

ICS 13.020.40
CCS Z 05

DB21

辽宁省地方标准

DB21/T 3793—2023

辽宁省燃煤电厂固定污染源废气
低浓度排放监测技术规范

Technical specification for low concentration emission monitoring of fixed
pollution source exhaust gas in coal fired power plants in Liaoning Province

DB21

2023-08-20 发布

2023-08-30 实施

辽宁省市场监督管理局 发布

辽宁省地方标准全文公开

DB21

目 次

前言	II
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	2
4 监测准备	2
5 采样位置和采样点设置	3
6 排气参数测定	7
7 颗粒物测定	11
8 二氧化硫、氮氧化物测定	12
9 汞及其化合物的测定	14
10 采样频次和采样时间	16
11 监测分析方法	16
12 监测结果表示和计算	16
13 质量保证和质量控制	18
附录 A（资料性）监测分析方法	22
附录 B（资料性）监测记录表	23

前 言

本文件依据 GB/T 1.1-2020《标准化工作导则 第 1 部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别这些专利的责任。

本文件由辽宁省生态环境厅提出并归口。

本文件起草单位：辽宁省生态环境监测中心。

本文件主要起草人：袁俊斌、刘枢、刘畅、张见昕、赵丽娟、姜秋俚、彭跃、赵菲、朱广钦。

本文件为首次发布。

本文件发布实施后，任何单位和个人如有问题和意见建议，均可以通过来电或来函等方式进行反馈，归口管理部门和文件起草单位将及时答复并认真处理，根据实际情况依法进行评估及复审。

归口管理部门通讯地址和联系电话：辽宁省生态环境厅（辽宁省沈阳市浑南区双园路 30 号甲），024-62788591。

文件起草单位通讯地址和联系电话：辽宁省生态环境监测中心（辽宁省沈阳市浑南区双园路 30 甲-3 号），024-62780386。

辽宁省燃煤电厂固定污染源废气低浓度排放监测技术规范

1 范围

本文件规定了辽宁省辖区内燃煤电厂固定污染源排放废气中，低浓度颗粒物、二氧化硫、氮氧化物和汞及其化合物监测的手工采样和测定技术方法。本文件适用于辽宁省辖区内燃煤电厂固定污染源废气低浓度排放监测。生活垃圾焚烧炉、危险废物焚烧炉以及采用燃油、燃气、煤矸石、生物质、油页岩、石油焦等为燃料的固定污染源废气低浓度排放监测，可参照本文件执行。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；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 4053	固定式钢梯及平台安全要求
GB/T 8196	机械安全 防护装置 固定式和活动式防护装置设计与制造一般要求
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
HJ 543	固定污染源废气 汞的测定 冷原子吸收分光光度法（暂行）
HJ 629	固定污染源废气 二氧化硫的测定 非分散红外吸收法
HJ 692	固定污染源废气 氮氧化物的测定 非分散红外吸收法
HJ 693	固定污染源废气 氮氧化物的测定 定电位电解法
HJ 836	固定污染源废气 低浓度颗粒物的测定 重量法
HJ 917	固定污染源废气 气态汞的测定 活性炭吸附/热裂解原子吸收分光光度法
HJ 1045	固定污染源烟气（二氧化硫和氮氧化物）便携式紫外吸收法测量仪器技术要求及检测方法
HJ 1131	固定污染源废气 二氧化硫的测定 便携式紫外吸收法
HJ 1132	固定污染源废气 氮氧化物的测定 便携式紫外吸收法
HJ/T 46	定电位电解法二氧化硫测定仪技术条件
HJ/T 47	烟气采样器技术条件
HJ/T 48	烟尘采样器技术条件
HJ/T 57	固定污染源排气中二氧化硫的测定 定电位电解法
HJ/T 397	固定源废气监测技术规范

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

燃煤电厂 coal-fired power plant

指以煤炭为主要燃料的火力发电厂。

3.2

燃煤电厂固定污染源废气低浓度排放 low concentration emission of fixed pollution source exhaust gas in coal-fired power plants

在基准氧含量 6%条件下, 燃煤电厂标准状态干废气中颗粒物、SO₂、NO_x 排放质量浓度分别不高于 10mg/m³、35mg/m³、50mg/m³。

3.3

颗粒物 particulate matter

悬浮于排放废气中的固体和液体颗粒状物质, 包括除尘器未能完全收集的烟尘颗粒及废气脱硫、脱硝过程中产生的次生颗粒物。

3.4

气态污染物 gaseous pollutant

以气体状态分散在排放气体中的各种污染物。

3.5

生产工况 production conditions

装置和设施生产运行的状态。

3.6

等速采样 constant velocity sampling

将采样嘴平面正对废气气流, 使进入采样嘴的气流速度与测定点的废气流速相等。

3.7

标准状态 standard condition

指废气温度为 273.15K, 压力为 101325Pa 时的气体状态。本标准规定的排放浓度均指标准状态下的干废气中的数值。

4 监测准备

4.1 监测方案的制定

- 4.1.1 收集相关的技术资料，了解产生固定污染源废气的工艺过程及环境保护设施的性能，根据环境保护设施的净化原理、主要技术指标和主要污染物排放浓度大致范围，结合生态环境管理需要，确定监测项目和监测方法。
- 4.1.2 调查生产装置的工况，污染物排放方式和排放规律，以确定采样频次及采样时间。
- 4.1.3 现场勘察污染源所处位置和数目，废气输送管道的布置及断面的形状、尺寸，废气输送管道周围的环境状况，废气的去向及排气筒高度等，以确定采样位置及采样点数量。
- 4.1.4 根据监测目的、现场勘察和调查资料，编制监测方案。监测方案的内容应包括污染源概况、环境保护设施概况、监测目的、评价标准、监测项目、采样位置、采样频次及采样时间、监测方法、质量保证措施等。

4.2 监测条件的准备

- 4.2.1 根据监测方案确定的监测内容，准备现场监测和实验室分析所需仪器设备。监测前应进行仪器设备性能审核，使其处于良好的工作状态。
- 4.2.2 保证监测期间生产装置和环境保护设施正常运行，提供工况记录材料。
- 4.2.3 在确定的采样位置开设采样孔，设置采样平台，采样平台要求见 5.3.1，保证监测人员安全及方便操作。
- 4.2.4 准备现场采样和实验室所需的化学试剂、标准气体、材料、器具、记录表格和安全防护用品。
- 4.2.5 仪器设备需要的工作电源。

4.3 工况记录要求

- 4.3.1 现场监测应当在确保主体工程工况稳定、环境保护设施运行正常的情况下进行，在现场监测期间，应有专人负责对被测污染源相关装置的工况进行监督，并如实记录监测时的实际工况以及决定或影响工况的关键参数、如实记录能够反映环境保护设施运行状态的主要指标。
- 4.3.2 实际生产负荷以发电量衡量或蒸发量衡量，通过对监测期间主要发电量或蒸发量的记录和调查统计，与相应设计指标的对比，核算生产设备的实际运行负荷和负荷率。同时记录燃煤和环境保护试剂的消耗量。
- 4.3.3 相关标准中对工况另有规定的，按相关标准的规定执行；生态环境管理部门有特殊要求的，根据相关文件和技术要求执行。

