



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}）中水溶性离子 连续自动监测技术规范

**Technical specifications for continuous automated monitoring of
water-soluble ions in ambient air particulate matter (PM_{2.5})**

（征求意见稿）

202□-□□-□□发布

202□-□□-□□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 方法原理与系统组成.....	2
5 技术性能要求.....	3
6 安装、调试、试运行与验收.....	4
7 系统日常运行维护.....	9
8 质量保证和质量控制.....	12
9 数据有效性判断.....	13
10 废液处置.....	13
附录 A（资料性附录） 水溶性离子连续自动监测系统校准曲线浓度参考范围	14
附录 B（资料性附录） 水溶性离子连续自动监测系统安装调试报告.....	15
附录 C（资料性附录） 水溶性离子连续自动监测系统试运行报告	21
附录 D（资料性附录） 水溶性离子连续自动监测系统验收报告	23
附录 E（资料性附录） 水溶性离子连续自动监测系统质控工作记录表.....	26

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}）中水溶性离子（包括 Cl⁻、NO₃⁻、SO₄²⁻、Na⁺、NH₄⁺、K⁺、Mg²⁺、Ca²⁺）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}）中水溶性离子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、废液处置等技术要求。

本标准附录 A～附录 E 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、河南省生态环境监测中心、河北省石家庄生态环境监测中心、上海市环境监测中心、江苏省南京环境监测中心。

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}）中水溶性离子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}）中水溶性离子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、废液处置等技术要求。

本标准适用于采用离子色谱法的环境空气颗粒物（PM_{2.5}）中水溶性离子（Cl⁻、NO₃⁻、SO₄²⁻、Na⁺、NH₄⁺、K⁺、Mg²⁺、Ca²⁺）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 799 环境空气 颗粒物中水溶性阴离子（F⁻、Cl⁻、Br⁻、NO₂⁻、NO₃⁻、PO₄³⁻、SO₃²⁻、SO₄²⁻）的测定 离子色谱法

HJ 800 环境空气 颗粒物中水溶性阳离子（Li⁺、Na⁺、NH₄⁺、K⁺、Ca²⁺、Mg²⁺）的测定 离子色谱法

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

水溶性离子连续自动监测系统 water-soluble inorganic continuous automated monitoring system

对环境空气颗粒物中水溶性离子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

水溶性阴离子 water-soluble inorganic anions

环境空气颗粒物样品，在不加化学试剂的情况下用去离子水溶解的阴离子。本标准测定的水溶性阴离子包括 Cl⁻、NO₃⁻、SO₄²⁻。

3.4

水溶性阳离子 water-soluble inorganic cations

环境空气颗粒物样品，在不加化学试剂的情况下用去离子水溶解的阳离子。本标准测定的水溶性阳离子包括 Na^+ 、 NH_4^+ 、 K^+ 、 Mg^{2+} 、 Ca^{2+} 。

4 方法原理与系统组成

4.1 方法原理

环境空气样品经切割器、采样管进入仪器，通过分离装置（溶蚀器），气体样品被吸收液吸收后进入样品收集单元，颗粒物样品经过高温蒸汽发生器，与水蒸汽混合、吸湿长大、冷凝后进入样品收集单元。收集后的气体样品和颗粒物样品依次经过滤器进入阴、阳离子色谱系统，通过内标或外标定量分析其中的水溶性离子含量。

4.2 系统组成

4.2.1 采样单元

采样单元由采样头、切割器、采样管、流量控制装置、采样泵等组成。主要功能为将环境空气颗粒物进行切割分离，并将气体和颗粒物样品输送至分离吸收单元。

4.2.2 分离吸收单元

分离吸收单元由溶蚀器、蒸汽发生器、冷凝装置、补液装置、管路、过滤器、泵等组成，用于气体和颗粒物样品的分离和吸收。气体和颗粒物样品通过溶蚀器分离，气体被溶液吸收从而捕集到气态的 HCl 、 NH_3 、 SO_2 、 HNO_2 、 HNO_3 （气体捕集效率应 $\geq 98\%$ ），颗粒物进入蒸汽发生器，吸湿长大后被吸收液吸收（颗粒物捕集效率应 $\geq 98\%$ ）。吸收液经在线过滤器（孔径应 $\leq 1\ \mu\text{m}$ ）过滤后进入样品收集单元。

