

# 中华人民共和国国家环境保护标准

HJ2304-2018

---

## 陶瓷工业污染防治可行技术指南

**Guideline on available technologies of pollution prevention  
and control for ceramics manufacturing industry**

(发布稿)

本电子版为发布稿，请以中国环境出版集团出版的正式标准文本为准

2018-12-29发布

2019-03-01实施

---

生 态 环 境 部      发布

目 次

前 言.....ii

1 适用范围.....1

2 规范性引用文件.....1

3 术语和定义.....1

4 行业生产与污染物的产生.....2

5 污染防治可行技术.....3

附录 A（资料性附录）陶瓷生产工艺流程及主要产污节点.....16

附录 B（资料性附录）陶瓷工业窑炉和喷雾干燥塔烟气污染物初始排放浓度常见范围.....17

附录 C（资料性附录）陶瓷工业烟气治理技术工艺流程.....18

## 前 言

为贯彻《中华人民共和国环境保护法》《中华人民共和国大气污染防治法》和《中华人民共和国水污染防治法》等法律，防治环境污染，改善环境质量，推动陶瓷工业污染防治技术进步，制定本标准。

本标准提出了陶瓷工业废气、废水、固体废物和噪声污染防治可行技术。

本标准为首次发布。

本标准的附录 A~附录 C 为资料性附录。

本标准由生态环境部科技与财务司、法规与标准司组织制订。

本标准起草单位：建筑材料工业技术情报研究所、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。

本标准由生态环境部 2018 年 12 月 29 日批准。

本标准自 2019 年 03 月 01 日起实施。

本标准由生态环境部解释。

# 陶瓷工业污染防治可行技术指南

## 1 适用范围

本标准提出了陶瓷工业企业废气、废水、固体废物和噪声污染防治可行技术。

本标准可作为陶瓷工业企业建设项目环境影响评价、国家污染物排放标准制修订、排污许可管理和污染防治技术选择的参考。

## 2 规范性引用文件

本标准内容引用了下列文件或其中的条款。凡是不注明日期的引用文件，其有效版本适用于本标准。

GB 18599 一般工业固体废物贮存、处置场污染控制标准

GB 25464-2010 陶瓷工业污染物排放标准

《陶瓷工业污染物排放标准》（GB 25464-2010）修改单（环境保护部公告2014年第83号）

《国家危险废物名录》（环境保护部 第39号）

## 3 术语和定义

下列术语和定义适用于本标准。

### 3.1 陶瓷工业 ceramics manufacturing industry

指原料经过制备、成形、烧成等过程而制成各种陶瓷制品的工业，其制品主要包括建筑陶瓷、卫生陶瓷、日用及陈设艺术瓷和特种陶瓷等。

### 3.2 建筑陶瓷 building ceramics

指用于建筑物饰面、构件与保护建筑物、构筑物的板状或块状陶瓷制品。

### 3.3 卫生陶瓷 ceramic sanitaryware

指用于卫生设施的有釉陶瓷制品。

### 3.4 日用及陈设艺术瓷 tableware and ornamentalware (household ceramics)

指供日常生活使用或具有艺术欣赏和珍藏价值的各类陶瓷制品。

### 3.5 特种陶瓷 industrial ceramics

指用于工业等部门的陶瓷材料总称，主要包括电工陶瓷和化工陶瓷等。

### 3.6 污染防治可行技术 available techniques of pollution prevention and control

根据我国一定时期内环境需求和经济水平，在污染防治过程中综合采用污染预防技术、污染治理技术和环境管理措施，使污染物排放稳定达到国家陶瓷工业污染物排放标准、规模应用的技术。

### 3.7 标准状态 standard condition

指温度为273.15 K，压力为101325 Pa时的状态。本标准涉及的大气污染物浓度，如无特别说明，均以标准状态下的干烟气、氧含量18%为基准。

## 4 行业生产与污染物的产生

### 4.1 生产工艺

4.1.1 陶瓷生产工艺过程主要包括原料制备、成形、烧成和后加工等工序。常见的成形工艺包括干压成形、可塑成形和注浆成形。干压成形的建筑陶瓷后加工工序包括烧成后制品切割、磨边和表面抛光。

4.1.2 陶瓷生产原料主要包括长石类、石英类和黏土类矿物原料，以及少量钙镁质等矿物原料和化工原料。

4.1.3 建筑陶瓷生产用能源种类主要包括发生炉煤气、水煤浆、煤粉和天然气，其他陶瓷生产用能源种类主要包括天然气、液化石油气和电能。

### 4.2 污染物的产生

4.2.1 陶瓷生产过程中，烧成工序窑炉、烤花工序窑炉和喷雾干燥工序喷雾干燥塔产生烟气污染物，湿法备料和成形工序产生无组织排放；湿法备料、喷雾干燥、后加工等工序产生生产废水；全工艺流程均产生固体废物和噪声。典型生产流程和主要产污环节见附录 A。

4.2.2 烧成和烤花过程中辊道窑、隧道窑和梭式窑等陶瓷工业窑炉排放窑炉烟气，产生的大气污染物主要包括颗粒物、二氧化硫（SO<sub>2</sub>）、氮氧化物（NO<sub>x</sub>）、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；建筑陶瓷和特种陶瓷工业喷雾干燥过程中排放喷雾干燥塔烟气，产生的大气污染物主要包括颗粒物、SO<sub>2</sub>和NO<sub>x</sub>。窑炉烟气和喷雾干燥塔烟气污染物中的颗粒物、SO<sub>2</sub>和NO<sub>x</sub>初始排放浓度常见范围见附录 B。

4.2.3 陶瓷生产过程中的无组织排放主要来源包括原料制备和成形工序。采用干压成形的建筑陶瓷工业企业的无组织排放主要来源还包括粉料制备工序和干法切割、磨边及表面抛光等后加工工序。

4.2.4 陶瓷生产废水主要包括原料制备工序产生的含泥废水和含釉废水。建筑陶瓷生产废水还包括陶瓷砖后加工废水和脱硫废水。陶瓷生产废水污染物主要包括悬浮物（SS）、化学需氧量（COD<sub>Cr</sub>）、五日生化需氧量（BOD<sub>5</sub>）、氨氮和石油类等。

