

# HJ

## 中华人民共和国国家生态环境标准

HJ 1408—2024

### 钢铁工业烧结废气超低排放治理工程 技术规范

Technical specifications for waste gas ultra-low emission engineering  
of sintering process in iron and steel industry

本电子版为正式标准文件，由生态环境部标准研究所审校排版。

2024-12-28发布

2025-04-01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 .....	2
4 污染物与污染负荷 .....	3
5 总体要求 .....	5
6 工艺设计 .....	6
7 主要工艺设备和材料 .....	14
8 检测与过程控制 .....	16
9 主要辅助工程 .....	18
10 施工与验收 .....	18
11 运行与维护 .....	19



## 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》等法律法规，防治环境污染，改善生态环境质量，规范钢铁工业烧结废气超低排放治理工程建设及运行管理，制定本标准。

本标准规定了钢铁工业烧结废气污染物超低排放治理工程的设计、施工、验收和运行维护等技术要求。

本标准为首次发布。

本标准由生态环境部大气环境司、法规与标准司组织制订。

本标准主要起草单位：冶金工业规划研究院、生态环境部环境工程评估中心。

本标准生态环境部2024年12月28日批准。

本标准自2025年4月1日起实施。

本标准由生态环境部解释。



# 钢铁工业烧结废气超低排放治理工程技术规范

## 1 适用范围

本标准规定了钢铁工业烧结废气超低排放治理工程的污染物与污染负荷、总体要求、工艺设计、主要工艺设备和材料、检测与过程控制、主要辅助工程、施工与验收、运行与维护等技术要求。

本标准适用于钢铁工业烧结废气超低排放治理工程，可作为工程咨询、工程设计、施工、调试、验收、运行和管理维护的技术依据。

## 2 规范性引用文件

本标准引用了下列文件或其中的条款。凡是注明日期的引用标准，仅注日期的版本适用于本标准。凡是未注日期的引用标准，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本标准。其他文件被新文件废止、修改、修订的，新文件适用于本标准。

- GB 28662 钢铁烧结、球团工业大气污染物排放标准
- GB 50052 供配电系统设计规范
- GB 50054 低压配电设计规范
- GB 50057 建筑物防雷设计规范
- GB 50058 爆炸危险环境电力装置设计规范
- GB 50187 工业企业总平面设计规范
- GB 50254 电气装置安装工程施工及验收规范
- GB 50275 风机、压缩机、泵安装工程施工及验收规范
- GB 50300 建筑工程施工质量验收统一标准
- GB 50406 钢铁工业环境保护设计规范
- GB/T 12801 生产过程安全卫生要求总则
- GB/T 13931 电除尘器 性能测试方法
- GB/T 16157 固定污染源排气中颗粒物测定与气态污染物采样方法
- GB/T 30201 脱硫脱硝用煤质颗粒活性炭
- GB/T 35254 烟气集成净化专用碳基产品
- GB/T 40514 电除尘器
- GB/T 42522 铁矿烧结系统静态漏风率检测方法
- GB/T 50252 工业安装工程施工质量验收统一标准
- HJ 75 固定污染源烟气（SO<sub>2</sub>、NO<sub>x</sub>、颗粒物）排放连续监测技术规范
- HJ 76 固定污染源烟气（SO<sub>2</sub>、NO<sub>x</sub>、颗粒物）排放连续监测系统技术要求及检测方法
- HJ 178 烟气循环流化床法脱硫工程通用技术规范
- HJ 179 石灰石/石灰-石膏湿法烟气脱硫工程通用技术规范
- HJ/T 320 环境保护产品技术要求 电除尘器高压整流电源
- HJ/T 397 固定源废气监测技术规范
- HJ 435 钢铁工业除尘工程技术规范

## HJ 1408—2024

- HJ 562 火电厂烟气脱硝工程技术规范 选择性催化还原法  
HJ 2000 大气污染治理工程技术导则  
HJ 2020 袋式除尘工程通用技术规范  
HJ 2039 火电厂除尘工程技术规范  
HJ 2040 火电厂烟气治理设施运行管理技术规范  
HJ 2052 钢铁工业烧结机烟气脱硫工程技术规范 湿式石灰石/石灰-石膏法  
HJ 2053—2018 燃煤电厂超低排放烟气治理工程技术规范  
DL/T 461 燃煤电厂电除尘器运行维护导则  
DL/T 1589 湿式电除尘技术规范  
JB/T 5906 电除尘器 阳极板  
JB/T 5909 电除尘器用瓷绝缘子  
JB/T 5910 电除尘器  
JB/T 5913 电除尘器 阴极线  
JB/T 6407 电除尘器设计、调试、运行、维护 安全技术规范  
JB/T 9688 电除尘用晶闸管控制高压电源  
JB/T 11267 顶部电磁锤振打电除尘器  
JB/T 11639 除尘用高频高压整流设备  
JB/T 12118 电袋复合除尘器袋区技术条件  
JB/T 12593 燃煤烟气湿法脱硫后湿式电除尘器

### 3 术语和定义

下列术语和定义适用于本标准。

#### 3.1

##### 烧结 **sintering**

按要求的比例，将含铁原料加入熔剂和固体燃料，加水混合制粒后，平铺在烧结机台车上，经点火抽风，使燃料燃烧，烧结料部分熔化黏结成块状的过程。

#### 3.2

##### 烧结废气 **sintering waste gas**

烧结工序排放所有废气的统称，包括烧结机机头产生的含颗粒物、二氧化硫(SO<sub>2</sub>)、氮氧化物(NO<sub>x</sub>)等多种污染物的烟气以及原料准备、烧结机机尾、成品处理等环节产生的含尘废气。

#### 3.3

##### 可凝结颗粒物 **condensable particulate matter**

在烟气中以气态形式存在，当温度降低后短时间内凝结为固态或液态颗粒的物质。

#### 3.4

##### 烧结废气超低排放 **ultra-low emissions of sintering waste gas**

在基准含氧量16%条件下，烧结机机头标准状态干烟气中颗粒物、SO<sub>2</sub>、NO<sub>x</sub>排放质量浓度小时均值分别不高于10 mg/m<sup>3</sup>、35 mg/m<sup>3</sup>、50 mg/m<sup>3</sup>；其余标准状态干含尘废气中颗粒物排放质量浓度不高于10 mg/m<sup>3</sup>。

#### 3.5

##### 烧结烟气循环 **process of sintering flue gas recirculation**

将部分烧结机机头烟气返回烧结台车料面再次利用的过程。

## 3.6

**烧结机本体漏风率 air leak rate of sintering machine**

通过烧结机机头尾端部、台车接头处、台车挡板缝隙、滑道等漏点进入烧结主抽烟道的空气量，与烧结机额定负载时本体风量的比值。

## 3.7

**硫容 sulfur capacity**

在规定的试验条件下，单位质量活性炭吸附的SO<sub>2</sub>质量分数。

## 4 污染物与污染负荷

## 4.1 烧结废气污染物来源和分类

钢铁工业烧结废气污染物来源于烧结台车焙烧产生的烧结机机头烟气，以及熔剂燃料破碎、原辅燃料配料、混合等原料准备工段和烧结矿冷却、筛分、储运等成品处理工段中产生的含尘废气。其中烧结机机头烟气中的污染物包括颗粒物和SO<sub>2</sub>、NO<sub>x</sub>、氟化物、二噁英类等气态污染物。表1为典型钢铁工业烧结主要工段及其污染物排放源、污染物情况。

表1 钢铁工业烧结废气排污节点及污染物

工段	污染物排放源	主要污染物
原料准备	燃料、熔剂破碎筛分	颗粒物
	配料、混合	颗粒物
焙烧	烧结机机头	颗粒物、SO <sub>2</sub> 、NO <sub>x</sub> 、氟化物、二噁英类等
成品处理	烧结机机尾	颗粒物
	成品整粒、破碎、筛分	颗粒物
各工段	各节点无组织	颗粒物

