

中华人民共和国国家环境保护标准

HJ 179—2018

石灰石/石灰—石膏湿法烟气脱硫 工程通用技术规范

General technical specification of flue gas limestone/lime-gypsum wet
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

前 言.....	1
1 适用范围.....	2
2 规范性引用文件.....	2
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.....	7
7 主要工艺设备和材料.....	11
8 检测与过程控制.....	13
9 主要辅助工程.....	14
10 劳动安全与职业卫生.....	15
11 施工与验收.....	16
12 运行与维护.....	17
附录 A（资料性附录）日常分析检测项目及检测周期.....	19
附录 B（资料性附录）建（构）筑物重力荷载代表值计算.....	20
附录 C（资料性附录）冬季采暖室内计算温度.....	21
附录 D（资料性附录）石灰石/石灰-石膏湿法烟气脱硫工程运行记录.....	22
附录 E（资料性附录）主要设备的检修工艺及质量要求.....	23

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，规范石灰石/石灰—石膏湿法烟气脱硫工程的建设和运行管理，制定本标准。

本标准规定了石灰石/石灰—石膏湿法烟气脱硫工程设计、施工、验收、运行和维护的技术要求。

本标准首次发布于2005年，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；

——充实了运行与维护的技术内容；

——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、中国华电科工集团有限公司、北京国电龙源环保工程有限公司、大唐环境产业集团股份有限公司、国家电投集团远达环保工程有限公司、国电环境保护研究院、北京市劳动保护科学研究所、浙江鼎诚环保科技有限公司、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。

石灰石/石灰—石膏湿法烟气脱硫工程通用技术规范

1 适用范围

本标准规定了石灰石/石灰—石膏湿法烟气脱硫工程设计、施工、验收、运行和维护的技术要求。

本标准适用于石灰石/石灰—石膏湿法烟气脱硫工程，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。凡是不注日期的引用文件，其有效版本适用于本标准。

GB 2893	安全色
GB 2894	安全标志及其使用导则
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 7231	工业管道的基本识别色、识别符号和安全标识
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/T 13148	不锈钢复合钢板焊接技术要求
GB/T 13869	用电安全导则
GB 18241.1	橡胶衬里 第1部分：设备防腐衬里
GB 18599	一般工业固体废物贮存、处置场污染控制标准
GB 50009	建筑结构荷载规范
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 50019	工业建筑供暖通风与空气调节设计规范
GB 50033	建筑采光设计标准
GB 50040	动力机器基础设计规范

GB 50046	工业建筑防腐蚀设计规范
GB 50050	工业循环冷却水处理设计规范
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
GB50093	自动化仪表工程施工及质量验收规范
GB 50187	工业企业总平面设计规范
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 50243	通风与空调工程施工质量验收规范
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 50755	钢结构工程施工规范
GB 51245	工业建筑节能设计统一标准
GBJ 22	厂矿道路设计规范
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
GBZ/T 194	工作场所防止职业中毒卫生工程防护措施规范
AQ 3009	危险场所电气安全防爆规范
DL/T 5044	电力工程直流电源系统设计技术规程
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	固定污染源排放烟气连续监测系统技术要求及监测方法
HG/T 2451	设备防腐橡胶衬里
HG/T 2640	玻璃鳞片施工技术条件
HG/T 20678	衬里钢壳设计技术规定
HGJ 29	砖板衬里化工设备
JB 4710	钢制塔式容器
SY/T 0326	钢质储罐内衬环氧玻璃钢技术标准

3 术语和定义

3.1 石灰石/石灰-石膏湿法烟气脱硫工艺 flue gas limestone/lime-gypsum wet desulphurization

process

指利用钙基物质作为吸收剂，脱除烟气中二氧化硫（SO₂）并回收副产物的烟气脱硫工艺。

3.2 脱硫工程 desulphurization project

指通过吸收剂脱除烟气中SO₂及其他酸性气体所需的设施、设备、组件及系统集成。

3.3 吸收剂 absorbent

指与SO₂及其他酸性气体反应的碱性物质。石灰石/石灰—石膏湿法脱硫工艺使用的吸收剂为石灰石（CaCO₃）、石灰（CaO）。

3.4 吸收塔 absorber

指脱硫工程中实现吸收剂与SO₂及其他酸性气体反应的设施。

3.5 副产物 by-product

指吸收剂与烟气中SO₂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SO₂量与未经脱硫前烟气中所含SO₂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：

C₁——脱硫前烟气中SO₂的折算浓度，mg/m³；

C₂——脱硫后烟气中SO₂的折算浓度，mg/m³。

3.7 钙硫比（Ca/S） Ca/S mole ratio

指加入吸收剂中CaCO₃和CaO的摩尔数与吸收塔脱除的SO₂摩尔数之比。

3.8 增压风机 boost fan

指为克服脱硫工程产生的烟气阻力而新增加的风机。

3.9 氧化风机 oxidation fan

指将脱硫生成的亚硫酸钙氧化成硫酸钙的风机。

3.10 颗粒物 particle

指烟气中悬浮的固体和溶液的颗粒状物质总和。

3.11 脱硫废水FGD waste water

指脱硫工程产生的工艺性废水。

3.12 液气比（L/G） liquid/gas ratio

指浆液循环量（L）与吸收塔出口饱和烟气量（m³）的比值。

3.13 浆液循环停留时间 circulation slurry retention time in absorber slurry tank

指吸收塔浆池中的全部浆液循环一次所需的时间，为吸收塔浆池有效容积（m³）与循环浆液总量（m³/min）之比。

4 污染物与污染负荷

4.1 吸收塔入口烟气适用条件：

- a) SO₂浓度（干基折算）不宜高于12000 mg/m³；
- b) 烟气量宜为 5 万 m³/h（干基）以上；
- c) 烟气温度宜为 80℃~170℃；
- d) 颗粒物浓度（干基折算）不宜高于200 mg/m³。

4.2 石灰石/石灰—石膏湿法烟气脱硫工艺主要应用领域包括：发电锅炉，工业锅炉以及烧结/球团、焦炉、陶瓷等窑炉。

4.3 新建项目脱硫工程的设计量和SO₂浓度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量和SO₂浓度宜以实测值为基础并充分考虑变化趋势后综合确定，或通过与同类工程类比确定。

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) 烟气量（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（SO₂、NO_x、O₂、SO₃、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和主体工程同时设计、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SO₂排放浓度应满足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 脱硫副产物即脱硫石膏，脱硫石膏应考虑综合利用。暂无综合利用条件时，其贮存场、石膏筒仓、石膏贮存间等的建设和使用应符合GB 18599的规定。

5.1.8 脱硫废水经处理后，直接排放时应达到国家和地方排放标准的要求。

5.1.9 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。

5.1.10 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 石灰石/石灰—石膏湿法烟气脱硫工程包括烟气脱硫工艺系统、公用系统、辅助工程等。

5.2.2 烟气脱硫工艺系统包括烟气系统、吸收剂制备系统、吸收系统、副产物处理系统、浆液排放和回收系统以及脱硫废水处理系统等。

5.2.3 公用系统包括工艺水系统、压缩空气系统、蒸汽系统等。

5.2.4 辅助工程包括电气系统、建筑与结构、给排水及消防系统、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 一般规定

