

ICS 13.040.40  
Z 60

# DB12

## 天津市地方标准

DB12/ 151-2016

代替 DB12/ 151-2003

---

### 锅炉大气污染物排放标准

Emission standard of air pollutants for boiler

2016-07-25 发布

2016-08-01 实施

---

天津市环境保护局  
天津市市场监督管理委员会

发布

## 目 次

前 言.....	II
1 适用范围.....	1
2 规范性引用文件.....	1
3 术语和定义.....	1
4 大气污染物排放控制要求.....	2
5 大气污染物监测要求.....	3
6 实施与监督.....	5
附录 A（规范性附录）.....	6

## 前 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》和《天津市大气污染防治条例》等法律法规，改善天津市环境空气质量，保护人体健康，制定本标准。

本标准规定了锅炉大气污染物浓度排放限值、监测和监控要求。锅炉排放的水污染物、环境噪声适用相应的国家污染物排放标准，产生固体废物的鉴别、处理和处置适用国家固体废物污染控制标准。

本标准 1999 年首次发布，2003 年第一次修订，本次为第二次修订。本标准将根据社会经济发展状况和环境保护要求适时修订。

此次修订的主要内容：

- 增加了汞及其化合物的排放限值、锅炉房无组织粉尘排放限值；
- 收严了各项污染物排放限值；
- 调整区域划分；
- 取消了按照锅炉容量执行不同排放限值的规定；
- 将“大气污染物过量空气系数折算”改为“大气污染物基准含氧量折算”。

本标准是锅炉大气污染物排放控制的基本要求，环境影响评价文件或排污许可证要求严于本标准时，按照批复的环境影响评价文件或排污许可证执行。

本标准由天津市环境保护局提出并归口。

本标准起草单位：天津市环境保护科学研究院、天津市大气污染防治重点实验室。

本标准起草人：姚立英、王伟、李璠、周阳、张丽娜、李志强、吉晟、张晓旭、吴岳、李雨蒙、刘玲、刘盛、郝苗青、张时佳、彭茵、黄浩云。

本标准由天津市人民政府 2016 年 7 月 15 日批准。

# 锅炉大气污染物排放标准

## 1 适用范围

本标准规定了锅炉烟气中颗粒物、二氧化硫、氮氧化物、汞及其化合物及锅炉房无组织粉尘等污染物的排放控制要求，规定了监测和标准的实施与监督等内容。

本标准适用于以燃煤、燃油和燃气为燃料的单台出力 65t/h 及以下蒸汽锅炉、各种容量的热水锅炉及有机热载体锅炉、各种容量的层燃炉和抛煤机炉等在用锅炉的大气污染物排放管理，以及锅炉建设项目环境影响评价、环境保护设施设计、竣工环境保护验收及其投产后的的大气污染物排放管理。

使用型煤、水煤浆、煤矸石、石油焦、油页岩、重油、渣油等燃料油的锅炉，参照本标准中燃煤锅炉排放控制要求执行；使用高炉煤气、焦炉煤气、醇醚燃料（如甲醇、乙醇、二甲醚等）及其他气体燃料的锅炉，参照本标准中燃气锅炉执行；使用轻柴油等其他液体燃料的锅炉参照本标准中燃油锅炉的排放控制要求执行。

本标准不适用于固定式燃气轮机、固定式内燃机；本标准不适用于以生活垃圾、危险废物和生物质为燃料的发电锅炉、工业锅炉、供热锅炉和有机热载体锅炉。

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》、《中华人民共和国水污染防治法》、《中华人民共和国海洋环境保护法》、《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》、《中华人民共和国放射性污染防治法》、《中华人民共和国环境影响评价法》等法律、法规、规章的相关规定执行。

