



# 中华人民共和国国家环境保护标准

HJ 2052—2016

---

## 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

Technical specifications of flue gas limestone/limegypsum desulfurization  
project for iron and steel industry sintering machine

（发布稿）

本电子版为发布稿。请以中国环境科学出版社出版的正式标准文本为准。

2016—4—29 发布

2016—8—1 实施

---

环 境 保 护 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 .....	3
4 污染物与污染负荷 .....	4
5 总体要求 .....	4
6 工艺设计 .....	6
7 主要工艺设备和材料 .....	11
8 检测与过程控制 .....	12
9 主要辅助工程 .....	13
10 劳动安全与职业卫生 .....	16
11 施工与验收 .....	17
12 运行与维护 .....	18
附录 A（资料性附录）钢铁工业烧结机烟气湿式石灰石-石膏法脱硫工艺流程图 .....	20
附录 B（资料性附录）钢铁工业烧结机烟气湿式石灰-石膏法脱硫工艺流程图 .....	22
附录 C（资料性附录）建、构筑物重力荷载代表值计算 .....	24
附录 D（资料性附录）冬季采暖室内计算温度表 .....	25
附录 E（资料性附录）空气调节室内设计参数表 .....	26

## 前 言

为贯彻《中华人民共和国环境保护法》和《中华人民共和国大气污染防治法》，规范钢铁工业烧结机烟气脱硫工程建设和运行管理，防治环境污染，保护环境与人体健康，制定本标准。

本标准规定了钢铁工业烧结机烟气湿式石灰石/石灰-石膏法脱硫工程设计、施工、验收、运行和维护等技术要求。

本标准为指导性标准。

本标准为首次发布。

本标准由环境保护部科技标准司组织制订。

本标准主要起草单位：中国环境保护产业协会、中国环境科学研究院、永清环保股份有限公司、北京利德衡环保工程有限公司。

本标准环境保护部 2016 年 4 月 29 日批准。

本标准自 2016 年 8 月 1 日实施。

本标准由环境保护部解释。

# 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

### 1 适用范围

本标准规定了钢铁工业烧结机采用湿式石灰石/石灰-石膏法烟气脱硫工程的设计、施工、验收、运行和维护等技术要求。

本标准适用于钢铁工业烧结机面积在 90 m<sup>2</sup> 及以上的烟气脱硫工程，可作为钢铁工业建设项目环境影响评价、环境保护设施设计与施工、建设项目环境保护验收及建设后运行与管理的技术依据。

### 2 规范性引用文件

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

GB150	钢制压力容器
GB12348	工业企业厂界环境噪声排放标准
GB13456	钢铁工业水污染物排放标准
GB18241.1	橡胶衬里 第 1 部分：设备防腐衬里
GB18241.4	橡胶衬里 第 4 部分：烟气脱硫衬里
GB18599	一般工业固体废物贮存、处置场污染控制标准
GB28662	钢铁烧结、球团工业大气污染物排放标准
GB50009	建筑结构荷载规范
GB50011	建筑抗震设计规范
GB50014	室外排水设计规范
GB50015	建筑给水排水设计规范
GB50017	钢结构设计规范
GB50019	采暖通风与空气调节设计规范
GB50033	建筑采光设计标准
GB50040	动力机器基础设计规范
GB50046	工业建筑防腐蚀设计规范
GB50052	供配电系统设计规范
GB50053	20kV 及以下变电所设计规范

GB50057	建筑物防雷设计规范
GB50116	火灾自动报警系统设计规范
GB50135	高耸结构设计规范
GB50140	建筑灭火器配置设计规范
GB50174	电子信息系统机房设计规范
GB50217	电力工程电缆设计规范
GB50222	建筑内部装修设计防火规范
GB50223	建筑工程抗震设防分类标准
GB50414	钢铁冶金企业设计防火规范
GB/T4272	设备及管道绝热技术通则
GB/T8175	设备及管道绝热设计导则
GB/T12801	生产过程安全卫生要求总则
GB/T20801	压力管道规范 工业管道
GB/T21833	奥氏体 铁素体型双相不锈钢无缝钢管
GB/T50087	工业企业噪声控制设计规范
GBJ22	厂矿道路设计规范
GBZ1	工业企业设计卫生标准
GBZ2.1	工作场所有害因素职业接触限值 第 1 部分：化学有害因素
GBZ2.2	工作场所有害因素职业接触限值 第 2 部分：物理因素
CJ343	污水排入城镇下水道水质标准
DL/T5044	电力工程直流系统设计技术规程
DL/T5121	火力发电厂烟风煤粉管道设计技术规程
HJ/T75	固定污染源烟气排放连续监测技术规范（试行）
HJ/T328	环境保护产品技术要求 脉冲喷吹类袋式除尘器
HJ/T329	环境保护产品技术要求 回转反吹袋式除尘器
HG20538	衬塑（PP、PE、PVC）钢管和管件
HG21501	衬胶钢管和管件
HG/T2640	玻璃鳞片衬里施工技术条件
HG/T21633	玻璃钢管和管件
HGJ229	化工设备、管道防腐蚀工程施工及验收规范

## JB/T10989 湿法烟气脱硫装置专用设备 除雾器

《压力容器安全技术监察规程》（质技监局国发[1999]154 号）

《建设项目（工程）竣工验收办法》（计建设[1990]1215 号）

### 3 术语和定义

下列术语和定义适用于本标准。

#### 3.1 烧结机烟气 sintering flue gas

指含铁原料、添加剂和燃料在烧结过程中由主抽风机抽出的含有颗粒物、SO<sub>2</sub>、NO<sub>x</sub>、二噁英类等多种污染物质的废气。

#### 3.2 脱硫装置 desulphurization equipment

指采用物理或化学的方法脱除烟气中 SO<sub>2</sub> 的装置。

#### 3.3 吸收剂 absorbent

指脱硫工艺中用于脱除SO<sub>2</sub>及其他酸性气体的反应剂。本标准中吸收剂指石灰石（CaCO<sub>3</sub>）或生石灰（CaO）。

#### 3.4 吸收塔 absorber

指吸收剂脱除烟气中 SO<sub>2</sub> 等污染物质的反应装置。

#### 3.5 脱硫废水 desulfurization waste water

指脱硫工艺中产生的含有重金属、可溶性盐等杂质的酸性废水。

#### 3.6 脱硫效率 desulfurization efficiency

指由脱硫装置脱除的SO<sub>2</sub>量与脱硫前烟气中所含SO<sub>2</sub>量的百分比，按式（1）计算：

$$\text{脱硫效率} = \frac{C_1 \times Q_1 - C_2 \times Q_2}{C_1 \times Q_1} \times 100\% \quad (1)$$