## 4.2 烧结废气污染负荷的确定

## 4.2.1 资料收集

根据工程设计需要，需收集以下原始资料，包括但不限于：

- 含铁原料成分，包括矿石品位，以及硫、氟等有害物质含量；
- 含铁杂料添加情况，包括含铁杂料种类、成分、添加比例等；
- 固体燃料情况，包括固体燃料种类、工业分析和元素分析等；
- 烧结机情况，包括烧结机规格、投产（或大修）年限、主抽风机配置、烟气循环设施配置、一次除尘配置等；
- 烧结机机头烟气工况，包括烟气流量、烟气温度、含氧量、烟气含湿量、污染物浓度等；
- 辅助设施情况，包括原料准备混合设备、成品冷却设备、成品整粒设备配置等；
- 车间总平面布置图等。

## 4.2.2 烧结机机头烟气污染负荷

4.2.2.1 烧结机机头烟气流按照烧结主抽风机参数进行设计，并考虑10%的设计余量。配套烟气循环设施的，可根据循环烟气流，相应降低设计处理烟气流。烧结机投产（或大修）年限超过5年的，应对漏风率进行实测，确定设计处理烟气流。

4.2.2.2 对于改造工程，烧结机机头烟气各系统污染物负荷宜采用实测值，并结合理论计算综合确定。

4.2.2.3 烧结机机头烟气颗粒物负荷选取依据：

- a) 烧结机机头烟气颗粒物负荷宜按照最不利工况设计，一般为2~5 g/m<sup>3</sup>；
- b) 二次除尘器颗粒物负荷应采用脱硫系统出口浓度保证值。

4.2.2.4 烧结机机头烟气SO<sub>2</sub>产生量可根据公式（1）估算。

$$M = \left[ \sum_i^n (m_i \times s_{m_i}) + \sum_i^n (f_i \times s_{f_i}) \right] \times 2 \times k + \left[ \sum_i^n (f_{gi} \times s_{f_{gi}}) \right] \times 2 \dots\dots\dots (1)$$

式中：*M*——烧结机机头烟气 SO<sub>2</sub> 产生量，t/h；  
*m<sub>i</sub>*——烧结机最大连续工况负荷时第 *i* 种含铁原料使用量，t/h；  
*s<sub>m<sub>i</sub></sub>*——第 *i* 种含铁原料含硫率，%；  
*f<sub>i</sub>*——烧结机最大连续工况负荷时第 *i* 种固体燃料使用量，t/h；  
*s<sub>f<sub>i</sub></sub>*——第 *i* 种固体燃料含硫率，%；  
*k*——原料、燃料中硫的转化率，一般取 0.85；  
*f<sub>gi</sub>*——烧结机最大连续工况负荷时第 *i* 种燃气使用量，m<sup>3</sup>/h；  
*s<sub>f<sub>gi</sub></sub>*——第 *i* 种燃气总硫含量，10<sup>-9</sup>mg/m<sup>3</sup>。

4.2.2.5 烧结机机头烟气NO<sub>x</sub>产生浓度可根据固体燃料类型与使用量确定，设计取值见表2。

表2 烧结机机头烟气NO<sub>x</sub>产生浓度

固体燃料类型	固体燃料使用量 (kg/t烧结矿)	NO <sub>x</sub> 设计值 (mg/m <sup>3</sup> )
全煤	>50	350
	45≤f≤50	300
	<45	250
全焦粉	>50	300
	45≤f≤50	250
	<45	200

注：煤和焦粉混合使用时，固体燃料类型参照全煤。

4.2.3 含尘废气颗粒物控制系统污染负荷

4.2.3.1 含尘废气体积流量应按照公式（2）计算。

$$Q = \sum_i^n (c_i \times w_i) \dots\dots\dots (2)$$

式中：*Q*——核算时间段内含尘废气体积流量，m<sup>3</sup>/s；  
*c<sub>i</sub>*——第*i*个产尘点集气罩罩面面积，m<sup>2</sup>；  
*w<sub>i</sub>*——第*i*个产尘点集气罩设计罩面风速，m/s，一般取1.5。

4.2.3.2 含尘废气颗粒物产生浓度见表3。

表3 含尘废气颗粒物产生浓度

工段	颗粒物浓度 (mg/m <sup>3</sup> )
原燃料破碎及转运废气	≤2000
成品处理及成品转运废气	≥5000
混料含湿废气	≤150

## 5 总体要求

### 5.1 一般规定

5.1.1 工程规划、设计和建设应遵循源头控制、协同减排、末端治理的优先级原则，通过清洁原燃料替代、稳定生产工艺参数、强化治理设备智能化控制水平等手段匹配组合，以实现稳定超低排放与减污降碳协同的控制目标。

5.1.2 治理工程建设应符合环境影响评价、“三同时”、竣工验收、排污许可等环境保护管理规定。

5.1.3 治理工程应能够满足主体工程的生产需要。

5.1.4 治理工程应合理布局，与生产工艺流程和主体装备布局协调一致。

5.1.5 治理工程设备寿命应与烧结机主体装备保持一致，设备可用率不低于99%。

5.1.6 治理工程应充分考虑各治理设施之间的协同控制、功能匹配和分工。

5.1.7 治理工程应配套二次污染防治控制措施。

5.1.8 治理工程应配有相应的监测、检测设备，所有有组织排放口应设置永久性监测孔、监测平台，监测位置与污染物采样监测，应执行GB/T 16157和HJ/T 397有关要求。烧结机机头、烧结机机尾等主要排放口应按照HJ 75、HJ 76有关要求设置烟气排放连续监测系统（CEMS）及烟气参数连续监测系统（CMS）。

5.1.9 治理工程除执行本标准外，还须满足国家有关工程质量、安全、环境保护、卫生、消防、职业健康、能效水平等方面的强制性标准要求。

### 5.2 源头控制

5.2.1 烧结生产过程优先使用低硫低氮原燃料。

5.2.2 含钾、钠等碱金属的除尘灰及含油污泥作为烧结配料时，应进行预处理，不宜直接添加。

5.2.3 烧结机本体漏风率宜低于25%。高于30%时，可通过更换变形台车、加强接头处密封、漏点修补等措施降低漏风率，减少烧结机机头烟气量。烧结机本体漏风率检测参照GB/T 42522的规定执行，按公式（3）计算：

$$\eta_{\text{漏}} = \frac{Q_{\text{本体漏}}}{Q_{\text{本体}}} \times 100 \dots\dots\dots (3)$$

式中： $\eta_{\text{漏}}$ ——烧结机本体漏风率，%；

$Q_{\text{本体漏}}$ ——烧结机本体漏风量， $\text{m}^3/\text{s}$ ；

$Q_{\text{本体}}$ ——烧结机额定负载时的本体风量， $\text{m}^3/\text{s}$ 。

5.2.4 宜采取烧结烟气循环，烟气循环比例宜在20%~30%。

5.2.5 烧结机应配套烧结矿机下冷却设备，冷却设备应密封完好，密封方式宜采用液体封；冷却高温段废气应配套锅炉等余热利用设施，中低温段废气应返回烧结台车料面利用或经除尘处理后排放。

5.2.6 烧结机应合理控制台车车速，避免超负荷生产；宜采取烧结铺底料、厚料层烧结、料面喷吹蒸汽、富氧烧结、燃气喷吹补热等清洁生产措施，及强力混合机、密闭振动筛等环保装备。