5.3.1.1 脱硫工程的总平面布置应满足国家及相关行业的规定，并遵循以下原则：

- 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。

5.3.1.2 脱硫工程应避免拆迁主体工程的生产建（构）筑物和地下管线。当不能避免时，应采取合理的过渡措施。

5.3.2 总图布置

5.3.2.1 吸收塔宜布置在烟囱附近，浆液循环泵应紧邻吸收塔布置。吸收剂制备及脱硫副产物处理应根据工艺流程和场地条件因地制宜布置。

5.3.2.2 事故浆池或事故浆液箱的位置应便于多套装置共用。

5.3.2.3 吸收剂料仓、石膏仓或石膏贮存间的布置应靠近主要运输通道。

5.3.2.4 脱硫场地的标高应不受洪水危害。脱硫工程若在主厂房区环形道路内，防洪标准与主厂房区一致；若在主厂房区环形道路外，防洪标准与其他场地一致。

5.3.3 交通运输

5.3.3.1 脱硫工程区域内道路的设计，应保证物料运输便捷、消防通道畅通、检修方便，满足场地排水的要求，并符合GBJ 22的要求。

5.3.3.2 脱硫工程区域内的道路宜与厂内道路形成环形路网。根据生产、消防和检修的需要，应设置行车道路、消防车通道和人行道。

5.3.3.3 物料装卸区域停车位路段纵坡宜为平坡，当布置困难时，坡度不宜大于1.5%，应设足够的汽车会车、回转场地，并按行车路面要求进行硬化处理。

5.3.3.4 脱硫工程密集区域的道路宜采用混凝土地面硬化等方式处理，以便于检修及清扫。

5.3.4 管线布置

5.3.4.1 脱硫工程管线布置应根据总平面布置、管道输送介质、施工维护和检修等因素确定，在平面及空间上应与主体工程相协调。

5.3.4.2 管道集中布置应遵循以下原则：含有腐蚀性介质的管道布置在管架最下层，公用管道、电缆桥架依次在上层布置。

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、脱硫副产物综合利用、厂址场地布置等因素，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，脱硫工程配置宜采用一机一塔，也可采用一机多塔，多机一塔；当采用多机一塔时应考虑足够的检修时间、运行灵活性和隔离措施。

