

# 中华人民共和国国家环境保护标准

HJ 178—2018

---

## 烟气循环流化床法烟气脱硫工程 通用技术规范

General technical specification of circulating fluidized bed  
flue gas desulfurization

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。

2018—1—15发布

2018—5—1实施

---

环 境 保 护 部 发布

# 目 次

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.....	5
5 总体要求.....	5
6 工艺设计.....	6
7 主要工艺设备和材料.....	10
8 检测与过程控制.....	11
9 主要辅助工程.....	12
10 劳动安全与职业卫生.....	13
11 施工与验收.....	13
12 运行与维护.....	14
附录 A（资料性附录）吸收剂、水品质要求.....	16
附录 B（资料性附录）脱硫工程运行维护管理.....	17

# 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，改善环境质量，规范烟气循环流化床法烟气脱硫工程的建设与运行管理，制定本标准。

本标准规定了烟气循环流化床法烟气脱硫工程的设计、施工、验收、运行和维护的技术要求。

本标准于2005年首次发布，本次为首次修订。

本次修订的主要内容：

——扩大了适用行业范围；

——完善补充了适用于各行业的通用技术要求，删减了仅适用于火电行业的特殊技术要求；

——根据技术发展情况主要调整了烟气系统、吸收系统等技术内容，补充了设备选型要求；

——根据脱硫除尘一体化要求，新增除尘器设计选型规范内容；

——充实了运行与维护技术内容；

——完善了资料性附录。

本标准环境保护部科技标准司组织修订。

本标准主要起草单位：中国环境保护产业协会、福建龙净环保股份有限公司、武汉凯迪电力股份有限公司、北京市劳动保护科学研究所。

本标准环境保护部 2018 年 1 月 15 日批准。

本标准自 2018 年 5 月 1 日起实施。

本标准由环境保护部解释。

# 烟气循环流化床法烟气脱硫工程通用技术规范

## 1 适用范围

本标准规定了烟气循环流化床法烟气脱硫工程的设计、施工、验收、运行和维护的技术要求。

本标准适用于烟气循环流化床法烟气脱硫工程，可作为建设项目环境影响评价、环境保护设施设计、施工、验收和运行管理的技术依据。

本标准所提出的技术要求具有通用性，特殊性要求执行相关行业技术规范。

## 2 规范性引用文件

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

GB 150	压力容器
GB 912	碳素结构钢和低合金结构钢热轧薄钢板和钢带
GB 2894	安全标志
GB 4053	固定式钢梯及平台安全要求
GB/T 4272	设备及管道绝热技术通则
GB 5083	生产设备安全卫生设计总则
GB/T 5750	生活饮用水卫生标准 检验方法
GB/T 6719	袋式除尘器技术要求
GB/T 6920	水质 pH 值的测定 玻璃电极法
GB/T 7477	水质 钙和镁总量的测定 EDTA 滴定法
GB/T 7478	水质 铵的测定 蒸馏和滴定法
GB/T 11896	水质氯化物的测定 硝酸银滴定法
GB/T 11899	水质 硫酸盐的测定 重量法
GB 12348	工业企业厂界环境噪声排放标准
GB/T 12801	生产过程安全卫生要求总则
GB 18599	一般工业固体废物贮存、处置场污染控制标准
GB/T 19229.2	燃煤烟气脱硫设备 第 2 部分：燃煤烟气干法/半干法脱硫设备
GB/T 19587	气体吸附 BET 法测定固态物质比表面积
GB/T 27869	电袋复合除尘器
GB 50009	建筑结构荷载规范
GB 50010	混凝土结构设计规范

GB 50011	建筑抗震设计规范
GB 50013	室外给水设计规范
GB 50014	室外排水设计规范
GB 50016	建筑设计防火规范
GB 50017	钢结构设计规范
GB 50019	采暖通风与空气调节设计技术规范
GB 50029	压缩空气站设计规范
GB 50033	建筑采光设计标准
GB 50034	工业企业照明设计标准
GB 50040	动力机器基础设计规范
GB 50052	供配电系统设计规范
GB 50084	自动喷水灭火系统设计规范
GB 50087	工业企业噪声控制设计规范
GB 50093	自动化仪表工程施工及质量验收规范
GB 50116	火灾自动报警系统设计规范
GB 50187	工业企业总平面设计规范
GB 50191	构筑物抗震设计规范
GB 50222	建筑内部装修设计防火规范
GB 50231	机械设备安装工程施工及验收通用规范
GB 50254	电气装置安装工程低压电器施工及验收规范
GB 50259	电气装置安装工程电气照明装置施工及验收规范
GB 50300	建筑工程施工质量验收统一标准
GB/T 50655	化工厂蒸汽系统设计规范
GB 50755	钢结构工程施工规范
GBJ 22	厂矿道路设计规范
GBJ 140	建筑灭火器配置设计规范
GBZ 1	工业企业设计卫生标准
GBZ 2.1	工作场所有害因素职业接触限值 第1部分：化学有害因素
GBZ 2.2	工作场所有害因素职业接触限值 第2部分：物理因素
DL/T 323	干法烟气脱硫用生石灰的活性测定方法
DL/T 5044	电力工程直流系统设计技术规程
DL/T 5072	火力发电厂保温油漆设计规程
DL/T 5121	火力发电厂烟风煤粉管道设计技术规程
DL/T 5403	火电厂烟气脱硫工程调整试运及质量验收评定规程

HJ/T 75	固定污染源烟气排放连续监测技术规范
HJ/T 76	固定污染源烟气排放连续监测系统技术要求及检测方法
HJ/T 325	环境保护产品技术要求 袋式除尘器滤袋框架
HJ/T 327	环境保护产品技术要求 袋式除尘器滤袋
HJ 2028	电除尘器工程通用技术规范
HJ 2040	火电厂烟气治理设施运行管理技术规范
JB/T 4735	钢制焊接常压容器
JB/T 8470	正压浓相飞灰气力输送系统
JB/T 8532	脉冲喷吹类袋式除尘器
JB/T 10191	袋式除尘器 安全要求 脉冲喷吹类袋式除尘器用分气箱
JB/T 11076	脱硫用搅拌式干式石灰消化器
JB/T 11646	半干法脱硫装置专用设备 流化槽
JB/T 12116	脱硫脱硝用高压回流式水喷枪
JC/T 478.1	建筑石灰试验方法 第1部分：物理试验方法
JC/T 478.2	建筑石灰试验方法 第2部分：化学分析方法
JC/T 820	水泥工业用空气输送斜槽

### 3 术语和定义

#### 3.1 烟气循环流化床脱硫工艺 circulating fluidised bed flue gas desulphurization

指利用循环流化床工作原理，使含有吸收剂的物料在吸收塔内多次循环形成流化床体，完成吸收剂与烟气中SO<sub>2</sub>及其他酸性气体（包括SO<sub>3</sub>、HCl、HF、NO<sub>2</sub>等）反应，实现净化烟气的脱硫工艺。

