附件 8

HJ

中华人民共和国国家环境保护标准

HJ □□□-20□□

环境空气　颗粒物的测定　β射线法

Ambient air—Determination of particulate matter

—Beta-ray method

（征求意见稿）

201□-□□-□□发布　　201□-□□-□□实施

生　态　环　境　部　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　方法原理.....1
5　干扰和消除.....2
6　试剂和材料.....2
7　仪器和设备.....2
8　分析步骤.....3
9　结果计算与表示.....3
10　精密度和准确度.....4
11　质量保证和质量控制.....4
12　注意事项.....5
附录 A（资料性附录）不同类型颗粒物仪器系统组成示意图.....6
附录 B（资料性附录）仪器检出限的确定方法.....8

前　言

为贯彻《中华人民共和国环境保护法》和《中华人民共和国大气污染防治法》，保护生态环境，保障人体健康，规范环境空气中颗粒物的连续自动测定方法，制定本标准。

本标准规定了测定环境空气中颗粒物的β射线法。

本标准的附录A、附录B为资料性附录。

本标准为首次发布。

本标准由环境监测司、科技标准司组织制订。

本标准起草单位：大连市环境监测中心。

本标准验证单位：广州市环境监测中心站、哈尔滨市环境监测中心站、辽宁省环境监测实验中心、沈阳市环境监测中心站、抚顺市环境监测中心站和营口市环境监测中心站。

本标准生态环境部20□□年□□月□□日批准。

本标准自20□□年□□月□□日起实施。

本标准由生态环境部解释。

环境空气　颗粒物的测定　β射线法

1　适用范围

本标准规定了测定环境空气中颗粒物的β射线法。

本标准适用于环境空气中颗粒物的连续自动测定。

本方法仪器检出限为 1 μg/m^3，测定下限为 4 μg/m^3。

2　规范性引用文件

本标准引用了下列文件或其中条款。凡是不注日期的引用文件，其有效版本适用于本标准。

HJ 93　环境空气颗粒物（PM_{10} 和 $PM_{2.5}$）采样器技术要求及检测方法

HJ 653　环境空气颗粒物（PM_{10} 和 $PM_{2.5}$）连续自动监测系统技术要求及检测方法

HJ 655　环境空气颗粒物（PM_{10} 和 $PM_{2.5}$）连续自动监测系统安装和验收技术规范

HJ 817　环境空气颗粒物（PM_{10} 和 $PM_{2.5}$）连续自动监测系统运行和质控技术规范

3　术语和定义

下列术语和定义适用于本标准。

3.1

β 射线　beta-ray

放射性元素核衰变过程中发出的电子流。

注：β射线源可以使用 ^{147}Pm、^{14}C 或 ^{85}Kr 等放射源。

4　方法原理

样品空气通过切割器以恒定的流量经过进样管，颗粒物截留在滤膜上。β射线通过滤膜时，能量发生衰减，通过对衰减量的测定计算出颗粒物的质量。β射线衰减量与颗粒物的质量遵循以下吸收定律：

