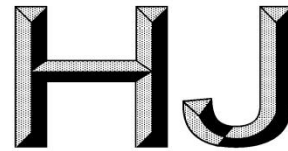


附件



中华人民共和国国家生态环境标准

HJ □□□—202□

环境空气颗粒物（PM_{2.5}）中有机碳、
元素碳连续自动监测技术规范

Technical specifications for continuous automated monitoring of organic
carbon and elemental carbon in ambient air particulate matter (PM_{2.5})

（征求意见稿）

202□-□□-□□发布

202□-□□-□□实施

发布

生态环境部

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 方法原理与系统组成.....	2
5 技术性能要求.....	4
6 安装、调试、试运行与验收.....	5
7 系统日常运行维护.....	10
8 质量保证和质量控制.....	14
9 数据有效性判断.....	16
附录 A（资料性附录） 有机碳、元素碳连续自动监测系统安装调试报告	17
附录 B（资料性附录） 有机碳、元素碳连续自动监测系统试运行报告.....	23
附录 C（资料性附录） 有机碳、元素碳连续自动监测系统验收报告.....	25
附录 D（资料性附录） 有机碳、元素碳连续自动监测系统质控工作记录表	28

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》，防治生态环境污染，改善生态环境质量，规范环境空气颗粒物（PM_{2.5}）中有机碳、元素碳连续自动监测工作，制定本标准。

本标准规定了环境空气颗粒物（PM_{2.5}）中有机碳、元素碳连续自动监测系统的方法原理与系统组成、技术性能、安装、调试、试运行与验收、系统日常运行维护、质量保证和质量控制、数据有效性判断等技术要求。

本标准附录 A～附录 D 为资料性附录。

本标准由生态环境部生态环境监测司、法规与标准司组织制订。

本标准主要起草单位：中国环境监测总站、上海市环境监测中心、江苏省南京环境监测中心、河南省生态环境监测中心。

本标准生态环境部 202□年□□月□□日批准。

本标准自 202□年□□月□□日起实施。

本标准由生态环境部解释。

环境空气颗粒物（PM_{2.5}）中有机碳、元素碳连续自动监测技术规范

1 适用范围

本标准规定了环境空气颗粒物（PM_{2.5}）中有机碳、元素碳连续自动监测系统的方法原理与系统组成、技术性能、安装、调试、试运行与验收、系统日常运行维护、质量保证和质量控制、数据有效性判断等技术要求。

本标准适用于采用热学-光学校正法和热学-光学衰减法的环境空气颗粒物（PM_{2.5}）中有机碳、元素碳连续自动监测系统的安装、验收、运行管理与质量控制。

2 规范性引用文件

本标准引用了下列文件或其中的条款。凡是注明日期的引用文件，仅注日期的版本适用于本标准。凡是未注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本标准。

HJ 655 环境空气颗粒物（PM₁₀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（PM₁₀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

有机碳、元素碳连续自动监测系统 organic carbon and elemental carbon continuous automated monitoring system

对环境空气颗粒物中有机碳、元素碳进行连续自动的采样、处理、分析的监测系统。

3.2

颗粒物（粒径≤2.5 μm） particulate matter (PM_{2.5})

环境空气中空气动力学当量直径≤2.5 μm的颗粒物，也称细颗粒物。

3.3

有机碳 organic carbon (OC)

颗粒物中烃、烃的衍生物、多功能团的烃衍生物和高分子化合物等有机物中的碳组分。主要来源于燃煤、机动车尾气、生物质燃烧、工业排放等，既有直接排放，也有经光化学反应的二次生成。

3.4

元素碳 elemental carbon (EC)

颗粒物中以单质形式存在的碳和少量黑色、不挥发的高分子量有机物。主要来源于化石燃料或生物质不完全燃烧的直接排放。

3.5

总碳 total carbon (TC)

颗粒物中有机碳和元素碳的总和。

3.6

光学裂解碳 optical pyrolyzed carbon (OPC)

通过光学方法测定在高温下裂解转化成元素碳的有机碳。

4 方法原理与系统组成

4.1 方法原理

环境空气颗粒物 (PM_{2.5}) 中有机碳、元素碳连续自动监测系统的方法原理为热光法，热光法又可分为热学-光学校正法、热学-光学衰减法。

热学-光学校正法：用热氧化法直接测量颗粒物中 OC、EC 的含量。环境空气通过样品采集单元，颗粒物被滤膜截留，在高温条件下，纯氮气环境中 OC 转化为 CO₂ 及少量 OPC，在氮氧混合气环境中 OPC 与 EC 转化为 CO₂，利用非色散红外检测器 (NDIR) 检测不同阶段生成的 CO₂，经光学校正 OPC 后计算得到样品中 OC、EC 的含量。

热学-光学衰减法：用热氧化法直接测量颗粒物中 TC 的含量，用光学衰减法间接测量 EC 的含量，由 TC 减去 EC 得到 OC 的含量。一路环境空气通过样品采集单元，颗粒物被滤膜截留，高温条件下，在空气环境中 TC 转化为 CO₂，利用非色散红外检测器 (NDIR) 检测 CO₂，计算得到 TC 的含量；另一路环境空气通过样品采集单元，颗粒物被纸带截留，采用多波长单色光照射颗粒物样品，测量光学衰减率得到黑碳 (BC) 的含量，再根据 BC 与 EC 的定量关系，计算样品中 EC 的含量。

4.2 系统组成

4.2.1 样品采集单元

样品采集单元将环境空气颗粒物进行切割分离，并将颗粒物收集在滤膜（或纸带）上，由采样头、切割器、采样管、溶蚀器、采样泵等组成。

4.2.2 分析单元

分析单元对颗粒物样品中的 OC、EC 进行测量分析。热学-光学校正法的分析单元由反应炉、CO₂ 浓度检测器、光发射与接收模块、内标物定量环等组成；热学-光学衰减法的分析单元分为 TC 分析单元及 EC 分析单元，其中 TC 分析单元由反应炉、CO₂ 浓度检测器等组成，EC 分析单元由自动走纸带模块、光发射与接收模块等组成。