4.2.5 陶瓷生产过程产生的一般固体废物主要包括原料制备等工序产生的废泥、废釉料和煤灰渣，成形工序产生的废坯和废石膏模具，烧成工序产生的废耐火材料和废窑具，烧成和后加工工序产生的抛光废渣、废砖和废瓷，以及烟气脱硫设施产生的脱硫固废。陶瓷生产过程产生的危险废物主要包括使用油墨和有机溶剂过程中产生的废物、煤气生产过程中产生的煤焦油和含酚废水。

4.2.6 陶瓷生产过程产生的噪声主要来源于运转的设备设施，包括物料破碎设备、球磨机、窑炉风机

和空压机。建筑陶瓷生产过程产生的噪声来源还包括干压成形工序的压机和后加工工序的磨边机和抛光机。

## 5 污染防治可行技术

### 5.1 污染预防技术

#### 5.1.1 窑炉大气污染预防技术

##### 5.1.1.1 原料控制技术

选用低氟化物、低氯化物和低硫化物含量的原料，以及控制坯料和釉料中铅、镉等重金属含量，可降低窑炉烟气中氟化物、氯化物和重金属及其化合物的初始排放浓度，一般可使窑炉烟气中氟化物和氯化物的初始排放浓度分别不超过  $3.0 \text{ mg/m}^3$  和  $15 \text{ mg/m}^3$ ，铅及其化合物、镉及其化合物、镍及其化合物的初始排放浓度分别不超过  $1.0 \text{ mg/m}^3$ 、 $0.05 \text{ mg/m}^3$  和  $0.2 \text{ mg/m}^3$ 。

##### 5.1.1.2 清洁能源技术

在满足生产工艺要求和保障气源供应的前提下，窑炉燃料采用天然气、煤层气、焦炉煤气或液化石油气，可降低窑炉烟气中颗粒物和  $\text{SO}_2$  初始产生浓度。适用于可塑成形和注浆成形的陶瓷工业窑炉，可使窑炉烟气中颗粒物和  $\text{SO}_2$  初始产生浓度通常分别不超过  $20 \text{ mg/m}^3$  和  $50 \text{ mg/m}^3$ 。

采用电能代替化石燃料作为窑炉能源，可避免因燃料燃烧造成的窑炉大气污染物排放，但不能避免陶瓷制品烧成或烤花过程中原材料造成的大气污染物排放。在满足生产工艺要求和经济合理的前提下，电窑适用于素烧或釉烧用小型辊道窑和小型网带窑、小型烤花窑和容积通常不超过  $2 \text{ m}^3$  的小型梭式窑。

##### 5.1.1.3 窑炉烧成制度优化技术

窑炉烧成制度是为烧成合格的陶瓷制品和达到最佳烧成效果，对窑内温度、气氛和压力操作参数的规定。通过优化烧成制度，可使窑炉烟气  $\text{NO}_x$  初始排放浓度通常不超过  $100 \text{ mg/m}^3$ ，并可控制氟化物和硫化物的排放。适用于陶瓷制品烧成工序。

##### 5.1.1.4 窑炉节能技术

通过优化窑体结构、强化窑体保温性能、采用轻型化窑车和窑具、采用高效燃烧系统以及提高自动化控制水平等途径，提高窑炉热效率，降低单位产品能源消耗量。

##### 5.1.1.5 窑炉烟气余热利用技术

窑炉烟气余热主要包括从窑头排出的烟气余热和从窑炉冷却带排出的热风余热，可用于包括生坯干燥等在内的用热环节。利用窑炉排出的烟气余热可节能  $6\% \sim 8\%$ ，利用窑炉冷却带排出的热风余热可节能  $5\% \sim 10\%$ 。

#### 5.1.2 喷雾干燥塔热风炉大气污染预防技术

#### 5.1.2.1 低硫燃料技术

喷雾干燥塔热风炉低硫燃料包括低硫煤和天然气等低硫气态燃料，低硫煤的空气干燥基全硫含量一般不超过 0.5%。当热风炉采用天然气为燃料时，喷雾干燥塔热烟气中  $\text{SO}_2$  初始排放浓度通常不超过  $50 \text{ mg/m}^3$ 。

#### 5.1.2.2 煤基燃料高温固硫技术

喷雾干燥塔煤基燃料热风炉采用钙基固硫剂伴烧进行烟气预脱硫，钙硫比（摩尔比）一般约为 1:1，采用低硫煤技术和高温固硫技术，喷雾干燥塔烟气  $\text{SO}_2$  初始排放浓度通常不超过  $50 \text{ mg/m}^3$ 。适用于煤基燃料的喷雾干燥塔热风炉。

#### 5.1.2.3 低氮燃烧技术

通过控制喷雾干燥塔热风炉排烟出口温度和控制燃料与空气混合比例等参数，通常可使喷雾干燥塔烟气中  $\text{NO}_x$  初始排放浓度不超过  $150 \text{ mg/m}^3$ 。控制排烟出口温度一般不超过  $720^\circ\text{C}$  条件下，煤粉链条式热风炉低氮燃烧技术和燃气热风炉低氮燃烧技术，可使  $\text{NO}_x$  初始排放浓度通常不超过  $100 \text{ mg/m}^3$ 。煤粉链条式热风炉低氮燃烧技术存在煤炭燃烧不充分的问题，适合于周边有能大宗利用煤渣的循环经济产业链的陶瓷工业企业。

### 5.1.3 生产废水污染防治技术

#### 5.1.3.1 生产废水循环利用

含泥废水、含釉废水、湿法脱硫废水和后加工废水经分类收集、絮凝沉淀处理后可循环利用，处理后的废水主要用途包括原料制备用水、湿法脱硫用水、后加工用水和车间冲洗用水。通过废水循环利用，建筑陶瓷工业企业生产废水可全部回用且可基本不外排，卫生陶瓷工业企业生产废水回用率不低于 90%，日用及陈设艺术瓷工业企业生产废水回用率不低于 50%。

#### 5.1.3.2 球磨工序废水直接回用

球磨工序废水经分类回收、就地储存后可直接回用于球磨工序，可避免与其他种类生产废水混合，缩短生产废水处理流程。该技术可减少球磨工序新鲜水用量约 30%~50%。适合于场地工艺布置条件允许的坯料或釉料球磨工序。