### 5.3 建设规模

5.3.1 烧结机机头烟气治理工程建设规模应与烧结机生产能力相匹配，应充分考虑原燃料来源稳定性和烧结机生产工况预期变化。



5.3.2 其余含尘废气治理工程建设规模应以各产尘点所需收尘风量为依据，并考虑10%~20%的余量。

## 5.4 工程构成

### 5.4.1 烧结机机头烟气治理系统

5.4.1.1 工程由除尘、脱硫、脱硝工艺系统的主体工程及其配套辅助工程构成。

5.4.1.2 除尘工艺系统主体工程包括烟气系统、除尘系统、卸输灰系统等。

5.4.1.3 脱硫工艺系统主体工程包括烟气系统、吸收塔系统、吸收剂制备（储运）系统、副产物处理（储运）系统等。

5.4.1.4 脱硝工艺系统主体工程包括烟气系统、烟气补热系统、还原剂系统、脱硝反应系统、换热系统等。

5.4.1.5 配套辅助工程包括土建工程、电气及控制系统、在线检测系统、暖通系统、给排水及消防系统等。

### 5.4.2 含尘废气治理系统

含尘废气除废气收集工程外，主体工程包括烟道、除尘器、风机、卸输灰系统、电气及自动控制系统等。

## 5.5 总平面布置

5.5.1 工程总平面布置应遵循工艺合理、流程顺畅、布置紧凑、便于运维、经济合理的原则。

5.5.2 工程总平面布置应符合GB 50406、GB 50187、HJ 2000等有关规定。

5.5.3 除尘系统总平面布置应符合HJ 435、HJ 2020等规定。

5.5.4 脱硫系统总平面布置应符合HJ 178、HJ 2052等规定。

5.5.5 脱硝系统总平面布置应符合HJ 562等规定。

5.5.6 管线布置应符合HJ 2052、HJ 178等规定。

5.5.7 变配电室宜布置在临近用电负荷集中的场所。

5.5.8 工程建（构）筑物间的距离应紧凑合理，并应满足各建（构）筑物的施工、设备安装、管道敷设及维护检修的要求。

5.5.9 分期建设或有可能改建、扩建工程应预留建设用地及联络接口。

5.5.10 工程平面布置应留有设备安装、检修、药剂运输通道、消防通道及位置。

## 6 工艺设计

### 6.1 一般规定

6.1.1 工艺设计应根据原燃料特性、烧结机数量及规模、场地布置条件、副产物利用途径，经环境、技术、经济比较后确定，改建、扩建工程还应考虑原有污染物治理设施情况。

6.1.2 工艺设计应考虑各类烟气污染物治理设施的协同作用，经济稳定实现超低排放。

6.1.3 治理工程工艺设计应能适应烧结机负荷、烟量、烟气参数正常波动变化。

6.1.4 治理工程应与生产工艺设备同步运转，运行寿命、检修维护周期应保持一致。治理工程不应设置烟气旁路。

6.1.5 治理工程工艺设计应选用高效、节能、低噪声设备。

6.1.6 鼓励新技术、新产品研发应用。新技术、新产品宜在经过科学论证、科技示范，且每项技术宜有

不少于三个实际运行案例，并稳定运行两年以上后，逐步逐级放大推广。

## 6.2 超低排放技术路线选择

### 6.2.1 烧结机机头烟气超低排放工艺路线

6.2.1.1 应综合考虑减污降碳、节能增效、清洁生产等行业绿色高质量发展要求，将污染物协同治理、减少可凝结颗粒物生成作为拟定工艺流程的重要因素，选择技术成熟、工况适应性强、协同脱除效果好、二次污染少的技术进行组合，烧结机机头烟气超低排放典型工艺路线见图1。

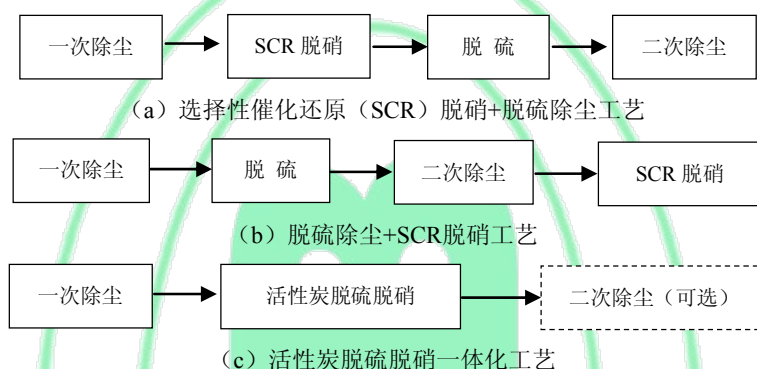


图1 烧结机机头烟气超低排放典型工艺路线图

#### 6.2.1.2 除尘工艺路线

- 一次除尘宜选择干式电除尘，出口颗粒物浓度应按不大于 $30 \text{ mg/m}^3$ 进行设计；对于受工程条件限制的烧结机，一次除尘出口颗粒物浓度也可按不大于 $50 \text{ mg/m}^3$ 设计；
- 一次除尘出口颗粒物浓度按不大于 $10 \text{ mg/m}^3$ 设计时，可采用袋式除尘或电袋复合除尘；
- 采用湿法脱硫工艺时，二次除尘宜采用湿式电除尘；
- 采用半干法脱硫工艺时，二次除尘应采用袋式除尘或电袋复合除尘；
- 采用活性炭脱硫脱硝一体化工艺时，二次除尘可选用袋式除尘或电袋复合除尘。

6.2.1.3 脱硫工艺的选择应主要考虑 $\text{SO}_2$ 入口浓度及脱硫效率。脱硫工艺适用性及效果见表4。

表4 脱硫工艺适用性及效果

$\text{SO}_2$ 入口浓度 ( $\text{mg/m}^3$ )	脱硫效率 <sup>a</sup> (%)	脱硫工艺
$\leq 1500$	98	可选择石灰石/石灰-石膏湿法脱硫（空塔提效/复合塔/pH值分区）、循环流化床/旋转喷雾/密相干塔等半干法脱硫、活性炭脱硫脱硝一体化技术
1500~3000	98~99	可选择石灰石/石灰-石膏湿法脱硫（复合塔/pH值分区）、循环流化床半干法脱硫、活性炭脱硫脱硝一体化技术
$\geq 3000$	$\geq 99$	应选择石灰石/石灰-石膏湿法脱硫（pH值分区）

<sup>a</sup>脱硫效率按脱硫塔出口 $\text{SO}_2$ 浓度 $30 \text{ mg/m}^3$ 计算，以基准含氧量16%计。

#### 6.2.1.4 脱硝工艺路线

脱硝工艺的选择应主要考虑 $\text{NO}_x$ 入口浓度及脱硝效率。SCR脱硝反应器设计参数及效果见表5。其中SCR催化剂层数采用“n+1”层设计，n代表催化剂层数，1代表预留备用催化剂层安装空间。活性炭脱硫脱硝一体化工艺脱硝段烟气空塔停留时间设计参数及效果见表6。

表5 SCR脱硝反应器设计参数及效果

NO <sub>x</sub> 入口浓度 (mg/m <sup>3</sup> )	SCR脱硝效率 <sup>a</sup> (%)	SCR催化剂层数
≤200	80	可按“2+1”层设计
>200	>80	可按“3+1”层设计

<sup>a</sup>脱硝效率按SCR反应器出口NO<sub>x</sub>浓度为40 mg/m<sup>3</sup>计算，以基准含氧量16%计。

表6 活性炭脱硫脱硝一体化工艺脱硝段烟气空塔停留时间设计参数及效果

NO <sub>x</sub> 入口浓度 (mg/m <sup>3</sup> )	脱硝效率 <sup>a</sup> (%)	烟气空塔停留时间 (s)
≤200	80	≥10
200~300	80~87	≥12
≥300	≥87	≥14

<sup>a</sup>脱硝效率按脱硝段出口NO<sub>x</sub>浓度为40 mg/m<sup>3</sup>计算，以基准含氧量16%计。

## 6.2.2 含尘废气除尘工艺路线

6.2.2.1 燃料熔剂破碎筛分、配料、烧结机机尾、冷却、整粒、成品筛分等工序含尘废气宜收集后采用袋式除尘方式。

6.2.2.2 现有静电除尘可改造为电袋复合除尘。

6.2.2.3 现场改造场地受限的可采用折叠滤筒的除尘方式。

6.2.2.4 含湿废气可采用高效湿式除尘或湿电除尘；有条件的可引入烧结机机尾废气除尘系统处理，废气进入除尘器前应充分预热、混合，确保废气温度在露点温度以上，除尘管道应采取保温措施，防止烟气在管道中冷凝结露。

