本电子版内容如与中国环境出版社出版的标准文本有出入，以中国环境出版社出版的文本为准。

HJ

中华人民共和国环境保护行业标准

HJ/T193-2005

环境空气质量自动监测技术规范

Automated methods for ambient air quality monitoring

（发布稿）

2005—11-09 发布　　2006—01-01 实施

国家环境保护总局　发布

目　　次

前　言.....1
1　范围.....1
2　引用标准.....1
3　名词术语.....1
4 环境空气质量自动监测系统.....1
4.1 系统的构成.....1
4.2 多支路集中采样装置.....2
4.3 子站站房.....5
4.4 中心计算机室.....5
4.5 质量保证实验室.....6
4.6 系统支持实验室.....6
4.7 仪器设备配置和技术要求.....6
5　数据采集频率与有效值规定据.....10
5.1 异常值取舍.....10
5.2 数据采集频率与有效性.....10
6　系统的维护管理.....10~~11~~
6.1 系统日常维护.....10~~11~~
6.2 系统检修.....12
7 质量保证和质量控制.....13
7.1 标准传递.....13
7.2 监测仪器设备的校准.....14~~15~~
7.3 空气质量自动监测仪器的性能审核.....15
附录 A　环境空气自动监测系统仪器性能指标.....17
附录 A　环境空气自动监测系统仪器性能指标.....17
附录 B　环境空气自动监测系统仪器验收办法.....19
B1　仪器设备与备件验收.....19
B2　单机调试.....19
B2.1　测试程序.....19
B2.2　主要测试方法.....19
B3　运行考核.....20
B4　系统验收.....21
B4.1　验收的基本条件.....21
B4.2　验收准备.....21
B4.3　专家审核.....22
附录 C　环境空气自动监测仪器设备标准传递方法.....24
C1 仪器设备的传递和标定.....24
C1.1 流量传递.....24
C1.2　渗透管恒温装置温度传递.....29
C1.3　臭氧发生器标准传递.....30
C2 标准物质的传递.....31
C2.1　渗透管的标准传递.....31
C2.2　钢瓶标准气的标准传递.....33

附录 D　环境空气自动监测仪器校准 37
D1　单点校准.....37
D2　多点校准.....38
附录 E　环境空气自动监测仪器性能审核方法 39
E1. 点式自动监测仪器.....39
　E1.1　精密度审核.....39
　E1.2　准确度审核.....40
E2 开放光程监测仪器.....40
　E2.1　精密度检查.....40
　E2.2　准确度检查.....42