$$N = N_0 \cdot e^{-km} \qquad (1)$$

式中：N——单位时间内通过滤膜的β射线量；

N_0——单位时间内发射的β射线量；

k——单位质量吸收系数，cm^2/mg；

m——颗粒物单位面积质量，mg/cm^2。

颗粒物质量经如下方法测得：

步骤 1：空白滤膜的测定

$$N_1 = N_0 \cdot e^{-km_0} \quad (2)$$

式中：N_1——单位时间内通过空白滤膜的β射线量；

m_0——空白滤膜颗粒物单位面积质量，mg/cm²。

步骤 2：颗粒物截留后滤膜的测定

$$N_2 = N_0 \cdot e^{-k(m_0+\Delta m)} \quad (3)$$

式中：N_2——单位时间内通过颗粒物截留后滤膜的β射线量；

Δm——截留在滤膜的颗粒物单位面积质量，mg/cm²。

合并公式（2）和（3）得：

$$N_1 = N_2 \cdot e^{k\Delta m} \quad (4)$$

或

$$\Delta m = \frac{1}{k} \ln \frac{[N_1]}{[N_2]} \quad (5)$$

5 干扰和消除

5.1 β射线电子流的空间分布不规则及采样系统磨损会导致颗粒物截留不均匀，测量过程中可能产生误差。

5.2 颗粒物的元素组成和化学成分对单位质量吸收系数 k 的影响很小。

5.3 颗粒物放射性对β射线的影响很小。在氡及其子体低浓度的区域，β射线的测量会受到一定的影响。

6 试剂和材料

6.1 滤膜：可选用玻璃纤维滤膜、石英滤膜等无机滤膜或聚氯乙烯、聚丙烯、聚四氟乙烯、混合纤维素等有机滤膜。滤膜应边缘平整、厚薄均匀、无毛刺、无污染，不得有针孔或任何破损。在规定膜面流速下，PM_{10} 采样滤膜要求对 0.3 μm 颗粒物的截留效率≥99%，$PM_{2.5}$ 采样滤膜要求对 0.3 μm 颗粒物的截留效率≥99.7%。

6.2 标准膜片：由惰性材料（如聚碳酸酯、铝、金等）制成，用精度为 0.01 mg 的天平称量确定质量。

7 仪器和设备

不同类型β射线仪器系统组成示意图见附录 A。仪器的性能指标应符合 HJ 653 的要求。

8 分析步骤

8.1 仪器的安装调试

按照 HJ 655 要求安装调试仪器，依据操作手册设置各项参数。

8.2 切割器的选择

根据所测颗粒物粒径大小选择合适的切割器。当测定 PM_{10} 和 $PM_{2.5}$ 时，切割器性能指标应符合 HJ 93 要求。

8.3 校准

校准时泵停止工作，避免空气和颗粒物进入采样装置。分别安装空白膜片和标准膜片，按照仪器说明书要求进行校准。

8.4 分析步骤

8.4.1 采样时间的选择

选择适当的采样时间，使所测质量尽可能大，但β射线穿过滤膜的衰减量不能超过总量的 75%。

8.4.2 样品的测定

测定空白滤膜的β射线量，按照选择采样时间，采集一定量的样品空气，之后再次测定β射线量，根据β射线衰减量计算颗粒物质量。

9 结果计算与表示

9.1 结果计算

实际状态下的颗粒物浓度按照公式（6）进行计算：

$$\rho = \frac{\Delta m S}{t \times 16.67} \times 10^6 \qquad (6)$$

式中：ρ——实际状态下环境空气中颗粒物的浓度，μg/m^3；

Δm——截留在滤膜的颗粒物单位面积质量，mg/cm^2；

S——滤膜面积，cm^2；

t——采样时间，min；

16.67——实际状况下的采样流量，L/min。

9.2 结果表示

当测定结果小于 1000 μg/m^3 时，保留至整数位；当测定结果大于等于 1000 μg/m^3 时，保留三位有效数字。

10 精密度和准确度

10.1 精密度

六家实验室对两种不同浓度标准膜片分别进行了6次重复测定，相对标准偏差为0.1%～2.1%。

10.2 准确度

六家实验室对不同浓度标准膜片分别进行了6次重复测定，相对误差为0.2%～1.4%。

11 质量保证和质量控制

11.1 气路检漏

依据仪器说明书酌情进行流量检漏，每月1次；对仪器进行流量检查前应进行检漏，更换滤膜或者清洁垫块也应检漏。检漏时仪器示值流量≤1.0 L/min，通过检查。当示值流量≥1.0 L/min时，表明存在泄漏，需排查并解决泄漏问题，直至通过检查。