5 采样位置和采样点设置

5.1 采样位置

- 5.1.1 采样位置应避开对测试人员操作有危险的场所。采样位置应设置在规则的圆形或矩形烟道上，优先选择在垂直管段，避开烟道弯头和断面急剧变化的部位。采样位置应设置在距弯头、阀门、变径管下游方向不小于 6 倍直径和距上述部件上游方向不小于 3 倍直径处；对矩形烟道，其当量直径 $D=2AB/(A+B)$ ，式中 A、B 为边长。采样断面的气流速度最好不低于 5m/s。
- 5.1.2 污染源监测断面空间位置有限，很难满足 5.1.1 的要求时，可选择比较适宜的管段，设置在气流稳定的断面采样，但采样断面与弯头、阀门、变径管等的距离至少是烟道直径的 1.5 倍。

5.1.3 污染源监测断面空间位置有限，监测孔的设置无法满足 5.1.2 的要求时，应选择监测孔前直管段长度大于监测孔后直管段长度的断面，并在弯头、阀门、变径管处加装导流板，且应适当增加测点的数量和采样频次。

5.1.4 对于气态污染物，由于混合均匀，其采样位置可不受上述规定限制，但应避开涡流区。如果同时测定废气流量，采样位置仍按 5.1.1~5.1.3 选取。

5.1.5 手工采样点位应位于自动监测设备采样点下游，在满足采样点位设置要求、互不影响的前提下，尽可能靠近。

5.2 采样孔

5.2.1 在选定的测点位置上开设采样孔，采样孔内径应不小于 90mm，采样孔管长应不大于 50mm。当采样孔仅用于采集气态污染物时，其内径应不小于 40mm。各测试断面上的采样孔不使用时应有盖板、管堵或管帽封闭，并确保测试时能顺利开启全部采样孔。

5.2.2 对圆形烟道，采样孔应设在包括各测点在内的互相垂直的直径线上（图 1）。对矩形或方形烟道，采样孔应设在包括各测点在内的延长线上（图 2、图 3）。

5.2.3 对正压下输送高温或有毒气体的烟道，应采用带有闸板阀的密封采样孔（图 4）。



图 1 圆形断面的测定点

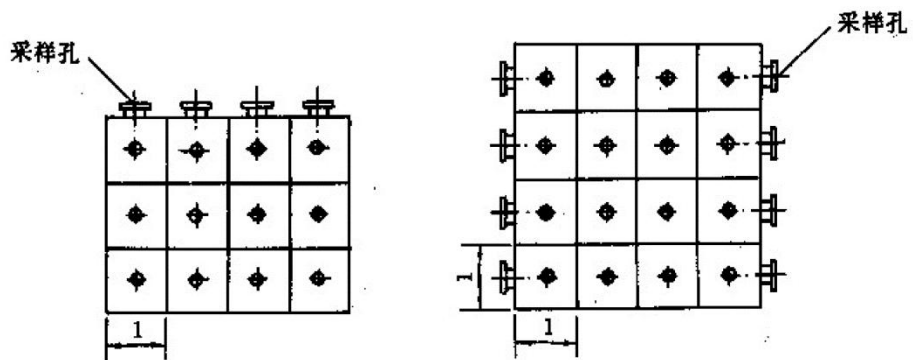


图 2 长方形断面的测定点

图 3 正方形断面的测定点

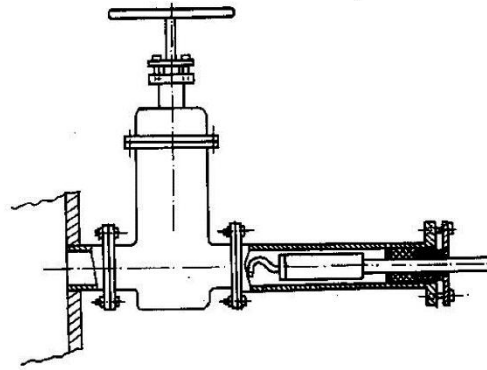


图4 带有闸板阀的密封采样孔

5.3 监测平台和爬梯

5.3.1 监测平台要求

各采样断面均应设置永久性采样平台，确保监测人员有足够的工作面积和设备可操作空间，使工作人员安全、方便地操作。平台可操作面积不小于 2.0m^2 ，并设有不低于 1.2m 高的护栏和不低于 10cm 的脚部挡板。采样平台的承重应不小于 $200\text{kg}/\text{m}^2$ 。监测平台应设置在监测孔的正下方 $1.2\sim 1.3\text{m}$ 处，采样平台的宽度（平台外侧到烟道壁或排气筒外壁的距离）不小于 1.2m ，监测平台地板应采用厚度不小于 4mm 的花纹钢板或钢板网铺装（孔径小于 $10\text{mm}\times 20\text{mm}$ ）。若监测断面有多个监测孔且水平排列，则监测平台区域应涵盖所有监测孔；若监测断面有多个监测孔且竖直排列，则应设置多层监测平台。防护栏杆结构要求及扶手、中间栏杆、立柱、踢脚板等材料的要求参照 GB 4053。

5.3.2 监测爬梯要求

监测平台与地面之间应确保安全通行。通往监测平台的通道宽度不小于 0.9m 。当监测平台距地面高度小于 2m 时，可使用固定式钢直梯到达采样平台；当监测平台距地面高度 $\geq 2\text{m}$ 时，基准面与采样平台之间必须设有固定式钢制斜梯（或 Z 字梯、旋梯或升降梯）。爬梯与水平面的倾角不大于 45° ，爬梯防护护栏高度不低于 1.2m ，爬梯梯级长度不小于 900mm ，宽度不小于 200mm 、高度不大于 200mm ，其他建设参数参照 GB 4053 执行；当监测平台距地面高度 $\geq 20\text{m}$ 时，应设有通往平台的升降梯。未建设升降梯的，当监测平台距地面高度 $\geq 20\text{m}$ 时，必须设有安全、方便的监测设备电动吊装装置。

5.3.3 其他要求

5.3.3.1 监测平台应设置永久性 220V 低压配电箱，内设漏电保护器，至少配备 2 个 16A 插座和 2 个 10A 插座，为监测设备提供足够的电力（不低于 5000W ），配备夜间照明设施；设置接地装置和防雷保护装置，防止雷雨天气发生雷击。

5.3.3.2 附近有造成人体机械伤害、灼烫、腐蚀、触电等危险源的监测平台，应在监测平台相应位置设置防护装置。监测平台上方有坠落物体隐患时，应在监测平台上方 3m 高处设置防护装置。防护装置的设计与制造应符合 GB/T 8196 要求。