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

石灰石/石灰-石膏湿法烟气脱硫的典型工艺流程见图1。

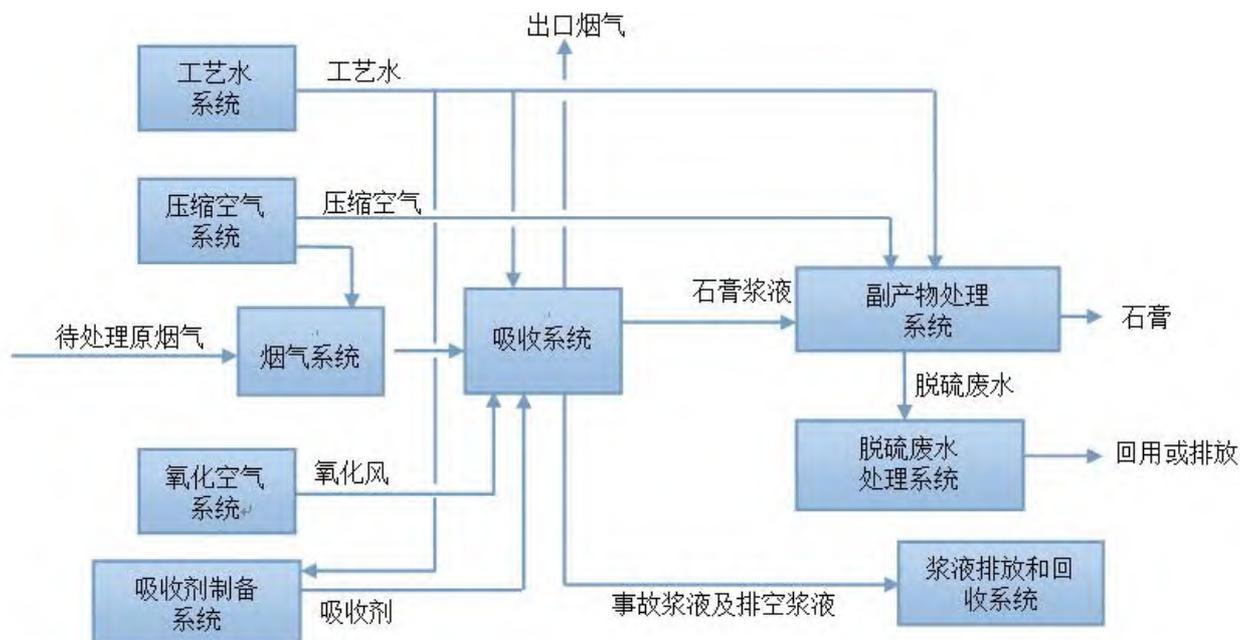


图1 石灰石/石灰—石膏湿法烟气脱硫工艺流程示意图

6.3 烟气系统

6.3.1 新建项目原烟气设计温度应采用主体工程提供的设计数值。改扩建项目原烟气设计温度宜采用吸收塔前烟气系统实测温度最大值并留有一定裕量。

6.3.2 当吸收塔和主体工程采用单元制配置时，宜考虑脱硫增压风机和引风机合并设置；当多个主体工程合用一座吸收塔时，宜设置脱硫增压风机。

6.3.3 对于设置烟气换热器的脱硫工程，加热后的净烟气温度应考虑烟囱防腐及环保要求综合确定。

6.3.4 烟气系统挡板门应具有防止泄漏功能。

6.3.5 两台及以上吸收塔合用一个烟气排放口时，每座吸收塔出口应设置检修隔离挡板门。

6.3.6 脱硫吸收塔入口烟道可能接触浆液的区域，以及脱硫吸收塔出口至烟囱入口之间的净烟道应采用防腐措施。

6.3.7 烟道设计应满足烟道的强度、刚度和振动在允许范围内，防腐烟道应尽量减少内撑杆数量。

6.3.8 脱硫烟道与连接设备应使用补偿器连接，补偿器宜采用非金属材料。

6.3.9 脱硫烟道应在低位点装设自动疏放水系统。烟道低位点疏水和烟囱冷凝水疏水应通过脱硫工程回用。

6.4 吸收剂制备系统

6.4.1 单套石灰石/石灰卸料系统出力宜满足6h~8h完成输送脱硫工程1d的石灰石/石灰需求量。

6.4.2 吸收剂制备可采用磨制系统制浆或来粉制浆，其中磨制系统制浆分为湿磨制浆和干磨制浆。

6.4.3 采用磨制系统制浆时：

a) 石灰石湿磨制浆系统宜设置1套备用，确保检修安全性；

b) 石灰石称重给料机的设计能力应与湿式球磨机匹配，并留有20%的裕量。湿式球磨机及浆液旋流器宜为单元制配置，各单元之间可连通；

c) 湿磨制浆系统中浆液箱总容量宜不小于设计工况下6h的浆液总消耗量。

6.4.4 石灰石干磨制粉系统宜集中设置并考虑备用。

6.4.5 采用来粉制浆时，浆液箱总容量宜不小于设计工况下4h的浆液消耗量。

6.4.6 料仓的容量应根据运输和物料性质确定，并采取无组织排放控制措施。

6.4.7 脱硫用生石灰的CaO含量宜不小于80%，细度宜不低于150目90%过筛率。

6.4.8 脱硫用石灰石中CaCO₃含量宜不小于90%，细度宜不低于250目90%过筛率。

6.4.9 吸收塔供浆系统宜采用环路管道系统或变频控制，避免浆液沉积。

6.5 吸收系统

6.5.1 吸收塔可采用喷淋空塔、复合塔和pH值分区塔。复合塔包括沸腾泡沫、旋流鼓泡、托盘、湍流管栅等；pH值分区塔包括单塔双pH值、双塔双pH值等。

6.5.2 吸收塔应根据处理效率、场地布置条件、运行能耗要求以及长期运行稳定性能等因素综合选取。

6.5.3 吸收塔设计应满足以下基本要求：

a) 吸收塔宜采用一体化结构，一体化吸收塔应同时具有浆液储存、副产物氧化、烟气SO₂吸收和除雾的功能；

b) 吸收塔设计正压应不小于最大运行正压的1.2倍，设计负压为最大运行负压的1.2倍；

c) 吸收塔烟气区空塔截面尺寸宜保证最不利设计条件下空塔流速不大于3.8 m/s；

d) 液气比的选择应考虑入口烟气条件、脱硫效率、喷淋覆盖率等因素；

e) 吸收塔浆池容积宜保证吸收塔浆池浆液循环停留时间不小于4.2 min；

f) 吸收塔不同功能区应留有足够的安装孔和检修人孔。安装孔的尺寸应能够满足安装需要；

g) 吸收塔原烟气入口干湿界面处应采用可靠的防腐措施。

6.5.4 采用石灰石为吸收剂时，吸收塔浆液的pH值宜控制在5.2~5.8之间。采用石灰为吸收剂时，吸收塔浆液的pH值宜控制在5.2~6.2之间。

6.5.5 吸收系统钙硫比(Ca/S)不宜超过1.03。

6.5.6 吸收塔浆液循环泵宜采用相同型号，浆液循环泵和喷淋层应按单元制设置并宜设置备用喷淋层和备用浆液泵。浆液循环泵入口宜设置滤网。

6.5.7 吸收塔浆池应设置搅拌系统和副产物氧化系统，副产物氧化宜采用空气氧化。

6.5.8 吸收塔除雾器除雾性能应能确保烟气中液滴全含量不大于50 mg/m³（干基折算）。

6.5.9 吸收塔浆液排出系统容量设计应能够满足脱硫工程运行要求。对于喷淋塔，排出系统容量计算时，吸收塔浆液含固量取值宜不大于20%。

6.6 副产物处理系统

6.6.1 吸收塔排出浆液宜先采用石膏浆液旋流站进行旋流脱水后再进行二级脱水。

6.6.2 当多个主体工程采用相同湿法脱硫工艺时，宜合用1套石膏脱水系统。石膏脱水系统宜集中设置并考虑备用。

6.6.4 脱水石膏堆放可采用石膏仓或石膏库。石膏仓或石膏库应满足石膏转运要求。

6.6.5 有效储存容积小于3000 m³的石膏库可采用石膏单点落料方式，有效储存容积大于3000 m³的石膏库宜采用石膏多点落料方式，堆放场地应有防渗措施。

6.7 浆液排放和回收系统

6.7.1 浆液排放和回收系统设计应满足浆液在系统内部循环回用的要求。

6.7.2 脱硫工程区域应设计合理的箱罐、地坑和沟道用于脱硫工程区域内浆液或装置排水的收集，沟道最小净空深度不小于300 mm，坡度不小于1%。

6.7.3 吸收塔区和脱硫工艺楼地坑宜分开设置。

6.8 脱硫废水处理系统

6.8.1 脱硫废水处理方式应根据国家排放标准和当地环境保护行政主管部门的要求，结合厂址环境条件等因素综合考虑确定。

6.8.2 脱硫废水宜纳入全厂废水统一规划管理；单独设置脱硫废水处理系统时一般采用中和、絮凝、沉降、氧化、澄清等工艺去除废水中的悬浮物、COD等污染物。

6.9 公用系统

6.9.1 工艺水系统

6.9.1.1 脱硫工程工艺用水一般包括：吸收塔工艺水、设备管道冲洗水、辅助设备的冷却用水等。脱硫工程所需工艺用水应由主体工程提供，系统内宜设置水箱及水泵。

6.9.1.2 脱硫工程设置的工艺水箱宜根据水源可靠性、系统耗水量等因素确定，其有效容量宜不小于所服务的脱硫工程设计工况下1h的脱硫工艺水总耗量。

6.9.1.3 脱硫工程补水和管道冲洗水可采用城市污水处理厂处理后中水以及其他可用水源；脱硫设备冷却水和设备密封水宜采用工业水，水质应满足GB 50050的规定。

6.9.1.4 浆液系统管道和设备冲洗宜设计为自动冲洗方式，冲洗水阀门宜采用电动阀或气动阀。

6.9.2 压缩空气系统

6.9.2.1 脱硫工程压缩空气系统宜与主体工程压缩空气站合并设置，系统内可设置压缩空气罐。

6.9.2.2 当压缩空气从主体工程引接时，应在脱硫工程区域内设置稳压储气罐，并在储气罐压缩空气入口管道上设置止回阀。

6.9.3 蒸汽系统

6.9.3.1 脱硫工程所需蒸汽宜由主体工程提供。

6.9.3.2 辅助蒸汽管道流速宜按不大于40 m/s设计。

6.10 二次污染控制措施

6.10.1 脱硫工程石灰石/石灰卸料点、石灰石块仓及石灰石粉仓仓顶应设置独立的除尘装置收集扬尘。

6.10.2 石膏脱水机石膏浆液进料点和石膏落料点宜考虑水汽收集和排至室外的措施。

6.10.3 脱硫废水处理系统产生的污泥应进行无害化处理。

6.10.4 脱硫吸收塔出口的低温饱和湿烟气通过烟囱排放应采取避免产生“石膏雨”的措施，如增加烟气换热器抬升排烟温度、净烟道上加装湿式除尘器、加装第三级除雾器、控制合适的浆液密度等。

6.11 突发事故应急措施

6.11.1 应设置事故排浆用事故浆液箱。

6.11.2 吸收塔入口烟道宜设置烟气事故喷淋降温系统。

6.11.3 脱硫工程应设有超负荷和SO₂超标报警系统，并考虑相应的应急措施。

6.11.4 卸酸、碱区应设有自动淋浴装置。

7 主要工艺设备和材料

7.1 主要工艺设备

7.1.1 增压风机的设计选型符合下列要求：

a) 增压风机可选用轴流式风机或高效离心风机；

b) 增压风机选用轴流式风机时，可选用动叶可调轴流风机或静叶可调轴流风机，可根据技术经济比较后确定；

c) 当多个主体工程合用一座吸收塔时，应根据技术经济比较后确定风机数量。

7.1.2 吸收塔宜采用钢结构，内部结构应根据烟气流动和防磨、防腐技术要求进行设计，可参照HG/T 20678和JB 4710执行。

7.1.3 浆液喷淋管材质可采用纤维增强复合塑料（FRP）、碳钢衬胶或镍基合金钢管，合金等级至少为1.4529或等同材料。浆液喷嘴宜采用碳化硅材质，设计选型应能避免快速磨损、结垢和堵塞。

7.1.4 吸收塔氧化风机的设计选型符合下列要求：

a) 根据设计选型流量和出口压力要求可采用罗茨式、多级离心式和单级高速离心式，罗茨式风机选型容量宜不大于9000 m³/h。氧化风机流量和压力可留有一定裕量；

b) 吸收塔氧化风量不大于9000 m³/h时，每座吸收塔宜设置2台氧化风机或每2座吸收塔设置3台氧化风机；吸收塔氧化风量大于9000 m³/h时，每座吸收塔宜设计2台及以上离心式

氧化风机。

7.1.5 吸收塔搅拌器以及有氧化空气均布要求的搅拌器应采用侧进式搅拌器。直径大于10 m 的事故浆液箱宜选用侧进式搅拌器。

7.1.6 当浆液搅拌器叶轮采用碳钢衬胶材质时，搅拌器叶轮的最大运行线速度宜不大于4.5 m/s。

7.1.7 烟气换热器可采用气气换热器和热媒水烟气换热器。采用气气换热器时，漏风率宜不大于1%，并兼顾SO₂达标排放要求。采用热媒水烟气换热器及管式气气换热器时，与烟气接触的设备及部件均应充分考虑防磨、防堵、防腐措施，换热管材质应考虑优良可靠的换热、防磨和防腐蚀性能。