#### 3.2 脱硫工程 desulphurization project

指通过吸收剂脱除烟气中SO<sub>2</sub>及其他酸性气体反应所需的设施、设备、组件及系统集成。

#### 3.3 吸收剂 absorbent

指通过化学反应脱除烟气中的SO<sub>2</sub>及其他酸性气体等的物质，通常为钙基吸收剂。

#### 3.4 吸收塔 absorber

指脱硫工程中形成循环流化床体脱除SO<sub>2</sub>及其他酸性气体等有害物质的反应装置。

#### 3.5 副产物 by-product

指吸收剂与烟气中SO<sub>2</sub>及其他酸性气体反应后生成的物质。

#### 3.6 脱硫效率 desulphurization efficiency

指由脱硫工程脱除的SO<sub>2</sub>量与未经脱硫前烟气中所含SO<sub>2</sub>量的百分比，按公式（1）计算：

$$\text{脱硫效率} = (C_1 - C_2) / C_1 \times 100\% \quad \dots \dots \dots (1)$$

式中：

C<sub>1</sub>——脱硫前烟气中SO<sub>2</sub>的折算浓度；

$C_2$ ——脱硫后烟气中 $SO_2$ 的折算浓度。

### 3.7 当量摩尔比 stoichiometric molar ratio

指消耗的吸收剂当量摩尔数与去除的二氧化硫中硫(S)、三氧化硫中硫(S)、氯化氢中氯(Cl)、氟化氢中氟(F)及二氧化氮中氮(N)的当量摩尔总数之比。钙基吸收剂当量摩尔比按公式(2)计算:

$$M = \frac{M_{Ca(OH)_2}}{M_{SO_2} + M_{SO_3} + 0.5M_{HCl} + 0.5M_{HF} + 0.5M_{NO_2}} \quad (2)$$

式中:

$M$ ——当量摩尔比;

$M_{Ca(OH)_2}$ ——消耗的吸收剂中 $Ca(OH)_2$ 当量摩尔数, mol;

$M_{SO_2}$ ——脱除的 $SO_2$ 当量摩尔数, mol;

$M_{SO_3}$ ——脱除的 $SO_3$ 当量摩尔数, mol;

$M_{HCl}$ ——脱除的HCl当量摩尔数, mol;

$M_{HF}$ ——脱除的HF当量摩尔数, mol。

$M_{NO_2}$ ——脱除的 $NO_2$ 当量摩尔数, mol。

### 3.8 颗粒物 particle

指烟气中悬浮的固体颗粒状物质总和。

### 3.9 预除尘器 pre-collector

指布置在吸收塔上游,用于捕集烟气中颗粒物的设备。

### 3.10 脱硫除尘器 collector for desulphurization equipment

指脱硫工程中用于脱除烟气循环流化床脱硫后烟气中颗粒物的设备。

### 3.11 石灰消化器 hydrator

指将生石灰粉( $CaO$ )与适量的水反应,生成消石灰粉( $Ca(OH)_2$ )的设备。

### 3.12 空塔压降 empty bed pressure loss

指吸收塔不投物料,仅烟气通过吸收塔时,吸收塔进口和出口烟气的静压差。

### 3.13 床层压降 bed pressure loss

指物料在吸收塔内形成流化床体产生的压降。

### 3.14 吸收塔压降 total pressure loss

指吸收塔内物料形成流化床体时,通过吸收塔进口和出口烟气的静压差,即空塔压降与床层压降之和。

## 4 污染物与污染负荷

### 4.1 吸收塔入口烟气适用条件

a) 一般行业单级塔处理烟气中SO<sub>2</sub>浓度（干基折算）不宜高于3000mg/m<sup>3</sup>，烧结行业单级塔处理烟气中SO<sub>2</sub>浓度（干基折算）不宜高于4500mg/m<sup>3</sup>；

b) 单塔处理烟气体积不宜高于150万m<sup>3</sup>/h（干基）；

c) 入口烟气温度宜为90℃~260℃。

4.2 烟气循环流化床法脱硫主要应用领域包括：发电锅炉，工业锅炉，垃圾焚烧炉以及烧结/球团、催化裂化、焦化、碳素、炭黑、玻璃等窑炉。

4.3 新建项目脱硫工程的设计烟气体积和SO<sub>2</sub>浓度等烟气设计参数宜采用最大连续工况下的数据；改扩建项目脱硫工程的设计烟气体积和SO<sub>2</sub>浓度等烟气设计参数宜以实测值为基础并充分考虑变化趋势后综合确定，或通过同类型工程类比确定。

4.4 应根据工程设计需要收集烟气理化性质等原始资料，主要包括以下内容：

a) 烟气体积（正常值、最大值、最小值）；

b) 烟气温度及变化范围（正常值、最大值、最小值及露点温度）；

c) 烟气中气体成分及浓度（SO<sub>2</sub>、NO<sub>x</sub>、O<sub>2</sub>、NH<sub>3</sub>、SO<sub>3</sub>、HCl、HF等）；

d) 烟气颗粒物浓度及成分；

e) 烟气压力、含湿量；

f) 产生污染物的设备情况及工作制度。

## 5 总体要求

### 5.1 一般规定

5.1.1 新建项目的烟气脱硫工程应与主体工程同时设计、同时施工、同时投产使用。

5.1.2 脱硫工程的布置应符合工厂总体规划。设计文件应按规定的内容和深度完成报批、批准和备案。脱硫工程建设应按国家工程项目建设规定的程序进行。

5.1.3 脱硫工程的SO<sub>2</sub>排放浓度应符合国家和地方排放标准的要求。

5.1.4 脱硫工程的设计应充分考虑燃料、原料及主体工程负荷的变化，提高脱硫工艺系统的适应性和可调节性。

5.1.5 脱硫工程所需的水、电、气、汽等辅助介质应尽量由主体工程提供。吸收剂和副产物宜设有计量装置，也可与主体工程共用。

5.1.6 脱硫工程的设计、建设和运行，应采取有效的隔声、消声、绿化等降噪措施，噪声和振动控制的设计应符合GB 50087和GB 50040的规定，厂界噪声应达到GB 12348的要求。

5.1.7 脱硫副产物应考虑综合利用。暂无综合利用条件时，其贮存场、贮存间等的建设和使用应符合GB 18599的规定。

5.1.8 脱硫工程烟气排放自动连续监测系统（CEMS）的设置和运行应符合HJ/T 75、HJ/T 76的规定和地方环保部门的要求。

5.1.9 脱硫工程的设计、建设和运行维护应符合国家及行业有关质量、安全、卫生、消防等方面法规和标准的规定。

## 5.2 工程构成

5.2.1 烟气循环流化床法烟气脱硫工程包括工艺系统、辅助系统等。

5.2.2 工艺系统包括烟气系统、吸收剂制备及供应系统、预除尘系统（可选）、吸收系统、脱硫除尘系统、灰循环系统、工艺水系统、副产物系统、压缩空气系统、加热系统等。

5.2.3 辅助系统包括电气系统、建筑与结构、给排水、火灾报警及消防系统、采暖通风与空气调节、道路与绿化等。

## 5.3 总平面布置

5.3.1 脱硫工程的布置应符合GB 50187、GB 50016及相应行业规范要求。

5.3.2 脱硫工程的总平面布置应遵循以下原则：

- a) 工艺布局合理，烟道短捷；
- b) 交通运输便捷；
- c) 方便施工，有利于维护检修；
- d) 合理利用地形、地质条件；
- e) 充分利用厂内公用设施；
- f) 节约集约用地，工程量小，运行费用低；
- g) 符合环境保护、消防、劳动安全和职业卫生要求。