## 2 规范性引用文件

本标准内容引用了下列文件或其中的条款。凡是不注日期的引用文件，其有效版本适用于本标准（包括所有的修改单）。

GB 5468	锅炉烟尘测试方法
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
GB 13271	锅炉大气污染物排放标准
HJ/T 42	固定污染源排气中氮氧化物的测定 紫外分光光度法
HJ/T 43	固定污染源排气中氮氧化物的测定 盐酸萘乙二胺分光光度法
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 373	固定污染源监测质量保证与质量控制技术规范
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 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 散红外吸收法
HJ 693	固定污染源废气 氮氧化物的测定 位电解法
HJ543	固定污染源废气汞的测定 冷原子吸收分光光度法
	《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 锅炉 boiler

锅炉是利用燃料燃烧释放的热能或其他热能加热热水或其他工质，以生产规定参数（温度，压力）和品质的蒸汽、热水或其他工质的设备。

### 3.2 在用锅炉 in-use boiler

指本标准实施之日前，已建成投产或环境影响评价文件已通过审批的锅炉。

### 3.3 新建锅炉 new boiler

本标准实施之日起，环境影响评价文件通过审批的新建、改建和扩建的锅炉建设项目。

### 3.4 有机热载体锅炉 organic fluid boiler

以有机质液体作为热载体工质的锅炉。

### 3.5 标准状态 standard condition

锅炉烟气在温度为 273K，压力为 101 325Pa 时的状态，简称“标态”。本标准规定的排放浓度均指标准状态下干烟气中的数值。

### 3.6 烟囱高度 stack height

从锅炉所在地±0 地平面至烟囱排放口的垂直距离。位于地平面以下的锅炉应扣除从锅炉所在地表面至±0 地表面部分。

### 3.7 烟气排放连续监测系统 continuous emissions monitoring system

对锅炉排放的烟气进行连续地、实时地跟踪监测，又称为烟气排放在线监测系统。

### 3.8 含氧量 O<sub>2</sub> content

燃料燃烧后，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。

### 3.9 高污染燃料禁燃区 urban high-polluted fuel forbidden area

由市人民政府在行政区域内划定的禁止燃用高污染燃料的区域。

## 4 大气污染物排放控制要求

### 4.1 在用锅炉执行表 1 中的大气污染物排放限值。

表1 在用锅炉大气污染物排放浓度限值

单位：mg/Nm<sup>3</sup>

污染物项目		限值				污染物排放 监控位置
		高污染燃料禁燃区内		高污染燃料禁燃区外		
		2017年12月31 日前	2018年1月1 日起	2017年12 月31日前	2018年1月1 日起	
燃煤 锅炉	颗粒物	30	禁排	30	30	烟囱或 烟道
	二氧化硫	200	禁排	200	100	
	氮氧化物	400	禁排	400	200	
	汞及其化合物	0.05	禁排	0.05	0.05	
燃油 锅炉	颗粒物	30		30		
	二氧化硫	50		50		
	氮氧化物	300		300		

表 1 (续)

污染物项目		限值				污染物排放 监控位置
		高污染燃料禁燃区内		高污染燃料禁燃区外		
		2017年12月31 日前	2018年1月1 日起	2017年12 月31日前	2018年1月1 日起	
燃气 锅炉	颗粒物	10		10		烟囱或 烟道
	二氧化硫	20		20		
	氮氧化物	150		150		
烟气黑度（林格曼黑度， 级）		≤1				烟囱排 放口

4.2 新建锅炉执行表 2 中的大气污染物排放限值。

表2 新建锅炉大气污染物排放浓度限值

单位：mg/Nm<sup>3</sup>

污染物项目	限值		污染物排放 监控位置
	燃油、燃气锅炉	燃煤锅炉	
颗粒物	10	20	烟囱或烟道
二氧化硫	20	50	
氮氧化物	80	150	
汞及其化合物	-	0.05	
烟气黑度 (林格曼黑度, 级)	≤1		烟囱排放口