5.4 采样点位置和数目

5.4.1 圆形烟道

- a) 将烟道分成适当数量的等面积同心环，各测点选在各环等面积中心线与呈垂直相交的两条直径线的交点上，其中一条直径线应在预期浓度变化最大的平面内，如当测点在弯头后，该直径线应位于弯头所在的平面 A-A 内（图 5）；
- b) 对符合 5.1.1 要求的烟道，可以只选预期浓度变化最大的一条直径线上的测点；
- c) 对直径小于 0.3m、流速分布比较均匀、对称并符合 5.1.1 要求的小烟道，可取烟道中心作为测点；
- d) 不同直径的圆形烟道的等面积环数、测量直径数及测点数见表 1，原则上测点不超过 20 个；
- e) 测点距烟道内壁的距离见图 6，按表 2 确定，当测点距烟道内壁的距离小于 25mm 时，取 25mm。



图 5 圆形弯头后的测点

图 6 采样点距烟道内壁距

表 1 圆形烟道分环及测点数的确定

烟道直径, m	等面积环数	测量直径数	测点数
<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	1~2	8~20
>4.0	5	1~2	10~20

表2 测点距烟道内壁距离（以烟道直径D计）

测点号	环数				
	1	2	3	4	5
1	0.146	0.067	0.044	0.033	0.026
2	0.854	0.250	0.146	0.105	0.082
3		0.750	0.296	0.967	0.146
4		0.933	0.704	0.194	0.226
5			0.854	0.323	0.342
6			0.956	0.677	0.658
7				0.806	0.774
8				0.895	0.854
9					0.918
10					0.974

5.4.2 矩形或方形烟道

- a) 将烟道截面分成适当数量的等面积小块，各块中心即为测点，小块的数量按表3的规定选取，原则上测点不超过20个；
- b) 烟道截面积小于 0.1m^2 ，流速分布比较均匀、对称并符合5.1.1的要求，可取断面中心作为测点。

表3 矩（方）形烟道的分块及测点数

烟道断面积 (m^2)	等面积小块长边长度 (m)	测点总数
<0.1	<0.32	1
0.1~0.5	<0.35	1~4
0.5~1.0	<0.50	4~6
1.0~4.0	<0.67	6~9
4.0~9.0	<0.75	9~16
>9.0	≤ 1.0	≤ 20

6 废气参数测定

6.1 废气温度测定

6.1.1 测量位置及测点

按5.1、5.2规定要求，一般情况下应在靠近烟道中心的一点测定。

6.1.2 测量仪器

热电偶或电阻温度计：其示值误差应不大于 $\pm 3^{\circ}\text{C}$ 。

6.1.3 测量步骤

将温度测量元件插入烟道测点处，封闭测孔，待温度稳定后读数。

6.2 废气中水分含量测定

6.2.1 测量位置及测点

按 5.1、5.2 规定要求，一般情况下应在靠近烟道中心的一点测定。

6.2.2 冷凝法

冷凝法可参照 GB/T 16157 中 5.2.2 规定要求。

6.2.3 重量法

重量法可参照 GB/T 16157 中 5.2.4 规定要求。

6.2.4 仪器法

仪器法测定装置通常由采样单元、湿度分析单元和数据处理与记录等单元构成，应具备湿度校准功能。

6.3 废气中氧含量测定

6.3.1 测量位置及测点

按 5.1、5.2 规定要求，一般情况下应在靠近烟道中心的一点测定。

6.3.2 电化学法

6.3.2.1 原理

废气中的氧气通过传感器半透膜充分扩散进入铅镍合金—空气电池内，经电化学反应产生电能，电流大小遵循法拉第定律与参加反应的氧原子摩尔数成正比，放电形成的电流经负载形成电压，测量负载上的电压大小得到废气中的氧含量。

6.3.2.2 仪器

仪器包括如下：

- a) 测氧仪，由气泵、流量控制装置、控制电路及显示屏组成。
- b) 采样管及样气预处理器。

6.3.2.3 测定步骤

按仪器使用说明书的要求连接气路，并对气路系统进行漏气检查，开启仪器气泵，当仪器自检完毕，表明工作正常后，将采样管插入被测烟道中心或靠近中心处，抽取废气进行测定，待氧含量读数

稳定后，读取数据。

6.3.3 热磁式氧分仪法

6.3.3.1 原理

氧气受磁场吸引的顺磁性较其他气体高，当顺磁性气体在不均匀磁场中，且具有温度梯度时，会形成气体对流，这种现象被称为热磁对流，或磁风。磁风的强弱取决于混合气体中氧含量的多少，通过把废气中氧含量的变化转换成热磁对流的变化，再转换成电阻的变化，通过测量电阻的变化，得到废气中的氧含量。

6.3.3.2 仪器

仪器包括如下：

- a) 热磁式氧分仪。
- b) 采样管及样气预处理器。

6.3.3.3 测定步骤

按仪器使用说明书要求连接气路，并对气路系统进行漏气检查。开启仪器气泵，当仪器自检完毕，表明工作正常后，将采样管插入被测烟道中心或靠近中心处，抽取废气进行测定，待指示稳定后读取氧含量数据。

6.3.4 氧化锆氧分仪法

6.3.4.1 原理

利用氧化锆材料添加一定量稳定剂，通过高温烧成，在一定温度下成为氧离子固体电解质。在该材料两侧焙烧上铂电极，一侧通待测废气，另一侧通空气，当两侧氧分压不同时，两电极间产生浓差电动势，构成氧浓差电池。由氧浓差电池的温度和参比气体氧分压，通过测量仪表测量出电动势，可换算出废气中的氧含量。

6.3.4.2 仪器

仪器包括如下：

- a) 氧化锆氧分仪。
- b) 采样管及样气预处理器。

6.3.4.3 测定步骤

按仪器使用说明书的要求连接气路，并对气路系统进行漏气检查。接通电源，按仪器说明书要求的加热时间使监测器加热炉升温。开启仪器气泵，当仪器自检完毕，表明工作正常后，将采样管插入被测烟道中心或靠近中心处，抽取废气进行测定，待指示稳定后读取氧含量数据。

6.4 废气流速和流量测定

6.4.1 测量位置及测点

按 5.1、5.2 规定要求。

6.4.2 测量原理

原理废气的流速与其动压平方根成正比，根据测得某测点处的动压、静压以及温度等参数计算出废气流速。

6.4.3 测量装置及仪器

6.4.3.1 标准型皮托管

标准型皮托管的结构见图 7。标准型皮托管是一个弯成 90° 的双层同心圆管，前端呈半圆形，正前方有一开孔，与内管相通，用于测定废气全压。在距前端 6 倍直径处外管壁上开有一圈孔径为 1mm 的小孔，通至后端侧出口，用于测定废气静压。按照上述尺寸制作的皮托管其修正系数为 0.99 ± 0.01 ，如果未经标定，使用时修正系数 K_p 取 0.99。标准型皮托管测孔很小，当烟道内颗粒物浓度大时，易被堵塞，适用于测量较清洁废气。