4.2.2.1 反应炉

反应炉按照设定的温度将颗粒物样品中的碳转化为 CO₂。热学-光学校正法的反应炉内置 MnO₂，将 OC 在高温条件下氧化为 CO₂，OPC 与 EC 在过量氧气的高温条件下氧化为 CO₂；热学-光学衰减法的反应炉将颗粒物中的碳在过量氧气的高温条件下全部转换为 CO₂。

4.2.2.2 CO₂浓度检测器

CO₂浓度检测器用于测定 OC、EC 氧化产物 CO₂ 的浓度。

4.2.2.3 光发射与接收模块

光发射与接收模块由光发射器、光接收器等组成。光发射器持续发射一束或多束垂直于采样滤膜的光，光接收器检测经滤膜透射或反射后的光信号。

4.2.2.4 内标物定量环

内标物定量环用于截取固定体积的内标物 CH₄。OC、EC 分析阶段结束后，检测 CH₄ 生成的 CO₂，根据 CH₄ 含碳量与 CO₂ 峰面积的定量关系，计算样品中 OC、EC 的浓度。

4.2.2.5 自动走纸带模块

自动走纸带模块由供给轴、收集轴和步进马达组成，步进马达将供给轴上的空白纸带向前传送至样品采集区，采集样品后将纸带移动至收集轴，完成纸带的自动更新。

4.2.3 数据采集与控制单元

数据采集与控制单元用于设置仪器参数、控制仪器、采集和存储监测数据。

4.2.4 数据处理与通讯单元

数据处理与通讯单元用于处理和传输监测数据。

4.2.5 辅助设备及试剂、耗材

4.2.5.1 滤膜（或纸带）

滤膜（或纸带）用于采集环境空气中的颗粒物，要求对 0.3 μm 颗粒物的截留效率 ≥99.7%，TC 本底值应 ≤0.1 μg/cm²。热学-光学校正法使用石英滤膜，热学-光学衰减法使用石英滤膜（测量 TC）及聚四氟乙烯涂层的玻璃纤维纸带（测量 EC）。

4.2.5.2 辅助气体

热学-光学校正法仪器配置氮气（纯度 ≥99.999%）、氮氧混合气（氮气 90%、氧气 10%）、氮甲烷混合气（氮气 95%、甲烷 5%）三种辅助气体，气瓶压力应 ≥2 MPa。氮气需同时配备除氧器，氮气和氮氧混合气中的碳氢化合物及 CO₂ 含量应 ≤1 μmol/mol。热学-光学衰减法仪器以室外环境空气作为助燃辅助气。

4.2.5.3 实验用水

实验用水（无二氧化碳水）用于配制蔗糖标准溶液等，电导率应 ≤0.055 μS/cm（25 °C）。

4.2.5.4 标准膜

标准膜可用于校准仪器。优先使用可溯源至我国计量机构或国际权威计量机构的标准膜。

4.2.5.5 标准溶液

在不具备标准膜时可使用蔗糖试剂配制标准溶液校准仪器。蔗糖(C₁₂H₂₂O₁₁): 优级纯, 使用前应置于干燥器中平衡 24 h。准确称取 5.0 g 蔗糖, 置于烧杯中, 加入适量实验用水溶解, 全量转入 1000 ml 容量瓶, 并稀释定容至标线, 摇匀, 转移至聚乙烯或玻璃瓶中, 于 4 °C 以下冷藏、避光、密封保存, 有效期为 1 个月, 溶液中碳浓度为 2.105 μg/μl。亦可购买市售有证标准物质。

4.2.5.6 溶蚀器碳膜

溶蚀器碳膜为溶蚀器内所需的耗材, 可截留环境空气中的气态挥发性有机物或半挥发性有机物, 截留效率应≥70%。

5 技术性能要求

5.1 温度测量示值误差

环境温度测量示值误差应在±2 °C 范围内。

5.2 大气压测量示值误差

环境大气压测量示值误差应在±1 kPa 范围内。

5.3 采样流量

平均流量偏差应在±5%范围内; 流量相对标准偏差应≤2%; 平均流量示值误差应在±2%范围内。

5.4 辅助气体流量

辅助气体的设定流量与实测流量的线性拟合, 相关系数 r 应≥0.999, 斜率应满足 $0.95 \leq k \leq 1.05$, 截距应满足 $-1 \text{ ml/min} \leq b \leq 1 \text{ ml/min}$ 。

5.5 空白及溶蚀器吸收效率

5.5.1 仪器空白

TC 仪器空白应≤0.3 μg。

5.5.2 系统空白

热学-光学校正法 TC 系统空白应≤1 μg/m³; 热学-光学衰减法 TC 系统空白应≤1 μg/m³, EC 系统空白应在±0.5 μg/m³ 范围内。

5.5.3 溶蚀器吸收效率

溶蚀器吸收效率应≥70%。

5.6 TC 检出限

热学-光学校正法（采样体积为 0.32 m^3 ）与热学-光学衰减法（采样体积为 1 m^3 ）的 TC 检出限应 $\leq 0.9\text{ }\mu\text{g}/\text{m}^3$ 。

5.7 校准曲线

校准曲线至少含 6 个校准点（包括零浓度），校准曲线线性相关系数 r 应 ≥ 0.995 。

5.8 精密度

精密度应 $\leq 5\%$ 。

5.9 正确度

正确度应在 $\pm 10\%$ 范围内。

5.10 三峰测试

热学-光学校正法在无氧、有氧和内标三个阶段分别通入等量的 CH_4 标气，记录 CO_2 峰面积，三个阶段 CO_2 峰面积相对标准偏差应 $\leq 5\%$ 。

6 安装、调试、试运行与验收

6.1 安装

6.1.1 监测点位

监测点位应满足 HJ 655 中的相关要求。

6.1.2 监测站房及辅助设施

监测站房及辅助设施应满足 HJ 655 中的相关要求，并配备冰箱（柜），用于保存标准溶液及标准膜等。站房温度应在 $(25 \pm 5)\text{ }^\circ\text{C}$ 范围内，相对湿度应在 80% 以下。

6.1.3 监测仪器安装

监测仪器安装应满足 HJ 655 中的相关要求，并满足以下要求：

- a) 仪器采样入口和站房天花板之间有足够的空间安装溶蚀器、采样管等；
- b) 采样管需加装集水装置；
- c) 采样管及溶蚀器要有保温措施，防止出现冷凝水。

