

附件2

DB33

浙江省地方标准

DB 33/ XXXXX—XXXX

## 燃煤电厂大气污染物排放标准

Emission standard of air pollutants for coal-fired power plant

(征求意见稿)

XXXX - XX - XX 发布

XXXX - XX - XX 实施

浙江省人民政府

发布

## 前 言

**本标准全文强制。**

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》和《浙江省大气污染防治条例》等法律、法规，加强对燃煤电厂大气污染排放控制，防治燃煤电厂大气污染物排放造成的污染，促进行业技术进步和可持续发展，改善环境质量，结合浙江省的实际情况，制订本标准。

本标准规定了燃煤电厂大气污染物排放浓度限值、监测和监控要求。

本标准首次发布。

自标准实施之日起，浙江省辖区内的燃煤电厂大气污染物排放按本标准执行。

本标准颁布实施后，新制订或新修订的国家大气污染物排放标准严于本标准限值，以及国务院环境保护主管部门或省级人民政府发布执行特别排放限值公告的，按照从严原则，按适用范围执行相应大气污染物排放标准。

本标准附录A~附录D为规范性附录。

本标准由浙江省环境保护厅提出并归口。

本标准主要起草单位：浙江省环境监测中心、浙江省环境保护科学设计研究院、浙江省标准化研究院、浙江省能源集团有限公司。

本标准由浙江省环境保护厅解释。

# 燃煤电厂大气污染物排放标准

## 1 范围

本标准规定了燃煤电厂大气污染物排放浓度限值、监测和监控要求，以及标准的实施与监督等相关规定。

本标准适用于现有燃煤电厂的大气污染物排放管理。

本标准适用于新建燃煤电厂建设项目的环评评价、环境保护工程设计、竣工环境保护验收及其投产后大气污染物排放管理。

本标准适用于单台出力65t/h以上除层燃炉、抛煤机炉外的燃煤（含水煤浆）发电锅炉；各种容量的煤粉发电锅炉；单台出力65t/h以上采用煤矸石、生物质、油页岩、石油焦等燃料或以煤为主掺烧其它燃料的发电锅炉，参照本标准执行。

本标准不适用于各种容量的以生活垃圾、危险废物为燃料的发电厂。

本标准适用于法律允许的污染物排放行为，新设立污染源的选址和特殊保护区域内现有污染源的管理，按照《中华人民共和国大气污染防治法》《中华人民共和国环境影响评价法》等法律、法规和规章的相关规定执行。

## 2 规范性引用文件

本标准引用下列文件或其中的条款。凡是不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本标准。

GB 3095 环境空气质量标准

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/T 48 烟尘采样器技术条件

HJ/T 75 固定污染源烟气排放连续监测系统技术规范(试行)

HJ/T 76 固定污染源烟气排放连续监测系统技术要求及检测方法(试行)

HJ/T 373 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 固定源废气监测技术规范

HJ/T 398 固定污染源排放烟气黑度的测定 林格曼烟气黑度图法

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

《污染源自动监控管理办法》（国家环境保护总局令 第28号）

《环境监测管理办法》（国家环境保护总局令 第39号）

### 3 术语和定义

下列术语和定义适用于本标准。

#### 3.1

**燃煤电厂** coal-fired power plant

以煤炭为燃料的火力发电厂。

#### 3.2

**现有燃煤发电锅炉** existing coal-fired power generation boiler

本标准实施之日前，建成投产或环境影响评价文件已通过审批的燃煤发电锅炉。

#### 3.3

**新建燃煤发电锅炉** new coal-fired power generation boiler

本标准实施之日起，环境影响评价文件通过审批的新建、扩建和改建的燃煤发电锅炉。

#### 3.4

**超低排放** ultra-low emissions

在基准氧含量6%条件下，燃煤电厂标态干烟气中颗粒物、SO<sub>2</sub>、NO<sub>x</sub>排放浓度分别不高于10 mg/m<sup>3</sup>、35 mg/m<sup>3</sup>、50 mg/m<sup>3</sup>。

#### 3.5

**颗粒物** particulate matter

颗粒物是指燃料和其他物质在燃烧、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，包括除尘器未能完全收集的烟尘颗粒及烟气脱硫、脱硝过程中产生的次生颗粒状物质。

#### 3.6

**标准状态** standard condition

烟气在温度为273K，压力为101325Pa时的状态，简称“标态”。本标准中所规定的大气污染物浓度均指标准状态下干烟气的数值。

### 3.7

#### 氧含量 oxygen content

燃料燃烧时，烟气中含有的多余的自由氧，通常以干基容积百分数来表示。

### 3.8

#### 大气污染物基准氧含量排放浓度 reference oxygen emission concentration of air pollutants

指在标准状态下，烟囱或烟道中干排气所含污染物在任何1h基准氧含量浓度平均值，单位为： $\text{mg}/\text{m}^3$ 。本标准规定的各项污染物浓度的排放限值，均指在标准状态下以6% (VN%)  $\text{O}_2$ （干烟气）作为基准氧含量换算后的排放浓度。

### 3.9

#### 测定均值 average value

取样期以等时间间隔（采样时间不小于30分钟）至少采集3个样品测试值的平均值。

### 3.10

#### 小时均值 hourly average value

任何1小时污染物浓度的算术平均值，或在1小时内，以等时间间隔采集4个样品测试值的算术平均值。

### 3.11

#### 排放绩效 Generating Performance

是指每生产1kWh电量或等效发电量所排放污染物的量。

### 3.12

#### 环境空气敏感区 Ambient air sensitive area

是指按GB 3095规定划分为一类功能区中的自然保护区、风景名胜区和其它需要特殊保护的地区，二类功能区中的居民区、文化区等人群较集中的环境空气保护目标，以及对项目排放大气污染物敏感的区域。

## 4 大气污染物排放控制要求

#### 4.1 有组织排放控制要求

4.1.1 自本标准实施之日起，新建燃煤发电锅炉执行表 1 规定的 II 阶段排放限值。

4.1.2 自 20××年×月×日起，现有 300 兆瓦及以上发电机组配套的燃煤发电锅炉执行表 1 规定的 II 阶段排放限值。

4.1.3 自 20××年×月×日起，杭州、宁波、嘉兴、湖州、绍兴地区的现有单台出力 300 兆瓦以下发电机组（不含 300 兆瓦）配套的燃煤发电锅炉以及其它锅炉执行表 1 规定的 I 阶段排放限值。

4.1.4 自 20××年×月×日起，其他地区的现有单台出力 300 兆瓦以下发电机组（不含 300 兆瓦）配套的燃煤发电锅炉以及其它锅炉执行表 1 规定的 I 阶段排放限值。

4.1.5 现有单台出力 300 兆瓦以下发电机组（不含 300 兆瓦）配套的燃煤发电锅炉以及其它锅炉执行 II 阶段排放限值的具体地域范围、实施时间，由省级环境保护行政主管部门和设区的市级人民政府规定。

表 1 燃煤发电锅炉大气污染物超低排放浓度限值

单位：mg/m<sup>3</sup>（烟气黑度除外）

序号	污染物项目	排放限值		污染物排放 监控位置
		I 阶段	II 阶段	
1	颗粒物 <sup>1</sup>	10	5	烟囱或烟道
2	二氧化硫	35	35	
3	氮氧化物（以 NO <sub>2</sub> 计）	50	50	
4	汞及其化合物 <sup>1</sup>	0.03	0.03	
5	烟气黑度（林格曼黑度，级）	1	1	烟囱排放口