4.2.3 样品收集单元

样品收集单元由收集装置、管路、电磁阀等组成。主要功能为通过收集装置（收集注射器或收集小瓶等）分别收集气体和颗粒物样品。

4.2.4 分析单元

分析单元由阴离子色谱系统和阳离子色谱系统组成，包含泵、色谱柱、抑制器、电导检测器等。主要实现样品中水溶性离子的定性和定量分析。

4.2.5 废液收集单元

废液收集单元由废液管和收集容器组成。用于收集由分离吸收单元、样品收集单元、分析单元产生的废液。收集容器的容积应满足至少 7 d 的废液排放量。

4.2.6 控制单元

控制单元由工控机和分析软件组成，主要实现样品的连续分析和系统的不间断工作，可自动形成分析控制序列并具备数据实时传输功能。

4.2.7 淋洗液单元

水溶性离子连续自动监测系统可配置淋洗液自动发生器，实现淋洗液的自动配制。不具备淋洗液自动发生器的仪器应人工配制淋洗液，每次配制的淋洗液量应满足至少7 d的连续运行。

4.2.8 正压排气单元（可选配）

水溶性离子连续自动监测系统可选配正压排气单元，以防止淋洗液抽空后气体进入高压平流泵，保护高压平流泵的正常工

4.2.9 快速气体抽取单元（可选配）

水溶性离子连续自动监测系统可选配快速气体抽取单元，用于消除吸收液中溶解的气体，提高柱效和分离度。

4.2.10 高频脉冲漏液遥感检测报警单元（可选配）

水溶性离子连续自动监测系统可选配高频脉冲漏液遥感检测报警单元，该单元利用高频脉冲信号遥感检测离子色谱系统漏液情况，及时报警，提醒停机保护。

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 $\pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ 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 $\pm 1\text{ kPa}$ 范围内。

5.3 采样流量

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。

5.4 检出限和测定下限

环境空气样品采样体积 $\leq 1\text{ m}^3$ （工况），定容体积 $\leq 25\text{ ml}$ ，进样体积 $\leq 500\text{ }\mu\text{l}$ 时，水溶性离子连续自动监测系统测定8种水溶性离子（ Cl^- 、 NO_3^- 、 SO_4^{2-} 、 Na^+ 、 NH_4^+ 、 K^+ 、 Mg^{2+} 、 Ca^{2+} ）的仪器检出限、方法检出限与方法测定下限见表1。

表 1 8 种水溶性离子的检出限和测定下限

离子名称	Cl ⁻	NO ₃ ⁻	SO ₄ ²⁻	Na ⁺	NH ₄ ⁺	K ⁺	Mg ²⁺	Ca ²⁺
仪器检出限 (mg/L)	0.003	0.005	0.006	0.005	0.005	0.005	0.004	0.003
方法检出限 (μg/m ³)	0.09	0.2	0.3	0.3	0.3	0.3	0.2	0.1
方法测定下限 (μg/m ³)	0.36	0.8	1.2	1.2	1.2	1.2	0.8	0.4

5.5 校准曲线

校准曲线至少含 6 个校准点 (包括零浓度), 曲线不强制过零点, 校准曲线线性相关系数 r 应 ≥ 0.995 。校准曲线浓度范围可参考附录 A。

5.6 精密度

8 种水溶性离子, 校准曲线中、高浓度精密度应 $\leq 5\%$, 低浓度精密度应 $\leq 10\%$ 。

5.7 正确度

8 种水溶性离子的正确度应在 $\pm 10\%$ 范围内。

5.8 过滤器空白

8 种水溶性离子的过滤器空白应小于等于仪器检出限。

5.9 系统空白

8 种水溶性离子的系统空白应小于等于方法检出限。

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, 并满足以下要求:

- a) 站房应配备专用的实验操作台面;
- b) 所需的试剂、耗材、离子色谱条件可参考 HJ 799 及 HJ 800 的要求设置, 并满足仪器说明书中的相关要求;
- c) 站房应配备移液管 (枪)、烧杯、容量瓶、一次性手套等器皿及耗材;
- d) 站房应设置气瓶放置间 (柜) 并安全放置气瓶, 在没有条件设置气瓶放置间 (柜) 时, 应在特定位置放置气瓶并将其固定; 站房内可安装气瓶漏气报警装置;
- e) 站房应配备冰箱 (柜), 确保标准溶液于 $4\text{ }^{\circ}\text{C}$ 以下冷藏、避光保存;

- f) 站房应配备纯水机(净化后的去离子水电导率应 $\leq 0.055 \mu\text{S}/\text{cm}$, 25°C)、超声波清洗仪;
- g) 站房温度应保持在 $25^\circ\text{C} \pm 5^\circ\text{C}$ 范围内, 相对湿度保持在 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, 主机的安装应符合各品牌型号仪器的具体要求。