4.3 燃煤锅炉配套堆场应采取封闭措施，燃煤锅炉房无组织粉尘浓度执行表 3 的规定。

表3 燃煤锅炉无组织粉尘排放控制限值

单位：mg/Nm<sup>3</sup>

污染物项目	限值
无组织粉尘（监控点与上风向参照点浓度差值）	0.2

#### 4.4 烟囱高度的规定

4.4.1 锅炉烟囱高度应符合GB 13271的规定。同时，燃油燃气锅炉额定容量在0.7MW及以下的烟囱高度不应低于8m，额定容量在0.7MW以上的烟囱高度不应低于15m。

4.4.2 不同时段建设的锅炉，若采用混合方式排放烟气，且选择的监控位置只能监测混合烟气中的大气污染物浓度，应执行各个时段限值中最严格的排放限值。

### 5 大气污染物监测要求

#### 5.1 污染物采样与监测要求

5.1.1 锅炉使用企业应建立企业监测制度，制定监测方案，对污染物排放状况开展自行监测，保存原始监测记录，并公布监测结果。

5.1.2 锅炉使用企业应按照环境监测管理规定和技术规范的要求，设计、建设、维护永久性采样口、采样测试平台。

5.1.3 对锅炉排放废气的采样，应根据监测污染物的种类，在规定的污染物排放监测位置进行，有废气处理设施的，应在该设施后监测。排气筒中大气污染物的监测按现行有关规定执行。

5.1.4 20t/h 及以上蒸汽锅炉、14MW 及以上热水锅炉，以及环境保护行政主管部门确定的大气污染物重点排污单位应安装污染物排放自动监控设备，并与环保部门联网，保证设备正常运行。

5.1.5 对大气污染物的监测，应按照国家及天津市有关规定进行监测质量保证和质量控制。

5.1.6 对大气污染物排放浓度的测定采用表 4 列的方法标准。

表4 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	标准编号
1	颗粒物	锅炉烟尘测试方法	GB 5468
		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
		固定污染源废气 低浓度颗粒物测定 重量法	HJ
2	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
3	二氧化硫	固定污染源排气中二氧化硫的测定 定电位电解法	HJ/T 57
		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	氮氧化物	固定污染源排气中氮氧化物的测定 紫外分光光度法	HJ/T 42
		固定污染源排气中氮氧化物的测定 盐酸萘乙二胺分光光度法	HJ/T 43
		固定污染源废气 氮氧化物的测定 非分散红外吸收法	HJ 692
		固定污染源排气 氮氧化物的测定 定电位电解法	HJ 693
5	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	HJ 543
		附录 A 管法测定燃煤污染源中气态总汞方法	
6	无组织粉尘	环境空气 总悬浮颗粒物的测定方法 重量法	GB/T15432
		大气污染物无组织排放监测技术导则	HJ/T 55

## 5.2 大气污染物基准含氧量排放浓度折算方法

实测的锅炉颗粒物、二氧化硫、氮氧化物、汞及其化合物的排放浓度，按公式（1）折算为基准含氧量排放浓度。各类燃烧设备的基准含氧量按表 5 规定执行。

表5 基准含氧量

锅炉类型	基准含氧量 (O <sub>2</sub> ) %
燃煤锅炉	9
燃油、燃气锅炉	3.5

$$\rho = \rho' \times \frac{21 - \varphi(O_2)}{21 - \varphi'(O_2)} \quad (1)$$

式中：

$\rho$ ——大气污染物基准含氧量排放浓度，mg/m<sup>3</sup>；

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

$\varphi'(\text{O}_2)$ ——实测的含氧量，%

$\varphi(\text{O}_2)$ ——基准含氧量，%。

## 6 实施与监督

6.1 在任何情况下，锅炉使用单位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。环境保护行政主管部门在对锅炉使用单位进行监督性检查时，可以现场即时监测的结果，作为判断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。