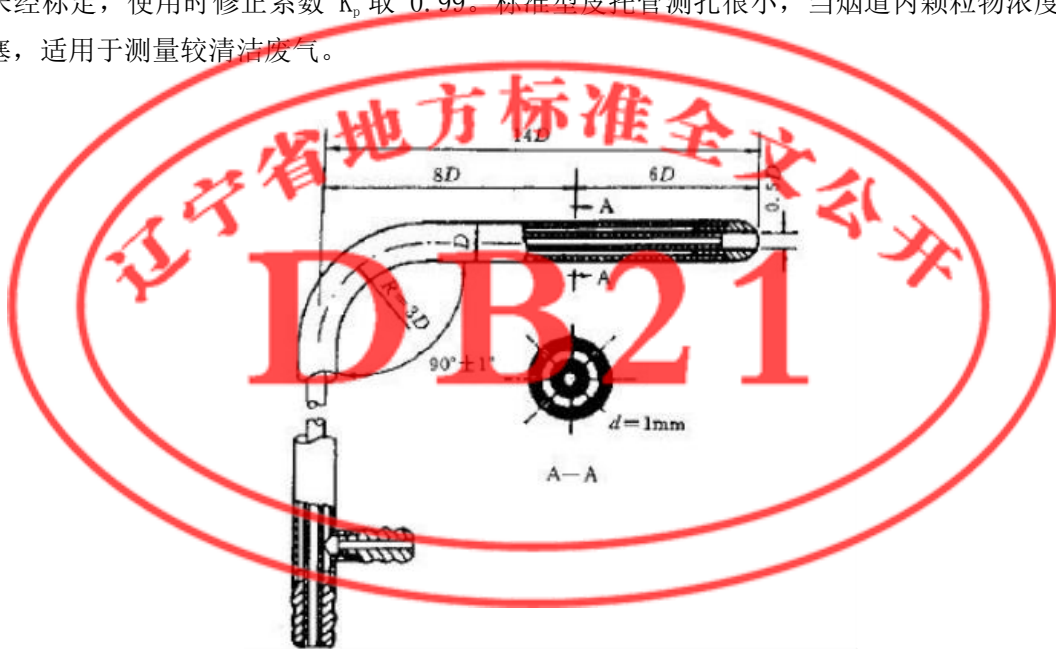


图 7 标准型皮托管

6.4.3.2 S 型皮托管

S 型皮托管的结构见图 8。S 型皮托管是由两根相同的金属管并联组成。测量端有方向相反的两个开口，测定时，面向气流的开口测得的压力为全压，背向气流的开口测得的压力小于静压。按图 4 设计制作的 S 型皮托管，其修正系数 K_p 为 0.84 ± 0.01 。制作尺寸与上述要求有差别的 S 型皮托管的修正系数需进行校正。其正、反方向的修正系数相差应不大于 0.01。S 型皮托管的测压孔开口较大，不易被颗粒物堵塞，且便于在厚壁烟道中使用。

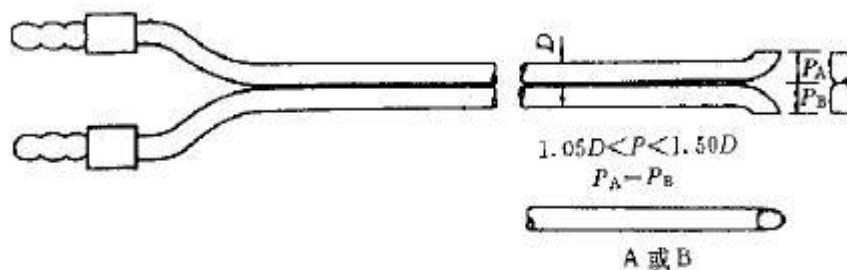


图8 S型皮托管

6.4.3.3 大气压力计

最小分度值应不大于 0.1kPa。

6.4.3.4 流速测定仪

由皮托管、压力传感器、控制电路及显示屏组成，皮托管同 6.4.3.1 和 6.4.3.2 规定要求。动压测量压力传感器，测量范围应不大于 0~2000Pa，分辨率应不大于 2Pa，精确度应不低于 2%。静压测量压力传感器，测量范围 0~±10kPa，分辨率应不大于 10Pa，精确度应不低于 4%。

6.4.4 测量步骤

按流速测定仪说明书要求进行仪器组装、连接，由流速测定仪自动测定烟道断面各测点的动压、静压和环境大气压等，根据测得的参数，仪器自动计算出各点的流速，同时计算出废气平均流速和流量。

7 颗粒物测定

7.1 采样位置

按 5.1、5.2 规定要求。

7.2 监测原理

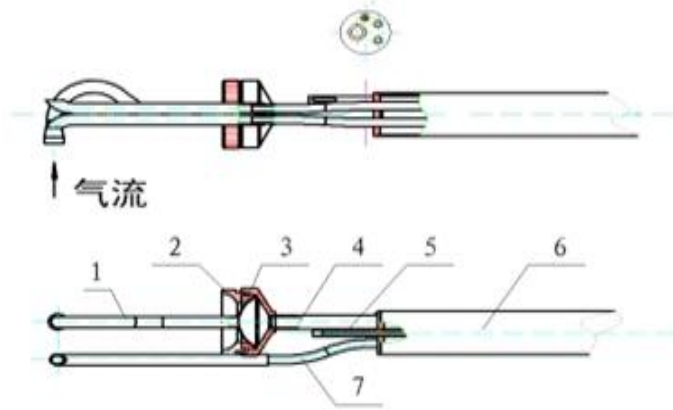
按等速采样的原理，选择烟道内过滤的方式，使用包含滤膜的低浓度采样头，从烟道内抽取一定体积的含颗粒物废气，废气中的颗粒物被低浓度采样头（滤膜）捕集，根据浓度采样头（滤膜）所捕集的颗粒物重量和采气体积，计算颗粒物排放浓度。

7.3 仪器设备

7.3.1 采样装置

颗粒物采样装置由组合式采样管（图 9）、冷却和干燥系统、抽气泵单元和气体计量系统以及连接管线组成。组合式采样管中由低浓度采样头及采样头固定装置代替滤筒及滤筒采样管，采样装置其余部分均应符合 HJ/T 48 中采样装置的要求。为避免静电对采样过程的影响，采样装置应配有接地线。