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) 在现场完成水溶性离子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, 则应重新进行调试检测;
- 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 B。

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 2 及以下相关规定执行。

表 2 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 $\pm 2^\circ\text{C}$ 范围内
2	大气压测量示值误差		在 $\pm 1 \text{ kPa}$ 范围内
3	采样流量	平均流量偏差	在 $\pm 5\%$ 范围内
		流量相对标准偏差	$\leq 2\%$
		平均流量示值误差	在 $\pm 2\%$ 范围内
4	仪器空白		\leq 仪器检出限
5	系统空白		\leq 方法检出限
6	校准曲线线性相关系数 r		≥ 0.995
7	精密度	中、高浓度	$\leq 5\%$
		低浓度	$\leq 10\%$

续表

序号	调试检测指标	要求
8	正确度	相对误差在±10%范围内
9	检出限与测定下限	见表 1

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±2℃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±1 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±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。

d) 仪器空白:

采用手动进样的方式, 将去离子水注入离子色谱系统进行仪器空白测试, 连续测量 7 次, 计算平均值作为仪器空白, 各目标物的仪器空白应小于等于仪器检出限。

e) 系统空白:

采样管连接零气发生器, 确保接口不漏气, 开启采样泵, 待仪器稳定后按照环境样品测定程序进行测试, 连续测量 7 h, 计算平均值作为系统空白, 各目标物的系统空白应小于等于方法检出限。

f) 校准曲线:

使用标准溶液配制至少含 6 个校准点(包括零浓度)的校准曲线。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。标准溶液的配制参考 HJ 799 及 HJ 800 的相关要求。

g) 精密度:

配制校准曲线低、中、高 3 个浓度点的标准溶液, 采用手动进样方式, 将标准溶液注入离子色谱系统进行精密度测试, 每个浓度点分别测定不少于 6 次, 记录测试结果, 按公式 (1) 计算相对标准偏差, 中、高浓度精密度应≤5%, 低浓度精密度应≤10%。

$$RSD = \frac{\sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (\rho_i - \bar{\rho})^2}{n-1}}}{\bar{\rho}} \times 100\% \quad (1)$$

式中: RSD——相对标准偏差, %;

ρ_i ——标准溶液第 i 次测量的浓度值, mg/L;

$\bar{\rho}$ ——标准溶液 n 次测量的浓度平均值, mg/L;

n ——测量次数, ($n \geq 6$)。

h) 正确度:

配制校准曲线低、中、高 3 个浓度点的标准溶液或使用有证标准物质配制标准样品, 采用手动进样方式, 将标准溶液或标准样品注入离子色谱系统进行正确度测试, 每个浓度点分别测定不少于 6 次, 记录测试结果, 按公式 (2) 计算测量均值与理论值的相对误差, 正确度应在±

10%范围内。

$$RE = \frac{\overline{\rho_n} - \rho_a}{\rho_a} \times 100\% \quad (2)$$

式中：RE——相对误差，%；

$\overline{\rho_n}$ ——标准溶液 n 次测量的平均浓度值，mg/L；

ρ_a ——标准溶液理论浓度值，mg/L；

n ——测量次数，($n \geq 6$)。

i) 检出限和测定下限：

配制浓度为估计方法检出限值 3~5 倍的标准溶液，将标准溶液手动注入仪器的分析系统进行 n ($n \geq 7$) 次平行测定。计算 n 次平行测定的标准偏差，按公式 (3) 计算仪器检出限。仪器检出限应满足表 1 的相关要求。

$$MDL_1 = t_{(n-1,0.99)} \times S \quad (3)$$

式中：MDL₁——仪器检出限，mg/L；

n ——标准溶液的平行测定次数，($n \geq 7$)；

S —— n 次平行测定的标准偏差，mg/L；

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%， n 为 7 时， $t_{(n-1,0.99)} = 3.143$ 。

根据样品采样体积、定容体积、仪器检出限，按公式 (4) 计算方法检出限。方法测定下限为方法检出限的 4 倍。方法检出限和方法测定下限应满足表 1 的相关要求。

$$MDL_2 = MDL_1 \times \frac{V_0}{V} \quad (4)$$

式中：MDL₂——方法检出限， $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ；

MDL₁——仪器检出限，mg/L；

V_0 ——定容体积，ml；

V ——采样体积（工况），有分流比的仪器应按照实际进样体积计算， m^3 。

6.3 试运行

水溶性离子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，继续试运行。试运行结束时，按公式 (5) 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 C。

$$R_a = \frac{T_t - T_f}{T_t} \times 100\% \quad (5)$$

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：

- a) 提供水溶性离子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；
- b) 水溶性离子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；
- c) 提供质量保证和质量控制计划文档；
- d) 建立完整的水溶性离子连续自动监测系统的技术档案。

