

ICS 27.100

F 23

备案号: 16990-2006

DL

中华人民共和国电力行业标准

DL/T 986 — 2005

湿法烟气脱硫工艺性能检测技术规范

The wet FGD processing property detection technical regulation

2005-11-28 发布

2006-06-01 实施

中华人民共和国国家发展和改革委员会 发布

目 次

前言	II
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 检测内容	2
5 检测方法	3
6 检测报告	6
7 检测结果的评价	7
8 检测单位	7
附录 A (资料性附录) 基础参数	8
附录 B (资料性附录) 检测系统	13
附录 C (资料性附录) 检测组织	14
附录 D (资料性附录) 检测流程	16
附录 E (资料性附录) 基本公式	17

前 言

本标准是根据国家发展和改革委员会办公厅《关于下达 2003 年行业标准项目补充计划的通知》（发改办工业〔2003〕873 号文）的安排制定的。

湿法烟气脱硫工艺在火力发电厂已经得到广泛应用，为了使湿法脱硫的工艺性能、检测内容、流程和方法有统一技术要求，以确保检测结果的正确性和可比性，制定本技术标准。

本标准由中国电力企业联合会提出。

本标准由电力行业环境保护标准化技术委员会归口并负责解释。

本标准起草单位：国电环境保护研究院。

本标准主要起草人：王小明、薛建明、陈焱、韩琪、李忠华、金定强、张荀、许雪松、许月阳、徐凤彬、张亚伟。

湿法烟气脱硫工艺性能检测技术规范

1 范围

本标准规定了湿法烟气脱硫工艺性能检测的内容、流程和方法。

本标准适用于石灰石石膏湿法烟气脱硫工艺的性能考核和验收检测，其他湿法烟气脱硫工艺和其他类似脱硫工艺也可参照执行。

2 规范性引用文件

下列文件中的条款通过本标准的引用而成为本标准的条款。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标准，然而，鼓励根据本标准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标准。

- GB/T 3286.1 石灰石、白云石化学分析方法 氧化钙量和氧化镁量的测定
- GB/T 6904.1 锅炉用水和冷却水分析方法 pH 的测定 玻璃电极法
- GB/T 6905.1~6905.3 锅炉用水和冷却水分析方法 氯化物的测定
- GB/T 6911.1~6911.3 锅炉用水和冷却水分析方法 硫酸盐的测定
- GB/T 7482~7484 水质 氟化物的测定
- GB/T 12349 工业企业厂界噪声测量方法
- GB/T 14415 锅炉用水和冷却水分析方法 固体物质的测定
- GB/T 14426 锅炉用水和冷却水分析方法 亚硫酸盐的测定 分光光度法
- GB/T 16157 固定污染源排气中颗粒物测定与气态污染物采样方法
- JC/T 479.2 建筑石灰试验方法
- YB/T 105 冶金石灰物理检验方法
- DL/T 943 烟气湿法脱硫用石灰石粉反应速率的测定

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本标准。

3.1

脱硫效率 **desulfurization efficiency**

烟气脱硫系统脱除 SO₂ 的能力，在数值上等于单位时间内烟气脱硫系统脱除的 SO₂ 量与进入脱硫系统时烟气中的 SO₂ 量之比。

3.2

SO₂ 排放质量浓度 **SO₂ effluent-quality concentration**

烟气经脱硫系统脱除 SO₂ 后，将实际测量的 SO₂ 排放体积浓度折算为标准状态下干烟气（1013kPa，273K，湿度为零）和氧量为 6% 状态下的 SO₂ 质量浓度。