采样管作为采样嘴的支撑部件，应有足够的强度和长度，以确保在合适的点位上进行采样。采样流量通常在 30L/min 至 80L/min 之间。



1-采样头；2-采样头压盖；3-密封垫圈；4-抽气管；5-测温元件；6-保护套管；7-S 型皮托管

图9 组合式采样管

7.3.2 分析设备

分析设备包括烘箱、干燥器、通风橱、恒温恒湿天平室或自动称量系统、电子天平（十万分之一），技术参数应满足 HJ 836 要求。

7.3.3 颗粒物清洗装置

清洗装置包括毛刷、洗瓶、存储容器、塞子、冲洗溶液。

7.4 采样和分析

按 HJ 836 中 7.3 和 8.2 规定要求。

8 二氧化硫、氮氧化物测定

8.1 采样位置

按 5.1、5.2 规定要求，仪器的采样管前端应尽量置于烟道中心位置。

8.2 监测原理

8.2.1 定电位电解法原理

抽取经过预处理后的废气进入主要由电解槽、电解液和电极（敏感电极、参比电极和对电极）组成的传感器，废气通过渗透膜扩散到敏感电极表面，在敏感电极上发生氧化反应，产生极限扩散电流，在规定工作条件下，电子转移数、法拉第常数、气体扩散面积、扩散系数和扩散层厚度均为常数，极限扩散电流的大小与污染物浓度成正比，由极限扩散电流可计算出污染物浓度。

8.2.2 非分散红外吸收法原理

二氧化硫对红外光谱区 $6.82\sim 9.00\ \mu\text{m}$ 波长的红外光具有选择性吸收特征。一束恒定波长为 $7.3\ \mu\text{m}$ 的红外光通过含有二氧化硫的废气时，其光通量的衰减与废气中二氧化硫的浓度符合朗伯-比尔定律，可根据朗伯-比尔定律定量计算废气中二氧化硫的浓度。

利用一氧化氮气体对红外光谱区，特别是 $5.3\ \mu\text{m}$ 波长光的选择性吸收，由朗伯-比尔定律定量计算废气中一氧化氮和废气中的二氧化氮通过转换器还原为一氧化氮后的浓度。

8.2.3 紫外吸收法原理

二氧化硫对紫外光谱区 $190\text{nm}\sim 230\text{nm}$ 或 $280\text{nm}\sim 320\text{nm}$ 波长的紫外光具有选择性吸收特征，可根据朗伯-比尔定律定量计算废气中二氧化硫的浓度。

一氧化氮对紫外光谱区 $200\text{nm}\sim 235\text{nm}$ 波长的紫外光，二氧化氮对紫外光谱区 $220\text{nm}\sim 250\text{nm}$ 或 $350\text{nm}\sim 500\text{nm}$ 波长的紫外光具有选择性吸收特征，根据朗伯-比尔定律定量计算废气中一氧化氮和二氧化氮的浓度。

8.3 仪器设备

8.3.1 监测仪器组成

由采样管、预处理装置（由过滤装置、加热装置、除湿冷却装置组成）、抽气泵、分析仪主机等组成。

8.3.2 监测仪器技术要求

8.3.2.1 定电位电解法

- a) 示值误差：不超过 $\pm 5\%$ （标准气体浓度值 $< 100\ \mu\text{mol/mol}$ 时，不超过 $\pm 5\ \mu\text{mol/mol}$ ）；
- b) 系统偏差：不超过 $\pm 5\%$ ；
- c) 零点漂移：不超过 $\pm 3\%$ （校准量程 $\leq 200\ \mu\text{mol/mol}$ 时，不超过 $\pm 5\%$ ）；
- d) 量程漂移：不超过 $\pm 3\%$ （校准量程 $\leq 200\ \mu\text{mol/mol}$ 时，不超过 $\pm 5\%$ ）；
- e) 其它性能应符合 HJ/T 46 的指标要求。

8.3.2.2 非分散红外吸收法

- a) 示值误差：不超过 $\pm 5\%$ （浓度 $< 100\ \mu\text{mol/mol}$ 时，不超过 $\pm 5\ \mu\text{mol/mol}$ ）；
- b) 系统偏差：不超过 $\pm 5\% \text{C.S.}$ 。

8.3.2.3 紫外吸收法

- a) 示值误差：校准量程 $> 100\ \mu\text{mol/mol}$ 时，相对误差不超过 $\pm 3\%$ ；校准量程 $\leq 100\ \mu\text{mol/mol}$ 时，绝对误差不超过 $\pm 3.0\ \mu\text{mol/mol}$ ；
- b) 系统误差：校准量程 $> 60\ \mu\text{mol/mol}$ 时，相对误差不超过 $\pm 5\%$ ；校准量程 $\leq 60\ \mu\text{mol/mol}$ 时，绝对误差不超过 $\pm 3.0\ \mu\text{mol/mol}$ ；
- c) 零点漂移：校准量程 $> 100\ \mu\text{mol/mol}$ 时，相对误差不超过 $\pm 3\%$ ；校准量程 $\leq 100\ \mu\text{mol/mol}$

时，绝对误差不超过 $\pm 3.0 \mu\text{mol/mol}$ ；

- d) 量程漂移：校准量程 $> 100 \mu\text{mol/mol}$ 时，相对误差不超过 $\pm 3\%$ ；校准量程 $\leq 100 \mu\text{mol/mol}$ 时，绝对误差不超过 $\pm 3.0 \mu\text{mol/mol}$ ；
- e) 其他性能应符合 HJ 1045 的要求。

8.3.2.4 其他要求

- a) 具有消除干扰功能；
- b) 具有采样流量显示功能；
- c) 采样管加热及保温温度： $120^\circ\text{C} \sim 160^\circ\text{C}$ 内可设、可调；
- d) 其他性能应符合 HJ/T 47 的要求。

8.4 采样和分析

不同的监测方法测定步骤存在差异，应严格按相应方法标准规定要求执行：

- a) 非分散红外吸收法测定固定污染源废气中的二氧化硫按 HJ 629 中 7 的规定要求执行；
- b) 定电位电解法测定固定污染源废气中的二氧化硫按 HJ 57 中 8 的规定要求执行；
- c) 便携式紫外吸收法测定固定污染源废气中二氧化硫按 HJ 1131 中 9 的规定要求执行；
- d) 非分散红外吸收法测定固定污染源废气中的氮氧化物按 HJ 692 中 9 的规定要求执行；
- e) 定电位电解法测定固定污染源废气中的氮氧化物按 HJ 693 中 9 的规定要求执行；
- f) 便携式紫外吸收法测定固定污染源废气中氮氧化物按 HJ 1132 中 9 的规定要求执行。

8.5 干扰和消除

废气中的颗粒物容易污染吸收池，应通过高效过滤器除尘等方法消除或减少废气中颗粒物对仪器的污染，过滤器滤料的材质应避免与二氧化硫、氮氧化物发生物理吸附或化学反应。

废气中的水蒸气在采样过程中遇冷产生冷凝水会吸收样品中的二氧化硫、二氧化氮，导致测试结果偏低，应通过加热采样管和导气管、冷却装置快速除湿或测定热湿废气样品等方法，消除或减少废气中水汽冷凝等对仪器的污染和造成的二氧化硫、氮氧化物吸附及溶解损失。

