ICS 27.100
F 23
备案号：53900-2016

DL

中华人民共和国电力行业标准

DL/T 986 — 2016
代替 DL/T 986 — 2005

湿法烟气脱硫工艺性能检测技术规范

Technical specification for performance test of wet flue gas desulphurization

2016-01-07发布　　2016-06-01实施

国家能源局　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　检测条件 …… 2
5　性能指标检测 …… 2
6　数据处理 …… 6
7　检测报告 …… 6
附录 A（资料性附录）　基础参数 …… 8
附录 B（资料性附录）　烟气中 SO_3 的检测方法 …… 13
附录 C（资料性附录）　基本公式 …… 15

前　言

本标准按照 GB/T 1.1—2009《标准化工作导则　第 1 部分：标准的结构和编写》给出的规则起草。

本标准是对 DL/T 986—2005《湿法烟气脱硫工艺性能检测技术规范》的修订。与 DL/T 986—2005 相比，本版修订主要对以下内容进行了修改：

——增加检测条件的条款。

——更新检测内容部分的具体指标。

——删除功能指标条款。

——更新烟气成分检测的相关条款。

——删除脱硫浆液循环氧化检测条款。

——增加除雾器出口烟气雾滴检测条款。

——更新能源消耗检测条款。

——增加噪声的相关检测条款。

——删除环境状况评价系统条款。

——删除检测结果的评价条款。

——删除检测单位的条款。

——删除检测系统、检测组织以及检测流程资料性附录。

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。

本标准起草单位：国电环境保护研究院、大唐科技产业集团有限公司、浙能技术研究院有限公司。

本标准主要起草人：王小明、薛建明、刘涛、陈焱、王宏亮、李忠华、刘春红、马利君、管一明、许雪松、裴杰、薛洋企、董月红。

本标准自实施之日起代替 DL/T 986—2005。

本标准在执行过程中的意见或建议反馈至中国电力企业联合会标准化管理中心（北京市白广路二条一号，100761）。

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

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件，仅注日期的版本适用于本文件。凡是不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

GB/T 5484 石膏化学分析方法

GB/T 5762 建材用石灰石、生石灰和熟石灰化学分析方法

GB/T 6904 工业循环冷却水及锅炉用水中 pH 的测定

GB/T 7484 水质氟化物的测定 离子选择电极法

GB 8978 污水综合排放标准

GB/T 14415 工业循环冷却水和锅炉用水中固体物质的测定

GB/T 15453 工业循环冷却水和锅炉用水中氯离子的测定

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

GB 50122 工业企业噪声测量规范

DL/T 323 干法烟气脱硫用生石灰的活性测定方法

DL/T 943 烟气湿法脱硫用石灰石粉反应速率的测定

DL/T 997 火电厂石灰石—石膏湿法脱硫废水水质控制指标

JC/T 478.2 建筑石灰试验方法

JC/T 2074 烟气脱硫石膏

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

单位时间内烟气脱硫设施脱除的 SO_2 量与进入脱硫设施时烟气中的 SO_2 量之比。

3.2

二氧化硫排放质量浓度 sulfur dioxide effluent-quality concentration

烟气经脱硫设施脱除 SO_2 后，将实际测量的 SO_2 排放体积浓度折算为标准状态下干烟气（101.3kPa，273.15K，湿度为零）和氧量为 6%状态下的 SO_2 质量浓度。

3.3

钙硫化学计量比 calcium-sulfur stoichiometric proportion

投入脱硫设施中的钙基吸收剂与脱硫设施脱除的 SO_2 摩尔数之比，它同时表示脱硫设施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

液气比　liquid-gas ratio

吸收塔浆液喷淋体积流量和吸收塔出口标准状态湿烟气体积流量之比。

3.5

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，指脱硫副产物的固体物料中硫酸根离子摩尔数与硫酸根离子和亚硫酸根离子摩尔数总和之比。