## 5.2 污染治理技术

### 5.2.1 大气污染治理技术

#### 5.2.1.1 一般要求

a) 陶瓷工业企业应根据大气污染物初始排放浓度和排放限值选择烟气治理技术，在治理技术运行过程中宜根据排放要求合理调整治理效率。

b) 干压成形的建筑陶瓷和干压成形的特种陶瓷采用辊道窑烧成过程中产生的窑炉烟气应进行除尘

和脱硫治理，喷雾干燥塔烟气应进行除尘治理。

c) 湿法脱硫系统的脱硫浆液循环泵、工艺水泵和脱硝系统的还原剂输送泵等易损设备应有备用。

d) 安装有大气污染物自动监测系统的企业，烟气脱硫和脱硝设施的运行控制系统宜能根据排放口大气污染物自动监测数据做出及时调整。

### 5.2.1.2 颗粒物污染治理技术

#### a) 袋式除尘技术

适用于陶瓷原料制备、干压成形、修坯和后加工等工序产生的颗粒物以及喷雾干燥塔烟气中颗粒物的捕集。因喷雾干燥塔烟气具有含湿量较大、有腐蚀性、启塔和洗塔操作过程中温度波动范围大（80～250℃）、高浓度颗粒物（8000～12000 mg/m<sup>3</sup>）对滤料磨损大等特点，袋式除尘器宜选用耐酸、耐腐蚀、耐磨损及经防水处理的滤料。喷雾干燥塔烟气颗粒物治理用袋式除尘器有以下特点：运行温度通常小于250℃，且根据夏冬季以及南北方差异，一般高于烟气露点温度10℃或15℃以上；当采用化纤滤料时，过滤风速一般为0.8～1.0 m/min，除尘器的系统阻力通常小于1500 Pa，除尘器出口颗粒物浓度通常小于20 mg/m<sup>3</sup>。

#### b) 湿式电除尘技术

适用于湿法脱硫系统或喷淋除尘系统后的烟气深度治理，具有协同脱除SO<sub>3</sub>和气溶胶的作用。湿式电除尘器内部应具备良好的防腐蚀措施。入口颗粒物浓度一般宜控制在30～60 mg/m<sup>3</sup>，出口颗粒物排放浓度通常小于10 mg/m<sup>3</sup>。

#### c) 其他除尘技术

其他除尘技术包括旋风除尘、水膜除尘和喷淋除尘技术。旋风除尘可用于喷雾干燥塔烟气初级除尘以回收大颗粒物料，水膜除尘技术适用于卫生陶瓷、日用及陈设艺术瓷喷釉工序颗粒物治理，喷淋除尘技术通常用于湿法脱硫处理后对排放前的烟气降尘。

### 5.2.1.3 烟气脱硫技术

#### a) 石灰-石膏湿法脱硫技术

适用于陶瓷工业喷雾干燥塔烟气和连续性生产的窑炉烟气SO<sub>2</sub>治理。陶瓷工业石灰-石膏法脱硫技术的主要特点为：当烟气在脱硫装置中的停留时间大于4 s、钙硫比（摩尔比）在1.0～1.1、系统阻力小于1200 Pa的条件下，脱硫效率一般不小于95%，出口SO<sub>2</sub>浓度通常不超过20 mg/m<sup>3</sup>，对颗粒物、氯化物、氟化物和重金属及其化合物有协同治理效果，出口颗粒物浓度通常不超过30 mg/m<sup>3</sup>。

#### b) 钠碱法湿法脱硫技术

适用于窑炉烟气和喷雾干燥塔烟气SO<sub>2</sub>治理。脱硫剂通常采用纯碱或烧碱。当吸收液pH值在6～7之间和烟气停留时间大于4 s的条件下，脱硫效率通常不小于95%，出口SO<sub>2</sub>浓度通常不超过20 mg/m<sup>3</sup>，对颗粒物、氯化物、氟化物和重金属及其化合物有协同治理效果，出口颗粒物浓度通常不超过30 mg/m<sup>3</sup>。含钠盐的脱硫废水可适度加入到生料球磨机进行利用，但存在运行维护成本较高、浆液池占地面积大等问题。

#### c) 烟气循环流化床半干法脱硫技术



适用于窑炉烟气和喷雾干燥塔烟气联合治理组合技术，具有能协同除尘和无废水产生等特点。烟气循环流化床半干法脱硫系统应配置袋式除尘装置。陶瓷工业烟气循环流化床半干法脱硫技术的主要特点为：入口烟气温度一般控制在 160℃ 以下，当吸收塔内烟气流速在 4~6 m/s、袋式除尘器过滤风速小于 0.8 m/min 的条件下，脱硫效率可达 80%~95%，出口 SO<sub>2</sub> 浓度通常不超过 20 mg/m<sup>3</sup>，出口颗粒物浓度通常不超过 20 mg/m<sup>3</sup>，对氯化物、氟化物和重金属及其化合物有协同治理效果。

#### 5.2.1.4 氮氧化物治理技术

选择性非催化还原（SNCR）脱硝技术主要适用于喷雾干燥塔配备的热风炉烟气 NO<sub>x</sub> 治理。喷雾干燥塔 SNCR 脱硝效率通常大于 50%，出口 NO<sub>x</sub> 浓度通常不超过 100 mg/m<sup>3</sup>。脱硝还原剂对陶瓷产品和窑炉有负面影响，如对窑炉烟气进行 NO<sub>x</sub> 治理，宜将烟气引出到窑外进行脱硝。

#### 5.2.1.5 窑炉烟气治理组合技术

##### a) 窑炉烟气湿法脱硫（石灰-石膏法或钠碱法）协同除尘技术

适用于不采用脱硝技术即可实现稳定达标排放的陶瓷工业窑炉烟气治理。窑炉烟气经湿法脱硫后排放，湿法脱硫后可选配喷淋除尘。脱硫效率通常不小于 95%，除尘效率通常不小于 50%，对氯化物、氟化物和重金属及其化合物有协同治理效果。

##### b) 窑炉烟气湿法多污染物协同控制技术

适用于以发生炉煤气为燃料的陶瓷工业窑炉烟气治理。窑炉烟气在吸收设备中与含有钙基脱硫剂和尿素等成分的复合吸收剂浆液发生作用，去除 SO<sub>2</sub>、NO<sub>x</sub> 等污染物后排放。湿法多污染物协同控制技术的特点是：当液气比不小于 3 L/m<sup>3</sup>、吸收液 pH 值在 6~7 之间和烟气停留时间不小于 4 s 的条件下，脱硝效率通常大于 50%，脱硫效率一般不小于 95%，对颗粒物、氯化物、氟化物和重金属及其化合物有协同治理效果。