6.1.4 数据采集和传输

数据采集和传输应满足 HJ 655 中的相关要求。

6.2 调试

监测系统在现场安装并正常运行后，在验收前应进行调试，调试完成后的性能指标应满

足调试检测指标及要求。调试检测可由系统制造者、供应者、用户或受委托的具有检测能力的机构承担。

6.2.1 调试检测的一般要求

调试检测的一般要求如下：

- a) 在现场完成有机碳、元素碳连续自动监测系统安装、调试后投入试运行；
- b) 系统连续运行 168 h 后，进行调试检测；
- c) 如果因系统故障、断电等原因造成调试检测中断，则需重新进行调试检测；
- d) 调试检测后应编制安装调试报告，安装调试报告格式参见附录 A。

6.2.2 调试检测指标和检测方法

调试检测指标及要求应根据表 1 及以下相关规定执行。

表 1 调试检测指标及要求

序号	调试检测指标		要求
1	温度测量示值误差		在±2℃范围内
2	大气压测量示值误差		在±1 kPa 范围内
3	采样 流量	平均流量偏差	在±5%范围内
		流量相对标准偏差	≤2%
		平均流量示值误差	在±2%范围内
4	辅助气体流量		设定流量与实测流量的相关系数 $r \geq 0.999$ ，斜率 $0.95 \leq k \leq 1.05$ ，截距 $-1 \text{ ml/min} \leq b \leq 1 \text{ ml/min}$
5	仪器空白		TC ≤ 0.3 μg
6	系统空白		热学-光学校正法 TC 系统空白 ≤ 1 μg/m ³
			热学-光学衰减法 TC 系统空白 ≤ 1 μg/m ³ ，EC 系统空白在 ± 0.5 μg/m ³ 范围内
7	溶蚀器吸收效率		≥ 70%
8	TC 检出限		≤ 0.9 μg/m ³
9	校准曲线线性相关系数 r		≥ 0.995
10	精密度		≤ 5%
11	正确度		相对误差在 ± 10% 范围内
12	三峰测试的相对标准偏差		≤ 5%
13	反应炉温度偏差		热学-光学校正法每个升温阶段实际可达的温度与升温程序设定的温度偏差在 ± 10% 范围内

a) 温度测量示值误差:

测量方法应满足 HJ 655 的相关要求, 温度测量示值误差应在 $\pm 2\text{ }^\circ\text{C}$ 范围内。

b) 大气压测量示值误差:

测量方法应满足 HJ 655 的相关要求, 大气压测量示值误差应在 $\pm 1\text{ kPa}$ 范围内。

c) 采样流量:

测量方法应满足 HJ 655 的相关要求, 采样流量的平均流量偏差应在 $\pm 5\%$ 范围内, 流量相对标准偏差应 $\leq 2\%$, 平均流量示值误差应在 $\pm 2\%$ 范围内。

d) 辅助气体流量:

将标准流量计接入辅助气体气路, 将辅助气体设置不少于三种流量, 分别进行流量测试, 其中设置的最大流量应大于实际监测中辅助气体的工作流量, 待流量稳定后开始测试, 每隔 5 min 测量一次, 至少重复测量 3 次。将设定流量与实测流量进行线性拟合, 相关系数 r 应 ≥ 0.999 , 斜率应满足 $0.95 \leq k \leq 1.05$, 截距应满足 $-1\text{ ml/min} \leq b \leq 1\text{ ml/min}$ 。

e) 仪器空白:

在不采样的情况下, 按照实际样品测试的程序, 对空白滤膜 (或纸带) 进行 TC 值的测试, TC 仪器空白应 $\leq 0.3\text{ }\mu\text{g}$ 。

f) 系统空白:

在采样口安装颗粒物高效过滤器 (性能要求为 $0.3\text{ }\mu\text{m}$ 颗粒物过滤效率 $\geq 99.9\%$), 确保接口不漏气, 将环境空气中的颗粒物截留, 待仪器稳定后, 按照环境样品测试程序测试 TC 系统空白, 连续测试 24 h, 计算平均值, 即为 TC 系统空白。热学-光学衰减法的 EC 系统空白可与 TC 系统空白同时测量, 连续测试 24 h, 计算 EC 平均值, 即为 EC 系统空白。热学-光学校正法和热学-光学衰减法的 TC 系统空白应 $\leq 1\text{ }\mu\text{g/m}^3$, 热学-光学衰减法的 EC 系统空白应在 $\pm 0.5\text{ }\mu\text{g/m}^3$ 范围内。

g) 溶蚀器吸收效率:

完成系统空白测试后, 仍然将颗粒物高效过滤器 (性能要求为 $0.3\text{ }\mu\text{m}$ 颗粒物过滤效率 $\geq 99.9\%$) 安装在采样口, 并抽出溶蚀器中的碳膜 (或拆下溶蚀器, 用不锈钢或导电橡胶管代替连接), 启动仪器正常采样分析, 连续测试不少于 24 h, 按公式 (1)、(2) 计算溶蚀器吸收效率, I 值应 $\geq 70\%$ 。

$$\overline{m}_b = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n m_{b,i} \quad (1)$$

式中: \overline{m}_b ——测试期间的 TC 平均浓度值, μg ;

$m_{b,i}$ ——第 i 次测量的 TC 浓度值, μg ;

n ——测量次数, ($n \geq 24$)。

$$I = \frac{(\overline{m}_b - \overline{m}_0)}{\overline{m}_b} \times 100\% \quad (2)$$

式中: I ——溶蚀器吸收效率, %;

\overline{m}_b ——测试期间的 TC 平均浓度值, μg ;

\overline{m}_0 ——测试期间 TC 的系统空白平均值, μg 。

h) TC 检出限:

在采样口安装颗粒物高效过滤器（性能要求为 0.3 μm 颗粒物过滤效率 ≥99.9%），确保接口不漏气，将环境空气中的颗粒物截留，待仪器运行稳定后，对空白滤膜（或纸带）按照与实际监测相同的测量条件，连续测量 n ($n \geq 7$) 次，按公式（3）计算方法检出限。热学-光学校正法（采样体积为 0.32 m³）、热学-光学衰减法（采样体积为 1 m³）的 TC 检出限应 ≤0.9 μg/m³。

$$MDL = t_{(n-1,0.99)} \times S \quad (3)$$

式中：MDL——检出限，μg/m³；

n ——空白样品的平行测定次数，($n \geq 7$)；

S —— n 次平行测定的标准偏差，μg/m³；

t ——自由度为 $n-1$ ，置信度为 99% 时的 t 分布（单侧）。

其中，当自由度为 $n-1$ ，置信度为 99%，当 n 为 7 时， $t_{(n-1,0.99)} = 3.143$ 。

i) 校准曲线:

配制至少含 6 个校准点（包括零浓度）的校准曲线，其中第二个浓度点含碳量应低于 5 μg，最高浓度点应高于 40 μg 且高于当地 TC 的最高浓度水平。准确移取不同体积的蔗糖标准溶液滴加至空白滤膜上（或者使用不同浓度的标准膜），将仪器设置为手动进样，绘制校准曲线，校准曲线线性相关系数 r 应 ≥0.995。

j) 精密度:

至少配制 6 组含碳量为 10 μg 的标准样品，按照样品测试流程进行测试，记录测试结果，按公式（4）计算相对标准偏差，RSD 值应 ≤5%。

$$RSD = \frac{\sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (m_{a,i} - \overline{m}_a)^2}{n-1}}}{\overline{m}_a} \times 100\% \quad (4)$$

式中：RSD——相对标准偏差，%；

$m_{a,i}$ ——第 i 次标准样品实测值，μg；

\overline{m}_a ——标准样品 n 次测量的平均值，μg；

n ——测量次数，($n \geq 6$)。

k) 正确度:

至少配制 6 组含碳量为 10 μg 的标准样品，按照样品测试流程进行测试，记录测试结果，按公式（5）计算测量均值与理论值的相对误差，RE 值应在 ±10% 范围内。

$$RE = \frac{\overline{m}_a - m}{m} \times 100\% \quad (5)$$

式中：RE——相对误差，%；

\overline{m}_a ——标准样品 n 次 ($n \geq 6$) 测量的平均值，μg；

m ——标准样品理论浓度值，μg。

l) 三峰测试:

通过三峰测试可检查 MnO_2 氧化效率。在测试过程中的无氧、有氧和内标三个阶段分别通入等量的 CH_4 标气，记录 CO_2 峰面积。 MnO_2 氧化效率正常的情况下，三个阶段 CO_2 峰面积应较为一致。重复测试不少于 6 次，记录测试结果，按公式（6）计算每次测试中三个阶段的 CO_2 峰面积相对标准偏差，相对标准偏差应 $\leq 5\%$ 。

$$\text{RSD}' = \frac{\sqrt{\frac{\sum_{i=1}^3 (A_i - \bar{A})^2}{2}}}{\bar{A}} \times 100\% \quad (6)$$

式中：RSD'——三个阶段 CO_2 峰面积的相对标准偏差，%；

A_i ——测定中第 i 阶段 CO_2 峰面积的测定值；

\bar{A} ——测定中三个阶段 CO_2 峰面积的平均值；

i ——无氧、有氧、内标三个阶段的编号，($i=1, 2, 3$)。

m) 反应炉温度偏差：

热学-光学校正法反应炉在每个升温阶段实际可达的温度与升温程序设定的温度偏差应在 $\pm 10\%$ 范围内。

6.3 试运行

有机碳、元素碳连续自动监测系统试运行至少 30 d。因系统故障等造成运行中断，恢复正常后，继续开展试运行。试运行结束时，按公式（7）计算系统数据获取率，数据获取率应 $\geq 90\%$ 。根据试运行结果编制试运行报告，试运行报告格式参见附录 B。

$$R_a = \frac{T_t - T_f}{T_t} \times 100\% \quad (7)$$

式中： R_a ——数据获取率，%；

T_t ——试运行总小时数，h；

T_f ——系统故障小时数，h。

6.4 验收

验收的内容包括：性能指标验收、联网验收、相关制度、记录和档案验收等。

6.4.1 验收准备与申请

6.4.1.1 验收准备

在申请验收前应做好以下准备工作：

- 提供有机碳、元素碳连续自动监测系统的安装调试报告、试运行报告和联网证明；
- 有机碳、元素碳连续自动监测系统已至少连续稳定运行 30 d，出具监测数据报表；
- 提供质量保证和质量控制计划文档；
- 建立完整的有机碳、元素碳连续自动监测系统的技术档案。

6.4.1.2 验收申请

有机碳、元素碳连续自动监测系统完成安装、调试及试运行后提出验收申请，经验收单位核准符合验收条件后实施验收。

6.4.2 验收内容

6.4.2.1 性能指标验收

对采样流量、仪器空白、精密度、正确度开展验收测试，相应的测试方法见 6.2，测试结果应符合表 2 的要求。

表 2 性能指标验收要求

序号	测试项目		性能指标要求
1	采样流量	平均流量偏差	在±5%范围内
		流量相对标准偏差	≤2%
		平均流量示值误差	在±2%范围内
2	仪器空白		TC≤0.3 μg
3	精密度		≤5%
4	正确度		相对误差在±10%范围内

6.4.2.2 联网验收

联网验收应满足 HJ 655 的相关要求。

6.4.2.3 相关制度、记录和档案验收

相关制度、记录和档案验收应满足 HJ 655 的相关要求。

6.4.3 验收报告

验收报告应满足 HJ 655 的相关要求，验收报告格式参见附录 C。

7 系统日常运行维护

7.1 基本要求

有机碳、元素碳连续自动监测系统应全年（闰年 366 d）连续运行，如仪器出现故障等情况，应采取有效措施及时恢复运行。

监测仪器主要技术参数应与仪器说明书要求和系统安装验收时的设置值保持一致。如需对主要技术参数进行调整，应开展参数调整试验和仪器性能测试，记录测试结果并编制参数调整测试报告。