## 6.3 除尘工艺设计要求

### 6.3.1 一般规定

6.3.1.1 干式电除尘器和电袋复合除尘器电区的一般要求应符合JB/T 5910、JB/T 11267和GB/T 40514的规定，袋式除尘器和电袋复合除尘器的袋区的一般要求应符合HJ 2020的规定。

6.3.1.2 湿式静电除尘器的一般要求应符合DL/T 1589和JB/T 12593的规定。

### 6.3.2 干式电除尘器

6.3.2.1 干式电除尘器出口颗粒物浓度不大于30 mg/m<sup>3</sup>时，干式电除尘器比集尘面积宜大于115m<sup>2</sup>/ (m<sup>3</sup>/s)，电场烟气流速宜不大于0.75 m/s。

6.3.2.2 干式电除尘器同极间距宜不小于450 mm。

6.3.2.3 末电场应基于流场模拟结果，采取设置V型、C型或圆弧型扰流部件、阳极板开孔等气流优化措施，提高除尘效率。

6.3.2.4 高压供电电源供电方式可按电场或分区供电。干式电除尘器宜采用高频高压电源供电，高频高压电源应符合JB/T 11639的规定。末电场可采用脉冲高压电源供电。

6.3.2.5 振打清灰应能实现自动控制，振打间隔、振打周期、振打顺序可调。

6.3.2.6 干式电除尘器灰斗卸灰角度宜不小于60°，应设置可靠的保温层并采取加热措施。

### 6.3.3 湿式静电除尘器

6.3.3.1 湿式静电除尘器内烟气流速宜不大于2 m/s，停留时间宜大于2 s。

6.3.3.2 湿式静电除尘器宜选择脱硫塔和湿式电除尘器设施上下一体化布置或分体式布置，除尘器阻力

宜小于300 Pa。

6.3.3.3 湿式静电除尘装置入口烟气温度宜不大于60℃。

6.3.3.4 阴极装置性能要求及检验应符合JB/T 5913的规定，宜采用起晕电压低、易冲洗的极线型式。高压电源符合JB/T 9688等相关标准的规定，高压部分应符合HJ/T 320的规定，高压绝缘装置应符合JB/T 5909的规定。

#### 6.3.4 袋式除尘器

6.3.4.1 宜采用脉冲喷吹类袋式除尘器，滤料、滤袋、滤袋框架、花板、清灰系统应符合HJ 2053—2018中6.4.3节的相关规定。

6.3.4.2 除尘器过滤风速宜不大于0.8 m/min，设备运行阻力宜不大于1200 Pa。

6.3.4.3 一次除尘采用袋式除尘器时，宜采用顶部垂直进风方式，工作温度应按高于露点温度15℃以上设计，并配套伴热等防范结露措施。

6.3.4.4 折叠滤筒的设计应符合以下规定：

- a) 滤料克重应不小于330 g/m<sup>2</sup>，采用热覆膜和针刺加工工艺，应一体成型无拼接，表面无轧点，对于磨琢性较强的烧结粉尘宜采用超细纤维面层滤料；
- b) 褶数应不大于46褶，用于烧结机机头烟气一次除尘时褶数宜不大于41褶；
- c) 骨架应选择耐腐蚀的金属或者高分子材料，无焊接结构，抗压强度 $\geq 450$  N，开孔率 $\geq 40\%$ ；
- d) 应保证长期稳定使用，使用寿命宜不低于2年；
- e) 过滤风速宜不大于0.7 m/min。

#### 6.3.5 湿式除尘器

6.3.5.1 除雾单元风速宜不大于3.5 m/s。

6.3.5.2 喷淋系统区域烟气流速应不大于2 m/s。

6.3.5.3 湿式除尘箱体内部喷淋层覆盖率应不小于200%。

6.3.5.4 湿式除尘器液气比宜不小于0.8 L/m<sup>3</sup>。

#### 6.3.6 二次污染控制及其他

6.3.6.1 烧结机机头烟气一次除尘灰应分类收集、处置。三、四电场除尘灰以及布袋除尘灰返回烧结配料前应去除碱金属。

6.3.6.2 其他二次污染控制措施应符合HJ 2039的相关规定。

### 6.4 脱硫工艺设计要求

#### 6.4.1 一般规定

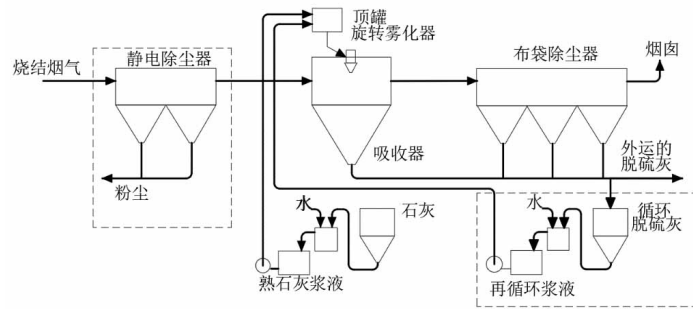
6.4.1.1 脱硫系统关键设备宜考虑设置相应的备用及应急措施，以满足故障切换及检修需求。

