

DB37

山 东 省 地 方 标 准

DB37/T 2706—2015

固定污染源废气低浓度排放监测技术规范

2015-10-13 发布

2015-11-13 实施

山东省质量技术监督局 发布

目 次

前言 III

引言 V

1 范围 1

2 规范性引用文件 1

3 术语和定义 1

4 监测准备 2

5 采样位置和采样点 3

6 排气参数的测定 5

7 排气流速和流量的测定 7

8 颗粒物的测定 8

9 气态污染物的测定 10

10 煤质的测定 11

11 采样频次和采样时间 11

12 监测分析方法 12

13 监测结果表示和计算 12

14 质量保证和质量控制 12

附录 A（资料性附录） 颗粒物、二氧化硫、氮氧化物、煤质监测分析方法 17

附录 B（规范性附录） 采样平台和爬梯 18

附录 C（规范性附录） 等速率 19

附录 D（规范性附录） 傅立叶变换红外光谱法二氧化硫、氮氧化物监测技术导则 20

附录 E（资料性附录） 生产装置运行负荷核查记录 23

附录 F（资料性附录） 环保设施运行情况统计表 24

附录 G（资料性附录） 环保试剂类型、消耗量情况统计表 25

附录 H（资料性附录） 低浓度颗粒物的测定全程空白记录表 26

附录 I（资料性附录） 监测前、后用标准气体对烟气测定仪器示值误差检验记录表 27

附录 J（资料性附录） 总排口废气监测结果表 28

附录 K（资料性附录） 净化效率监测结果表 29

前 言

本标准按照GB/T 1.1—2009给出的规则起草。

本标准由山东省环境保护厅提出。

本标准由山东省环保标准化技术委员会归口。

本标准起草单位：山东省环境监测中心站、青岛崂山应用技术研究所、青岛环控设备有限公司、山东国舜建设集团有限公司、青岛博睿光电科技有限公司。

本标准主要起草人：潘光、宋毅倩、徐标、由希华、李恒庆、谷树茂、丁君、潘齐、周成、曹燕燕等。

引 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》，实施固定污染源废气低浓度排放的监测，制定本标准。

固定污染源废气低浓度排放监测技术规范

1 范围

本标准对固定污染源通过烟道、烟囱及排气筒等排放废气中的低浓度颗粒物和气态污染物的手工监测的准备、采样位置与采样点、监测方法、采样频次和采样时间、质量保证和质量控制、煤质的分析测定等作了相应的规定。本标准适用固定污染源低浓度排放的验收监测、监督性监测、污染防治设施治理效果监测、烟气连续排放监测系统验证监测、清洁生产工艺及污染防治技术研究性监测等。

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，仅所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 474—2008 煤样的制备方法

GB 475—2008 商品煤样人工采取方法

GB/T 16157—1996 固定污染源排气中颗粒物测定与气态污染物采样方法

HJ/T 47 烟气采样器技术条件

HJ/T 48—1999 烟尘采样器技术条件

HJ/T 373—2007 固定污染源监测质量保证与质量控制技术规范（试行）

HJ/T 397—2007 固定源废气监测技术规范

DB37/T 2537—2014 山东省固定污染源废气 低浓度颗粒物的测定 重量法

DB37/T 2704—2015 固定污染源废气 氮氧化物的测定 紫外吸收法

DB37/T 2705—2015 固定污染源废气 二氧化硫的测定 紫外吸收法

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本标准。

3.1

固定污染源

燃煤、燃油、燃气的锅炉和工业炉窑，石油化工、冶金、建材等生产过程中以及垃圾焚烧产生的废气通过烟道、烟囱及排气筒等向空气中排放的污染源。

3.2

低浓度排放

固定污染源采用目前的最佳适用技术（包括燃烧技术、治理技术等）所能达到的污染物排放浓度。低浓度排放限值是根据燃煤、燃油、燃气的锅炉和工业炉窑以及石油化工等各行业污染物先进治理技术和环境保护行政主管部门管理要求确定的。

3.3

颗粒物

燃料和其它物质在燃烧、合成、分解以及各种物料在机械处理中所产生的悬浮于排放气体中的固体和液体颗粒状物质。

3.4

气态污染物

以气体状态分散在排放气体中的各种污染物。

3.5

工况

生产装置的运行负荷。

3.6

等速采样

将采样嘴平面正对排气气流，使进入采样嘴的气流速度与测定点的排气流速相等。

3.7

标准状态下的干排气

温度为 273 K，压力为 101325 Pa 条件下，对于气态污染物，干排气为露点温度 $\leq 4\text{ }^{\circ}\text{C}$ 时，饱和水蒸汽所含水分的排气；对于颗粒物，干排气为经干燥剂干燥后的排气。

3.8

过量空气系数

燃料燃烧时实际空气供给量与理论空气需要量之比。

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，了解固定污染源生产装置的工艺过程和性能、环保设施的性能，根据污染源的环保设施净化原理、工艺过程、主要技术指标和排放的主要污染物种类及其排放浓度大致范围，结合环境管理需要，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 收集与监测有关的其它技术资料。

4.1.5 根据监测目的、现场勘察和调查资料，编制切实可行的监测方案。监测方案的内容应包括污染源概况、环保设施概况、监测目的、评价标准、监测内容、监测项目、采样位置、采样频次及采样时间、监测方法、监测报告要求、质量保证措施等。对于经常性重复的监测任务，监测方案可适当简化。

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。属于国家强制检定目录内的工作计量器具，必须按期送计量部门检定，检定合格，取得检定证书后方可用于监测工作。监测前还应进行检查校准，使其处于良好的工作状态。

4.2.2 被测单位应积极配合监测工作，保证监测期间生产装置和环保设施正常运行，工况条件符合监测要求。

4.2.3 在确定的采样位置开设采样孔，设置采样平台，采样平台应有足够的工作面积，保证监测人员安全及方便操作。

4.2.4 仪器设备需要的工作电源。

4.2.5 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。

4.3 工况要求

4.3.1 验收监测应在生产装置工况稳定、运行负荷达到设计生产能力的 75 %以上（含 75 %）情况下进行，对于生产装置工况无法达到设计生产能力 75 %以上的，在征得环境保护行政主管部门的同意下，可在工况稳定、环保设施正常运行的情况下予以监测。