3.6

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。

3.7

雾滴含量　dripping content of the demister outlet gas

除雾器出口烟气中所携带浆液的质量浓度。

3.8

石灰石反应速率　limestone dissolution rate

石灰石中碳酸盐与酸的反应速率。

4　检测条件

4.1　性能检测期间燃用煤质、吸收剂品质、工艺水品质应保持稳定，符合检测工况要求。

4.2　性能检测期间脱硫设施应处于稳定运行状态，脱硫设施的运行参数不应有大的变化，每个测试工况锅炉负荷波动不宜超过 5%。

4.3　性能检测时，应将烟气流量、温度、烟尘浓度、SO_2浓度等参数调整到指定检测工况。

5　性能指标检测

5.1　检测内容

5.1.1　环境指标应包括下列内容：

a）　脱硫效率；

b）　SO_2排放质量浓度；

c）　烟尘排放质量浓度；

d）　NO_x排放质量浓度（以 NO_2 计）；

e）　SO_3排放质量浓度、HF 排放质量浓度、HCl 排放质量浓度；

f）　脱硫设施出口烟气温度；

g）　除雾器出口烟气雾滴含量；

h）　脱硫副产物含湿量和主要成分；

i）　脱硫废水质量流量和主要成分；

j）　脱硫设备噪声；

k）　脱硫设备表面温度。

5.1.2　经济指标应包括下列内容：

a）　系统压力降；

b）　吸收剂的消耗量和脱硫副产物产量；

c）　电能消耗；

d）　水量消耗；

e） 蒸汽、压缩空气消耗量（如果有）。

5.2 检测方法

5.2.1 机组及脱硫设施主要运行参数记录

5.2.1.1 机组的主要运行参数可由 DCS 记录，每分钟记录一组数据，统计时间内应取平均值。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，必要时应进行燃煤的元素分析。

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

5.2.1.3 燃煤煤样应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。

5.2.1.4 其他参数记录的内容及方式应符合下列要求：

a） 检测参数应以检测方的监测仪为主，采用自动记录和存贮方式；

b） 脱硫设施的运行参数应以脱硫设施自身的监测仪为主，采用自动记录和存贮方式；

c） 典型湿法脱硫设施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，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，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，记录的参数参见附录 A 中表 A.8。

5.2.2 烟气成分检测

5.2.2.1 检测仪器：应经过校验，符合检测标准要求。

5.2.2.2 检测位置：脱硫设施吸收塔进、出口烟道。具体位置的选择参照 GB/T 16157。

5.2.2.3 检测参数：烟气中的 SO_2、SO_3、HCl、HF、NO_x 体积浓度和氧量。

5.2.2.4 检测布点：脱硫设施进出口烟气中的 SO_2、NO_x、氧量等气态物的参数采用多点测量后取平均值，采样点数目参照 GB/T 16157。

5.2.2.5 检测应采用下列方法：

a） O_2 应采用顺磁法测量。

b） SO_2 应采用抽取法高分辨率二氧化硫紫外分析技术或者红外分析技术。

c） SO_3 应采用化学法采样和分析，最后将吸收液中 SO_3 含量折算到烟气中 SO_3 浓度，检测方法参见附录 B。

d） NO 宜采用抽取法紫外分析技术或者红外分析技术，测量结果应折算成 NO_2。NO_2 采用抽取法紫外分析技术。

e） HCl 应采用化学法采样分析，最后将吸收液中 HCl 含量折算到烟气中 HCl 浓度。采样方法参照 GB/T 16157，吸收液为两组 100ml 蒸馏水，抽取烟气流速宜小于 3L/min，检测方法参照 GB/T 15453。

f） HF 应采用化学法采样分析，应将吸收液中 HF 含量折算到烟气中 HF 浓度。采样方法应参照 GB/T 16157，吸收液宜为两组 70ml 氢氧化钠（浓度为 0.1mol/L）和 15ml 过氧化氢（浓度为 3%）溶液混合液，抽取烟气流速应小于 3L/min，检测方法可参照 GB/T 7484。

5.2.2.6 参数计算：脱硫效率、标准状况下干态氧量为 6%时的 SO_2 排放质量浓度和 NO_x 排放质量浓度、单位时间内的 SO_2 排放质量等参数计算方法参照附录 C。

5.2.3 烟气流量检测

5.2.3.1 检测仪器：应经过校验，符合检测标准要求。

5.2.3.2 检测位置：脱硫设施吸收塔进、出口烟道；具体位置的选择参照 GB/T 16157。

5.2.3.3 检测参数：烟道气的静压、动压、温度、含湿量和大气压力。

5.2.3.4 检测布点：参照 GB/T 16157。圆形烟道测量孔的数量不宜少于附录 A 中表 A.9 所列的数量，矩形烟道测量孔的数量不宜少于附录 A 中表 A.10 所列的数量。最少检测点数应满足附录 A 中图 A.1 的要求。