9 汞及其化合物测定

9.1 采样位置

按 5.1、5.2 的规定要求。

9.2 监测原理

9.2.1 活性炭吸附/热裂解原子吸收法的原理

通过采样装置以低流量、恒速抽取定量体积废气，使废气中气态汞有效富集在吸附管中经过碘或其他卤素及其化合物处理的活性炭材料上，采用直接热裂解原子吸收法或者其他分析方法测定吸附管中活性炭材料中汞的含量和采样体积，计算废气中的气态汞浓度。

9.2.2 冷原子吸收分光光度法的原理

废气中的汞被酸性高锰酸钾溶液吸收并氧化形成汞离子，汞离子被氯化亚锡还原为原子态汞，用载气将汞蒸气从溶液中吹出带入测汞仪，用冷原子吸收分光光度法测定其含量，计算废气中的汞浓度。

9.3 仪器设备

9.3.1 活性炭吸附/热裂解原子吸收法

9.3.1.1 采样系统

典型气态汞采样系统通常包括吸附管、采样探头组件、除湿设备、真空泵、气体流量计、样品流量计、温度传感器、气压计、数据记录器（可选），见图 10。



图 10 典型气态汞采样系统

9.3.1.2 测汞仪

测汞仪应具备无需前处理直接定量分析汞的功能，可采用热裂解/直接燃烧-原子吸收/原子荧光技术测定活性炭中汞的定量分析方法。

9.3.2 冷原子吸收分光光度法

仪器设备包括：

- 除非另有说明，分析时均使用符合国家标准 A 级玻璃仪器。
- 烟气采样器：流量范围 0~1L/min。
- 大型气泡吸收管：10ml。
- 冷原子吸收测汞仪。
- 汞反应瓶。
- 汞吸收塔：250ml 玻璃干燥塔，内填充碘-活性炭。为保证碘-活性炭的效果，使用 1~2 个

月后，应重新更换。

9.4 采样和分析

不同的监测方法测定步骤存在差异，应严格按相应方法标准规定要求执行：

a) 活性炭吸附/热裂解原子吸收分光光度法测定固定污染源废气中的气态汞按 HJ 917 中 7、8 的规定要求执行；

b) 冷原子吸收分光光度法测定固定污染源废气中的汞按 HJ 543 中 7、8 的规定要求执行。

10 采样频次和采样时间

10.1 颗粒物

样品采集时应保证每个样品的增重不小于 1mg，或采样体积不小于 1m³。

10.2 二氧化硫和氮氧化物

待仪器读数稳定后即可记录，取 5min~15min 测定数据的平均值作为一次测量值。

以连续 1 小时的采样获取平均值或在 1 小时内以等时间间隔采集 3~4 个样品获取平均值。

10.3 汞及其化合物

每次至少采集 3 个样品，取其平均值。

10.4 其他

相关标准中对采样频次和采样时间有规定的，按相关标准的规定要求执行。

11 监测分析方法

11.1 选择监测分析方法的原则

11.1.1 监测分析方法的选用应充分考虑相关排放标准的规定、被测污染源排放特点、污染物排放浓度的高低、所采用监测分析方法的检出限和干扰等因素。

11.1.2 相关排放标准中有监测分析方法的规定时，应采用标准中规定的方法。

11.1.3 尚无国家或行业标准的方法，参照国际标准化组织（ISO）或其他国家的等效标准方法，但应经过验证合格，其检出限、准确度和精密度应能达到质控要求。

11.2 监测分析方法

见附录 A。

12 监测结果表示和计算

12.1 污染物排放浓度

12.1.1 污染物排放浓度以标准状况下干废气量的质量体积比浓度 (mg/m^3 或 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) 表示。

12.1.2 污染物排放浓度按式 (1) 进行计算：

$$\rho' = \frac{m}{V_{nd}} \times 10^6 \quad \dots\dots\dots (1)$$

式中： ρ' ——污染物排放质量浓度， mg/m^3 或 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ；

m ——采样所得的污染物量，g；

V_{nd} ——标准状态下干采样体积，L。

当监测仪器测定结果以体积分数 (10^{-6} 或 10^{-9}) 表示时，应将此浓度换算成质量浓度 (mg/m^3 或 $\mu\text{g}/\text{m}^3$)，按式 (2) 进行换算：

$$\rho' = \frac{M}{22.4} \phi \quad \dots\dots\dots (2)$$

式中： ρ' ——污染物排放质量浓度， mg/m^3 或 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ；

M ——污染物的摩尔质量，g；

ϕ ——污染物的体积分数， 10^{-6} 或 10^{-9} 。

12.1.3 污染物平均排放质量浓度按式 (3) 进行计算：

$$\overline{\rho'} = \frac{\sum_{i=1}^n \rho'_i}{n} \quad \dots\dots\dots (3)$$

式中： $\overline{\rho'}$ ——污染物平均排放质量浓度， mg/m^3 ；

ρ'_i ——污染物排放质量浓度， mg/m^3 或 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ；

n ——采集的样品数。

12.2 污染物基准氧含量排放浓度

在计算燃料燃烧设备污染物的排放质量浓度时，应依照所执行的标准要求，将实测的污染物质量浓度折算为标准规定的基准氧含量浓度，按式 (4) 进行折算：

$$\rho = \rho' \times \frac{21 - \phi(O_2)}{21 - \phi'(O_2)} \quad \dots\dots\dots (4)$$

式中： ρ ——大气污染物基准氧含量排放质量浓度， mg/m^3 ；

ρ' ——实测的污染物排放浓度， mg/m^3 ；

$\phi(O_2)$ ——实测的氧含量，%；

$\phi'(O_2)$ ——基准氧含量，%。

12.3 废气排放量

12.3.1 废气排放量以单位时间排放的标准状态下干废气体积表示，其单位为 m^3/h ，工况下的湿废气排放量按照式 (5) 计算：

$$Q_s = 3600 \times F \times V_s \dots\dots\dots (5)$$

式中： Q_s ——测量工况下湿废气的排放量， m^3/h ；
 F ——管道测定断面面积， m^2 ；
 V_s ——管道测定断面湿废气的平均流速， m/s 。

12.3.2 标准状态下干废气排放量按式（6）计算：

$$Q_{sn} = Q_s \times \frac{P_a + P_s}{101325} \times \frac{273}{273 + t_s} \times (1 - \phi_{sw}) \dots\dots\dots (6)$$

式中： Q_{sn} ——标准状态下干废气量， m^3/h ；
 P_a ——大气压力， Pa ；
 P_s ——排气静压， Pa ；
 t_s ——排气温度， $^{\circ}C$ ；
 ϕ_{sw} ——排气中水分体积分数，%。

12.4 污染物排放速率

污染物排放速率以单位小时污染物的排放量表示，其单位为 kg/h ，污染物排放速率按式（7）计算：

$$G = \overline{\rho'} \times Q_{sn} \times 10^{-6} \dots\dots\dots (7)$$

式中： G ——污染物排放速率， kg/h ；
 $\overline{\rho'}$ ——污染物实测排放质量浓度， mg/m^3 ；
 Q_{sn} ——标准状态下干废气量， m^3/h 。