注 1：手工监测数据，颗粒物、汞及其化合物浓度以测定均值计，二氧化硫和氮氧化物以小时均值计；自动检测数据取值时间按照相关规定执行。

4.1.6 若执行不同许可排放浓度的多台设施采用混合方式排放烟气，且选择的监控位置只能测混合烟气中的大污染物浓度，则应执行各限值要求中最严格的许可排放浓度。

4.1.7 位于城市主城区及环境空气敏感区的燃煤发电锅炉应采取烟温控制及其他有效措施消除石膏雨、有色烟羽等现象。

#### 4.2 排放绩效控制要求

4.2.1 新建燃煤发电锅炉自标准实施之日起，现有单台出力 300 兆瓦及以上的发电机组配套的燃煤发电锅炉以及其它锅炉自 20××年×月×日起，执行表 2 规定的 II 阶段排放绩效限值。

4.2.2 杭州、宁波、嘉兴、湖州、绍兴地区的现有单台出力 300 兆瓦以下的发电机组配套的燃煤发电锅炉以及其它锅炉自 20××年×月×日起，其他地区的现有单台出力 300 兆瓦以下发电机组配套的燃煤发电锅炉以及其它锅炉自 20××年×月×日起，执行表 2 规定的 I 阶段排放绩效限值。

4.2.3 现有单台出力 300 兆瓦以下的发电机组配套的燃煤发电锅炉以及其它锅炉执行 II 阶段排放绩效限值的具体地域范围、实施时间，由省级环境保护行政主管部门和设区的市级人民政府规定。

表 2 燃煤电厂排放绩效限值

单位: g/kWh

污染物	绩效限值	
	I 阶段	II 阶段
颗粒物	0.035	0.0175
二氧化硫	0.1225	0.1225
氮氧化物	0.175	0.175

4.2.4 热电联产机组供热部分等效发电量折算, 计算公式如下:

$$D = H \times 0.278 \times 0.3 \dots\dots\dots (1)$$

式中:

D为供热量折算的等效发电量, kWh;

H为机组的设计供热能力, MJ/a。

#### 4.3 无组织排放控制措施

4.3.1 自 20××年×月×日起, 杭州、宁波、嘉兴、湖州、绍兴地区的燃煤电厂执行 II 阶段无组织控制措施要求。

4.3.2 其他地区的燃煤电厂执行 I 阶段无组织控制措施要求, 执行 II 阶段无组织控制措施要求的具体地域范围、实施时间, 由省级环境保护行政主管部门和设区的市级人民政府规定。

##### 4.3.3 I 阶段无组织排放控制措施

###### 4.3.3.1 原辅料装卸、贮存、运输、制备系统

a) 码头卸煤的, 使用抓斗等卸船方式时应抓斗限重、料斗挡板、喷淋等抑尘措施; 火车或汽车卸煤的, 应采取喷淋等抑尘措施。储煤场应设置防风抑尘网, 配置自动喷淋装置。防风抑尘网高度不低于堆场物料高度的1.1倍。厂区道路应硬化, 原辅料出口应设置车轮冲洗设施, 或采取其他控制措施。

b) 输煤皮带或栈桥、转运站等输煤系统和碎煤机、磨煤机等制煤系统应采用密闭型式, 并配备除尘设施。

c) 其他粒状或粉状物料的装卸、贮存、运输、制备等各工序应密闭, 并配备除尘设施; 无法密闭的, 应采取其他控制措施。

###### 4.3.3.2 副产物贮存、转运系统

a) 灰渣厂内临时贮存应采用密闭型式的灰库、渣仓, 并配备除尘设施; 粉煤灰厂内采用气力输送, 运输应采用专用罐车。

b) 干灰场堆灰时应喷水碾压, 湿灰场应保持灰面水封。

##### 4.3.4 II 阶段无组织排放控制措施

###### 4.3.4.1 原辅料装卸、贮存、运输、制备系统

a) 火车或汽车卸煤的，翻车机室或卸煤沟应采用封闭或半封闭型式，并采取喷淋等抑尘措施。储煤场应采用封闭型式，配置自动喷淋装置。厂区道路应硬化，原辅料出口应设置车轮和车身清洗装置，或采取其他控制措施。

b) 原辅料装卸、贮存、运输、制备等环节的其他无组织排放控制措施与I阶段无组织控制措施相同。

#### 4.3.4.2 副产物贮存、转运系统

副产物贮存、转运的无组织排放控制措施与I阶段无组织控制措施相同。

4.3.5 生产工艺设备、废气收集系统以及污染治理设施应同步运行。废气收集系统或污染治理设施发生故障或检修时，应停止运转对应的生产工艺设备，待检修完毕后共同投入使用。

4.3.6 因安全因素或特殊工艺要求不能满足本标准规定的无组织排放控制要求，经环境保护主管部门批准，可采取其他有效污染控制措施。

## 5 污染物监测要求

### 5.1 污染物采样与监测要求

5.1.1 燃煤电厂排放废气的采样，应根据监测污染物的种类，按照相关监测技术规范，在规定的污染物排放监控位置进行。在污染物排放监控位置须设置永久的检测孔、采样平台及相关设施。当采样平台距地面高度大于40米时，应设置通往平台的电梯、升降梯或其他便捷、安全的设施。未建设电梯或升降梯企业，当采样平台距地面高度大于20米时，应设置安全、方便的监测设备电动吊装设施。

5.1.2 燃煤电厂安装污染物排放自动监控设备的要求，应按有关法律和《污染源自动监控管理办法》的规定执行。

5.1.3 大气污染物连续监测系统安装、调试、验收、运行及管理按HJ/T75和HJ/T76等国家及地方的有关规定执行。

5.1.4 大气污染物连续监测系统仪表的检测灵敏度、检出限和量程应符合污染物超低排放要求，氮氧化物分析仪表应同时具备一氧化氮和二氧化氮的监测能力。

5.1.5 对燃煤发电锅炉大气污染物排放情况进行监测的采样方法、采样频次、采样时间和运行负荷等要求，按GB/T16157、HJ/T397等国家及地方的有关规定执行。

5.1.6 燃煤电厂大气污染物监测的质量保证和质量控制，应按照HJ/T373等国家及地方的有关要求执行。

5.1.7 企业应按照国家或地方自行监测及信息公开的相关管理办法，对污染物排放状况及其对周边环境质量的影响开展自行监测，并保存原始监测记录，并公布监测结果。

5.1.8 对大气污染物排放浓度的测定采用表3所列的方法标准。

表3 大气污染物浓度测定方法标准

序号	污染物项目	方法标准名称	方法标准编号
1	颗粒物	固定污染源排气中低浓度颗粒物测定与气态污染物采样方法	附录A <sup>1</sup>



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
3		固定污染源废气中二氧化硫、氮氧化物的测定 傅利叶变换红外光谱法	附录 B <sup>1</sup>
4		固定污染源废气中氮氧化物、二氧化硫的测定 仪器法	附录 C <sup>1</sup>
5	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
6		固定污染源废气中二氧化硫、氮氧化物的测定 傅利叶变换红外光谱法	附录 B <sup>1</sup>
7		固定污染源废气中氮氧化物、二氧化硫的测定 仪器法	附录 C <sup>1</sup>
8	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
9		固定污染源废气中气态汞的测定 活性炭吸附/热裂解原子吸收法	附录 D <sup>1</sup>
10	烟气黑度	固定污染源排放烟气黑度的测定 林格曼烟气黑度图法	HJ/T 398
注1：暂采用附录所列方法，待国家发布相应的监测方法标准并实施后执行国家标准。			

## 5.2 大气污染物基准含氧量排放浓度折算方法

实测的燃煤电厂烟尘、二氧化硫、氮氧化物和汞及其化合物排放浓度，应按 GB/T 16157 规定，按式（2）折算为基准氧含量排放浓度。

$$c_{\text{基}} = c_{\text{实}} \times \frac{21 - O_{\text{基}}}{21 - O_{\text{实}}} \dots\dots\dots (2)$$