6.2 本标准由市和区（县）环境保护行政主管部门负责监督实施。

## 附录 A

## 吸附管法测定燃煤污染源中气态总汞方法

## 1. 适用范围

- 1.1 是对安装在燃煤锅炉的气态汞 CEMS 以及吸附剂捕获监测系统进行相对精度试验审查 (RATAs) 时使用的一种标准方法, 也适合于上述锅炉汞排放量的测试。
- 1.2 此方法仅设计用于颗粒物相对较低的条件 (例如, 在所有污染控制装置之后采样)。

## 2. 方法原理

采用活性炭作为吸附介质, 用于采集固定污染源废气中的气态汞。活性炭吸附介质安装在固定污染源采样装置前端, 吸附废气中的汞。采样装置可对固定污染源废气的体积进行准确衡量, 以获得采集的废气样品体积数。

## 3. 干扰和消除

采样过程中, 高尘烟道内的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。

## 4. 安全防护

- 4.1 现场危害。在现场应用这些步骤 / 技术要求之前, 应考虑试验现场的潜在危害: 加强与现场岗位的协调对了解相关条件和适用的安全方针至关重要。由于取样系统一些部分温度较高, 因此在操作本设备时要求穿戴适当的手套、长袖防护服并且应小心操作。
- 4.2 实验室安全。为了使化学品接触风险降到最小, 以及在实验室中正确进行废物处理, 应制定相关方针。工作人员应根据实验室制定的化学卫生计划穿戴适当的实验室服装。
- 4.3 试剂毒性 / 致癌性。必须考虑使用的所有试剂的毒性和致癌性。根据所选择的采样和分析技术, 此测定可能包括有害物质、危险操作和设备, 因此本方法不解决与实施本方法所涉及的所有安全问题。使用者应负责制定适宜的安全和健康操作规程, 并且在执行之前确定适用的规范性限制条件。任何化学品均应视为潜在健康危害物, 因此应尽量减少这些化合物的暴露。化学工作者应参考所使用的每种化学品的材料安全数据表 (MSDS)。
- 4.4 废物处理。处理本方法产生的任何废物时, 必须根据详细描述并跟踪各种废水以及相关处理步骤的有害物质管理计划。

## 5. 试剂和材料

能够有效捕集气态汞的活性炭或改性活性炭吸附管, 吸附管应耐高温, 不易破碎, 尺寸一致, 与采样探头接合一致以保证密封效果。吸附剂应有较强的捕集效率, 非常低的汞空白。每支吸附管应有唯一的编号, 以便于样品溯源及查验为便于跟踪。

## 6. 仪器和设备

- 6.1 采样探头组件。每个探头组件应无泄漏地连接到吸附管上。每个吸附管必须安装在探头入口处或探头内, 以便气样直接进入捕获器内。每个探头/吸附剂捕获组件必须加热到足以防止吸附剂捕获中液体凝结的温度。为了防止凝结, 只有当烟道温度太低时才要求辅助加热。使用经校正的热电偶监测烟道温度。可以使用能够运行成对吸附剂捕获的单一探头。假如为了保证代表性汞的监测而将各个吸附管安放在一起, 可选择使用单个探头/吸附剂捕获器组合装置。
- 6.2 除湿装置。在气流进入干燥气流测量仪器之前, 应使用除湿装置或系统从气流中除去水蒸汽。
- 6.3 真空泵。使用能够在系统流量范围内运行的密封真空泵。
- 6.4 气体流量计。为了测定干燥条件下样品总体积 (单位: 标准立方米), 应使用气体流量计 (例如干式气表、热质量流量计、或者其它适当的测量装置)。流量计应足够精确, 测定

的样品总体积误差应在 2%之内，而且流量计必须在采样装置组所运行的样品整个流量范围内按所选择的流量进行校正。气体流量计应配备将样品体积校正到标准条件所需要的任何必要的辅助测量设备（例如，温度传感器、压力测量装置）。