4.3.2 监督性监测时应要求企业生产装置工况稳定、环保设施正常运行。

4.3.3 监测期间，应有专人负责对被测生产装置工况进行监督，保证生产装置和环保设施正常运行，不可在系统设计参数基础上刻意加大环保试剂用量，不可人为强化或提高环保设施投运数量和出力。

4.3.4 通过对监测期间主要产品产量、主要原材料、燃料和环保试剂消耗量的计量和调查统计，并与相应设计指标的比对，核算生产装置的实际运行负荷和负荷率。工况的核查按 14.4.4 的规定。

4.3.5 其他情况下，根据环境管理要求和监测目的，结合生产装置实际运行状况，确定对生产工况的要求。如相关标准中对工况另有规定的，按相关标准的规定执行。

5 采样位置和采样点

5.1 采样位置

采样点位应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4倍直径和距上述部件上游方向不小于2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。手工采样点位应位于自动监测设备采样点下游，且在互不影响测量的前提下，尽可能靠近。

5.2 采样孔

采样孔内径应不小于100 mm。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。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。

5.3 采样平台和爬梯

按附录B的规定。

5.4 采样点位置和数目

5.4.1 圆形烟道

要求如下：

- 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 1）；

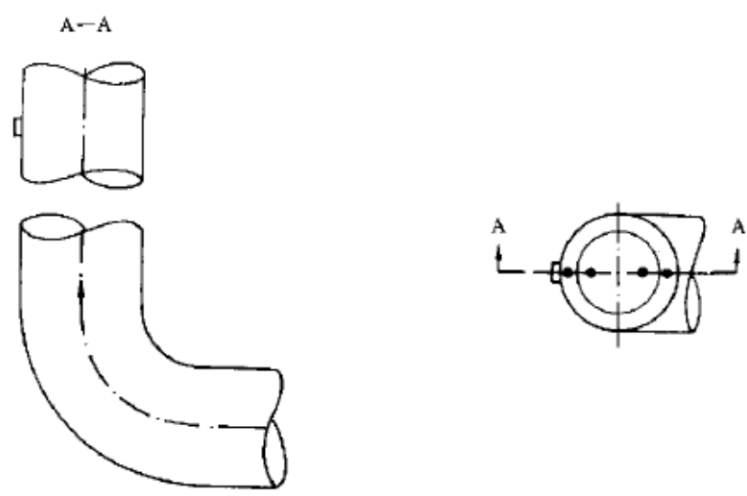


图1 圆形弯头后的测点

- b) 对符合 5.1 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 0.3 m、流速分布比较均匀、对称并符合 5.1 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 2，按表 2 确定。当测点距烟道内壁的距离小于 25 mm 时，取 25 mm。

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

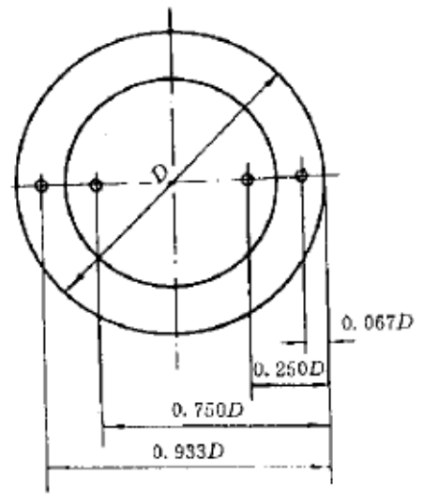


图2 采样点距烟道内壁距离

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	0.194	0.146
4		0.933	0.704	0.323	0.226
5			0.854	0.677	0.342
6			0.956	0.806	0.658
7				0.895	0.774
8				0.967	0.854
9					0.918
10					0.974

5.4.2 矩形或方形烟道

要求如下：

- 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 0.1 m²，流速分布比较均匀，对称并符合 5.1 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 排气参数的测定

6.1 排气温度的测定

6.1.1 测量位置及测点

按5.1、5.2的规定，一般情况下可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±3℃。

6.1.3 测量步骤

将温度测量元件插入烟道中测点处，封闭测孔，待温度稳定后读数。

6.2 排气中水分含量的测定

除转子流量计改为流量计外，其余按 GB/T 16157—1996中5.2的规定。

6.3 排气中 O₂ 的测定

6.3.1 测量位置及测点

按5.1、5.2的规定，一般情况下可在靠近烟道中心的一点测定。

6.3.2 测量方法

电化学法、热磁式氧分析仪法和氧化锆氧分析仪法。

6.3.2.1 电化学法

6.3.2.1.1 原理

被测气体中的氧气，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，其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，放电形成的电流经过负载形成电压，测量负载上的电压大小得到氧含量数值。

6.3.2.1.2 测量仪器

测氧仪由气泵、流量控制装置、控制电路及显示屏组成；采样管及样气预处理器。

6.3.2.1.3 测量步骤

按仪器使用说明书的要求连接气路，并对气路系统进行气密性检验。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靠近中心处，抽取烟气进行测定，待氧含量读数稳定后，读取数据。

6.3.2.2 热磁式氧分析仪法

6.3.2.2.1 原理

氧受磁场吸引的顺磁性比其他气体强许多，当顺磁性气体在不均匀磁场中，且具有温度梯度时，就会形成气体对流，这种现象称为热磁对流，或称为磁风。磁风的强弱取决于混合气体中含氧量多少。通过把混合气体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，测量电阻的变化，就可得到氧的百分含量。

6.3.2.2.2 测量仪器

热磁式氧分仪，采样管及样气预处理器。

6.3.2.2.3 测量步骤

按仪器使用说明书的要求连接气路，并对气路系统进行气密性检验。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靠近中心处，抽取烟气进行测定，待指示稳定后读取氧含量数据。

6.3.2.3 氧化锆氧分析仪法

6.3.2.3.1 原理

利用氧化锆材料添加一定量的稳定剂以后，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，一侧通气样，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，便可通过测量仪表测量出电动势，换算出被测气体的氧含量。

