

中华人民共和国国家标准

GB/T 19229.1—2008
代替 GB/T 19229—2003(部分)

燃煤烟气脱硫设备 第 1 部分：燃煤烟气湿法脱硫设备

Coal-fired flue gas desulphurization equipment—
Part 1: Coal-fired flue gas wet desulphurization equipment

2008-03-12 发布

2008-09-01 实施

中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局 发布
中国国家标准化管理委员会

目 次

前言 III

1 范围 1

2 规范性引用文件 1

3 术语和定义 2

4 要求 3

5 调试、启动及验收..... 9

6 运行与维护..... 10

7 标牌、标志、包装、运输和贮存 10

附录 A（资料性附录） 原则性系统图 12

附录 B（规范性附录） 脱硫设备的消防 13

附录 C（资料性附录） 燃煤烟气脱硫设备材料选用 15

附录 D（资料性附录） 脱硫设备的采暖通风与空气调节 18

附录 E（资料性附录） 脱硫设备建(构)筑物的荷载组合 20

附录 F（资料性附录） 脱硫设备的劳动安全卫生和人体功效 22

附录 G（资料性附录） 石灰石-石膏湿法脱硫设备命名 26

前 言

GB/T 19229《燃煤烟气脱硫设备》分为 4 个部分：

- 第 1 部分：燃煤烟气湿法脱硫设备；
- 第 2 部分：燃煤烟气干法/半干法脱硫设备；
- 第 3 部分：燃煤烟气海水脱硫设备；
- 第 4 部分：燃煤烟气氨法脱硫设备。

本部分为 GB/T 19229 的第 1 部分。

本标准与 GB/T 19229—2003 相比，主要技术差异如下：

- 把原来的单一标准分为 4 个部分；
- 增加了工程施工与验收和运行与维护章节；
- 删除了原标准中的实验方法和检验规则；
- 增加了对工业自动化控制、消防、建筑、暖通等辅助设备及系统的要求；
- 增加了主流的脱硫工艺技术方案选择标准和设计、建设、运行、维护等要求。

本部分的附录 B 为规范性附录，附录 A、附录 C～附录 G 为资料性附录。

本部分由中国机械工业联合会提出并归口。

本部分起草单位：机械科学研究总院、武汉凯迪电力环保有限公司、浙江大学热能工程研究所、浙江菲达环保科技股份有限公司、北京中兵北方环境科技发展有限公司、江苏苏源环保工程股份有限公司、北京博奇电力科技有限公司、中钢集团天澄环保科技股份有限公司、中电投远达环保工程有限公司、中国华电工程(集团)有限公司、西安热工研究院有限公司、四川恒泰环境技术有限责任公司、北方联合电力有限责任公司、福建龙净环保股份有限公司。

本部分主要起草人：李雄浩、高翔、葛介龙、靳建永、孙克勤、白云峰、胡汉芳、杜云贵、沈明忠、张滨渭、任岷、王自宽、阎冬、张力、龙辉。

本部分所代替的标准的历次版本发布情况：

- GB/T 19229—2003。

燃煤烟气脱硫设备

第 1 部分：燃煤烟气湿法脱硫设备

1 范围

本部分规定了燃煤烟气脱硫设备的定义、适用范围、技术要求、验收移交、运行与维护、标牌、标志、包装、运输和贮存等内容。

本部分适用于以煤为燃料的锅炉，需要采用石灰石-石膏湿法烟气脱硫措施的烟气脱硫设备。燃油、生物质燃烧以及冶金、化工医药行业的尾气需要采用湿法烟气脱硫措施时可以参考执行。

2 规范性引用文件

下列文件中的条款通过 GB/T 19229 本部分的引用而成为本部分的条款。凡是注日期的引用文件，其随后所有的修改单（不包括勘误的内容）或修订版均不适用于本部分，然而，鼓励根据本部分达成协议的各方研究是否可使用这些文件的最新版本。凡是不注日期的引用文件，其最新版本适用于本部分。

GB/T 191 包装储运图示标志(GB/T 191—2000,eqv ISO 780:1997)

GB/T 6388 运输包装收发货标志

GB 8978—1996 污水综合排放标准

GB/T 9969.1 工业产品使用说明书 总则

GB/T 13306 标牌

GB/T 13384 机电产品包装通用技术条件

GB 18241.1—2001 橡胶衬里 第 1 部分：设备防腐衬里

GB 50009 建筑结构荷载规范

GB 50011 建筑抗震设计规范

GB 50016 建筑设计防火规范

GB 50040 动力机器基础设计规范

GB 50058 爆炸和火灾危险环境电气装置设计规范

GB 50128—2005 立式圆筒形钢制焊接储罐施工及验收规范

GB 50140 建筑灭火器配置设计规范

GB 50191 构筑物抗震设计规范

GB 50205 钢结构工程施工及验收规范

GB 50217 电力工程电缆设计规范

GB 50222 建筑内部装修设计防火规范

GB 50229 火力发电厂与变电所设计防火规范

GB 50243 通风与空调工程施工质量验收规范

GB 50254~50259 电气装置安装工程施工及验收规范

GB 50260 电力设施抗震设计规范

GB 50300 建筑工程施工质量验收统一标准

GBJ 87 工业企业噪声控制设计规范

DL/T 621 交流电气装置的接地

DL 5000 火力发电厂设计技术规程
DL 5007 电力建设施工及验收技术规范(火力发电厂焊接篇)
DL 5009.1 电力建设安全工作规程(火力发电厂部分)
DL 5027 电力设备典型消防规程
DL 5031 电力建设施工及验收技术规范(管道篇)
DL/T 5035 火力发电厂采暖通风与空气调节设计技术规程
DL/T 5041 火力发电厂厂内通信设计技术规定
DL/T 5047 电力建设施工及验收技术规范(锅炉篇)
DL 5053 火力发电厂劳动安全与工业卫生设计规程
DL/T 5120 小型电力工程直流系统设计规程
DL/T 5136—2001 火力发电厂、变电所二次接线设计技术规程
DL/T 5153—2002 火力发电厂厂用电设计技术规定
DL/T 5190.5—2004 电力建设施工及验收技术规范(热工仪表及控制装置篇)
DL/T 5196 火力发电厂烟气脱硫设计技术规程
DLGJ 56 火力发电厂和变电所照明设计技术规程
DLGJ 102 火力发电厂环境保护设计规定
HJ/T 75—2007 火电厂烟气排放连续监测设计技术规范
HJ/T 179—2005 火电厂烟气脱硫工程技术规范
JB/T 4735—1997 钢制焊接常压容器

3 术语和定义

下列术语和定义适用于 GB/T 19229 的本部分。

3.1

燃煤烟气湿法脱硫设备 coal-fired flue gas desulphurization equipment

用于从燃煤烟气中除去二氧化硫(SO₂)所需要的装置、组件、系统集成、解决方案和相关服务。

3.2

设备压力降 equipment pressure loss

脱硫设备进口和出口烟气平均全压之差,单位为帕[斯卡](Pa)。

3.3

主体工程 main project

工厂的主营产品生产设施,使用了燃煤锅炉及燃煤烟气湿法脱硫设备。

3.4

脱硫岛 desulphurization island

燃煤烟气湿法脱硫设备所处的区域。

3.5

吸收塔 absorber

使用物理和化学的处理方法,除去烟气中的二氧化硫(SO₂)的装置。

3.6

吸收剂 absorbent

通过化学反应脱除烟气中的二氧化硫(SO₂)和其他酸性气体组分的物质。

3.7

副产物 by-product

脱硫过程中产生的未经过进一步处理的,有价值且易于存储的含硫化合物。

3.8

废弃物 process waste

脱硫过程中产生的,需要附加工艺或特殊处理的液体和/或固体物质,其中包括废水。

3.9

装置可用率 availability

脱硫设备每年正常运行时间与主体工程每年总运行时间的百分比。按公式(1)计算:

$$\eta = (A - B) / A \times 100 \quad \dots\dots\dots (1)$$

式中:

η ——设备可用率,%;

A——主体工程每年可运行的总时间,h;

B——脱硫设备每年因脱硫系统故障导致的停运时间,h。

3.10

脱硫效率 efficiency

脱硫设备脱除的二氧化硫(SO_2)浓度与未经脱硫前烟气中所含二氧化硫(SO_2)浓度的百分比。按公式(2)计算:

$$\eta_{\text{SO}_2} = (C_1 - C_2) / C_1 \times 100 \quad \dots\dots\dots (2)$$

式中:

η_{SO_2} ——脱硫效率,%;

C_1 ——脱硫设备进口二氧化硫(SO_2)的折算浓度(mg/m^3)(空气过量系数 1.4,标准工况,干基);

C_2 ——脱硫设备出口二氧化硫(SO_2)的折算浓度(mg/m^3)(空气过量系数 1.4,标准工况,干基)。

3.11

邦德功指数 Bond work index

用于表征物料易磨性的参数。

4 要求

4.1 基本要求

4.1.1 燃煤烟气湿法脱硫设备应按国家相关规定进行设计、制造、安装、调试及验收。

4.1.2 燃煤烟气湿法脱硫设备的配置原则

燃煤锅炉设置烟气脱硫设备时,吸收塔一般宜单元制配置,烟气脱硫设备配制应保证主体工程及各排放源在脱硫后排放烟气中的二氧化硫(SO_2)浓度符合国家及当地排放标准的有关规定。

4.1.3 燃煤烟气湿法脱硫设备的最低稳定工作负荷

燃煤烟气湿法脱硫设备的最低稳定工作负荷应与燃煤锅炉不投油最低稳燃负荷一致,烟气脱硫设备的负荷变化速率应与主体工程负荷变化率相适应。

4.1.4 脱硫主要设备设计使用寿命应不低于主体工程的剩余使用寿命。

4.1.5 脱硫系统配用设备及附件应符合其产品要求及工程自身的要求,满足脱硫设备的性能要求,并符合其产品标准。

4.2 总平面与交通运输

4.2.1 防火和施工场地要求

脱硫岛的建、构筑物布置的防火要求、施工场地要求、消防通道要求见附录 B。

4.2.2 脱硫设备的总体布置

4.2.2.1 脱硫设备应结合工艺流程和场地条件因地制宜布置。补建脱硫设备时,应避免拆迁正在运行主体设备的生产建、构筑物 and 地下管线。当不能避免时,应采取合理的过渡措施。留有扩建规划的主体装置,其脱硫设备不宜布置在扩建端,公用设施要综合考虑为扩建留有便利条件。脱硫岛应充分节约用

地,并做好绿化。

4.2.2.2 吸收塔宜布置在烟囱附近,脱硫工艺其他主要设备宜毗邻吸收塔布置,公用设施的位置选择应满足多套脱硫设备共用的需要。吸收塔、应急处理箱、升压风机、浆液循环泵和氧化风机等设备可根据当地气象条件及设备状况等因素研究可否露天布置,并采取相应的防护措施。脱硫副产物和废弃物贮存或进一步处理车间宜与脱硫主设备及车间紧邻布置,并应设顺畅的运输通道,能保证装载和运输车辆畅通无阻。