7.1.8 石灰石湿式球磨机宜选用卧式溢流型式，入口物料粒径宜不超过Φ20 mm。

7.1.9 石灰石干磨机宜选用立式中速型式，磨机动态分离器应采用变频驱动，产品细度应可调节，额定出力下的产品细度应满足脱硫工艺要求。干磨机进口石灰石块水分宜不大于3%，产品水分控制在0.5%~1%范围内。

7.1.10 吸收塔内除雾器宜优先选用屋脊式，或采用管式除雾器与屋脊式除雾器组合的方式。

7.1.11 吸收塔浆液循环泵宜选用离心式，其流量应根据脱硫工程设计工况下循环浆液量确定，扬程应根据吸收塔浆池正常运行液位范围至喷淋层喷嘴出口（含喷嘴背压）的全程压降确定。

7.2 材料

7.2.1 一般规定

7.2.1.1 材料的选择应满足脱硫工程的工艺要求，选择经济、适用、使用寿命长的材料。

7.2.1.2 管道材料应满足管道介质的要求。对于腐蚀性浆液介质管道，管道宜选用碳钢衬胶、衬塑管道或非金属管道。

7.2.1.3 阀门阀板材质应选用满足介质要求的合金材料。

7.2.2 金属材料

7.2.2.1 金属材料宜以碳钢材料为主。对金属材料表面可能接触腐蚀性介质的区域，应根据脱硫工艺不同部位的实际情况，衬抗腐蚀性和磨损性强的非金属材料。

7.2.2.2 当以金属材料作为承压部件、衬非金属材料作为防腐部件时，应充分考虑非金属材料与金属材料之间的粘结强度。承压部件的自身设计应确保非金属材料能够长期稳定地附着在承压部件上。

7.2.2.3 采用碳钢衬非金属材料难以达到工程实际应用要求时，应根据介质的腐蚀性和磨损性，采用以镍基材料为主的不锈钢。其适用介质条件见表1。

表1 镍基不锈钢适用介质条件

序号	可选牌号	材料成分	适用部位
1	022Cr17Ni14Mo2(UNS S31603,316L)	奥氏体镍铬钼不锈钢	烟气与低温原烟气烟道贴衬、挡板门贴衬、换热器
2	00Cr22Ni5Mo3N(UNS S32205,2205)、 00Cr25Ni7Mo4N(UNS S32750,2507)	双相铬镍钼不锈钢	塔内构件
3	C276*(UNS N10276)、 1.4529*(UNS N08926)	镍铬钼钨耐蚀合金	塔内构件
注：*为欧洲牌号，UNS为美国标准			

7.2.3 非金属材料

非金属材料主要可选用玻璃鳞片树脂、无溶剂树脂陶瓷、玻璃钢、塑料、橡胶、陶瓷类产品用于防腐蚀和磨损，其适宜的使用部位见表2。

表2 主要非金属材料及使用部位

序号	材料名称	材料主要成分	使用部位
1	玻璃鳞片树脂	乙烯基酯树脂、酚醛树脂、呋喃树脂、环氧树脂	净烟气、低温原烟气段、吸收塔、浆液箱罐等内衬，石膏仓内表面涂料
2	无溶剂树脂陶瓷	树脂陶瓷	净烟气、低温原烟气段、吸收塔、浆液箱罐等内衬，石膏仓内表面涂料
3	玻璃钢	玻璃鳞片、玻璃纤维、乙烯基酯树脂、酚醛树脂	吸收塔喷淋层、浆液管道、箱罐
4	塑料	聚丙烯等	管道、除雾器
5	橡胶	氯化丁基橡胶、氯丁橡胶、丁苯橡胶	吸收塔、浆液箱罐、浆液管道、水力旋流器等内衬，真空脱水机、输送皮带
6	陶瓷	碳化硅	浆液喷嘴

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，也可将其纳入主体工程的集中控制室统筹考虑。

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 热工检测与过程控制

8.2.1 热工检测主要参数包括：吸收剂浆液密度浓度、石膏浆液pH值、石膏浆液密度、吸收塔液位、除雾器压差、烟气温度、循环泵电流、物料消耗等。

8.2.2 脱硫工程应设置检测仪表，以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 吸收塔入口烟气温度、出口烟气温度、吸收塔液位、石膏浆液pH值等重要参数测量仪表应双重或三重冗余设置。

8.2.4 增压风机的控制宜纳入主体工程烟风系统统筹考虑。

8.2.5 脱硫热工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 CEMS

8.3.1 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。

8.3.2 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、SO₂浓度和O₂量，并通过硬接线接入脱硫工程的控制系统。

8.4 分析检测

脱硫工程日常分析检测项目及检测周期见附录A。

9 主要辅助工程

9.1 电气系统

9.1.1 脱硫供配电设计应符合GB 50052中的有关规定。

9.1.2 脱硫工程区域高压、低压供配电电压等级应与主体工程一致。

9.1.3 脱硫工程区域供配电系统中性点接地方式应与主体工程一致。

9.1.4 脱硫工程区域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。

9.1.5 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。

9.1.6 脱硫工程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。

9.1.7 脱硫供配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。

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 脱硫建筑物室内应优先利用天然采光，建筑物室内天然采光照度应符合GB 50033的有关规定。

9.2.1.2 脱硫建筑物热工与节能设计应符合GB 51245的有关规定。

9.2.1.3 建筑物的室内外墙面应根据使用和外观需要进行适当处理，地面和楼面材料除工艺要求外，宜采用耐磨、易清洁的材料，石膏库地面根据荷载情况宜采用重载地面。

9.2.1.4 脱硫建筑防腐蚀设计应符合GB 50046的有关规定。

9.2.1.5 脱硫建筑物室内装修设计应符合GB 50222的有关规定。

9.2.1.6 建筑物的防火设计应符合GB 50016的规定。

9.2.2 结构

9.2.2.1 土建结构的设计应符合 GB 50009、GB 50011 及相关行业规范的要求。楼（屋）面均布活荷载的标准值及其组合值、频遇值和准永久值系数应按附录 B 中表 B.1 的规定采用。

9.2.2.2 石膏库和石灰石储料棚上部结构设计和基础设计应考虑地面堆载的影响。

9.2.2.3 脱硫建（构）筑物抗震设防类别按丙类考虑，地震作用和抗震措施均应符合本地区抗震设防烈度的要求。

9.2.2.4 计算地震作用时，建（构）筑物的重力荷载代表值应取恒载标准值和各可变荷载组合值之和。各可变荷载的组合值系数应按附录B中表B.2的规定采用。

9.3 给排水及消防系统

9.3.1 脱硫工程应依托主厂区的给排水系统和消防给水系统设计完善的给排水系统和消防给水系统。

9.3.2 脱硫工程的生产生活给水系统、生产生活排水系统、雨水排水系统应符合GB 50013、GB 50014的有关规定。

9.3.3 脱硫工程的建（构）筑物的消防系统应符合GB 50084、GB 50016及GB 50222的有关规定。

9.4 采暖通风与空气调节

9.4.1 脱硫工程应设有采暖、通风与空气调节系统，并应符合GB 50019和GB 50243的规定。

9.4.2 脱硫工程建筑物的采暖应与其他建筑物一致，冬季采暖室内计算温度取值可参考附录C确定。在严寒地区，应按所在地区考虑机械排风或除尘系统排风所带走热量的补偿措施。

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职业卫生，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/T 12801、GB 5083中的有关规定。