式中：

C<sub>1</sub>—脱硫前烟气中 SO<sub>2</sub> 浓度，mg/m<sup>3</sup>（101325Pa、0° C，干基）；

Q<sub>1</sub>—脱硫前烟气流量，m<sup>3</sup>/h（101325Pa、0° C，干基）；

C<sub>2</sub>—脱硫后烟气中 SO<sub>2</sub> 浓度，mg/m<sup>3</sup>（101325Pa、0° C，干基）；

Q<sub>2</sub>—脱硫后烟气流量，m<sup>3</sup>/h（101325Pa、0° C，干基）。

#### 3.7 增压风机 booster up fan

为克服脱硫装置的烟气阻力而增设的风机。

#### 3.8 氧化风机 oxidation fan

为吸收后浆液提供氧化空气将吸收生成的亚硫酸钙氧化生成硫酸钙的风机。

### 3.9 空塔气速 empty bed velocity

烟气通过吸收塔的平均速度，单位为 m/s。

## 4 污染物与污染负荷

### 4.1 脱硫装置入口烟气量

4.1.1 新建烧结机的脱硫装置入口烟气量应以烧结机的设计工况流量为依据，并按当地气压、温度等因素核算为标态烟气流量。

4.1.2 已建烧结机的脱硫装置入口烟气量应按全负荷运行实测烟气量为依据并考虑 10% 的裕量。

### 4.2 脱硫装置入口污染物浓度

4.2.1 烧结机烟气  $\text{SO}_2$  浓度应根据实测数据或物料衡算数据进行确定。

4.2.2 脱硫装置入口烟气中  $\text{SO}_2$  产生量可根据式（2）估算：

$$M_{\text{SO}_2} = 2 \times K \times (R \times S_r + F \times S_f) / 100 \quad (2)$$

式中：

$M_{\text{SO}_2}$ —脱硫装置入口烟气中的  $\text{SO}_2$  产生量，kg/h；

K—原料、燃料在烧结过程中硫的转化率，一般取 0.8~0.85；

R—烧结过程中原料的加入量，kg/h；

F—烧结过程中燃料的加入量，kg/h；

$S_r$ —烧结过程中原料的平均含硫量，%；

$S_f$ —烧结过程中燃料的平均含硫量，%。

4.2.3 原料及燃料的平均含硫量应充分考虑原料矿的来源及燃料的变化趋势。

## 5 总体要求

### 5.1 一般规定

5.1.1 烧结工艺应符合国家相关政策、法规、标准规定及清洁生产要求，从生产工艺源头削减污染负荷，控制污染物的产生并减少排放量。

5.1.2 烧结烟气脱硫工程应遵循“三同时”制度。脱硫技术方案和设备、材料的选择应依据全厂规划及实际情况，经技术经济论证后确定，优先选用节能、环保、安全的设备。

5.1.3 脱硫装置出口烟气中  $\text{SO}_2$  浓度应符合 GB28662 规定的限值，且应满足环境影响评价批复文件要求。

5.1.4 脱硫装置应按当地环保部门的要求装设污染源连续自动监测系统。

5.1.5 脱硫废水应优先回用。直接排放时应达到 GB13456 及环境影响评价批复文件的要求；排入厂内其他污水处理装置时，应符合污水处理装置的纳管要求。

5.1.6 脱硫石膏处置宜优先考虑综合利用。当暂无综合利用条件时，其处理处置应符合

GB18599 要求。

5.1.7 脱硫装置的设计、建设，应采取有效的隔声、消声、绿化等隔振降噪的措施，噪声和振动控制的设计应符合 GB/T50087 和 GB50040 的规定，厂界噪声应满足 GB12348 的要求。

## 5.2 脱硫装置构成

5.2.1 脱硫装置涉及的范围包括从主抽风机出口烟道到排放烟囱的所有工艺系统、公用系统和辅助系统等。

5.2.2 工艺系统包括烟气系统、吸收剂制备与供应系统、吸收系统、氧化空气系统、脱硫石膏处理系统、事故排空系统、脱硫废水处理系统。

5.2.3 公用系统包括压缩空气系统、工艺水系统等。

5.2.4 辅助系统包括电气系统、自动控制系统、建构筑物、采暖通风及空气调节、给排水、消防等系统。

## 5.3 总平面布置

### 5.3.1 一般规定

5.3.1.1 脱硫装置的总体布置应根据场地地质、地形、气象条件，满足工艺流程顺畅、物料输送短捷、方便施工和维护检修的原则，并符合 GB50414、GBJ22 的规定。

5.3.1.2 脱硫装置宜靠近烧结烟气排放点布置。

5.3.1.3 吸收剂卸料及储存设施宜靠近主要运输通道、避开人流较大的区域。

5.3.1.4 吸收剂制备设施、脱硫石膏处理设施宜紧邻吸收塔布置。

5.3.1.5 脱硫废水处理设施宜紧邻脱硫石膏处理设施布置，并有利于废水处理达标后统筹回用或排放。

5.3.1.6 石膏贮存设施宜紧邻石膏脱水设施布置，并有顺畅的运输通道。

5.3.1.7 在条件许可时，排放烟囱应避开人员密集场所和停车场。

5.3.1.8 吸收塔下部应根据当地气象条件确定是否封闭式布置或采取其他保温措施；冬季温度在 0℃ 以下地区，事故浆液箱室外布置时宜采取保温防冻措施。

5.3.1.9 对最冷月平均气温在 -10℃ 以下地区，所有转动设备宜室内布置。

### 5.3.2 总图运输

5.3.2.1 总图运输设计应符合烧结机总体规划要求，并根据生产流程及使用功能的要求合理布置建（构）筑物。

5.3.2.2 脱硫装置区域的道路设计，应保证脱硫装置的物料运输便捷、消防通道畅通、维护检修方便，并满足场地排水的要求。

5.3.2.3 石灰石粉或石灰粉运输车辆应选择自卸密封罐车，石灰石块或石灰块及石膏运输汽车宜选择自卸车。



5.3.2.4 吸收剂及脱硫石膏的车辆装卸停车位路段纵坡宜为平坡。布置有困难时，最大纵坡应不大于 1.5%。装卸位应留有足够的会车、回转场地，并按行车路面要求进行硬化处理。