5.2.3.5 检测方法：参照 GB/T 16157。

5.2.3.6 数据处理：参照 GB/T 16157。

5.2.3.7 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。

5.2.4 烟尘浓度检测

5.2.4.1 检测仪器：应经过校验，符合检测标准要求。

5.2.4.2 检测位置：脱硫设施吸收塔进、出口烟道；具体位置的选择参照 GB/T 16157。

5.2.4.3 检测布点：参照 GB/T 16157。

5.2.4.4 检测方法：参照 GB/T 16157。

5.2.4.5 参数计算：标准状况下干态烟尘质量浓度、标准状况下干态氧量为 6%时的烟尘质量浓度和单位时间内的烟尘排放质量、除尘效率。

5.2.5 脱硫吸收剂检测

5.2.5.1 采样位置：吸收剂的固相样品宜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；吸收剂浆液样品应在其新鲜浆液槽或新鲜浆液的输送管道上定期采集。

5.2.5.2 采样方法应符合下列要求：

a） 入仓粉料样品的采集应符合下列要求：

1） 应直接在石灰石（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。每辆粉罐车宜抽取 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，每份样不应少于 300g，取得的粉样应立即装入密闭、防潮的容器中。

2） 应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） 当对每天入库的粉料作为一个批量进行分析时，应将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。应立即装入密闭、防潮的容器中保存，并注明采样日期、采样人员、采样点。

b） 下料管道样品的采集应符合下列要求：

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，应取 5 份样；若以一天的下料作为一个批量分析，应间隔 1h～1.5h 采集一份样品，每份样品的数量应不少于 300g，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 5.2.5.2a）。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 2 倍～3 倍直管段直径的距离。

c） 吸收剂浆液的采集应符合下列要求：

1） 采集容器应为洁净的硬质玻璃瓶或塑料制品。采样前应用浆液冲洗 2 次～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，应先放掉 500mL～1000mL 浆液冲洗采样瓶后再采样，每次采样不应小于

500mL。

3） 若每 12h 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 浆液样品。100mL 浆液样品用于测固体质量分数，500mL 浆液样品用定性滤纸过滤，滤液用于测定 pH 值、钙、镁离子。

5.2.5.3 应检测下列参数：

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/石灰。

c） 吸收剂浆液：pH 值、固体质量分数、钙和镁离子。

5.2.5.4 检测方法应符合下列要求：

a） 有效氧化钙的测定应符合下列要求：

1） 试剂：蔗糖、1%酚酞乙醇溶液和 0.5mol/L 的 HCl 标准溶液。

2） 分析步骤：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，放入数粒干燥清洁的玻璃珠，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 滴～3 滴 1%酚酞乙醇溶液，以 0.5mol/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，记录 0.5mol/L HCl 消耗量。

3） 数据处理：有效氧化钙的质量分数应按公式（1）计算：

$$W_{CaO}=\frac{0.028\,04cV}{m}\times 100\% \qquad (1)$$

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；

0.028 04——标准每毫克摩尔氧化钙的克数；

m——试样的质量，g。

b） 氢氧化钙和碳酸钙的测定：参照 JC/T 478.2。

c） 氧化钙和氧化镁的测定：参照 JC/T 478.2。

d） 碳酸钙和碳酸镁的测定：参照 GB/T 5762。

e） 石灰活性分析：参照 DL/T 323。

f） 石灰石反应速率分析：参照 DL/T 943。

g） 吸收剂浆液固体质量分数的测定：参照 GB/T 14415。

h） 吸收剂浆液 pH 值的测定：参照 GB/T 6904。

i） 吸收剂浆液钙、镁离子的测定：参照 GB/T 5762。

5.2.6 除雾器出口烟气雾滴检测

5.2.6.1 采样位置：除雾器出口烟道，采样点数参照 GB/T 16157。

5.2.6.2 参数计算：除雾器出口烟气雾滴携带量。

5.2.6.3 检测方法：参照 GB/T 21508。

5.2.7 脱硫副产物检测

5.2.7.1 采样位置：脱水机末端。

5.2.7.2 检测参数：附着水含量（湿基）、pH 值、水溶性氧化镁、水溶性氧化钠、二水硫酸钙、半水亚硫酸钙、氯离子。

5.2.7.3 检测方法：附着水含量（湿基）、pH 值、水溶性氧化镁、水溶性氧化钠检测参照 GB/T 5484，二水硫酸钙、半水亚硫酸钙、氯离子检测参照 JC/T 2074。