4.2.2.3 吸收剂可在厂内就地制备或外购,吸收剂制备设施、储仓宜在吸收塔附近因地制宜集中布置。

4.2.2.4 脱硫系统的电控设备宜与相关设备的建构筑物等合并成电控楼布置在脱硫设备附近,也可设独立的脱硫电控室。

4.2.2.5 新建项目脱硫设备的仪用及杂用压缩空气宜采用主体工程的压缩空气。不设应急柴油发电机。

4.2.2.6 脱硫岛应统一规划平台楼梯和检修起吊设施、场地及运输通道。

4.2.3 管线综合布置

4.2.3.1 脱硫设备的管线综合布置应与主体工程协调一致,主要管架、管线和沟道、电缆桥架宜集中布置,并留有足够的管线走廊。浆液管道布置应考虑坡度,不出现低洼弯点。在寒冷地区,应考虑电伴热或蒸汽伴热等防冻措施。管架、管线和沟道宜沿道路布置,地下管线和沟道一般宜敷设在道路行车部分之外,当确需沿道路下敷设或与道路交叉时,应根据实际情况采取加固等防护措施。

4.2.3.2 架空管道在跨越道路时应符合 HJ/T 179—2005 和 DL 5000 的规定。

4.3 脱硫设备工艺技术

4.3.1 脱硫设备的基础资料:

- 燃煤的工业分析和元素分析数据;
- 燃煤烟气中粉尘的成分分析,包括重金属汞、砷和硒等;
- 锅炉的主要性能参数;
- 锅炉不同负荷下的脱硫设备入口烟气参数,包括:烟气的流量,含氧量,温度,压力,粉尘、SO₂、HCl、HF 的浓度等;
- 燃煤烟气脱硫工艺;
- 吸收剂活性、成分分析和邦德功指数等;
- 工艺水质参数,应包括硫酸根离子浓度和氯离子浓度;
- 副产物和废弃物的处理方式及要求;
- 主体装置所在地的地质、水文、气象和交通运输;
- 燃煤烟气脱硫设备性能指标及修正曲线,包括变负荷运行要求;
- 电气、控制和仪表、气体参数连续监测要求。

4.3.2 脱硫设备的裕量水平

4.3.2.1 吸收剂制备系统的裕量

吸收剂储存设施的容量应根据市场运输情况和运输条件确定,一般不小于设计工况下 3 d 的耗量。

吸收剂制备系统为公用系统。吸收剂为块状时,可采用湿式球磨机系统制备。当一台主机组的制备系统配置一台磨机时,应增大吸收剂浆液箱容量,以便磨机检修不影响烟气脱硫设备正常运行;当两台及以上主机组合用一套吸收剂浆液制备系统时,每套系统宜设置两台或以上的湿式球磨机及浆液旋流分离站,制备系统的总出力按设计工况下吸收剂消耗量的 150% 选择,且不小于 100% 校核工况下的消耗量。应根据实际情况考虑磨机台数和单台设备出力。可以采用 $n+1$ 的配置方式, n 台运行,1 台备用。

湿式球磨机浆液制备系统的吸收剂浆液箱容量宜不小于设计工况下 6 h 的浆液消耗量。干粉制浆时石灰石浆液箱容量宜不小于设计工况下 2 h 的浆液消耗量。吸收剂供给泵应设数量备用。

4.3.2.2 副产物脱水系统的裕量

当有副产物脱水系统时,副产物脱水系统为公用系统。每套脱水系统宜设置两台或以上脱水机,设备总出力为设计工况下 150% 的副产物产量,且不小于 100% 校核工况下的产量。可以采用 $n+1$ 的配置方式, n 台运行,1 台备用。

脱水后的副产物可用筒仓或在储存车间内堆放。筒仓应考虑一定的防腐措施和防堵措施,容量应根据石膏的运输方式确定,但不小于 12 h 的产量。贮存间的容量不小于 2 d 的产量。寒冷地区应考虑防冻措施。

4.3.2.3 燃煤烟气脱硫设备的废水系统出力应按至少 150% 考虑。

4.3.2.4 升压风机的容量

当配备升压风机时,升压风机的风量应不小于锅炉最大连续运行工况(BMCR, Boiler Maximum Continuous Rate)下烟气量的 110%,并加 10℃ 温度裕量,升压风机的压力为脱硫设备 BMCR 工况下阻力的 120%。

4.3.2.5 烟气系统的温度裕量

脱硫设备原烟气设计温度应采用锅炉设计煤种 BMCR 工况下空气预热器出口的烟气温度。对于新建机组应考虑短期运行温度 50℃ 超温,但考虑叠加后的温度不应超过 180℃。烟气换热器下游的原烟气烟道设计温度应考虑 30℃ 超温。净烟气烟道设计温度宜考虑 20℃ 超温。

4.3.2.6 氧化风机的容量

燃煤烟气脱硫必须有足够的氧化空气量,并保证在氧化区域有较好的分布。氧化风机应设置台数备用。

4.3.3 脱硫工艺常规分系统

4.3.3.1 吸收剂制备系统

系统一般由吸收剂储存设备、给料设备、磨制设备、分选设备、风机、泵、电控设备及管阀组成,并配有必要的起吊设施。宜优先选用钙基吸收剂石灰石,也可以采用生石灰粉或其他行业生产的副产物。用于脱硫的石灰石(CaCO_3)含量宜高于 90%,石灰石粉的细度应根据石灰石的特性和脱硫系统与石灰石粉磨制系统综合优化确定。

浆液管道应选用衬胶、衬塑管道或玻璃钢管道,管道内介质流速的选择既要考虑避免浆液沉淀,同时又要考虑管道的磨损和压力损失尽可能小,阀门宜选用耐磨型,阀门的通流直径宜与管道一致,管道上应有排空和停运自动冲洗的措施。

4.3.3.2 烟气系统

系统一般由挡板门、升压风机、烟气换热器、吸收塔、电控设备及烟道组成。脱硫设备宜采用全烟气脱硫,升压风机宜装设在脱硫设备进口处,经技术经济比较后可考虑不设旁路烟道、升压风机与引风机合并设置。升压风机不设数量备用,优先选用轴流式风机。

设烟气换热器时,设计工况下脱硫后烟囱入口的烟气温度应能使污染物落地浓度满足当地规定为宜。烟气换热器的换热元件应考虑防腐、防磨、防堵塞、防沾污等措施。换热元件的高度选取时应考虑能否冲洗透彻;壳体与净烟气接触处应考虑防腐;烟气换热器前后的相关烟道宜采取防腐措施,原烟道部分区段的烟道顶部和侧壁经过技术论证确认后,可不采用防腐措施,但应考虑足够的腐蚀裕量;下部烟道应当有疏水设施。防腐材料的选取参见附录 B。

不设烟气换热器时,烟囱和烟道应有完善的防腐和排水措施。吸收塔入口原烟道应从至少 2 m 处开始采取全部防腐措施。

吸收塔入口原烟道的形式应与塔体相适应,使烟气在塔内有良好的流动和分布。

4.3.3.3 吸收及氧化系统

吸收系统一般由吸收塔、喷淋设备、浆液循环泵、电控设备及管阀组成,氧化系统一般由氧化风机、空气分布设备、电控设备及管阀组成。吸收塔宜采用钢结构,内部结构应当考虑烟气流动的要求和防腐

技术要求,塔内防腐可采用金属或非金属材料,参见附录 C,在吸收塔底部和浆液可能冲刷的壁面、支撑钢梁等位置,应当考虑防冲刷措施。吸收塔应设置必要的检修措施。塔内不设置固定式的检修平台,塔外设置供检修维护的平台和扶梯。

脱硫设备应装设除雾器,保证净烟气中的雾滴浓度不大于 75 mg/m^3 (干基)。除雾器应设置水冲洗装置。除雾器和喷淋层应考虑足够强度的检修维护措施。

采用空塔喷淋时,浆液循环泵入口宜装设滤网等防固体物吸入措施。托盘塔可不装设滤网。

氧化风机宜采用罗茨风机,当氧化风量较大时,也可采用离心风机。

脱硫设备应设置应急处理箱,并有防腐和防沉积装置,可全厂合用一套,容量按最小一座吸收塔的最低运行液位计算,并考虑冲洗水的量。当设有石膏浆液抛弃系统时,容量不宜小于最小一座吸收塔内最低运行液位时的浆池容量。

4.3.3.4 副产物脱水系统

副产物脱水系统一般由副产物排出设备、脱水设备、电控设备及管阀组成,脱水设备有旋流式、离心式、真空皮带式等。脱水系统为公用系统,设置原则及容量见 4.3.2。

4.3.3.5 副产物

脱硫设备的工艺设计应尽量为副产物的综合利用创造条件。

4.3.3.6 脱硫废水处理

脱硫废水处理方式应结合全厂水务管理、其他废弃物的处理方式及排放条件等综合因素确定,尽量经处理达到复用水水质要求后复用,也可经集中或单独处理达标后排放,排放的废水水质应满足 GB 8978—1996 和建厂所在地区的有关污水排放标准。废水处理系统可以单独设置,也可纳入全厂废水处理系统中。

废水处理工艺系统应根据废水水质、回用或排放水质要求、设备和药品供应条件等选择,废水处理系统所需要的药剂根据实际情况确定,并考虑当地市场情况,如果药剂需要量较大时,宜考虑自动卸料中间储存设施。宜采用中和沉淀、混凝澄清等去除水中重金属和悬浮物措施以及 pH 值调整等物化处理措施。

4.4 电气系统

4.4.1 供电系统

4.4.1.1 供电系统设计应符合 DL/T 5153—2002 第 4 章的规定。

4.4.1.2 脱硫设备高、低压厂用电电压等级、中性点接地方式应与主体工程一致。

4.4.1.3 脱硫设备高压工作电源可设脱硫高压变压器,或直接从高压厂用工作母线引接。脱硫低压工作电源应单独设置脱硫低压工作变压器供电。

4.4.2 照明和检修系统设计应符合 DLGJ 56 的规定。

4.4.3 电缆敷设应符合 GB 50217 的规定。

4.4.4 防雷和接地应符合 DL/T 621 的规定。

4.4.5 控制保护及自动装置应符合 DL/T 5153—2002 第 9 章、第 10 章和 DL/T 5136—2001 第 5 章、第 6 章、第 8 章的规定。

4.4.6 脱硫设备直流系统设置应符合 DL/T 5120 和 DL/T 5136—2001 第 10 章的规定。直流负荷可由主体工程直流系统供电,也可单独设置脱硫直流系统。