式中：

$C_{\text{基}}$ ——大气污染物基准氧含量排放浓度， $\text{mg}/\text{m}^3$ ；

$C_{\text{实}}$ ——实测的大气污染物排放浓度， $\text{mg}/\text{m}^3$ ；

$O_{\text{基}}$ ——基准氧含量，燃煤电厂为6%；

$O_{\text{实}}$ ——实测的氧含量，%。

## 6 实施与监督管理

6.1 本标准由县级以上人民政府环境保护行政主管部门负责监督实施。

6.2 在任何情况下，企业均应遵守本标准的大气污染物排放控制要求，采取必要措施保证污染防治设施正常运行。各级环保部门在对企业进行监督性检查时，可以现场即时采样或监测，结果作为判定排污行为是否符合排放标准以及实施相关环境保护管理措施的依据。

## 附录 A (规范性附录)

### 固定污染源废气中低浓度颗粒物的测定 重量法

#### A.1 适用范围

本标准等效采用ISO12141-2002《固定污染源-低浓度颗粒物质量浓度测定-手工重量法》

本方法规定了固定污染源排气中颗粒物浓度低于  $50 \text{ mg/m}^3$ （标准状态）时的颗粒物测定监测步骤和计算程序。

本标准适用于各种锅炉、工业窑炉及其它固定污染源排气中低于  $50 \text{ mg/m}^3$ （标准状态）的颗粒物测定。当标准状态下干烟气采样体积为  $1 \text{ m}^3$  时，方法检出限为  $1.0 \text{ mg/m}^3$ 。

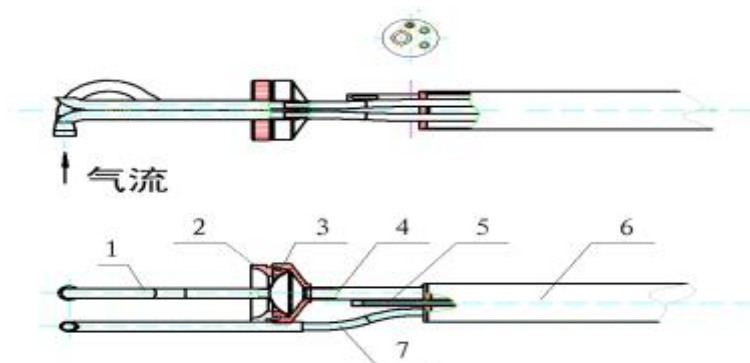
#### A.2 方法原理

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气体，气体中的颗粒物被低浓度采样头捕集，根据低浓度采样头所捕集的颗粒物重量和采气体积，计算颗粒物排放浓度。

#### A.3 仪器和设备

##### A.3.1 采样装置

颗粒物采样装置由低浓度采样装置（滤膜、滤膜夹、采样嘴、前弯管）、采样管、冷凝器、干燥器、流量计量和控制装置、抽气泵以及等速跟踪采样的控制系统组成（见图 A.1）。除组合式采样管中由含有滤膜的采样头及采样头固定装置代替滤筒及滤筒采样管外，采样装置其余均应符合 HJ/T 48 中 6.3 部分的要求。



1-低浓度采样装置；2-采样头压盖；3-密封垫圈；4-抽气管；5-铂电阻；6-保护管；7-皮托管

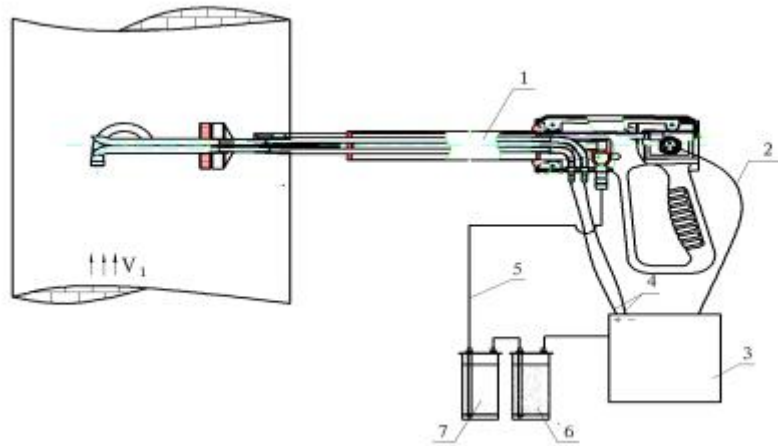
图 A.1 颗粒物采样装置

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，以便在合适的点位上采样。采样流量通常在 30 L/min 至 80 L/min 之间。

### A.3.1.1 采样管组件

采样管组件由颗粒物采样装置、采样管线、采样管主体等部分组成，见图 A.2。



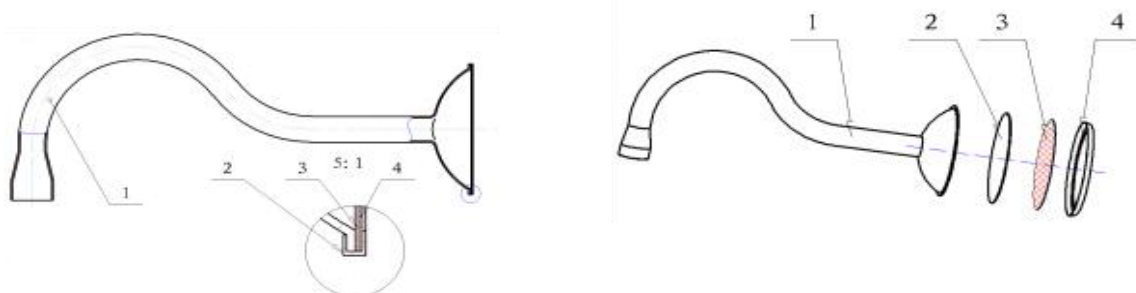
1-颗粒物采样装置；2-信号线；3-仪器；4-橡胶管；5-抽气管；6-干燥器；7-冷凝器

图 A.2 采样管组件装置示意图

为保证在湿度较高、烟温较低的情况下正常采样，应选择具备加热采样头固定装置功能的采样管，同时确保在采样过程中加热温度始终控制在 100 °C~120 °C。

### A.3.1.2 低浓度采样装置

低浓度采样装置由滤膜、滤膜托网、采样嘴及前弯管组成，总重应该小于 20 g，除颗粒物过滤装置由滤筒改为滤膜、托架改为滤膜托网并对滤膜托网辅助加热外，其余应符合 HJ/T 48 第 5 条的规定，见图 3-3。



1-前弯管；2-滤膜（ $\phi 47$ ）；3-滤膜托网（ $\phi 47$ ）；4-密封铝箔

图 A.3 低浓度采样装置结构图及结构展开图

### A.3.1.3 滤膜

A.3.1.3.1 在最大期望流速下，对平均粒径为 $0.3\ \mu\text{m}$ 的标准粒子滤膜捕集效率应大于99.5%；对平均粒径为 $0.6\ \mu\text{m}$ 的标准粒子滤膜捕集效率应大于99.9%。此效率可由滤膜供应商证实并提供；