### 5.3.3 管线布置

5.3.3.1 管线布置应短捷、顺直、集中，管线与建筑物及道路宜平行布置，干管宜靠近主要用户或支管多的一侧布置。

5.3.3.2 除雨水下水道、生活污水下水道、脱硫浆液溢流和跑漏等汇集用地沟外，脱硫装置的管线宜采用综合架空方式敷设。

5.3.3.3 管廊上的管线采用多层集中布置时，含有腐蚀性介质的管道宜布置在下层，公用工程管道、电缆桥架宜布置在上层。

5.3.3.4 电缆敷设应避免与腐蚀性介质接触，宜架空或采取防腐措施埋地敷设。

## 6 工艺设计

### 6.1 一般规定

6.1.1 脱硫装置设计应与烧结机烟气变化相匹配。

6.1.2 新建烧结机的主抽风机选型时宜同步考虑脱硫装置阻力。

6.1.3 脱硫装置设计的脱硫效率应根据 GB28662 要求和环境影响评价批复文件中排放限值综合确定，但最低不得小于 90%。

6.1.4 应考虑烟气中氯化物、氟化物、烟尘等其他污染物对脱硫装置的影响。

### 6.2 工艺流程

湿式石灰石/石灰-石膏法烟气脱硫的典型工艺流程示意图见图 1，详细工艺流程图参见附录 A 和附录 B。

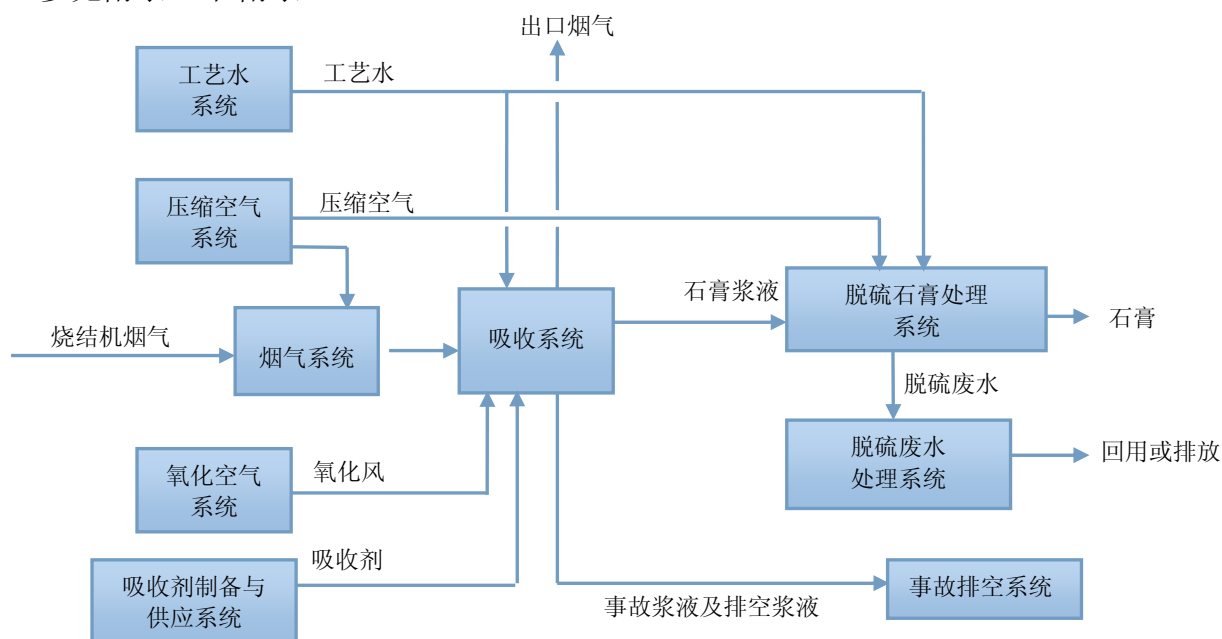


图1 烧结机烟气脱硫工艺流程示意图

## 6.3 烟气系统

6.3.1 脱硫装置烟道挡板门应有良好的操作和密封性能。

6.3.2 挡板门密封风压力应高于烟气压力 500Pa, 挡板门密封风温度应大于烟气露点温度, 密封风加热器入口风温应选用最冷月平均温度。

6.3.3 靠近挡板门的位置应设置供检修维护的平台和扶梯, 平台设计荷载应不小于  $4\text{kN/m}^2$ 。

6.3.4 烟道内烟气流速设计值宜不大于  $15\text{m/s}$ , 烟道强度设计应满足 DL/T5121 规定。

6.3.5 吸收塔烟气入口烟道应设置烟气应急降温设施, 并采取可靠的防腐措施, 入口烟道防腐段起点距吸收塔外壁最短距离不得小于  $5\text{m}$ 。

6.3.6 脱硫增压风机宜设在吸收塔前的入口烟道上, 一台吸收塔宜配置一台增压风机。新建烧结机宜采用主抽风机和增压风机合二为一的方式设置。

6.3.7 增压风机的风量应为烧结机最大负荷工况下的烟气量, 且不得小于烧结机正常运行最高排烟温度时的烟气量; 增压风机的压升应为脱硫装置在烧结机最大负荷工况时并考虑  $10^\circ\text{C}$  温度裕量下脱硫装置烟气阻力的 120%。

6.3.8 在烟道上需要设置膨胀节时, 膨胀节的设计压力应为所在烟道设计正压/负压再加上至少 1000Pa 的余量。膨胀节宜选用非金属材料并设置排水设施。

## 6.4 吸收剂制备与供应系统

6.4.1 吸收剂宜优先选用石灰石。根据吸收剂的性能, 按下述要求选择吸收剂制备工艺:

a) 选择石灰石粉作为吸收剂时, 石灰石粉中  $\text{CaCO}_3$  含量宜  $\geq 90\%$ , 细度应至少满足 250 目 90% 过筛率; 选择石灰粉作为吸收剂时, 石灰粉中  $\text{CaO} \geq 80\%$ , 细度应至少满足 180 目 90% 过筛率。满足以上要求的石灰石/石灰粉加水搅拌制成浆液。

b) 选择粒径小于  $20\text{mm}$  块状石灰石制备吸收剂时, 宜优先采用湿式球磨机磨成浆液; 当采用干磨制粉时, 制粉设施宜在脱硫装置区域外单独建设。湿磨或干磨制浆, 石灰石粉细度均至少满足 250 目 90% 过筛率; 当选择粒径大于  $20\text{mm}$  块状石灰石, 在磨制前宜先行破碎。

6.4.2 两套或多套吸收塔宜合用一套吸收剂制备系统。

6.4.3 吸收剂制备系统的出力应按设计工况下石灰石/石灰消耗量的 150% 选择。

6.4.4 石灰石/石灰仓的容量应根据当地运输条件确定, 一般不应小于设计工况下 3d 的石灰石/石灰耗量。采用石灰石/石灰粉时, 仓底部应设置气体流化装置。

6.4.5 采用湿式球磨机制浆时, 石灰石浆液箱容量宜满足设计工况下 6~10h 的石灰石浆

液消耗量；采用石灰石/石灰粉配浆工艺时，石灰石/石灰浆液箱容量不宜小于设计工况下 4h 的石灰石/石灰浆液消耗量。

6.4.6 每台球磨机应配备一个石灰石浆液循环箱，每个石灰石浆液循环箱应设置两台石灰石浆液循环泵，一用一备。石灰石浆液循环泵出口管道宜采用回流设置。

6.4.7 浆液管道设计时应充分考虑工作介质对管道系统的腐蚀与磨损。管道内介质流速的选择既要避免浆液沉淀，同时又要使管道的磨损和压力损失尽可能小。

6.4.8 浆液管道上的开关阀宜选用蝶阀，调节阀宜采用陶瓷球阀。阀门的口径宜与管道口径一致。

6.4.9 浆液管道上应设排空和停运冲洗设施。

6.4.10 吸收剂制备系统应控制二次扬尘污染。石灰石/石灰卸、储系统宜选用袋式除尘器防止粉尘污染。袋式除尘器的性能应达到 HJ/T328、HJ/T329 的要求。

## 6.5 吸收系统

6.5.1 吸收塔的型式应因地制宜选用，宜采用喷淋吸收塔。

6.5.2 吸收塔内烟气空塔气速宜小于 3.6m/s。

6.5.3 在喷淋吸收塔烟气入口上部设置浆液喷淋层，喷淋层数不宜少于 3 层，层间距不宜小于 1.8m。最上一层喷淋层宜布置单向喷嘴，其余各层宜布置双向喷嘴。每个喷淋层应配置 1 台循环泵，必要时考虑备用。