4.4.7 交流保安电源和交流不停电电源(UPS)应符合 DL/T 5153—2002 第 4 章的规定。脱硫设备宜单独设置 UPS 向脱硫岛不停电负荷供电。

4.4.8 脱硫设备电气系统二次线应符合 DL/T 5136—2001 第 7 章、第 9 章和 DL/T 5153—2002 第 8 章的规定,宜在脱硫电控室控制,可纳入分散控制系统,也可采用强电控制。

4.4.9 火灾探测及报警系统应符合 GB 50229 的规定。宜与主体工程火灾探测及报警系统实现通信。

4.4.10 脱硫岛内应设置生产行政通信和调度通信系统,并符合 DL/T 5041 的规定。

4.4.11 有爆炸和火灾危险场所的电气装置设计应符合 GB 50058 的规定。

4.5 热工自动化

4.5.1 一般规定

4.5.1.1 烟气脱硫设备的热工自动化系统应符合 DL/T 5196 和 HJ/T 75—2007 的规定。

4.5.1.2 烟气脱硫系统应采用集中控制,在控制室内以操作员站显示屏和键盘作为监视控制中心,不设置常规仪表盘。

4.5.1.3 烟气脱硫设备的控制可采用以分散控制器为基础的分散控制系统(DCS)或可编程控制系统(PLC),控制器冗余,宜按单元机组和公用系统分别配置,其功能包括数据采集和处理、模拟量控制、顺序控制、连锁保护。

4.5.1.4 烟气脱硫设备的启、停、运行及事故处理均不能影响主体工程的正常运行。

4.5.2 热工检测

4.5.2.1 烟气脱硫热工检测包括:

- 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;
- 必要的环境参数;
- 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。

4.5.2.2 烟气分析系统宜按脱硫设备运行监控需要独立设置,装设在脱硫装置的进/出口烟道上,并留有外接通讯接口供有关部门使用。

4.5.2.3 烟气脱硫系统设必要的工业电视监视系统。

4.5.3 热工保护

4.5.3.1 烟气脱硫设备的热工保护应由脱硫控制系统软逻辑实现。

4.5.3.2 烟气脱硫控制系统应有防止误动和拒动的措施,保护系统电源中断和恢复不会误发动作指令。

4.5.3.3 热工保护系统应遵循独立性原则:

- 主要的保护系统的逻辑控制单独设置;
- 主要的保护系统应有独立的 I/O 通道,并有电隔离措施;
- 冗余的 I/O 信号应通过不同的 I/O 模件引入;
- 触发脱硫设备解列的保护信号宜单独设置变送器或开关量仪表;
- 脱硫设备与主体工程间用于保护的信号应采用硬接线方式。

4.5.3.4 热工保护系统输出的操作指令应优先于其他任何指令。

4.5.3.5 烟气脱硫设备解列保护动作原因应设事故顺序记录和事故追忆功能。

4.5.4 热工顺序控制及连锁

4.5.4.1 顺序控制功能应满足脱硫设备的启动、停止及正常运行工况的控制要求,并实现在事故和异常工况下的控制操作,保证脱硫设备安全。

4.5.4.2 需要经常进行有规律性操作的辅机系统宜采用顺序控制。

4.5.4.3 辅助装置的就地控制设备应能实现其相关设备的顺序控制功能,并设有与脱硫设备主控制系统的接口,实现脱硫系统的顺序启停。

4.5.5 热工模拟量控制

4.5.5.1 烟气脱硫设备应有完善的热工模拟量控制系统,以满足不同负荷工况下脱硫设备安全经济运行的需要,以及事故及异常工况下与相应的连锁保护协调控制。

4.5.5.2 烟气脱硫设备模拟量控制系统中的各控制方式间,应设切换逻辑并能双向无扰动的切换。

4.5.5.3 对于关系到安全或调节品质的重要参数,采用三重测量配置,并在控制系统中做三取二逻辑。

4.5.6 热工报警

4.5.6.1 热工报警由脱硫设备的控制系统实现。

4.5.6.2 烟气脱硫控制系统的所有模拟量输入、数字量输入、模拟量输出、数字量输出和中间变量的计算值,都可作为报警源。

4.5.6.3 烟气脱硫系统功能范围内的全部报警项目应能在操作员站显示屏上显示和在打印机上打印。在启停过程中应抑制虚假报警信号。

4.5.7 脱硫控制系统

4.5.7.1 烟气脱硫设备的控制系统选型应采取成熟、可靠的原则,具有数据采集与处理、自动控制、保护、联锁等功能。

4.5.7.2 烟气脱硫设备的控制系统应设置与主体工程 DCS 进行信号交换的硬接线,以实现主体工程对脱硫设备的监视、报警和联锁。

4.5.8 热工电源和气源

4.5.8.1 烟气脱硫热工控制柜(盘)进线电源的电压等级不得超过 380/220 V,并有可靠的来源及备用措施。应设自动切换装置,保证工作电源故障时及时切换至另一路电源。

4.5.8.2 烟气脱硫控制系统及保护装置一路采用交流不停电电源,一路接自主体工程的厂用保安段电源。

4.5.8.3 每组热工交流 380/220 V 动力电源配电箱应有两路输入电源,分别接自脱硫厂用低压母线的不同段。

4.5.8.4 烟气脱硫装置采用气动执行机构时,气源品质和压力要求应符合有关国家标准,满足气动执行机构的需要。

4.5.9 脱硫系统

一般不单独设置热工实验室,可购置必要的脱硫分析专用实验室设备。

4.6 建筑及结构

4.6.1 建筑

脱硫设备的土建工程应安全、适用、经济、美观。建筑应该根据生产流程、功能要求、自然条件、建筑材料和建筑技术以及主体工程等因素,结合脱硫设备要求,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,解决建筑物内部交通、防火、防爆、防水、防腐蚀、防噪音、防尘、防小动物、抗震、隔振、保温、隔热、日照、采光、自然通风和生活设施等问题。在进行造型、外观和内部处理时,应整体考虑建筑物和机械设备色彩的协调,并注意构筑物与主体工程的协调。建、构筑物的采暖、通风和空气调节参见附录 D。

4.6.2 结构

结构必须在承载力、稳定、变形和耐久性等方面满足生产使用要求,同时应考虑施工条件。对于混凝土结构必要时应验算结构的抗裂度和裂缝宽度。当有动力荷载时,应作动力验算。

荷载(效应)组合根据可能同时出现的荷载,按承载能力极限状态和正常使用极限状态分别进行,并应取各自的最不利的效应进行组合。参见附录 E。

4.7 安全环保、职业卫生、节能

4.7.1 脱硫设备应符合国家和设备建设所在地区的劳动安全和工业卫生标准。

4.7.2 在设备的设计、建设、运行、维护、检修时要考虑设备的安全措施,和劳动者对粉尘、噪音、静电、酸碱等腐蚀物、辐射、毒气、毒液等的防护措施,以及设备在建造时的可建造性,在运行、维护、检修时的可操作性和舒适性。

4.7.3 保证劳动安全,防止职业健康危害。参见附录 F。

4.7.4 脱硫设备应符合国家关于节能的相关规定。

4.8 消防和灭火装置

脱硫设备应贯彻“预防为主、防消结合”的消防方针,防止或减少火灾危害,保障人身和财产安全。

应有完整的消防给水系统和完整的室内、室外消防设施,还应按消防对象的具体情况设置火灾自动报警装置和专用灭火装置,并应合理配置灭火器。

4.9 材料要求

由于燃煤烟气脱硫设备中不同部位的工作状态、腐蚀与磨损情况不同,对燃煤烟气脱硫设备中不同部位防止腐蚀的要求也不同,燃煤烟气脱硫设备需要防止腐蚀的部位需选用不同种类的合金钢、玻璃鳞片树脂、玻璃钢、橡胶和陶瓷等材料。这些材料必须满足脱硫设备的强度、温度、湿度、腐蚀、磨损、冲刷、粘结和堵塞等的要求,材料性质和使用见附录 B。在材料使用时,必须充分了解材料的性质和适用性,使用成熟可靠的材料,可使用经证实的新材料和新工艺。

5 调试、启动及验收

5.1 建筑工程验收

建筑工程验收应符合 GB 50300 及《火电施工质量检验及评定标准》(土建工程篇)的有关规定。

5.2 安装工程验收

5.2.1 根据有关规定和要求,做好设备及文件的检查与验收、存放、保管、防护工作,并作好记录。

5.2.2 脱硫设备验收按照下列有关标准执行:

- 吸收塔的制造和安装按 JB/T 4735—1997 和 GB 50128—2005 执行;
- 烟道的验收按 DL/T 5047 执行;
- 钢结构及附属机械、设备的钢结构验收按 GB 50205 执行;
- 管道工程验收按 DL 5031 执行;承压管道配制和安装中的焊接工作按 DL 5007 执行;
- 设备、管道的保温和油漆工程验收按 DL/T 5047 执行;
- 电气设备验收按 GB 50254~GB 50259 执行;
- 热工控制仪器、仪表、设备验收按 DL/T 5190.5—2004 执行;
- 消防按 DL 5027 执行;
- 环境保护按 DLGJ 102 执行;
- 劳动安全与工业卫生按 DL 5053 执行;
- 防腐参照 GB 18241.1—2001 执行;
- 中国以外的专有技术和设备,应按照提供方的设计技术文件、设备技术规范、合同规定及商检文件执行,并应符合中国现行国家或行业工程施工及验收标准的要求。

5.3 调试、启动及竣工验收

5.3.1 脱硫设备投产前,必须进行启动验收。工程试生产结束,必须及时进行工程的竣工验收。脱硫设备的性能试验根据合同进行。

5.3.2 脱硫设备启动工作按有关国家标准和行业标准、规程、规范、设备技术文件及有关规定的要求进行,合理组织、协调,确保启动调试工作的安全和质量。启动调试的一般程序包括:分部调试、整套启动调试。

5.3.3 安装工作结束,并按调试顺序完成了必要的检查试验后可开始分部调试。分部调试从脱硫设备带电开始到整机设备启动前为止。分部调试包括单体调试和分系统调试。单机调试是指单台辅机的试运,分系统试运是指按系统对其机械、电气、热控和化学所有设备进行空载和带负荷的调整试运。单体调试由安装单位完成,分系统调试和整套启动调试由调试单位完成。

5.3.4 整套启动试运是指由脱硫设备第一次联合启动试运开始到合同规定时间(如 168 h)连续试运合格移交试生产止。

5.3.5 移交试生产后一个月内,脱硫设备供应方应组织有关单位按《电力建设施工及验收技术规范》的规定向业主移交技术资料,国外引进设备可按建设单位和施工单位的分工办理,包括备品、配件、生产试验仪器和专用工具等。

5.3.6 整套启动工作完成后,应在一个月内提出以下文件:启动验收交接证书;整套设备启动试运工作总结;未完工程及需改进工程清单,明确设计、施工单位和完成日期。

5.3.7 脱硫装置按批准的设计文件所规定的内容全部建成,完成整套试运移交后必须及时由工程竣工验收委员会主持组织竣工验收。竣工验收由建设单位提出申请,报工程主管单位或上级部门批准。