5.2.8 脱硫设施排放废水检测

5.2.8.1 采样位置：脱硫设施废水处理系统出口。

5.2.8.2 检测参数：参照 DL/T 997。

5.2.8.3 检测方法：参照 GB 8978。

5.2.9 能源消耗检测

5.2.9.1 能源消耗应包括电能消耗、水消耗、蒸汽消耗以及压缩空气消耗。

5.2.9.2 能源消耗应在下列位置检测：

a） 电能消耗的计量宜按照脱硫电气控制系统的电动机控制中心仪表所示数据；

b） 水消耗的计量宜按照脱硫供水设施出口分配母管流量；

c） 蒸汽消耗的计量宜按照脱硫设施供汽管道处流量；

d） 外供压缩空气消耗的计量宜按照脱硫设施供气管道处流量。

5.2.9.3 应采用下列方法进行检测：

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；若脱硫设施无风机，系统阻力能耗应通过设施出入口压差折算成电耗。

b） 水消耗量采用水分配母管上的超声波流量计或在线流量计测量。

c） 蒸汽消耗和压缩空气消耗采用超声波流量计或在线流量计测量。

5.2.10 设备噪声检测

5.2.10.1 检测位置：距产生噪声的设备 1m 处。

5.2.10.2 检测方法：参照 GB 50122。

5.2.11 设备表面温度检测

5.2.11.1 检测位置：保温设备的表面。

5.2.11.2 检测方法：红外温度计测量。

5.3 检测结论

检测后宜将评价指标和测试分析指标进行比较，达到合同或者设计文件规定值的，应判为合格，没有达到的应判为不合格。

6 数据处理

应依据设计及供货合同中的性能修正曲线，将脱硫设施实际运行工况的性能检测数据折算到设计工况。

7 检测报告

检测方应根据检测的过程和结果编制完整的检测报告。检测报告至少应包括概述、目的、内容、检测条件、检测方法、检测结果、结论、附件等，具体应符合下列要求：

a） 概述：介绍项目的由来和脱硫设施的建设状况及主要设计参数和工艺参数。

b） 检测目的：包括脱硫设施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、燃煤和脱硫设施等在检测期间实际达到的运行状况。

e） 检测方法：包括测试采用的规范及标准、测试用的仪器型号、化学试剂名称、测试过程及测试步骤等。

f） 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。

g） 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，对脱硫设施做出综合性的评价。

h） 附件：包括脱硫设施流程图、检测位置和测点布置图、修正曲线、有关检测的原始数据和表格等。

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	时间 3
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/乙侧引风机开度	%			
8	甲/乙侧引风机电流	A			
9	甲/乙侧送风机开度	%			
10	甲/乙侧送风机电流	A			
11	排烟温度	℃			
12	排烟氧量	%			
13	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	干燥无灰基挥发分	V_{daf}	%	
6	收到基固定碳	FC_{ar}	%	
7	收到基低位发热量	$Q_{net,ar}$	kJ/kg	
8	收到基硫分	S_{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_{daf}	%	
2	氧	O_{daf}	%	
3	氮	N_{daf}	%	
4	碳	C_{daf}	%	
5	硫	S_{daf}	%	

A.4 典型湿法脱硫设施的主要运行参数见表 A.4。

表 A.4 典型湿法脱硫设施的主要运行参数

检测工况：　　检测时间：　　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/出口烟气烟尘质量浓度		mg/m^3		
5	进/出口烟气 SO_2 质量浓度		mg/m^3		
6	进/出口烟气 NO_x 质量浓度		mg/m^3		
7	进/出口烟气氧量		%		
8	进/出口烟气温度		℃		
9	新鲜浆液	质量流量	t/h		
10		固体质量分数	%		
11	循环浆液	质量流量	t/h		
12		固体质量分数	%		
13		pH 值			
14	循环氧化槽	浆液液位	m		
15		排浆质量流量	t/h		
16		固体质量分数	%		
17	氧化空气体积流量		m^3/h		
18	系统压力降		Pa		
19	除雾器压力降		Pa		
20	脱硫石膏生成质量流量		t/h		
21	脱硫废水生成质量流量		t/h		
22	固态吸收剂质量消耗量		t/h		
23	水质量消耗		t/h		
24	钙硫化				
25	液气比				
26	电能消耗		kW・h		
27	其他				
28					

