

团 体 标 准

T/CPASE PT 018—202X

锅炉低浓度烟尘（颗粒物）测定 β 射线法

Boiler emissions— determination of mass concentration of particulate matter at low concentration
beta-ray method

(征求意见稿)

202X-XX-XX 发布

202X-XX-XX 实施

中国特种设备安全与节能促进会 发布

目 次

前言	II
引言	III
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 干扰与消除	1
5 试剂和材料	1
6 仪器和设备	2
7 采样和测定	3
8 结果计算与表示	3
9 质量控制和质量保证	4
编制说明	

前　　言

本文件按 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。

本文件由中国特种设备安全与节能促进会（CPASE）提出并归口。

本文件主要起草单位：中国特种设备检测研究院、河北省特种设备监督检验研究院、浙江省特种设备科学研究院、江苏省特种设备安全监督检验研究院、陕西省特种设备检验检测研究院、北京市特种设备检测中心、沈阳特种设备检测研究院、滨州市特种设备检验研究所、青岛市特种设备检验研究院、青岛明华电子仪器有限公司。

本文件参加起草人员：笪耀东、王钊、王长才、陈征宇、陆群晖、张晓明、常勇强、刘海滨、李耀国、李樑、包钢、王中伟、李兵、窦灏、丁万生。

本文件为首次发布。

引　　言

本文件是中国特种设备检测研究院提出并组织了 10 家机构，根据锅炉烟尘（颗粒物）测定实际情况制定完成。制定本文件的目的是为了在锅炉低浓度烟尘（颗粒物）测定提供一种通用、可靠、直观的方法。

为了便于标准的使用以及结果的计算与表示等，通过方法研究实验和方法验证实验，明确了本标准的方法检出限。

为了能够获得准确、可靠的测定数据，文件制定过程中加强质量控制技术研究，明确了质量保证和质量控制要求。

锅炉低浓度烟尘（颗粒物）测定 β 射线法

1 范围

1.1 本文件规定了测定锅炉低浓度烟尘（颗粒物） β 射线法的材料、仪器和设备、采样和测定、结果计算与表示、质量控制和质量保证等内容。

1.2 本文件适用于锅炉低浓度烟尘（颗粒物） $\leq 50\text{mg}/\text{m}^3$ 的测定。锅炉烟气净化装置出口低浓度烟尘（颗粒物） $\leq 50\text{mg}/\text{m}^3$ 的测定，可参照使用。

1.3 当采样体积为 1m^3 （标准状态下干烟气体积）时，本文件方法检出限为 $0.2\text{mg}/\text{m}^3$ 。

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/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 397 固定源烟气测试技术规范

HJ 836 固定源烟气低浓度颗粒物的测定 重量法

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

β 射线 beta-ray

放射性元素核衰变过程中发出的电子流。

3.2

烟道外过滤 out-stack filtration

在烟道内对颗粒物进行等速采样，并将颗粒物截留在位于烟道外的过滤介质上的方法。

4 干扰与消除

烟道内湿度较大时，废气中凝结水容易在滤膜表面沉积，对本测定方法的颗粒物质量产生干扰，因而需采用全程加热方法予以消除。

5 材料

5.1 标准膜片

由聚碳酸酯等惰性材料制成，应避光存放。用精度为 0.01mg 的天平称量确定质量。

5.2 滤膜

5.2.1 选择玻璃纤维、石英等材质滤膜。滤膜不应吸收或与废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。

5.2.2 对于直径为 $0.3\mu\text{m}$ 的标准粒子、滤膜的捕集效率应大于 99.5%，对于直径为 $0.6\mu\text{m}$ 的标准粒子，滤膜的捕集效率应大于 99.9%。

6 仪器和设备

6.1 颗粒物采样装置

6.1.1 采样测量装置的构成

颗粒物采样测量装置由温度、压力、流速测量装置、具备全程加热功能的采样管、冷却干燥系统、流量计量和浓度计算单元、采样泵组成。

6.1.2 温度、压力、流速的测定装置

温度、压力流速测定装置应符合 GB/T 16157 中压力、流速的测定装置的要求。

6.1.3 采样管

采样管应采用耐腐蚀、耐热材料制造，并具备全程加热功能，加热温度在 $130^\circ\text{C} \pm 10^\circ\text{C}$ 。采样管前端应采用弯管方式，并保证采样嘴与采样管整体呈 90° 角，前弯管表面应平滑，避免突变。为避免静电对采样装置的影响，采样装置应配有接地线。