5.3.8 竣工验收的范围包括合同范围内的所有设计、设备、公用系统和公共设施、环境保护设施、消防设施、安全、工业卫生、试生产情况、财务、计划及工程档案等。

5.3.9 燃煤烟气脱硫设备性能验收试验一般应在试运行结束后 6 个月内完成,其试验结果应符合合同规定的全套燃煤烟气脱硫设备的保证项目及技术要求和保证值。

5.3.10 燃煤烟气脱硫设备的质保期一般为完成整套试运移交生产后一年。在此期间暴露的缺陷,根据缺陷的性质与分类,由有关责任单位负责处理。

5.3.11 燃煤烟气脱硫设备的环保验收应在脱硫系统调试稳定后、进入连续稳定试运之前或连续试运过程中进行。

6 运行与维护

6.1 运行管理

脱硫设备的运行、维护及安全管理应符合国家有关规定,业主应组织编写脱硫设备的运行、维护规程。脱硫设备应在满足设计工况的条件下运行,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,确保设备长期稳定可靠地运行。脱硫设备在正常运行条件下,各项污染物排放应满足相关的环保规范的规定。

6.2 运行条件

技术人员、检修人员和运行操作人员必须经过脱硫技术基本原理和工艺流程及操作维修等专门培训,除能进行脱硫设备的正常运行操作外,还能完成脱硫设备事故或紧急状态下人工操作和事故处理;为保证脱硫设备的正常运行,每日应定时对其巡检 2 次以上,每次巡检人数至少为 2 人;脱硫剂品质合格,主体工程运行稳定,其燃煤及烟气参数符合脱硫设备的技术条件要求。

6.3 维护保养

脱硫设备的维护保养应纳入全厂的维护保养计划中,制定详细的维护保养规定,维修人员应按规定定期检查、更换或维修必要的部件并做好维护保养记录。

6.4 安全防护

严格遵守安全操作规程,防电、防火、防辐射、防毒、防滑、防冻、防堵、防腐,保证人身和设备的安全。

7 标牌、标志、包装、运输和贮存

7.1 标牌和标志

标牌应符合 GB/T 13306 的规定,燃煤烟气脱硫设备应在吸收塔明显位置装有固定标志,至少应包括以下内容:

- 制造商名称;
- 工艺方式及塔型;
- 额定处理能力;
- 脱硫效率;
- 设计进口烟气二氧化硫浓度;
- 执行标准号;
- 产品编号;
- 投运日期。

应在衬里设备外表面标明“严禁碰撞”、“严禁施焊”等警告语句。

7.2 包装、运输和贮存

7.2.1 燃煤烟气脱硫设备包装应符合 GB/T 13384 的规定,保证在正常运输条件下不致因包装不善而损坏,包装与运输的标志应符合 GB/T 6388 和 GB/T 191 的规定。

7.2.2 每台设备应附有下列图样和随机文件:

- 设备总清单;
- 设备总图、基础图、管路图及安装图;
- 产品合格证;
- 使用说明书,说明书应符合 GB/T 9969.1 的规定;
- 包装清单及备品备件清单;
- 上述图样及技术文件清单。

7.2.3 运输时应对设备的接管法兰表面加以保护,采用合理装载加固措施。

7.2.4 衬里的燃煤烟气脱硫设备要轻装轻放,防止剧烈振动和机械损伤。

7.2.5 燃煤烟气脱硫设备本体允许露天贮存,电子设备及保温材料等不允许露天贮存,设备配件装箱库存。

附录 A
(资料性附录)
原则性系统图

A.1 湿法工艺流程

典型的石灰石/石灰-石膏烟气脱硫工艺流程如图 A.1 所示,实际运用的脱硫装置的范围根据工程具体情况有所差异。锅炉烟气经进口挡板门进入脱硫增压风机,通过 GGH 后进入吸收塔,经洗涤脱硫后再经除雾器除去带出的小液滴,再通过 GGH 从烟囱排放,脱硫的副产物经过脱水成为石膏。

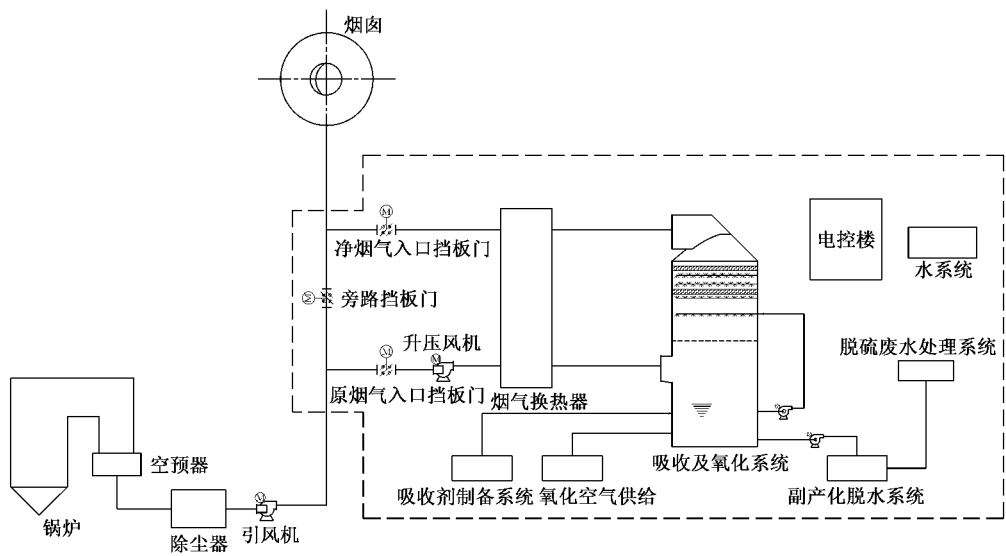


图 A.1 燃煤锅炉湿法烟气脱硫设备示意图

附 录 B
(规范性附录)
脱硫设备的消防

- B.1** 燃煤烟气脱硫设备及其建(构)筑物的防火设计,应符合 GB 50229 及国家其他有关防火标准和规范的要求。
- B.2** 脱硫设备各脱硫建(构)筑物在生产过程中的火灾危险性及其最低耐火等级应按表 B.1 的规定执行。

表 B.1 脱硫建(构)筑物在生产过程中的火灾危险性和最低耐火等级

序号	建、构筑物名称	生产过程中火灾危险性	最低耐火等级
1	吸风机和升压风机(室)	丁	二级
2	除尘器	丁	二级
3	脱硫吸收塔	丁	二级
4	烟道	丁	二级
5	烟囱	丁	二级
6	吸收剂仓	丁	二级
7	泵房	丁	二级
8	GGH	丁	二级
9	电控楼 ^a	戊	二级
^a 电控楼当不采取防止电缆着火后延燃的措施时,火灾危险性应为丙类。 注 1: 除本表规定的建(构)筑物外,脱硫设备其他建(构)筑物的火灾危险性 & 耐火等级应符合 GB 50016 的有关规定。 注 2: 本表指标强制。			

- B.3** 燃煤烟气脱硫设备要在相应的地方按规定使用防火、防爆、防水、保温、隔热等材料。
- B.4** 消防给水和灭火装置
- B.4.1** 一般规定
- 燃煤烟气脱硫设备应有完整的消防给水系统,还应按消防对象的具体情况设置火灾自动报警装置和专用灭火装置,并应合理配置灭火器。脱硫岛建(构)筑物及各工艺系统消防设计应符合 GB 50229 及 GB 50016 等国家规范的要求。
- B.4.2** 消防给水
- B.4.2.1** 脱硫岛消防水源宜由电厂主消防管网供给,接入管直径按发生火灾时的一次最大消防用水量,即室内和室外消防用水量之和计算。消防水系统的设置应覆盖所有室外、室内建(构)筑物和相关设备。
- B.4.2.2** 室内消防栓
- 下列建筑物内应设室内消火栓:
- 控制楼楼梯间;
 - 吸收塔各层平台;
 - 各车间。
- 室内消火栓的间距应由计算确定。脱硫岛建筑物室内消火栓的间距不宜超过 50 m。室内消火栓的布置,应保证有两支水枪的充实水柱同时到达室内任何部位。

B.4.2.3 室外消防给水

燃煤烟气脱硫设备同一时间内的火灾次数应按一次确定。室外消火栓应根据需要沿道路设置,并宜靠近路口,在建筑物外不应大于 120 m,室外消火栓的保护半径不应大于 150 m,室外消火栓的数量应按室外消防用水量计算确定。每个室外消火栓的用水量应按 10 L/s~15 L/s 计算。若主体工程的主消防系统在脱硫岛附近设有室外消火栓,可充分考虑利用其保护范围,相应减少脱硫设备室外消火栓的数量。

B.4.3 在脱硫区域内,主要包括电子设备间、控制室、主要装置、电缆夹层、电力设备附近等处按 GB 50140 规定配置一定数量的移动式灭火器。

附 录 C
(资料性附录)
燃煤烟气脱硫设备材料选用

C.1 材料要求

- C.1.1 燃煤烟气脱硫设备所用钢材应符合 JB/T 4735 的规定,并应附有钢材生产单位的钢材质量证明书(或其复印件)。燃煤烟气脱硫设备生产厂家应按钢材质量证明书对钢材进行验收,必要时进行复验。
- C.1.2 燃煤烟气脱硫设备内部防腐施工所选择的涂层材料、玻璃鳞片树脂,橡胶板及无机材料的质量应符合相应的行业标准规定,并具有出厂合格证和检验资料,必要时对原材料应进行抽查复验。

C.2 材料选择原则

- C.2.1 材料的选择应本着经济、适用、满足脱硫设备特定工艺要求,具有较长的使用寿命进行选择。
- C.2.2 通用材料应在火力发电厂和工业锅炉中常用的材料中选取。
- C.2.3 对于接触腐蚀性介质的部位,应综合选取金属或非金属材料。

C.3 金属材料

- C.3.1 金属材料的选择应以碳钢材料为主,对金属材料的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。
- C.3.2 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。同时,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。
- C.3.3 对于接触腐蚀性介质的某些部位,如果采用碳钢衬非金属材料难以达到工程实际应用目的,应根据介质的腐蚀性和磨损性,采用以镍基材料为主的合金钢。当经过充分论证后,部分区域可采用具有抗腐蚀性的低合金钢。镍基合金钢适用介质条件见表 C.1,其主要性能见表 C.2:

表 C.1 镍基合金钢适用介质条件

序 号	项 目	材 料 成 分	备 注
1	净烟气、低温原烟气	铁-镍-铬合金	
2	pH 值 3~6,含 Cl ⁻ ≤60 000 mg/L 的浆液	铁-镍-铬合金 铁-钼-镍-铬合金	两者使用条件有差异,实际选用时应注意

表 C.2 合金钢主要性能

序 号	项 目	单 位	性 能
1	抗张程度	MPa	690
2	拉伸模量	MPa	195
3	热膨胀率	1/℃	1.2×10 ⁻⁵
4	坚硬程度	MPa	320