6.5.4 当采用石灰石作吸收剂时，液气比宜不小于  $10\text{L}/\text{m}^3$ （出口湿烟气），pH 宜控制在 5.2~5.8；当采用石灰作吸收剂时，液气比宜不小于  $6\text{L}/\text{m}^3$ （出口湿烟气），pH 宜控制在 5.2~6.5。

6.5.5 浆液密度宜控制在  $1080\sim 1200\text{ kg}/\text{m}^3$  之间，钙硫摩尔比不宜高于 1.06。

6.5.6 吸收塔衬里设计应考虑足够的防磨损、防腐蚀厚度，在吸收塔底部浆液池冲刷区和中上部的喷淋冲刷区应适当增加抗浆液冲刷磨损厚度。

6.5.7 脱硫装置宜设置三级除雾器，第 1 级宜采用管式除雾器，第 2 级和第 3 级宜采用屋脊式除雾器或平板式除雾器。

6.5.8 在正常运行工况下，除雾器出口烟气中的雾滴浓度不应大于  $75\text{mg}/\text{m}^3$ 。除雾器应设置自动水冲洗系统。

6.5.9 利用原有烟囱排烟时，应考虑脱硫装置产生的湿烟气对原有烟囱的影响。

6.5.10 采用吸收塔顶直排烟囱时，塔顶直排烟囱的设计、建造、改造应符合安全、环境影响评价和 HJ/T75 要求。直排烟囱出口烟气流速不宜超过 12m/s。

6.5.11 直排烟囱高度的确定应综合考虑  $\text{SO}_2$ 、 $\text{NO}_x$  和颗粒物等多种污染物对周围环境的影响，但最低不得小于 70m。烟囱的钢塔架及拉索设计应符合 GB50135 的有关规定。

6.5.12 吸收塔应设置供操作、检修、维护、检测取样的平台、扶梯，平台设计荷载应不小于  $4\text{kN/m}^2$ ，平台宽度应不小于 1.2m。

6.5.13 吸收塔内与喷嘴相连的浆液管道应能够检修维护，强度设计应考虑不小于  $500\text{N/m}^2$  的检修荷载。

6.5.14 除雾器设计应考虑检修维护措施，除雾器支撑梁设计应考虑不小于  $1\text{kN/m}^2$  的检修荷载。

6.5.15 吸收塔浆液池应设置侧进式搅拌器或脉冲悬浮搅拌设施。当采用侧进式搅拌器搅拌时，其比功率宜不小于  $0.08\text{kW/m}^3$ 。当采用脉冲悬浮搅拌时，其脉冲悬浮浆液量宜不小于  $8.5\text{m}^3/\text{m}^2 \cdot \text{h}$ 。

## 6.6 氧化空气系统

6.6.1 采用氧化空气喷枪氧化时，氧硫摩尔比宜不小于 2；采用氧化空气分布管氧化时，氧硫摩尔比宜不小于 2.8。

6.6.2 氧化风机出口管宜设置喷淋增湿降温设施，氧化空气入塔前的气温应低于吸收塔浆液池浆液温度。

6.6.3 当氧化风机计算容量小于  $6000\text{m}^3/\text{h}$  时，每个吸收塔应设置 2 台全容量氧化风机，其中 1 台备用；如设计成多台时，宜考虑使用同型号氧化风机，其中至少应考虑 1 台备用。当氧化风机计算容量大于  $6000\text{m}^3/\text{h}$  时，宜采用每座吸收塔配 3 台 50%容量的氧化风机，其中 1 台备用。

## 6.7 事故排空系统

6.7.1 脱硫装置应设置事故浆液池（箱）。当多套脱硫装置采用相同的脱硫工艺时，宜合用一个事故浆液池（箱）。

6.7.2 事故浆液池（箱）的容量应满足吸收塔故障时浆液池（箱）排空或检修排空的要求。

6.7.3 事故浆液池（箱）应设置浆液回送设施，出力宜满足在 12h 内将事故浆液池（箱）储存的浆液全部送回。

6.7.4 事故浆液池（箱）应采取防腐措施并装设防浆液沉积装置。

## 6.8 脱硫石膏处理系统

6.8.1 脱硫石膏处理系统的设计应为脱硫石膏的综合利用创造条件。

6.8.2 脱硫石膏处理宜同步设旋流器与脱水机两级脱水设施。每个吸收塔宜设置一台浆液旋流器。二级脱水装置宜优先选用真空皮带脱水机。

6.8.3 真空皮带机脱水系统宜按两套或多套脱硫装置合用一套设置，真空皮带机一般不少于两台。当只有一台烧结机时，可设一台真空皮带机。

6.8.4 真空皮带机脱水系统的出力应按设计工况下脱硫石膏产量的 150%选择，且不得小于满负荷下最大入口烟气  $\text{SO}_2$  浓度时的脱硫石膏产量。

6.8.5 脱硫石膏经两级脱水后的含水率不得大于 10%，脱硫石膏中  $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  含量宜不小于 90%（干基）。

6.8.6 脱硫站应设置全封闭的脱硫石膏库，其容量应不小于 3d 的脱硫石膏产量，脱硫石膏库的净空高度应确保石膏运输车辆运输通畅，且应不低于 4.5m。

6.8.7 脱硫石膏处理系统产生的滤液应实现循环利用。

## 6.9 工艺水系统

6.9.1 脱硫工艺用水宜从烧结机供水管网中就近引接。

6.9.2 脱硫装置内应设置 1 个工艺水箱，其容量不小于 1h 耗水量。

6.9.3 每个吸收塔宜单独配备工艺水泵和除雾器冲洗水泵，工艺水泵和除雾器冲洗水泵应考虑备用。

## 6.10 压缩空气系统

6.10.1 压缩空气宜从烧结机仪用压缩空气管网中就近引接。

6.10.2 每套脱硫装置宜配置 1 个压缩空气罐，压缩空气罐的容量不得小于单套脱硫装置 15min 压缩空气平均用量。

6.10.3 压缩空气罐应按压力容器设计，并满足 GB150 和《压力容器安全技术监察规程》要求。

6.10.4 压缩空气管道设计应满足 GB/T20801 要求。

## 6.11 脱硫废水处理系统

### 6.11.1 一般规定

6.11.1.1 脱硫废水主要为脱硫石膏处理系统产生的少量废水，脱硫装置应设置脱硫废水处理系统，多套脱硫装置宜合设一套脱硫废水处理系统。

6.11.1.2 脱硫废水处理系统的处理能力宜按脱硫废水设计值的 125%选定。

6.11.1.3 废水处理系统的箱（罐）应设有防止固体颗粒物沉积设施，管道应设置冲洗排净设施。

6.11.1.4 脱硫废水处理系统应设置污泥脱水设备，脱水后的泥饼应按当地环境保护行政主管部门的要求妥善处理。

## 6.11.2 废水处理工艺设计

6.11.2.1 废水处理的工艺设计应包括去除重金属、COD 及污泥脱水等单元。

6.11.2.2 去除重金属单元设置的中和箱、反应箱、絮凝箱的水力停留时间宜不少于 30min，浓缩澄清池（器）的水力停留时间宜不少于 8h。

6.11.2.3 去除 COD 单元设置的缓冲箱的水力停留时间应满足 COD 降解时间要求并设置 pH 计。

6.11.2.4 污泥脱水单元宜选择厢式或离心式脱水机，其总出力宜按日污泥量发生的小时平均值设计。

## 6.11.3 加药系统设计

6.11.3.1 脱硫废水处理所需的药品量应根据脱硫废水的水量、水质，并结合物料平衡计算或实际生产数据确定。

6.11.3.2 药品的贮存量应根据药品消耗量、运输距离、供应和运输条件等因素确定，宜按 15d~30d 的消耗量设计。

6.11.3.3 加药系统应设置各类药品的计量设施。

# 7 主要工艺设备和材料

## 7.1 主要工艺设备

7.1.1 360m<sup>2</sup> 及以上烧结机的脱硫增压风机宜采用静叶可调轴流风机或动叶可调轴流风机，360m<sup>2</sup> 以下烧结机的脱硫增压风机宜采用高效离心风机或静叶可调轴流风机。采用离心风机时宜采用变频器调节。