10.1.3 安全和卫生设施应与脱硫工程同时建成运行，并制订相应的操作规程。

10.2 劳动安全

10.2.1 脱硫工程的用电安全应符合 GB/T 13869、AQ 3009 中的有关规定。

10.2.2 脱硫工程脱硫剂选用石灰时，应对操作人员采取必要的劳动安全防护措施。

10.2.3 脱硫工程的安全标志设计应符合 GB 2894、GB 2893、GB 7231 等规范的有关规定。

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 为防止职业中毒，脱硫工程工作场所的卫生工程防护措施应符合GBZ/T 194中的有关规定。

10.3.3 在易发生粉尘飞扬或洒落的区域应设置必要的除尘设备或清扫措施。

10.3.4 制粉系统等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，并采取适当通风措施。

10.3.5 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 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、吸收塔内部装置安装、烟气换热器安装、转动机械安装、管道及附件安装、钢结构安装、衬里管道安装、大型设备或大型部件吊装、防腐应符合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符合GB/T 4272的相关要求。

11.1.7 橡胶防腐衬里、玻璃鳞片防腐衬里、砖板防腐衬里、玻璃钢防腐衬里的施工可参照GB 18241.1、HG/T 2451、HG/T 2640、HGJ 29、SY/T 0326中的相关规定。

11.1.8 脱硫工程的分系统调试、整套启动热态调试、满负荷试运及质量检验评定可参照DL/T 5403的有关规定。

11.2 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 铬镍不锈钢、镍合金部件焊接、不锈钢复合钢板焊接验收可参照GB/T 13148的焊接检验质量规定。
- 11.2.7 设备和管道的保温施工验收应符合GB/T 4272的相关质量标准。
- 11.2.8 玻璃鳞片防腐衬里和橡胶防腐衬里应符合GB 18241.1、HG/T 2451、HG/T 2640中的质量标准，玻璃钢防腐衬里工程验收可参照SY/T 0326的相关质量检验标准，砖板防腐衬里工程验收可参照HGJ 29的相关技术条件。
- 11.2.9 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SO₂浓度和脱硫效率；
 - b) 出口颗粒物浓度；
 - c) 出口烟气温度的；
 - d) 除雾器后雾滴含量；
 - e) 脱硫工程压力损失；
 - f) 电耗量、石灰石/石灰耗量、水耗量、蒸汽耗量；
 - g) 脱硫石膏品质。

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SO₂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 脱硫工程不得在超过设计负荷的条件下长期运行。

12.1.5 主体工程启停机时应安排脱硫工程先开后停。

12.1.6 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、操作和维护技术规程；建立脱硫工程、主要设备运行状况的台帐。

12.2 人员与运行管理

12.2.1 应至少设置1名的脱硫技术管理人员。

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

及其它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。

脱硫工程运行记录表参考附录D。

12.3 维护与检修

12.3.1 脱硫工程的检修维护宜纳入主体工程统筹考虑，检修周期和工期宜与主体工程同步。

12.3.2 维修人员应根据维护保养规定定期检查、更换或维修必要的部件，并做好维护保养记录。

12.3.3 主要设备的检修工艺及质量要求见附录E。

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)

日常分析检测项目及检测周期

表A.1 日常分析检测项目及检测周期表

编号	测试项目	测试方法	测试周期
1	吸收塔浆液密度、浓度	重量法	每天 1 次
2	吸收塔浆液 pH 值	pH 计	每天 1 次
3	吸收塔浆液悬浮物	重量法	每周 1 次
4	吸收塔浆液碳酸盐含量	酸碱中和滴定	每周 3 次
5	吸收塔浆液亚硫酸盐含量	硫代硫酸钠氧化还原滴定	每周 3 次
6	吸收塔浆液酸不溶物	重量法	每周 3 次
7	吸收塔浆液氯离子含量	硝酸银络合滴定	每周 3 次
8	石膏含水率	重量法	每周 2 次
9	石膏纯度 (钙、镁离子浓度)	EDTA 络合滴定	每周 2 次
10	石膏中碳酸盐	酸碱中和滴定	每周 3 次
11	石膏中亚硫酸盐	硫代硫酸钠氧化还原滴定	每周 2 次
12	石膏酸不溶物	重量法	每周 2 次
13	石膏氯离子	硝酸银络合滴定	每周 2 次
14	石灰石浆液密度、浓度	重量法	每周 3 次
15	石灰石碳酸钙	EDTA 络合滴定	每周 1 次
16	石灰石碳酸镁	EDTA 络合滴定	每周 1 次
17	石灰石酸不溶物	重量法	每周 1 次
18	石灰石浆液细度	重量法	每周 1 次

附录B

(资料性附录)

建(构)筑物重力荷载代表值计算

表B.1 建筑物楼(屋)面均布活荷载标准值及组合值、频遇值和准永久值系数

序号	类别	标准值 kN/m ²	组合值系数 ψ_c	频遇值系数 ψ_f	准永久值系数 ψ_q
1	配电装置楼面	6.0	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	作为设备通道 的混凝土楼梯	3.5	0.7	0.5	0.5

表B.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
屋面活荷载		0
石灰石(粉)仓、石膏仓中的填料自重		0.8~0.9

附录C

(资料性附录)

冬季采暖室内计算温度

表C.1 冬季采暖室内计算温度表

房间名称	采暖室内计算温度 (°C)	房间名称	采暖室内计算温度 (°C)
石膏脱水机房	16	石灰石破碎间	10
输送皮带机房	10	石灰石卸料间地下	16
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
石灰石浆液循环泵房	5	氧化风机房	5
加药间	16	药品库	16

注：设置集中采暖的循环泵房及氧化风机房，应保证设备停止运行时室内的温度不低于5℃。

附录D

(资料性附录)

石灰石/石灰-石膏湿法烟气脱硫工程运行记录

表D.1 石灰石/石灰-石膏湿法烟气脱硫工程运行记录表

年 月 日

项目	进口烟气					净烟气						吸收塔			吸收循环泵 A		吸收循环泵 B		吸收循环泵 C		除雾器		石膏排出泵 A		石膏排出泵 B		浆液池	均流板	氧化空气	氧化风机 A		氧化风机 B				
	压力	温度	烟气量 (干标, 基准氧)	SO ₂ 浓度 (干标, 基准氧)	颗粒物 浓度 (干标, 基准氧)	压力	温度	烟气量 (干标, 基准氧)	SO ₂ 浓度 (干标, 基准氧)	颗粒物 浓度 (干标, 基准氧)	脱硫率	温度	压力	压力降	压力	电流	压力	电流	压力	电流	压力降	冲洗水	压力	电流	压力	电流	液位	压力降	流量	压力	电流	压力	电流			
时间	kPa	℃	m ³ /h	mg/m ³	mg/m ³	kPa	℃	m ³ /h	mg/m ³	mg/m ³	%	℃	kPa	Pa	MPa	A	MPa	A	MPa	A	Pa	m ³	MPa	A	MPa	A	m	Pa	kPa	MPa	A	MPa	A			
2:00																																				
4:00																																				
6:00																																				
8:00																																				
10:00																																				
12:00																																				
14:00																																				
16:00																																				
18:00																																				
20:00																																				
22:00																																				
0:00																																				
大夜班人员： 当班情况：											白班人员： 当班情况：											小夜班人员： 当班情况：														

附录E

(资料性附录)