A.3.1.3.2 滤膜的材质不应吸收或与样气中的气态化合物发生化学反应，在最大的采样温度下应保持热稳定；

A.3.1.3.3 规格： $\Phi 47\ \text{mm}$ ；

A.3.1.3.4 滤膜选择需考虑以下因素：

a) 滤膜的种类不同，导致经过滤膜的压力变化不同，或者当滤膜收集颗粒物后导致的压力变化不同。在 $0.5\ \text{m/s}$ 的气体流速下，压力降在 $3\ \text{kPa}\sim 10\ \text{kPa}$ 之间。

b) 如果滤膜上含有有机粘合剂，在其受热情况下，避免蒸发造成的滤膜质量变化。

c) 玻璃纤维滤膜耐温高，可高达 $600\ ^\circ\text{C}$ ，推荐使用；石英滤膜在大部分情况下，可满足需求；PTFE滤膜亦可满足需求，前提为气体通过滤膜的温度不应超过 $230\ ^\circ\text{C}$ （参考滤膜使用说明）。

d) 如果需要分析滤膜收集颗粒物的成分组成，应针对不同化合物的空白滤膜值选择不同的滤膜材料。

e) 称量滤膜时，应避免静电的影响导致误差。

### A.3.1.4 滤膜拖网

滤膜托网由支撑滤膜的网托和密封圈组成（见图 A.3）。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。

## A.3.2 分析设备

### A.3.2.1 烘箱

指定温度下温度波动可控制在 $\pm 5\ ^\circ\text{C}$ 内。

### A.3.2.2 干燥器

放置在天平室内，内装干燥剂。

### A.3.2.3 通风橱

蒸发丙酮洗液用。

### A.3.2.4 恒温恒湿天平室或自动称量系统

温度控制（ $15\sim 30$ ） $^\circ\text{C}$ 任意一点，控温精度 $\pm 1\ ^\circ\text{C}$ ，相对湿度应控制在（ $50\pm 5$ ）%RH 范围内。

### A.3.2.5 电子天平

分辨率为 $0.01\ \text{mg}$ 或 $0.001\ \text{mg}$ ，量程应与被称重的部件质量相符。

#### A.3.2.6 温度计

测量天平室环境温度。

#### A.3.2.7 湿度计

测量天平室环境相对湿度。

#### A.3.2.8 气压计

测量大气压力。

### A.3.3 颗粒物清洗装置

#### A.3.3.1 毛刷

清洗采样嘴用，大小及形状适当，以便刷洗采样嘴。

#### A.3.3.2 洗瓶

玻璃洗瓶，聚乙烯洗瓶也可使用，建议丙酮存放在聚乙烯洗瓶中的时间不超过一个月。

#### A.3.3.3 存储容器

抗化学浸蚀、硼硅材质的玻璃瓶，存储丙酮洗液，容积 500 mL 或 1000 mL。瓶盖使用聚四氟乙烯或其它能密封并抗丙酮化学浸蚀的材料。建议用小口径玻璃瓶。

#### A.3.3.4 塞子

耐丙酮腐蚀，用于密封采样管。

#### A.3.3.5 冲洗溶液

纯净水（去离子和过滤）和丙酮（干残留率小于 10 mg/L）。

### A.4 分析步骤

#### A.4.1 采样前处理

使用去离子水对称重部件外表面进行冲洗，将被称量的部件（包括：滤膜、滤膜托网、密封铝箔、采样弯管及采样嘴）放置在烘箱内干燥，温度 105 °C，烘干至少 1 小时。冷却后，将滤膜、托网及采样弯管用密封铝箔圈封装在一起，放入恒温恒湿环境平衡 24 小时。

然后称重直到恒重（即前后两次称重变化不超过 0.20 mg），记录结果准确至 0.01 mg 或 0.001 mg。称量结束后，用密封帽将采样嘴密封，放入无静电的、清洁的容器中密封保存。

#### A. 4. 2 称重方法

每次称重应当在恒温恒湿条件下完成，初次读数后，分别按 5 s 的时间间隔读取另外两个读数，记录 3 个读数的平均值做为一次称量结果。第一次称量结束后，将称量部件放回干燥器，天平归零后再进行第二次称量，共称量两次。

#### A. 4. 3 采样步骤

A.4.3.1 根据现场实际测量的烟道尺寸，采样位置和采样点应符合GB/T16157-1996中第4部分的要求。采样孔内径应不小于80 mm，宜选用90-120 mm内径的采样孔。

A.4.3.2 记录现场基本情况，并清理采样孔处的积灰。

A.4.3.3 将采样头装入组合式采样管，固定，记录采样头编号。

A.4.3.4 检查系统是否漏气，检漏应符合GB/T16157-1996中5.2.2.3条的c部分的要求。

A.4.3.5 开始采样，采样步骤参见GB/T16157-1996中8.4.4条的c~m部分，或按照相应仪器操作方法使用微电脑平行自动采样，采样过程中采样嘴的吸气速度与测点处的气流速度应基本相等，相对误差在10%以内。采样过程中要求对滤膜托架辅助加热，加热温度应控制在100~120℃。如采样孔为垂直向下设置时，要求对整根采样管进行加热，以防止采样管内形成冷凝水。

A.4.3.6 每个样品采样时间不小于30min，且采样体积不小于1m<sup>3</sup>。

A.4.3.7 采样完毕后，用密封帽将采样嘴密封放回原容器中带回实验室。

#### A. 4. 4 全程序空白

每个测试系列进行一次全程序空白采样（至少一天一次）。采样过程中，不开启抽气泵的情况下，采样嘴应背对废气气流方向，采样管在烟道中放置时间和移动方式与实际采样相同，其余操作于 A.4.3 中的步骤一致。

#### A. 4. 5 采样后处理

将采样后的称重部件运回实验室后，用丙酮对采样头外表面进行清洗，清洗过程在通风橱中进行，再用蒸馏水清洗后，在烘箱内烘干，温度为 105℃~120℃，时间 1 h，之后，按 A.4.1 进行平衡并称重。

### A. 5 质量控制和质量保证

#### A. 5. 1 仪器与设备

A. 5. 1. 1 仪器设备的检定和校准应符合 HJ/T 373中5.2.1部分要求。

A. 5. 1. 2 仪器设备的运行和维护应符合 HJ/T 373中5.2.2部分要求。

#### A. 5. 2 称量质量控制

A. 5. 2. 1 天平的校准在采样前、采样后称重时，必须进行天平校准。

#### A. 5.2.2 称量的质量控制

- a) 采样前、采样后平衡及称量时，应保证环境温度和环境湿度条件一致。
- b) 保证同一称量部件在采样前后称量使用同一天平。
- c) 当同一采样头两次称量的质量差大于 0.20 mg 时，可将相应采样头再平衡 24 h 后称量，如果第二次平衡后称量质量差仍大于 0.20 mg，则此样品作废。

#### A. 5.3 采样时质量控制

A. 5.3.1 现场采样的质量保证措施应符合HJ/T 397中13.3部分要求。

A. 5.3.2 装好采样装置后应进行气密性检查，检查方法见 GB 16157 中 5.2.2.3 部分。

A. 5.3.3 采样时应满足以下条件，否则颗粒物浓度的测定结果无效。

- a) 校准和检漏应满足相关标准规范的要求。
- b) 任何低于全程序空白增重的样品均无效。样品增重应不低于全程序空白增重的 5 倍，对应的全程序空白增重应不高于 0.5mg，失重应不多于 0.5mg。

## 附录 B (规范性附录)

### 固定污染源废气中二氧化硫、氮氧化物的测定 傅立叶变换红外光谱法

#### B.1 适用范围

本标准等效采用美国环境保护局EPA Method 320-2014 《傅立叶变换红外测定固定源排气中有机和无机气态污染物》

本方法规定了使用傅立叶变换红外光谱法测定固定污染源废气中的二氧化硫、氮氧化物的浓度，方法实际检出限根据仪器光程长度确定，要求二氧化硫、氮氧化物最低检出限不高于  $3\text{mg/m}^3$ 。