5.3.3 脱硫工程宜布置在烟囱附近，具体可根据厂区的实际情况调整。

5.3.4 吸收剂卸料及贮存场所、副产物储存场所宜布置在常年主导风向的下风侧。生石灰仓、消石灰仓（或电石渣仓）、副产物库宜在吸收塔附近集中布置。

5.3.5 脱硫工程内道路的设计应符合GBJ 22的要求，并与厂内主体工程的道路设计协调一致。

5.3.6 脱硫场地的排水方式宜与主体工程统一。

## 6 工艺设计

### 6.1 一般规定

6.1.1 脱硫工艺设计应采用成熟可靠、运行安全稳定、技术经济合理的工艺技术，应在满足环保管理要求的前提下，充分考虑脱硫工程长期运行的可靠性和稳定性。

6.1.2 脱硫工艺参数应根据排放要求、烟气特性、运行要求、燃料/原料品质、吸收剂供应、水质情况等因素，经全面分析优化后确定。

6.1.3 根据烟气性质、运行工况、烟气量及主体工程对脱硫工程的要求，脱硫工程的配置方式可选择

一机一塔、多机一塔、一机多塔。

6.1.4 脱硫工程设计脱硫效率应依据国家和地方排放标准的要求确定。

6.1.5 脱硫工程应设置供操作、测试、巡检、维护用的平台和扶梯，并符合 GB 4053 的要求。

## 6.2 工艺流程

烟气循环流化床脱硫工艺流程如图 1 所示。

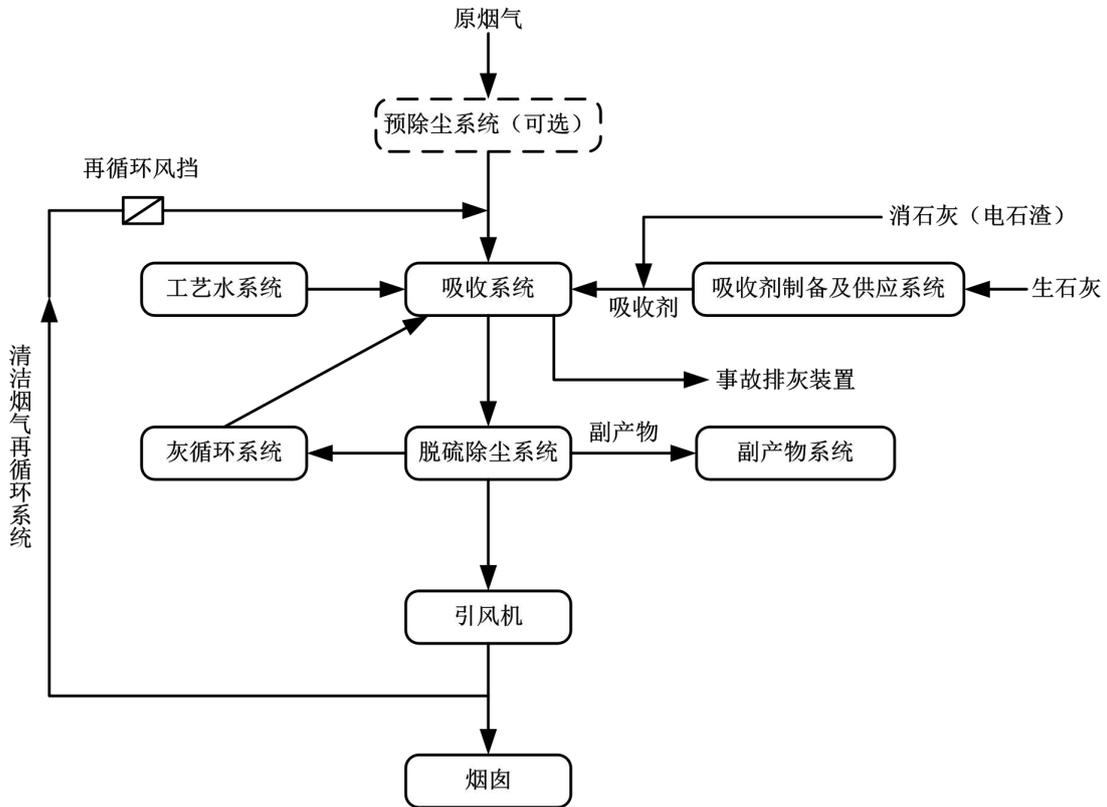


图 1 烟气循环流化床脱硫工艺流程示意图

## 6.3 烟气系统

6.3.1 烟气系统一般由预除尘器（可选）、吸收塔、脱硫除尘器、引风机、烟道、清洁烟气再循环系统、挡板门等组成。

6.3.2 脱硫工程宜设置清洁烟气再循环系统，用于补充主体工程低负荷时吸收塔内流化所需的烟气量。

6.3.3 挡板门应防止泄露，清洁烟气再循环系统调节挡板门应有良好的操作性及调节性。

6.3.4 烟气系统的漏风率宜控制在 5% 以下。

6.3.5 烟气系统应按相关规范设置测试孔、人孔及相应的检修平台。

6.3.6 烟道设计可参照 DL/T 5121 的要求，并考虑保温、伴热措施。

## 6.4 吸收剂制备及供应系统

6.4.1 吸收剂的选用应根据吸收剂的来源、运输条件、一次性投资及运行费用等进行技术经济比较后确定，可直接采用消石灰、电石渣或现场对生石灰进行消化。当采用电石渣时，宜采用干粉电石渣；

对活性不足的电石渣应采取恢复活性的措施。吸收剂品质要求详见附录 A。

6.4.2 吸收剂仓应符合以下要求：

a) 吸收剂仓的有效容积应根据吸收剂供应和运输情况确定。现场将生石灰消化为消石灰作为吸收剂时，生石灰仓的有效贮粉量宜满足设计工况下 2d~4d 的生石灰消耗量；消石灰仓的有效贮粉量宜满足设计工况下 1d~2d 的消石灰消耗量。直接采用消石灰、电石渣作为吸收剂时，吸收剂仓的有效贮粉量宜满足设计工况下 2d~5d 的消石灰（电石渣）消耗量。

b) 吸收剂仓应密封，内表面应平整光滑；仓内壁锥斗部宜设气化板，以避免下料系统的堵塞。

c) 吸收剂仓流化风机可共用，也可单独设置；流化风量应根据布置的气化板面积确定；流化风宜设置备用。

d) 吸收剂仓顶部应设置除尘装置，并设置有放气管。气管通大气时应设置除尘装置；除尘装置应配置排气风机，保持仓内微负压。吸收剂仓顶部应有真空释放阀，保持仓内压力平衡。

e) 吸收剂仓应防止受潮，对金属仓外壁宜采取保温措施。

6.4.3 生石灰消化器的出力宜不小于设计工况下生石灰消耗量的 150%。

6.4.4 吸收剂的输送宜采用空气斜槽或气力输送方式，应设置两路计量调节加入装置；加入装置的出力宜按设计工况下石灰消耗量的 150%设计。

## 6.5 预除尘系统

6.5.1 进入脱硫工程的原烟气未携带有效吸收剂且配套的烟气脱硫工程入口颗粒物浓度高于 $10\text{g}/\text{m}^3$ 时，宜设置预除尘器；进入脱硫工程的原烟气携带有效吸收剂时，脱硫工程可不设预除尘器。

6.5.2 预除尘器宜采用电除尘器。

## 6.6 吸收系统

6.6.1 吸收系统主要由吸收塔进口及气流均布装置、气流加速扰流装置、反应段、出口段组成，并设置塔底吹扫装置和事故排灰装置。

6.6.2 吸收塔的容量宜按设计工况烟气量设计；每套脱硫工程设置的吸收塔数量应根据烟气量确定。

6.6.3 吸收塔进口烟气温度应按设计工况下烟温加 $10^\circ\text{C}$ 的裕量设计；吸收塔出口烟温宜高于露点温度 $10^\circ\text{C}$ 以上。

6.6.4 吸收塔压降设计值宜为 $1600\text{Pa}\sim 2200\text{Pa}$ ，床层压降设计值宜为 $600\text{Pa}\sim 1400\text{Pa}$ 。

6.6.5 吸收塔内的烟气停留时间宜大于 4s。

6.6.6 吸收塔直管段设计流速宜为 $3\text{m}/\text{s}\sim 6.5\text{m}/\text{s}$ 。

6.6.7 吸收塔内部不宜设内撑杆件。

## 6.7 脱硫除尘系统

6.7.1 脱硫除尘器的设计应符合 GB/T 19229.2 的规定，可采用袋式除尘器、电袋复合除尘器。若要求脱硫除尘器出口颗粒物浓度低于 $30\text{mg}/\text{m}^3$ ，袋式除尘器过滤风速宜不大于 $0.8\text{m}/\text{min}$ ；若要求脱硫除尘器出口颗粒物浓度低于 $10\text{mg}/\text{m}^3$ ，袋式除尘器过滤风速宜不大于 $0.7\text{m}/\text{min}$ 。