7.1.2 氧化风机宜选用罗茨、离心或螺杆式风机，同时配备降低噪声的设施。

7.1.3 平板式除雾器的性能应满足 JB/T10989 要求。

7.1.4 浆液循环泵宜选用大流量、低扬程、低转速的离心泵，其结构设计应方便就地拆卸或维修。

## 7.2 材料选择

7.2.1 应本着经济、适用、满足脱硫工艺的原则，选择使用寿命长、能耐多元酸、氯离子、浆液中固体颗粒磨蚀的材料。

7.2.2 吸收塔筒体材料宜选用碳钢。对碳钢可能接触腐蚀性介质的表面，应根据不同部位的实际工况，衬抗腐蚀性和耐磨性强的非金属材料。对易受浆液冲刷部位，其衬层应

预留冲刷减薄量。

7.2.3 对于接触腐蚀性介质的特定部位，当采用碳钢衬非金属材料不能满足实际使用要求时，应根据介质的腐蚀性和耐磨性，采用高镍基合金材料。

7.2.4 吸收塔内壁宜选用丁基橡胶、玻璃鳞片作为防腐耐磨衬层。衬层的材料和施工应满足 GB18241.1、GB18241.4、HGJ229、HG/T2640 要求，当条件允许时，也可选用高镍基合金板作为防腐耐磨衬层。

7.2.5 吸收塔入口（入口烟气冷凝和浆液飞溅界面区）烟道，当采用碳钢制作时，烟道内表面应贴衬厚度不少于 2mm 的高镍基合金板，且贴衬投影长度不少于 1.5m。

7.2.6 吸收塔浆液循环泵和排出泵可选用全合金、钢衬胶或工程陶瓷材料。

7.2.7 吸收塔搅拌器宜选用耐腐抗磨的高镍基合金材料。

7.2.8 固液分离设备与浆液接触的部件可选用合金钢、丁基橡胶、玻璃钢等材料。

7.2.9 浆液管道宜选用衬胶、衬塑管道、双相不锈钢管道或玻璃钢管道。废水和污泥系统的管道宜采用碳钢衬塑管道、双相不锈钢管道或衬胶管道。其中：

- a) 选用衬胶管道时，应符合 HG21501 要求；
- b) 选用衬塑管道时，应符合 HG20538 要求；
- c) 选用玻璃钢管道时，应符合 HG/T21633 要求；
- d) 选用双相不锈钢管道时，应符合 GB/T21833 要求。

7.2.10 吸收塔除雾器宜采用聚丙烯（PP）材料。

7.2.11 浆液喷嘴宜采用碳化硅陶瓷。

## 8 检测与过程控制

### 8.1 一般规定

8.1.1 脱硫装置自动化控制水平宜与烧结机的自动化控制水平相一致。

8.1.2 脱硫装置应采用集中监控，控制室的设置应符合 GB50174 要求，应能在控制室完成脱硫装置启动、正常运行工况的监视和调整、停机和事故处理。脱硫装置进出口二氧化硫浓度、进出口烟气湿度、进出口烟气温度、进出口烟气流量、增压风机电流、浆液循环泵电流、脱硫塔内浆液 pH 值等监测数据应接入监控系统。

8.1.3 脱硫装置宜采用 DCS 或 PLC 控制系统，其功能包括数据采集和处理（DAS）、模拟量控制（MCS）、顺序控制（SCS）及联锁保护、脱硫装置变压器和脱硫电源系统监控。控制器应采取冗余措施。

8.1.4 用于控制和保护的重要过程信号，应采用双重或三重冗余设置。挡板门开/关到位

信号、脱硫装置原烟气温度的、增压风机前原烟气压力、吸收塔液位应三重冗余设置；吸收塔 pH 值应采用双重冗余设置。

8.1.5 脱硫装置可单独设置工业电视监视系统，也可统一纳入烧结机工业电视监视系统中。在所有运行的高压用电设备、球磨机、皮带机等转动设备区域应设置电视监视点。

8.1.6 脱硫 DCS 或 PLC 控制系统应有历史数据存储功能，至少能保存一年以上脱硫运行历史数据，并可实现调阅的各个参数历史记录曲线在同一画面内显示，具有各参数量程可调，时间跨度可调等功能。

## 8.2 自控检测

8.2.1 石灰石/石灰粉仓料位测量宜采用雷达料位计或料位开关。

8.2.2 浆液箱、罐液位测量宜采用超声波液位计或雷达液位计，液位计应设有防罐内蒸汽冷凝的措施。采用法兰式液位变送器测量液位时，应选择哈氏合金（HC）膜片，并设有冲洗装置。

8.2.3 液体流量测量宜采用电磁流量计，用于石灰石或石膏浆液流量测量的电磁流量计电极应选用 HC 材质。氧化空气或压缩空气流量测量宜选用孔板流量计。

8.2.4 烟气温度测量宜选用铠装耐磨型热电阻。

## 8.3 自动控制电源

8.3.1 脱硫装置 220VAC 自动控制电源应采用双电源供电，自动切换，其中一路应采用交流不停电电源（UPS）。

8.3.2 电动执行器宜采用 380VAC 或 220VAC 动力电源，配电柜（盘）应设置两路输入电源，分别接自脱硫供电的低压母线的不同段。

## 8.4 通信系统

8.4.1 脱硫装置控制系统宜设置与烧结机控制系统进行信号交换的硬接线和通信接口。当烧结机控制系统与脱硫控制系统不具备联网条件时，宜在烧结控制室内设不具备操作权限的脱硫控制系统监视站。