6.3.2.3.2 测量仪器

氧化锆氧分仪；采样管及样气预处理器。

6.3.2.3.3 测量步骤

按仪器使用说明书的要求连接气路，并对气路系统进行气密性检验。接通电源，按仪器说明书要求的加热时间使检测器加热炉升温。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靠近中心处，抽取烟气进行测定，待指示稳定后读取氧含量数据。

7 排气流速和流量的测定

7.1 测量位置及测点

按5.1、5.2的规定。

7.2 原理

排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排气流速。

7.3 测量装置及仪器

包括以下测量装置及仪器：

- a) 标准型皮托管：标准型皮托管的构造如图 3 所示。它是一个弯成 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，用来测定全压。在距前端 6 倍直径处外管壁上开有一圆孔为 1 mm 的小孔，通至后端的侧出口，用于测定排气静压。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，使用时可取修正系数 K_p 为 0.99。标准型皮托管的测孔很小，当烟道内颗粒物浓度大时，易被堵塞。它适用于测量较清洁的排气；

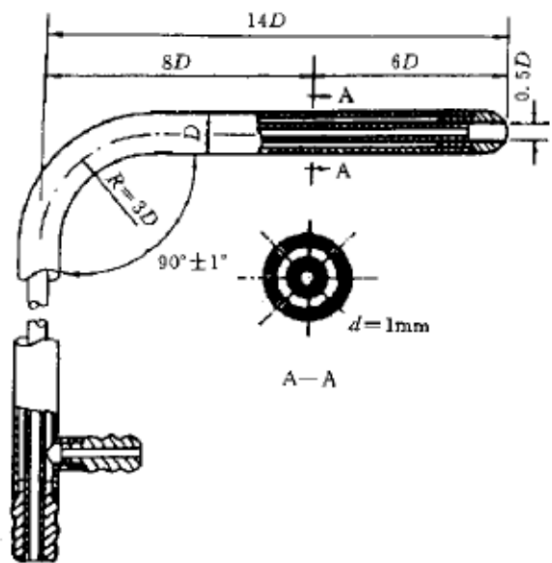


图3 标准型皮托管

- b) S 型皮托管：S 型皮托管的结构见图 4。它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。按照图 4 设计要求制作的 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；

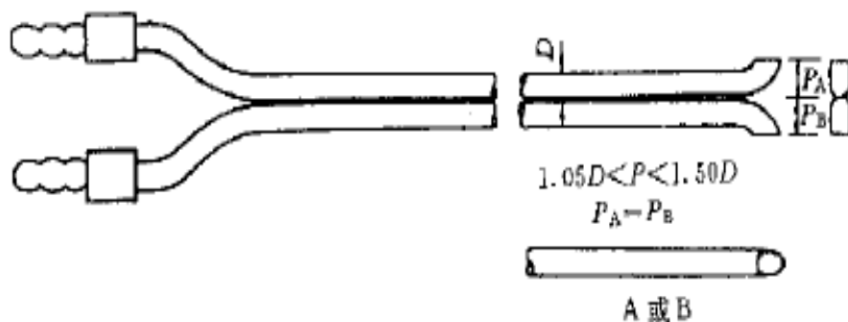


图4 S 型皮托管

- c) 大气压力计：最小分度值应不大于 0.1 kPa；
 d) 流速测定仪。由皮托管、温度传感器、压力传感器、控制电路及显示屏组成：皮托管同 7.3a) 和 b)；温度传感器同 6.1.2；动压测量压力传感器，测量范围应不大于 0 Pa~2000 Pa，分辨率应不大于 2 Pa，精确度应不低于 2 %；静压测量压力传感器，测量范围 0 Pa~±10 kPa，分辨率应不大于 10 Pa，精确度应不低于 4 %。

7.4 测量步骤

按照仪器说明书的要求进行仪器组装、连接，由流速测定仪自动测定烟道断面各测点的排气温度、动压、静压和环境大气压，根据测得的参数仪器自动计算出各点的流速。

8 颗粒物的测定

8.1 采样位置和采样点

按 5.1、5.2 的规定。

8.2 采样原则

8.2.1 等速采样

颗粒物具有一定的质量，在烟道中由于本身运动的惯性作用，不能完全随气流改变方向，为了从烟道中取得有代表性的烟尘样品，需等速采样，即气体进入采样嘴的速度应与采样点的烟气速度相等，其相对误差应在 8 % 以内。

8.2.2 多点采样

由于颗粒物在烟道中的分布是不均匀的，要取得有代表性的烟尘样品，必须在烟道断面按一定的规则多点采样。

8.2.3 皮托管平行测速采样法采样

8.2.3.1 原理

仪器的微处理测控系统根据各种传感器检测到的静压、动压、温度及含湿量等参数，计算烟气流速，选定采样嘴直径，采样过程中仪器自动计算烟气流速和等速跟踪采样流量，控制电路调整抽气泵的抽气能力，使实际流量与计算的采样流量相等，从而保证了烟尘自动等速采样。

8.2.3.2 采样、分析装置

除颗粒物过滤器由滤筒改为滤膜、托架为滤膜托架并对滤膜托架辅助加热外，其余按HJ/T 48—1999中第5章的规定。对于低浓度排放净化装置前按HJ/T 48—1999中第5章的规定。

