本技术适用于只采用除尘技术即实现稳定达标的喷雾干燥塔大气污染治理，通常是针对以天然气或低硫煤为燃料的喷雾干燥塔，且其热风炉排烟温度一般不大于 $720\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。喷雾干燥塔烟气经袋式除尘和喷淋除尘后排放，其中，袋式除尘前可选配旋风除尘。除尘效率通常大于 99%。

喷雾干燥塔烟气袋式除尘技术工艺流程图见图 5-9。



图 5-9 喷雾干燥塔烟气袋式除尘治理技术工艺流程图

(4) 喷雾干燥塔烟气旋风除尘+喷淋除尘+湿式电除尘技术

本技术适用于只采用除尘技术即可实现稳定达标的喷雾干燥塔大气污染治理，通常是针对以低硫煤为燃料的喷雾干燥塔，且其热风炉排烟温度一般不大于 720℃。喷雾干燥塔烟气经旋风除尘、水喷淋除尘和湿式电除尘处理后排放，除尘效率通常大于 99%。

喷雾干燥塔烟气旋风除尘+喷淋除尘+湿式电除尘治理技术工艺流程图见图 5-10。



图 5-10 喷雾干燥塔烟气旋风除尘+喷淋除尘+湿式电除尘治理技术工艺流程图

5.5.3 窑炉-喷雾干燥塔烟气联合防治可行技术

对于陶瓷企业排放口数量有限的地区，以及出于增加湿式电除尘或半干法脱硫工艺要求等经济技术原因，需要对喷雾干燥塔烟气和窑炉烟气合并处理，该类技术的主要特征包括喷雾干燥塔烟气和窑炉烟气一般需要经过共同的脱硫装置并最终通过同一排放口排放。在联合防治系统中通常需要增设引风机，以确保窑压稳定，抵消喷雾干燥塔间歇运行对系统的负面影响。

窑炉-喷雾干燥塔烟气联合防治可行技术包括（1）喷雾干燥塔热风炉SNCR脱硝+喷雾干燥塔烟气袋式除尘+（窑炉烟气SNCR脱硝）+窑炉烟气与喷雾干燥塔烟气湿法脱硫协同除尘技术、（2）喷雾干燥塔热风炉SNCR脱硝+喷雾干燥塔烟气袋式除尘+窑炉烟气SNCR脱硝+窑炉烟气与喷雾干燥塔烟气湿法脱硫协同除尘技术+湿式电除尘和（3）喷雾干燥塔热风炉SNCR脱硝+喷雾干燥塔烟气旋风除尘+（窑炉烟气SNCR脱硝）+窑炉烟气与喷雾干燥塔烟气循环流化床半干法脱硫协同除尘技术。企业可根据集中排放口的NO_x排放浓度确定是否对喷雾干燥塔热风炉烟气或窑炉烟气进行SNCR脱硝处理。

5.6 废水治理可行技术

5.6.1 废水治理路线

陶瓷厂应提高生产废水的回用率，在达到废水回用的同时还可以回收原材料，具有明显的环境和经济效益。陶瓷制品制造业宜根据不同生产工段的排水水质特征，采用分质处理方法，一方面可以更具针对性地选择处理工艺，在减少处理难度的同时确保原材料能回收利用；另一方面更有利于经处理的废水可循环利用。

5.6.2 废水分类处理和循环利用技术

(1) 含泥和含釉废水处理技术

陶瓷厂含泥废水和含釉废水一般采用絮凝沉淀和压滤处理工艺，使泥水分离，泥饼回用做坯料，处理后的清水回用可做坯料球磨用水和滤布清洗用水。压滤处理可提高含泥废水处理效率，利于泥和水有效分离。