#### B.2 方法原理

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，不同结构的分子就吸收或发射一定波长的红外光，形成具有特征性的红外光谱。物质的吸收强度和浓度遵循朗伯-比尔定律。因此实验测量的原始光谱图是光源的干涉图，然后通过计算机对干涉图进行快速傅立叶变换计算，从而得到以波长或波数为函数的光谱图，可对待测物质浓度加以计算。

该方法主要依据美国环境保护局标准 EPA Method 320。

##### B.2.1 试剂及材料

包括以下试剂和材料：

- 1. 高纯氮气：纯度高于 99.99 % (钢瓶气)；
- 2. SO<sub>2</sub> 标准气体 (国家级标物，不确定度小于 2 %)；
- 3. NO 标准气体 (国家级标物，不确定度小于 2 %)；
- 4. NO<sub>2</sub> 标准气体 (国家级标物，不确定度小于 2 %)。

##### B.2.2 仪器

###### B.2.2.1 进样探头

探头要由不会对待测物产生反应或吸附、耐高温的材质制造，且长度要满足采样要求。

###### B.2.2.2 过滤器

探头顶端可插入玻璃纤维塞 (选配) 用于去除烟气中大颗粒物，探头出口处连接过滤器 (标配)，要求过滤器对平均粒径  $1\ \mu\text{m}$  以上的颗粒物去除率达到 99%。

###### B.2.2.3 样品输送管线



必须为可加热、耐高温的（保证待测物不会冷凝）不锈钢、聚四氟乙烯或其他不与待测物反应的材料所制造。

#### B. 2. 2. 4 气体流量计

用于测量待测气体峰值流量。气体流量计需校准在 0 L/min~5 L/min 流量，误差控制在流量计量程的±2%以内。

#### B. 2. 2. 5 进样泵

进样泵要求气密性良好，带有旁路阀门，其材料需耐热并不与待测物发生反应。

#### B. 2. 2. 6 傅立叶红外分析系统。

- a) 光谱仪和检测器，能够达到待测物的检出限浓度；
- b) 分析系统需连接电脑，电脑上应安装能够自动收集光谱的软件；
- c) 定量图谱库内存有易与待测气体发生反应或被采样系统吸附的干扰气体背景谱图，并每隔半年对干扰气体背景谱图进行校准。

### B. 3 采样步骤

#### B. 3. 1 气密性检查

气密性检查范围从探头顶端至泵的出口处，具体步骤如下：在泵的出口处连接一个 0 mL/min~250 mL/min 流量的转子流量计或泡沫流量计，将探针进口处封闭，记录泄露气体流量，其流量需小于 200 mL/min。

#### B. 3. 2 背景光谱

在气室中通入干燥氮气，待没有明显的干扰物（如水蒸气和二氧化碳）混入，仪器稳定达到正常工作水平，收集背景光谱，命名并保存。将背景干涉图和处理过的单光束光谱各保存两份在电脑的不同盘中（一份作为备份）。

#### B. 3. 3 进样

不同分析仪操作步骤有差异，应严格按照仪器说明书进行操作。

将采样管插入烟道采样点位，开动抽气泵，以仪器规定的采样流量连续采样，用烟气清洗采样管道，抽取烟气进行测定，待仪器读数稳定后即可记录分析仪读数，同一工况下应连续测定 45 分钟，取平均值作为测量结果。

### B. 4 质量保证及控制

**B. 4.1** 进样的同时，要注意信号透光率。如果信号透光率（相对于背景）在任何分析区域的变化达到5%以上（吸光度-0.02到0.02），需要制备新的背景光谱。

**B. 4.2** 查看样品光谱，确认光谱所呈现出的气体组分与预估气体想接近。确认进样和仪器参数与所处条件相适应比较测试前后的标定气体光谱。测试前后标定气体的示值浓度相对偏差不超过±5%。

**B. 4.3** 用二氧化硫、氮氧化物标准气体(B.2.1)按照仪器说明书规定的校准程序对仪器的测定量程进行校准。由于分析仪灵敏度随时间变化，为保证测试精度，应根据仪器使用频率至少每三个月校准一次，在使用频率较高的情况下，应增加校准次数。

**B.4.4** 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±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。监测完成后,亦需重复上述检查。若示值相对误差不超过±5.0 %,则本次监测数据作废, 并进行相应的修复或维护, 满足要求后重新进行监测。

## **B. 5 检出范围**

### **B. 5.1 影响因数**

分析范围和灵敏度取决于待测样品在特定频率下的吸收率、仪器配置、数据收集参数以及气体组成。仪器要素包括：

- a) 光谱分辨率；
- b) 干涉仪信号平均时间；
- c) 检测器灵敏度和响应；
- d) 光程长度。

### **B. 5.2 灵敏度**

指的是傅立叶红外分析系统的检出限，该检出限大小受仪器背景信号噪声和待测化合物种类的影响。

### **B. 5.3 定量限**

指的是傅立叶红外分析系统在样品光谱中的检测下限。其值是由样品光谱减去待测物和干扰物的参考光谱，再计算剩余光谱分析区域的均方根偏差来估算。由于剩余光谱的噪声值有可能远高于基线值，定量限也往往远高于检出限。去除样品中的干扰光谱或提高光谱差值可以让定量限值尽可能接近检出限（但不低于检出限）。

### **B. 5.4 测量范围**

本方法的浓度测量范围由所选取的光学测量仪器决定。当待测物浓度一定时，其吸光度随光程长度的减小和对样品的稀释而降低。因此，本方法没有实际的测定上限。

## 附录 C (规范性附录)

### 固定污染源废气中氮氧化物、二氧化硫的测定 仪器法

#### C.1 适用范围

本标准等效采用美国环境保护局EPA Method 6C《固定污染源排放二氧化硫的测定（仪器分析法）》及 Method 7E《固定污染源排放氮氧化物的测定（仪器分析法）》

本方法适用于测定排放管道中二氧化硫及氮氧化物，测定范围依测量系统设定的量程而定，量程的选择应视排气中二氧化硫及氮氧化物的浓度而定<sup>1)</sup>。如在任何时候测量的气体浓度超过量程时，则检测结果应为无效。

#### C.2 方法原理

从排放管道中连续抽出气体，引入分析仪内，以测定样气中 SO<sub>2</sub> 及 NO<sub>x</sub> 的浓度。仪器原理包括：紫外吸收法、交替流动调制化学发光法等适用于烟气中低浓度污染物测定的方法。所用的方法应为国家或行业发布的分析方法、《空气和废气监测分析方法》中所列的分析方法、国际标准、欧盟标准及各国发布的标准方法。

本方法参照美国环境保护局 EPA Method 6C 及 7E。

#### C.3 干扰

可通过串联型气动检测器或气体滤波等相关技术消除干扰气体的干扰。废气中的颗粒物和水气的干扰，以及废气温度对测定的影响，通过过滤器除尘、除湿冷却装置快速除水和废气降温消除或减少干扰至可接受的程度。