6.4.1.2 验收申请

水溶性离子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、系统空白、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 3 的要求。

表 3 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	系统空白		≤方法检出限
3	精密度	中、高浓度	≤5%
		低浓度	≤10%
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 D。

7 系统日常运行维护

7.1 基本要求

水溶性离子连续自动监测系统应全年 365 d（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 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、排气装置是否正常工作；
- 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 每日维护

监测仪器每日维护要求如下：

- a) 每日检查仪器状态信息和监测数据情况，判断仪器运行状况。仪器状态信息包括采样流量、色谱柱压、柱温、电导率、目标物色谱峰出峰时间和峰宽等参数。如在仪器现场，

需查看管路是否有气泡或漏液，溶蚀器滤膜是否有气泡，软件中设置的样品序列是否足够，淋洗液剩余体积是否充足；

- b) 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，重污染过程或沙尘影响结束后及时清理采样头和切割器，必要时进行校准；
- c) 做好每日维护记录，并定期存档。

7.2.2.2 每周维护

监测仪器每周维护要求如下：

- a) 每周至少进行 1 次现场巡检，检查仪器运行状态；
- b) 每周检查监测仪器散热风扇污染情况，及时清洗；
- c) 每周检查户外缓冲瓶，及时清理积水；
- d) 每周检查蒸汽发生器水位是否正常、样品收集装置是否充满吸收液、管路是否有气泡与漏液；
- e) 每周检查溶蚀器是否正常，当发现漏液、有气泡或污染时，应及时分析原因，更换滤头等耗材或备件，及时检修；
- f) 每周至少更换 1 次颗粒物过滤器；以同心圆管作为溶蚀器的仪器，每两周至少更换 1 次气体过滤器；以平行板扩散管作为溶蚀器的仪器，如配有气体过滤器，每月至少更换 1 次气体过滤器；可根据仪器说明书要求及当地污染程度增加过滤器更换频次，新过滤器使用前应进行活化；
- g) 每周检查 1 次色谱柱柱效，当发现色谱柱柱效下降较多，如 NO₃⁻ 和 SO₄²⁻ 色谱峰之间的分离度小于 1.2、Na⁺ 和 NH₄⁺ 色谱峰之间的分离度小于 1.5 或 Na⁺ 和水负峰（系统峰）分离度小于 1.5 时，应及时更换相应的色谱柱与保护柱；
- h) 每周检查采样泵是否运转正常；
- i) 每周检查采样和排气管路是否有漏气或堵塞现象，流路管路是否洁净和畅通，及时发现并清除管路中的异物和气泡，必要时更换配件或耗材；
- j) 每周检查淋洗液液位，液位低于容器容积的 1/5 时应及时更换淋洗液，若使用淋洗液自动发生器，应及时添加去离子水；每次更换淋洗液后应检查目标物的保留时间和背景电导率，查看保留时间漂移情况，如漂移超出 0.5 min，应及时排查原因；
- k) 每周检查废液桶，及时清空废液；
- l) 每两周使用去离子水（电导率应 ≤ 0.055 μS/cm，25 °C）检查仪器基线与空白响应情况，如目标物浓度高于仪器检出限，应及时排查后重新测试；
- m) 执行仪器说明书规定的其他周维护内容；
- n) 做好每周维护记录，并定期存档。

7.2.2.3 每月维护

监测仪器每月维护要求如下：

- a) 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；

- b) 每月至少进行 1 次原始数据备份；
- c) 执行仪器说明书规定的其他月维护内容；
- d) 做好每月维护记录，并定期存档。

7.2.2.4 每季度维护

监测仪器每季度维护要求如下：

- a) 采用溶蚀器滤膜的仪器，每季度至少更换 1 次滤膜；
- b) 每季度至少清洗 1 次溶蚀器、蒸汽发生器、系统采样及流路管路，根据当地污染程度可加大清洗频次；
- c) 执行仪器说明书规定的其他季度维护内容；
- d) 做好每季度维护记录，并定期存档。