6.4.1.2 其他要求应符合HJ 2053—2018的相关规定。

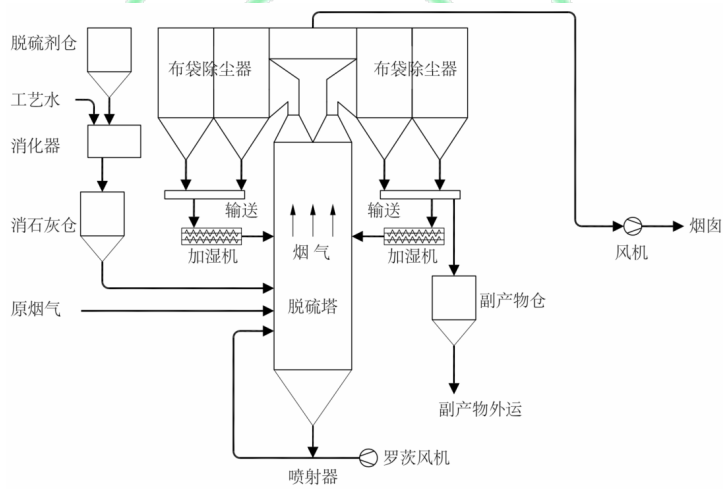
#### 6.4.2 工艺流程

6.4.2.1 石灰石/石灰-石膏湿法脱硫工艺流程应符合HJ 2053—2018中附录G的相关规定。

6.4.2.2 循环流化床半干法脱硫工艺流程应符合HJ 178相关规定，旋转喷雾法、密相干塔法半干法脱硫工艺流程见图2。



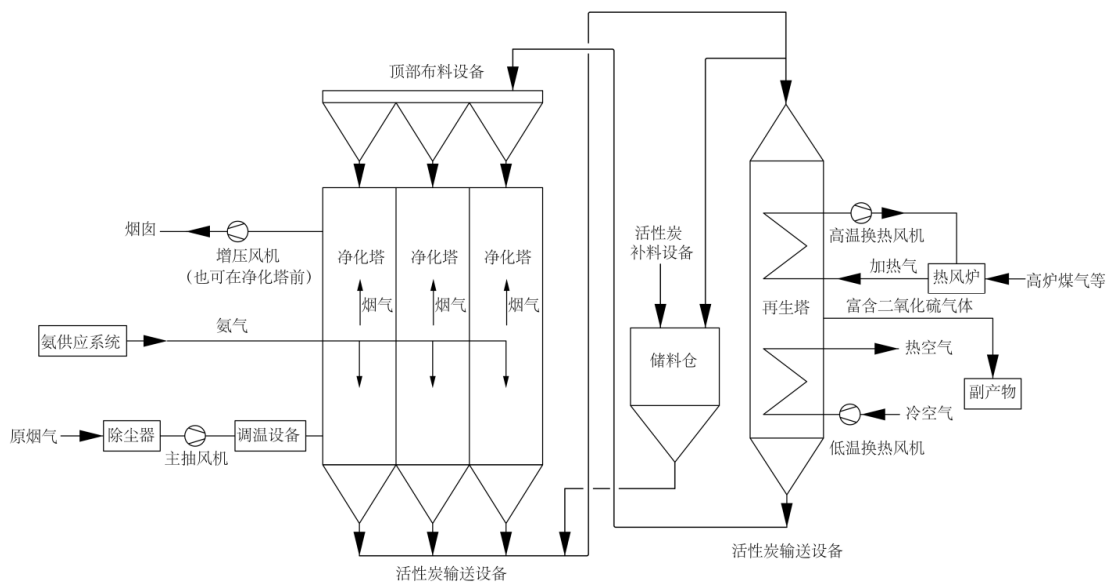
(a) 旋转喷雾法



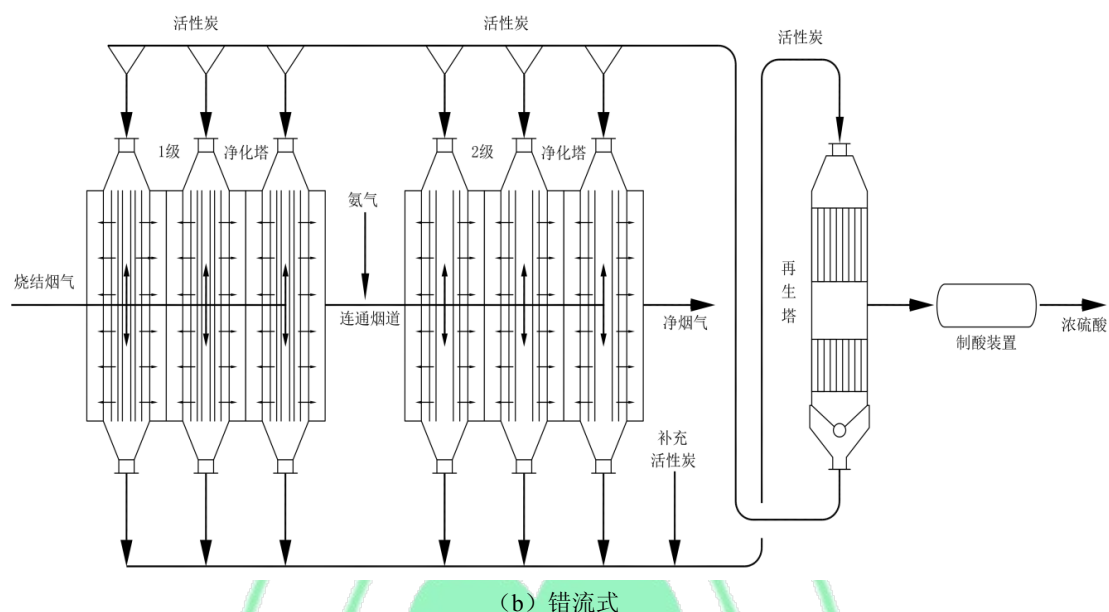
(b) 密相干塔法

图2 旋转喷雾、密相干塔半干法脱硫工艺流程图

6.4.2.3 活性炭脱硫脱硝一体化工艺流程见图3。



(a) 逆流式



(b) 错流式  
图3 活性炭脱硫脱硝一体化工艺流程图

### 6.4.3 石灰石/石灰-石膏湿法脱硫

6.4.3.1 烟气系统、吸收塔系统、吸收剂制备与供应系统、副产物处理系统、浆液排放和回收系统、脱硫废水处理系统应符合HJ 179、HJ 2052以及HJ 2053—2018中6.5.3节的相关规定。

6.4.3.2 吸收塔入口烟气温度宜低于120°C；吸收塔前宜设置烟气降温装置，可采用脱硫浆液压滤产生的上清液喷淋蒸发冷却。

### 6.4.4 半干法脱硫

#### 6.4.4.1 循环流化床半干法脱硫

应符合HJ 178以及HJ 2053—2018中6.5.4节的相关规定。

#### 6.4.4.2 旋转喷雾、密相干塔半干法脱硫

旋转喷雾、密相干塔半干法脱硫工艺设计应符合以下规定：

- 脱硫系统入口原烟气温度宜不低于100°C；
- 脱硫剂采用粒度90%大于200目的生石灰或粒度不大于50 μm的消石灰；
- 脱硫塔系统压力损失不超过1000 Pa；
- 旋转喷雾半干法脱硫塔内烟气停留时间宜大于10 s；
- 密相干塔半干法脱硫塔内烟气停留时间宜大于5 s；烟气设计流速宜在3~7 m/s。

### 6.4.5 活性炭脱硫脱硝一体化工艺

6.4.5.1 活性炭的损耗率宜不大于3%，损耗率按公式（4）计算：

$$\gamma = \frac{q_f}{q_c} \dots \dots \dots (4)$$

式中：γ——活性炭的损耗率，%；

$q_f$ ——运行过程中，活性炭的补充量，单位为kg/h；

$q_c$ ——净化塔的活性炭循环量，单位为kg/h。

6.4.5.2 活性炭性能指标及检测方法应满足GB/T 30201和GB/T 35254要求。

6.4.5.3 烟气系统设计宜符合以下规定：

- a) 净化塔入口烟气温度 $100^{\circ}\text{C}\sim 140^{\circ}\text{C}$ ；
- b) 净化塔入口应设置烟气降温装置，宜采用间接换热或喷雾直接冷却等形式，也可采用直接混冷风的降温方式；
- c) 增压风机风量大于 $120\text{万m}^3/\text{h}$ 时宜采用轴流风机，压头应满足脱硫脱硝系统最大工况下压降要求，并留有不低于20%的余量；
- d) 烟道内烟气流速宜小于 $18\text{ m/s}$ 。烟道布置应不影响道路通行及设备操作、维修。进口烟道应设置检修人孔、清灰孔；
- e) 净化塔入口应设有补风阀。

6.4.5.4 净化反应系统设计宜符合以下规定：

- a) 净化反应系统应分别设置脱硫段和脱硝段，烟气先脱硫后脱硝；
- b) 宜采用分塔设计，每台塔进出口应配置电动或气动烟气挡板门或与之相似的隔离装置，可实现独立检修；
- c) 硫容应考虑活性炭性能指标和不同的工况条件；
- d) 脱硫段烟气停留时间应根据烟气硫负荷开展设计，应尽可能降低脱硫段出口 $\text{SO}_2$ 浓度，宜在 $6\sim 24\text{s}$ ；
- e) 喷氨设备应布置在脱硝段入口处，每台塔宜单独调节氨喷入量；
- f) 脱硫段、脱硝段烟气空塔流速均宜不超过 $0.35\text{ m/s}$ ；
- g) 净化塔活性炭进出料装置应密封，宜采用双旋转阀，可设置氮气或惰性气体气封；
- h) 净化塔出料宜采用长轴或圆辊变频运行；
- i) 净化塔内活性炭床层温度应低于 $145^{\circ}\text{C}$ 。

6.4.5.5 解吸系统设计宜符合以下规定：

- a) 解吸系统处理活性炭能力应按净化系统出料量最大值设计；
- b) 活性炭解吸宜采用加热方式，解吸时间宜大于 $2\text{ h}$ ，解吸温度宜在 $400^{\circ}\text{C}\sim 450^{\circ}\text{C}$ ；
- c) 解吸系统热源可采用燃气热风炉，并配置备用助燃风机；
- d) 热风炉宜采用自动点火方式；
- e) 热风炉燃烧后高温烟气中氧含量不大于5%。再生用高温烟气宜循环使用；
- f) 活性炭间接冷却介质可采用空气，冷却后排出温度宜控制在 $60^{\circ}\text{C}\sim 140^{\circ}\text{C}$ ；
- g) 再生塔富硫气体出口压力应在 $\pm 500\text{ Pa}$ 之间；
- h) 高温循环风机、低温换热风机宜采用变频器控制；
- i) 再生塔塔顶和塔底应通入氮气或惰性气体，塔顶宜通入热氮气；
- j) 再生塔活性炭进出料装置应采用双层旋转阀，并设置氮气或惰性气体气封；
- k) 再生塔排料宜采用长轴或圆辊变频运行；
- l) 再生塔入口前应设置除铁器，出口应设置筛孔宽度 $1\sim 2\text{ mm}$ 的长条筛。