主要设备的检修工艺及质量要求

表E.1 主要设备的检修工艺及质量要求表

设备名称	检修项目	检修工艺	质量标准
烟道挡板门	检修烟道挡板叶片	检查叶片表面是否有积垢、腐蚀、裂纹、变形，铲刮清除灰垢	叶片无腐蚀、变形、裂纹，叶片表面清洁
	检修烟道挡板密封	检查轴封及密封空气管道的腐蚀及接头的连接，疏通管道	轴封完好、无杂物、腐蚀及泄漏、管道畅通
	检修烟道挡板轴承	检查轴承有无机械损伤，轴承座有无位移或裂纹	轴承无锈蚀和裂纹，轴承座无裂纹，固定良好
	检修烟道挡板蜗轮箱	检查蜗轮蜗杆及箱体有无机械损伤及裂纹，更换润滑油	检查叶轮蜗轮、蜗杆完好，无锈蚀，润滑油无变质，油位正常
	检修烟道挡板	检查挡板连接杆有无变形、弯曲。先检查每一块转动，再装好传动连接杆检查整个挡板	挡板连接杆无弯曲变形，连接牢固，能灵活开关，0°读时应达到全关状态，90°时应达到全开状态
挡板密封风机	联轴器	(1) 对轮检修 (2) 对轮与轴的配合 (3) 棒销检查	(1) 无裂纹无变形，棒销孔光滑无毛刺 (2) 对轮不松动应有0~0.03 mm的紧力 (3) 无裂纹变形，棒销皮套无裂纹有弹性
	轴承箱及轴承检查	(1) 轴承检查 (2) 轴承内径与轴的配合 (3) 轴承顶部间隙 (4) 轴承推力间隙 (5) 轴承外套膨胀间隙 (6) 轴承箱的外观检查	(1) 内外轨道滚珠无麻坑裂纹，重皮锈蚀 (2) 应有0.01 mm~0.03 mm的紧力 (3) 应有0.01 mm~0.03 mm的间隙 (4) 0.2 mm~0.3 mm (5) >1 mm (6) 油箱内外清洁无油污
	叶轮检查	(1) 叶轮晃度 (2) 叶轮与集流器的间隙 (3) 叶轮检查	(1) 轴向晃度<3 mm，径向晃度<2 mm (2) 上间隙2.5 mm，下间隙1.5 mm (3) 焊口无裂纹
	轴检查	(1) 轴外观 (2) 轴水平	(1) 洁无裂纹弯曲 (2) 0.1 mm/m
	风道及箱体检修	(1) 风道、集流器 (2) 箱体、扩散器	(1) 各部焊口完整无裂纹 (2) 所有法兰结合面严密不漏风

设备名称	检修项目	检修工艺	质量标准
	对轮找正	(1) 对轮间隙 (2) 对轮轴向偏差 (3) 对轮径向偏差	(1) 5 mm~6 mm (2) ≤0.05 mm (3) ≤0.05 mm, 电机低 0.05 mm
	试运标准	(1) 原始记录 (2) 试运记录 (3) 验收单 (4) 检修总结及设备异动 (5) 设备振动、温升、电流	(1) 记录齐全, 准确 (2) 标志齐全、清晰、准确 (3) 设备整洁、无漏风、漏水、漏油 (4) 轴承温度试运 8 小时 <50℃ (5) 轴承振动垂直水平, 轴向均不超过 0.05 mm
增压风机	联轴器检修	(1) 对轮检查 (2) 对轮与轴颈配合 (3) 对轮螺栓的检查	(1) 对轮完好无损, 无裂纹, 弹性片应光滑无毛刺 (2) 光滑不松动, 应有 0~0.03 mm 的紧力; (3) 无裂纹及变形 (4) 压盘平整, 螺栓整齐
	叶轮检修	(1) 叶轮转动晃度 (2) 叶轮静平衡 (3) 叶片顶尖间隙 (4) 叶片平行度 (5) 轮廓检查 (6) 大轴平行度	(1) 轴向 <3 mm; 径向 <2 mm (2) 各等分点距离 <5 g (3) 4.9 mm~6.5 mm (4) 0.5° (5) 发现轮廓裂纹应更换 (6) 0.3 mm/m
	轴承及轴承箱检修	(1) 检查轴承合金表面 (2) 处理合金面 (3) 调整轴承各部接触面积 (4) 调整各部间隙	(1) 合金表面无裂纹、砂眼、夹层或脱壳等缺陷 (2) 合金面与轴颈的接触角为 60°~90°, 其接触斑点不少于 2 点/cm ² (3) 衬背与座孔贴合均匀, 上轴承体与上盖的接触面积不少于 40%, 下轴承体与下座的接触面积不少于 50%, 接触面积不少于 70% (4) 顶部间隙为 0.34 mm~0.40 mm, 侧向间隙为 1/2 顶部间隙, 推力间隙为 0.20 mm~0.30 mm, 推力轴承与推力盘、衬背的过盈量为 0.02 mm~0.04 mm
	风机壳体及动叶调整装置检查	检查机壳风道和挡板	(1) 风机风道焊口不得有裂纹 (2) 所有法兰密封处严密, 无漏风现象 (3) 人孔门部件齐全严密 (4) 磨损严重予以焊补或更换 (5) 动作灵活不犯卡
	对轮找中心	(1) 对轮间隙 (2) 对轮径向偏差 (3) 对轮轴向偏差	(1) 5 mm (2) <0.05 mm (3) <0.05 mm
	膨胀节	外观检查	根据损坏情况进行拆检、修补, 无泄漏

设备名称	检修项目	检修工艺	质量标准
吸收塔本体	检查塔(罐)防腐内衬(树脂)的磨损及变形	(1) 清除塔内及干湿界面的灰渣及垢物 (2) 用电火花仪检查防腐内衬有无损坏,用测厚仪检查内衬的磨损情况 (3) 检查塔壁变形及开焊情况。采用内顶外压法校直、补焊	(1) 各部位清洁无异物 (2) 内衬无针孔、裂纹、鼓泡和剥离。磨损量不大于原厚度的 1/3 (3) 塔壁平直,焊缝无裂纹
	检查格栅梁及托架	(1) 检查格栅梁及托架的腐蚀磨损情况,视情况修补或更换 (2) 检查托架安装是否平稳,测量水平度	(1) 梁、架防腐层完好 (2) 水平度不大于 2‰ L, 且不大于 4 mm
	检查氧化配气管	(1) 用水冲洗、疏通配气管 (2) 检查焊缝及断裂情况,进行补焊 (3) 检查管子定位抱箍有无松动脱落,并拧紧、补齐 (4) 塔(罐)内注水淹没喷嘴,通入压缩空气做鼓泡试验	(1) 无堵塞 (2) 焊缝及管道无裂纹、脱焊 (3) 抱箍齐全、牢固 (4) 有氧化配气管的喷嘴鼓泡均匀,管道无振动
	检查各部冲洗喷嘴及管道、阀门	(1) 检查喷嘴。 (2) 检查管道应无腐蚀,法兰及阀门无损坏	(1) 喷嘴完整,无堵塞、磨损、管道畅通 (2) 管道无泄漏,阀门开关灵活
	检查除雾器	(1) 冲洗芯体,除去垢块,检查芯体 (2) 检查紧固件 (3) 检查漏斗排水管	(1) 芯体无杂物堵塞,表面光洁,无变形、损坏 (2) 连接紧固件完好,牢固 (3) 漏斗及排水管畅通
浆液循环泵	检修机械密封	安装时将轴表面清洗干净,抹上黄油,装好各部 O 型环,压盖应对角均匀拧紧	(1) 盘簧无卡涩,动静环表面光洁无裂纹、划伤、锈斑或沟槽 (2) 轴套无磨痕,粗糙度为 1.6
	检修轴承	(1) 检查轴承表面及测量间隙。更换轴承时采用热装温度不超过 100°C,严禁用火焰加热;安装时轴承平行套入,不得直接敲击弹夹的外圈 (2) 检查测量主轴颈圆柱度,以两轴颈为基准测量中段径向跳动量	(1) 轴承体表面应无锈斑、坑疤(麻点不超过 3 点,深度小于 0.50 mm,直径小于 2 mm)转动灵活无噪声 (2) 公差配合:轴径向轴承与轴 H7/JS6,径向轴与轴 H7/K6,外圈与箱内壁 JS7/h6 (3) 止推轴外圈轴向间隙为 0.02 mm~0.06 mm (4) 轴承轴向间隙不大于 0.3 mm (5) 径向间隙不大于 0.15 mm (6) 转子定中心时应取总窜量的 1/2