#### 5.2.1.6 喷雾干燥塔烟气治理组合技术

a) 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（石灰-石膏法或钠碱法）协同除尘组合技术

适用于必须采用脱硝、脱硫和除尘技术才可实现稳定达标排放的喷雾干燥塔烟气治理，喷雾干燥塔配备的热风炉采用水煤浆或发生炉煤气为燃料。喷雾干燥塔热风炉烟气经 SNCR 脱硝，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。出口颗粒物浓度通常在 15~30 mg/m<sup>3</sup> 之间，出口 SO<sub>2</sub> 浓度通常不超过 20 mg/m<sup>3</sup>，出口 NO<sub>x</sub> 排放浓度通常在 60~100 mg/m<sup>3</sup> 之间。

##### b) 喷雾干燥塔烟气袋式除尘+湿法脱硫（石灰-石膏法或钠碱法）协同除尘组合技术

适用于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烟气治理，喷雾干燥塔配备的热风炉采用水煤浆或发生炉煤气为燃料，且热风炉采用低氮燃烧技术等大气污染防治技术。喷雾干燥塔烟气经袋式除尘和湿法脱硫后排放。袋式除尘前可选配旋风除尘，湿法脱硫后可选配喷淋除尘。出口颗粒物浓度通常在 15~30 mg/m<sup>3</sup> 之间，出口 SO<sub>2</sub> 浓度通常不超过 20 mg/m<sup>3</sup>。

c) 喷雾干燥塔烟气袋式除尘+喷淋除尘组合技术

适用于只采用除尘技术即可实现稳定达标排放的喷雾干燥塔烟气治理,喷雾干燥塔配备的热风炉采用天然气为燃料或链条式热风炉采用低硫煤煤粉为燃料,且热风炉采用低氮燃烧技术等大气污染预防技术。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。出口颗粒物浓度通常在 $15\sim 30\text{ mg/m}^3$ 之间。

d) 喷雾干燥塔烟气旋风除尘+喷淋除尘+湿式电除尘组合技术

适用于只采用除尘技术即可实现稳定达标排放的喷雾干燥塔烟气治理,喷雾干燥塔配备的链条式热风炉采用低硫煤煤粉为燃料,且热风炉采用低氮燃烧技术等大气污染预防技术。喷雾干燥塔烟气经旋风除尘、喷淋除尘和湿式电除尘处理后排放,出口颗粒物浓度通常在 $10\sim 25\text{ mg/m}^3$ 之间。

### 5.2.1.7 窑炉烟气和喷雾干燥塔烟气联合治理组合技术

当大气污染排放口数量受限制、需要采用循环流化床半干法脱硫和需要共用包括湿法脱硫设施、湿式电除尘环保设施情况下,有喷雾干燥工序的建筑陶瓷和有喷雾干燥工序的特种陶瓷工业企业可采用窑炉烟气和喷雾干燥塔烟气联合治理组合技术。采用低氮燃烧的喷雾干燥塔热风炉可不配SNCR脱硝治理设施。

a) 喷雾干燥塔热风炉SNCR脱硝+喷雾干燥塔烟气袋式除尘+窑炉烟气与喷雾干燥塔烟气湿法脱硫(石灰-石膏法或钠碱法)协同除尘组合技术

适用于窑炉烟气和喷雾干燥塔烟气集中排放的陶瓷工业企业烟气治理。喷雾干燥塔热风炉烟气经SNCR脱硝,喷雾干燥塔烟气经袋式除尘,喷雾干燥塔烟气和窑炉烟气进行集中湿法脱硫后排放。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。出口颗粒物浓度通常在 $15\sim 30\text{ mg/m}^3$ 之间,出口 $\text{SO}_2$ 浓度通常不超过 $20\text{ mg/m}^3$ ,出口 $\text{NO}_x$ 排放浓度通常在 $60\sim 100\text{ mg/m}^3$ 之间,对氯化物、氟化物和重金属及其化合物有协同治理效果。该技术的工艺流程图见附录图 C.1。

b) 喷雾干燥塔热风炉SNCR脱硝+喷雾干燥塔烟气袋式除尘+窑炉烟气与喷雾干燥塔烟气湿法脱硫(石灰-石膏法或钠碱法)协同除尘技术+湿式电除尘组合技术

适用于窑炉烟气和喷雾干燥塔烟气集中排放的陶瓷工业企业烟气治理,通常是为共用湿法脱硫设施和湿式电除尘设施以达到颗粒物深度减排。喷雾干燥塔热风炉烟气经SNCR脱硝,喷雾干燥塔烟气经袋式除尘,喷雾干燥塔烟气和窑炉烟气进行集中湿法脱硫和湿式电除尘后排放。其中喷雾干燥塔烟气袋式除尘前可选配旋风除尘。出口颗粒物浓度通常不超过 $10\text{ mg/m}^3$ ,出口 $\text{SO}_2$ 浓度通常不超过 $20\text{ mg/m}^3$ ,出口 $\text{NO}_x$ 排放浓度通常在 $60\sim 100\text{ mg/m}^3$ 之间,对氯化物、氟化物和重金属及其化合物有协同治理效果。该技术的工艺流程图见附录图 C.2。

c) 喷雾干燥塔热风炉SNCR脱硝+喷雾干燥塔烟气旋风除尘+窑炉烟气与喷雾干燥塔烟气循环流化床半干法脱硫协同除尘组合技术

适用于采用循环流化床半干法脱硫的陶瓷工业企业烟气治理。喷雾干燥塔热风炉烟气经SNCR脱硝,喷雾干燥塔烟气经旋风除尘,喷雾干燥塔烟气和窑炉烟气集中进行循环流化床半干法脱硫和袋式除尘。其中旋风除尘与半干法脱硫之间可选配袋式除尘。出口颗粒物浓度通常在 $10\sim 20\text{ mg/m}^3$ 之间,出口 $\text{SO}_2$ 浓度通常不超过 $20\text{ mg/m}^3$ ,出口 $\text{NO}_x$ 排放浓度通常在 $60\sim 100\text{ mg/m}^3$ 之间,对氯化物、氟化物和重金