3.3

钙硫化学计量比 **calcium-sulfur stoichiometric proportion**

投入脱硫系统中钙基吸收剂与脱硫系统脱除的 SO₂ 摩尔数之比，它同时表示脱硫系统在达到一定脱硫效率时所需要的脱硫吸收剂的过量程度。

3.4

吸收剂利用率 absorbent utilization ratio

脱硫系统用于脱除 SO₂ 的吸收剂占加入脱硫系统吸收剂总量的质量分数。它在数值上等于脱除 SO₂ 的摩尔数与加入的钙基吸收剂摩尔数之比。

3.5

液气比 liquid-gas ratio

单位体积烟气流量在脱硫吸收塔中用于循环的碱性浆液的体积流量，它在数值上等于单位时间内吸收剂浆液喷淋量和单位时间内脱硫吸收塔入口的标准状态湿烟气体积流量之比。

3.6

脱硫副产物的氧化率 oxidation rate of the desulfurated accessory substances

脱硫副产物固体物料中亚硫酸钙氧化成硫酸钙的程度，它在数值上等于脱硫副产物的固体物料中硫酸根离子的摩尔数除以硫酸根离子摩尔数与亚硫酸根离子摩尔数之和。

3.7

脱硫副产物的含湿量 moisture content of the desulfurated accessory substances

脱硫副产物固体物料中水的质量分数，但不包括固体物料中的结晶水。

3.8

除雾器出口烟气中携带的液滴量 dripping content of the demister outlet gas

离开除雾器单位体积烟气中所携带液滴的质量浓度。

3.9

系统可利用率 system utilization ratio

评价脱硫系统可靠性的量化指标。

3.10

系统压力降 system differential pressure

脱硫系统在额定工况条件下进出口烟气流体的平均全压之差。

3.11

电能消耗 electric energy consumption

脱硫系统在设计额定工况条件下消耗的各种电能之和。

3.12

水量消耗 water consumption

脱硫系统在设计额定工况条件下消耗的所有水量之和。

4 检测内容

4.1 性能指标包括环境指标和经济指标。

4.1.1 环境指标包括：脱硫效率和 SO₂ 排放质量浓度；烟尘排放质量浓度和烟气排放温度；除雾器出口烟气携带液滴的质量浓度；脱硫副产物的氧化率、主要成分和含湿量；脱硫废水的主要成分和质量流量；脱硫系统噪声及其对厂界噪声环境的影响。

4.1.2 经济指标包括：可利用率、压力降、电能消耗、工艺水消耗量、吸收剂利用率和吸收剂的消耗量、脱硫副产品的产量和需要堆放的场地面积、压缩空气消耗量。

4.2 功能指标包括：脱硫系统在启停和运行状态时，对机组正常运行和稳定性的影响；脱硫系统对机组运行负荷变化的跟踪特性和适应性；脱硫系统报警时，脱硫系统解列的能力和对机组的影响；对周围环境和生态造成二次污染的程度。

4.3 性能考核检测主要检测性能指标，验收检测对性能指标和功能指标均应检测。

5 检测方法

5.1 机组主要运行参数输入系统

5.1.1 机组的主要运行参数应每隔 15min~30min 记录一次，每个检测工况每天至少应进行一次燃煤的工业分析和硫分分析，必要时进行燃煤的元素分析，并将数据输入数据处理系统。

5.1.2 主要运行参数在机组的主控室由专职的技术人员进行记录，应记录的参数参见附录 A 中表 A.1。

5.1.3 燃煤煤样在进入锅炉炉膛的煤粉管道上或给煤机的出口进行采集，应记录的煤样工业分析和元素分析参见附录 A 中表 A.2 和表 A.3。

5.2 烟气成分在线检测系统

5.2.1 烟气成分的在线检测以检测方提供的车载流动式检测系统为主，以脱硫系统自身配置的检测仪表为辅。

5.2.2 检测位置：脱硫系统吸收塔进、出口烟道。具体位置的选择见 GB/T 16157。

5.2.3 检测参数：烟气中的 SO₂ 体积浓度、氧分和 NO_x 体积浓度。

5.2.4 检测点数：脱硫系统进出口烟气中的 SO₂ 体积浓度、NO_x 体积浓度、氧量等气态物的参数采用靠近烟道中心的单点非等速检测。

5.2.5 计算参数：脱硫效率、标准状况下干态氧量 6% 时的 SO₂ 排放质量浓度和 NO_x 排放质量浓度、单位时间内的 SO₂ 排放质量流量。

5.2.6 检测方法如下。

- a) SO₂ 体积浓度采用抽取法高分辨率 SO₂ 紫外分析技术；
- b) 氧量采用顺磁法。

5.2.7 参数记录的内容及方式如下。

- a) 检测参数以检测方的监测仪为主，采用自动记录和存贮方式；
- b) 脱硫系统的运行参数以脱硫系统自身的监测仪为主，采用手动记录的方式，要求每 15min~30min 记录一次；
- c) 典型湿法脱硫系统应记录的主要运行参数参见附录 A 中表 A.4；
- d) 脱硫吸收剂理化特性分析，包括成分、粒径、活性、形态和比表面积等，应记录的参数参见附录 A 中表 A.5 和表 A.6；
- e) 脱硫副产品的理化特性分析，包括成分、粒径、形态、比表面积和稳定性等，应记录的参数参见附录 A 中表 A.7；
- f) 脱硫废水的理化特性分析，应记录的参数参见附录 A 中表 A.8。

5.3 烟气流量检测系统

5.3.1 烟气流量的检测为在线非连续检测，采用检测方提供的仪器，根据试验工况的要求进行测定。

5.3.2 检测位置：脱硫系统吸收塔进、出口烟道；具体位置的选择见 GB/T 16157 的规定。

5.3.3 检测参数：烟道气的静压、动压、温度和含湿量。

5.3.4 检测点数：见 GB/T 16157 的规定。圆形烟道测量孔的数量原则上不少于附录 A 中表 A.9 所列的数量，矩形烟道测量孔的数量原则上不少于附录 A 中表 A.10 所列的数量。