记录：　　审核：

CHINA ELECTRIC POWER PRESS

A.5 吸收剂——石灰石理化特性分析的主要内容见表 A.5。

表 A.5 吸收剂——石灰石理化特性分析的主要内容

检测工况：

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

检测工况：

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	℃	
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

检测工况：

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	气味（湿基）			7	pH（干基）		
2	附着水含量（湿基）	%		8	氯离子（干基）	mg/kg	
3	二水硫酸钙（干基）	%		9	其他物质	%	
4	半水亚硫酸钙（干基）	%		10	比表面积	m^2/g	
5	水溶性氧化镁（干基）	%		11	平均粒径	μm	
6	水溶性氧化钠（干基）	%		12	稳定性		

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

检测工况：

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	总汞	mg/L		7	总锌	mg/L	
2	总镉	mg/L		8	悬浮物	mg/L	
3	总铬	mg/L		9	化学需氧量	mg/L	
4	总砷	mg/L		10	氟化物	mg/L	
5	总铅	mg/L		11	硫化物	mg/L	
6	总镍	mg/L		12	pH		

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 烟气检测位置最少检测点数取值分布见图 A.1。

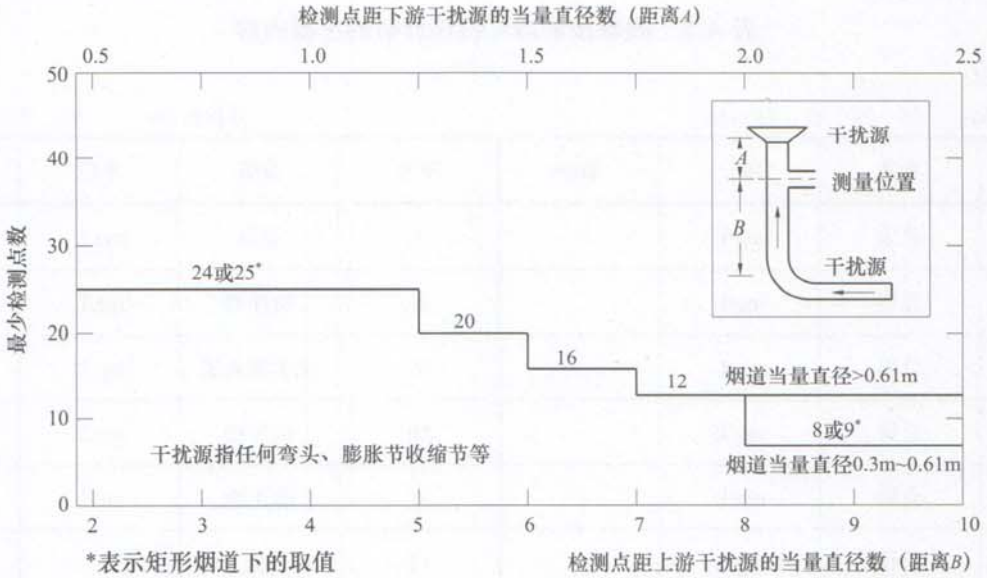


图 A.1 最少检测点数取值分布图

附 录 B
（资料性附录）
烟气中 SO_3 的检测方法

B.1 试验设施

B.1.1 烟气取样器。

B.1.2 电加热烟气套管（伴热管），烟气温度保持在 150℃以上。

B.1.3 石英排出管内塞石英棉，用以过滤固体颗粒。

B.1.4 玻璃蛇形收集管。

B.1.5 玻璃滤板（孔径≤0.65μm）。

B.1.6 干燥塔（内装变色硅胶），用于吸收水蒸气，以保护真空泵。

B.1.7 真空泵（最大流量 20L/min）。

B.1.8 针型阀。

B.1.9 湿式流量计。

B.2 试验试剂

B.2.1 试验用水为去离子水，试验所用试剂纯度高于分析纯。

B.2.2 溴酚蓝指示剂：称取 0.5g 溴酚蓝于 1L 20%乙醇溶液中（称取 0.025g 溴酚蓝于 50mL 20%乙醇溶液中）。

B.2.3 混合指示剂：称取溴甲酚绿 1g 溶于 14mL NaOH（0.1mol/L）溶液中，可用平头玻璃棒研磨并溶于 1L 水中。另取甲基红 1g 溶于 37mL NaOH（0.1mol/L）溶液中，再溶于 1L 水中，使用时两种溶液等体积混合；称取溴甲酚绿 0.05g 溶于 0.7mLNaOH（0.1mol/L）溶液中，可用平头玻璃棒研磨并溶于 50mL 水中，另取甲基红 0.05g 溶于 2mLNaOH（0.1mol/L）溶液中，再溶于 50mL 水中，使用时两种溶液等体积混合。