6.7.2 脱硫除尘器入口颗粒物浓度宜为 $650\text{g}/\text{m}^3\sim 1200\text{g}/\text{m}^3$ ，除尘效率应按出口颗粒物浓度要求确定。

6.7.3 脱硫除尘器灰斗宜采用大灰斗形式。脱硫除尘器灰斗应设有蒸汽或电加热系统和灰斗振打装置；蒸汽系统的设计应符合 GB/T 50655 的规定。

## 6.8 灰循环系统

6.8.1 灰循环系统主要由灰斗流化槽、空气斜槽、插板阀、气动流量控制阀门等组成。

6.8.2 灰循环系统中的循环灰宜采用空气斜槽输送，并根据床层压降自动调节气动流量控制阀开度，空气斜槽宜留有 50%以上的输送裕量。

6.8.3 除尘器灰斗流化槽及空气斜槽宜分别设置流化风机。流化风量宜按选用的流化布单位面积通气率要求的风量选取，流化风机宜设置备用风机；流化风宜加热至 80℃~120℃，加热器后的流化风管道应保温。流化风管应设有手动调节装置调节流化风量。

## 6.9 工艺水系统

6.9.1 脱硫工程用水包括吸收剂消化水、吸收塔工艺水、辅助设备的冷却用水。脱硫工程用水的水质应符合附录A的要求。

6.9.2 吸收塔工艺水系统包括水箱、高压水泵、连接管道阀门、喷枪、调节装置。

6.9.3 水箱容量宜按设计工况下吸收塔 0.5h~1h 的耗水量设计，水箱入口、水泵入口宜设置滤网。

6.9.4 根据喷枪的型式、布置位置和喷枪出力，每座吸收塔可设置 1~4 根喷枪。喷枪的额定出力宜按设计工况吸收塔耗水量的 1.3~1.8 倍选取，喷枪位置宜布置在吸收塔锥形段的密相区处。

6.9.5 每座吸收塔宜设置 2 台全容量供水泵，1 用 1 备。水泵容量宜按喷枪额定出力的 1.3~1.8 倍选取。水泵压力按喷枪要求的最大压力与所选泵容量相应管道系统阻力之和的 1.1 倍选取。

6.9.6 生石灰的消化水泵宜采用 2 台全容量水泵，1 用 1 备。

## 6.10 副产物系统

6.10.1 脱硫副产物宜根据其理化性质特点进行综合利用。

6.10.2 脱硫副产物输送系统的选择，应根据排量、物理化学特性，以及输送距离、高差、地形、地质和气象等条件，通过技术经济比较确定。

6.10.3 脱硫副产物的输送可选用负压气力输送系统、正压气力输送系统等，正压气力输送系统应符合 JB/T8470 规定。

6.10.4 脱硫副产物输送系统的设计出力应根据排量、型式、运行方式等确定，应不小于主体工程最大负荷工况下脱硫副产物量的 2.0 倍，并设置必要的紧急事故处理设施。

6.10.5 脱硫副产物库的设置和总容量应按设计工况的脱硫副产物量和储存时间设计。

## 6.11 压缩空气系统

6.11.1 压缩空气用于脱硫工程仪表用气、气力输送及内检修用气，其品质应满足设备使用要求。

6.11.2 脱硫工程可新建压缩空气站，也可直接利用厂里现有压缩空气系统。新建项目宜与主体工程一并考虑脱硫工程压缩空气耗量；改扩建项目原有压缩空气量不足时，应根据脱硫工程压缩空气耗量增设压缩空气站，增设的压缩空气系统宜与主体工程原有压缩空气系统并联。

6.11.3 压缩空气站的设计应符合 GB 50029 的规定。

## 6.12 加热系统

6.12.1 预除尘器灰斗、脱硫除尘器灰斗、灰斗流化风、斜槽流化风、脱硫副产物库流化风等应根据工艺需要设置加热系统。

6.12.2 采用蒸汽加热应设置疏水阀，疏水应汇总回收。

## 6.13 二次污染控制措施

6.13.1 生石灰仓及消石灰（电石渣）仓顶应设置独立的除尘装置收集扬尘。

6.13.2 脱硫工程的地面冲洗水及设备冷却水应妥善收集处理。

## 6.14 突发事故应急措施

6.14.1 吸收塔塔底应设置事故排灰装置。

6.14.2 脱硫工程应设有超负荷和 SO<sub>2</sub> 超标报警系统，并考虑相应的应急措施。

6.14.3 脱硫除尘器采用布袋除尘器时，除尘器入口宜设置降温装置，可直接采用吸收塔工艺水系统作为降温装置。

# 7 主要工艺设备和材料

## 7.1 主要工艺设备

7.1.1 脱硫袋式除尘器宜采用耐高湿、适应高浓度粉尘的脉冲袋式除尘器，应符合JB/T 8532、HJ/T 327、JB/T 10191的规定。袋式除尘器的设计应符合GB/T 6719的规定。

7.1.2 电除尘器的设计应符合 HJ 2028 的规定。

7.1.3 电袋复合除尘器的设计应符合GB/T 27869的规定。

7.1.4 石灰消化器应满足JB/T 11076的规定。

7.1.5 水喷枪宜采用回流式喷枪或双流体喷枪，喷头宜采用碳化钨或碳化硅，枪体宜采用316L；水喷枪应符合JB/T 12116的规定。

7.1.6 气动流量控制阀宜采用滚筒式调节阀，滚筒材质宜采用不锈钢。

7.1.7 空气斜槽应满足JC/T 820的规定，流化布表面宜铺设防磨铁丝。

7.1.8 灰斗流化槽应满足JB/T 11646的规定。

7.1.9 烟气脱硫设备中的压力容器应符合GB 150的规定，非压力容器应符合JB/T 4735的规定，所用的钢材应附有钢材生产单位的质量证明书。

7.1.10 脱硫除尘器袋笼的设计应符合HJ/T 325的规定。

## 7.2 材料

7.2.1 吸收塔和烟道宜采用碳钢材料，具体型号根据烟气性质、气象条件等确定。

7.2.2 脱硫除尘器滤袋材料根据脱硫后烟气性质选择，燃煤锅炉和烧结球团脱硫工程宜选择PPS滤料，垃圾焚烧脱硫工程宜采用PTFE滤料。

7.2.3 钢制设备所用的钢材应符合GB 912的规定。

7.2.4 烟气脱硫设备中的非金属设备及管道应符合GB/T 19229.2的规定。

7.2.5 保温油漆的设计宜参照DL/T 5072的要求。

## 8 检测与过程控制

### 8.1 一般规定

8.1.1 脱硫工程检测与过程控制的设计应满足安全、环保、经济、运行和启停的要求。

8.1.2 脱硫工程与主体工程各控制系统和同类型仪表设备的选型宜统一。

8.1.3 脱硫工程宜设置集中控制室，也可将脱硫工程的控制纳入主体系统的集中控制室。

8.1.4 脱硫工程应配套具备所有检测项目分析能力的实验室，实验室宜全厂统筹考虑。

### 8.2 过程检测

8.2.1 脱硫工程过程检测参数主要包括：脱硫工艺系统主要运行参数，仪表和控制用电源、气源、水源及其他必要条件的供给状态和运行参数，脱硫变压器、脱硫电源系统及电气系统和设备的参数与状态检测。

8.2.2 脱硫工程应设置检测仪表反映主要设备及工艺系统在正常运行、启停、异常及事故工况下安全、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。