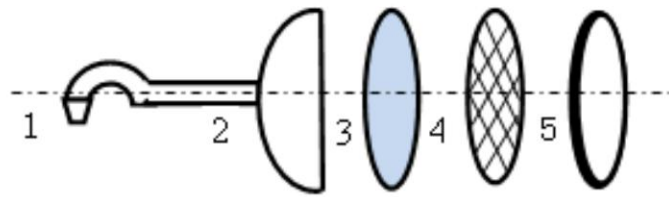
8.2.3.2.1 滤膜

要求如下：

- a) 材质：聚四氟乙烯（ $\leq 230\text{ }^{\circ}\text{C}$ ，机械强度差，在烘箱处理时 $\leq 120\text{ }^{\circ}\text{C}$ ，否则发生卷曲，静电影响称重）、不含有机粘合剂的玻璃纤维（ $\leq 500\text{ }^{\circ}\text{C}$ ，与酸性化合物，如 SO_3 反应）和石英纤维（ $\leq 700\text{ }^{\circ}\text{C}$ ，热稳定、抗腐蚀、机械强度差，可发生纤维脱落）；
- b) 规格： $\Phi 47\text{ mm}$ ；
- c) 捕集颗粒物效率：在 $30\text{ L/min}\sim 50\text{ L/min}$ 的流量下，对平均粒径 $0.3\text{ }\mu\text{m}$ 和 $0.6\text{ }\mu\text{m}$ 的粒子（如气溶胶）的捕集效率不低于99.5%和99.9%。捕集颗粒物效率由滤膜供应者提供；
- d) 物理、化学活性与热稳定性：滤膜材料应不与采样气体发生反应，不吸附采样气体中含有的气体组分，在调节和采样期间预计的最高温度下具有热稳定性；
- e) 选用滤膜时应考虑如下因素：
 - 1) 玻璃纤维滤膜可与酸性化合物（如 SO_3 ）发生反应，导致滤膜质量增加。当可能发生这种情况时，不推荐使用；
 - 2) 石英纤维滤膜机械强度较弱，但适合在大多数情况下使用；
 - 3) 聚四氟乙烯（PTFE）滤膜在使用时，不得超过规定的温度；
 - 4) 气流通过滤膜时会产生压降，采样过程中随着滤膜上收集颗粒物的增加压降增大。压降的大小与滤膜的种类有关。通过滤膜气体流速约 0.5 m/s ，预计压降 3 kPa 到 10 kPa ；
 - 5) 使用有机粘结剂滤膜时，应防止有机粘结剂受热蒸发造成滤膜质量的损失；
 - 6) 方法“全程空白”的大小，在一定程度上与使用滤膜的特性（机械性能，与湿气的亲和力等）有关；
 - 7) 某些类型的过滤材料（如PTFE等），称重时应注意防止静电造成的测量误差；
 - 8) 分析采集颗粒物的组分选择过滤材料时，应考虑过滤材料中相应组分的空白。

8.2.3.2.2 滤膜托架

滤膜托架（图5）由支撑滤膜的网托和密封圈组成。选用的材料应保证不同烟气条件（温度、湿度和酸碱性等）下不会对测定结果产生影响。



说明：

- 1——采样嘴；
- 2——前弯管；
- 3——滤膜；
- 4——网托；
- 5——密封圈。

注：滤膜托架、滤膜及滤膜上游部件的总重量不超过20 g。

图5 滤膜托架、滤膜及滤膜上游部件示意图

8.2.3.3 采样、分析步骤

按DB37/T 2537—2014中9.5、9.6的规定，对于低浓度排放净化装置前按HJ/T 397—2007中7.6.3、7.6.4的规定。

9 气态污染物的测定

9.1 采样位置和采样点

按5.1、5.2的规定，一般情况下可在靠近烟道中心的一点测定。

9.2 原理

将经过过滤、除水或高温加热后的废气抽入到分析仪中，通过电化学或光学原理测得污染物含量。

9.3 监测方法

主要包括以下方法：

- a) 定电位电解法；
- b) 非分散红外吸收法；
- c) 紫外吸收法；
- d) 傅里叶变换红外光谱法。

9.4 监测仪器组成

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

9.5 监测步骤

分为以下步骤：

- a) 按 14.3.2.2 的规定检验气密性；

- b) 按照仪器说明书连接采样管、预处理装置、抽气泵和分析仪主机等,接通电源,按照仪器说明书要求,设定加热和制冷温度,达到温度要求后按照仪器说明书要求进行校准;
- c) 将采样管插入烟道中,将采样孔堵严使之不漏气,开始测定,待仪器读数稳定后即可记录(打印)测试数据;
- d) 读数完毕将采样管从烟道取出置于环境空气中,抽取干燥清洁气体直至仪器示值符合仪器说明书要求后,再进行下一步骤;
- e) 多次测量重复 c) — d) 步骤;
- f) 测定结束后,将采样管从烟道取出,按监测分析方法要求进行检验,最后抽取干燥清洁气体直至仪器示值符合仪器说明书要求后关机。

9.6 监测仪器的技术要求

9.6.1 定电位电解法

要求如下:

- a) 二氧化硫示值误差: $\leq \pm 5\%$;
- b) 氮氧化物示值误差: $\leq \pm 5\%$ (浓度 $< 100 \mu\text{mol/mol}$, $\leq 5 \mu\text{mol/mol}$); 系统偏差: $\leq \pm 5\% \text{C.S.}$ 。

9.6.2 非分散红外吸收法

要求如下:

- a) 二氧化硫精确度: $\pm 1\%$ (满量程); 抗干扰: 对 CO_2 、 CO 、 H_2O 、 NO_2 、 NO 等杂质的干扰误差应小于满量程的 $\pm 2\%$; 采样流量波动固定在平均采样流量的 $\pm 10\%$ 以内, 采样流量误差应小于 $\pm 2.5\%$;
- b) 氮氧化物示值误差: $\leq \pm 5\%$ (浓度 $< 100 \mu\text{mol/mol}$, $\leq 5 \mu\text{mol/mol}$); 系统偏差: $\leq \pm 5\% \text{C.S.}$ 。

9.6.3 紫外吸收法

要求如下:

- a) 二氧化硫示值误差: $\leq \pm 5\%$ (浓度 $< 100 \mu\text{mol/mol}$, $\leq 5 \mu\text{mol/mol}$); 系统偏差: $\leq \pm 5\% \text{C.S.}$;
- b) 氮氧化物示值误差: $\leq \pm 5\%$ (浓度 $< 100 \mu\text{mol/mol}$, $\leq 5 \mu\text{mol/mol}$); 系统偏差: $\leq \pm 5\% \text{C.S.}$ 。

9.6.4 傅里叶变换红外光谱法

要求如下:

- a) 二氧化硫示值误差: $\leq \pm 5\%$ (浓度 $< 50 \mu\text{mol/mol}$, $\leq 5 \mu\text{mol/mol}$);
- b) 氮氧化物示值误差: $\leq \pm 5\%$ (浓度 $< 50 \mu\text{mol/mol}$, $\leq 5 \mu\text{mol/mol}$)。