#### C.4 仪器

##### C.4.1 气体采样管

采样管材质可为玻璃、不锈钢、铁氟龙或相当材质。采样管必须加热以防止冷凝。

##### C.4.2 颗粒物过滤器

在管道内或可加热（能防止水分冷凝）管道外过滤器，以防止粒状物堆积在量测系统并延长组件的

---

1) 量程以配合相关环保法规需求为主，原则上排放浓度若为原选择的量程 20% 以下，则重新选择适当的量程范围，至仪器所能设定最低量程范围为止。

使用寿命。过滤器必须为和样品气体不反应的材质所制造，如硼硅、石英棉或玻璃纤维等。

#### C.4.3 校正阀

三向阀或相当的组件，此装置在校正模式时能防止样品气体导入量测系统，并可从采样管出口导入校正气体至量测系统。

#### C.4.4 样品管线

可加热（能防止水分冷凝）的不锈钢或特氟龙管，从采样管传输样品气体至水分去除装置。

#### C.4.5 水分去除装置

以电子冷却原理或半透膜原理去除水分的装置，气体分析仪可以在湿基测定气体浓度时可不需要水分去除装置，对这些分析仪需要：

- 1) 加热分析仪入口前的样品管线及所有链接组件防止冷凝；
- 2) 使用适当方法测定含水量并校正至干基气体浓度。

#### C.4.6 样品传输管线

不锈钢或特氟龙管，从水分去除装置传输样品气体至采样帮浦、样品流量控制及样品气体歧管。此管线不需加热。

#### C.4.7 采样泵

无漏式泵，将样品气体以足够的流速通过系统使测量系统响应时间减到最小。泵可由任何不和样品气体反应的物质组成。

#### C.4.8 样品流量控制

含控制阀及浮子流量计或相当的装置，维持采样流量固定在 $\pm 10\%$ 以内。可选择安装一背压调节阀以维持样品气体支管在固定压力做为保护分析仪避免压力过大，使需要的流量调整减至最少。

#### C.4.9 样品气体支管

使一部分样品气体转向流至分析仪并将其余的由旁路出口排出。样品气体支管应可提供将校正气体直接导入分析仪。样品气体歧管可由任何不和样品气体反应的物质组成。

#### C.4.10 气体分析仪

以紫外光或化学发光为侦测器的自动分析仪器，可连续测定样品气体的待测物浓度。分析仪性能规格必须能符合 C.7.2 的规范。分析仪应可提供控制分析仪气体流量的工具及适合测定样品气体流量的装置（如准确的浮子流量计、在流量控制器下游的压力表等）。将分析仪置于干净、热稳定、无振动的环境可减少分析仪校正时的偏移。

#### C.4.11 记录器

选择与分析仪可兼容的纸带纪录器或数据抓取系统。

#### C.4.12 NO<sub>2</sub>/NO转换器

将样品气体中的 NO<sub>2</sub> 转换为 NO 的装置。

### C.5 试剂

#### C.5.1 零点标准气体

不含任何可引起分析仪响应或可能与二氧化硫产生反应的物质的氮气或空气（纯度 99.9999%）。

#### C.5.2 二氧化硫及一氧化氮标准气体

以氮气或空气充填的二氧化硫及一氧化氮标准气体，有证环境标准气体，不确定度不大于 2%或目前所能达到的最低不确定度。

##### C.5.2.1 高浓度校正气体

浓度相当于量程 80 %至 100%的校正气体；亦可使用气体稀释器，以高浓度标准气体配制。

##### C.5.2.2 中浓度校正气体

浓度相当于量程 40%至 60%的校正气体；亦可使用气体稀释器，以高浓度标准气体配制。

##### C.5.2.3 其他浓度校正气体

浓度相当于量程 20%、40%、60%、80%、90%（或近似浓度）的校正气体；亦可使用气体稀释器，以高浓度标准气体配制。

##### C.5.2.4 中浓度确认气体

来源或批次不同于校正气体的标准气体，浓度相当于量程 40%至 60%；亦可使用气体稀释器，以高浓度标准气体配制。

#### C.5.3 二氧化氮标准气体

视需要选择二氧化氮标准气体，其浓度范围建议可使用室温条件下 74.8 至 112.1 mg/m<sup>3</sup> 或与排放管道中氮氧化物浓度相当，有证环境标准气体，不确定度不大于 2%或目前所能达到的最低不确定度。

### C.6 测量步骤

#### C.6.1 检查气密性

仪器的各组成部分应连接牢固，测定前后应按照要求检查仪器的气密性。仪器连接完成后，可堵塞进气口，若仪器的采样流量示值在 2min 内降至零，表明气密性合格。

### C.6.2 零点校准

应按照如下步骤进行零点校准：

1. 按仪器使用说明书，正确连接仪器的主机、采样管(含滤尘装置和加热装置)、导气管、除湿冷却装置,以及其它装置。
2. 将加热装置、除湿冷却装置及其它装置等接通电源，达到仪器使用说明书中规定的条件。
3. 打开主机电源，以清洁的氮气为零气，进行仪器零点校准。

### C.6.3 样品测定

把采样管插入烟道采样点位，以仪器规定的采样流量连续自动采样，用废气清洗采样管，抽取废气进行测定，待仪器读数稳定后开始记录读数，每分钟至少记录一次监测结果。同一工况连续测定 45 分钟，取测量结果平均值。

测定结束后，将采样管置于清洁的环境空气或高纯氮气中，使仪器示值回到零点后关机。

## C.7 质量保证及控制

### C.7.1 干扰消除

排放管道中水分会使检测结果产生误差，在水分去除装置前的采样管及样品管线需加热避免水分冷凝以减低干扰。试样气体的露点温度须低于环境温度，试样气体中含水蒸气时，应采用除湿器将露点降到 4℃。除湿装置应使除湿后气体中待测物质的损失不大于 5%（使用热湿法原理的仪器除外）。

### C.7.2 设定分析仪的量程范围

**C.7.2.1** 由校正阀导入零点、中浓度及高浓度校正气体至分析仪。当执行此检查时，除分析仪要达到正确的校正气体流量外，测量系统不可进行任何的调整。记录校正气体在分析仪的气体浓度显示值。

**C.7.2.2** 分析仪校正误差检查时，如任何校正气体在分析仪显示的气体浓度，依C.8.3计算公式计算的分析仪校正误差大于±2%量程时，分析仪校正误差检查应为无效。如出现无效的校正，执行修正动作，重做分析仪校正误差检查至分析仪校正误差在±2%量程以内。

### C.7.3 采样系统偏差检查

检测前必须使用零点气体及中浓度或高浓度校正气体（以较接近估计排放浓度为准），由采样管出口的校正阀导入校正气体至气体分析仪，依下列步骤执行采样系统偏差检查。

由校正阀导入中浓度或高浓度校正气体（以较接近估计排放浓度为准），并记录分析仪的气体浓度显示值。接着导入零点气体，并记录分析仪的气体浓度显示值。当执行采样系统偏差检查时，系统在正常采样流速下操作，除分析仪要达到正确的校正气体流量外，测量系统不可进行任何的调整。轮流导入零点气体及中浓度或高浓度校正气体直到得到稳定的响应。

采样系统偏差检查时，若采样系统偏差大于±5%量程时，采样系统偏差检查应为无效。如出现无效

的校正，执行修正动作，重做分析仪采样系统偏差检查至采样系统偏差在 $\pm 5\%$ 量程以内。如必须调整分析仪，先重做分析仪校正误差检查（步骤 C.8.3），接着重做采样系统偏差检查。

#### C.7.4 零点及校正偏移测试

检测后立即执行，依步骤 C.7.3 重做采样系统偏差检查（偏移检查完成前不能对量测系统做调整），记录分析仪的显示值。

如零点气体、中浓度或高浓度校正值大于采样系统偏差规定的 $\pm 5\%$ 量程时，检测结果应为无效，放弃该次所测得数据。在重新检测前重做分析仪校正误差检查（步骤 C.8.3）及采样系统偏差检查（步骤 C.8.4）。

样品分析：以在采样系统偏差检查相同的流量下导入样品气体至分析仪开始进行分析。当检测时应维持固定的流量（误差在 $\pm 10\%$ 以内）。因气体分析仪有反应时间，需等仪器稳定能确实测得排放管道样品气体浓度时，才能将测定值做为污染物浓度值。