(2) 陶瓷砖抛光车间废水治理技术

陶瓷砖抛光车间废水一般采用絮凝沉淀和压滤处理工艺，使抛光废渣与水分离，抛光废渣泥饼可部分回用做坯料，处理后的清水回用做抛光工序工艺水。

(3) 脱硫废水治理技术

建筑陶瓷企业湿法脱硫废水一般采用絮凝沉淀和压滤处理工艺，处理后的废水可用作生料球磨用水。

5.7 固体废物防治可行技术

陶瓷制品制造业产生的固体废物应优先采用有利于资源化利用的处理方法，再采用适当的处置方法，避免二次污染。

5.7.1 资源化利用技术

废砖、废瓷、废泥、废坯、废釉料等经分类收集处理后可回用。陶瓷厂生产废水处理站污泥可重回到原料制备系统重新得到利用。脱硫固废可用作内墙砖和仿古砖原料。陶瓷砖抛光废水处理的废渣泥经压榨后外运，可用作制造透水砖和园林陶瓷。外排的废渣泥主要可用作制造轻质陶瓷砖、板和陶粒等的原料。废石膏模具主要作水泥缓凝剂，也可由石膏模具厂回收利用。废匣钵、棚板等窑具和废耐火材料可由相应生产行业回收利用。

5.7.2 安全处置措施

陶瓷制品制造企业使用油墨和有机溶剂进行丝网印刷过程中产生的废物、煤气生产过程中煤气冷凝产生的煤焦油等属于《国家危险废物名录》所列的危险废物或根据国家规定的危险废物鉴别标准和鉴别方法认定的具有危险特性的固体废物，危险废物的储存、转移和处置应按照国家有关规定和标准进行安全处置。无法进行资源化利用的一般固体废物，应按照GB 18599处置。

5.8 噪声污染防治可行技术

陶瓷制品制造企业主要的降噪措施包括：由振动、摩擦和撞击等引起的机械噪声通常采取减振和隔声措施，如对设备加装减振垫、隔声罩等，也可将某些设备传动的硬件连接改为软件连接；车间内可采取吸声和隔声等降噪措施；对于空气动力性噪声，通常采取安装消声器的措施。

5.9 环境管理措施

环境管理措施是为实现污染物有效预防和控制而采取的管理方法和措施，主要是针对生产及污染治理设施采用运行维护及岗位培训等非工程方法措施。环境管理措施重在制度建设和制度的执行，贯穿环境污染防治全过程。企业应建立健全环境保护责任制度、环境治理工程项目管理制度、污染治理设施运行管理制度、环境管理台账建立及记录制度、排污许可执行报告制度、无组织控制措施管理制度、自行监测管理制度、非正常情况管理制度和培训制度等。

6 实施本标准的成本-效益分析

6.1 经济成本

本标准确定的可行技术，具有良好的经济性。一是对于采用可塑成型或注浆成型的陶瓷制品制造业，目前已经基本采用了天然气、液化石油气和焦炉煤气等能源作为污染预防技术，不会增加行业在能源和环保方面的成本，从全国用能安全方面不增加对气源的新压力。二是采用干压成型生产的建筑陶瓷制品制造业通过采用低硫燃料和降低热风炉温度等预防技术，可有效降低 SO₂ 和 NO_x 生成，节省脱硫和脱硝成本。三是在治理技术方面的，大气污染治理设施的投资和运行费用与产品品种、生产能力、烟气量、技术装备水平等密切相关，对于日产 1 万平方米的干压成型的建筑陶瓷制造企业，达标排放的环保设施投资一般在 500 万元～800 万元之间，增加的运行成本为约 0.2 元/m²～1.0 元/m²。

6.2 环境效益

本标准所规定的达标可行技术，可覆盖陶瓷制品制造业大部分生产企业，为地方生态环境部门核发排污许可证提供支撑。通过实施本标准，生产企业可以正确选择污染防治可行技术，有利于从源头上减少污染物的产生，同时，可指导企业选择可行的治理技术，避免盲目无效投资，有效降低运行成本。本标准提出的治理技术运行参数和效果，为企业环保治理设施升级改造提供参考，为进一步降低陶瓷行业污染排放量具有重要参考作用。

7 对实施本标准的建议

针对本标准实施提出如下建议：

(1) 本标准发布后，应面向环保部门相关工作人员、企业环保人员就标准的主要内容开展培训和宣贯工作。

(2) 本标准确定的污染防治可行技术仅为现阶段的可行技术，标准发布后在鼓励行业采用本标准可行技术的同时，也应鼓励采用国内外其他先进污染防治技术及借鉴其他行业成熟可靠的技术，并应根据 GB 25464 的修订及技术进步适时对本标准进行修订。