13 质量保证与质量控制

13.1 监测仪器设备的校准

13.1.1 便携式烟气分析仪应根据使用频率至少每半年进行一次低、中、高浓度的标准气体对仪器线性校准，测定值与标准气体的浓度值的误差应符合相关标准要求。

13.1.2 便携式烟气分析仪应根据仪器使用频率，每个月至少进行一次零点漂移、量程漂移的测定，零点漂移、量程漂移测定结果应符合相应标准。否则，应及时维护校准，如有需要进行维修。

13.2 监测仪器设备的质量检验

13.2.1 烟气采样器的技术要求见 HJ/T 47，烟尘采样器的技术要求见 HJ/T 48，便携式烟气分析仪的技术要求见 8.3.2，其他监测仪器设备的技术要求应符合相关监测方法标准的规定。

13.2.2 应严格检查皮托管和采样嘴等其他辅助设备，发现变形或损坏后不得使用。

13.2.3 仪器抗负压能力应大于烟道负压，避免仪器采样流量减少，导致测定结果偏低或无法测出。

13.3 现场监测质量保证和质量控制

13.3.1 废气参数的测定

13.3.1.1 打开采样孔后应仔细清除采样孔内的积灰，插入采样管或采样探头后，严密堵住采样孔周围缝隙防止漏气。

13.3.1.2 废气温度测定时，应将温度计的测定端插入烟道中心位置，待示值稳定后读数，不允许将温度计测定端抽出烟道外读数。

13.3.1.3 废气水分含量测定时，采样管前端应装有颗粒物过滤器，采样管应有加热保温措施。应对系统的气密性进行检查。对于直径较大的烟道，应将采样管尽量深地插入烟道，减少采样管外露部分，以防水汽在采样管中冷凝，造成测定结果偏低。

13.3.1.4 测定废气流速时皮托管的全压孔要正对气流方向，偏差不得超过 10 度。

13.3.2 颗粒物监测

13.3.2.1 采样位置的选取应遵循以下要求：

- a) 应尽可能选择气流平稳的管段；
- b) 采样断面最大流速与最小流速之比不宜大于 3 倍，否则影响等速采样的精度。

13.3.2.2 采样系统在现场安装连接完毕，应对采样系统进行气密性检查，发现问题及时解决。

13.3.2.3 采样头的制作过程中，应压紧固定防止漏气，并防止压成双滤膜或双铝箔。

13.3.2.4 在现场条件允许的前提下，尽可能选取入口直径大的采样嘴，采样过程中确保采样嘴不要碰到采样孔内壁、挡板等，避免损坏和沾污。

13.3.2.5 采样嘴应先背向气流方向插入管道，采样时采样嘴必须对准气流方向，偏差不得超过 10 度。采样结束，应先将采样嘴背向气流，迅速抽出管道，防止管道负压将尘粒倒吸。采样仪器应开启防倒吸功能。

13.3.2.6 现场应及时清理采样管，减少样品沾污。

13.3.2.7 等速采样时仪器跟踪率应控制在 90%~110%。

13.3.2.8 为防止在制备全程空白过程中空气（烟道为负压）或废气（烟道为正压）进入采样系统，必须切断采样管与采样仪器主机的连接，密封采样管末端接口。

13.3.2.9 采样结束后小心将采样头从采样管上取下，迅速扣上采样嘴帽并放入专用袋中，采样嘴朝上放入采样箱中，运送过程中不可倒置，尽量避免震动。

13.3.2.10 采样头处理（放置、安装、取出、标记、转移）和称重称量容器以及称量部件时应戴无粉末、抗静电的一次性手套。

13.3.2.11 采样结束后应检查滤膜是否破损（采用整体称重时，称量结束后再检查），如发生破损则该样品无效。

13.3.2.12 任何低于全程序空白增重的样品均无效。全程序空白增重除以对应测量系列的平均体积不应超过排放限值的 10%。

13.3.2.13 样品采集时应保证每个样品的增重不小于 1mg，或采样体积不小于 1m³。

13.3.2.14 颗粒物浓度低于方法检出限时，对应的全程序空白增重应不高于 0.5mg，失重应不多于 0.5mg。

13.3.2.15 测定同步双样时，同步双样的相对偏差应不大于 HJ 836 附录 A 中允许的最大相对偏差。

13.3.3 气态污染物 (SO₂、NO_x) 监测

13.3.3.1 便携式烟气分析仪的除湿系统脱水率应不小于 90%，出口露点不高于 4℃，组分丢失率不大于 5%。对于能在湿式方式下测定气体浓度的分析仪，除湿系统不必要的，但必须同时测定含湿量，并把待测气体浓度由湿基转换成干基。

13.3.3.2 在除湿系统的出口处附加过滤介质，用以除去颗粒物保护采样泵和气体分析仪。也可以在采样探头的前端附加粗过滤器。过滤介质应由与待测气体无反应的材料制成。

13.3.3.3 仪器测定过程中不能重新启动，避免仪器零点发生变化，影响测量准确性，如重新启动，必须按照仪器要求重新验证或校准。

13.3.3.4 应严格按照监测分析方法和仪器说明书进行操作，监测前后用标准气体进行测定，示值误差和系统偏差应符合监测分析方法要求，否则本次监测数据无效。

13.3.3.5 测试时应在仪器显示浓度值变化趋于稳定后读数，测试完毕将采样探头取出，置于环境空气或通入高纯氮气，清洗仪器读数直至仪器示值满足说明书要求后再关机。

13.3.4 汞及其化合物监测

13.3.4.1 在采集废气中气态汞之前，须加热杆温度达到 120℃ 以上后开展监测，同时还应维持前置采样头温度不超过 140℃，并确保加热杆温度维持在正常工作范围。在采样孔打开后需进行仔细检查，清除采样孔中沉积的灰浆、污垢和液态水。

13.3.4.2 在采样前和结束后，均进行装置气密性检查。如在采样前发现漏气，应及时查找原因并排除故障；如在采样结束后发现系统漏气，则此组样品作废。

13.3.4.3 采用活性炭吸附/热裂解原子吸收分光光度法时，平行双样采集时，采样参数应保持一致，即应保证采样流量一致和采样的同步性。

13.4 实验室内分析质量保证和质量控制

13.4.1 天平应设在专用天平室中。天平室应恒湿恒温，应设置缓冲间和防震台，确保天平防震、防尘、防风、防阳光直射、防腐蚀性气体侵蚀，并避免天平受到其他污染。

13.4.2 在采样前、采样后称重时，必须进行天平校准。

13.4.3 采样前、采样后平衡及称量时，应保证环境温度和湿度条件一致；应避免静电对称量造成的影响。

13.4.4 保证同一称量部件在采样前后称量为同一天平，并避免称量前后人员不同引起的误差。

13.4.5 应使用经国家计量部门授权生产的有证标准物质进行量值传递。标准物质应按要求妥善保存，不得使用超过有效期的标准物质。

13.4.6 实验室分析活性炭管之前，先将空的样品舟放入热解炉进行加热，去除样品舟上吸附着的汞，之后再行标准曲线的绘制与进行样品分析。

13.4.7 送实验室的样品应及时分析，否则必须按各项目的要求保存，并在规定的期限内分析完毕。每批样品至少应做一个全程空白样，实验室内进行质控样、平行样或加标回收样品的测定。