8.2.3 吸收塔入口压力、出口压力、出口温度等重要参数测量仪表应双重或三重冗余设置。

8.2.4 脱硫除尘器灰斗应根据控制需要设置料位信号。吸收塔入口宜设置烟气温度的测量。

8.2.5 生石灰仓应设有料满就地指示信号。

### 8.3 控制系统

8.3.1 脱硫工程自动化控制水平宜与主体工程的自动化控制水平相一致。脱硫工程控制系统应根据主体工程整体控制方案统筹考虑。

8.3.2 脱硫工程的控制系统应设置与主体工程DCS进行信号交换的硬接线，保证脱硫工程能与主体工程协调运行。

8.3.3 当脱硫工程具有两个及以上单元时，宜设置公用系统控制系统网络，经过通讯接口分别与两个（及以上）单元控制系统相联。公用系统应能在两套（及以上）控制系统中进行监视和控制，并确保任何时候仅有一个操作站能发出有效操作指令。

8.3.4 脱硫工程过程控制应至少包括如下自动控制回路：

- a) 脱硫工程出口SO<sub>2</sub>浓度自动控制；
- b) 吸收塔床层压降控制；
- c) 吸收塔出口温度控制。

8.3.2.2 当设置脱硫引风机且独立于前级引风机时，宜对吸收塔入口压力进行自动控制。

8.3.2.3 当设置清洁烟气再循环系统时，宜对流经吸收塔的烟气量进行自动控制。仓泵的控制宜直接进入脱硫控制系统，并设就地控制箱。

### 8.4 CEMS

8.4.1 用于工艺控制的CEMS宜与用于污染源自动监控的CEMS统筹考虑。

8.4.2 用于工艺控制的CEMS应在烟气脱硫工程进口和出口设置检测点，检测项目至少应包括烟气流、烟气温度、颗粒物浓度、SO<sub>2</sub>浓度和O<sub>2</sub>量，并通过硬接线接入脱硫工程的控制系统。

## 8.5 分析检测

应对每批次吸收剂进行分析检测，测试方法见附录A。

## 9 主要辅助工程

### 9.1 电气系统

9.1.1 脱硫工程供配电设计应符合GB 50052中的有关规定。

9.1.2 脱硫工程高压、低压厂用电电压等级应与主体工程一致。

9.1.3 脱硫工程用电负荷采用双电源供电，如负荷较多，可设脱硫专用变压器供电，电源引自主体工程。

9.1.4 交流保安系统应与主体工程一致。脱硫工程区域交流不停电负荷宜由UPS系统供电，可单独设置UPS。UPS宜采用静态逆变装置。

9.1.5 宜设置独立的直流系统为脱硫工程直流负荷(如有)供电，直流系统的设置可参照DL/T 5044的规定。

9.1.6 脱硫厂用电二次接线应符合下列要求：

a) 脱硫电气系统宜在脱硫控制室控制，并纳入分散控制系统；如不设脱硫控制室，宜随主体工程统一控制；

b) 脱硫电气系统控制水平应与工艺专业协调一致，宜纳入分散控制系统控制，也可采用强电控制。

### 9.2 建筑与结构

#### 9.2.1 建筑

9.2.1.1 建筑设计应根据生产流程、功能要求、自然条件、厂内主体工程、建筑材料和建筑技术等因素，并结合工艺设计做好建筑物的平面布置、空间组合、建筑造型、色彩处理以及维护结构的选择。

9.2.1.2 防火设计应符合GB 50016及国家其他有关防火标准和规范的要求。室内装修防火要求应符合GB 50222的规定。

9.2.1.3 脱硫工程建筑物宜优先考虑天然采光，建筑物室内天然采光照度应符合GB 50033的要求。

9.2.1.4 脱硫工程照明设计应符合GB 50034的规定。

#### 9.2.2 结构

9.2.2.1 建（构）筑物结构设计应符合GB 50010、GB 50017规定。

9.2.2.2 建筑结构荷载按GB 50009执行。

9.2.2.3 建（构）筑物抗震设防应按GB 50191、GB 50011执行。

### 9.3 给排水、火灾报警及消防系统

9.3.1 脱硫工程应设置生产生活给水系统、生产生活排水系统、雨水排水系统，并符合GB 50013、GB 50014的有关规定。

9.3.2 脱硫工程建（构）筑物应设置消防系统，并符合GB 50084、GB 50016、GB 50014及GB 50222的有关规定。脱硫工程火灾报警系统的设计应满足GB 50116的规定。建筑灭火器配置应满足GBJ 140设计规范的规定。

#### 9.4 采暖通风与空气调节

脱硫工程应设有采暖、通风与空气调节系统，并应符合GB 50019的规定。

#### 9.5 道路与绿化

9.5.1 脱硫工程区域内道路设计应为道路建成后的经常性维修、养护和绿化工作创造有利条件。

9.5.2 脱硫工程区域内绿化应符合GB 50187的有关规定。

### 10 劳动安全与职业卫生

#### 10.1 一般规定

10.1.1 脱硫工程在设计、建设和运行过程中，应高度重视劳动安全和工业卫生，采取各种防治措施，保护人身的安全和健康。

10.1.2 脱硫工程安全卫生管理应符合GB 5083、GB/T 12801中的有关规定。

10.1.3 建设单位在脱硫工程建成运行的同时，安全和卫生设施应同时建成运行，并制订相应的操作规程。

#### 10.2 劳动安全

10.2.1 脱硫工程应备有防尘面罩、洗眼液等防护用品。

10.2.2 建立并严格执行经常性的和定期的安全检查制度，及时消除事故隐患，防止事故发生。

10.2.3 在容易发生事故危机生命安全的场所和设备应有安全标志，并按GB 2894进行设置。

#### 10.3 职业卫生

10.3.1 脱硫工程职业卫生要求应符合GBZ 1、GBZ 2.1、GBZ 2.2的规定。

10.3.2 生石灰、消石灰（或电石渣）及脱硫副产物的贮运，应采用密闭性较好的设备，并应有防止漏粉、漏灰及飞扬的措施。在易发生粉尘飞扬或洒落的区域设置必要的除尘设备或清扫措施。

10.3.3 可能产生粉尘污染的装置，宜采用全负压密闭系统，尽量实现机械化和自动化操作，减少人工直接操作，并采取适当通风措施。

10.3.4 应尽可能采用低噪声、低振动设备，对于噪声和振动较高的设备应采取减振消声等措施。应尽量将噪声和振动源与操作人员隔开。

### 11 施工与验收

#### 11.1 工程施工

11.1.1 脱硫工程的施工应符合国家和行业施工程序和管理文件要求。

11.1.2 特种作业人员应具有相关管理部门规定的特种作业人员资格。

11.1.3 施工作业除依据施工图文件、设计变更文件等外，还应遵守相关施工技术规范及国家和行业安全规程的相关要求。

11.1.4 脱硫工程施工中使用的设备、材料、器件等应符合相关的国家标准，并取得供货商的产品合格证后方可使用。

11.1.5 金属构件安装、吸收塔及储罐安装、除尘器安装、转动机械安装、管道及附件安装、钢结构安装、大型设备或大型部件吊装应符合GB 50755及行业相关施工规范要求。