7.2.2.5 每半年维护

监测仪器每半年维护要求如下：

- a) 每半年至少更换 1 次蠕动泵管和采样泵过滤器，根据实际情况可适当加大更换频次；
- b) 执行仪器说明书规定的其他半年维护内容；
- c) 做好每半年维护记录，并定期存档。

7.2.2.6 每年维护

监测仪器每年维护要求如下：

- a) 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），对采样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；
- b) 执行仪器说明书规定的其他年度维护内容；
- c) 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 E。

8.1.1 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。

8.1.2 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。

8.1.3 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。

8.1.4 中间浓度点检查

每周至少进行 1 次校准曲线中间浓度点检查,配制校准曲线中间浓度点的标准溶液进行测量,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。

8.1.5 校准曲线绘制

使用外标法定量的仪器,每月至少绘制 1 次校准曲线,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 。校准曲线浓度范围应根据实际环境浓度水平设定,可参考附录 A。当仪器更换定量环、色谱柱、抑制器等核心部件后,应及时绘制新的校准曲线,建立新的校准曲线后应更新分析软件中的样品序列。

8.1.6 正确度检查

每次绘制完校准曲线后,使用有证标准物质对所有目标物进行 1 次正确度测试,重复测量 3 次,测量平均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,重新测试至正确度达到要求。

8.1.7 仪器空白检查

每月至少开展 1 次仪器空白检查,用聚四氟乙烯过滤膜封闭进样管路,在未启动采样泵的状态下,采用手动进样的方式,将去离子水注入离子色谱系统进行空白测试,各目标物的仪器

空白值应小于等于仪器检出限，否则应及时排查原因，并重新测试仪器空白。每次重启系统后，应进行仪器空白检查。

8.1.8 数据一致性检查

每半年至少对仪器进行 1 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、气压计等，应按计量检定规程的要求进行周期性检定。用于量值传递的标准溶液应为有证标准物质。

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) 对于保留时间漂移或积分错误的目标物峰，应进行重新手动积分，并回补数据。

10 废液处置

监测过程中产生的废液应集中收集，妥善保管，依法委托有资质的单位集中处理。

附录 A
(资料性附录)

水溶性离子连续自动监测系统校准曲线浓度参考范围

校准曲线浓度范围应根据监测点位所在城市的 PM_{2.5} 浓度水平设定，表 A.1 为不同污染程度下的校准曲线浓度系列参考值，监测工作中可根据实际情况进行调整，确保实际样品浓度不超出校准曲线浓度范围。

表 A.1 8 种水溶性离子校准曲线浓度系列参考值

PM _{2.5} 浓度范围 (μg/m ³)	目标离子	标准系列浓度 (μg/L)					
<75	Cl ⁻ 、Na ⁺ 、K ⁺ 、Mg ²⁺ 、Ca ²⁺	0.0	5.0	10.0	20.0	40.0	80.0
	NO ₃ ⁻ 、SO ₄ ²⁻ 、NH ₄ ⁺	0.0	50.0	100.0	200.0	400.0	800.0
75 ≤ PM _{2.5} ≤ 115	Cl ⁻ 、Na ⁺ 、K ⁺ 、Mg ²⁺ 、Ca ²⁺	0.0	50.0	100.0	200.0	400.0	800.0
	NO ₃ ⁻ 、SO ₄ ²⁻ 、NH ₄ ⁺	0.0	100.0	200.0	400.0	800.0	1600.0
>115	Cl ⁻ 、Na ⁺ 、K ⁺ 、Mg ²⁺ 、Ca ²⁺	0.0	50.0	100.0	200.0	400.0	800.0
	NO ₃ ⁻ 、SO ₄ ²⁻ 、NH ₄ ⁺	0.0	250.0	500.0	1000.0	2000.0	4000.0

注 1：上述浓度系列为采样体积 1 m³，定容体积 25 ml，定量环体积 500 μl。
注 2：根据当地污染特征及仪器性能目标离子可增加 F⁻、NO₂⁻。

附 录 B

(资料性附录)

水溶性离子连续自动监测系统安装调试报告

环境空气颗粒物 (PM_{2.5}) 中水溶性离子 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 B.1 环境空气颗粒物 (PM_{2.5}) 中水溶性离子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	省 市 县(区) 路(乡,镇) 号(村)		
	东经: 北纬:		
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 B.2 环境空气颗粒物 (PM_{2.5}) 中水溶性离子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 B.3 环境空气颗粒物 (PM_{2.5}) 中水溶性离子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		
		站房是否有冰箱、实验台面等配套辅助设施		
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 B.4 环境空气颗粒物 (PM_{2.5}) 中水溶性离子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 (%)				
仪器空白 (mg/L)					
系统空白 (µg/m ³)					
校准曲线线性相关系数 r					
精密度 (%)					
正确度 (%)					
仪器检出限 (mg/L)					
方法检出限 (µg/m ³)					