C.4 非金属材料

非金属材料主要可选用玻璃鳞片树脂、玻璃钢、塑料、橡胶和陶瓷类产品用于防腐蚀和磨损,其适宜的使用部位见表 C.3,其主要非金属材料的性能见表 C.4~表 C.8。

表 C.3 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	玻璃鳞片 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	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
3	塑料	聚丙烯等	管道、除雾器
4	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
5	陶瓷	碳化硅	浆液喷嘴

表 C.4 玻璃鳞片树脂主要性能

序 号	项 目	单 位	乙烯基酯树脂	酚醛乙烯基酯树脂
1	拉伸强度	MPa	>25	>25
2	延伸率	%	>0.5	>0.5
3	巴氏硬度		>35	>35
4	粘接强度	MPa	>10	>10
5	使用温度	℃	<100	<160
6	水汽渗透率	$\text{g} \cdot \text{cm}/(24 \text{ h} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{Pa})$	<0.000 038	0.000 038

表 C.5 玻璃钢主要性能

序 号	项 目	单 位	性 能
1	拉伸强度	MPa	282
2	拉伸模量	GPa	15.4
3	断裂延伸率	%	2.34
4	树脂含量	%	40.1

表 C.6 聚丙烯主要性能

序 号	项 目	单 位	性 能
1	抗张程度	MPa	35
2	拉伸模量	MPa	1.55
3	热膨胀率	$1/^\circ\text{C}$	1.35×10^{-4}
4	坚硬程度	MPa	60

表 C.7 氯化丁基橡胶主要性能

序 号	项 目	单 位	性 能
1	拉伸强度	MPa	>2.5
2	延伸率	%	>300%
3	邵氏硬度		>50
4	粘接强度	MPa	>30
5	使用温度	℃	<90

表 C.8 碳化硅主要性能

序 号	项 目	单 位	氮化物粘结的碳化硅	反应粘结的碳化硅
1	最大体积密度	g/cm ³	2.6	3.0
2	表观孔隙率	%	16%	0
3	平均断裂模量	kPa(Psi)	48 265±6 895 (7 000±1 000)	344 750±20 685 (50 000±3 000)
4	平均耐压强度	kPa(Psi)	137 900(20 000)	220 640 0(320 000)
注：1 Psi=6.895 kPa。				

C.5 常用合金材料

见表 C.9。

表 C.9 常用合金材料

序号	美国牌号 AISI	德国牌号 W. Nr	化学分析/%					耐点蚀指数 PREN= Cr+3.3 Mo+16 N
			Cr	Ni	Mo	N	其他	
1	304	1.4301	18/20	8/10				18
2	304L	1.4306	18/20	9/11				18
3	316	1.4436	16.5/18	11/13	2.5/3			25
4	316L	1.4435	16/18	11/13	2.5/3			25
5	317L	1.4438	18/20	14/16	3/3.5			29
6	317LNM	1.4439	17/20	13/16	4/4.5	0.15		35
7	08 904	1.4539	20	25	4.3	0.13	铜 1.5	37
8	2205							37.1
9	08 925/926	1.4529	20	25	6	0.20	铜 1.0	43
10	254 SMO	1.4547	20	18	6	0.20		43.3
11	AL-6XN		20.5	24	6.24	0.22		47.6
12	C22	2.4602	20/22.5	Bal	12/14.5		钨 3 铁 4	64
13	C276	2.4819	15.5	Bal	16		钨 3 铁 5	68
14	A59	2.4605	22/24	Bal	15/16.5		钴 0.3	74

附 录 D
(资料性附录)
脱硫设备的采暖通风与空气调节

D.1 一般规定

采暖通风与空气调节系统的设计施工按 DL/T 5035 和 GB 50243 及国家有关现行标准执行。

D.2 采暖通风

D.2.1 脱硫岛区域建筑物的采暖应与其他建筑物一致。当厂区设有集中采暖系统时,采暖热源宜由厂区采暖系统提供。

D.2.2 对位于集中供暖地区或有集中供暖系统的电厂,脱硫岛的采暖宜采用不易积尘的散热器供暖,脱硫岛的紧身封闭区域内采用散热器供暖,当散热器布置上有困难时,可设置暖风机。

D.2.3 对位于非集中供暖地区且无集中供暖系统的电厂,脱硫岛区域建筑物的采暖可以采用热泵型空调器、电热器等方式作为供暖热源。

D.2.4 脱硫岛电控楼冬季供暖室内计算温度按表 D.1 选用。脱硫岛的紧身封闭区域内建筑物室内计算温度为 5℃。

表 D.1 电控楼冬季供暖室内计算温度

序 号	供暖房间名称	供暖室内计算温度/℃
1	脱硫控制室	18
2	脱硫配电室	18
3	工程师站	18
4	电子设备间	18(或按工艺要求)
5	石膏脱水机房	16
6	输送皮带机房	10
7	球磨机房	10
8	真空泵房	10
9	GGH 设备间	16
10	石灰石破碎间	10
11	石灰石卸料间地下	16
12	石灰石卸料间地上	10
13	石灰石制备间	10
14	GGH 支架间	10

D.2.5 脱硫岛主控制室下层的电缆层不必设供暖设备。对于冬季室外通风计算温度低于或等于 -10℃的地区,脱硫岛主控制室的底层主要出入外门宜设置热风幕。

D.2.6 散热器供暖系统和热风供暖系统,两个系统的管道应分开设置。

D.3 空气调节

D.3.1 脱硫岛控制室、工程师站室及电子设备间应该设置空气调节装置。

D.3.2 脱硫岛各室内空调设计参数应根据工艺要求确定,无明确要求时,可按下列参数设计:

——夏季:温度 $25^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C} \sim 27^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$,相对湿度 $60\% \pm 10\%$;

——冬季:温度 $20^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$,相对湿度 $60\% \pm 10\%$ 。

D.3.3 脱硫岛建筑物的空调系统一般采用风机盘管系统。

D.3.4 脱硫控制室和电子设备间各设一台备用风冷热泵型柜式空调机。

D.3.5 在寒冷地区,通风系统的进、排风口宜考虑防寒措施。

D.3.6 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地点。在风沙较大地区,通风系统应考虑防风沙措施。在粉尘较大地区,通风系统应考虑防尘措施。

D.3.7 通风系统保证脱硫岛各建筑室内达到正常的通风条件,电缆夹层采用自然通风装置,脱硫岛紧身封闭区域内换气次数不少于 1 次/h。

D.3.8 脱硫岛用配电装置室发生火灾时,应能自动切断通风机的电源。

附录 E
(资料性附录)

脱硫设备建(构)筑物的荷载组合

E.1 建(构)筑物的结构设计必须在承载力、稳定、变形和耐久性等方面满足生产使用要求,同时尚应考虑施工条件。对于混凝土结构必要时应验算结构的抗裂度和裂缝宽度。当有动力荷载时,应作动力验算。

E.2 燃煤烟气脱硫设备的建(构)筑物结构设计应根据使用过程中在结构上可能同时出现的荷载,按承载能力极限状态和正常使用极限状态分别进行荷载(效应)组合,并应取各自的最不利的效应组合进行设计。一般荷载的分项系数见表 E.1,可变荷载的组合值系数、频遇值系数、准永久值系数,荷载组合,除下列规定外,均按 GB 50009 执行。设备、管道、储仓等可变荷载,其荷载分项系数取 1.3。建、构筑物的屋面、楼(地)面在生产使用、检修、施工安装时,由设备、管道、材料堆放、运输工具等重物所引起的荷载,以及所有设备、管道支吊架等作用于土建结构上的荷载均应由工艺专业提供。当工艺专业提供全部设备(管道)荷载时,楼面活荷载可按 2.0 kN/m^2 取值。

表 E.1 建(构)筑物结构设计荷载分项系数

序 号	类 别	标准值/(kN/m^2)	组合值系数 Ψ_c	准永久值系数 Ψ_q
1	配电装置楼面	6	1	0.8
2	控制室楼面	4	1	0.7
3	电缆夹层	4	1	0.7
4	楼梯(考虑设备运输时)	4	0.7	0.5
5	设备、管道层楼面	由工艺提供,或参照电厂相应楼层采用	1	0.7
6	屋面活荷载(不上人屋面,无设备、管道等)	0.7	0.7	0
7	屋面活荷载(有设备、管道等)	由工艺提供,或参照电厂相应屋面采用	1	0.7
8	生石灰仓、消石灰仓等中的填料自重	填料比重由工艺提供	1	1

E.3 地震基本烈度为 6 度及以上的建(构)筑物应作抗震设防。建(构)筑物抗震设防应按 GB 50011、GB 50191 和 GB 50260 执行。

燃煤烟气脱硫设备的建(构)筑物按 GB 50011 中丙类建筑进行抗震设防。

计算地震作用时,建、构筑物的重力荷载代表值应取结构、设备、构配件重力荷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表 E.2 采用。

表 E.2 各可变荷载的组合值系数

荷 载 种 类	组合值系数
一般设备荷载	1.0
按等效均布荷载计算的楼面活荷载	0.7
屋面活荷载(一般不上人,无设备、管道等)	0
屋面活荷载(有设备、管道等)	0.7
生石灰、消石灰仓等中的填料自重	0.8

E.4 地基与基础的设计,应根据工程地质资料、结合脱硫设备各建(构)筑物的使用要求,充分吸取地区建筑经验,综合考虑结构类型、材料供应等因素,采用安全、经济、合理的地基基础形式。地基除作承载力计算外,必要时应对地基变形和稳定作验算。当地基的承载力、变形或稳定不满足设计要求时,应采用人工地基。重大设备、吸收塔支架上应设置沉降观测点。

附录 F
(资料性附录)

脱硫设备的劳动安全卫生和人体功效

F.1 燃煤烟气脱硫设备在可行性研究阶段应有劳动安全和工业卫生的论证内容,在初步设计阶段,应提出深度符合要求的劳动安全和工业卫生专篇。劳动安全与工业卫生应遵守 DL 5053 和 DL 5000 及国家有关现行标准。

F.2 劳动安全

- F.2.1 燃煤烟气脱硫设备工程的建设应遵守 DL 5009.1 及其他有关规定。
- F.2.2 燃煤烟气脱硫设备的防火、防爆设计应符合 GB 50016、GB 50222 和 GB 50229 的规定。
- F.2.3 燃煤烟气脱硫设备的噪声和振动的控制应符合 GBJ 87 和 GB 50040。
- F.2.4 燃煤烟气脱硫设备使用粉剂时要设置有防尘面罩、洗眼液等设施,还应设有供检修用的一次性衣服。