5.3.5 输入参数：检测位置的标高、端面面积、大气压力和环境温度；

5.3.6 计算参数：烟气密度、流速、工况和标准状况下干态体积流量、系统压力降和系统漏风率。

5.3.7 检测方法：见 GB/T 16157 的规定。

5.3.8 数据处理：见 GB/T 16157 的规定。

5.4 烟尘浓度检测系统

5.4.1 烟尘浓度的检测为在线非连续检测，采用检测方提供的仪器，根据试验工况的要求进行测定。

5.4.2 检测位置：脱硫系统吸收塔进、出口烟道；具体位置的选择见 GB/T 16157 的规定。应设置的最少检测点数应满足附录 A 中图 A.1 的要求。

5.4.3 采集样品：有代表性的、一定数量的烟尘。

5.4.4 检测点数：见 GB/T 16157 的规定。

5.4.5 计算参数：标准状况下干态烟尘质量浓度、标准状况下干态氧量 6% 时的烟尘质量浓度和单位时间内的烟尘排放质量流量。

5.4.6 检测方法：见 GB/T 16157 的规定。

5.5 能源消耗检测系统

5.5.1 检测位置：电能消耗在脱硫电气控制系统的电动机控制中心；水量消耗在脱硫供水系统出口的分配母管。

5.5.2 计算参数：单位时间内的电能消耗和单位时间内的水量消耗。

5.5.3 检测方法如下。

- a) 电能消耗采用便携式电能分析仪或在线电能测量仪测定；
- b) 水量消耗采用水量分配母管上的在线流量计测定。

5.6 噪声检测系统

5.6.1 检测位置：距产生噪声的设备 1m 处。

5.6.2 检测方法：见 GB/T 12349 的规定。

5.7 脱硫吸收剂分析系统

5.7.1 采样位置

吸收剂的固相样品在石灰石或石灰粉的运输车或运输车输入粉仓的管道上和粉仓的下料管道上定期采集；吸收剂的液相样品在其新鲜浆液槽或新鲜浆液的输送管道上定期采集。

5.7.2 采样方法

a) 入仓粉料样品的采集：

- 1) 直接在石灰石（或石灰）粉料运输车上或在气力输送管道的采样口进行采集。要求：每辆粉罐车抽取 5 份样品，根据其输送时间进行五等分，每间隔一等分时间取一次样，每份样不少于 300g，取得的粉样应立即装入密闭、防潮的容器中。
- 2) 将采集的粉样充分混合，然后采用四分法将样品缩分到 300g~400g，并将缩分后的混合样立即放入密闭、防潮的磨口广口瓶中。
- 3) 瓶上标签应注明粉罐车编号、采样时间、采样人员及采样点。
- 4) 若对每天入库的粉料作为一个批量进行分析，应将上述采集的每辆粉罐车的缩分样再进行混合，并再次根据四分法缩分到 300g~400g。保存方法不变，标签上注明采样日期、采样人员、采样点。

b) 下料管道样品的采集：

- 1) 若每半天的下料作为一个批量分析，则应间隔 0.5h~1h 采集一份样品，每份样品的数量应不少于 300g，共需抽取 5 份样；若以一天的下料作为一个批量分析，则应间隔 1h~1.5h 采集一份样品，每份样品的数量应不少于 300g，共需采集 5 份样品。采集的样品应立即装入密闭、防潮的容器中。
- 2) 缩分方法、保存方法同前。标签上需注明采样日期、采样人员和采样点等信息。
- 3) 样品的采样口应开设在输送管道易于下料的直管段上，且距离管道连接口或弯管处至少应有 2D~3D 的距离。

c) 吸收剂浆液的采集：

- 1) 采集容器必须是洁净的硬质玻璃瓶或塑料制品。采样前应用浆液冲洗 2~3 次，采样后应迅速盖上瓶盖。

- 2) 在新鲜浆液槽中采样时,应在液面下 50cm 处采样;在浆液管道中采样时,应在泵出口或流动部位采样,且必须先放掉 500mL~1000mL 浆液冲洗采样瓶后再采样,每次采样不小于 500mL。
- 3) 若每半天分析一个样,则间隔 0.5h~1h 采集一份样品;若每天分析一个样,则间隔 1h~1.5h 采集一份样品,共采集五份,将采集的五份样混合。
- 4) 从充分混匀的混合样中分别取出 100mL, 500mL。100mL 浆液样用于测固体质量分数, 500mL 浆液用定性滤纸过滤,滤液用于测定 pH、钙、镁离子。

5.7.3 检测参数

- a) 成分分析: 石灰石主要包括碳酸钙和碳酸镁;石灰主要包括有效氧化钙、氢氧化钙、碳酸钙、氧化镁、总钙。
- b) 活性分析: 石灰石采用溶解速率法;石灰采用 ASTM 3min 温升值, 4mol/LHCl 粗粒滴定 5min 或者 10min 耗酸量法。
- c) 吸收剂浆液: pH 值、固体质量分数、钙和镁离子。

5.7.4 检测方法

5.7.4.1 有效氧化钙的测定:

- a) 试剂: 主要有蔗糖、1% 酚酞乙醇溶液和 0.5mol/L 的 HCl 标准溶液。
- b) 分析步骤: 准确称取试样 0.5g 置于 250mL 带磨口的锥形瓶中,将事先已称好的 4g 蔗糖覆盖在表面(以减少试样与空气的接触),放入干燥清洁的玻璃珠数粒,加入 40mL~50mL 新煮沸并已冷却至常湿的蒸馏水,并立即加塞,然后摇动 15min,再打开瓶塞,用蒸馏水冲洗瓶塞及瓶壁,加入 2~3 滴 1% 酚酞指示剂溶液,以 0.5cmol/L 的 HCl 溶液滴定,至溶液的红色消失并在 30s 内不再复现为止。
- c) 数据处理: 有效氧化钙的质量分数按下式计算:

$$W_{\text{CaO}} = \frac{0.02804 \times cV}{m} \times 100\%$$

式中:

- W_{CaO} ——有效氧化钙的质量分数;
 c ——盐酸标准溶液的浓度, mol/L;
 V ——滴定时消耗盐酸标准溶液的体积, mL;
 0.02804 ——每毫克摩尔氧化钙的克数;
 m ——试样的质量, g。

5.7.4.2 氢氧化钙和碳酸钙的测定: 见 JC/T 479.2。

5.7.4.3 氧化钙和氧化镁的测定: 见 JC/T 479.2。

5.7.4.4 碳酸钙和碳酸镁的测定: 见 GB/T 3286.1。

5.7.4.5 石灰的活性分析: 见 YB/T 105。

5.7.4.6 石灰石活性分析: 见 DL/T 943。

5.7.4.7 吸收剂浆液固体质量分数的测定: 见 GB/T 14415。

5.7.4.8 吸收剂浆液 pH 值的测定: 见 GB/T 6904.1。

5.7.4.9 吸收剂浆液钙、镁离子的测定: 见 GB/T 3286.1。

5.8 脱硫浆液循环氧化分析系统

5.8.1 检测位置

吸收剂浆液的吸收塔循环氧化槽和循环管道的有效位置。

5.8.2 检测参数

液相部分的检测参数主要有 Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 、 SO_4^{2-} 、 SO_3^{2-} 、 Cl^- 、 F^- 、pH 值;固相部分的检测参数主

要有 Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 、 SO_4^{2-} 。

5.8.3 采样方法

见 5.7.2c) 中的 1) ~3), 之后从充分混匀的混合样中分别取出 100, 500mL。100mL 浆液样用于固体质量分数的检测, 500mL 浆液用快速定性滤纸过滤, 滤液用于液相测定, 滤纸上的滤渣用无水乙醇洗涤两次, 并于 $65^\circ\text{C} \pm 1^\circ\text{C}$ 下干燥 24h, 用于固相分析。

5.8.4 检测方法

5.8.4.1 循环浆液中钙、镁离子的测定, 见 GB/T 3268.1; pH 值的测定, 见 GB 6904.1。

5.8.4.2 循环浆液中硫酸根的测定: 见 GB/T 6911.1~6911.3。

5.8.4.3 循环浆液中亚硫酸根的测定: 见 GB/T 14426。

5.8.4.4 循环浆液中氯离子的测定: 见 GB/T 6905.1~6905.3。

5.8.4.5 循环浆液中氟离子测定: 见 GB/T 7482~7484。

5.8.4.6 循环浆液固相成分分析: 准确称取 0.5g 干燥的灰样于 100mL 烧杯中, 在通风柜中加入 1:1 的盐酸约 5mL, 不断搅拌, 至无气泡产生为止, 用定量滤纸过滤, 滤液移入 500mL 的容量瓶中, 并稀释至刻度, 混合均匀后, 可测定 Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 、 SO_4^{2-} 。测定方法同上。

5.9 脱硫副产物分析系统

5.9.1 采样位置: 脱硫副产物脱水后的固态产物储仓。

5.9.2 检测参数: 钙、镁离子和硫酸根离子。

5.9.3 测定方法: 同上。

5.10 环境状况评价系统

5.10.1 评价内容

环境状况评价系统主要是对脱硫系统的整体形象、脱硫系统投入运行后环境指标的实现能力, 产生二次污染的状况等进行评价。

5.10.2 评价参数

- a) 整体形象: 指脱硫系统安装完毕和装饰后的外观水平、程度以及总体效果, 所有设备、仪表、管道等布置的合理性、整体性, 系统中是否设置了必要的标记和招牌, 系统中是否采用了国家严禁使用的、有害人身健康的材料, 是否设置了必要的隔音、隔热、防火、防电击、防机械伤害等安全措施。
- b) 环境指标: 指脱硫系统投入运行后与环境因子有关的环境指标, 主要有: SO_2 排放浓度和排放量、烟尘排放浓度和排放量、脱硫废水的排放量、抛弃的脱硫副产物量、系统噪声等。
- c) 二次污染: 指脱硫系统投入运行前后, 在脱硫吸收剂和脱硫副产物的运输及输送过程中以及在脱硫吸收剂的制备过程中所产生的物尘、噪声, 以及脱硫系统在运行过程中所产生的跑、冒、滴、漏、噪声等污染。

5.10.3 评价方法

- a) 整体形象: 通过现场观察、摄像等方式, 采用比对的方法进行评价。
- b) 环境指标: 根据烟气成分在线检测系统、烟尘浓度检测系统、脱硫废水检测系统和噪声检测系统的检测结果, 采用与相关标准或设计指标进行比对的方法进行客观的评价。
- c) 二次污染: 通过现场观察、摄像与各检测系统实际检测结果相结合的方法, 采用与相关标准或设计指标进行比对的方法进行客观的评价。