7.2 日常维护

7.2.1 监测站房及辅助设备日常巡检

监测站房及辅助设备日常巡检应满足 HJ 817 中的相关要求。运维人员应对站房及辅助设备定期巡检，每周至少巡检 1 次，巡检工作主要包括：

- a) 检查站房内温度是否保持在 $25\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$ 范围内，相对湿度保持在 80% 以下，在冬、夏季节应注意站房内外温差，及时调整站房内温度或对采样管采取适当的温控措施，防止因温差造成采样装置出现冷凝水；
- b) 检查站房排风、排气装置工作是否正常；
- c) 检查采样头、采样管的完好性，及时对缓冲瓶内积水进行清理；
- d) 检查数据采集、传输与网络通信是否正常；
- e) 检查气瓶固定装置是否牢靠；
- f) 检查各种运维工具、仪器耗材、备件是否完好齐全；
- g) 检查空调、电源等辅助设备的运行状况是否正常，检查站房空调机的过滤网是否清洁，必要时进行清洗；
- h) 检查各种消防、安全设施是否完好齐全，是否在有效期内；
- i) 及时清除站房周围的杂草和积水；
- j) 检查避雷设施是否正常，站房是否有漏雨现象；
- k) 检查仪器工控机时间与北京时间、数据采集时间与平台展示时间是否保持同步；
- l) 做好每周巡检记录，并定期存档。

7.2.2 监测仪器日常维护

7.2.2.1 热学-光学校正法

监测仪器日常维护工作要求如下。

- a) 每日远程监控内容：
 - 1) 每日检查仪器采样流量、辅助气体（氮气载气、氮气反吹气、氮氧混合气和氮甲烷混合气）流量、反应炉内压力、透射激光强度、反射激光强度等关键参数是否正常，如有报警应及时处理；
 - 2) 每日检查环境样品图谱，包括升温程序是否正常、OC 和 EC 分割点及浓度比值是否出现突变、CH₄ 峰响应值是否存在明显波动等，24 h 内的 CH₄ 峰面积相对标准偏差应 $\leq 5\%$ ；
 - 3) 如仪器具备自动空白检查功能，每日需进行仪器自动空白检查，TC 仪器空白应 $\leq 0.3\text{ }\mu\text{g}$ ，否则应及时排查问题，并重新测试空白；
 - 4) 重污染天气预警（PM_{2.5} 或 PM₁₀ 为首要污染物）发布后 24 h 内可根据仪器数据质量情况对仪器开展 1 次各项参数的全面检查，必要时进行校准，校准应避免重污染时段，重污染过程或沙尘天气结束后及时清理采样头和切割器、更换采样滤膜，必要时进行校准；
 - 5) 做好每日远程检查记录，并定期存档。

b) 每周维护内容:

- 1) 每周至少进行 1 次现场巡检, 检查仪器运行状态;
- 2) 每周至少检查 1 次氦气、氦氧混合气、氦甲烷混合气的气瓶压力, 应在压力低于 2 MPa 或有效期截止前更换气瓶, 更换气瓶后应进行气路检漏; 更换氦气、氦氧混合气的气瓶后应进行校准曲线中间浓度点 (含碳量约 10 μg) 的检查, 更换氦甲烷混合气的气瓶后应重新建立校准曲线;
- 3) 每周至少检查 1 次采样泵运转是否正常, 检查采样管路、反应炉是否有漏气或堵塞现象, 必要时更换配件和耗材;
- 4) 每周至少更换 1 次采样滤膜, 根据当地污染程度可加大更换频次; 更换采样滤膜后应检查反应炉的气密性, 并执行 1 次烤炉程序, 去除新滤膜的本底影响, 烤炉后执行滤膜空白测试, 空白测试的结果 TC 应 \leq 0.3 μg ;
- 5) 每周至少检查 1 次溶蚀器集水装置, 如有积水应及时清空, 并检查溶蚀器碳膜, 如碳膜有水痕, 则需及时更换溶蚀器碳膜;
- 6) 执行仪器说明书规定的其他周维护内容;
- 7) 做好每周维护记录, 并定期存档。

c) 每月维护内容:

- 1) 每月至少清洁 1 次采样头; 在颗粒物污染较重或植物飞絮、飞虫影响较大的季节, 应增加采样头的检查和清洁频次; 清洁时, 应完全拆开采样头和切割器, 用蒸馏水或者无水乙醇清洁 (无水乙醇清洁后需用蒸馏水清洁一遍), 待完全晾干或用风机吹干后重新组装, 组装时应检查密封圈的密封情况;
- 2) 每月至少进行 1 次原始数据备份;
- 3) 执行仪器说明书规定的其他月维护内容;
- 4) 做好每月维护记录, 并定期存档。

d) 每季度维护内容:

- 1) 每季度至少进行 1 次溶蚀器和采样管路的清洗, 根据当地污染程度可加大清洗频次;
- 2) 每季度至少更换 1 次溶蚀器碳膜等配件耗材, 根据当地污染程度可加大更换频次;
- 3) 执行仪器说明书规定的其他季度维护内容;
- 4) 做好每季度维护记录, 并定期存档。

e) 每半年维护内容:

- 1) 每半年至少进行 1 次三峰测试, 无氧、有氧和内标三个阶段的 CO_2 峰面积相对标准偏差应 \leq 5%;
- 2) 执行仪器说明书规定的其他半年维护内容;
- 3) 做好每半年维护记录, 并定期存档。

f) 每年维护内容:

- 1) 每年对仪器进行 1 次预防性维护, 对样品采集单元和分析单元 (特别是反应炉) 进行检查与清洁, 根据实际情况更换石英衬管及必要的耗材与配件; 维护后, 应

对仪器进行全面检查与校准，确保仪器在维护前后数据的准确性和可比性；

- 2) 每年至少更换 1 次氮气管路的除氧器；
- 3) 执行仪器说明书规定的其他年度维护内容；
- 4) 做好每年维护记录，并定期存档。

7.2.2.2 热学-光学衰减法

监测仪器日常维护工作应按以下要求执行。

a) 每日远程监控内容：

- 1) 检查仪器的运行状态参数，如有异常及时处理；
- 2) 每日检查仪器监测结果，发现异常数据及时排查原因；
- 3) 做好每日远程检查记录，并定期存档。

b) 每周维护内容：

- 1) 每周至少进行 1 次现场巡检，检查仪器运行状态，检查 EC 样品采集单元的纸带剩余量，如更换纸带则需要进行仪器稳定性、气密性测试；每周更换 TC 的采样滤膜（可根据实际污染情况调整更换频次），并进行气密性测试、清洁腔室测试和仪器空白测试，TC 空白应 $\leq 0.3 \mu\text{g}$ ；
- 2) 检查集水装置状态，及时清理积水；
- 3) 执行仪器说明书规定的其他周维护内容；
- 4) 做好每周维护记录，并定期存档。