F.3 工业卫生

- F.3.1 燃煤烟气脱硫设备带有粉状物的吸收剂和副产品的贮运,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,含粉气体的排放应满足标准。
- F.3.2 操作人员每天连续接触噪声 8 h,噪声声级卫生限值为 85 dB(A)。对于操作人员每天接触噪声不足 8 h 的场合,可根据实际接触噪声的时间,接触时间减半,噪声声级卫生限值增加 3 dB(A)的原则,确定其噪声声级限值见表 F.1,但是高限值不得超过 115 dB(A)。

表 F.1 噪声声级限值

日接触噪声时间/h	卫生限值/dB(A)
8	85
4	88
2	91
1	94
1/2	97
1/4	100
1/8	103
最高不得超过 115 dB(A)	

F.4 人体功效

F.4.1 一般规定

人体功效是考虑烟气脱硫设备的可操作性、可建造性等。通过融入人机接口方面的知识改进设计以便促进装置设备在施工、运行和维护过程中的安全行为,降低人体伤害的风险,特别是因为人为原因造成的肌肉与骨骼的失调和不适,防止和降低装置在使用期限内因此发生的修改以保证安全运行。

- 在人体功效方面有以下 7 个要素,包括:
- 工作地点的设计;
 - 设备的设计;
 - 工作环境;
 - 身体的活动;
 - 工作的设计;

- 信息的设计；
- 个人因素。

F.4.2 人体功效的相关名称：

- 通路：接近、检查和拆卸设备的通路，应有足够空间以允许人无障碍的运动和人与机器的互动。
- 从地面可接近：站在地面上或站在旋转楼梯顶部可达到的最大水平高度 510 mm 或可够到头上 1.8 m。典型的楼梯平台最大标高约 1.2 m，以便栏杆可从管道和结构件下通过。
- 间隔：与净空、膝盖、肘部空间及过道的通路相关的，设备附近或设备之间，允许通过两个部件之间空间。
- 眩光：在视线内显现的引起不舒适、干扰、影响视觉功能和丧失可见度的耀眼的光线。
- 水平可达到的距离：特定的一组人手臂水平伸展从肩部指尖可够到的距离。
- 输入对话：操作员与控制系统之间的互动，如菜单、与图示、输入的指令和功能键的选择等的直接互动。
- 标记：显示一组文字和编码用于说明设备或部件的张贴。
- 标牌：显示文字的张贴用于沟通指示或信息。
- 符号：指用于显示某个作用或物体的图示或图符。
- 操作员接口：显示和控制装置的组合，使运行人员能与控制系统沟通，以获得工艺和设备状态。
- 关键安全控制和显示：告知异常状态及哪些控制变量要求快速改变以防止严重结果如造成泄漏和伤害的装置。
- 任务解析：指对任务从系统上和从构成上分类分析其分项步骤以定义各步骤潜在的危險源及分别的降低危險的措施。
- 视觉距离：从眼睛到显示或被观察的物体表面的距离。
- VDU：指视频显示器。

F.4.3 人体功效的相关规定

F.4.3.1 总体规定：

- 互为备用装置(如备用泵)的辅助设备、阀、控制和显示的布置在与所控制的设备的关系上应该一致，防止镜像布置；
- 目的相同的阀站的布置和外形应相似；
- 机械装置的布置应预留足够的净空和通路以方便移动式起吊设备的拆除，或者也可采用另一种方式即提供固定的架空起吊设备；
- 自给式呼吸器和防火设备的位置应根据人员如何使用设备以应对紧急情况来决定。

F.4.3.2 平台、楼梯和爬梯：

- 相关设备应提供平台，到平台的通路应安装永久的楼梯和爬梯，除非另行规定；
- 要求人工携带大件工具和设备爬上爬下建筑物的，在紧急情况下应接近的设备和人员需疏散的，需经常接近的设备，应提供平台；
- 户内、户外的楼梯、爬梯和平台有可能因环境和生产条件变得滑的应设计为防滑的；
- 从平台和爬梯可够到的最大水平距离不应超过 510 mm，从地面和平台上头顶手可够到的最大距离不应超过 1 800 mm。

F.4.3.3 净空

最小的垂直净空应为 1 980 mm。

F.4.3.4 到设备的通路：

- 阀的手轮、手柄应可接近且在正常可够到的距离内方便操作。通路应提供永久的楼梯、旋转楼梯、平台和其他运行、维护和检查要求的措施。
- 阀的手轮、设备和结构件附近的之间的最小净空应为 80 mm，手轮和管道的保温之间的净空

应为 50 mm,以防止关节的损伤。

- 阀的手柄的转动方向不应限制阀前面的通路和走道。
- 阀手轮、手动齿轮的操作员和杠杆和链条的操作员不应要求使用力度大于 38 kg。要求力度大于上述力度和开和关需要转动 40 圈以上的运行阀门应采用电动的以降低肌(与)骨骼和重复运动伤害的可能性。
- 阀的选型和安装应保证连续的运行。

F.4.3.5 就地控制与显示

- 就地控制和显示的选型和设计应考虑方便手动的操作和维护,并使用任务解析结果考虑相互之间的位置布置。控制应布置在可够到的地方,靠近所影响的显示器并与显示器的关联清晰的地方。显示器应布置在正常工作位置能看得到的地方。
- 控制运行应考虑与当地的文化习惯保持一致,在压力下人们会倾向于习惯。离散控制应有一个控制已激活的正向指示器。安装在户外的控制应够大能带手套操作。
- 显示器应与操作员的正常视线垂直相交以避免视差,安装位置应避免附近的灯或日光炫目的干扰,应位于相关的控制之上,如果不可能,即位于控制的左或右边,不位于控制附近的显示器应从控制方向可看得见。永久的显示器应用有色标标识的区域,标注以显示可接受和不可接受的运行范围以保证显示和任务执行正确一致地实施。
- 显示器的布置应保证从正常的工作位置上能看得到,不需使用爬梯或要求人员站在设备、部件或栏杆上,从观察者的眼睛到显示器的表面的最小视觉距离不应小于 510 mm,最大视觉距离以清晰度限制为准不应超过字号乘以 200。对于视觉距离小于 700 mm 的显示器上的字符尺寸不应小于 3.5 mm,白色背景上黑体数字和光标为首选方式。

F.4.3.6 就地控制面板与控制台:

- 就地设备控制面板布置的位置应使操作人员在预期的位置上可以看见面板上必要的信息。
- 工作面高度以及控制台工作面以下的空隙应根据当地人口的人类学数据统计确定。椅子背后至少有 1 370 mm 的间隙,可以使操作人员有足够的空间通过。
- 让操作人员进行操作或完成操作程序的控制与相关的显示应分组在一起对分组可以使用边界线和颜色进行视觉上的划分。具有相似功能的相近的显示器的刻度线的和字符布置应相同。控制和显示的矩阵的排与行的编号应为奇数,中间的排或行应有助于显示的装置的间距的识别。
- 安全上关键的及高精确度的控制器与显示器应布置在标有“最佳”的范围内,该区域在操作人员水平与垂直视线的中心线 $\pm 15^\circ$ 的范围内。安全上的关键控制和显示的布置应与普通的工艺控制分开。控制器应按至少以下的要求隔开,以避免意外启动:按钮:25 mm;拨动开关:50 mm;用整个手掌控制的:125 mm。
- 在视频显示装置(VDU)控制面板上,安全上关键的及频繁使用的控制器应布置在操作员笔直坐着时能最先触及的范围内,也就是肘仍位于身体侧时伸手可及的范围。
- 位于高于地板 1 200 mm 以上的柜子中的组件应安装在垂直安装的抽屉中,以便于使用并减少出错的可能。在较低的高度上,柜子中的模块应水平安装在可滑出的抽屉或盘架上。

F.4.3.7 标志、标签与颜色代码:

- 所有在运行或维护中使用的设备应有标签。
- 为了能让电厂人员能始终正确地理解标志或标签的含义,每个标志或标签的组成(如文字、符号及颜色)应采用统一的与适当的风格,并用统一的格式布置。设备、图纸、控制件与显示器、操作手册上的标签以及对应的符号应与就地的视觉监视标准一致。标签应采用大写字母。
- 文字:缩写正面短语或语句应采用标准化的统一的缩写与首字母,并为当地熟悉的。所有文字应用粗体书写,避免使用斜体与下划线。文字高度应视距相关,并且至少为视距除以 200,文

字宽度不得小于字高的 70%，笔划宽度不小于字高的 1/8。

- 在标志或标签上的文字上附上符号，来帮助文字理解有困难的员工，特别是在使用超过一种以上语言的情况下，最好用符号补充说明标志或标签上的文字。
- 彩色的标签和标志应配有黑色文字和白色背景；彩色文字只能用于危险警告标志，应和工厂和文化习惯保持一致；黑色文字应使用黄色背景，白色文字用红色、蓝色和绿色背景。
- 位置、标志或标签应贴在所有潜在使用者预期的视线范围之内，要镶嵌在或靠近和它相关的设备或程序上，还应朝向观看者预期的靠近方向。在标签和标志的位置选择上要考虑维护工作，避免移除或损坏它们。在外部标志贴在可移动的面板上的地方要提供复制的内部标志。不能将标志贴在开门会遮住的地方。
- 在管道系统中，标签应贴在设备的入口和出口、阀门上、分支连接处，在直道处每 15 m 贴一个。在垂直线路上，标签应可以顺时针旋转 90°，使从预期的观看位置能读到上面的文字。指示流程方向的箭头不能指向文字，还应有固定的(填充的)形状。
- 设备标志应提供和性能或设备使用有关的辅助信息，标志应固定在人可以通过其来操作设备的位置上，显示步骤的程序应编上号和朝左对齐。对于非程序信息，可以使用行间距或缩排来分隔信息。
- 危险警告标志应固定在或靠近危险源，要间隔适当的距离来使观看者有充足的时间进行逃避，应固定在工地或进场地面上方大约 1 520 mm。
- 信息标志。标志词“注意”或“提示”可以用于非危险性信息标志。较长的说明应分为几步说明并靠左对齐。普遍认同的符号应在这些标志中使用，而且应该总是伴有文字。

F.4.3.8 工作场所的环境：

- 照明，紧急照明要求要符合标准。
- 在有人的建筑里湿度应保持在 20%~60%之间，最好是在 40%~50%之间，来防止对身体组织，眼睛，皮肤和呼吸道的刺激和干燥。控制室中的空气应以每人每分钟 0.43 m³ 的频率替换，使大约三分之二的空气包含补充的新鲜空气。空气流速不应超过 0.2 m/s。
- 控制噪音水平，保证电话通信不受妨碍，声音警报可以听到，背景噪音不会引起刺激和疲劳。

附 录 G
(资料性附录)

石灰石-石膏湿法脱硫设备命名

G.1 命名编号原则

G.1.1 热力设备编号原则

G.1.1.1 热机设备的编号为“设备中文名称+机组号+排列号”，如“升压风机 1A”。对于公用设备则不需要机组号，设备排列号用英文字母“A、B、C”表示。如“真空泵 A”、“湿式球磨机 C”等。