8.4.2 当烧结主装置有三级管理信息系统（L3）时，烟气脱硫分散控制系统宜设置相应的通信接口。

## 9 主要辅助工程

### 9.1 电气系统

9.1.1 脱硫装置电气系统宜在脱硫控制室控制，并纳入自动控制系统。

9.1.2 脱硫装置高、低压用电电压等级应与烧结机主装置一致。



9.1.3 脱硫装置用电系统中性点接地方式应与烧结机主装置一致。

9.1.4 脱硫装置用高压工作电源宜直接从烧结机高压工作母线上引接；低压工作电源宜单独设置脱硫低压变压器供电，并符合GB50053要求。

9.1.5 脱硫装置用高压负荷应设高压母线段供电，并设置配电室，供配电系统设置应符合GB50052要求。

9.1.6 脱硫装置配电室应靠近脱硫装置用电负荷中心布置，宜设置独立的电度计量表。

9.1.7 脱硫装置电缆设计应符合GB50217规定。

9.1.8 直流系统的设置应符合DL/T5044的规定。

9.1.9 交流不停电电源（UPS）宜采用静态逆变装置；宜单独设置UPS向脱硫装置不停电负荷供电。

## 9.2 建筑与结构

9.2.1 脱硫装置建筑设计应根据工艺流程、使用要求、自然条件、建筑地形等因素进行整体布局，同时应考虑与建筑物周边环境的协调，满足其功能要求。

9.2.2 脱硫工程建筑设计除应符合本标准的规定外，还应符合 GB50033、GB50057、GB50222、GBZ1 等要求。

9.2.3 建（构）筑物的防腐设计应符合 GB50046 的规定。

9.2.4 建（构）筑物的抗震设防类别应满足 GB50223 要求，抗震设计应满足 GB50011 要求。计算地震作用时，建（构）筑物重力荷载代表值应取恒载标准值和可变荷载组合值之和，各可变荷载组合值计算参考附录 C。

9.2.5 建（构）构筑物采用钢结构时，应满足 GB50017 要求。

9.2.6 作用在屋面、楼（地）面上的设备荷载和管道荷载（包括设备及管道的自重、设备、管道及容器的填充物重）应按恒载考虑，检修、施工安装时的荷载应按活荷载考虑，荷载取值应符合 GB50009 的要求。

## 9.3 采暖、通风与空气调节

9.3.1 脱硫装置建（构）筑物应设置采暖通风与空气调节系统，并应符合 GB50019 要求。

9.3.2 脱硫装置建（构）筑物的采暖应与烧结机建筑物一致。当厂区设有集中采暖系统时，采暖热源宜由烧结机集中采暖系统引接。脱硫装置建筑物冬季采暖室内计算温度参考附录 D。

9.3.3 脱硫装置建（构）筑物应选用不易积尘、耐腐蚀的散热器供暖；当布置散热器有困难时，可设置暖风机供暖。

9.3.4 配电室、变压器室不宜设水、汽采暖，当室温不满足设备运行要求时，宜设电采暖。

9.3.5 蓄电池室的采暖设施应采用防爆型。采暖设施与蓄电池之间的距离应不小于0.75m。

9.3.6 脱硫装置的建（构）筑物宜采用自然通风，合理布置通风孔，避免气流短路和倒流，减少气流死角。

9.3.7 通风系统的进风口宜设在清洁干燥处，电缆夹层不应作为通风系统的吸风口。在风沙较大地区，通风系统应采取防风沙措施。在粉尘较大场所，通风系统应采取防尘措施。对最冷月平均温度低于-10℃的地区，通风系统的进、排风口宜考虑防冻措施。

9.3.8 脱硫装置控制室、电子设备间、工艺设备间、CEMS 间应设置空气调节装置。空气调节室内设计参数参考附录 E。

9.3.9 变压器室、配电室、蓄电池室宜设置通风装置去除余热。当通风去除余热不满足要求时，宜设置降温设施，并应设置事故通风。

9.3.10 脱硫装置电动机功率超过 200kW 的设备间宜设置通风装置去除余热。通风装置宜选用耐腐蚀型。

## 9.4 给排水

9.4.1 脱硫装置给排水设计应符合 GB50014、GB50015 要求。

9.4.2 除满足 GB50015 要求外，生产给水系统的设计还应符合下列规定：

a) 宜优先从就近烧结机工业水管道引接至工艺水箱。

b) 工艺给水系统的水量，应根据工艺系统的用水量和偶发事故的增加水量综合计算后确定。

c) 工艺给水中的氯离子浓度宜小于 250mg/L；COD<sub>Cr</sub> 宜小于 280mg/L；BOD<sub>5</sub> 宜小于 10mg/L；pH 值应不小于 6.5，宜不大于 9.5；悬浮物宜小于 100mg/L；转动机械轴承冷却水中的硬度值宜小于 250mg/L(以 CaCO<sub>3</sub> 计)。

9.4.3 除满足 GB50015 要求外，生活给水系统的设计还应符合下列规定：

a) 新建烧结机的脱硫装置的生活给水系统应与主厂房统一设计。已建烧结机脱硫改造工程的生活给水宜从原有生活给水管网引出。

b) 脱硫装置工作人员生活用水量宜采用 35L/（人·班），其小时变化系数可按 2.5 选取。

c) 在满足使用要求和保持给水排水系统正常运行的前提下，生活给水系统应采用

节水型卫生器具给水配件。给水配件应满足产品标准的要求，并具有产品合格证。

9.4.4 除满足GB50015要求外，生活污水系统的设计还应符合下列规定：

- a) 根据污水管网接入井的位置确定脱硫装置是否单独设置化粪池。
- b) 生活污水宜接至主厂区生活污水管网。
- c) 生活污水排入城镇生活污水管网时应符合 CJ343 规定。

9.4.5 除满足 GB50014 要求外，雨水系统设计还应符合下列规定：

- a) 脱硫装置室外雨水管宜接至烧结机室外雨水管网。
- b) 屋面雨水宜采用外排水系统；对最冷月平均温度低于-10℃的地区采用室内排水时，排水管如果经过电气房间，经过处应采取全封闭型式。

9.4.6 设计位于地震、湿陷性黄土、土滑、多年冻土以及其他特殊地区的脱硫装置的生活、消防给水和排水工程时，应执行相关专门规范或规定。

## 9.5 消防

9.5.1 脱硫装置内应设置火灾自动报警装置，并符合 GB50116 的要求。火灾自动报警装置应采用区域型报警系统，且火灾报警系统应与主要消防设备联动。

9.5.2 脱硫装置应设置消防给水系统，宜从烧结机消防给水系统引接。

9.5.3 新建烧结机的脱硫装置的消防管网应与烧结机统一设计，室外消火栓应与烧结机统一布置；已建烧结机的烟气脱硫改造工程中室外消火栓的设置应满足脱硫装置的消防要求。

9.5.4 脱硫装置建（构）筑物的火灾危险类别及其耐火等级和室内外消火栓的设计应符合 GB50414 的规定。

9.5.5 灭火器的设置还应满足 GB50414、GB50140 的规定。

## 10 劳动安全与职业卫生

### 10.1 劳动安全

10.1.1 建立并严格执行定期安全检查制度，及时消除事故隐患，防止事故发生。

10.1.2 对脱硫装置内的高温设备和管道应按 GB/T4272、GB/T8175 要求设置绝热层，防止生产操作时人员烫伤。

10.1.3 脱硫装置建筑物人员驻留房间宜设置采暖或空气调节装置。

### 10.2 职业卫生

10.2.1 防尘、防噪声与振动、防电磁辐射、防暑与防寒等职业卫生要求应符合 GB12801、GBZ1、GBZ2.1、GBZ2.2 的规定。

10.2.2 在易发生粉尘飞扬或洒落的区域宜设置必要的除尘设施。

10.2.3 对可能产生粉尘污染的装置，宜采用全负压密闭操作，尽可能实现机械化和自动化作业，并采取通风措施。

10.2.4 应选用噪声低的设备，对于无法避免使用噪声高的设备时，应采取减振消声措施，尽量将噪声源和操作人员隔开。允许远距离控制的设备，宜设置隔声操作（控制）室。