c) 每月维护内容：

- 1) 每月至少清洗 1 次采样头，根据当地污染程度可加大清洁频次；
- 2) 每月至少进行 1 次原始数据备份；
- 3) 每月至少检查 1 次仪器采样流量；
- 4) 每月至少清理 1 次仪器散热风扇滤网；
- 5) 每月至少测试 1 次溶蚀器吸收效率，低于 70%则需更换溶蚀器碳膜；
- 6) 每月至少测试 1 次 EC 系统空白，EC 系统空白应在 $\pm 0.5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 范围内；
- 7) 执行仪器说明书规定的其他月维护内容；
- 8) 做好每月维护记录，并定期存档。

d) 每季度维护内容：

- 1) 每季度至少进行 1 次溶蚀器和采样管路的清洗，根据当地污染程度可加大清洗频次；
- 2) 每季度至少更换 1 次溶蚀器碳膜等耗材，根据当地污染程度可加大更换频次；
- 3) 每季度至少更换 1 次 EC 分析系统的一次性过滤器；
- 4) 执行仪器说明书规定的其他季度维护内容；
- 5) 做好每季度维护记录，并定期存档。

e) 每半年维护内容：

- 1) 每半年更换 1 次 TC 分析系统的一次性过滤器和辅助气体过滤器；
- 2) 执行仪器说明书规定的其他半年维护内容；

- 3) 做好每半年维护记录, 并定期存档。
- f) 每年维护内容:
 - 1) 每年对仪器进行 1 次预防性维护 (或根据污染情况调整维护频次), 对样品采集单元和分析单元进行检查与清洁, 更换必要的耗材与配件; 维护后, 应对仪器进行全面检查与校准, 确保仪器在维护前后数据的准确性和可比性;
 - 2) 执行仪器说明书规定的其他年度维护内容;
 - 3) 做好每年维护记录, 并定期存档。

7.3 故障检修

对出现故障的仪器应进行针对性的检查和维修。

- a) 根据仪器厂商提供的维修手册要求, 开展故障判断和检修;
- b) 对于在现场能够诊断明确并且可以通过简单更换备件解决的仪器故障, 应及时检修并尽快恢复正常运行;
- c) 对于不能在现场完成故障检修的仪器, 应及时送修;
- d) 每次故障检修完成后, 应对仪器进行校准;
- e) 每次故障检修完成后, 应对检修、校准和测试情况进行记录并存档。

8 质量保证和质量控制

8.1 基本要求

质量保证和质量控制的主要内容与频次要求如下, 具体可根据仪器实际运行情况进行调整。质控工作记录表参见附录 D。

8.1.1 校准曲线绘制

热学-光学校正法每季度至少绘制 1 次校准曲线, 热学-光学衰减法每半年至少绘制 1 次校准曲线。当仪器更换核心部件后, 应重新绘制校准曲线。校准曲线至少含 6 个校准点 (包括零浓度), 校准曲线线性相关系数 r 应 ≥ 0.995 。

8.1.2 精密度检查

每次绘制校准曲线后需进行精密度检查, 对中间浓度点 (含碳量约 $10 \mu\text{g}$) 的标准样品重复测量 6 次以上, 计算精密度, 相对标准偏差 RSD 应 $\leq 5\%$, 否则应及时排查原因, 重新测试至精密度达到要求。

8.1.3 中间浓度点检查

热学-光学校正法每两周至少进行 1 次中间浓度点检查, 热学-光学衰减法每月至少进行 1 次中间浓度点检查。使用蔗糖标准溶液或标准膜对校准曲线中间浓度点进行检查, 测试 3 次中间浓度点, 每次实测值与理论值的相对误差应在 $\pm 10\%$ 范围内, 否则应及时排查原因, 重新测试至达到要求。

8.1.4 采样流量检查

每月至少对仪器进行 1 次采样流量检查，使用经过计量检定合格的 1 级标准流量计对仪器采样流量进行测量，实测流量与仪器设定流量的相对误差应在 $\pm 5\%$ 范围内，且示值流量与实测流量的相对误差应在 $\pm 2\%$ 范围内，否则应及时对仪器采样流量进行校准。

8.1.5 温度测量示值检查

每月至少对仪器进行 1 次温度测量示值检查，使用经过计量检定合格的 1 级标准温度计对环境温度进行测量，仪器显示的环境温度值与实测的环境温度值的误差应在 $\pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ 范围内，否则应及时对仪器环境温度示值进行校准。

8.1.6 大气压测量示值检查

每月至少对仪器进行 1 次大气压测量示值检查，使用经过计量检定合格的 0.5 级标准气压计对环境大气压进行测量，仪器显示的环境大气压值与实测的环境大气压值的误差应在 $\pm 1\text{ kPa}$ 范围内，否则应及时对仪器环境大气压示值进行校准。

8.1.7 辅助气体流量检查

每半年至少对热学-光学校正法的氦气载气、氦气反吹气、氦氧混合气、氦甲烷混合气通道流量进行 1 次单点检查，使用经过计量检定合格的 1 级标准流量计对辅助气体流量进行测量，如实测流量与设定流量的相对误差超过 $\pm 10\%$ ，则进行校准。每年对氦气载气、氦气反吹气、氦氧混合气、氦甲烷混合气通道流量进行多点检查，实测流量与设定流量的线性相关系数 r 应 ≥ 0.999 ，否则应及时对辅助气体流量进行校准。

8.1.8 仪器空白检查

每月至少对有机碳、元素碳连续自动监测系统进行一次仪器空白测试，TC 仪器空白应 $\leq 0.3\text{ }\mu\text{g}$ ，否则应及时排查原因，并重新测试空白。

8.1.9 三峰测试

每半年至少对热学-光学校正法进行一次三峰测试，无氧、有氧和内标三个阶段的 CO_2 峰面积相对标准偏差应 $\leq 5\%$ ，否则应及时排查原因，并重新进行三峰测试。