10 煤质的测定

10.1 煤的采样

按GB 475—2008中第6、7、8章的规定。

10.2 煤的制样

按GB 474—2008中第11章的规定。

11 采样频次和采样时间

11.1 颗粒物

每天至少采集3个样品，每个样品采样时间不小于30 min且采样体积不小于1 m³；对于低浓度排放净化装置前每天至少采集3个样品，原则上每个采样点时间不小于3 min，或每个断面测定时所采集样品累计总采样体积不小于1 m³。

11.2 气态污染物

SO₂、NO_x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。

11.3 煤质

1天至少采集1个混合样品，1天至少分析1次。

11.4 其他要求

包括以下要求：

- a) 颗粒物和气态污染物采样时，烟气参数应同步监测；
- b) 对净化装置前、后的采样监测应同步进行；
- c) 也可根据环境管理要求和监测目的，结合污染源实际运行状况及相关标准要求确定监测天数和频次。

12 监测分析方法

12.1 选择分析方法的原则

12.1.1 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。

12.1.2 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。

12.1.3 对相关排放标准未规定监测分析方法的污染物项目，应选用国家环境保护标准、环境保护行业标准规定的方法。

12.1.4 在某些项目的监测中，尚无方法标准的，可采用国际标准化组织（ISO）或其他国家的等效方法标准，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。

12.2 颗粒物、二氧化硫、氮氧化物、煤质监测分析方法

见附录A。

13 监测结果表示和计算

按HJ/T 397—2007中第12章的规定。

14 质量保证和质量控制

14.1 监测仪器设备的检定和校准

14.1.1 属于国家强制检定目录内的工作计量器具以及分析天平、皮托管系数等其他仪器设备必须按期送计量部门检定，经检定合格并取得检定证书后方可用于监测工作。

14.1.2 测定装置的温度、压力、流量，皮托管，分析天平等应定期进行校准。

14.1.3 电化学烟气分析仪应根据仪器使用频率，每3个月至半年进行检查校准，如传感器性能明显下降或失效，及时更换，送计量部门重新检定后方可使用。在使用频率较高的情况下，应增加校准次数。

14.1.4 烟气中的颗粒物会堵塞烟气分析仪的采样管路、预处理装置，光学烟气分析仪在使用过程中，烟气中的颗粒物会粘附在分析仪反射镜面上，影响仪器精度，应定期检查采样管路、预处理装置和分析仪反射镜面的状况，及时更换或清理。

14.1.5 氧分析仪至少每3个月检查校准一次，应使用含有0.2%左右体积浓度氧的零点气体校准分析仪的零点；对于氧化锆氧分析仪，应按照氧化锆氧分析仪校准说明书校准分析仪的零点；用高浓度标准气体校准分析仪的量程。

14.2 监测仪器设备的运行和维护

14.2.1 监测仪器设备须有专人管理及维护，每次使用前应全面检查、使用后及时维护。更换失效的消耗品和配件，检查电源及接线等，发现破损及时修补或更换。每次使用结束后，立即采用干燥清洁气体，去除采样管路、预处理装置和分析仪中可能存在的含湿废气和残留废气。

14.2.2 监测仪器设备应备有专门的使用维护记录，记录要全面，应包含仪器与设备检定、校准、使用、维护等相关信息。

14.3 监测仪器设备的质量检验

14.3.1 监测仪器设备的技术要求

监测仪器设备的技术要求应符合相关标准的规定，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。

14.3.2 气密性检验

14.3.2.1 颗粒物采样系统气密性检验

14.3.2.1.1 检验系统气密性是否合格，如不合格，应分段检查、堵漏，直到满足要求。

14.3.2.1.2 流量计量装置放在抽气泵前的，其检验方法有两种：

——方法一：在系统的抽气泵前串一满量程为1 L/min的小量程转子流量计。检验时，将装好滤筒的采样管进口（不包括采样嘴）堵严，打开抽气泵，调节泵进口的调节阀，系统中的压力表负压指示6.7 kPa，此时小量程流量计的流量不大于0.6 L/min，则视为合格；

——方法二：堵严采样管滤筒夹处进口，打开抽气泵，调节泵进口的调节阀，使系统中的真空压力表负压指示6.7 kPa，关闭连接抽气泵的橡皮管，在0.5 min内如真空压力表的指示值下降不超过0.2 kPa，则视为合格。

14.3.2.1.3 在仪器携往现场前，已按14.3.2.1.2方法进行过检验的，现场可以只对主机进气口到采样管之间的气路进行检验。

14.3.2.1.4 流量计量装置放在抽气泵后的检验方法：在流量计量装置出口接一三通管，其一端接压力计，另一端接橡皮管。检验时，切断抽气泵的进口通路，由三通的橡皮管端压入空气，使压力计水柱压差上升到2 kPa，堵住橡皮管进口，如压力计的液面差在1 min内不变，则视为合格。抽气泵前管段仍按前面的方法检验。

14.3.2.2 烟气分析系统气密性检验

仪器的各组成部分应连接牢固，测定前后应按照要求检验仪器的气密性，可堵紧进气口，若仪器的采样流量示值在监测分析方法规定的时间内降至零，则视为合格。

14.3.3 其他要求

应严格检查皮托管和采样嘴，发现变形或损坏者不能使用。

14.4 现场监测质量保证和质量控制

14.4.1 排气参数的测定

14.4.1.1 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。

14.4.1.2 排气温度测定时，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。

14.4.1.3 排气水分含量测定时，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。

14.4.1.4 测定排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。

14.4.2 颗粒物的采样

14.4.2.1 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，否则影响等速采样的精度；
- c) 如采样位置不符合 5.1 要求的，可对烟道进行改造，并对采样位置流速场进行预测，如最大流速与最小流速之比大于 3，要求采样点加密 1 倍；
- d) 烟道面积大于 20 m²，需按照每平方米一个测点的原则确定采样点数；
- e) 如监测需要，应在烟道两侧对穿监测孔采样。

14.4.2.2 采样孔位置应尽量避免开烟道含气（雾）滴的管段。颗粒物采样监测时容易受到冷凝水的干扰，造成较大误差。由于皮托管中的冷凝水会造成流速测量偏差，连接颗粒物采样器的软管管路中的冷凝水会造成采样系统阻力大，需随时观察，冬季采样时更需注意，防止结冰。