6.5 样品流量计和控制器。使用流量指示器和控制器以保持必要的采样流量。

6.6 气态  $\text{Hg}^0$  吸附管掺加系统。为了完成  $\text{Hg}^0$  和  $\text{HgCl}_2$  分析偏差试验以及现场回收研究，吸附剂捕获的第一分段必须有已知质量的  $\text{Hg}^0$ ，或向第一分段添加已知质量的  $\text{Hg}^0$ 。能够定量向吸附管上定量给予已知质量的  $\text{Hg}^0$  的任何方法都是符合要求的。为了实现此目的，可以使用几种掺加技术或装置。其实用性随汞质量掺加水平而变。对于较低水平，可以使用经 NIST 认证的或 NIST 可追溯的气体发生器或罐。能够给予所要求的几乎任何质量的一个可供选择的系统利用经 NIST 认证的或 NIST 可追溯的汞盐溶液（例如， $\text{HgCl}_2$ 、 $\text{Hg}(\text{NO}_3)_2$ ）。在此系统中，一等份已知体积和浓度的样品加入装有还原剂（例如，氯化亚锡）的反应容器中：汞盐溶液还原成  $\text{Hg}^0$ ，然后使用撞击滤尘器喷洒系统将其吹扫到吸附管上。

6.7 样品分析设备。如果分析能够满足本方法中所描述的性能标准，则能够从所选择的吸附剂介质定量回收和定量测定总汞的任何分析系统均符合要求。回收技术可包括酸浸、浸提、和热解吸/直接燃烧。分析技术可包括，但不局限于，紫外原子荧光(UV AF)、有和没有金捕集的紫外原子吸收(UV AA)、以及 X-射线荧光(XRF)分析。

## 7. 样品采集

### 7.1 系统泄漏检查及采样条件确定

连接好系统，将采样口用封闭螺母封闭，打开样品泵，调大流量及真空，观察真空表及流量表，待真空达到-15bar 并稳定后，如有电子流量计，可将流量计读数清零，并关闭泵，观察一分钟之内电子流量计的读数。泄漏应该小于取样速率的 4%，（即如果以 0.4 L/min 为采样时的速率，一分钟内，电子流量计的读数应该小于 0.016L）。方可认为通过泄漏检查。

如泄漏检测无法通过，则需对整个管路进行检查，重新安装，再次检漏，直至确认系统不漏气。

在整套系统通过泄漏检查后，可进行下一步的样品采集工作。采样进行前，需通过调节流量和真空调缓慢的释放系统内真空。随后进行活性炭吸附管的安装及采样点条件的确定。

通过确定烟气特性，如测试烟气温度、静压、烟气流速、湿度等指标，对采样点起始的采样及辅助设置进行确定，包括，是否需要探头及吸附区进行辅助加热，调节初始采样速度，除水控制等。

### 7.2 样品采集

按照《固定污染源排气中颗粒物测定与气态污染物采样方法》(GB/T16157)对烟气采样点进行采样设置。

#### 7.2.1 安装吸附管

去掉吸附管尾部的防护帽，移除采样探头前端的封闭螺母，将采样探头取样口的紧固螺丝及特氟龙套圈套上吸附管，安装至采样探头上并固定，用手将螺母旋紧后宜用扳手再拧半圈至紧固状态即可，确保采样管道与环境间没有泄漏。注意：由于螺母及采样管间有特氟龙垫圈固定密封，无需过度旋紧，避免因受热膨胀及吸附管材质等原因导致吸附管破损。（吸附管配套的防护帽在采样结束后仍将用于样品保存，应在采样过程中将其放置于干净的密封袋内。）吸附管安装完毕后，如需对采样探头进行辅热，开启加热装置。

#### 7.2.2 安装采样探头

开启烟道密封板，小心的将安装好吸附管的采样探头伸入烟道中并固定，过程中避免磕碰，避免损坏采样探头前安装的活性炭采样管。密封好采样探头和采样口之间的缝隙，确保烟道和外界环境之间无泄漏。