属及其化合物有协同治理效果。该技术的工艺流程图见附录图 C.3。

## 5.2.2 水污染治理技术

### 5.2.2.1 一般要求

a) 陶瓷工业企业宜分别收集、分质处理和循环利用生产废水。

b) 有条件的企业宜设置集中废水处理站，废水处理技术一般采用絮凝沉淀和压滤处理工艺，经处理的废水可循环利用，沉淀物经压滤脱水后可回收利用。

### 5.2.2.2 含泥和含釉废水处理技术

陶瓷工业企业含泥废水和含釉废水宜分类回收，适当就地回用或采用絮凝沉淀处理工艺，沉淀物经压滤脱水后回收利用，废水经处理后可循环利用。

### 5.2.2.3 陶瓷砖后加工废水治理技术

陶瓷砖后加工废水一般采用絮凝沉淀处理工艺，沉淀物经压滤脱水后回收利用，废水经处理后可循环利用。

### 5.2.2.4 脱硫废水治理技术

湿法脱硫废水可进入集中废水处理站处理，处理后的废水可循环利用。

## 5.2.3 固体废物综合利用和处置技术

### 5.2.3.1 资源化利用技术

a) 废泥、废坯、废釉料、废砖、废瓷经分类收集处理后利用。

b) 生产废水处理站沉淀物经压滤脱水后可回到原料制备系统利用。

c) 外排废瓷可用于生产发泡陶瓷、透水砖等陶瓷制品。

d) 废匣钵、棚板等窑具和废耐火材料可由相应材料的供应或使用企业回收利用。

e) 废石膏模具主要用作水泥缓凝剂或制作石膏板。

f) 煤灰渣主要用于生产烧结砖、蒸压砖及加气混凝土砌块。

g) 建筑陶瓷砖抛光等后加工废渣泥可用作发泡陶瓷、轻质陶瓷砖和陶粒等生产原料。

### 5.2.3.2 安全处置措施

a) 陶瓷工业企业使用油墨和有机溶剂过程中产生的废物和煤气生产过程中产生的煤焦油等属于《国家危险废物名录》所列危险废物以及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，陶瓷工业企业必须按照国家有关规定处置危险废物；逾期不处置或者处置不符合国家有关规定的，应委托有相关资质的单位进行处置，贮存、转移和处置应满足国家有关危险废物的管理规定。

b) 无法进行资源化利用的一般固体废物的贮存和处置，应满足 GB 18599的相关规定的要求。

## 5.2.4 噪声治理技术

企业规划布局宜使主要噪声源远离厂界和噪声敏感点。陶瓷工业企业主要的降噪措施包括减振、隔声和消声。

### 5.3 环境管理措施

#### 5.3.1 环境管理制度

5.3.1.1 陶瓷工业企业应建立和有效运行环境管理体系。

5.3.1.2 陶瓷工业企业应建立、健全和落实环境管理制度，主要包括环境保护责任制度、污染治理设施运行维护及岗位培训制度、无组织排放控制措施管理制度、非正常情况管理制度、自行监测管理制度、环境管理台账及记录制度和排污许可证执行报告制度。

5.3.1.3 陶瓷工业企业应建立和完善非正常情况管理预案，对烤窑升温 and 停窑降温作业、喷雾干燥塔启塔和洗塔作业、煤气发生炉生炉和停炉作业、重大生产工艺参数调整、窑炉等关键生产设施维护、环保设施检修维护等造成的不正常排放进行有效管理和预防。

5.3.1.4 陶瓷工业企业应加强环境管理能力建设，建立健全污染治理设施岗位培训管理制度，对环境管理负责人、生产技术人员和污染治理设施操作人员开展有效培训。

#### 5.3.2 无组织排放控制措施

5.3.2.1 原料料场应设置挡尘设施，宜采取水雾喷淋等抑尘措施。

5.3.2.2 易排放散粉尘的加料点、卸料点及物料的转运点，应设置密闭罩或其他形式的有效集尘罩，并配备除尘设施。

5.3.2.3 建筑陶瓷干压成形设备及其相对应的辊扫台、翻坯机等配套设备应配备除尘设施，干压成形工序粉尘浓度应符合有关职业卫生的要求。

5.3.2.4 后加工工序宜采用湿法作业，采用干法作业的后加工工序应配备除尘设施。

5.3.2.5 厂区内的场地和道路应硬化，保持清洁。

5.3.2.6 入厂散装物料运输车辆应采取车厢遮盖措施，工厂内部宜设置洗车台对出厂运输车辆进行清洗。

5.3.2.7 有排塑、排蜡或烤花工序的陶瓷工业企业应综合防治挥发性有机污染物（VOCs）。

#### 5.3.3 污染治理设施的运行维护

陶瓷工业企业应按照相关法律法规、标准和技术规范等要求运行和维护废气、废水污染治理设施，保证治理设施正常运行，污染物排放应符合GB 25464-2010及其修改单的要求，地方有更严格排放要求的，还应满足地方要求。

### 5.4 污染防治可行技术

#### 5.4.1 大气污染防治可行技术

大气污染防治可行技术按照烟气治理方式分为窑炉烟气和喷雾干燥塔烟气分别治理技术和联合治理技术，分别见表1和表2。除此之外，根据窑炉大气污染物初始排放浓度和排放限值要求，陶瓷工业企