## 11 施工与验收

### 11.1 工程施工

11.1.1 脱硫装置的施工应符合国家和行业施工程序及管理文件的要求，还应遵守国家有关部门颁布的劳动安全及卫生、消防等标准要求。

11.1.2 脱硫装置应按设计文件要求进行施工，对工程的变更应取得设计单位的设计变更文件后才能施工。

11.1.3 脱硫装置施工中使用的设备、材料、器件等应符合相关国家标准要求，并应取得供货商的产品合格证后方可安装和使用。

### 11.2 工程验收

11.2.1 脱硫装置的验收应按《建设项目（工程）竣工验收管理办法》进行。

11.2.2 工程安装、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和整体调试。

11.2.3 通过脱硫装置整体调试，各系统运转正常，技术指标达到设计和合同要求后，应整体启动试运行。

11.2.4 对整体启动试运行中出现的问题应及时消除。在整体启动连续试运行 72h，技术指标达到设计和合同要求后，建设单位在试生产运行前应向环境保护行政主管部门提出生产试运行申请。

### 11.3 环境保护验收

11.3.1 脱硫装置竣工环境保护验收按环境保护验收相关管理规定进行。

11.3.2 脱硫装置可结合生产试运行进行连续 72h 的性能考核试验，试验至少应包括以下项目：

- a) 烧结机烟气进出口  $\text{SO}_2$  浓度；
- b) 脱硫效率；
- c) 钙硫比；
- d) 系统压力降；

- e) 水量消耗;
- f) 电能消耗;
- g) 脱硫石膏含湿量和石膏纯度;
- h) 废水排放水质;
- i) 工作场所含尘及噪声等。

11.3.3 性能试验应达到合同规定的全套装置的保证值及技术要求。

## 12 运行与维护

### 12.1 一般规定

12.1.1 应建立、健全运行与维护的管理制度、岗位操作规程、主要设备运行台账制度和质量管理体系等文件。

12.1.2 脱硫装置运行与维护应设立专门管理部门，并配备相应的人员和设备。

### 12.2 人员与运行管理

12.2.1 应对脱硫装置的管理和运行人员进行定期培训，运行操作人员上岗前应进行以下内容的专业培训：

- a) 启动前的检查和启动必备条件;
- b) 处置设备的正常运行，包括设备的启动和关闭;
- c) 控制、报警和指示系统的运行和检查，以及必要时的纠正操作;
- d) 最佳运行温度、压力、脱硫效率的控制和调节，以及保持设备良好运行的条件;
- e) 设备运行故障的发现、检查和排除;
- f) 事故或紧急状态下人工操作和处理;
- g) 设备日常和定期维护;
- h) 设备运行及维护记录，以及其它事件的记录和报告。

12.2.2 应建立脱硫装置运行状况、设施维护和生产活动的记录制度，主要记录内容包括：

- a) 系统启动、停止时间;
- b) 吸收剂进厂质量分析数据，进厂数量，进厂时间;
- c) 系统运行工艺控制参数，至少应包括：脱硫装置入、出口烟气污染物浓度、温度、流量、压力，吸收塔压差，除雾器压差，吸收浆液 pH 值，吸收剂耗量，用水量，耗电量，脱硫石膏产量等;
- d) 主要设备的运行和维修情况;
- e) 烟气连续监测数据，污水排放情况，脱硫石膏处置情况;

f) 生产事故及处置情况;

g) 定期检测、评价及评估情况等;

12.2.3 运行人员应按照规定做好交接班和巡视。

### 12.3 维护保养

12.3.1 脱硫装置的维护保养应纳入全厂的维护保养计划,并根据脱硫装置技术负责方提供的系统、设备等资料制定详细的维护保养规定。

12.3.2 维修人员应根据维护保养规定定期检查、更换或维修必要的零部件。

### 12.4 应急措施

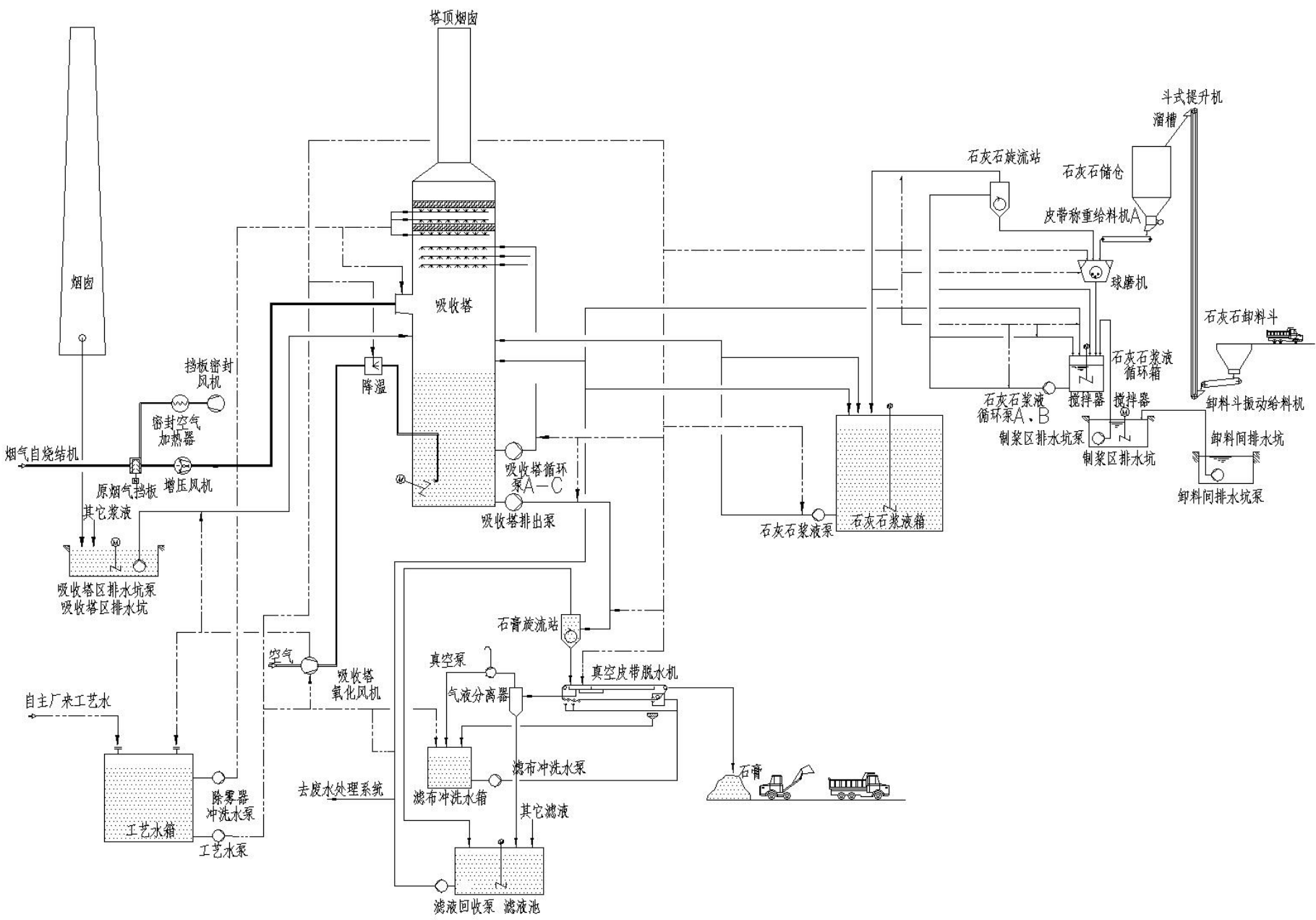
12.4.1 应根据脱硫装置运行及周围环境的实际情况,考虑各种突发事故,做好应急预案,配备人力、设备、通讯等资源,预留应急处理条件。