6.1.4 采样嘴

采样嘴应符合 GB/T 16157、HJ 836 对于采样嘴的要求。

6.2 分析测量装置

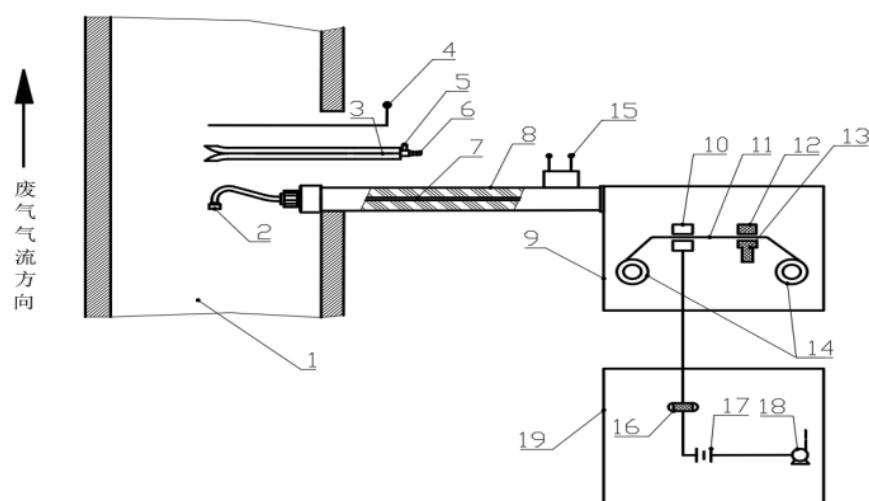
分析测量装置由水份含量测定装置和 β 射线质量分析测量装置组成。

6.2.1 水份含量的测定装置

水份含量测定装置应符合 HJ 836 中水份含量的测定装置要求。

6.2.2 β 射线质量分析测量装置组成

分析测量装置主要由 β 射线源、探测器、滤膜传送控制装置、滤膜加热装置（加热温度为 $105^\circ\text{C} \pm 5^\circ\text{C}$ ）等组成。不同类型 β 射线分析测量装置组成可以不同，本文列举了一种烟道外过滤颗粒物采样及分析测量装置示意图，详见图 1。



1-排气筒；2-前弯管及采样嘴；3-皮托管；4-温度测量；5-静压测量；6-差压测量；7-采样管；8-加热保温套管；
9-分析测量装置；10-滤膜压紧装置；11-滤膜；12-射线源；13-光电信增管；14-滤膜传送装置；15-水分测量装置；16-干燥器 17-流量计 18-
抽气泵 19-抽气装置

图 1 烟道外过滤颗粒物采样测量装置示意图

7 采样和测定

7.1 采样位置和采样点

采样位置和采样点的设置应符合 GB/T 16157、HJ/T 397 等有关规定。

7.2 采样准备

7.2.1 记录现场基本情况，清理采样孔处积灰。

7.2.2 检查滤膜是否存在破损或其他异常情况。

7.2.3 按照 HJ/T 48 中流量准确度的要求对颗粒物采样装置瞬时流量和累计流量准确度进行校准。对于组合式采样管皮托管系数，应每年校准一次；当皮托管外形发生明显变化时，应及时维护校准或更换。

7.2.4 确定现场工况、采样点位和采样孔、采样平台、工作电源、照明及安全防护等措施应符合相关法规要求。

7.2.5 准备采样所需其他仪器设备、防护设备及原始记录等。

7.2.6 清理采样器，检查采样系统是否漏气，检漏应符合 GB/T 16157 中系统现场检漏的要求。

7.2.7 测试前应使用标准膜片对仪器进行检查，检查结果与标准膜片的标称值误差应在±5% 范围内。

7.3 样品采集和测定

7.3.1 根据现场实际测量的烟道尺寸，按 7.1 要求选择采样断面，确定采样点数目。

7.3.2 检查采样系统是否漏气，检漏应符合 GB/T 16157 中系统现场检漏的要求。

7.3.3 按照仪器说明书操作要求设置采样管及滤膜加热装置的加热温度。

7.3.4 采样装置插入采样孔，封闭采样孔，采样步骤参见 GB/T 16157 中采样步骤的要求，记录采样时间及采样流速，或按照仪器的操作方法使用微电脑平行自动采样。采样过程中进入采样嘴的吸气速度与测点处气流速度应基本相等，相对误差小于 10%。

7.3.5 采样全程应保证采样管温度及滤膜加热装置温度在要求的范围内。

7.3.6 采样结束后，对截留颗粒物后的滤膜 β 射线透过量进行测量。

7.3.7 根据采样前后 β 射线穿过滤膜的衰减量得出滤膜上截留的颗粒物质量，结合计算标本采样体积，计算得出颗粒物浓度。

8 结果计算与表示

8.1 结果计算

实测颗粒物浓度按式（1）计算：

$$\rho = \frac{\Delta m \times S}{V_{nd}} \times 10^3 \quad (1)$$

式中：

ρ —— 标准状态下干烟气中颗粒物浓度，mg/m³；

Δm —— 截留在滤膜的颗粒物单位面积质量，mg/cm²；

S ——滤膜面积, cm^2

V_{nd} ——标准状态下干采气体积, L

8.2 结果表示

8.2.1 颗粒物的浓度计算结果保留到小数点后一位。

8.2.2 颗粒物基准氧含量排放浓度为实测颗粒物浓度按基准氧量进行折算后的结果, 各类燃烧设备的基准氧量按照相关标准的规定执行。

9 质量控制和质量保证

9.1 现场采样的质量保证措施应符合 HJ/T 397 中现场采样质量保证措施的要求。

9.2 样品采集时应保证每个样品的采样体积不小于 1 m^3 或颗粒物质量不小于 1mg。

9.3 应保证采样后截留在滤膜上的颗粒物全部在 β 射线的照射范围之内; 测试前后 β 射线穿过滤膜的能量衰减量不应超过总量的 75 %。