14.4.2.3 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。

14.4.2.4 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。

14.4.2.5 采样过程中确保采样嘴不要碰到采样孔等，避免损坏和沾污。

14.4.2.6 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。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。

14.4.2.7 为防止在制备全程空白过程中空气（烟道为负压）或排气（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。

14.4.2.8 采样前后不得直接用手接触采样头，采样结束后小心将采样头从取样管上取下，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。

14.4.2.9 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。

14.4.2.10 采样结束后应检查滤膜是否破碎（采用整体称重时，称量结束后再检查）。

14.4.3 气态污染物的采样

14.4.3.1 为了防止烟气中水分在连接管和仪器中冷凝干扰测定，应配置烟气预处理装置，采样管路应加热保温，对烟气进行过滤、除湿。

14.4.3.2 应尽量选择具有较强抗负压能力抽气泵的仪器。

14.4.3.3 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校准。

14.4.3.4 考虑到二氧化氮、一氧化碳气体对二氧化硫电化学传感器的干扰，对于水泥厂窑尾、烧结机机头等监测时，应尽可能避免使用电化学烟气分析仪。

14.4.3.5 应严格按照监测分析方法和仪器说明书进行操作，监测前用标准气体进行校准，监测后用同一瓶标准气体进行检验，如示值误差不符合监测分析方法要求，则本次监测数据无效。

14.4.4 工况的核查

通过对监测期间主要产品产量、主要原材料、燃料和环保试剂消耗量的计量和调查统计，并与相应设计指标的比对，核算生产装置的实际运行负荷和负荷率。还可以采取风量核查、燃煤量核查、热工仪表核查等方式进行工况核查。监测人员可结合现场实际情况，选取不同的工况核查方式。核查方式和核查结果需记录。

14.4.4.1 风量核查

按HJ/T 373—2007中5.3.1的规定。

14.4.4.2 燃煤量核查

按HJ/T 373—2007中5.3.6的规定。

14.4.4.3 热工仪表核查

按HJ/T 373—2007中5.3.7的规定。

14.5 实验室内分析质量保证和质量控制

14.5.1 天平和天平室

天平分辨率为0.1 mg或0.01 mg，以满足称量的需要。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，确保天平防振、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。采样前和采样后应使用同一台天平称量，并保持称量环境条件一致。

14.5.2 恒重

同一称量部件前后称量示值变化应控制在0.5 mg内。如果示值变化超过0.5 mg，应把称量部件放回干燥器中重新干燥平衡，然后称量至恒重。

14.6 其他

14.6.1 等速率

按附录C的规定。

14.6.2 标识

称量前对称量部件或盛称量部件的容器进行标识，每一个标识必须保持唯一性和可追溯性。

14.6.3 滤膜托架加热

当排气中含有水滴、水气接近饱和或饱和，滤膜托架应加热，保持温度在105℃～110℃。

14.6.4 颗粒物测定结果判断

属于下列情况之一的结果无效：样品滤膜破损；采样系统泄漏；结果低于全程空白；全程空白高于 1 mg/m^3 ；采样期间，采样的平均等速率的变化超过等速率范围。

14.6.5 有效数据个数

每次采样至少采集3个颗粒物样品，其中至少有2个样品的颗粒物测定结果为有效数据，取平均值为所监测的固定污染源废气中颗粒物的浓度值；或按有关标准规定的颗粒物样品数进行采集和计算确定。

附 录 A

(资料性附录)

颗粒物、二氧化硫、氮氧化物、煤质监测分析方法

序号	监测项目	方法标准名称	方法标准编号
1	颗粒物	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—1996
		山东省固定污染源废气 低浓度颗粒物测定 重量法	DB37/T 2537—2014
2	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—2011
		固定污染源排气中二氧化硫的测定 定电位电解法	HJ/T 57—2000
		固定污染源废气 二氧化硫的测定 紫外吸收法	DB37/T 2705—2015
		傅里叶变换红外光谱法	附录 D
3	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—2014
		固定污染源排气中氮氧化物的测定 定电位电解法	HJ 693—2014
		固定污染源废气 氮氧化物的测定 紫外吸收法	DB37/T 2704—2015
		傅里叶变换红外光谱法	附录 D
4	全水分	煤中全水分的测定方法	GB/T 211—2007
	内水分	煤的工业分析方法	GB/T 212—2008
	灰分		
	挥发份		
	发热量	煤的发热量测定方法	GB/T 213—2008
	硫分	煤中全硫的测定方法	GB/T 214—2007

附 录 B
(规范性附录)
采样平台和爬梯

B.1 采样平台和爬梯的要求

从安全角度考虑,颗粒物采样场地应具备永久性采样平台和爬梯。采样平台和爬梯满足如下要求:

a) 采样平台:

- 1) 为保障监测人员安全及方便操作,保障监测工作顺利进行,涉及高处作业的采样孔或采样位置应配套建设采样平台;
- 2) 平台面积应不小于 1.5 m^2 ,并设有高 1.1 m 以上的护栏,采样孔距平台面约为 $1.2\text{ m}\sim 1.3\text{ m}$ 。采样平台应在监测点的正下方,平台地板采用不小于 4 mm 厚的花纹钢或经防滑处理的钢板铺装,均匀分布活载荷应不小于 3 kN/m^2 ,安装不低于 100 mm 的踢脚板,防护栏杆应能承受水平方向和垂直向下方向不小于 890 N 集中载荷和不小于 700 N/m 均布载荷,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—2009;
- 3) 若采样位置或断面有多个采样孔,应适当延长采样平台的长度,每增加一个采样孔,至少延长 1 m 。采样平台的宽度(平台外侧到烟道壁或排气筒外壁的距离)应至少为直径或当量直径的 $1/4$,确保监测人员有足够的工作面积;
- 4) 采样平台附近有可能造成人体机械伤害、灼烫、腐蚀、触电等致伤的危险源时,应在平台相应位置设置防护罩或防护屏,并设接地装置,防止雷雨天气发生雷击;
- 5) 采样平台应设置永久性 220 V 低压配电箱,内设漏电保护器,至少具备 2 个 16 A 插座和 2 个 10 A 插座,为监测设备提供电力。

b) 爬梯:

- 1) 当采样平台距地面高度不超过 2 m 时,可使用固定式钢直梯到达采样平台,固定式钢直梯建设应符合 GB 4053—2009 的要求;
- 2) 当采样平台距地面高度超过 2 m 时,因携带监测设备需要,应设计并建设安全、方便地抵达采样平台的方式,基准面与采样平台之间必须建设固定式钢制斜梯、Z 字梯或旋转梯。爬梯与水平面的倾角不大于 45° ,爬梯防护护栏高度不低于 1.2 m ,爬梯无障碍宽度不小于 750 mm ,其他建设参数参照 GB 4053—2009。

附 录 C
(规范性附录)
等速率

C.1 等速率的计算方法

计算等速率主要有以下两种方法:

a) 比较进入采样嘴气体的流速与在采样点排气的流速确定等速率:

$$\eta=\frac{v_n}{v_s}\times100\% \dots\dots\dots (C.1)$$

式中:

- η ——等速率, %;
- v_n ——进入采样嘴气体的流速, m/s;
- v_s ——采样点排气的流速, m/s。

b) 比较在采样期间实际采样流量和等速采样流量确定等速率:

$$\eta=\frac{Q_r}{Q'_r}\times100\% \dots\dots\dots (C.2)$$

式中:

- η ——等速率, %;
- Q_r ——实际采样流量, L/min;
- Q'_r ——等速采样流量, L/min。

注: 在采样点采样期间等速率的平均值应控制在92 %~108 %。

附 录 D
(规范性附录)

傅立叶变换红外光谱法二氧化硫、氮氧化物监测技术导则

D.1 注意事项

使用本方法的人员应具备固定污染源废气排放现场监测工作的实践经验,熟悉傅立叶变换红外光谱法原理的仪器。

D.2 适用范围

本附录规定了固定污染源废气中二氧化硫、氮氧化物的监测方法。

注:氮氧化物是指固定污染源废气中以一氧化氮(NO)和二氧化氮(NO₂)形式存在的氮氧化物。

D.3 方法概述

D.3.1 相关的标准和依据

美国EPA Method 320。

D.3.2 方法的选择

表D.1所列的监测方法或其他经环境保护部批准适用于本标准的方法。

表D.1 二氧化硫、氮氧化物监测方法

序号	污染物名称	方法名称
1	二氧化硫	傅立叶变换红外光谱法（FTIR）
2	氮氧化物	
注：测定方法标准暂参考所列方法，待国家发布相应的方法标准后，所列方法停止使用，并执行国家新发布的方法标准。		

D.4 检出限

方法的测定范围适用固定污染源废气中二氧化硫、氮氧化物的监测,二氧化硫的检出限1 mg/m³,氮氧化物(一氧化氮以二氧化氮计)的检出限1 mg/m³。

D.5 二氧化硫、氮氧化物监测方法

D.5.1 原理

傅立叶变换红外光谱法原理为:分子的每一种运动状态都具有一定能量,当红外光与物质分子有选择性地相互作用时,分子就吸收或发射一定频率的红外光。振动能级的吸收对应于中红外。傅立叶变换

红外光谱仪就是记录这种吸收光谱的仪器，得到的是以等间隔波数为横坐标、吸光度为纵坐标表示的谱图，即是红外光谱图。化学键或官能团其振动能级从基态跃迁至激发态所需要的能量有所不同，所以吸收不同的红外光谱。物质吸收不同的红外光，在不同的波段上出现吸收峰，就形成了红外光谱。物质的吸收强度和浓度遵循朗伯-比尔定律。

D.5.2 试剂和材料

包括以下试剂和材料：

- a) 高纯氮气：纯度高于 99.99 %（钢瓶气）；
- b) SO₂ 标准气体（国家级标物，不确定度小于 2 %）；
- c) NO 标准气体（国家级标物，不确定度小于 2 %）；
- d) NO₂ 标准气体（国家级标物，不确定度小于 2 %）。

D.5.3 仪器

傅立叶变换红外分析系统一般由采样系统、傅立叶变换红外分析仪主机、分析软件、定量图谱库等部分组成，其中采样系统和分析仪主机样气室需全程加热。仪器结构图如图D.1所示。



图D.1 仪器结构图

- a) 采样系统：
 - 1) 采样探针：应满足测试要求，材质要耐高温，不吸附目标分析物，能有效输送目标分析物；
 - 2) 粉尘过滤器：应满足去除 1 微米颗粒，且不吸附目标分析物；
 - 3) 加热采样管：可使用可以加热的不锈钢管道（确保没有冷凝），或聚四氟乙烯，或是一些对于分析物来说的惰性材料；
 - 4) 采样泵：性能应保证气体顺利通过一定长度的采样管线，能耐烟道较强负压，并要求泵的材料与分析物不会产生反应。
- b) 傅立叶变换红外分析仪主机；
- c) 分析软件；
- d) 定量图谱库：包括 H₂O、CO₂、SO₂、NO、NO₂ 等光谱图。