业治理窑炉烟气可参考选用5.2.1.2和5.2.1.5中的技术。

#### 5.4.2 生产废水污染防治可行技术

生产废水污染防治可行技术路线见表3。

#### 5.4.3 固体废物污染防治可行技术

固体废物污染防治可行技术见5.2.3。

#### 5.4.4 噪声污染防治可行技术

噪声污染防治可行技术见表4。

表 1 大气污染防治可行技术（窑炉烟气和喷雾干燥塔烟气分别治理）

可行技术	预防技术	窑炉烟气									喷雾干燥塔烟气				技术适用条件	
		治理技术	污染物排放水平（mg/m <sup>3</sup> ）									治理技术	污染物排放水平（mg/m <sup>3</sup> ）			
			颗粒物	SO <sub>2</sub>	NO <sub>x</sub>	氯化物	氟化物	铅及其化合物	镉及其化合物	镍及其化合物	颗粒物		SO <sub>2</sub>	NO <sub>x</sub>		
可行技术1	①原料控制技术（低氟化物、低氯化物、低硫和低重金属原料）+②清洁能源技术（天然气、煤层气、焦炉煤气、石油液化气、电能）+③窑炉烟气污染预防技术	—	5~20	10~50	30~100	≤15	≤3.0	≤0.1	≤0.05	≤0.2	—	—	—	—	适用于卫生陶瓷、日用及陈设艺术瓷、非干压成形的建筑陶瓷和非干压成形的特种陶瓷工业企业，烧成工序通常采用隧道窑或梭式窑	
可行技术2	①原料控制技术（低硫原料）+②窑炉烟气污染预防技术+③喷雾干燥塔水煤浆热风炉煤基燃料高温固硫技术	湿法脱硫（石灰-石膏法或钠碱法）协同除尘技术	15~30	≤20	60~100	≤15	≤3.0	≤0.1	≤0.05	≤0.2	①喷雾干燥塔热风炉SNCR脱硝+②喷雾干燥塔烟气袋式除尘+③湿法脱硫（石灰-石膏法或钠碱法）协同除尘	15~30	≤20	50~100	适用于有喷雾干燥工序的建筑陶瓷和特种陶瓷工业企业，辊道窑采用发生炉煤气，喷雾干燥塔热风炉采用水煤浆，钠碱法运行维护成本较高	
可行技术3	①原料控制技术（低硫原料）+②窑炉烟气污染预防技术+③喷雾干燥塔水煤浆热风炉（煤基燃料高温固硫技术+低氮燃烧技术）或发生炉煤气热风炉低氮燃烧技术										①袋式除尘+②湿法脱硫（石灰-石膏法或钠碱法）协同除尘	15~30	≤20	60~150	适用于有喷雾干燥工序的建筑陶瓷和特种陶瓷工业企业，辊道窑采用发生炉煤气，喷雾干燥塔热风炉采用水煤浆或发生炉煤气，钠碱法运行维护成本较高	

续表 1

可行 技术	预防技术	窑炉烟气									喷雾干燥塔烟气				技术适用条件
		治理技术	污染物排放水平（mg/m³）								治理技术	污染物排放水平（mg/m³）			
			颗粒物	SO <sub>2</sub>	NO <sub>x</sub>	氯化物	氟化物	铅及其化合物	镉及其化合物	镍及其化合物		颗粒物	SO <sub>2</sub>	NO <sub>x</sub>	
可行 技术 4	①原料控制技术（低硫原料）+ ②窑炉烟气污染预防技术+③喷雾干燥塔天然气热风炉低氮燃烧技术	湿法脱硫（石灰-石膏法或钠碱法）协同除尘技术	15~30	≤20	60~100	≤15	≤3.0	≤0.1	≤0.05	≤0.2	①袋式除尘+②喷淋除尘	15~30	≤20	60~100	适用于有喷雾干燥工序的建筑陶瓷和特种陶瓷工业企业，辊道窑及喷雾干燥塔热风炉采用天然气
可行 技术 5	①原料控制技术（低硫原料）+ ②窑炉烟气污染预防技术+③喷雾干燥塔煤粉链条式热风炉低硫燃料技术（低硫煤）+④喷雾干燥塔煤粉链条式热风炉煤基燃料高温固硫技术+⑤喷雾干燥塔煤粉链条式热风炉低氮燃烧技术		15~30	≤20	60~100	≤15	≤3.0	≤0.1	≤0.05	≤0.2		15~30	≤20	60~100	适用于有喷雾干燥工序的建筑陶瓷和特种陶瓷工业企业，辊道窑采用天然气，喷雾干燥塔热风炉为煤粉链条炉，但存在煤渣燃不尽问题
可行 技术 6			15~30	≤20	60~100	≤15	≤3.0	≤0.1	≤0.05	≤0.2	①旋风除尘+②喷淋除尘+③湿式电除尘	10~25	≤30	50~100	

续表 2

可行 技术	预防技术	窑炉烟气									喷雾干燥塔烟气				技术适用条件
		治理技术	污染物排放水平（mg/m <sup>3</sup> ）								治理技术	污染物排放水平(mg/m <sup>3</sup> )			
			颗粒物	SO <sub>2</sub>	NO <sub>x</sub>	氯化物	氟化物	铅及其化合物	镉及其化合物	镍及其化合物		颗粒物	SO <sub>2</sub>	NO <sub>x</sub>	
可行 技术 7	①原料控制技术（低硫原料）+ ②窑炉烟气污染预防技术+③喷雾干燥塔水煤浆热风炉煤基燃料高温固硫技术	窑炉烟气湿法多污染物	15~30	≤20	50~100	≤15	≤3.0	≤0.1	≤0.05	≤0.2	①喷雾干燥塔热风炉SNCR脱硝+②喷雾干燥塔烟气袋式除尘+③湿法脱硫（石灰-石膏法或钠碱法）协同除尘	15~30	≤20	50~100	适用于有喷雾干燥工序的建筑陶瓷和特种陶瓷工业企业，辊道窑采用发生炉煤气，喷雾干燥塔热风炉采用水煤浆
可行 技术 8	①原料控制技术（低硫原料）+ ②窑炉烟气污染预防技术+③喷雾干燥塔水煤浆热风炉煤基燃料高温固硫技术+④喷雾干燥塔水煤浆热风炉低氮燃烧技术	协同控制技术	15~30	≤20	50~100	≤15	≤3.0	≤0.1	≤0.05	≤0.2	①袋式除尘+②湿法脱硫（石灰-石膏法或钠碱法）协同除尘	15~30	≤20	60~150	适用于有喷雾干燥工序的建筑陶瓷和特种陶瓷工业企业，辊道窑采用发生炉煤气，喷雾干燥塔热风炉采用水煤浆
注 1：表中所指特种陶瓷生产工艺中有喷雾干燥工序。															
注 2：表中“+”代表废气防治技术组合。															
注 3：窑炉烟气污染预防技术指：①窑炉节能技术+②窑炉烧成制度优化技术+③窑炉烟气余热利用。															
注 4：可行技术 2~可行技术 5、可行技术 7~可行技术 8，涉及喷雾干燥塔烟气除尘技术均可选配旋风除尘作为初级除尘。															
注 5：可行技术 2~可行技术 3、可行技术 6~可行技术 8，湿法脱硫（石灰-石膏法或钠碱法）协同除尘单元后可选配喷淋除尘。															