11.1.6 设备及管道的保温施工应按照GB/T 4272的相关要求。

11.1.7 脱硫工程的分系统调试、整套启动热态调试、满负荷试运行及质量检验评定可参照DL/T 5403的规定。

## 11.2 工程验收

11.2.1 脱硫工程验收应按相应专业验收规范和本规范的相关规定执行。

11.2.2 土建施工质量验收应符合GB 50300的规定。

11.2.3 机械设备安装质量验收应符合GB 50231的规定。

11.2.4 电气装置验收应符合GB 50254、GB 50259的规定。

11.2.5 热工仪表及控制装置验收应符合GB 50093的规定。

11.2.6 脱硫工程在生产试运行期间应进行性能考核试验。试验项目至少应包括：

- a) 出口SO<sub>2</sub>浓度、脱硫效率；
- b) 出口颗粒物浓度；
- c) 吸收剂耗量、当量摩尔比；
- d) 系统压力降；
- e) 水耗；
- f) 电耗；
- g) 吸收剂活性与纯度。

## 12 运行与维护

### 12.1 一般规定

12.1.1 脱硫工程的运行、维护及安全管理除应符合本规范外，还应符合相应行业设施运行的有关规定。

12.1.2 脱硫工程的运行应根据燃料、原料及主体工程负荷的变化及时调整，保证SO<sub>2</sub>连续稳定达标排放。

12.1.3 脱硫工程运行应在满足设计工况的条件下进行，并根据工艺要求定期对各类设备、电气、自控仪表及建（构）筑物进行检查维护，确保装置稳定可靠运行。

12.1.4 主体工程启停机时应安排脱硫工程先开后停。

12.1.5 工厂应建立健全与脱硫工程运行维护相关的各项管理制度以及运行、操作和维护规程（具体内

容参考附录B)。

## 12.2 人员与运行管理

12.2.1 脱硫工程的运行人员宜单独配置。当厂里需要整体管理时，也可以与主体工程合并配置运行人员。

12.2.2 应对脱硫工程的管理和运行人员进行定期培训，使管理和运行人员系统掌握脱硫设备及其他附属设施正常运行的具体操作和应急情况的处理措施。

12.2.3 运行人员应按照运行管理制度和技术规程要求做好交接班和巡视，并做好相关记录。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，吸收剂制备及消耗量；
- c) 系统运行工艺控制参数记录，至少应包括：脱硫工程出、入口烟气温度、烟气流量、床层压降、清洁烟气再循环风挡开度、脱硫袋式除尘器压差等；
- d) 主要设备的运行和维修情况；
- e) 烟气连续监测数据、脱硫副产物处置情况；
- f) 生产事故及处置情况；
- g) 定期检测、评价及评估情况等。

## 12.3 维护保养

12.3.1 脱硫工程的维护保养应纳入全厂的维护保养计划中。

12.3.2 应根据脱硫工程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。

12.3.3 维修人员应根据维护保养规定定期检查、更换或维修必要的部件。

12.3.4 维修人员应做好维护保养记录。

## 12.4 事故应急预案

12.4.1 应制定脱硫工程事故应急预案，储备应急物资，并定期组织相关演习。

12.4.2 脱硫工程事故应急内容至少应包括排放超标应急处理、事故停机应急处理、重要设备/系统故障应急处理、火灾事故应急处理、触电事故应急处理、突发停水/停电应急处理、人员伤亡应急救援。

12.4.3 事故处理时应做好记录、分析原因，防止同类事故重复发生。

**附录 A**  
**(资料性附录)**  
**吸收剂、水品质要求**

**A.1 吸收剂品质要求**

A.1.1 生石灰粉的品质要求见表 A.1。

**表 A.1 生石灰品质**

序号	指标名称	参数	测试方法
1	CaO 含量	≥85%	JC/T 478.2
2	粒径	≤1mm	JC/T 478.1
3	活性	T60≤4min(T60 表示石灰加水后升温至 60℃所需时间)	DL/T 323

A.1.2 消石灰粉、电石渣粉品质要求见表 A.2。

**表 A.2 消石灰、电石渣粉品质**

序号	指标名称	参数	测试方法
1	Ca(OH) <sub>2</sub> 含量	≥88%	JC/T 478.2
2	比表面积	≥18m <sup>2</sup> /g	GB/T 19587
3	粒径	≤50μm	JC/T 478.1
4	含水率	≤1.5%	JC/T 478.1

**A.2 工艺水、消化水、冷却水品质要求**

A.2.1 工艺水、消化水品质要求见表 A.3、A.4。

**表 A.3 工艺水品质**

序号	项目	单位	数值	测试方法
1	可允许的悬浮物最大粒径	μm	≤30	GB/T 5750
2	可允许的磨损物含量(铁、二氧化硅等磨蚀性较高的物质)	ppm	≤10	GB/T 5750
3	可允许的最高固体浓度	mg/L	≤30	GB/T 5750
4	Cl <sup>-</sup> 含量	mg/L	<400	GB/T 11896
5	pH 值		6~10	GB/T 6920

**表 A.4 消化水品质**

序号	项目	单位	数值	测试方法
1	水硬度	dH	≤120	GB/T 7477
2	pH		7±1	GB/T 6920
3	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> 含量	mg/L	<100	GB/T 11899
4	Cl <sup>-</sup> 含量	mg/L	<60	GB/T 11896
5	NH <sub>3</sub> 含量	mg/L	<7	GB/T 7478
6	可允许的最高固体浓度	ppm	≤400	GB/T 5750

A.2.2 冷却水的品质要求见 GB/T 19229.2 附录 B 中 B.2.1、B.2.2、B.2.3。

**附录 B**  
**(资料性附录)**  
**脱硫工程运行维护管理**

**B.1 脱硫工程启动前**

**B.1.1 启动前的试验及验收**

**B.1.1.1** 首次投运脱硫工程或脱硫工程大修后重新投运，应完成有关的试验项目，包括：烟道、吸收塔、除尘器的漏风率测试，气流均布试验，吸收塔的空塔压降试验，水喷嘴喷雾试验，除尘器试验（如采用电除尘器应做冷态伏安特性试验，阻力特性试验，振打性能试验等），生石灰消化系统试验，压缩空气、加热流化风系统试验，传动试验，设备转动试验。

**B.1.1.2** 辅助系统、设施的验收包括：检修工作全部结束，场地干净，道路畅通，各平台走道扶手完整、照明充足，各沟道有盖板，转动机构有护罩，各人孔封堵，设备标识清晰、完整，安全联锁完好。

**B.1.2 脱硫工程启动前的工作**

**B.1.2.1 脱硫工程开机前24h所要做的工作：**

a) 脱硫工程需要伴热的部分，宜在装置开机前24h有效投入（如灰斗伴热，循环灰、外排灰管路等处的伴热）。

b) 脱硫除尘器为袋式除尘器或电袋复合除尘器的，应对滤袋进行预涂灰。

c) 脱硫除尘器为电袋除尘器的，电区应启动放电电极绝缘子室，放电电极振打瓷轴的加热装置。

**B.1.2.2 脱硫工程开机前8h所要做的工作：**

a) 各系统供电；

b) 各阀门、风挡好用，且在正确位置；

c) 压缩空气系统正常运行，储气罐内有足够的压缩用气满足脱硫要求，气压满足使用要求；

d) 流化风系统设备及其加热器手动投入（灰斗流化风系统、斜槽流化风系统、吸收剂仓流化风系统等），调节好加热温度；

e) 确认灰斗内是否有灰，如灰斗内没有足够的灰，需要向灰斗内注入粉煤灰；

f) 工艺水箱上水正常，并保证液位在2/3以上；

g) 现场配消化器的，购进生石灰，贮存在生石灰仓内，待制备；若现场未配消化器，则购进消石灰（或电石渣），贮存在消石灰仓内；

h) 吸收塔水喷嘴插入塔内；

i) 准备好足够的吸收塔底排灰用的装灰车；

j) 校对各设定值；

k) 接到指令主机点火或因燃烧不稳而投油时：脱硫除尘器为袋式除尘器或电袋除尘器时，将滤袋喷吹切为手动控制；脱硫除尘器为电袋除尘器的，除尘器电区停运，振打装置切为手动模式并连续振打。