13.5 其他

各监测分析方法中的质量保证与质量控制要求应严格执行。



附录 A
(资料性)
监测分析方法

燃煤电厂固定污染源废气中部分污染物监测分析方法如表 A.1 所示。

表 A.1 燃煤电厂固定污染源部分废气污染物监测分析方法

序号	污染物项目	方法标准名称	方法标准编号
1	颗粒物	固定污染源废气 低浓度颗粒物的测定 重量法	HJ 836
2		固定污染源排气中颗粒物测定与气态污染物采样方法	GB/T 16157
3	二氧化硫	固定污染源废气 二氧化硫的测定 非分散红外吸收法	HJ 629
4		固定污染源废气 二氧化硫的测定 定电位电解法	HJ 57
5		固定污染源废气 二氧化硫的测定 便携式紫外吸收法	HJ 1131
6	氮氧化物	固定污染源废气 氮氧化物的测定 非分散红外吸收法	HJ 692
7		固定污染源废气 氮氧化物的测定 定电位电解法	HJ 693
8		固定污染源废气 氮氧化物的测定 便携式紫外吸收法	HJ 1132
9	汞及其化合物	固定污染源废气 汞的测定 冷原子吸收分光光度法(暂行)	HJ 543
10		固定污染源废气 气态汞的测定 活性炭吸附/热裂解原子吸收分光光度法	HJ 917

注：本规范实施后国家发布的污染物监测方法标准，如适用性满足要求，同样适用于相应污染物的测定。

附录 B
(资料性)
监测记录表

现场记录表如下：

- a) 污染源废气采样记录表如表 B.1~B.2 所示；
- b) 污染源废气监测现场记录表如表 B.3 所示；
- c) 污染源废气监测结果记录表如表 B.4~B.5 所示；
- d) 滤膜称量记录表如表 B.6 所示；
- e) 仪器设备性能审核结果表 B.7 所示；
- f) 全程序空白监测结果记录表如表 B.8 所示；
- g) 工况核查记录表如表 B.9 所示。



辽宁省地方标准全文公开

DB21



表 B.2 污染源废气采样记录 (二)

项目名称: _____ 项目编号: _____ 装置名称: _____ 采样日期: _____

采样起始时间 (时/分)	采样位置	样品编号	采样项目	O ₂ (%)	采样流量 (L/min)	采时 (min)	标况采样体积 V _{nd} (L)	标况排气量 Q _{sn} (Nm ³ /h)

采样: _____

复核: _____

表 B.3 污染源废气监测现场记录

项目名称： 项目编号： 监测日期： 年 月 日

单位名称			
监测仪器名称		监测仪器编号	
排放源设备名称		设备名称（一）	
烟囱（排气筒）高度（m）		设计效率净化（%）	
风机类别	额定风量（m ³ /h）	处理烟气量（m ³ /h）	
		设备名称（二）	
		设计效率净化（%）	
		处理烟气量（m ³ /h）	
		设备名称（三）	
		设计效率净化（%）	
		处理烟气量（m ³ /h）	
执行标准及限值：			
			
现场情况说明（监测系统示意图、监测断面信息、工况负荷说明等）：			

监测人员：

复核：

表 B.5 污染源废气监测结果 (二)

项目名称								项目编号										
仪器名称		型号		管理编号		出厂编号		负荷 (%)										
烟囱高度 (m)		烟气黑度 (林格曼级)		风机类别及额定风量 (m³/h)														
监测断面信息		采样日期		分析日期		污染源信息												
计算公式		$\text{实测浓度 } C_s (\text{mg/m}^3) = \frac{W}{V_{nd}} \times 10^3$						$\text{排放浓度 } \rho (\text{mg/m}^3) = \rho' \times \frac{21 - \phi(O_2)}{21 - \phi'(O_2)}$										
监测方法及依据																		
测点位置	样品编号 滤筒 <input type="checkbox"/> 滤膜 <input type="checkbox"/>	监测时段	采样前 (g)	采样后 (g)	样品重量 W (mg)	标准状态下干采气体积 V _{nd} (L)	标准状态下干排气流量 Q _{sn} (m³/h)	排气流速 (m/s)	排气含湿量 (%)	排气温度 (°C)	排气中 O ₂ φ' (%)	基准氧含量 φ (%)	实测浓度 ρ' (mg/m³)			排放浓度 ρ (mg/m³)		
													低浓度颗粒物 <input type="checkbox"/> 烟 (粉) 尘 <input type="checkbox"/> 颗粒物 <input type="checkbox"/>	SO ₂	NO _x	低浓度颗粒物 <input type="checkbox"/> 烟 (粉) 尘 <input type="checkbox"/> 颗粒物 <input type="checkbox"/>	SO ₂	NO _x

分析:

校对:

审核:

表 B.7 仪器设备性能审核结果表

仪器设备名称/型号_____仪器设备管理编号/出厂编号
 仪器设备原理_____测定地点
 仪器量程 (mg/m³) _____ 气体流量 (L/min)
 环境温度 (°C) _____ 环境压力 (kPa) _____ 相对湿度 (%)

示值误差

标准气体		监测前			监测后		
名称	浓度 A	测定值 A _i	平均值 \bar{A}_i	示值误差	测定值 A _i	平均值 \bar{A}_i	示值误差
NO							
NO ₂							
SO ₂							

标准气体生产厂家:
 NO 标准气体有效截止日期: NO₂ 标准气体有效截止日期:
 标准气体生产厂家:
 SO₂ 标准气体有效截止日期:

使用人: _____ 复核人: _____

系统误差

标准气体		监测前				监测后			
名称	浓度	测定值 A	测定值 B	平均值之差 $A - \bar{B}$	系统误差/ 系统偏差	测定值 A	测定值 B	平均值之差 $A - \bar{B}$	系统误差/ 系统偏差
零点气									
NO									
NO ₂									
SO ₂									

注 1: 测定值 A 是指标准气体直接导入仪器主机进气口 (直接测定模式) 得到的测定结果。

注 2: 测定值 B 是指标准气体由采样管导入仪器 (系统测定模式) 得到的测定结果。

使用人: _____ 复核人: _____

表 B.9 工况核查记录

监测时间	_____#机组负荷 (MW)			_____#机组负荷 (MW)			额定负荷 (MW)
平均负荷 (MW)							
生产负荷 (%)							

记录人：

复核人：