6 检测报告

6.1 数据和信息处理

检测数据和信息的处理包括整理、传输、贮存、分析、检索和输出等过程。采用计算机技术及时准确地处理信息, 通过质量保证体系保持各种检测数据和信息的准确性和统一性, 为检测结果的可靠性以

及最终的评价提供可靠的信息。

6.2 检测报告

6.2.1 检测方应根据检测的过程和结果编制完整的检测报告。

6.2.2 检测报告的内容应包括：

- a) 概述：介绍项目的由来和脱硫系统的建设状况及主要设计参数和工艺参数。
- b) 检测目的：包括脱硫系统的设计指标和检测应达到的目标和目的。
- c) 检测内容：包括所有的检测工况和需要检测的参数。
- d) 检测条件：包括机组、燃煤和脱硫系统等在检测期间实际达到的运行状况。
- e) 检测结果：应列出所有检测指标的实际检测结果和将其修正到合同或设计文件规定条件下的最终检测结果；列出最终检测结果与合同或设计文件规定保证值的相对偏差。
- f) 结论：采用分项对照法，将欲评价的指标和各项检测因子与其设计指标或质量标准中对应的指标值逐项进行比较，以评价其能否达到规定功能的要求，然后根据分项对照的结果，对脱硫系统作出综合性的评价。
- g) 附件：包括脱硫系统流程图、检测位置和测点布置图、有关检测的原始数据和表格等。

7 检测结果的评价

7.1 单项指标的评价

7.1.1 达到合同或设计文件规定保证值的，判为合格。

7.1.2 没有达到合同或设计文件规定保证值的，判为不合格。

7.2 综合指标的评价

7.2.1 评价等级：优、良、合格和不合格。

7.2.2 评价方法：综合评价法。

8 检测单位

8.1 国家政府机构认可成立的第三方。

8.2 应具有公正性、独立性和诚信度，具备承担相应法律责任的能力。

8.3 应具有完善的组织机构、高效的质量管理和可靠的技术能力。

附录 A
(资料性附录)
基础参数

A.1 机组主要运行参数见表 A.1。

表 A.1 机组主要运行参数

序 号	项 目	单 位	数 据	
			时间 1	时间 2
1	机组负荷	MW		
2	锅炉负荷	t/h		
3	主蒸汽压力	MPa		
4	主蒸汽温度	℃		
5	给水压力	MPa		
6	给水温度	℃		
7	甲/乙侧引风机勺管开度	%		
8	甲/乙侧引风机电流	A		
9	甲/乙侧送风机勺管开度	%		
10	甲/乙侧送风机电流	A		
11	排烟温度	℃		
12	排烟氧量	%		
13	锅炉热效率	%		
14	当日大气压力	MPa		

A.2 燃煤的工业分析和硫分分析见表 A.2。

表 A.2 燃煤的工业分析和硫分分析

序 号	项 目	符 号	单 位	数 据
1	全水分	M_t	%	
2	外在水分	M_f	%	
3	内在水分	M_{inh}	%	
4	收到基灰分	A_{ar}	%	
5	可燃基挥发分	V_{daf}	%	
6	低位发热量	$Q_{net,ar}$	kJ/kg	
7	收到基燃煤全硫分	$S_{t,ar}$	%	
8	收到基燃煤有机硫分	$S_{o,ar}$	%	
9	收到基固定碳	FC_{ar}	%	

A.3 燃煤元素分析见表 A.3。

表 A.3 燃煤元素分析

序 号	项 目	符 号	单 位	数 据
1	氢	H _{ar}	%	
2	氧	O _{ar}	%	
3	氮	N _{ar}	%	
4	碳	C _{ar}	%	
5	硫	S _{ar}	%	

A.4 典型湿法脱硫系统的主要运行参数见表 A.4。

表 A.4 典型湿法脱硫系统的主要运行参数

试验工况：

试验时间： 年 月 日

序 号	项 目	单 位	数 据	
			时间 1	时间 2
1	机组负荷	MW		
2	燃煤量	t/h		
3	燃煤收到基硫分	%		
4	进/出口烟气 SO ₂ 体积浓度	10 ⁻⁶		
5	进/出口烟气 NO _x 体积浓度	10 ⁻⁶		
6	进/出口烟气 O ₂	%		
7	进/出口烟气温度	℃		
8	新鲜浆液	质量流量	t/h	
9		固体质量分数	%	
10	循环浆液	质量流量	t/h	
11		固体质量分数	%	
12		pH 值		
13	循环 氧化槽	浆液液位	m	
14		排浆质量流量	t/h	
15		固体质量分数	%	
16	氧化空气体积流量	m ³ /h		
17	系统压力降	Pa		
18	除雾器压力降	Pa		
19	脱硫石膏生成质量流量	t/h		
20	脱硫废水生成质量流量	t/h		
21	固态吸收剂质量消耗量	t/h		
22	水质量消耗	t/h		
23	钙硫化			
24	液气比			
25	电能消耗	kW · h		
26	其他			
27				

记录：

审核：

A.5 脱硫吸收剂——石灰石理化特性分析的主要内容见表 A.5。

表 A.5 脱硫吸收剂——石灰石理化特性分析的主要内容

试验工况:

采样时间: 年 月 日 时 分

分析时间: 年 月 日 时 分

序号	参数	单位	数据	序号	参数	单位	数据
1	总钙	%		6	活性	℃	
2	CaCO ₃	%		7	比表面积	m ² /g	
3	MgCO ₃	%		8	平均粒径	μm	
4	惰性成分	%		9	形态		
5	纯度	%		10	易磨性指数	kW·h/t	

分析:

审核:

A.6 吸收剂——石灰的理化特性分析的主要内容见表 A.6。

表 A.6 吸收剂——石灰的理化特性分析的主要内容

试验工况:

采样时间: 年 月 日 时 分

分析时间: 年 月 日 时 分

序号	参数	单位	数据	序号	参数	单位	数据
1	CaO	%		6	纯度	%	
2	MgO	%		7	活性分析	℃	
3	CaCO ₃	%		8	平均粒径	μm	
4	MgCO ₃	%		9	比表面积	m ² /g	
5	其他物质	%		10	形态		

分析:

审核:

A.7 脱硫副产物理化特性分析的主要内容见表 A.7。

表 A.7 脱硫副产物理化特性分析的主要内容

试验工况:

采样时间: 年 月 日 时 分

分析时间: 年 月 日 时 分

序号	参数	单位	数据	序号	参数	单位	数据
1	钙	%		8	水分	%	
2	镁	%		9	其他物质	%	
3	钠	%		10	比表面积	m ² /g	
4	钾	%		11	平均粒径	μm	
5	碳酸盐	%		12	稳定性		
6	硫酸盐	%		13	形态		
7	亚硫酸盐	%					

分析:

审核:

A.8 脱硫废水理化特性分析的主要内容见表 A.8。

表 A.8 脱硫废水理化特性分析的主要内容

试验工况:

采样时间: 年 月 日 时 分

分析时间: 年 月 日 时 分

序号	参数	单位	数据	序号	参数	单位	数据
1	金属离子	%		6	硫酸盐	%	
2	总硫	%		7	碳酸盐	%	
3	氯	%		8	磷酸盐	%	
4	氟	%		9	硝酸盐	%	
5	亚硫酸盐	%		10	有机酸	%	

分析:

审核:

A.9 圆形烟道测量直径和测量点的确定见表 A.9。

表 A.9 圆形烟道测量直径和测量点的确定

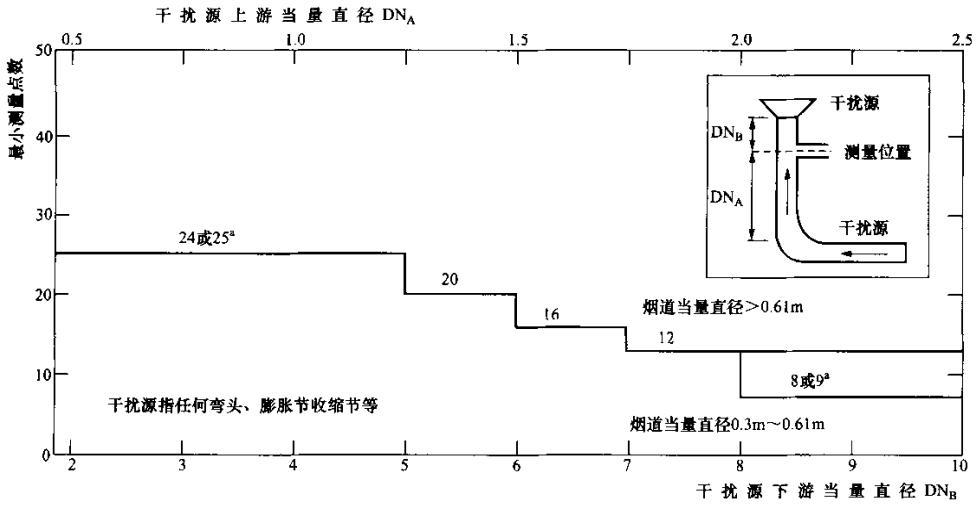
烟道直径 m	等面积圆环 个	测量直径数 根	测量点数 个
<0.3	—	—	1
0.3~0.6	1~2	1~2	2~8
0.6~1.0	2~3	1~2	4~12
1.0~2.0	3~4	1~2	6~16
2.0~4.0	4~5	2	16~20
>4.0	5~8	2	20~32

A.10 矩形烟道测量孔和测量点的确定见表 A.10。

表 A.10 矩形烟道测量孔和测量点的确定

边长 m	≤0.5	0.5~1.0	1.0~1.5	1.5~3	3~4	>4
测量孔 个	1~2	2~3	3~5	4~8	6~10	10~15
测量点 个/孔	2~3	3~5	4~6	5~10	8~12	10~15

A.11 烟气检测位置最小检测见图 A.1。



a 为矩形烟道的数量。

图 A.1 烟气检测位置最小检测图

附录 B
(资料性附录)
检测系统

B.1 脱硫系统的检测是一项系统性的工作，是准确检测并运用和解释检测信息，为业主方、供应商和环境管理者判断脱硫工程实施后，在允许的时间和最大的投资限度内，达到预期环境目标、技术目标 and 经济效益可靠的技术依据。