G.1.1.2 总的命名原则为：多个同一设备编排“A、B、C”的顺序为：从固定端到扩建端，从左到右，从上到下(基于电厂总平面布置的方向)。

G.1.2 6 kV 系统编号原则

G.1.2.1 6 kV 脱硫系统母线名称为：6kV+脱硫专业简称+数字序号(1、2、3)表示。如：“6 kV 脱硫 3 段”(原因是脱硫 6 kV 母线采用的是按机分段方式)等。

G.1.2.2 6 kV 母线电源进线开关名称由“母线段名称+工作(备用)电源进线”表示。如：“6 kV 脱硫 3 段工作电源进线 A”、“6 kV 脱硫 3 段工作电源进线 B”(原因为 6 kV 脱硫母线段为双电源供电方式，不存在主次关系)等。

G.1.2.3 6 kV 负荷开关与其热力设备命名遵循“一致”原则，名称为设备中文名称+机组号+排列号(A、B 等)，如浆液循环泵 1A，表示#1 吸收塔#1 浆液循环泵；如果一台机组对应只有一台设备，则不需加排列号，如升压风机 1；对于公用设备则不需要机组号，设备排列号用英文字母“A、B、C”表示，设备的分系统则用英文字母后加数字来区别，如 A1，A2，B1，B2 等等。

G.1.3 400 V 系统编号原则

G.1.3.1 400 V 脱硫系统母线编号由三组代号组成，第一组数表示电压等级，用 400 V 表示，第二组数表示用途名称，第三组数表示母线序号，用“1、2、3”数字表示，如：“400 V 脱硫 1 段”、“400 V 脱硫备用段”等。

G.1.3.2 400 V 母线段的进线电源开关以及联络开关(刀闸)命名方法和 6 kV 一样，如：“400 V 脱硫 1 段工作电源进线”、“400 V 脱硫备用段电源进线”、“400 V 脱硫 3 段备用电源刀闸”等。

G.1.3.3 400 V 负荷开关与其热力设备命名仍遵循“一致”原则，名称为设备中文名称+机组号+排列号(A、B 等)，如吸收塔浆液排出泵 1A，表示#1 吸收塔#1 浆液排出泵；如果一台机组对应只有一台设备，则不需加排列号，如升压风机 1；对于公用设备则不需要机组号，设备排列号用英文字母“A、B、C”表示，设备的分系统则用英文字母后加数字来区别，如 A1，A2，B1，B2 等等。

G.2 命名

对本规定未出现的设备命名，可参照命名原则自行增补。

G.2.1 热机设备名称见表 G.1。

表 G.1 热机设备名称

系 统 描 述	名 称
一 烟气系统设备编号	
升压风机编号	
#1 吸收塔 A 升压风机	升压风机 1A

表 G.1 (续)

系 统 描 述	名 称
	升压风机 1A 冷却风机 A
	升压风机 1A 冷却风机 B
	润滑油泵 1A
	液压油泵 1A
	润滑油加热器 1A
	液压油加热器 1A
#1 吸收塔 B 升压风机	升压风机 1B
	升压风机 1B 冷却风机 A
	升压风机 1B 冷却风机 B
	润滑油泵 1B
	液压油泵 1B
	润滑油加热器 1B
	液压油加热器 1B
#2 吸收塔 A 升压风机	升压风机 2A
	升压风机 2A 冷却风机 A
	升压风机 2A 冷却风机 B
	润滑油泵 2A
	液压油泵 2A
	润滑油加热器 2A
	液压油加热器 2A
#2 吸收塔 B 升压风机	升压风机 2B
	升压风机 2B 冷却风机 A
	升压风机 2B 冷却风机 B
	润滑油泵 2B
	液压油泵 2B
	润滑油加热器 2B
	液压油加热器 2B
#1 吸收塔升压风机	升压风机 1
	升压风机冷却风机 1A
	升压风机冷却风机 1B
	润滑油泵 1
	液压油泵 1
	润滑油加热器 1
#2 吸收塔升压风机	升压风机 2
	升压风机冷却风机 2A

表 G.1 (续)

系 统 描 述	名 称
	升压风机冷却风机 2B
	润滑油泵 2
	液压油泵 2
	润滑油加热器 2
烟气挡板编号	
#1 吸收塔 #1 升压风机进口烟气挡板	进口烟气挡板 1A
#2 吸收塔 #1 升压风机进口烟气挡板	进口烟气挡板 2A
#1 吸收塔 #1 升压风机出口烟气挡板	出口烟气挡板 1A
#2 吸收塔 #1 升压风机出口烟气挡板	出口烟气挡板 2A
#1 吸收塔 #2 升压风机进口烟气挡板	进口烟气挡板 1B
#2 吸收塔 #2 升压风机进口烟气挡板	进口烟气挡板 2B
#1 吸收塔 #2 升压风机出口烟气挡板	出口烟气挡板 1B
#2 吸收塔 #2 升压风机出口烟气挡板	出口烟气挡板 2B
	原烟气挡板 1
	原烟气挡板 2
#1 吸收塔净烟气挡板	净烟气挡板 1
#2 吸收塔净烟气挡板	净烟气挡板 2
#1 吸收塔旁路烟气挡板	旁路烟气挡板 1
#2 吸收塔旁路烟气挡板	旁路烟气挡板 2
#1 吸收塔 A 低压密封风机	挡板门(低压)密封风机 1A
#1 吸收塔 B 低压密封风机	挡板门(低压)密封风机 1B
#1 吸收塔 A 高压密封风机	挡板门(高压)密封风机 1A
#1 吸收塔 B 高压密封风机	挡板门(高压)密封风机 1B
#2 吸收塔 A 低压密封风机	挡板门(低压)密封风机 2A
#2 吸收塔 B 低压密封风机	挡板门(低压)密封风机 2B
#2 吸收塔 A 高压密封风机	挡板门(高压)密封风机 2A
#2 吸收塔 B 高压密封风机	挡板门(高压)密封风机 2B
	挡板门(低压)密封风电加热器 1A
	挡板门(低压)密封风电加热器 1B
	挡板门(高压)密封风电加热器 1A
	挡板门(高压)密封风电加热器 1B
	挡板门(低压)密封风电加热器 2A
	挡板门(低压)密封风电加热器 2B
	挡板门(高压)密封风电加热器 2A
	挡板门(高压)密封风电加热器 2B

表 G.1 (续)

系 统 描 述	名 称
气气换热器编号	
	GGH1
	GGH2
1 号 GGH 低泄漏风机	GGH 低泄漏风机 1A
	GGH 密封风机 1A
	GGH 密封风机 1B
	GGH 高压冲洗水泵 1A
	GGH 吹灰器 1A
	GGH 吹灰器 1B
2 号 GGH 低泄漏风机	GGH 低泄漏风机 2A
	GGH 密封风机 2A
	GGH 密封风机 2B
	GGH 高压冲洗水泵 2A
	GGH 吹灰器 2A
	GGH 吹灰器 2B
二 氧化空气系统	
#1 吸收塔 A 氧化风机	氧化风机 1A
#1 吸收塔 B 氧化风机	氧化风机 1B
#2 吸收塔 A 氧化风机	氧化风机 2A
#2 吸收塔 B 氧化风机	氧化风机 2B
三 吸收塔系统	
#1 吸收塔	吸收塔 1
#2 吸收塔	吸收塔 2
#1 吸收塔 A 浆液循环泵	浆液循环泵 1A
#1 吸收塔 B 浆液循环泵	浆液循环泵 1B
#1 吸收塔 C 浆液循环泵	浆液循环泵 1C
#2 吸收塔 A 浆液循环泵	浆液循环泵 2A
#2 吸收塔 B 浆液循环泵	浆液循环泵 2B
#2 吸收塔 C 浆液循环泵	浆液循环泵 2C
#1 吸收塔 #1 搅拌器	吸收塔搅拌器 1A
#1 吸收塔 #2 搅拌器	吸收塔搅拌器 1B
#1 吸收塔 #3 搅拌器	吸收塔搅拌器 1C
#1 吸收塔 #4 搅拌器	吸收塔搅拌器 1D
#2 吸收塔 #1 搅拌器	吸收塔搅拌器 2A
#2 吸收塔 #2 搅拌器	吸收塔搅拌器 2B

表 G.1 (续)

系 统 描 述	名 称
#2 吸收塔 #3 搅拌器	吸收塔搅拌器 2C
#2 吸收塔 #4 搅拌器	吸收塔搅拌器 2D
#1 吸收塔 A 石膏排出泵	吸收塔排出泵 1A
#1 吸收塔 B 石膏排出泵	吸收塔排出泵 1B
#2 吸收塔 A 石膏排出泵	吸收塔排出泵 2A
#2 吸收塔 B 石膏排出泵	吸收塔排出泵 2B
四 石膏脱水系统	
#1 吸收塔石膏旋流器	石膏旋流器 1
#1 吸收塔石膏旋流器 #1 旋流子	石膏旋流子 1A(A~H)
#2 吸收塔石膏旋流器	石膏旋流器 2
#2 吸收塔石膏旋流器 #1 旋流子	石膏旋流子 2A(A~H)
石膏溢流缓冲箱搅拌器	石膏溢流缓冲箱搅拌器
#1 溢流输送泵	溢流输送泵 A
#2 溢流输送泵	溢流输送泵 B
#3 溢流输送泵	溢流输送泵 C
#4 溢流输送泵	溢流输送泵 D
#1 废水旋流器给料泵	废水旋流器给料泵 A
#2 废水旋流器给料泵	废水旋流器给料泵 B
废水旋流器	废水旋流器
废水旋流器 #1 旋流子	废水旋流子 A(A~D)
	废水箱
	废水排放泵 A
	废水排放泵 B
石膏浆液箱搅拌器	石膏浆液箱搅拌器
#1 石膏抛弃泵	石膏抛弃泵 A
#2 石膏抛弃泵	石膏抛弃泵 B
#1 皮带脱水机	皮带脱水机 A
#2 皮带脱水机	皮带脱水机 B
#1 滤饼冲洗水箱	滤饼冲洗水箱 A
#2 滤饼冲洗水箱	滤饼冲洗水箱 B
#1 皮带脱水机 #1 滤饼冲洗水泵	滤饼冲洗水泵 A1
#1 皮带脱水机 #2 滤饼冲洗水泵	滤饼冲洗水泵 A2
#2 皮带脱水机 #1 滤饼冲洗水泵	滤饼冲洗水泵 B1
#2 皮带脱水机 #2 滤饼冲洗水泵	滤饼冲洗水泵 B2
#1 滤布冲洗水泵	滤布冲洗水泵 A1

表 G.1 (续)