#### C.7.5 多点校正

每六个月依下列步骤执行定期校正（长期不使用时，则每次采样前做校正）。新装设的仪器或仪器主要设备经修护后，亦应依下列步骤执行仪器校正：

1. 设定分析仪的量程，将量程的 0%、20%、40%、60%、80%、90%（或近似浓度）等六个不同浓度的校正气体，由校正阀导入分析仪。当执行此检查时，除分析仪要达到正确的校正气体流量外，量测系统不可执行任何的调整。记录每一校正气体在分析仪的气体浓度显示值。

2. 以多点校正的应答值依 C.8.6 中的公式计算校正误差，如任何校正气体的误差大于 $\pm 2\%$ 量程时，执行修正动作后，重做多点校正至误差在 $\pm 2\%$ 量程以内。

3. 以中浓度确认气体，经校正阀导入分析仪中，记录其读值，比较此测定值与中浓度确认气体浓度值，求其相对误差值，相对误差值应在 $\pm 5\%$ 以内。

#### C.7.6 测量系统性能规格

分析仪校正误差：零点、中浓度及高浓度校正误差须小于 $\pm 2\%$ 量程。

采样系统偏差：零点及中浓度或高浓度校正偏差须小于 $\pm 5\%$ 量程。

零点偏移：小于 $\pm 3\%$ 量程。

校正偏移：小于 $\pm 3\%$ 量程。

应答时间：小于 200 s。

检测前应执行分析仪校正误差及采样系统偏差检查，检测后应执行采样系统偏差检查。若检测后采样系统偏差检查超出 C.7.3 规定时，当自动分析仪为便携型，则必须放弃该次所测得数据，待调整仪器并校正后，再重新测定。

#### C.7.7 NO<sub>2</sub>/NO 转化效率测试

检测前必须依下列步骤的一进行 NO<sub>2</sub>/NO 转化效率的测试。其转化率无法达到 90%时，需进行转换器的维修或清洗。

将室温条件下的 74.8 至 112.1 mg/m<sup>3</sup> 或与排放管道中氮氧化物浓度相当的二氧化氮标准气体，导入 NO<sub>2</sub>/NO 转换器后待其测值稳定，读取仪器所显示的标准气体浓度值，并经由下列公式计算其转化效率：

$$E = \frac{C_{Dir}}{C_v} \times 100 \% \dots\dots\dots(C.1)$$

式中：

C<sub>Dir</sub>：通入的 NO<sub>2</sub> 标准气体实测浓度值，mg/m<sup>3</sup>；

C<sub>v</sub>：NO<sub>2</sub> 标准气体确认浓度值，mg/m<sup>3</sup>。

使用本方法时可能会有危险的气体、动作或设备，分析人员应注意人员的安全，并确认操作环境的安全后执行检测。

#### C.7.8 检测极限（Detection limit）的测定

在实验室依现场测定时量测系统组装方式将采样设备、二氧化硫及氮氧化物自动分析仪、记录器及其他组件装置妥，由校正阀导入零点气体至气体分析仪，在最短时间内执行完成并且读取至少三十个测值，要求最短时间的目的是尽量减少零点偏移及周围温度对零点造成的偏差。

在 95%可信度下，依下列 C.1 公式计算检测极限 x：

$$x = \bar{x}_0 + 2S_{x0} \dots\dots\dots(C.2)$$

式中：

x：检测极限；

$\bar{x}_0$ ：空白读值的平均值；

S<sub>x0</sub>：空白读值的标准偏差。

#### C. 8 校正计算

C. 8. 1 由于自动分析仪器有微电脑处理系统可自行计算，用户仅需将其输出结果换算成浓度单位（mg/m<sup>3</sup>）。

C. 8. 2 若气体样品经去水装置再进入自动分析仪，则检测结果为干态的结果，反之为湿态的结果，其换算公式如下C.2：

$$C_d = \frac{C_w}{1 - X_w} \dots\dots\dots(C.3)$$

式中：

C<sub>d</sub>：干态时的浓度，mg/m<sup>3</sup>；



$C_w$ : 湿态时的浓度,  $\text{mg}/\text{m}^3$ ;

$X_w$ : 排放气体中的水分含量, %。

C.8.3 分析仪校正误差公式计算如下C.4:

$$\text{分析仪器校正误差 (\%)} = \frac{\text{分析仪器校正响应} - \text{校正气体浓度值}}{\text{量程}} \times 100\% \dots\dots\dots (\text{C.4})$$

C.8.4 采样系统偏差计算公式如下C.5:

$$\text{采样系统偏差 (\%)} = \frac{\text{采样系统校正响应} - \text{分析仪器校正响应}}{\text{量程}} \times 100\% \dots\dots\dots (\text{C.5})$$

C.8.5 零点及校正偏移计算公式如下C.6:

$$\text{偏移 (\%)} = \frac{\text{最后采样系统校正响应} - \text{最初采样系统校正响应}}{\text{量程}} \times 100\% \dots\dots\dots (\text{C.6})$$

C.8.6 多点校正误差计算公式如下C.7:

$$\text{校正误差 (\%)} = \frac{\text{校正响应} - \text{校正其他浓度值}}{\text{量程}} \times 100\% \dots\dots\dots (\text{C.7})$$

## 附录 D (规范性附录)

### 固定污染源废气中气态汞的测定 活性炭吸附/热裂解原子吸收法

#### D.1 适用范围

本标准等效采用美国环境保护局 EPA Method 30B 《吸附管法测定燃煤污染源中气态总汞排放量》

本标准规定了测定固定污染源废气中气态汞的活性炭吸附/热裂解原子吸收法。

本标准适用于加装高效脱硫、脱硝、除尘的燃煤电厂废气中气态汞的测定。

当采样体积为 10 L 时，检出限为 0.1  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ，测定下限为 0.4  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 。

#### D.2 方法原理

通过专业采样装置，从固定污染源以低流量、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它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它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，计算出气态汞浓度。

#### D.3 干扰及消除

采样过程中，颗粒物可能导致采样管堵塞而影响采样工作正常进行，采样点应该设置在烟气净化装置后端，颗粒物含量较少的点位。或者采取防尘罩，以较小流量，较长时间的抽取，以获得足够量的待测污染物。SO<sub>2</sub>、NO<sub>x</sub> 会抑制活性炭对汞的捕获，可采用在吸附管前端增加一节碳酸盐类化合物以去除酸性气体。

#### D.4 试剂材料

除非另有说明，分析时均使用符合国家标准的分析纯化学试剂，实验用水为新制备的去离子水或蒸馏水。

#### D.5 仪器和设备

##### D.5.1 采样系统

典型的气态汞的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），详见图 D.1。

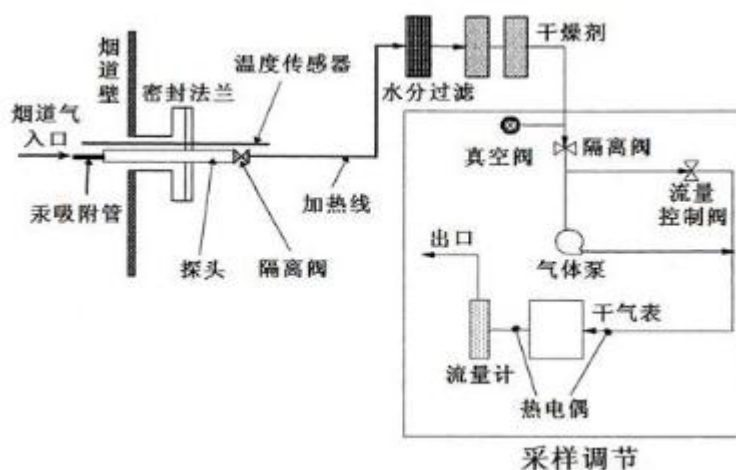


图 D.1 典型的气态汞采样系统

### D.5.2 活性炭吸附管

吸附管内至少装有两段特制的活性炭(一般指用碘或其它卤素及其化合物处理的活性炭),且每段能够独立分析。第一段作为分析段,用于吸附烟气中的气态汞;第二段作为备用段,用于吸附穿透的气态汞,详见图 D.2。