6.4.5.6 输送系统设计宜符合以下规定：

- a) 输送系统设计能力不应小于设计工况下活性炭循环量的1.2倍；
- b) 活性炭循环输送机宜采用“Z”字型链斗式输送机或密封皮带+斗提机接力；
- c) 活性炭输送应采用全密闭，并配置收尘与气力输送装置；
- d) 活性炭储料仓储存能力宜能容纳单台再生塔的活性炭容量，并满足系统7 d的消耗量；
- e) 新鲜活性炭进入净化塔前应先经过再生塔高温处理；
- f) 补充活性炭计量宜采用皮带秤称重计量，也可通过补充量计量；

- g) 输送设备进口应采取活性炭缓冲措施；
- h) 输送系统应设置除尘器，宜采用具有防爆功能的袋式除尘器；
- i) 活性炭粉集中回收应优先采用气力输送。采用机械输送时，应保证全密封；
- j) 活性炭粉终端储灰仓有效容积宜满足1~3 d活性炭粉产生量；
- k) 储灰仓内活性炭粉输送方式宜采用气力输送设备、罐车等方式密闭输送；
- l) 储灰仓内应设有氮气或惰性气体保护。

#### 6.4.5.7 副产物制备系统设计宜符合以下规定：

- a) 副产物品种应根据技术要求及市场条件确定，可生产98%或93%浓硫酸、焦亚硫酸钠，副产物质量应符合国家、行业标准相关要求；
- b) 副产物处理系统应根据产品性质、加工用途进行设计和设备布置；
- c) 副产物处理系统产能及设备选型应适应工程负荷变化；
- d) 浓硫酸制备工艺宜采用一转一吸或两转两吸，制酸尾气应返回净化塔前；
- e) 富硫气体制备焦亚硫酸钠后尾气应返回净化塔前；
- f) 浓硫酸制备补水可采用工业水。焦亚硫酸钠制备补水宜采用除盐水。

#### 6.4.6 二次污染控制及其他

- 6.4.6.1 活性炭脱硫脱硝一体化系统再生尾气应返回脱硫塔前。
- 6.4.6.2 脱硫废水应经处理后回用。
- 6.4.6.3 其他二次污染控制措施应符合HJ 2053—2018中6.5.6节的相关规定。

#### 6.5 脱硝工艺设计要求

##### 6.5.1 一般规定

- 6.5.1.1 烧结机宜采取料面蒸汽喷吹、固体燃料替代、低温烧结等NO<sub>x</sub>源头减排技术。
- 6.5.1.2 脱硝系统有关工艺设计参数见表7。

表 7 脱硝工艺设计参数

主要工艺参数	单位	SCR 脱硝工艺	活性炭脱硫脱硝一体化工艺
运行温度 <sup>a</sup>	℃	一般 280~350	100~140
氨氮摩尔比	-	≤1.05，一般取 0.8~0.9	≤1.05，一般取 0.85~0.95
氨逃逸浓度 <sup>b</sup>	mg/m <sup>3</sup>	8	8

<sup>a</sup>NO<sub>x</sub>入口浓度小于 200 mg/m<sup>3</sup>时，可适度降低 SCR 脱硝运行温度。  
<sup>b</sup>氨逃逸浓度检测位置为 SCR 反应器出口/活性炭脱硫脱硝设施脱硝段出口。

##### 6.5.2 工艺流程

- 6.5.2.1 SCR脱硝工艺流程参见图4。
- 6.5.2.2 活性炭脱硫脱硝一体化工艺流程见6.4.2.3。

##### 6.5.3 SCR 脱硝工艺设计要求

- 6.5.3.1 采用脱硫除尘+SCR脱硝工艺路线时，应尽可能降低脱硫塔出口SO<sub>2</sub>浓度，SCR脱硝补热煤气中总硫浓度宜小于20 mg/m<sup>3</sup>（以单质硫计）。
- 6.5.3.2 SCR催化剂选择应考虑抗硫、抗重金属、抗碱金属中毒性能，以及协同脱除二噁英的能力，布置在湿法脱硫后的还应考虑疏水性能。



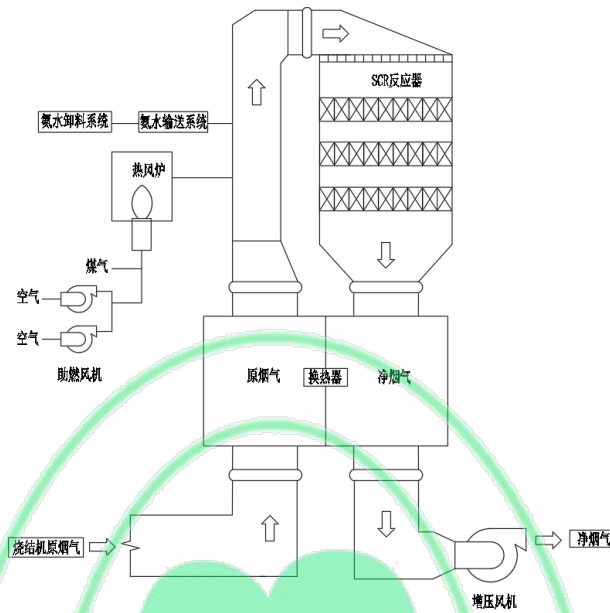


图 4 SCR 脱硝工艺流程图

6.5.3.3 催化剂型式应根据烧结机规模、烟气特性、烟气含尘量、灰特性、阻力要求等各种因素，合理选择蜂窝状、板式及波纹板式催化剂。

6.5.3.4 反应器内催化剂迎面平均烟气流速一般取2~6 m/s，反应器平面尺寸应根据烟气流速确定，并根据催化剂模块大小及布置方式进行调整。

6.5.3.5 烟气中碱金属含量高时，宜在进入脱硝系统前喷入烟气调质剂，调质剂一般为灰熔点较高的非金属矿物粉末，添加量与烟气中含尘量的比例宜大于1:1，调质剂加入后的停留时间宜不小于2 s。

6.5.3.6 脱硝烟气补热宜采用热风炉或直燃型烟气加热系统，热风炉助燃风机应设置一台备用。

6.5.3.7 热风炉宜采用自动点火方式，宜使用精脱硫处理后的高炉煤气、焦炉煤气等清洁燃料。

6.5.3.8 脱硝系统应设置GGH换热装置，宜采用回转式结构。

6.5.3.9 SCR催化剂清灰宜采用耙式吹灰器，吹灰介质宜采用过热蒸汽、压缩空气、氮气等或声波—蒸汽联合吹灰。

6.5.3.10 其他要求应符合HJ 562以及HJ 2053—2018中6.3.4节的相关规定。

#### 6.5.4 二次污染控制及其他

6.5.4.1 应参照表7指标要求控制氨逃逸。

6.5.4.2 其他二次污染控制措施应符合HJ 562的相关规定。

### 7 主要工艺设备和材料

#### 7.1 一般规定

7.1.1 工艺设备与材料的选择应遵循经济适用、满足工艺要求的原则，选择可靠性好、使用寿命长的设备与材料。

7.1.2 接触腐蚀性介质的部位应择优选取合适的材料，满足防腐要求。

7.1.3 当承压部件为金属材料并内衬非金属防腐材料时，应保证非金属材料与金属材料之间的粘结强度，且承压部件的自身设计应确保非金属材料能够长期稳定地粘结在基材上。