12.4.2 脱硫装置发生异常情况或重大事故时,应及时分析,启动应急预案,并按规定向有关部门报告。

附录 A

（资料性附录）

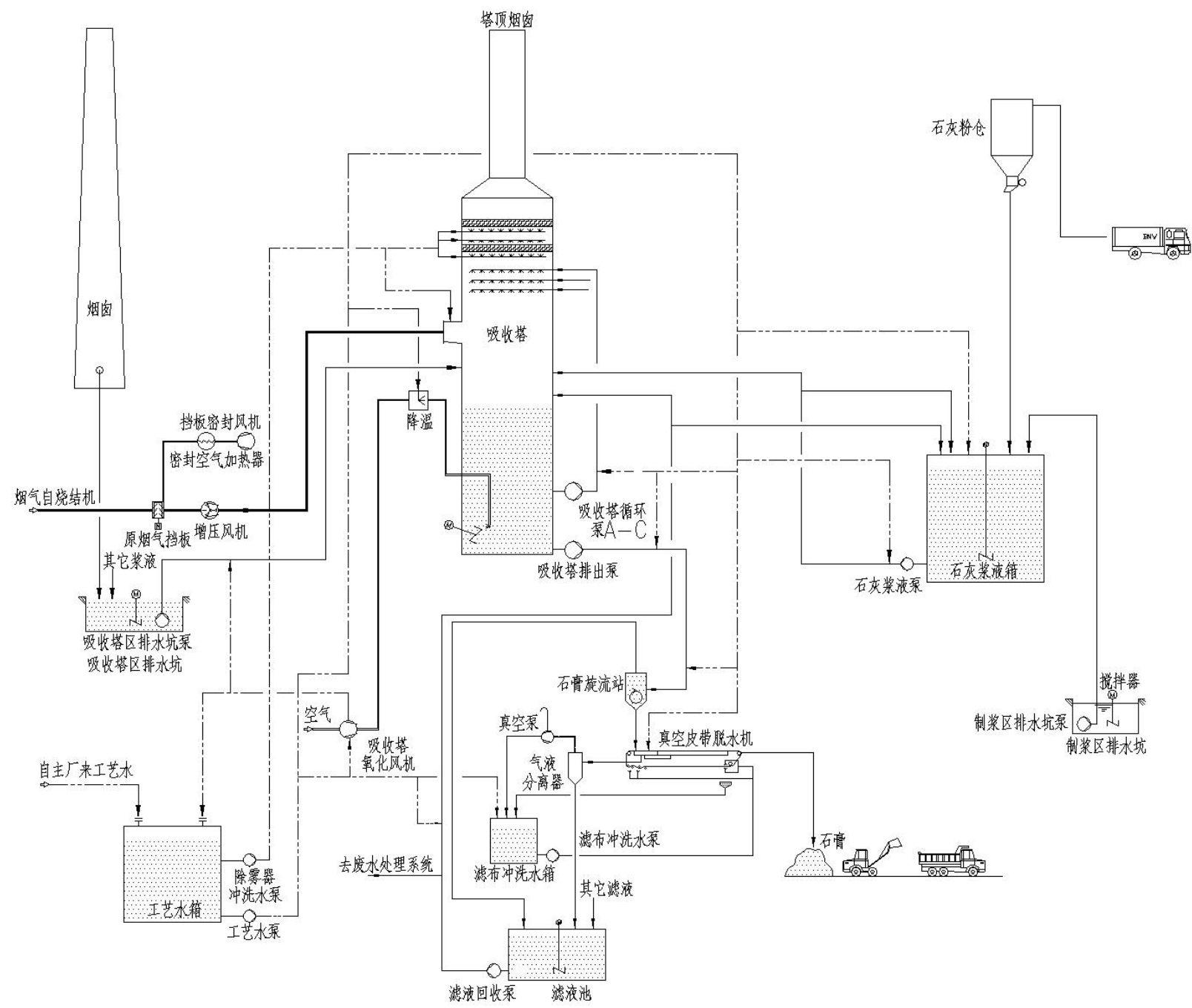
钢铁工业烧结机烟气湿式石灰石-石膏法脱硫工艺流程图





附录 B  
(资料性附录)

钢铁工业烧结机烟气湿式石灰-石膏法脱硫工艺流程图



## 附录 C

### （资料性附录）

#### 建、构筑物重力荷载代表值计算

C.1 楼（屋）面活荷载的标准值及其组合值、频遇值和准永久值系数见 C.1。

表 C.1 建筑物楼（屋）面均布荷载标准值及组合、频遇和准永久值系数

序号	类别	标准值	组合值系数 $\Psi_c$	频遇值系数 $\Psi_f$	准永久值系数
1	配电装置楼面	6	0.9	0.8	0.8
2	控制室楼面	4.0	0.8	0.8	0.8
3	电缆夹层	4.0	0.7	0.7	0.7
4	制浆楼楼面	4.0	0.8	0.7	0.7
5	石膏脱水间	4.0	0.8	0.7	0.7
6	石灰石仓顶输送层	4.0	0.7	0.7	0.7
7	作为设备基础通道的混凝土楼梯	3.5	0.7	0.5	0.5

C.2 各可变荷载的组合值系数见表 C.2。

表 C.2 计算重力荷载代表值时采用的组合值系数

可变荷载的种类		组合值的系数
一般设备荷载（如管道设备支架等）		1.0
楼面活荷载	按等效均布荷载计算时	0.7
	按实际情况考虑时	1.0
屋面恒荷载		0
石灰、石膏仓中的填充料自重		0.8~0.9

附录 D

(资料性附录)

冬季采暖室内计算温度表

房间名称	采暖室内计算温度 (℃)	房间名称	采暖室内计算温度 (℃)
石膏脱水机房	10	石灰石破碎间	10
输送皮带机房	10	石灰石卸料间地下	10
球磨机房	10	石灰石卸料间地上	10
真空泵房	10	石灰石制备间	10
废水处理间	10	石膏库	10
循环泵房	10	氧化风机房	10
旋流站	10	空压机房	10
CEMS 间	18	蓄电池室	18

附录 E

(资料性附录)

空气调节室内设计参数表

参数	冬季	夏季
温度 (℃)	18~24	22~28
相对湿度 (%)	30~60	40~65