前　言

为贯彻《中华人民共和国环境保护法》，完善监测制度，提高环境管理水平，制定本标准。

本标准规定了环境空气质量自动监测的采样频率、监测项目、采用仪器与相应的监测分析方法、监测数据的整理、监测过程中的的质量保证和质量控制、监测数据处理等技术要求。

本标准为推荐性标准。

本标准由国家环境保护总局科技标准司提出。

本标准起草单位：中国环境监测总站、深圳市环境保护监测站、南京市环境监测中心站、天津市环境监测中心。

本标准国家环境保护总局 2005 年 11 月 9 日批准。

本标准自 2006 年 1 月 1 日起实施，自实施之日起代替《环境监测技术规范——大气和废气部分》中的有关内容。

本标准委托中国环境监测总站解释。

环境空气质量自动监测技术规范

1 范围

本标准规定了环境空气质量自动监测的技术要求，适用于各级环境监测站及其他环境监测机构采用自动监测系统对环境空气质量进行监测的活动。

2 引用标准

以下标准和规范所含条文，在本规范中被引用即构成本规范的条文，与本规范同效。

GB3095-1996 环境空气质量标准

当上述标准和规范被修订时，应使用其最新版本。

3 名词术语

3.1 环境空气质量自动监测 automated methods for air quality monitoring

在监测点位采用连续自动监测仪器对环境空气质量进行连续的样品采集、处理、分析的过程。

3.2 环境空气质量手工监测 manual methods for air quality monitoring

在监测点位用采样装置采集一定时段的环境空气样品，将采集的样品在实验室用分析仪器分析、处理的过程。

3.3 点式监测仪器 point analyzers

在固定点上通过采样系统将环境空气采入并测定空气污染物浓度的监测分析仪器。

3.4 开放光程监测仪器 open path analyzers

采用从发射端发射光束经开放环境到接收端的方法测定该光束光程上平均空气污染物浓度的仪器。

3.5 自动监测仪器性能审核 analyzers performance audit

对自动监测仪器进行精密度和准确度的审核过程。

4 环境空气质量自动监测系统

4.1 系统的构成

环境空气质量自动监测系统是由监测子站、中心计算机室、质量保证实验室和系统支持实验室等 4 部分组成（见图 4.1.1）。

监测子站的主要任务：对环境空气质量和气象状况进行连续自动监测；采集、处理和存储监测数据；按中心计算机指令定时或随时向中心计算机传输监测数据和设备工作状态信息。

中心计算机室的主要任务：通过有线或无线通讯设备收集各子站的监测数据和设备工作状态信息，并对所收取得监测数据进行判别、检查和存储；对采集的监测数据进行

统计处理、分析；对监测子站的监测仪器进行远程诊断和校准。

质量保证实验室的主要任务：对系统所用监测设备的标定、校准和审核；对检修后的仪器设备进行校准和主要技术指标的运行考核；系统有关监测质量控制措施的制定和落实；

系统支持实验室的主要任务：根据仪器设备的运行要求，对系统仪器设备进行日常保养、维护；及时对发生故障的仪器设备进行检修、更换。

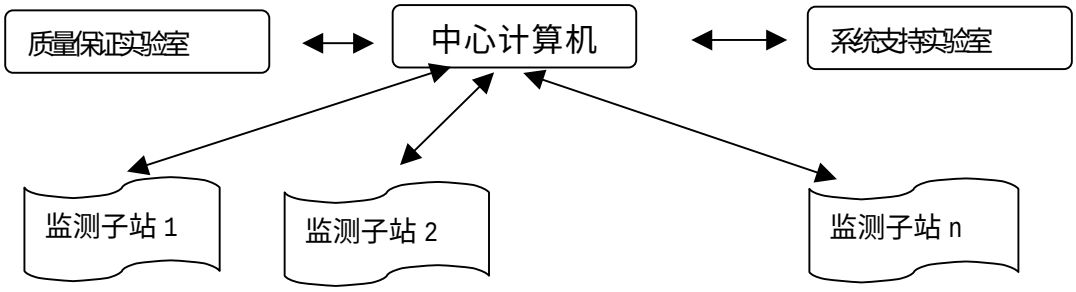


图 4.1.1 环境空气质量自动监测系统基本构成框图

4.2 多支路集中采样装置

在使用多台点式监测仪器的监测子站中，除 PM_{10} 监测仪器单独采样外，其它多台仪器可共用一套多支路集中采样装置进行样品采集。多支路集中采样装置有两种组成形式：垂直层流式采样总管（见图 4.2.1）和竹节式采样总管（见图 4.2.2 和图 4.2.3）。

4.2.1 采样头

采样头设置在总管户外的采样气体入口端，防止雨水和粗大的颗粒物落入总管，同时避免鸟类、小动物和大型昆虫进入总管。采样头的设计应保证采样气流不受风向影响，稳定进入总管。

4.2.2 采样总管

总管内径选择在 1.5cm～15cm 之间，采样总管内的气流应保持层流状态，采样气体在总管内的滞留时间应小于 20s。总管进口至抽气风机出口之间的压降要小，所采集气体样品的压力应接近大气压。支管接头应设置于采样总管的层流区域内，各支管接头之间间隔距离大于 8cm。

4.2.3 制作材料

多支路集中采样装置的制作材料，应选用不与被监测污染物发生化学反应和不释放有干扰物质的材料。一般以聚四氟乙烯或硼硅酸盐玻璃等作为制作材料；对于只用于监测 SO_2 和 NO_x 的采样总管，也可选用不锈钢材料。