8.1.10 正确度检查

每季度至少使用有证标准物质对有机碳、元素碳连续自动监测系统进行 1 次正确度检查，重复测量 3 次，正确度应在 $\pm 10\%$ 范围内，否则应及时排查原因，重新测试至正确度达到要求。

8.1.11 数据一致性检查

每半年至少对仪器进行一次数据一致性检查。数据采集仪记录的数据与仪器显示和存储的数据应一致。当存在明显偏差时，应检查仪器和数据采集仪的参数设置是否正常。每次更换仪器后均应进行数据一致性检查。

8.2 量值溯源和传递要求

用于量值传递的计量器具，如流量计、温度计、气压计、湿度计等，应按计量检定规程的要求进行周期性检定。

9 数据有效性判断

数据有效性判断要求如下：

- a) 仪器正常运行时的所有监测数据均为有效数据，应全部参与统计；
- b) 对仪器进行检查、校准、维护保养或仪器出现故障等非正常监测期间的数据为无效数据；仪器启动至预热完成时段内的数据为无效数据；
- c) 低浓度环境条件下仪器正常运行出现的零值或负值为有效数据，应采用二分之一方法检出限作为修正后的值参与统计；在仪器故障、运行不稳定或其他监测质量不受控情况下出现的零值或负值为无效数据，不参与统计；
- d) 对于缺失和判断为无效的数据均应注明原因，并保留原始记录；
- e) 与上一组有效数据相比，如 OC、EC 分割点延后超过 50 s，或 OC 与 EC 浓度比值变幅超过 100%，则需对数据标记存疑，并进一步审核图谱判断数据有效性；
- f) 若 OC、EC 监测数据明显受碳酸盐的干扰（如沙尘天等），则该小时数据为无效数据。

附录 A

(资料性附录)

有机碳、元素碳连续自动监测系统安装调试报告

环境空气颗粒物 (PM_{2.5}) 中有机碳、元素 碳连续自动监测系统安装调试报告

站点名称: _____

仪器名称: _____

单位名称: _____ (公章)

年 月 日

表 A.1 环境空气颗粒物 (PM_{2.5}) 中有机碳、元素碳连续自动监测系统站点基本信息

站点名称			
点位类型		站点建设性质 (新、改建)	
管理(托管)单位		主管部门	
监测项目		分析方法	
站房面积		站房结构	
采样入口距地面高度		采样入口距站房房顶高度	
站点周围情况简述: 			
站点地理位置 东经: 北纬:	省 市 县(区) 路(乡,镇) 号(村)		
仪器供应商			
建设开工日期	年 月 日		
建设项目投入试运行日期	年 月 日		

表 A.2 环境空气颗粒物 (PM_{2.5}) 中有机碳、元素碳连续自动监测系统点位和采样口周边情况表

站点名称			
站点地址			
项目	具体要求	是否符合	
		是√	否×
点位周边情况	监测点周围没有阻碍环境空气流通的高大建筑物、树木或其他障碍物		
	从监测点到附近最高障碍物之间的水平距离, 是否为该障碍物高出采样口垂直距离的两倍以上		
	监测点周围建设情况是否稳定		
	监测点是否能长期使用, 且不会改变位置		
	监测点是否地处相对安全和防火措施有保障的地方		
	监测点附近没有强电磁干扰		
	监测点附近是否具备稳定可靠的电源供给		
	监测点的通信线路是否方便安装和检修		
	监测点周边是否有便于出入的车辆通道		
采样口位置情况	采样口距地面的高度是否在 3 m~15 m 范围内		
	在采样口周围 270°捕集空间范围内环境空气流动是否不受任何影响		
	采样口离建筑物墙壁、屋顶等支撑物表面的距离是否大于 1 m		
	采样口是否高于实体围栏 0.5 m 以上		
	当设置多个采样口时, 采样口之间的水平距离是否大于 1 m		
其它情况			
小结			

表 A.3 环境空气颗粒物 (PM_{2.5}) 中有机碳、元素碳连续自动监测系统站房建设和仪器安装情况表

站点名称			
站点地址			
仪器编号		安装人员	
项目	具体要求	是否符合	
		是√	否×
一般要求	站房面积不小于 15 m ²		
	站房室内地面到天花板高度不小于 2.5 m		
	站房室内地面距房顶平台高度不大于 5 m		
	站房是否有防水、防潮、隔热、保温措施		
	站房是否有符合要求的防雷和防电磁干扰设施		
	站房排气口离站房内地面的距离是否在 20 cm 以上		
	站房内环境条件：温度 25 °C ± 5 °C；相对湿度 ≤ 80%；大气压 80 kPa ~ 106 kPa		
配电要求	站房供电系统是否配有电源过压、过载保护装置		
	站房内是否采用三相五线供电，分相使用		
	站房内布线是否加装线槽		
辅助设施	空调	空调机出风口未正对仪器和采样管	
		空调是否具有来电自启动功能	
	配套设施	站房是否配备自动灭火装置	
		站房是否安装有带防尘百叶窗的排气风扇	
仪器安装	仪器安装完成后，后方空间是否大于等于 0.8 m		
	仪器安装完成后，顶部空间是否大于等于 0.4 m		
	采样管是否竖直安装，采样进气口离安装水平高度在 1 m ~ 2 m 范围内		
	采样管与屋顶法兰连接部分密封防水		
	采样管长度不超过 5 m		
	切割器应方便拆装、清洗		
	采样管支撑部件与房顶和采样管的连接应牢固、可靠，防止采样管摇摆		
	数据采集和传输设备是否能正确记录、存储与显示采集到的数据和状态		
其它情况			

表 A.4 环境空气颗粒物 (PM_{2.5}) 中有机碳、元素碳连续自动监测系统调试检测记录表

站点名称					仪器编号			
调试检测日期					检测人员			
项目	检测结果				是否符合要求			
					是√	否×	备注/ 其他	
温度测量示值误差	环境温度值 (°C)							
	仪器温度显示值 (°C)							
	示值误差 (°C)							
大气压测量示值误差	环境大气压值 (kPa)							
	仪器大气压显示值 (kPa)							
	示值误差 (kPa)							
采样流量	标准流量计平均值 (L/min)							
	仪器流量平均值 (L/min)							
	平均流量偏差 (%)							
	流量相对标准偏差 (%)							
	平均流量示值误差 (%)							
TC 检出限 (µg/m ³)								
校准曲线线性相关系数 <i>r</i>								
精密度 (%)								
正确度 (%)								
仪器空白 (µg)								
系统空白 (µg/m ³)								
溶蚀器吸收效率 (%)								
三峰测试的相对标准偏差 (%)								
反应炉温度偏差	阶段	设定温度 (°C)	实际温度 (°C)	偏差 (%)				
	无氧阶段							
	有氧阶段							
	内标阶段							
辅助气体流量	辅助气体通道	设定流量	实测流量	相对误差 (%)	曲线方程/ 相关系数			
		(ml/min)						