B.2.4 5%异丙醇溶液：量取 25mL 异丙醇于 475mL 水中，储存于玻璃瓶中。

B.2.5 3%H_2O_2 溶液：量取 50mL 30% H_2O_2 于 450mL 水中，储存于塑料瓶中，作为吸收液。

B.2.6 0.1mol/L NaOH 标准溶液：称取 2g NaOH 试剂溶于 500mL 水（沸腾并冷却后）中，充分混合均匀后储于聚乙烯瓶中，用苯二甲酸氢钾标定：准确称取预先在约 120℃干燥 1h 的苯二甲酸氢钾基准试剂 0.1g（m）于 300mL 烧杯中，加入已沸腾 5min 并经中和、自然冷却的去离子水 150mL，然后加入酚酞指示剂 2 滴～3 滴，以 0.1mol/L NaOH 标准溶液滴定至微红色（消耗体积为 V_1），滴定度：$T_{SO_3} = 40.03m / (0.204\,2V_1)$。

B.2.7 0.5mol/L NaOH 标准溶液：称取 10g NaOH 试剂溶于 500mL 水（沸腾并冷却后）中，充分混合均匀后储于聚乙烯瓶中，用苯二甲酸氢钾标定：准确称取预先在约 120℃干燥 1h 的苯二甲酸氢钾基准试剂 0.1g（m）于 300mL 烧杯中，加入已沸腾 5min 并经中和、自然冷却的去离子水 150mL，然后加入酚酞指示剂 2 滴～3 滴，以 0.5mol/L NaOH 标准溶液滴定至微红色（消耗体积为 V_1），滴定度：$T_{SO_3} = 40.03m / (0.204\,2V_1)$。

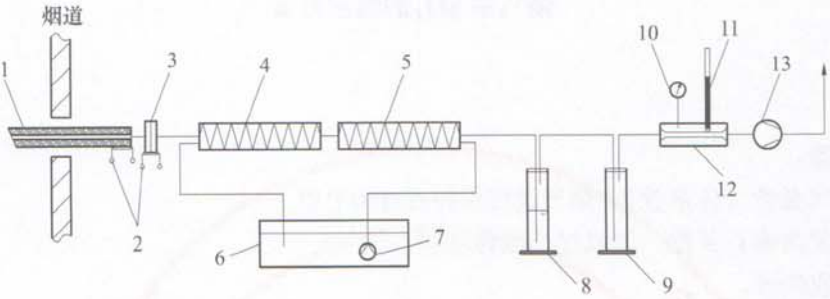
B.3 SO_3 收集管洗液

B.3.1 A 洗液：每 50mL 5%异丙醇溶液中滴加 2 滴溴酚蓝指示剂，用 0.1moL/L NaOH 溶液调整溶液颜色由黄色变为蓝色。

B.3.2 B 洗液：每 50mL 5%异丙醇溶液中滴加 2 滴混合指示剂，用 0.1moL/L NaOH 溶液调整溶液颜色由酒红至亮绿色。

B.4 采样流程

烟气中 SO_3 采样流程见图 B.1。



1—采样管；2—电伴热；3—石英过滤器；4、5—二级玻璃螺旋吸收管；6—水浴；7—水力循环泵；8—吸收容器；9—液滴分离器；10—大气压力计；11—温度计；12—流量计；13—真空泵

图 B.1 烟气中 SO_3 采样流程

B.5 测量过程

测量过程应符合下列要求：

a） 取样前准备：保证玻璃蛇形收集管和玻璃滤板清洁、干燥（用丙酮清洗，在空气中干燥），若玻璃滤板上有难于清洗的固体异物，可用重络酸钾处理后清洗干净；确保连接处密封（可用硅油密封）。

b） 取样时，应按下列方法使 SO_3 收集管内水温不宜低于 60℃：

1） 加大高温烟气流量；

2） 自动水温调节设施；

3） 热水循环设施。

c） SO_3 洗液用量的选取：预先估计烟气中 SO_3 含量，由烟气流量来确定试剂用量的适当值（烟气流量一般取 5L/min～6L/min），以确保既采到足够量的 SO_3，又使误差减小到适当的范围。

d） 三氧化硫的测定：试样取完后，移开 SO_3 收集管，用 80mL 洗液冲洗，定容于 100mL 容量瓶中，然后吸取适量该溶液于 100mL 烧瓶中，添加水至溶液总量为 50mL，再用 NaOH 标准溶液进行滴定。