B.2 检测系统的结构性框图见图 B.1。

B.3 检测单位应严格按照检测系统的要求和步骤，有组织、有计划地完成检测任务。

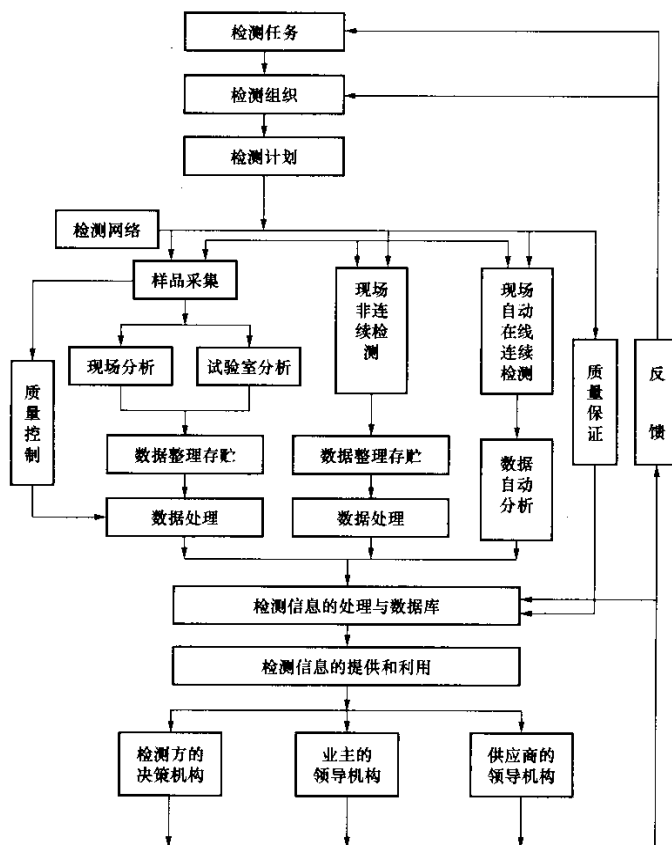


图 B.1 检测系统的结构性框图

附录 C
(资料性附录)
检测组织

C.1 检测组织应由检测方、业主方和供应商组成。

C.2 检测组织应成立检测领导小组和若干个检测工作组，检测的组织机构见图 C.1。

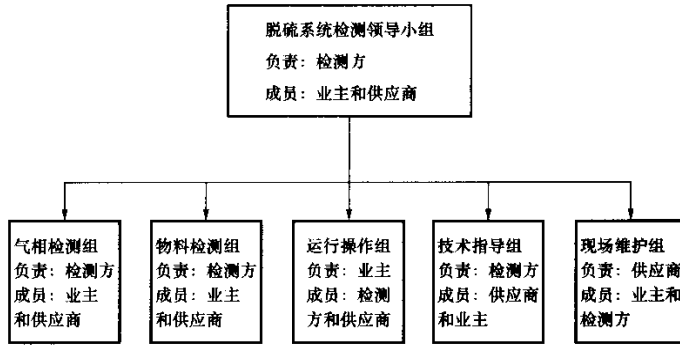


图 C.1 检测组织机构

C.3 检测各方的职责:

C.3.1 检测方为检测的技术总负责，其主要职责是:

- a) 编制检测计划;
- b) 落实检测工况以及相关的技术条件和要求;
- c) 正确执行所有的检测项目;
- d) 合理解决检测过程中出现的技术问题;
- e) 协调参加检测各方的关系;
- f) 收集所有检测项目检测结果的原始数据并进行分析计算;
- g) 编制检测结果的最终报告和评价;
- h) 向业主和供应商提交最终的检测报告。

C.3.2 业主方为检测的参加方，业主方应派专责代表和一定数量的专业技术人员参加检测，其主要职责是:

- a) 确认检测方提交的检测计划;
- b) 配合检测方落实检测工况以及相关的技术条件和要求;
- c) 提供现场必要的检测条件和安全措施;
- d) 负责机组和脱硫系统检测工况的调整、运行和维护，确保脱硫系统包括所有设备、子系统的主要性能指标满足有关标准、技术规范和保证值的要求;
- e) 负责机组和脱硫系统主要运行参数的记录;
- f) 配合检测方进行相关的检测项目和资料收集;
- g) 接收检测方提交的检测报告。

C.3.3 供应商为检测的参加方，供应商应派专责代表和一定数量的专业技术人员配合检测，其主要职责是:

- a) 向检测方提供必要的技术资料和技术文件。
- b) 确认检测方提交的检测计划; 在业主方的配合下，负责脱硫系统相关就地和在线检测仪表的校正和标定。

- c) 指导业主方的运行操作人员严格按照《脱硫运行手册》进行正确的工况调整和运行操作，确保检测工况符合或达到设计工况的要求。
- d) 及时解决检测过程中脱硫系统可能出现的技术故障。
- e) 接收检测方提交的检测报告。