	氮气载气							
	氮气反吹气							
	氮氧混合气							
	氮甲烷混合气							
调试检测结论								

编制人：

审核人：

批准人：

日期：

日期：

日期：

附录 B

(资料性附录)

有机碳、元素碳连续自动监测系统试运行报告

环境空气颗粒物 (PM_{2.5}) 中有机碳、元素 碳连续自动监测系统试运行报告

站点名称: _____

仪器名称: _____

单位名称: _____ (公章)

年 月 日

表 B.1 环境空气颗粒物 (PM_{2.5}) 中有机碳、元素碳连续自动监测系统试运行情况记录表

站点名称				
站点地址				
开始时间		结束时间		
故障次数	故障出现时间	故障现象	故障小时数 (h)	签名
1				
2				
3				
4				
5				
.....				
合计	/	/		
数据获取率 (%)				

编制人：

审核人：

批准人：

日期：

日期：

日期：

附录 C

(资料性附录)

有机碳、元素碳连续自动监测系统验收报告

环境空气颗粒物 (PM_{2.5}) 中有机碳、元素 碳连续自动监测系统验收报告

站点名称: _____

仪器名称: _____

单位名称: _____ (公章)

年 月 日

表 C.1 基本情况

环境空气颗粒物（PM _{2.5} ）中有机碳、元素碳连续自动监测系统安装单位：	
联系人：	单位地址：
邮政编码：	联系电话：
安装点位：	
系统名称及型号：	
监测项目：	
系统生产单位：	
系统试运行单位：	
试运行完成时间：	
是否具备生态环境部环境监测仪器质量监督检验中心出具的产品适用性检测合格报告：	
是否具备有机碳、元素碳连续自动监测系统的安装调试报告、试运行报告（含试运行监测数据报表）：	
是否具备质量保证和质量控制计划文档：	
是否具备有机碳、元素碳连续自动监测系统的技术档案：	
备注：	

表 C.2 验收记录表

仪器名称		仪器编号			
验收监测日期		监测人员			
性能指标验收	检测结果		是否符合要求		
			是√	否×	备注/ 其他
采样流量	标准流量计平均值 (L/min)				
	仪器流量平均值 (L/min)				
	平均流量偏差 (%)				
	流量相对标准偏差 (%)				
	平均流量示值误差 (%)				
精密度 (%)					
正确度 (%)					
仪器空白 (μg)					
联网验收	联网证明主要内容:				
相关制度、记录 和档案验收	仪器操作和使用制度				
	仪器质量保证和质量控制计划				
	仪器档案				
验收结论	验收组成员 (签字):				
			年	月	日

附录 D

(资料性附录)

有机碳、元素碳连续自动监测系统质控工作记录表

表 D.1 环境空气颗粒物 (PM_{2.5}) 中有机碳、元素碳连续自动监测系统日常质控工作记录表

站点名称			资产编号					
仪器型号			出厂编号					
环境条件	温度 (°C) :		相对湿度 (%) :		其它 :			
质控设备 信息	设备名称		型号		资产编号			
	流量计							
	温度计							
	气压计							
温度、气压检查								
温度检查	仪器显示温度 (°C)		气压检查		仪器显示读数 (kPa)			
	标准温度计读数 (°C)				标准气压计读数 (kPa)			
	示值误差 (°C)				示值误差 (kPa)			
	是否合格				是否合格			
流量检查								
仪器设定值 (L/min)	仪器示值流量 (L/min)	标准流量计读数 (L/min)		设定流量误差 (%)	显示流量误差 (%)	是否合格		
		修正前	修正后					
温度、气压校准								
参考标准读数		校准前		校准后				
标准温度计 (°C)		仪器显示温度 (°C)		仪器显示温度 (°C)				
标准气压计 (kPa)		仪器显示气压 (kPa)		仪器显示气压 (kPa)				
流量校准								
仪器设定 流量 (L/min)	校准前			校准后				
	仪器显示流量 (L/min)	标准流量计读数 (L/min)		仪器显示流量 (L/min)	标准流量计读数 (L/min)			
		修正前	修正后		修正前	修正后		
校准曲线绘制 (至少含 6 个校准点, 包括零浓度)								
校准曲线 浓度点	浓度 1	浓度 2	浓度 3	浓度 4	浓度 5	浓度 6	曲线方程	相关系数

理论值 (μg)								
响应值 1								
响应值 2								
响应值 3								
响应值均值								
精密度检查								
理论值 (μg)	实测值 1 (μg)	实测值 2 (μg)	实测值 3 (μg)	实测值 4 (μg)	实测值 5 (μg)	实测值 6 (μg)	实测平均值 (μg)	
SD (μg)			RSD (%)			是否合格		
中间浓度点检查								
测量次数	理论值 (μg)		实测值 (μg)		相对误差 (%)		是否合格	
1								
2								
3								
辅助气体流量检查								
辅助气体 通道	设定流量 (ml/min)		实测流量 (ml/min)		相对误差 (%)		曲线方程/相 关系数	
氦气载气								
氦气反吹 气								
氦氧混合 气								
氮甲烷混 合气								
仪器空白检查								
测量次数	OC 实测值 (μg)		EC 实测值 (μg)		TC 实测值 (μg)		是否合格	
三峰测试								
次数	A ₁ (无氧)	A ₂ (有氧)	A ₃ (内标)	平均值	SD	RSD (%)	是否合格	

1							
2							
3							
正确度检查							
标准物质证书编号	次数	理论值 (μg)	实测值 (μg)	甲烷峰面积	正确度 (%)	是否合格	
	1						
	2						
	3						

操作人: _____ 复核人: _____ 日期: 年 月 日