### 7.3 采样结束后检漏

采样完成后，关闭采样泵并将采样探头从烟道中取出（避免烫伤），用干净的防护帽分别在两根吸附管的入口处进行密封。查看整个采样过程中所记录下来的最大真空数据。在吸附管仍旧安装在采样探头前端的情况下，调整仪器并达到该次采样时的最大真空数值。在此真空条件下进行采样后泄漏测试，每次的测试结果应小于当次采样周期的平均采样速率的4%。在检漏结束后，缓慢释放系统中的真空。

#### 7.4 样品获取

将紧固螺母拧松，将吸附管从采样探头中取出，并用防护帽将采样管两端密封，将吸附管外壁的污物擦净，将其装入塑料保护套内妥善保存。

#### 7.5 样品的处置、保存、存储及运输

为保证样品结果有效性，在现场操作、采样、获取、运输及实验室分析阶段，都应该保持清洁，避免出现汞交叉污染。采集和分析空白样品，有助于验证所有阶段无污染物质。

### 8. 结果计算

8.1 污染源烟气中汞浓度 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) 按下式计算：

$$(1) CA = (m_1 + m_2) / V_t$$

$$(2) m_1 = CA_1 \times mA_1 \quad m_2 = CA_2 \times mA_2$$

式中：

CA----吸附管“A”在采样过程中采集到的烟气中的汞浓度， $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ；

CB----吸附管“B”在采样过程中采集到的烟气中的汞浓度， $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ；

$m_1$ ----吸附管第一截吸附剂所捕获并测定出的汞质量， $\mu\text{g}$ ；

$m_2$ ----吸附管第二截吸附剂所捕获并测定出的汞质量， $\mu\text{g}$ ；

$CA_1, CA_2$ ----分别为吸附管“A”第1截，第2截在测汞仪测试出的浓度， $\mu\text{g}/\text{kg}$ ；

$mA_1, mA_2$ ----分别为吸附管“A”第1截，第2截的活性炭吸附剂的质量， $\text{mg}$ ；

$V_t$ ----干式累积气体流量计在样品采集期间采集到的气体总量；（在此方法下，标准温度和压力分别定义为  $20^\circ\text{C}$  及  $760\text{mm}$  汞柱。）

报告平均浓度，即  $1/2 (CA + CB)$ ；

8.2 干式累积气体流量计的体积计算：

在使用干式累积流量计时，流量计前段装有冷凝及干燥器，标准状态下干气体积按照（3）式计算

$$(3) V_{nd} = K (V_2 - V_1) \times \frac{273}{273 + t_d} \times \frac{B_a + P_d}{101300}$$

式中：

$V_{nd}$ ----标准状态下干采气体积，L；

$V_1, V_2$ ----采样前后累积流量计的读书，L；

$t_d$ -----流量计前气体温度， $^\circ\text{C}$ ；

$B_a$ -----大气压力，Pa；

$P_d$ -----流量计前气体压力，Pa；

$K$ -----流量计的修正系数；

8.3 回收率计算（分析偏差测试）

$$(4) R = m_{recovered} / m_{spiked} \times 100\%$$

式中：

$R$ ----加标质量回收率百分比（%）；

$m_{recovered}$  ---- 分析偏差测试或现场回收试验中回收的汞的质量， $\mu\text{g}$ ；

$m_{spiked}$ ---- 分析偏差测试或现场回收试验中掺加的汞的质量， $\mu\text{g}$ ；

## 8.4 击穿百分比

$$(5) B = m_2 / m_1 \times 100\%$$

式中:

B----击穿率, %;

m<sub>2</sub>----吸附管第 1 截实测的汞绝对质量,  $\mu$  g;

m<sub>1</sub>----吸附管第 2 截实测的汞绝对质量,  $\mu$  g;

## 8.5 成对吸附管一致性计算

使用成对吸附管对实测的汞浓度计算相对偏差 (RD);

$$(6) RD = |CA - CB| / (CA + CB) \times 100\%$$

式中:

RD----吸附管 A 及吸附管 B 汞浓度值的相对偏差, %;

CA----吸附管 A 采集到的样品浓度,  $\mu$  g/dscm;