系 统 描 述	名 称
#2 滤布冲洗水泵	滤布冲洗水泵 A2
#3 滤布冲洗水泵	滤布冲洗水泵 B1
#4 滤布冲洗水泵	滤布冲洗水泵 B2
滤布冲洗水箱搅拌器	滤布冲洗水箱搅拌器
#1 真空泵	真空泵 A
#2 真空泵	真空泵 B
#1 真空泵气液分离器	滤液接收罐 A
#2 真空泵气液分离器	滤液接收罐 B
	滤液水箱
	滤液水箱泵 A
	滤液水箱泵 B
双向石膏输送皮带	双向石膏输送皮带
#1 石膏输送皮带	石膏输送皮带 A
	石膏卸料器 A1
	石膏卸料器 A2
	石膏卸料器 A3
	石膏卸料器 A4
#2 石膏输送皮带	石膏输送皮带 B
	石膏卸料器 B1
	石膏卸料器 B2
	石膏卸料器 B3
	石膏卸料器 B4
电动单梁桥式抓斗起重机	电动桥式抓斗机
五 石灰石浆液制备系统	
	石灰石卸料斗排尘风机
	石灰石卸料斗除尘振打
振动给料机	石灰石振动给料机
斗提机	斗式提升机
	胶带输送机
	石灰石卸料器 A
#1 石灰石仓	石灰石仓 A
	石灰石仓排尘风机 A
	石灰石卸料器 B
#2 石灰石仓	石灰石仓 B
	石灰石仓排尘风机 B

表 G.1 (续)

系 统 描 述	名 称
#1 皮带秤重给料机	皮带秤重给料机 A
#2 皮带秤重给料机	皮带秤重给料机 B
#1 湿式球磨机	湿式球磨机 A
	湿磨主电机加热器 A
	湿磨辅助电机 A
	湿磨润滑油泵 A1
	湿磨润滑油泵 A2
#2 湿式球磨机	湿式球磨机 B
	湿磨主电机加热器 B
	湿磨辅助电机 B
	湿磨润滑油泵 B1
	湿磨润滑油泵 B2
#1 磨机浆液循环箱	湿磨排浆罐 A
#1 磨机浆液循环箱搅拌器	湿磨排浆罐搅拌器 A
#1 浆液循环箱 A 循环泵	湿磨浆液泵 A1
#1 浆液循环箱 B 循环泵	湿磨浆液泵 A2
#2 磨机浆液循环箱	湿磨排浆罐 B
#2 磨机浆液循环箱搅拌器	湿磨排浆罐搅拌器 B
#2 浆液循环箱 A 循环泵	湿磨浆液泵 B1
#2 浆液循环箱 B 循环泵	湿磨浆液泵 B2
#1 石灰石旋流分离器	石灰石旋流器 A
#1 石灰石旋流分离器 #1 旋流子	石灰石旋流子 A1(1~9)
#2 石灰石旋流分离器	石灰石旋流器 B
#2 石灰石旋流分离器 #1 旋流子	石灰石旋流子 B(1~9)
石灰石浆液箱搅拌器	石灰石浆液箱搅拌器
#1 吸收塔 A 石灰石浆液泵	石灰石浆液供给泵 1A
#1 吸收塔 B 石灰石浆液泵	石灰石浆液供给泵 1B
#2 吸收塔 A 石灰石浆液泵	石灰石浆液供给泵 2A
#2 吸收塔 B 石灰石浆液泵	石灰石浆液供给泵 2B
六 工艺水系统	
#1 工艺水泵	工艺水泵 A
#2 工艺水泵	工艺水泵 B
#1 除雾器冲洗水泵	除雾器冲洗水泵 1A
#2 除雾器冲洗水泵	除雾器冲洗水泵 1B
#3 除雾器冲洗水泵	除雾器冲洗水泵 2A

表 G.1 (续)

系 统 描 述	名 称
#4 除雾器冲洗水泵	除雾器冲洗水泵 2B
七 事故浆液池(箱)及排水坑系统	
事故浆液池搅拌器	事故浆液池搅拌器
	事故浆液箱搅拌器 A
	事故浆液箱搅拌器 B
	事故浆液箱搅拌器 C
#1 事故浆液池泵	事故浆液池(箱)泵 A
#2 事故浆液泵	事故浆液池(箱)泵 B
石灰石卸料区疏水坑泵	石灰石卸料区排水坑泵
石灰石卸料区疏水坑搅拌器	石灰石卸料区排水坑搅拌器
石灰石制备区排水坑泵	石灰石浆液制备区排水坑泵
石灰石制备区水坑搅拌器	石灰石浆液制备区水坑搅拌器
石膏脱水区排水坑泵	石膏脱水区排水坑泵
石膏脱水区排水坑搅拌器	石膏脱水区排水坑搅拌器
#1 吸收塔排水坑泵	吸收塔排水坑泵 1
#1 吸收塔排水坑搅拌器	吸收塔排水坑搅拌器 1
#2 吸收塔排水坑泵	吸收塔排水坑泵 2
#2 吸收塔排水坑搅拌器	吸收塔排水坑搅拌器 2
八 废水处理系统	
#1 石灰浆循环泵	石灰浆循环泵 A
#2 石灰浆循环泵	石灰浆循环泵 B
石灰浆贮槽搅拌器	石灰浆贮槽搅拌器
#1 石灰乳泵	石灰乳泵 A
#2 石灰乳泵	石灰乳泵 B
石灰乳制备箱搅拌器	石灰乳制备箱搅拌器
	中和箱搅拌器
	反应箱搅拌器
	絮凝箱搅拌器
#1 污泥循环泵	污泥循环泵 A
#2 污泥循环泵	污泥循环泵 B
#1 污泥输送泵	污泥输送泵 A
#2 污泥输送泵	污泥输送泵 B
#1 滤液泵	滤液泵 A
#2 滤液泵	滤液泵 B
滤液平衡箱搅拌器	滤液平衡箱搅拌器

表 G.1 (续)

系 统 描 述	名 称
废水缓冲箱搅拌器	废水缓冲箱搅拌器
#1 废水泵	废水泵 A
#2 废水泵	废水泵 B
板框式压滤机	污泥压滤机
清水箱搅拌器	清水箱搅拌器
刮泥机	耙式刮泥机
石膏输送皮带	石膏输送带 A
石膏输送皮带	石膏输送带 B
石膏输送皮带	石膏输送带 C
#1 清水泵	清水泵 A
#2 清水泵	清水泵 B
清水箱搅拌器	清水箱搅拌器
有机硫溶液箱搅拌器	有机硫溶液箱搅拌器 A
有机硫溶液箱搅拌器	有机硫溶液箱搅拌器 B
#1 有机硫计量泵	有机硫计量泵 A
#2 有机硫计量泵	有机硫计量泵 B
聚铁溶液箱搅拌器	聚铁溶液箱搅拌器 A
#1 聚铁计量泵	聚铁计量泵 A
#2 聚铁计量泵	聚铁计量泵 B
聚铁溶液箱搅拌器	聚铁溶液箱搅拌器 B
助凝剂溶液箱搅拌器	助凝剂溶液箱搅拌器 A
助凝剂溶液箱搅拌器	助凝剂溶液箱搅拌器 B
#1 助凝剂计量泵	助凝剂计量泵 A
	助凝剂计量泵 B
#1 盐酸计量泵	盐酸计量泵 A
#2 盐酸计量泵	盐酸计量泵 B
6 kV 脱硫 1 段工作电源进线	6 kV 脱硫 1 段电源进线 A
	6 kV 脱硫 1 段电源进线 B
	6 kV 脱硫 1 段电源进线 A PT
	6 kV 脱硫 1 段电源进线 B PT
6 kV 脱硫 A 段	6 kV 脱硫 1 段
	6 kV 脱硫 1 段母线 PT
6 kV #1 机 A 升压风机开关	升压风机 1A
6 kV #1 机 B 升压风机开关	升压风机 1B
6 kVA 湿式球磨机开关	湿式球磨机 A

表 G.1 (续)

系 统 描 述	名 称
6 kV #1 机 A 氧化风机开关	氧化风机 1A
6 kV #1 机 B 氧化风机开关	氧化风机 1B
6 kV #1 机 A 浆液循环泵开关	浆液循环泵 1A
6 kV #1 机 B 浆液循环泵开关	浆液循环泵 1B
6 kV #1 机 C 浆液循环泵开关	浆液循环泵 1C
6 kV #1 机硫变开关	脱硫变 A
6 kV 硫备用变开关	脱硫备用变
6 kV 脱硫 2 段工作电源进线	6 kV 脱硫 2 段工作电源进线 A
	6 kV 脱硫 2 段工作电源进线 B
	6 kV 脱硫 2 段工作电源进线 A PT
	6 kV 脱硫 2 段工作电源进线 B PT
6 kV 脱硫 B 段	6 kV 脱硫 2 段
	6 kV 脱硫 2 段母线 PT
6 kV #2 机 A 升压风机开关	升压风机 2A
6 kV #2 机 B 升压风机开关	升压风机 2B
6 kVB 湿式球磨机开关	湿式球磨机 B
6 kV #2 机 A 氧化风机开关	氧化风机 2A
6 kV #2 机 B 氧化风机开关	氧化风机 2B
6 kV #2 机 A 浆液循环泵开关	浆液循环泵 2A
6 kV #2 机 B 浆液循环泵开关	浆液循环泵 2B
6 kV #2 机 C 浆液循环泵开关	浆液循环泵 2C
6 kV #2 机硫变开关	脱硫变 B
400 V 脱硫备用段	400 V 脱硫备用段
	400 V 脱硫备用段工作电源开关
	400 V 脱硫 1 段备用电源刀闸
	400 V 脱硫 2 段备用电源刀闸
	400 V 脱硫 3 段备用电源刀闸
	400 V 脱硫备用段母线 PT
400 V 脱硫 A 段	400 V 脱硫 1 段
	400 V 脱硫 1 段工作电源开关
	400 V 脱硫 1 段备用电源开关
	400 V 脱硫 1 段母线 PT
400 V 脱硫 B 段	400 V 脱硫 2 段
	400 V 脱硫 2 段工作电源开关
	400 V 脱硫 2 段备用电源开关

表 G.1 (续)

系 统 描 述	名 称
	400 V 脱硫 2 段母线 PT
400 V 脱硫 C 段	400 V 脱硫 3 段
	400 V 脱硫 3 段工作电源开关
	400 V 脱硫 3 段备用电源开关
	400 V 脱硫 3 段母线 PT
400 V 保安 A 段	400 V 脱硫保安 A 段
400 V 保安 B 段	400 V 脱硫保安 B 段
A 保安开关	脱硫保安 A 段工作电源开关
A 保安刀闸	脱硫保安 A 段工作电源刀闸
B 保安开关	脱硫保安 B 段工作电源开关
B 保安刀闸	脱硫保安 B 段工作电源刀闸
柴发开关	柴发出口开关
柴发至 A 保安段开关	脱硫保安 A 段备用电源开关
柴发至 A 保安段刀闸	脱硫保安 A 段备用电源刀闸
柴发至 B 保安段开关	脱硫保安 B 段备用电源开关
柴发至 B 保安段刀闸	脱硫保安 B 段备用电源刀闸