**B.2 脱硫工程的启动**

### B.2.1 脱硫工程的正常开机顺序

- a) 完成启动前的所有准备工作;
- b) 开启脱硫除尘器出入口风挡 (若有), 锅炉引风机运行, 脱硫工程烟气系统启动;
- c) 根据锅炉投油情况, 确定脱硫除尘器的投入;
- d) 启动吸收剂制备系统;
- e) 脱硫工程最低烟风量满足建床要求; 如果烟气量无法满足要求, 开启再循环风挡, 根据主机工程运行情况调整循环风挡开度
- f) 当灰斗料位高于最低料位时, 脱硫循环灰系统投入, 但应保证灰斗料位不低于料封料位;
- g) 逐渐建立稳定床层, 升至0.6kPa~1.4kPa后才能投脱硫;
- h) 启动脱硫吸收塔喷水系统, 逐步降低吸收塔出口温度至露点温度以上10℃ (系统运行正常后, 可根据情况调低此温度);
- i) 视SO<sub>2</sub>排放情况, 投入吸收剂供应系统;
- j) 脱硫工程稳定后, 将各联锁保护投入;
- k) 当脱硫工程有预除尘器时, 预除尘器宜投入;
- l) 辅助系统投入, 如塔底吹扫及排灰系统, 脱硫灰外排系统等。

### B.2.2 脱硫工程的热态启动顺序

热态启动是指脱硫除尘系统中的除尘部分已启动但还没有投运脱硫灰、消石灰、高压水, 即脱硫工程原烟气通过但未建立床层情况下, 投运脱硫灰循环系统、消石灰给料系统、高压水喷水系统的一种启动方式。热态启动顺序为:

- a) 原烟气通过脱硫除尘烟气系统正常稳定;
- b) 确认吸收塔水喷嘴伸入吸收塔中, 并已安装好;
- c) 开启工艺水箱进水阀将水位补在高液位;
- d) 吸收剂制备系统正常或消石灰仓料位可满足脱硫需要;
- e) 除尘器的灰斗料位满足脱硫投运时建立流化床的需要;
- f) 脱硫工程最低烟风量满足建床要求; 根据吸收塔入口烟气量调整烟气再循环风挡开度;
- g) 脱硫循环灰系统投入;
- h) 在脱硫吸收塔床层压降在0.6kPa~1.4kPa左右时, 宜启动脱硫吸收塔喷水系统, 喷嘴投入, 逐步降低吸收塔出口温度至烟气露点温度10℃以上;
- i) 视SO<sub>2</sub>排放情况, 投入吸收剂供应系统;
- j) 脱硫工程稳定后, 将各联锁保护投入;
- k) 辅助系统投入, 如塔底吹扫及排灰系统, 脱硫灰外排系统等。

### B.2.3 脱硫工程运行中调整及监视

B.2.3.1 吸收塔床层压降宜控制在0.6kPa~1.4kPa, 当脱硫效果较差且锅炉引风机出力有裕度时, 床层压降可适当增大。床层压降低于600Pa时, 脱硫吸收塔喷水系统停运, 床层压降低于500Pa时, 吸收塔

系统退出，并查找原因。当脱硫效果较好时，宜适当降低床层压降，以降低系统耗能。

B.2.3.2 吸收塔出口烟温应控制在烟气露点温度10℃以上。

B.2.3.3 脱硫除尘器入口温度控制

脱硫除尘器为袋式除尘器时（采用PPS作为滤料），出口温度宜控制在在160℃以下，短时间内最高不超过180℃（持续时间不得超过15分钟，仅允许6次/年）；如果烟气温度超过滤袋适用温度时，需要进行降温。当有糊袋现象时，提高脱硫反应烟温，消除糊袋现象，并提高设定的脱硫反应温度值。其他滤料的滤袋根据滤袋适用条件确定。

B.2.3.4 烟气量控制：当烟气负荷降低，烟气量低于吸收塔形成流化床体所需最低烟气量时，吸收塔床层有塌床可能，应适当开启清洁烟气再循环风挡，并根据吸收塔入口烟气量调整再循环风挡开度调整循环风量。

B.2.3.5 吸收塔出口SO<sub>2</sub>浓度可通过调整吸收剂的投入量、吸收塔反应温度、床层压降、烟气量等控制。

B.2.3.6 脱硫除尘器灰斗料位宜控制在高料位和低料位之间。不得低于低料位，不得高于高高料位。

B.2.3.7 脱硫除尘器出口颗粒物浓度的控制：当脱硫工程出口的颗粒物排放浓度超过规定值，电袋除尘器可调整电流、电压、火花率等措施，袋式除尘器可适当调整滤袋压差。同时对除尘器进行检查。

B.2.3.8 装置出口氧量监测：当脱硫工程出口与入口氧量差值较大时，应联系检修对装置漏风情况进行检查。

B.2.3.9 脱硫效率应在保证值以上。当脱硫效率低于保证值，应加大吸收剂的投入量、降低吸收塔出口温度（即加大吸收塔喷水量）、提高床层压降等措施降低出口SO<sub>2</sub>浓度。

### B.3 脱硫工程的停运

B.3.1 正常停机顺序为：

- a) 观察消石灰仓料位，提前将消石灰仓内消石灰用完；
- b) 关闭高压水系统；
- c) 停运吸收剂制备系统及供应系统；
- d) 停运脱硫循环灰系统；
- e) 脱硫除尘器为电袋除尘器时，除尘器电区停运后振打头手动连续振打，宜运行1h~2h。袋式除尘器若停运超过7d，启动袋式除尘器快速清灰程序，将滤袋上粘灰清除干净，判断是否清除干净的方法是观察滤袋压差，启动快速清灰时，压差会持续下降，当降到某一个值，基本不发生变化时，说明滤袋粘灰已基本清除干净；
- f) 启动仓泵外排灰程序，将灰斗内存灰全部排往脱硫副产物库；
- g) 关停脉冲清灰系统；
- h) 关停滤袋清灰用气管阀门；
- i) 关停引风机；
- j) 灰斗流化风系统、空气斜槽流化风系统和灰斗加热继续持续运行2h；
- k) 关停灰斗加热；

- l) 关停灰斗流化风系统、空气斜槽流化风系统及其蒸汽加热器；
- m) 关停主机（由主机控制室负责）；
- n) 关停脱硫除尘器；
- o) 关停预除尘器（若有）；
- p) 关停脱硫灰排放气力输送系统；
- q) 关停清洁烟气循环风挡。

**B.3.2 紧急停机（FGD停机）为：**

- a) 关闭高压水系统；
- b) 停运吸收剂制备系统及供应系统；
- c) 停运脱硫循环灰系统；
- d) 关闭清洁烟气再循环风挡；
- e) 停运斜槽流化风系统；
- f) 除尘器灰斗外排灰按除尘器运行情况确定；
- g) 吸收塔塔底喷吹及排灰装置启动，直至排空；

**B.4 脱硫工程的常见故障、原因及处理**

可参考HJ 2040中“附录C.4 烟气循环流化床脱硫设施故障处理及预防措施”。

**B.5 定期工作**

B.5.1 在运行期间，应建立每班一次对脱硫工程现场进行巡检的制度，巡检必须到达每个有设备的平台，巡检要求如表1所示：

**表 B.1 巡检要求**

可能出现问题的地方	首选对策措施
异常噪音	寻找音源，如果有可能，建议控制室关停该设备，并转为启用备用设备，然后进行维修
高压水泵的漏水	建议控制室关停该设备，并转为启用备用设备，然后进行维修
出现漏灰现象	建议控制室关停该设备，并转为启用备用设备，然后进行维修
转动设备的异常振动	建议控制室关停该设备，并转为启用备用设备，然后进行维修
塔底积灰	建议启动塔底排灰输送机，若排灰一次发现粗颗粒大于 0.05m，请立即检查高压水系统
塔底排灰输送机下的灰车容量不足	根据灰量多准备几部灰车
出现漏油现象	寻找原因，检查设备的放油孔是否锁紧或者是设备损坏