CB----吸附管 B 采集到的样品浓度,  $\mu$  g/dscm;

## 8.6 计算加标汞浓度及加标回收率

$$(7) C_{rec} = (m_s / v_s) - (m_u / v_u)$$

$$(8) R = (C_{rec} \times v_s) / m_{spiked} \times 100\%$$

式中:

C<sub>rec</sub>----测量的加标混合物的浓度,  $\mu$  g/m<sup>3</sup>;

v<sub>s</sub>----现场回收率测试试验中, 加标吸附管采集的烟气样品体积, dscm;

m<sub>s</sub>----实测的现场回收率测试试验中加标的吸附管汞质量,  $\mu$  g;

m<sub>u</sub>----实测的现场回收率测试试验中未加标的吸附管汞质量,  $\mu$  g;

R----加标质量回收率的百分比, %;

## 9. 质量保证和质量控制

为保证采样过程及分析结果的准确性, 可选用下列质量保证与质量控制措施:

质量保证和质量控制 试验及要求	验收标准	频率	如不满足条件导致的 影响
气体流量计校准 (三组或三点校准)	每组的校准因子(Y <sub>i</sub> ) 须在三组平均值(Y) 的±2%范围内	首次测试前, 同时当 采样后测试时, 结果 不在Y的±5%范围内	对三个点进行重新校 准直至满足验收标准
采样后对气体流量计 进行校准测试(单点)	校准因子(Y <sub>i</sub> )必须 在最接近的三点校准 值(Y)的±5%范围内	对于质量流量计, 在 每次现场测试完成 后, 都需要使用烟道 气对流量计进行校准 对于干气流量计则无 需	通过三点对气体流量 计进行重新校准, 以 获得新的Y值。 如使用质量流量计, 必须用烟道气在现场 完成校准。同时, 现 场测试数据采用新的 Y值。
温度传感器校准	传感器测定的绝对温 度应在标定过的参照 传感器温度值的± 1.5%内	首次使用前及每次测 试后	重新校准; 停止使用, 直至满足 技术要求
压力计校准	压力计测定的绝对压 力值应在水银压力计 读数值值的±10mm 汞	首次使用前及每次测 试后	重新校准; 停止使用, 直至满足 技术要求

	柱压力范围内		
测试前泄漏检查	≤ 目标采样速率的 4%	采样开始前	在泄漏测试通过前不应开始采样工作
测试完毕后泄漏检查	≤ 平均采样速率的 4%	采样完成后	样品报废*
基质对分析的干扰实验（仅用于湿化学分析方法）	确定所需的最小稀释倍数以消除吸附剂基质产生的干扰	在分析现场采集的样品前。分析过程中如更换不同类型吸附剂，也要进行	现场样品结果无效
分析偏差实验	对于添加 Hg0 及 HgCl <sub>2</sub> 的加标的两个浓度，平均回收率应在 90%-110%之间	在分析现场采集的样品前。分析过程中如更换不同类型吸附剂，也要进行	在满足回收率测定标准后再开始分析现场样品
分析仪校准曲线的多点校正	每台分析仪的读数在真值的±10%内，同时满足 R <sup>2</sup> ≥0.99	分析当天，分析任何待测样品前	重新绘制校准曲线直至合格
对单独的校准样品进行分析	在真值的±10%内	在每日校准后，在分析现场采集到的样品之前	重新绘制校准曲线并对单独的校准样品进行分析，直至合格
对连续性校准核定标准样品进行分析	在真值的±10%内	在每日校准后，对现场采集到的样品分析量≤10个后，并且在每组样品分析完成时。	重新校准并对单独的校准样品进行重复分析，重新分析样品直至结果符合。对于采用破坏性分析技术，样品无效。
试运行样品总体积	现场回收率试验期间，在总采样体积的±20%内	每个单独样品	样品无效
吸附剂第 2 截击穿与否的判定	对于烟气汞浓度 > 1 μg/dscm，第 2 截汞质量应小于第 1 截的 10%； 对于烟气汞浓度 ≤ 1 μg/dscm，第 2 截汞质量应小于第 1 截的 20%；	每个样品	样品无效*
成对吸附管一致性判定	对于烟气汞浓度 > 1 μg/dscm，捕集的汞绝对质量相对偏差（RD）应 < 10%； 对于烟气汞浓度 < 1 μg/dscm，捕集的汞绝对质量相对偏差（RD）应 < 20%，或者	每次测试	采样测试结果无效*