方法 A：选用 A 洗液，用 NaOH 标准溶液滴定，直至溶液颜色发生变化（由黄色经绿色到蓝色）即为终点；

方法 B：选用 B 洗液，用 NaOH 标准溶液滴定，直至溶液颜色发生变化（由红色变为亮绿色）即为终点。

B.6 计算

烟气中的 SO_3 含量按式（B.1）计算：

$$m_{SO_3} = T_{SO_3} V_{NaOH} / V_g \tag{B.1}$$

式中：

m_{SO_3} ——烟气中 SO_3 的含量，mg/m^3；

V_{NaOH} ——消耗 NaOH 标准溶液的体积，mL；

T_{SO_3} ——NaOH 标准溶液对 SO_3 的滴定度，mg/mL；

V_g ——所抽取的干燥烟气的体积（按 0℃和 760mm 汞柱修正），m^3。

附 录 C
（资料性附录）
基 本 公 式

C.1 平均脱硫效率应按式（C.1）计算。

$$\eta=\left(1-\frac{\sum_{i=1}^{n}\rho_{iSO_2,out}}{\sum_{i=1}^{n}\rho_{iSO_2,in}}\right)\times 100\% \tag{C.1}$$

式中：

$\rho_{iSO_2,in}$、$\rho_{iSO_2,out}$——脱硫设施进、出口烟气中折算到标准状况下干态氧量为6%时的 SO_2 瞬时质量浓度，mg/m^3。

C.2 标准状况下干态氧量为6%时的 SO_2 排放质量浓度（ρ_{SO_2}）应按式（C.2）和式（C.3）计算。

$$\rho_{SO_2}=\frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n}\rho_{iSO_2} \tag{C.2}$$

$$\rho_{iSO_2}=(2.86C_{iSO_2})\times\frac{15}{21-O_{2i}} \tag{C.3}$$

式中：

ρ_{iSO_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_{iSO_2}——瞬时实际测量的干态 SO_2 体积浓度（10^{-6}）；

O_{2i}——瞬时实际测量的干态氧量，%。

C.3 标准状况下干态氧量为6%时的 NO_x 排放质量浓度（ρ_{NO_x}）应按式（C.4）和式（C.5）计算。

$$\rho_{NO_x}=\frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n}\rho_{iNO_x} \tag{C.4}$$

$$\rho_{iNO_x}=2.05\times(C_{iNO_2}+C_{iNO})\times\frac{15}{21-O_{2i}} \tag{C.5}$$

式中：

ρ_{iNO_x}——瞬时标准状况下干态氧量为6%时的 NO_x 质量浓度，mg/m^3；

C_{iNO_2}——瞬时实际测量的干态 NO_2 体积浓度（10^{-6}）；

C_{iNO}——瞬时实际测量的干态 NO 体积浓度（10^{-6}）；

O_{2i}——瞬时实际测量的干态氧量，%。

DL / T 986 — 2016
代替 DL / T 986 — 2005

中 华 人 民 共 和 国
电 力 行 业 标 准
湿法烟气脱硫工艺性能检测技术规范
DL / T 986 — 2016
代替 DL / T 986 — 2005
*
中国电力出版社出版、发行
（北京市东城区北京站西街 19 号　100005　http://www.cepp.sgcc.com.cn）
北京博图彩色印刷有限公司印刷
*
2016 年 7 月第一版　　2016 年 7 月北京第一次印刷
880 毫米×1230 毫米　16 开本　1.25 印张　31 千字
印数 0001—1000 册
*
统一书号 155123・3138　定价 **11.00** 元

敬 告 读 者
本书封底贴有防伪标签，刮开涂层可查询真伪
本书如有印装质量问题，我社发行部负责退换
版 权 专 有　翻 印 必 究

中国电力出版社官方微信　掌上电力书屋

刮开涂层
查询真伪

155123.3138

上架建议：电力工程/火力发电