## 7.2 除尘工艺主要设备和材料

### 7.2.1 干式电除尘器

7.2.1.1 阴极线应符合JB/T 5913的规定，宜采用芒刺型阴极线。

7.2.1.2 阳极板应符合JB/T 5906的规定，末级电场宜采用一体式冲压加工的通透式W型阳极板。

7.2.1.3 顶部宜设有辅助声波清灰装置。

### 7.2.2 湿式静电除尘器

湿式静电除尘器主要工艺设备与材料选择应符合JB/T 12593的相关规定。

### 7.2.3 袋式除尘器

7.2.3.1 袋式除尘器应符合JB/T 12118的规定。

7.2.3.2 一次除尘采用袋式除尘器的，还应符合以下要求：

- a) 除尘器结构应能够承受不低于20000 Pa的高负压，壳体箱板宜采用压型板结构；
- b) 除尘器应具有预除尘和火星捕集的功能；
- c) 除尘滤料应具有耐高温、耐腐蚀、抗氧化、抗结露、防板结和阻燃等功能，所选滤料应经过不少于1年的热态试验或实际工程应用的检验；
- d) 除尘器上箱体和净气室等关键部件内部应做耐高温、耐强腐蚀的防腐处理；
- e) 除尘器灰斗底部应设置防火充氮装置，防止因漏风造成火星复燃。

7.2.3.3 折叠滤筒骨架应选择耐腐蚀的金属或者高分子材料，抗压强力应不低于450 N，并且根据使用温度和工况选择对非不锈钢的金属材料进行有机硅喷涂，涂层厚度宜大于80 μm，耐温不低于180℃。整体光滑平整，无毛刺、尖锐突出和无焊接。

### 7.2.4 电袋复合除尘器

电区和袋区应分别符合7.2.1条和7.2.3条的规定。

### 7.2.5 湿式除尘器

7.2.5.1 除尘器外壳体材料宜以普碳钢为主。对于接触腐蚀性介质的部位，应采用防腐材料或做防腐处理。

7.2.5.2 除尘器内部冲洗管道宜采用不锈钢材质，喷嘴宜采用不锈钢或碳化硅材质。

## 7.3 脱硫工艺主要设备和材料

### 7.3.1 石灰石/石灰-石膏湿法脱硫

石灰石/石灰-石膏湿法脱硫工艺主要设备和材料选择应符合HJ 2052的规定。

### 7.3.2 半干法脱硫

#### 7.3.2.1 循环流化床半干法脱硫

循环流化床半干法脱硫工艺主要设备和材料选择应符合HJ 178的规定。

#### 7.3.2.2 旋转喷雾、密相干塔半干法脱硫

旋转喷雾、密相干塔半干法脱硫工艺主要设备和材料宜符合以下规定：

- a) 脱硫塔壳体全部选用普碳钢制作；

- b) 旋转雾化器由普碳钢制作，喷嘴根据工况选用不锈钢或哈氏合金；
- c) 用于喷雾干燥器的烟气分布器或循环灰输送装置由普碳钢制作；
- d) 密相干塔半干法脱硫塔循环灰加湿采用双轴加湿布料机。

### 7.3.3 活性炭脱硫脱硝一体化工艺

- 7.3.3.1 净化塔设计承压不应低于8 kPa，装填活性炭前应检漏。
- 7.3.3.2 净化塔应设置压力释放装置。
- 7.3.3.3 净化塔本体应设置人孔、温度测点、压力测点，附近设置操作检修平台，平台应采用镀锌格栅板，顶层可采用花纹钢板。
- 7.3.3.4 净化塔外壁应保温，保温材料可采用岩棉，保温厚度宜选取80~100 mm。
- 7.3.3.5 再生塔设计承压应不小于10 kPa，装填活性炭前应进行气密性检查。
- 7.3.3.6 再生塔宜采用三段式间接换热器，包括预热段、加热段和冷却段。
- 7.3.3.7 再生塔应设置人孔、温度测点、压力测点。
- 7.3.3.8 富硫气体采用高温输送时温度应不低于300℃，输送管道应选择不锈钢或可替代不锈钢的钢种（ND钢等），满足防腐要求；阀门材质应不低于奥氏体不锈钢（S30408）性能。
- 7.3.3.9 再生塔外壁应保温，其中加热段应采用硅酸铝，其他段可采用岩棉，保温厚度宜选取200~300 mm。
- 7.3.3.10 输送机水平段下部宜设置刮板装置。
- 7.3.3.11 输送机应设置观察孔及检测口。
- 7.3.3.12 净化塔顶部宜采用多点给料设备。
- 7.3.3.13 链斗式输送机和斗提机驱动装置应设置逆止器。

### 7.4 脱硝工艺主要设备和材料

- 7.4.1 还原剂氨区应避免使用铜制设备和材料。
- 7.4.2 SCR脱硝工艺主要设备和材料的性能要求应符合HJ 562的规定。

## 8 检测与过程控制

### 8.1 一般规定

- 8.1.1 检测设备和过程控制系统应满足超低排放工艺系统提出的自动检测、自动调节、自动控制及保护的要求，数据应保存一年以上。
- 8.1.2 控制系统采用分布式控制系统（DCS），可设置于治理设施控制室或并入烧结主工艺控制室。
- 8.1.3 烧结机机头烟气超低排放控制系统应通过计算机对污染治理设施多个工况参数进行实时监控，并进行直接数字控制，同时实现对污染治理设施工况参数、生产工艺关键参数以及污染源在线监测数据的集中管理和查看等功能。
- 8.1.4 超低排放设施应加强各污染物控制设施出入口输入参数检测与实时控制，配套的监测仪表应满足各自工况条件要求。一次除尘器后应安装颗粒物、SO<sub>2</sub>、NO<sub>x</sub>在线监测设施并设置手工采样孔，脱硫系统二次除尘器后、活性炭脱硫脱硝一体化工艺脱硫段后应安装SO<sub>2</sub>在线监测设施并设置手工采样孔，SCR反应/活性炭脱硫脱硝一体化工艺脱硝段后应安装NO<sub>x</sub>、氨在线监测设施，并设置手工采样孔。
- 8.1.5 其他检测与过程控制要求应符合HJ 2053—2018中8.1节的相关规定。

## 8.2 除尘工艺检测与控制系统

### 8.2.1 干式电除尘器

8.2.1.1 振打清灰应能实现自动控制，上位机控制系统应能连接DCS系统，与高压供电电源、电气控制装置通信，并实现监视、控制功能。

8.2.1.2 其他检测与过程控制要求应符合GB/T 40514的规定。

### 8.2.2 袋式除尘器

8.2.2.1 袋式除尘器安装完成后，应进行荧光检漏试验，试验应在预涂灰完成后进行，试验方法参照JB/T 12118执行。

8.2.2.2 袋式除尘器控制系统应满足工艺控制要求，具有手动及自动控制功能，自动控制应具有压差（定阻）和定时两种控制方式，可相互转换，压差检测点应分别设置在除尘器的进出口总管上。清灰程序应能对脉冲宽度、脉冲间隔进行调整。

## 8.3 脱硫工艺检测与控制系统

### 8.3.1 石灰石/石灰-石膏湿法脱硫

检测与过程控制要求应符合HJ 179以及HJ 2053—2018中8.4.1节的相关规定。

### 8.3.2 半干法脱硫

#### 8.3.2.1 循环流化床半干法脱硫

检测与过程要求应符合HJ 178的相关规定。

#### 8.3.2.2 旋转喷雾、密相干塔半干法脱硫

旋转喷雾、密相干塔半干法脱硫系统检测和过程控制应符合以下规定：

- a) 检测参数主要包括：烟气参数、脱硫工艺系统主要运行参数、电气设备运行参数等；
- b) 脱硫工程应设置仪表反映主要设备及工艺系统在正常运行、启停、异常工况下稳定、经济运行的参数，运行中需要进行监视和控制的参数应设置远传仪表，供运行人员现场检查和就地操作所必需的参数应设置就地仪表；
- c) 系统中各设备运行状况应设置预警参数；
- d) 自动控制系统采集数据应包括脱硫塔出入口SO<sub>2</sub>浓度、加湿水量及脱硫剂加入量；
- e) 原料仓和灰斗料位检测应采用料位计；
- f) 循环灰系统设置连锁系统。