D.6 采样

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。

D.7 操作步骤

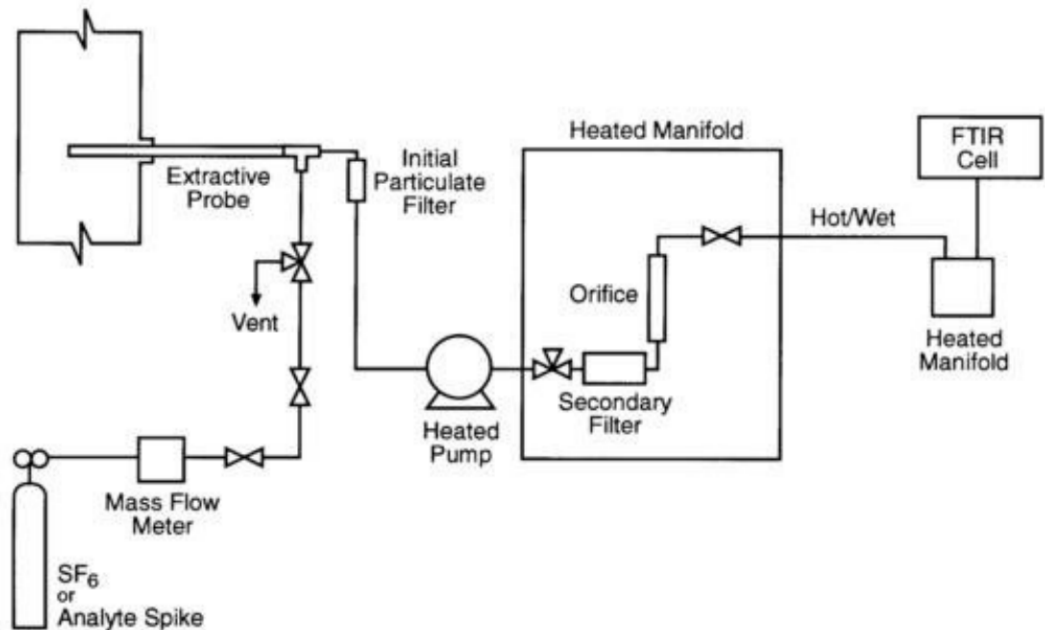
不同厂家的仪器，其操作步骤也会有所不同，使用时应严格按照仪器说明书操作。傅立叶变换红外光谱法采样和校准示意图如图D.2所示。基本操作步骤为：

- a) 开机：
 - 1) 按照仪器说明书正确连接仪器主机与采样器、采样探针；
 - 2) 打开主机，达到仪器说明书规定的工作状态，采样系统达到说明书规定的工作状态。

- b) 采样前的零点校准:
- 1) 样气室温度要达到且稳定在仪器规定值, 并使干涉图达到稳定高度;
 - 2) 将高纯氮气通入仪器中, 流量稳定, 然后进行零点校准, 零点校准结束后关闭高纯氮气。
- c) 样品采集和测定:
- 1) 选定待测物质, 并选择保存所有样品光谱图的操作, 选择合适的分析时间;
 - 2) 根据现场条件确定烟道内采样点位置, 将采样管伸入烟道并启动采样泵;
 - 3) 以单次或连续测量的操作方式进行测定, 待仪器读数稳定后读取数据。
- d) 仪器清洗和关机:
- 1) 测量结束后需继续启动采样泵, 抽取环境空气清洗气路;
 - 2) 清洗气路后关闭采样泵, 将高纯氮气通入主机样气室完成清洗, 然后关机。

D.8 质量保证和质量控制

- D.8.1 示值误差检查:** 每次监测前, 选择合适浓度的二氧化硫、氮氧化物标准气体, 对仪器进行示值误差检查, 若示值相对误差不超过 $\pm 5.0\%$, 则状态检查合格, 否则应查找原因, 并进行相应的修复或维护, 直至满足要求后方可开展监测。
- D.8.2 烟气中的水和二氧化碳对红外光谱中的分析组分存在普遍干扰,** 在分析测定时应先扣除水和二氧化碳的干扰, 根据仪器厂家建议对水进行重新标定。
- D.8.3 注意事项:** 烟气中的颗粒物会堵塞采样管路或者粘附在仪器反射镜面上, 影响仪器精度, 使用前应仔细检查过滤装置的状况, 及时更换或清理。



图D.2 傅立叶变换红外光谱法采样和校准示意图

附 录 E
(资料性附录)
生产装置运行负荷核查记录

生产设施名称	编号	项目	监测日期	
			×年×月×日	×年×月×日
		设计生产能力（单位）		
		实际生产能力（单位）		
		负荷率（%）		
		设计生产能力（单位）		
		实际生产能力（单位）		
		负荷率（%）		

附 录 F
(资料性附录)
环保设施运行情况统计表

生产设施 名称、编号	生产设施所对应 环保设施名称、编号	设计运行性能指标	监测期间实际运行性能指标	
			监测日期	
			×年×月×日	×年×月×日
		如：脱硫塔浆液循环泵运行台数、湿式电除尘电场运行电流等		

附 录 G
(资料性附录)
环保试剂类型、消耗量情况统计表

生产设施 名称、编号	生产设施所对应 环保设施名称、编号	设计环保试剂 类型、消耗量	监测期间环保试剂类型、消耗量	
			监测日期	
			×年×月×日	×年×月×日
		如： 脱硝剂用量等		

附 录 H
(资料性附录)
低浓度颗粒物的测定全程空白记录表

监测日期	系列测量对应的 全程空白样品编号	系列测量的平均采样体积 (m ³)	全程空白值 (mg)	全程空白 (mg/m ³)
×年×月×日				

附 录 I
(资料性附录)

监测前、后用标准气体对烟气测定仪器示值误差检验记录表

监测日期		校验项目	单位	标气浓度值	仪器示值	绝对误差或相对误差	允许误差	校验结果
×年 ×月 ×日	监测前	SO ₂	μmol/mol					
		NO						
		O ₂	%					
	监测后	SO ₂	μmol/mol					
		NO						
		O ₂	%					
×年 ×月 ×日	监测前	SO ₂	μmol/mol					
		NO						
		O ₂	%					
	监测后	SO ₂	μmol/mol					
		NO						
		O ₂	%					

附 录 J
(资料性附录)
总排口废气监测结果表

监测日期	监测频次	烟气量 (m ³ /h)	氧含量 (%)	颗粒物		二氧化硫		氮氧化物	
				实测浓度 (mg/m ³)	基准排放浓度 (mg/m ³)	实测浓度 (mg/m ³)	基准排放浓度 (mg/m ³)	实测浓度 (mg/m ³)	基准排放浓度 (mg/m ³)
×年 ×月 ×日	第一次								
	第二次								
									
									
									
									

附 录 K
(资料性附录)
净化效率监测结果表

监测日期	监测断面		废气量 (m ³ /h)	污染物实测浓度 (mg/m ³)	污染物排放速率 (kg/h)	净化效率 (%)
×年 ×月 ×日	净化装置进口	A 侧				
		B 侧				
						
						
	净化装置出口	A 侧				
						