设备名称	检修项目	检修工艺	质量标准
	检修泵体及过流部件	(1) 检查泵体、叶轮等过流部件的磨损、腐蚀、汽蚀情况。 (2) 测定与吸入衬板间隙	(1) 泵壳无磨损及裂纹；叶轮无穿孔、无可能引起振动的失衡缺陷 (2) 轮与吸入衬板间隙：卧式泵为 1 mm~1.5 mm，立式液下泵为 2 mm~3 mm (3) 无泄漏，且水压高于泵压 0.5 bar 以上
	检修密封水系统	(1) 检查、修理密封水道法兰阀门 (2) 检查密封是否损坏，轴承箱是否漏油	(1) 无泄露，密封无破损 (2) 轴封完好，无泄漏点
	检修润滑油系统	检查润滑油质，并定期补充及更换	润滑油符合标准，无杂质
	检查出入口蝶阀	检查蝶阀	开关灵活，关闭严密；橡胶衬里无损坏
吸收塔搅拌机	皮带轮	(1) 检查皮带轮槽的磨损。 (2) 测量平行度，调整中心距 (3) 皮带轮无缺损，轮槽厚度磨损量不超过	(1) 皮带轮无缺损，轮槽厚度磨损量不超过 2/3 (2) 中心偏差 ≤ 0.5 mm/m，且 ≤ 100 mm，皮带紧力适中，且无打滑现象 (3) 皮带无撕裂及老化
	减速器	(1) 检查皮带轮的磨损、锈蚀，测量齿测间隙 (2) 检查更换轴承	(1) 齿面无锈蚀斑点，齿面磨损不超过 1/10；齿面间隙为 0.51 mm~0.8 mm，齿面接触大于 65% (2) 轴承无过热、裂纹，磨损量符合相应轴承标准的规定
	检查大轴及叶片	(1) 测量大轴（转动轴）直线度 (2) 检查叶片防腐层是否腐蚀磨损 (3) 检查叶片变形及连接情况	(1) 大轴无弯曲，直线度偏差不大于 1% (2) 叶轮防腐层（橡胶）无裂纹、脱胶 (3) 叶片无弯曲变形，连接牢固
	机械密封	检修机械密封；安装时将轴表面清洗干净，抹上黄油，装好各部 O 型环，压盖应对角均匀拧紧	盘簧无卡涩，动静环表面光洁无裂纹、划伤、锈斑或沟槽；轴套无磨损，粗糙度为 1.6
氧化风机	氧化风机入口	应加装带有防护网及消音器的过滤器，出口管道上应加装消音器	应加装带有防护网及消音器的过滤器，出口管道上应加装消音器
	叶轮与机壳	间隙的调整	通过改弯墙板与机壳相对位置调整。在调整达到要求后，修整定位锥销孔，重新打入定位销
	过滤器	换油	隔 1000 h 换油一次，每隔 4000 h 应进行一次解体检查
	安全阀		无泄露，密封无破损
浆液输出泵	油室及轴承	清洗	棉纱擦净，最后用腻子或面团粘净
	密封环	损坏和不圆度	查对以往记录是否需更换

设备名称	检修项目	检修工艺	质量标准
	叶轮和轴套	检查	晃动度 ≤ 0.05 mm
	叶轮	检查	径向偏差 ≤ 0.2 mm
	密封环与叶轮	检查	径向间隙 0.2 mm \sim 0.3 mm, 轴向间隙 0.5 mm \sim 0.7 mm, 紧力在 0.03 mm \sim 0.05 mm 之间
	叶轮与泵体	检查	轴向间隙 2 \sim 3 mm, 对于没有密封环的泵, 叶轮入口轴向间隙均在 0.03 \sim 0.06 mm 之间
地坑泵	油室及轴承	清洗	棉纱擦净, 最后用腻子或面团粘净
	密封环	损坏和不圆度	查对以往记录是否需更换
	叶轮与轴套		晃动度 ≤ 0.05 mm
	叶轮	调整偏差	径向偏差 ≤ 0.2 mm
	密封环与叶轮	调整偏差	径向间隙 0.2 mm \sim 0.3 mm, 轴向间隙 0.5 mm \sim 0.7 mm, 紧力在 0.03 mm \sim 0.05 mm 之间
	叶轮与泵体	调整偏差	轴向间隙 2 mm \sim 3 mm, 对于没有密封环的泵, 叶轮入口轴向与径向间隙均在 0.03 mm \sim 0.06 mm 之间
	盘根挡套与轴	调整偏差	间隙 0.3 mm \sim 0.5 mm, 压兰与轴或轴承保持同心, 其间隙为 0.4 mm \sim 0.5 mm, 压兰外圆与泵壳盘根盒的径向间隙为 0.1 mm \sim 0.2 mm
箱罐及地坑搅拌器	容器外部噪声异常	(1) 风扇轮内进入异物 (2) 轴承缺油干磨 (3) 电机齿轮箱缺油 (4) 油质量差, 油号不对 (5) 部件磨损 (6) 容器内部件如叶轮、螺栓	(1) 去除异物, 叶轮损坏更换 (2) 更换轴承 (3) 注油到正常油位 (4) 放净, 清洗注入规定油品 (5) 检查轴承和齿轮是否磨损若出现过度磨损, 查找原因并更换 (6) 检查紧固
	振动	(1) 叶轮定位不正确 (2) 轴承损坏 (3) 叶轮、轴结垢 (4) 部件松动	(1) 重新定位 (2) 更换轴承 (3) 除垢 (4) 紧固螺栓、螺母
	电机超载掉闸	(1) 叶轮安装不正确 (2) 介质颗粒过大 (3) 工艺水流量低, 稀释不够	(1) 重新安装调试 (2) 加强系统设备调整控制 (3) 检查保护配比, 调整工艺水量, 使介质能够携带充分
	齿轮过热	(1) 齿轮箱缺油 (2) 齿轮间隙低于要求值 (3) 齿轮轴承损坏 (4) 油质不当	(1) 注油到正常油位 (2) 重新调整间隙 (3) 更换轴承 (4) 更换合格油品
	机械密封处理浆液	(1) 动静环密封损坏 (2) O 型圈损坏 (3) 管件连接松动	(1) 更换动静环 (2) 更换 O 型圈 (3) 紧固连接或修理