	< 0.2 μg/dscm 的绝对浓度差;		
样品分析	在有效的校准范围内, 即结果应落入校准曲线内	第1截所有样品分析出的烟气汞浓度应>0.5 μg/dscm	如可能, 在更高的浓度水平重新分析, 如测试不在校准范围内, 样品无效。(即, 采样时尽量保证能够采集到足够仪器分析的汞)
样品分析	在Hg0 和HgCl2 分析偏差测试所允许的范围内	第1截所有样品分析出的烟气汞浓度应>0.5 μg/dscm	扩大Hg0 和HgCl2 分析偏差测试的范围, 如果失败, 则样品无效
现场回收测试	对于 Hg0, 平均现场测试回收率在 85%-110%内	每次现场测试进行一次	现场回收测试试验失败的情况下, 现场样品无效

\* 代表来自成对的吸附管的数据也同样无效。

#### 10. 干式累计流量计校正

干式累计流量计的校正采用标定过的湿式气体流量计校准。干式累计流量计和湿式气体流量计均放在无油抽气泵（最好是隔膜泵）的正压端。连接顺序为：抽气泵（作鼓气用），温度计，压力计，干式累积流量计，湿式气体流量计。

干式累积流量计的校正系数  $K_{di}$  和平均校正系数  $K_d$ ，按式（9）和式（10）计算。

$$(9) K_{di} = (K_w \times V_w) / V_d \times (273 + t_d) / (273 + t_w) \times (P_a + P_w - P_{wv}) / (P_a + P_d)$$

$$(10) K_d = \sum K_{di} / n$$

式中：

$K_w$  ---- 湿式气体流量计的校正系数；

$V_w$  ---- 湿式气体流量计的计量体积，L；

$V_d$  ---- 干式气体流量计的计量体积，L；

$P_a$  ---- 大气压力，Pa；

$P_d$  ---- 干式累积流量计的压力，Pa；

$P_w$  ---- 湿式气体流量计的压力，Pa；

$P_{wv}$  ---- 温度为  $t_w$  时饱和水蒸气压力，Pa；

$t_d$  ---- 干式累积流量计前的气温，℃；

$t_w$  ---- 湿式气体流量计的气温，℃；

$K_{di}$  ---- 干式气体流量计的校正系数；

$K_d$  ---- 干式气体流量计的平均校正系数；

$n$  ---- 校正点数；

具体参考 GB/T 16157 仪器校正部分 12.2.7

#### 11. 废物处理

11.1 实验室应遵守各级管理部门废物管理法律规定，避免废物排放对周边环境的污染。

11.2 实验装置排放的汞蒸气应经过活性炭吸收过滤器吸附后再排放，以避免对环境及人员造成损害。

11.3 固体废弃物应按照法律规定进行妥善处置。

#### 12. 注意事项

汞的化合物及蒸气属于有毒有害危险品,应尽量减少分析人员暴露在高浓度水平的汞蒸气环境中。

#### 12.1 现场操作

在现场采样操作过程中,应注意避免出现滑落、磕碰等,采样接触高温、高尘区域,并且可能接触较高含量的含二氧化硫气体,应佩戴相应的防护措施,包括安全帽、口罩、手套等。避免烫伤及意外损害。

#### 12.2 实验室分析

实验室应配备手套、实验服、手套等相关实验用具,如有可能,经常对实验室进行通风换气,确保汞蒸气含量不足以造成人员伤害。

---