### 8.3.3 活性炭脱硫脱硝一体化工艺

8.3.3.1 活性炭脱硫脱硝一体化工艺系统应采用集中控制。

8.3.3.2 热风炉应设置可靠的火焰检测装置和连锁系统。

8.3.3.3 入净化塔前烟气温度、再生塔内活性炭换热后温度测量仪表应分别设置两个，净化塔内活性炭温度测量仪表应设置多个。

8.3.3.4 增压风机故障信号应通过硬接线接入烧结主抽风机控制系统。

8.3.3.5 净化塔进出口烟气应设置压力检测。

8.3.3.6 活性炭储料仓上应设置温度检测和高低位检测。

8.3.3.7 物料输送应与净化塔、再生塔料位连锁。

## 8.4 脱硝工艺检测与控制系统

8.4.1 SCR脱硝检测与控制系统应符合HJ 2053—2018中8.2节的相关规定，并配套自动控制精准喷氨系统。

8.4.2 活性炭脱硫脱硝一体化检测与控制系统脱硝段应配套自动控制精准喷氨系统。

## 9 主要辅助工程

### 9.1 一般规定

9.1.1 供电设备及系统设置应符合GB 50052和GB 50054等设计规范的规定，电气防火、防爆和防雷电设计应按GB 50058和GB 50057等设计规范执行。

9.1.2 应结合项目用电负荷的特点及总体布局，充分利用原有设施。原有设施不能满足供电需求时，可设置变配电所或低压配电室。

9.1.3 重要工艺设备应按二级负荷供电，且应与烧结主体生产用电的要求一致。

9.1.4 对于单个用电量超过220 kW的用电设备，宜优先考虑采用6 kV或10 kV高压供电。

9.1.5 对用电量较大的设备应选用合适的启动和控制方式。

9.1.6 为防止气相性腐蚀，厂房电力电缆和控制电缆宜选用防腐型，电缆桥架宜进行防腐处理，局部控制柜应具备防腐、防尘、防水功能。

### 9.2 除尘辅助工程

9.2.1 各除尘器电气、建筑结构、压缩空气、采暖通风和给排水工程，均随工艺系统配套，应符合GB/T 40514、HJ 435、HJ 2020、DL/T 1589的规定。

9.2.2 其他辅助系统要求应符合HJ 2053—2018中9.3节的相关规定。

### 9.3 脱硫辅助工程

9.3.1 石灰石/石灰-石膏湿法脱硫辅助系统要求应符合HJ 179的相关规定。

9.3.2 循环流化床半干法脱硫辅助系统要求应符合HJ 178的相关规定，其他半干法脱硫辅助系统可参照执行。

9.3.3 活性炭脱硫脱硝一体化工艺物料输送、电气仪表、加热燃烧等辅助系统均随工艺系统配套，具备中控系统远程与现场就地操作能力。

### 9.4 脱硝辅助工程

9.4.1 SCR脱硝辅助系统要求应符合HJ 2053—2018中9.2节的规定。

9.4.2 氨站设置要求应符合GB/T 12801的规定。

## 10 施工与验收

### 10.1 工程施工

10.1.1 治理工程应遵守劳动、安全、卫生、消防等强制性国家标准及相关的施工技术规范。

10.1.2 治理工程应按设计图纸、技术文件和设备安装图纸等要求组织施工，施工应符合国家和行业施工程序及管理文件的规定。工程变更应取得设计变更文件后再予以实施。

10.1.3 治理工程施工中使用的设备、材料应符合相关的国家或行业标准。

10.1.4 治理工程其他施工要求应符合HJ 2053—2018中11.1节的规定。

## 10.2 工程验收

10.2.1 治理工程各系统调试完成、运转正常，技术指标达到设计要求后，启动项目整体试运行。

10.2.2 治理工程整体启动连续试运行168 h后，对试运行中出现的问题应及时消除。

10.2.3 与烧结工序生产设施主体工程同步建设的治理工程应与主体工程同时验收；现有烧结生产装备配套建设或改造的治理工程应单独进行验收。

10.2.4 工程主体设备安装、施工完成后应进行调试前的启动验收，启动验收合格和对在线仪表进行校验后方可进行分项调试验收和整体验收。

10.2.5 治理工程建设，应有专门的项目管理机构，参与设计会审、设备监制、施工质量检查，制定运行和维护规章制度；培训工人，组织、参与工程各阶段验收、调试和试运行；并建立设备安装及运行档案。

10.2.6 其他应符合GB/T 50252、GB 50254、GB 50275、GB 50300以及HJ 2053—2018中11.2节等有关规定。

## 11 运行与维护

### 11.1 一般规定

11.1.1 治理设施应与生产工艺设备同步运行。治理设施发生故障或检修时，对应的生产工艺设备应停止运行或在满足达标排放的条件下降低负荷或采取其他替代措施运行，待排除故障或检修完毕后同步投入使用。

11.1.2 应配备环保管理人员、工艺与设备技术人员、必要的手工监测设备，制定治理设施运行及维护的规章制度，主要设备运行、维护和操作规程。

11.1.3 治理设施的操作和维护应责任到人。岗位工人上岗前，企业应对其开展相关培训。

11.1.4 应建立并执行交接班工作制度，岗位工人应填写运行记录台账并存档，历史记录至少保存5年。

11.1.5 应根据治理设施供货商提供的技术、文件等资料，投运前全面检查运行条件，符合要求后方可按照程序启动运行各系统。

11.1.6 设备的运行和维护应符合设备说明书和相关技术规范的规定，运行中出现故障应及时进行处理。

11.1.7 易损设备、配件和通用材料，应由生产单位按设备管理规程和工艺安全运行要求储备。

11.1.8 维护人员应熟悉各主要设备维护保养规定，并根据规定定期检查、更换或维修必要部件（设备、管道等），及时做好维护保养记录。

11.1.9 按照HJ 75、HJ 76等技术规范做好CEMS运行维护工作。

11.1.10 应编制烧结废气治理系统突发环境事件应急预案，并及时按有关规定进行修订、更新和备案。

11.1.11 应根据应急预案要求，对工程管理和运行维护人员开展应急培训、组织应急演练，保证事故发生时可及时有效开展应急救援行动。

11.1.12 工程发生异常情况时，应及时分析、决策，启动应急预案，并依法向有关部门报告。

### 11.2 除尘系统

#### 11.2.1 干式电除尘器及其系统

11.2.1.1 干式电除尘器的运行、维护和检修等一般要求宜符合HJ 2040的规定。

11.2.1.2 应按GB/T 13931的规定定期考核干式电除尘器除尘效率。

11.2.1.3 干式电除尘器的运行与维护应符合DL/T 461和JB/T 6407的规定。

11.2.1.4 干式电除尘器大修应检查除尘器极板、极线腐蚀与积灰情况，更换磨损元件与断裂的阴极线，清除系统积灰，确保各管道、法兰连接处的密封情况。

#### 11.2.2 袋式除尘器及其系统

11.2.2.1 烧结主体工艺设施停止运行时，应延迟关闭机头烟气除尘系统，防止板结糊袋与腐蚀。

11.2.2.2 袋式除尘器的运行、维护和检修等一般要求宜符合HJ 2040的规定。

#### 11.3 脱硫系统

11.3.1 活性炭脱硫脱硝一体化系统运行中应观察脱硫系统各运行参数的变化情况，保证净化塔内活性炭床层温度、再生塔内活性炭床层高温段温度、再生塔压力等参数在设计值范围内运行，负荷变化时应通过及时调节保证正常运行，满足国家和地方污染物排放标准要求。

11.3.2 活性炭脱硫脱硝一体化系统应定期检查溜管是否有积料情况，保证活性炭流动顺畅。定期检查净化塔、再生塔内部、换热器、喷枪等运行情况。

11.3.3 脱硫设施其他运行维护要求宜符合HJ 2040的规定。

#### 11.4 脱硝系统

11.4.1 应采取固体燃料调配、烟气循环等措施从源头减少NO<sub>x</sub>产生，保证脱硝系统经济环保运行。

11.4.2 SCR脱硝系统其他运行维护要求宜符合HJ 2040的规定。

11.4.3 SCR脱硝催化剂每年应至少进行1次性能测试，达不到性能要求的应及时更换。