B.5.2 运行巡检要求如下：

a) 每隔 2h 巡检一次的巡检线路为：控制室→水箱→高压水泵→回水调节阀→空气斜槽流化风机、加热器及出口手动阀位置→灰斗流化风机、加热器及出口手动阀位置→脱硫灰再循环系统→脱硫灰外排系统→控制室；

b) 每隔 4h 巡检一次的巡检线路为：控制室→脱硫袋式除尘器灰斗蒸汽加热→FF 灰斗料位→灰斗流化→斜槽流化→吸收塔水喷嘴→生、消石灰仓料位→消石灰调频旋转给料器→进料空气斜槽→控制室；消化器及消石灰气力输送系统→生石灰仓仓顶袋式除尘器及排气风机→生石灰仓料位；

c) 每班巡检皆要运行吸收塔塔底排灰输送机，并在运行后将塔底储灰车清空；

d) 巡检发现设备运行异常，应及时通知控制室切换备用设备，并做好设备异常记录；

e) 在检查灰斗料位、生消石灰仓料位时，应佩戴防护面具，以免脱硫灰、生消石灰伤害人眼，若发生应及时用水清洗；

f) 应建立巡检记录台帐，巡检人应对记录负责并签名；

g) 在运行值班巡检的基础上，各系统设备宜分解落实到每个运行人员，使每个人能有重点地连续跟踪各自所负责的设备。

### B.5.3 定期加油要求如下：

a) 按设备润滑油要求进行定期加油；

b) 在巡检中，发现设备油位不足，应及时补充至正常油位。对严重漏油的应及时切换备用设备并通知检修人员处理；

c) 设备检修后应更换新油。

### B.5.4 机械设备定期检查要求见表 B.2：

表 B.2 机械设备定期检查要求

系统名称	设备名称	内容	周期
烟气系统	清洁烟气再循环风挡	风挡密封性、执行机构检查	每年
	脱硫袋式除尘器	详见袋式除尘器说明书	
	吸收塔	壁结垢、底部积渣检查	每班
工艺水系统	工艺水箱	清洗	每年
	高压水泵	轴承润滑油油脂更换	每年
	水喷嘴	喷头及喷枪有无磨损	每月
		喷嘴止回阀、滤网检查	每 1~3 月
连接软管破漏严重应更换			
流化/输送空气系统	气力输送风机	窄“V”带的张力偏正	每月
		更换 V 皮带	每年
		清洗空气滤清器	每 3 个月
		更换滤清器滤芯	每年
		更换齿轮箱的润滑油、轴承箱的润滑脂	每半年
		垫片、油封检查，磨损的应更换	每年
		清洗风机的齿轮、轴承、油密封、气密封、校正各工作间隙	大修时

系统名称	设备名称	内容	周期
	斜槽流化风机	润滑油及润滑脂清洗并更换	每3个月
		垫片、油封检查，磨损的应更换	每年
		清洗风机并校正各空间间隙	大修时
	蒸汽加热器	清洗加热器的换热管	每半年
	灰斗流化风机	窄“V”带的张力偏正	每月
		更换V皮带	每年
		清洗空气滤清器	每3个月
		更换滤清器滤芯	每年
		更换齿轮箱的润滑油、轴承箱的润滑脂	每半年
		垫片、油封检查，磨损的应更换	每年
		清洗风机的齿轮、轴承、油密封、气密封、校正各工作间隙	大修时
	蒸汽加热器	清洗加热器的换热管	每半年
	吸收剂制备系统	生石灰仓	检查流化板
检查内部集灰、结块			每年
生石灰仓仓顶袋式除尘器		检查排气风机、电磁阀是否运行正常	每天
		人孔门密封性检查	每天
		清理过滤减压阀的滤芯	每年
		更换破损滤袋	2年
螺旋给料机		润滑脂、润滑油更换	每半年
旋转给料器皮带秤		传动装置更换	每年
		检查十字簧片是否变形，紧固螺栓是否松动	每3个月
消化器		排空消化器内杂灰、结块	每天，消化器停运后或开启前
		填料箱密封性检查，填料函的温度超过40-50℃时重新调整，无法调整时应更换	每天
		检查轴承温度及噪音，若超标应更换	每周
		检查填料函是否松动、减速器油位	每半个月
		一级消化器传动装置同轴性调整，并检查其弹性传动接头橡胶零件的磨损情况	每半年
		检查二、三级传动链磨损度，必要时更换	每半年
		检查观察孔密封件磨损度，严重时更换	每半年
		检查壳体的紧密性，更换橡胶圈	每半年

系统名称	设备名称	内容	周期
		消化器搅拌桨片、传动带磨损时，应更换	每年
		润滑油、润滑脂清洗更换	每 8000h
	消化器出口旋转给料器	润滑脂、润滑油更换	每半年
		传动装置链条更换	每年
	消石灰喷射器	检查内部积灰、结块，磨损程度	每年
	消化器排气袋式除尘器	检查排气风机、电磁阀是否运行正常	每天
		人孔门密封性检查	每天
		清理过滤减压阀的滤芯	每年
		更换破损滤袋	2 年
	吸收剂供应系统	消石灰仓	检查流化板
检查内部集灰、结块			每年
消石灰调频旋转给料器		传动装置链条更换	每年
进料空气斜槽		检查帆布的破损程度，必要时更换	每年
脱硫灰循环系统	灰斗流化槽	检查底部流化帆布有无磨损，必要时更换	每年
		清扫设备内结灰、结块、异物	每半年
		流量控制阀转筒检查，磨损严重时更换	每半年
		垫片检查	每年
		流量控制阀气缸活塞杆磨损程度检查	每 3 个月
		开关箱漏气检查，保险连接器检查	每 3 个月
	空气斜槽	检查帆布的破损程度，必要时更换	每年
吸收塔底排渣系统	塔底排灰输送机	检查减速机、输送机的运行状态	每天
		润滑油、润滑脂清洗更换	每 运 行 5000h
		去除叶片上的结灰、结块、异物等	每年
	气动插板阀	清扫设备内结灰、结块、异物	每半年
		阀气缸活塞杆磨损程度检查	每 3 个月
	重锤式双层翻板阀	清除阀内异物，避免阀体堵塞	每天
		检查阀板与重锤阀之间的紧密性，必要时可更换阀板	每半年
润滑脂添加		每半月	
蒸汽加热系统		检查蒸汽截止阀、疏水阀是否完好，检查蒸汽加热管有无泄漏、堵塞情况，更换腐蚀与堵塞严重的蒸汽管路	大修时

B.5.5 热工测量设备定期检查要求见表 B.3。

表 B.3 热工测量设备定期检查要求

序号	工作项目	达到的要求	周期
1	现场热工设备巡检	外观良好，标识清楚。	一周
		保温装置良好。	
		伴热、吹扫气投入。	
		仪表柜、端子柜完好，柜内无积尘。	
2	DCS柜清扫	柜内设备整洁，无杂物	三个月
3	SO <sub>2</sub> 分析仪校验	测量准确	一个月
4	O <sub>2</sub> 分析仪校验	测量准确	两个月
5	颗粒物测量仪	外送校验	一年
6	温度元件校验	测量准确	一年
7	压力（差压）变送器	测量准确	两年
8	热电子湿度仪	外送校验	一年
9	压力表	测量准确	一年
10	料位探头和电子线路清灰及校准	正确指示料位情况，灵敏度及延迟时间合适	一年

B.5.6 脱硫工程运行记录见表 B.4。