附录 D
(资料性附录)
检测流程

D.1 完整的检测流程包含检测计划、检测网络、检测准备、现场检测、样品分析、数据和信息处理、检测报告以及质量控制和质量保证措施。

D.2 检测计划：由检测方编制，其涉及的项目和条款包括：

- a) 检测任务的来源、目的以及检测对象当前的建设和运行状况；
- b) 检测组织以及所有参与检测各方的职责；
- c) 在实施检测前的技术准备，如资料的收集、检测条件的具备；
- d) 将要进行的检测内容以及检测时间和进度安排；
- e) 在检测过程中机组运行的工况及稳定性、燃煤煤种及稳定性、脱硫吸收剂的质量、脱硫系统的运行方式、同一工况检测的时间和检测次数；
- f) 所有采集样品的位置和储存程序；
- g) 所有检测仪器和设备的校准、检测方法和要求；
- h) 机组、脱硫系统、检测设备等发生意外故障时，检测计划的应对措施；
- i) 将要采用的确保检测数据有效性和可靠性的质量保证体系；
- j) 所有检测数据的整理、计算和打印的程序和要求。

D.3 检测网络：由检测方编制。

D.3.1 检测网络设计的原则：

- a) 保证总体中所有组成部分都有同等的机会被抽入样本；
- b) 采集的样本应有代表性，且要保证样本量；
- c) 保证采集样本的有效性以及检测结果的准确度。

D.3.2 检测网络应涉及的项目和条款主要有：

- a) 脱硫检测网络由样品采集、自动在线连续检测和手动非连续检测 3 个站组成；
- b) 各组成部分样本的检测方法，包括检测位置、检测点数、样本采集量和检测方案。

D.4 检测准备

D.4.1 由检测各方协商确定检测期间机组负荷的具体安排。

D.4.2 由业主采购、贮备足够量的试验煤种，保证试验煤种等于或接近设计煤种，且煤种的波动小，特别是燃煤硫分、低位发热量和灰分。

D.4.3 由业主采购、贮备足够量的脱硫吸收剂，并保证吸收剂的质量满足设计要求。

D.4.4 业主将机组调整到正常连续运行状态，确保机组能在各种检测工况下正常稳定（机组负荷上下波动不超过 3%~5%）地运行。

D.4.5 供应商在业主的配合下，将脱硫系统调整到较好的运行状态，确保脱硫系统在检测期间能正常、稳定地运行。

D.4.6 供应商在业主的配合下，对脱硫系统以及与脱硫系统有关的就地和在线检测仪表，按照有关标准和规定进行必要的校准和标定。

D.4.7 检测方对参加检测的所有人员进行相应的技术培训。

附录 E
(资料性附录)
基本公式

E.1 瞬时脱硫效率见式 (E.1)。

$$\eta_i = \left(\frac{q_{m\text{SO}_2, \text{in}} - q_{m\text{SO}_2, \text{out}}}{q_{m\text{SO}_2, \text{in}}} \right) \times 100\% \quad (\text{E.1})$$

式中:

η_i ——瞬时脱硫效率, %;

$q_{m\text{SO}_2, \text{in}}$ ——进入脱硫系统时烟气中 SO_2 的质量流量, kg/h;

$q_{m\text{SO}_2, \text{out}}$ ——流出脱硫系统时烟气中 SO_2 的质量流量, kg/h。

E.2 平均脱硫效率见式 (E.2) 或式 (E.3)。

$$\eta = \left(1 - \frac{\sum_{i=1}^n \rho_{i\text{SO}_2, \text{out}}}{\sum_{i=1}^n \rho_{i\text{SO}_2, \text{in}}} \right) \times 100\% \quad (\text{E.2})$$

或者

$$\eta = \left(1 - \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \frac{\rho_{i\text{SO}_2, \text{out}}}{\rho_{i\text{SO}_2, \text{in}}} \right) \times 100\% \quad (\text{E.3})$$

式中:

$\rho_{i\text{SO}_2, \text{in}}$ 、 $\rho_{i\text{SO}_2, \text{out}}$ ——脱硫系统进、出口烟气中折算到标准状况下干态和氧量为 6% 时的 SO_2 瞬时质量浓度。

E.3 标准状况下干态氧量为 6% 时的 SO_2 排放质量浓度 (ρ_{SO_2}) 见式 (E.4) 和式 (E.5)。

$$\rho_{\text{SO}_2} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \rho_{i\text{SO}_2} \quad (\text{E.4})$$

$$\rho_{i\text{SO}_2} = (2.86 C_{i\text{SO}_2}) \times \frac{15}{21 - O_{2i}} \quad (\text{E.5})$$

式中:

$\rho_{i\text{SO}_2}$ ——瞬时标准状况下干态氧量为 6% 时的 SO_2 质量浓度, mg/m^3 ;

$C_{i\text{SO}_2}$ ——瞬时实际测量的干基 SO_2 体积浓度 (10^{-6});

O_{2i} ——瞬时实际测量的干基氧分, %。

E.4 系统可利用率计算见式 (E.6)。

$$\text{系统可利用率} = \frac{A - B}{A} \times 100\% \quad (\text{E.6})$$

式中:

A ——脱硫装置统计期间可运行小时数;

B ——脱硫装置统计期间强迫停运小时数。