11.2 流量检查

每月用标准流量计对仪器的流量进行检查，实测流量与设计流量的误差应在±5%范围内，且示值流量与实测流量的相对误差应在±2%范围内。当实测流量与设计流量的误差超过±5%，或示值流量与实测流量的误差超过±2%时，须对流量进行校准，校准后流量误差不超过设定流量的±2%。

11.3 气温测量结果检查

每季度对仪器测量的气温进行检查，仪器显示温度与实测温度的误差应在±2 ℃范围内，当仪器显示温度与实测温度误差超过±2 ℃时，应对温度进行校准。

11.4 气压测量结果检查

每季度对仪器测量的气压进行检查，仪器显示气压与实测气压误差应在±1 kPa范围内，当仪器显示气压与实测气压的误差超过±1 kPa时，应对气压进行校准。

11.5 标准膜片检查

配备外置校准膜的β射线法仪器每半年进行一次标准膜片检查，校准膜片的检查可在更换滤膜时进行。检查结果与标准膜片的标称值误差应在±2%范围内。

11.6 湿度检查

仪器内部的气体湿度传感器应每半年检查一次，仪器读数与标准湿度计读数的误差应在±4%范围内，超过±4%时应进行校准。

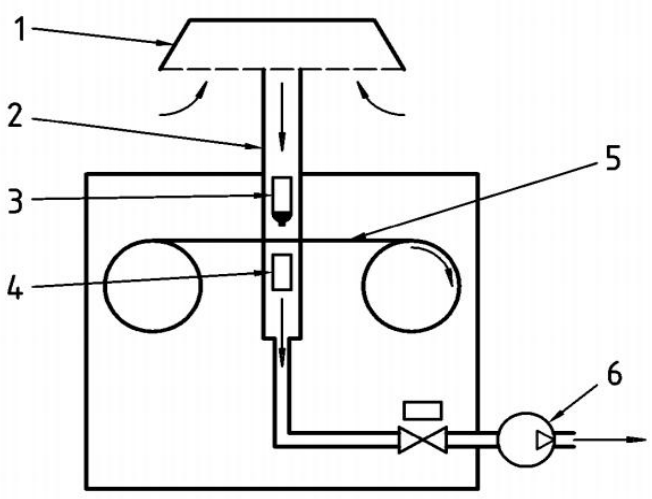
11.7 其他

仪器的运行维护参照相关规范执行。

12 注意事项

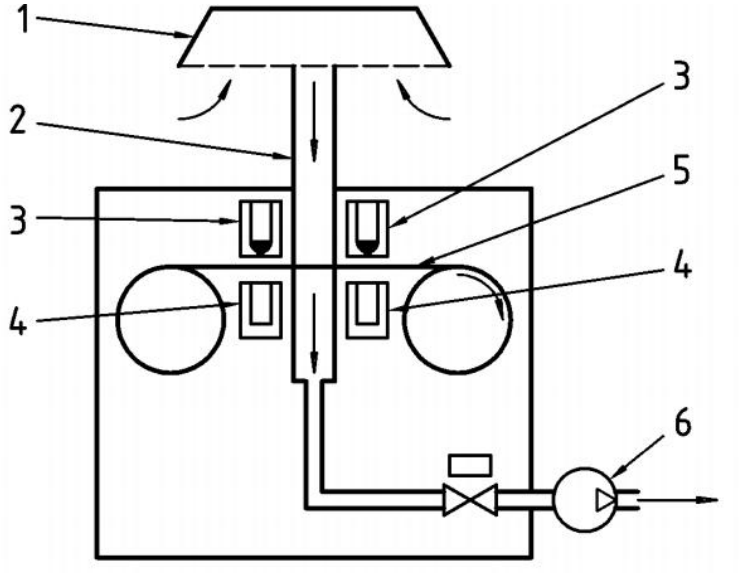
使用的β射线源应符合放射性安全标准。

附录 A
（资料性附录）
不同类型颗粒物仪器系统组成示意图



1—切割器；2—进样管；3—β射线仪发射单元；4—β射线接收单元；5—滤膜；6—泵