设备名称	检修项目	检修工艺	质量标准
	电动转机械不转	(1) 联轴器损坏 (2) 齿轮损坏 (3) 齿轮箱轴承损坏 (4) 三角皮带打滑 (5) 叶轮碰到硬物 (6) 部件（水平键）安装时遗漏	(1) 修理联轴器及棒销 (2) 修理更换齿轮 (3) 修理更换齿轮箱轴承 (4) 调整皮带张力 (5) 清理硬物并检查叶轮及轴损伤 (6) 更换
地坑池	坑	液位	排至低位
	坑池四面墙壁及防腐层	检修是否破损	如有立即进行修补
	坑底及防腐层	检修是否破损	如有立即进行修补
石灰石仓	仓体	焊缝检查	
	空气炮	密封检查	无漏气
	袋式除尘器	(1) 布袋检查 (2) 橡胶密封检查 (3) 震动装置检查	(1) 磨损严重应更换 (2) 密封应完好，无断裂和老化现象，否则应更换 (3) 固定螺丝应紧固、隔膜应无裂纹、震动条应完好、震动条支撑带应无裂纹
称重式皮带给料机	送料机	检查给料机内部物料堆积情况	清理
	主、从动滚筒	(1) 检查主从动滚筒转动是否平稳 (2) 检查轴有无过度磨损及弯曲变形 (3) 检查主从动滚筒的橡胶层有无划伤和剥落	更换轴承、主从动滚筒
	托辊	检查托辊运转是否平稳，表面磨损	更换轴承、托辊
	输送皮带	检查皮带过量磨损表面划伤、开裂、断层、边缘裂口	修补，必要时更换皮带
	轴承	转动、磨损、润滑	定期清洗，必要时更换
	联轴器的弹性体	老化及裂纹	更换弹性体
	密封元件	分解检查老化磨损	清洗或更换
	计量托辊	检查计量托辊的转动是否平稳、灵活、表面磨损	更换托辊
	传感器	检查传感器和滚筒轴的安装位置是否正确，波纹管是否损伤	更换波纹管
连接螺栓	螺栓松动	紧固	

设备名称	检修项目	检修工艺	质量标准
湿式球磨机	球磨机本体	(1) 出入口弯头护板 (2) 检查橡胶衬体的磨损 (3) 测量大罐水平 (4) 瓦油封、围带、防磨盘、人孔门检查 (5) 空心轴套的螺栓螺母检查 (6) 给粉管及出浆管与空心轴套的径向间隙测量 (7) 给粉管及出浆管应深入空心轴套内间隙测量 (8) 两半齿轮接合面间隙测量	(1) 磨损至其厚度的 1/2~2/3 时必须更换 (2) 橡胶衬体磨损超过原始厚度 1/2~2/3 时必须更换新橡胶衬体 (3) 不得大于 0.2 mm/m (4) 完整, 不漏油、不漏石灰石粉 (5) 空心轴套与端部橡胶衬体的间隙保持 5 mm, 以使其受热膨胀 (6) 间隙 5 mm~8 mm (7) 间隙 8 mm~10 mm (8) 间隙 0.1 mm
	球磨机轴瓦	(1) 主轴的轴颈面检查 (2) 轴承底板安装的水平度检查 (3) 轴承球面与轴承内滚动体接触面检查 (4) 轴瓦与轴颈接触面检查 (5) 轴瓦检查	(1) 轴面的高低不平及圆锥度<0.08 mm, 轴的椭圆度<0.05 mm/m (2) 水平度<1.5 mm/m (3) 用 0.03 mm 的塞尺应不能塞入, 用红丹粉检验时接触面达 70%以上 (4) 接触点应达到 75% (5) 在接触面内 25%的面积发生剥落或有其他严重缺陷陷时必须焊补或重新浇注钨金瓦
	传动齿轮	(1) 牙轮的磨损情况检查; (2) 大小齿轮的咬合情况检查; (3) 检查大齿轮的轴向及径向晃动; (4) 传动轮中心与大罐中心线间距离测量; (5) 传动轮中心线平行度检查	(1) 牙齿齿弦磨损达到 5 mm 时应当将齿轮翻转使用 (2) 齿顶间隙应在 4.5 mm~7 mm 之间, 以 6 mm~6.5 mm 最好; 齿背间隙应在 0.8 mm~1.2 mm 之间; 工作等间隙: 沿齿长方向不超过 0.15 mm; 齿顶间隙在牙齿全长上的偏差<0.25 mm; 大小齿轮的啮合面沿齿长方向>65%,齿高方向>50% (3) 径向晃动<0.7 mm, 轴向晃动<0.85mm (4) 允许误差<±2 mm (5) 不平行度<0.5 mm, 水平公差<0.35 mm/m
	主、辅驱动减速机	(1) 轮齿的磨损情况检查 (2) 主动齿轮与从动齿轮的啮合情况检查 (3) 原动齿轮与从动齿轮表面检查 (4) 减速机底座检查	(1) 轮齿磨损不超过原齿弦厚 20% (2) 齿顶间隙 2 mm~2.5 mm, 齿两端偏差<0.15 mm 齿背间隙 0.1 mm~1 mm, 齿两端偏差<0.15 mm, 大小齿轮的啮合面, 沿齿面方向或全长方向≥75% (3) 平行性<0.4 mm, 水平度<0.4 mm/m, 原动轴弯曲<0.03 mm 从动轴的弯曲度<0.05 mm (4) 用塞尺探测间隙, 局部间隙<0.1 mm

设备名称	检修项目	检修工艺	质量标准
	润滑系统	(1) 齿轮油泵的泵轮和泵壳的间隙测量 (2) 齿轮油泵牙齿磨损检查	(1) 应为 0.25 mm，磨损后最大不超过 0.5 mm (2) <0.5 mm；齿轮齿距差<0.05 mm，齿轮两端平行与两边盖子的间隙为 0.02 mm~0.12 mm，齿顶间隙<3 mm，齿背间隙 0.03~0.05 mm
真空皮带机	滤布	滤布冲洗与更换	(1) 安装新滤布时必须注意确保安全标识朝上，“指向”箭头指向右侧 (2) 确保新滤布按照旧滤布的痕迹装好 (3) 保证新滤布在旧滤布的轨道上，调整弯以达到较小的曲率
		滤布的轨迹调整	(1) 导向滚筒应根据汽车转向的相似方法调整，观察滤布转向痕迹，将滚筒调整到和橡胶皮带平行 (2) 移动支承臂 10 mm，则可移动滤布 40 mm (3) 重新安装叶片，同时仔细检查红线是否成一直线，检查偏移是否保持在 16°，如果未保持在 16°，可移动控制器支架；调整后检查轨道对中运转 30min
	输送胶带	轨道调整	检查滚轮没有在装配时遗留碎屑
	主驱动轴	检查	轴的弯曲度≤0.03 mm
	辅驱动轴	检查	轴的弯曲度≤0.03 mm
	托辊	检查	托辊的弯曲度≤0.05 mm
石膏皮带输送机	桁架的检修	(1) 检查桁架的裂纹、开焊变形及腐蚀 (2) 桁架是否固定牢固，有无松动	(1) 桁架裂纹时，必须焊接牢固 (2) 桁架变形应矫正平直，保证皮带直线运动，并无晃动现象
	皮带的检查与检修	(1) 检查有无裂纹及皮带磨损、老化现象 (2) 检查皮带的接头是否适宜牢固	(1) 皮带磨损不得超过厚度的 50%，并无裂纹 (2) 应采用分层搭接，搭接角为 30°~45°，搭接线分层交叉；硫化或固化处理牢固
	滚筒与托辊的检修	(1) 检查其表面有无裂纹或凹坑现象 (2) 检查磨损情况和轴线与机体中心的垂直度	(1) 应保证无裂纹或凹坑，否则应更换或焊补 (2) 厚度磨损不得超过 60%（塑料材料不能超过 50%），垂直度公差为 1.5 mm

设备名称	检修项目	检修工艺	质量标准
	轴与齿轮的检修	(1) 检查轴表面无损伤及裂纹 (2) 检查轴的粗糙度及公差 (3) 检查齿面的磨损及粗糙度 (4) 测定齿轮与轴的配合	(1) 轴表面应无损伤或裂纹，否则应予以更换 (2) 粗糙度<1.6，直线度公差为0.015 mm/100 mm (3) 磨损厚度应不超过齿厚的25%，并应光洁，无裂纹、剥离等缺陷 (4) 齿轮与轴的配合为 H7/K6