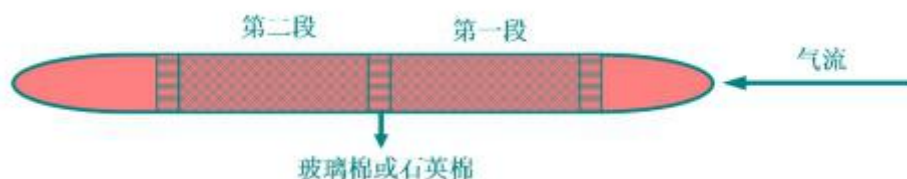


图 D.2 活性炭吸附管

### D.5.3 采样探头组件

确保探头和吸附管之间无泄漏。吸附管必须安装在探头入口处或探头内,以便烟气直接进入吸附管内。当烟气温度较低时,探头/吸附管组件必须加热防止烟气冷凝。

### D.5.4 除湿设备与保护装置

在气流进入干气流量计之前,应使用除湿装置或系统将气流中水蒸气去除。必要时在干式流量计前加装酸性气体与颗粒物去除装置,避免对流量计造成损坏。

### D.5.5 真空泵

其动力应能够满足系统流量范围。

### D.5.6 气体流量计

用以测定干烟气总体积,使用干式气体流量计,应满足以下要求:

- a) 样品总体积的测定精度在 2 % 以内；
- b) 能够在采样流量范围内按选择的流量进行校准；
- c) 配备将采样体积校准到标准条件所需要的辅助测量设备，如温度传感器、压力测量装置。

#### D. 5.7 样品流量计和控制器

使用流量指示器和控制器以保证必要的采样流量。

#### D. 5.8 温度传感器

测量精度在 $\pm 1.5$  °C 以内。

#### D. 5.9 气压计

水银或其它气压计，能够满足测量精度在 0.33 kPa 以内。

#### D. 5.10 测汞仪

测汞仪应具备无需前处理对样品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。

#### D. 5.11 玻璃量器

除非另有说明，分析时均使用国家标准的 A 级玻璃量器。

### D. 6 系统采样

#### D. 6.1 样品的采集

D. 6.1.1 参照 GB/T 16157 的有关规定选取采样点。

D. 6.1.2 采样前应对采样器进行流量校准。

D. 6.1.3 采样前后均应进行检漏。在达到 50 kPa 下，单个管路的泄露率不能超过采样流量的 4%。

D. 6.1.4 确定或测定烟气参数(如烟气温、静压、流速、烟气湿度等)，以便于确定其它辅助条件，如探头加热条件、初始采样流速、湿度控制等。

D. 6.1.5 每次采样时，必须使用两根活性炭吸附管进行平行双样的采集，以 0.2 L/min~0.6 L/min 流量，采样 (30~60) min。

D. 6.1.6 采样结束后，记录采样时间、采样体积，取下已采样的活性炭管且密封两端，擦净吸附管外壁的沉积物。

#### D. 6.2 现场空白样品的采集

将活性炭吸附管运输到现场，同已采集样品的吸附管一同存放并带回实验室分析。每次采集样品，都应至少带一个现场空白样品。

### D.6.3 加标样品的采集

采用三段式吸附管(见图 D.3)进行现场加标样品的采集,加标量应为实际汞采样量的 50%~150%,每三组样品应包含一个加标样品。加标的方法可以采用直接购买已经加标的活性炭管,或者在实验室采用向吸附管内添加已知质量的气态汞。

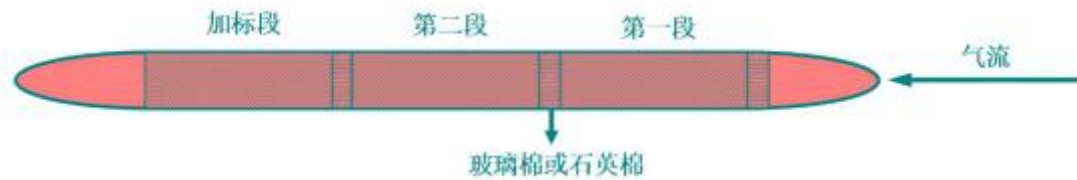


图 D.3 加标用活性炭吸附管

### D.6.4 样品的保存

所有样品应放入密闭样品存储容器中常温保存,保存时间 14 天。

## D.7 分析步骤

样品分析系统至少包括电源供给、热处理室单元、汞分析仪和电脑控制单元,样品可以直接进入系统进行分析。

### D.7.1 标准系列测定

分析系统应进行六点以上的多点校准,现场样品应在确定的分析量程范围内。校准曲线线性相关系数  $r$  必须大于等于 0.999。

### D.7.2 样品的测定

在与绘制标准曲线相同的条件下,将试样和空白试样放入样品分析系统内测定汞质量。

## D.8 结果计算与表示

### D.8.1 计算结果

固定污染源废气中气体汞浓度 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) 按式 D.1 计算。

$$\rho(\text{Hg}, \mu\text{g}/\text{m}^3) = \frac{m_1 + m_2 - m_0}{V_{\text{nd}}} \dots\dots\dots (\text{D.1})$$

式中:

$\rho$ ——标准状况 (273K, 101.325kPa) 下干烟气气态汞浓度,  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ;

$m_1$ ——吸附管中第一段中实测的汞质量,  $\mu\text{g}$ ;

$m_2$ ——吸附管中第二段中实测的汞质量,  $\mu\text{g}$ ;

$m_0$ ——活性炭空白样品中的汞质量,  $\mu\text{g}$ ;

$V_{\text{nd}}$ ——标准状况下干烟气的采样体积,  $\text{m}^3$ 。

### D.8.2 结果表示

计算结果保留3位有效数字。样品浓度低于1.0  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 时，保留到小数点后第2位。

## D.9 质量保证和质量控制

D.9.1 质量保证和质量控制参照HJ/T 373的相关规定执行。

### D.9.2 平行样的一致性

对于汞浓度 $>1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 时，相对偏差（RD） $\leq 10\%$ ；对于汞浓度 $\leq 1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 时，相对偏差（RD） $\leq 20\%$ 。相对偏差按式（D.2）计算。

$$RD(\%) = \frac{|\rho_a - \rho_b|}{\rho_a + \rho_b} \times 100\% \dots\dots\dots (D.2)$$

式中：

RD——两个平行样之间的相对偏差，%；

$\rho_a$ ——吸附管a采样期间实测的汞浓度， $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ；

$\rho_b$ ——吸附管b采样期间实测的汞浓度， $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 。

### D.9.3 穿透率

对于汞浓度 $>1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 时，第二段活性炭的穿透率B $\leq 10\%$ ；对于汞浓度 $\leq 1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 时，穿透率B $\leq 20\%$ 。按式（D.3）计算第二段活性炭的穿透率。

$$B(\%) = \frac{m_2}{m_1} \times 100\% \dots\dots\dots (D.3)$$

式中：

B——每支吸附管中第二段活性炭的穿透率，%；

$m_1$ ——吸附管中第一段中实测的汞质量， $\mu\text{g}$ ；

$m_2$ ——吸附管中第二段中实测的汞质量， $\mu\text{g}$ ；