表 2 大气污染防治可行技术（窑炉烟气和喷雾干燥塔烟气联合治理）

可行技术	预防技术	窑炉-喷雾干燥塔烟气联合治理									技术适用条件
		治理技术	污染物排放水平（mg/m <sup>3</sup> ）								
			颗粒物	SO <sub>2</sub>	NO <sub>x</sub>	氯化物	氟化物	铅及其化合物	镉及其化合物	镍及其化合物	
可行技术 9	①原料控制技术（低硫原料）+②窑炉烟气污染预防技术+③喷雾干燥塔热风炉低硫燃料技术（低硫煤）+④喷雾干燥塔煤基燃料热风炉高温固硫技术	①喷雾干燥塔热风炉 SNCR 脱硝+②喷雾干燥塔烟气袋式除尘+③窑炉烟气与喷雾干燥塔烟气湿法脱硫（石灰-石膏法或钠碱法）协同除尘	15~30	≤20	50~100	≤15	≤3.0	≤0.1	≤0.05	≤0.2	适用于有喷雾干燥工序的建筑陶瓷和特种陶瓷工业企业，喷雾干燥塔热风炉采用煤基燃料，且排放口数量受限或辊道窑窑炉烟气和喷雾干燥塔烟气需共用湿法脱硫协同除尘设施
可行技术 10		①喷雾干燥塔热风炉 SNCR 脱硝+②喷雾干燥塔烟气袋式除尘+③窑炉烟气与喷雾干燥塔烟气湿法脱硫（石灰-石膏法或钠碱法）协同除尘技术+④湿式电除尘	5~10	≤20	50~100	≤15	≤3.0	≤0.1	≤0.05	≤0.2	适用于有喷雾干燥工序的建筑陶瓷和特种陶瓷工业企业，喷雾干燥塔热风炉采用煤基燃料，且需辊道窑窑炉烟气和喷雾干燥塔烟气需共用湿法脱硫和湿式电除尘设施以深度减排颗粒物；湿式电除尘器入口颗粒物浓度一般宜控制在 30~60 mg/m <sup>3</sup>
可行技术 11		①喷雾干燥塔热风炉 SNCR 脱硝+②喷雾干燥塔烟气旋风除尘+③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	10~20	≤20	50~100	≤15	≤3.0	≤0.1	≤0.05	≤0.2	适用于有喷雾干燥工序的建筑陶瓷和特种陶瓷工业企业，喷雾干燥塔热风炉采用煤基燃料，脱硫技术采用循环流化床半干法；系统控制要求高
注 1：表中所指特种陶瓷生产工艺中有喷雾干燥工序。											
注 2：表中“+”代表废气防治技术组合。											
注 3：窑炉烟气污染预防技术指①窑炉节能技术+②窑炉烧成制度优化技术+③窑炉烟气余热利用。											
注 4：采用低氮燃烧的喷雾干燥塔热风炉可不配 SNCR 脱硝治理设施。											

表 3 生产废水污染防治可行技术

单位：除 pH 值外，单位均为 mg/L

可行技术	废水种类	预防技术	治理技术	排放方式	pH 值	SS	COD <sub>Cr</sub>	BOD <sub>5</sub>	氨氮	总磷	总氮	石油类	氟化物	总锌	总钡	技术适用条件
可行技术 1	含泥废水、含釉废水	①生产废水循环利用+②球磨工序废水直接回用技术	集中处理站的废水经絮凝沉淀	治 理 后 回用，不外排	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	适用于有喷雾干燥工序的建筑陶瓷和特种陶瓷工业企业
	脱硫废水	生产废水循环利用														
	陶 瓷 砖 后 加工废水															
可行技术 2	含泥废水、含釉废水	①生产废水循环利用+②球磨工序废水直接回用技术	集中处理站的废水经絮凝沉淀	治 理 后 部 分 回 用，部 分 间 接 排 放	6~9	25~50	30~110	≤10	≤5.0	≤0.3	≤5.0	≤2.0	≤2.0	≤0.5	≤0.5	适用于卫生陶瓷、日用及陈设艺术瓷、非干压成形的建筑陶瓷和非干压成形的特种陶瓷工业企业，不适用于无坯料制备工序的企业

注 1：表中所指特种陶瓷生产工艺中有喷雾干燥工序。

注 2：表中“+”代表废水防治技术组合。

注 3：硫化物和总铜通常检不出。

表 4 噪声污染防治可行技术

分类	可行技术
球磨车间等主要噪声工序	布置位置远离厂界和噪声敏感点或独立封闭厂房。
风机、空压机等主要噪声设备	因地制宜采用设备减振、隔声房、隔声罩、消声器等降噪措施。

附录 A  
(资料性附录)

陶瓷生产工艺流程及主要产污节点

建筑陶瓷典型生产工艺流程及主要产污节点见图 A.1，日用及陈设艺术陶瓷典型生产工艺流程及主要产污节点见图 A.2，卫生陶瓷典型生产工艺流程及主要产污节点见图 A.3。