方法测定下限 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)				
调试检测结论				

编制人：

审核人：

批准人：

日期：

日期：

日期：

附录 C

(资料性附录)

水溶性离子连续自动监测系统试运行报告

环境空气颗粒物 (PM_{2.5}) 中水溶性离子 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 C.1 环境空气颗粒物（PM_{2.5}）中水溶性离子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 D

(资料性附录)

水溶性离子连续自动监测系统验收报告

环境空气颗粒物 (PM_{2.5}) 中水溶性离子 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 D.1 基本情况

环境空气颗粒物（PM _{2.5} ）中水溶性离子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：	
是否具备水溶性离子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：	
是否具备水溶性离子连续自动监测系统的技术档案：	
备注：	

表 D.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 (%)					
系统空白 (μg/m ³)					
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 E
(资料性附录)

水溶性离子连续自动监测系统质控工作记录表

表 E.1 环境空气颗粒物 (PM_{2.5}) 中水溶性离子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		检定日期	
	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)				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		
正确度检查								
目标离子	Cl ⁻	NO ₃ ⁻	SO ₄ ²⁻	Na ⁺	NH ₄ ⁺	K ⁺	Mg ²⁺	Ca ²⁺
理论值 (mg/L)								
实测值 1 (mg/L)								
实测值 2 (mg/L)								
实测值 3 (mg/L)								
平均值 (mg/L)								

正确度 (%)								
是否合格								
仪器空白检查								
目标离子	Cl ⁻	NO ₃ ⁻	SO ₄ ²⁻	Na ⁺	NH ₄ ⁺	K ⁺	Mg ²⁺	Ca ²⁺
仪器检出限 (mg/L)								
实测值 (mg/L)								
是否合格								

操作人：_____ 复核人：_____ 日期： 年 月 日

表 E.2 校准曲线绘制及校准曲线中间浓度点检查记录表

校准曲线绘制								校准曲线中间浓度点检查		
校准日期:								检查日期:		
() 离子 校准曲线	浓度点	1	2	3	4	5	6	理论值 (µg/L)	实测值 (µg/L)	相对误差 (%)
	浓度值 (µg/L)									
	响应值 (µS*min)									
	曲线方程:		相关系数:							
() 离子 校准曲线	浓度点	1	2	3	4	5	6	理论值 (µg/L)	实测值 (µg/L)	相对误差 (%)
	浓度值 (µg/L)									
	响应值 (µS*min)									
	曲线方程:		相关系数:							
() 离子 校准曲线	浓度点	1	2	3	4	5	6	理论值 (µg/L)	实测值 (µg/L)	相对误差 (%)
	浓度值 (µg/L)									
	响应值 (µS*min)									
	曲线方程:		相关系数:							
() 离子 校准曲线	浓度点	1	2	3	4	5	6	理论值 (µg/L)	实测值 (µg/L)	相对误差 (%)
	浓度值 (µg/L)									
	响应值 (µS*min)									
	曲线方程:		相关系数:							

校准曲线绘制								校准曲线中间浓度点检查		
校准日期:								检查日期:		
() 离子 校准曲线	浓度点	1	2	3	4	5	6	理论值 (µg/L)	实测值 (µg/L)	相对误差 (%)
	浓度值 (µg/L)									
	响应值 (µS*min)									
	曲线方程:		相关系数:							
() 离子 校准曲线	浓度点	1	2	3	4	5	6	理论值 (µg/L)	实测值 (µg/L)	相对误差 (%)
	浓度值 (µg/L)									
	响应值 (µS*min)									
	曲线方程:		相关系数:							
() 离子 校准曲线	浓度点	1	2	3	4	5	6	理论值 (µg/L)	实测值 (µg/L)	相对误差 (%)
	浓度值 (µg/L)									
	响应值 (µS*min)									
	曲线方程:		相关系数:							
() 离子 校准曲线	浓度点	1	2	3	4	5	6	理论值 (µg/L)	实测值 (µg/L)	相对误差 (%)
	浓度值 (µg/L)									
	响应值 (µS*min)									
	曲线方程:		相关系数:							

操作人: _____ 复核人: _____ 检查日期: _____ 年 _____ 月 _____ 日