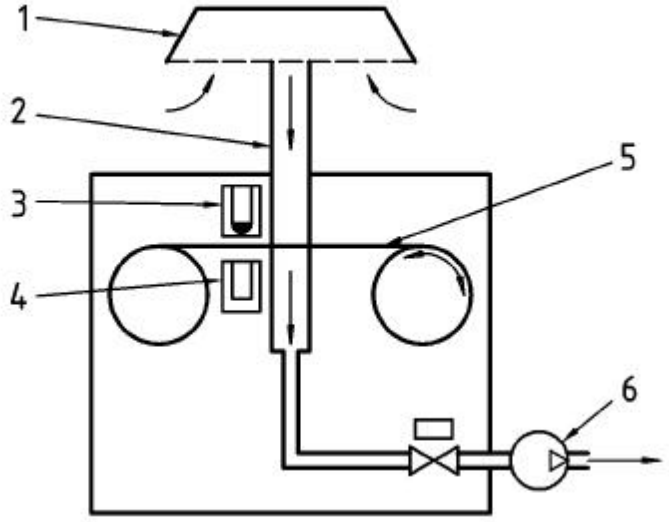
图 A.1　同时采样测量单 β 射线仪器



1—切割器；2—进样管；3—β射线发射单元；4—β射线仪器接收单元；5—滤膜；6—泵

注：空白滤膜通过第一个β射线监测系统测定后，滤膜穿过采样区域。采样完毕后，使用第二个β射线监测系统进行测量，滤膜运行具有单向性。

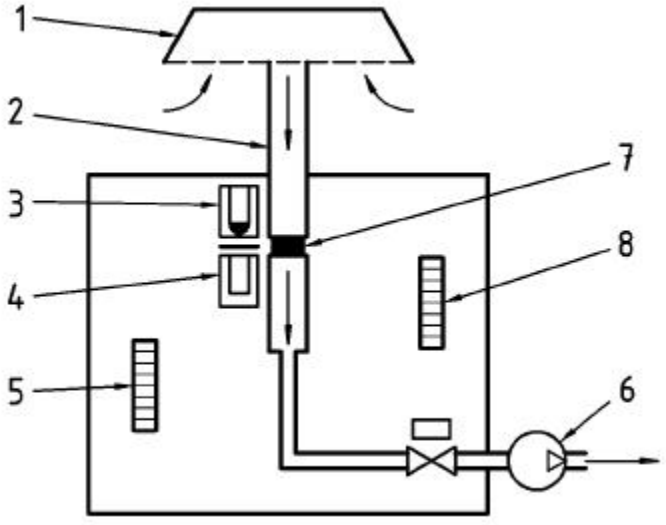
图 A.2　顺序采样测量双β射线仪器



1—切割器；2—进样管；3—β射线发射单元；4—β射线接收单元；5—滤膜；6—泵

注：采样前对滤膜的空白值进行测量。将滤膜放于采样系统，采样结束后，使用β射线测量系统进行测量，滤膜运行具有双向性。

图 A.3　顺序采样测量单β射线仪器



1—切割器；2—进样管；3—β射线监测系统发射单元；

4—β射线监测系统接收单元；5—空白滤膜；6—泵；7—采样过程；8—采样滤膜

注：仪器不含齿轮，滤膜由合适的支架组件支撑。滤膜可以在β射线监测系统和采样区域移动，以此对相同滤膜进行测量，空白滤膜和采样后滤膜放置在载体中。

图 A.4　顺序采样测量单β射线单滤膜仪器

附录 B
（资料性附录）
仪器检出限的确定方法

取下颗粒物切割器，安装高效空气过滤器。仪器运行稳定后，以 1 小时间隔读取 25 个小时平均值数据，计算标准偏差，以标准偏差的 2 倍，作为方法检出限。

注：高效空气过滤器性能指标应符合《高效空气过滤器性能试验方法效率和阻力》（GB/T 6165）要求。