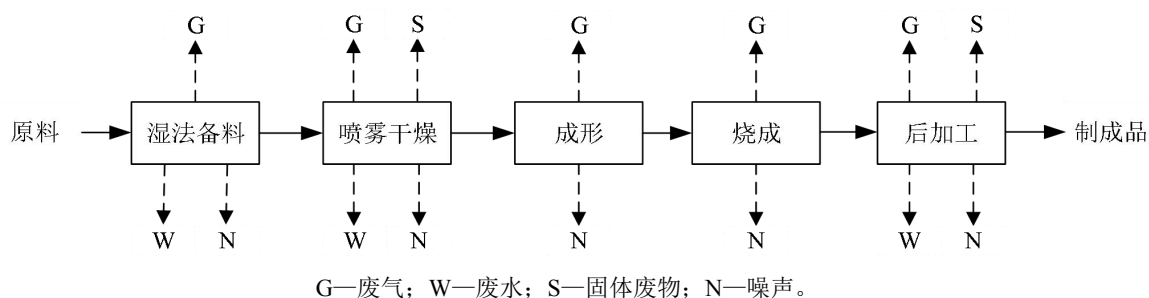


图 A.1 建筑陶瓷典型生产工艺流程及主要产污节点

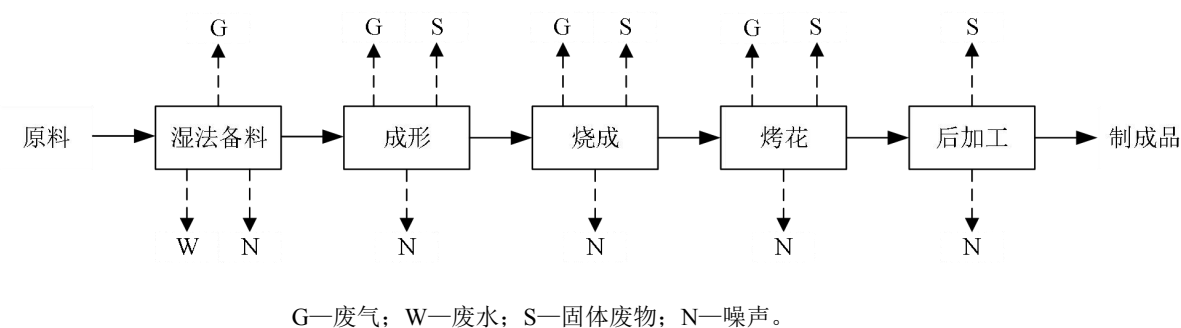


图 A.2 日用及陈设艺术陶瓷典型生产工艺过程及主要产污节点

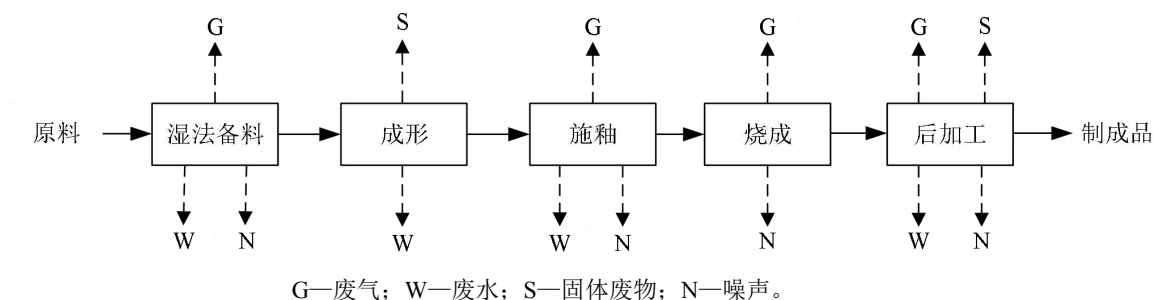


图 A.3 卫生陶瓷典型生产工艺过程及主要产污节点

附录 B  
(资料性附录)

陶瓷工业窑炉和喷雾干燥塔烟气污染物初始排放浓度常见范围

表 B.1 陶瓷工业窑炉烟气污染物初始排放浓度常见范围

单位: mg/m<sup>3</sup>

行业类别	燃料	窑型	颗粒物	SO <sub>2</sub>	NO <sub>x</sub>
有喷雾干燥工序的建筑陶瓷和有喷雾干燥工序的特种陶瓷工业企业	天然气、液化石油气、煤层气、焦炉煤气	辊道窑	50~100	50~300	90~250
	发生炉煤气	辊道窑	50~200	70~600	90~250
卫生陶瓷、日用及陈设艺术瓷、非干压成形的建筑陶瓷和非干压成形的特种陶瓷工业企业	天然气、液化石油气、煤层气、焦炉煤气	隧道窑、梭式窑、辊道窑等	5~30	10~50	30~180 (一般<100)

表 B.2 喷雾干燥塔烟气污染物初始排放浓度常见范围

单位: mg/m<sup>3</sup>

燃料	颗粒物	SO <sub>2</sub>	NO <sub>x</sub>
天然气、焦炉煤气	8000~12000	15~150 (一般<50)	90~180
水煤浆、煤粉、发生炉煤气	8000~12000	70~500 (一般<200)	90~250

附录 C  
(资料性附录)  
陶瓷工业烟气治理技术工艺流程

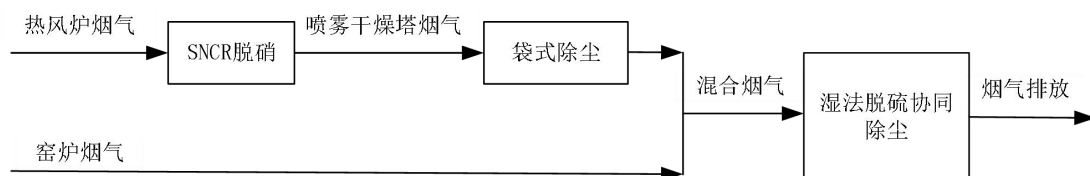


图 C.1 喷雾干燥塔热风炉 SNCR 脱硝+喷雾干燥塔烟气袋式除尘+窑炉烟气与喷雾干燥塔烟气湿法脱硫协同除尘技术工艺流程

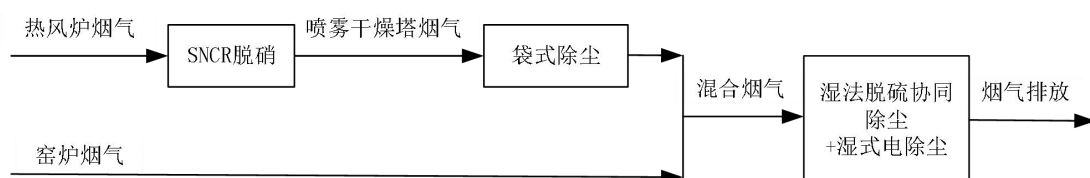


图 C.2 喷雾干燥塔热风炉 SNCR 脱硝+喷雾干燥塔烟气袋式除尘+窑炉烟气与喷雾干燥塔烟气湿法脱硫协同除尘技术+湿式电除尘工艺流程

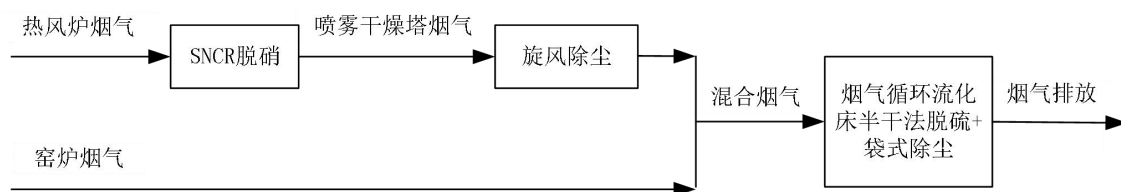


图 C.3 喷雾干燥塔热风炉 SNCR 脱硝+喷雾干燥塔烟气旋风除尘+窑炉烟气与喷雾干燥塔烟气循环流化床半干法脱硫协同除尘技术工艺流程