监测仪器与支管接头连接的管线也应选用不与被监测污染物发生化学反应和不释放有干扰物质的材料。

4.2.4 其他技术要求

1）为了防止因室内外空气温度的差异而致使采样总管内壁结露对监测物质吸

附，需要对总管和影响较大的管线外壁加装保温套或加热器，加热温度一般控制在 30℃—50℃。

2）监测仪器与支管接头连接的管线长度不能超过 3m，同时应避免空调机的出风直接吹向采样总管和与仪器连接的支管线路。

3）为防止灰尘落入监测分析仪器，应在监测仪器的采样入口与支管气路的结合部之间，安装孔径不大于 5μm 聚四氟乙烯过滤膜。

4）在监测仪器管线与支管接头连接时，为防止结露水流和管壁气流波动的影响，应将管线与支管连接端伸向总管接近中心（或 1/2）的位置，然后再做固定。

5）在不使用采样总管时，可直接用管线采样，但是采样管线应选用不与被监测污染物发生化学反应和不释放有干扰物质的材料，采样气体滞留在采样管线内的时间应小于 20 秒。

6）在监测子站中，虽然 PM10 单独采样，但为防止颗粒物沉积于采样管管壁，采样管应垂直，并尽量缩短采样管长度；为防止采样管内冷凝结露，可采取加温措施，加热温度一般控制在 30℃—50℃。

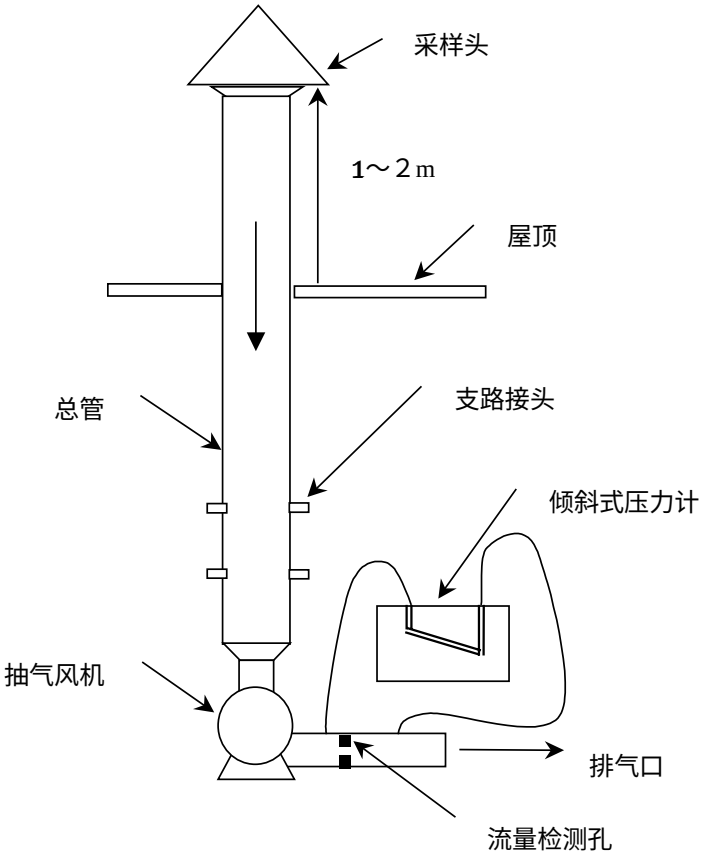
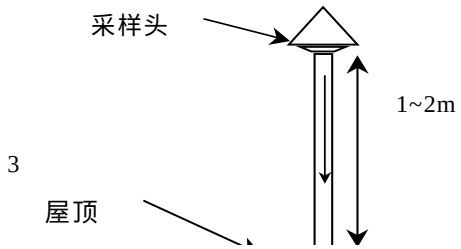


图 4.2.1　　垂直层流多路支管系统



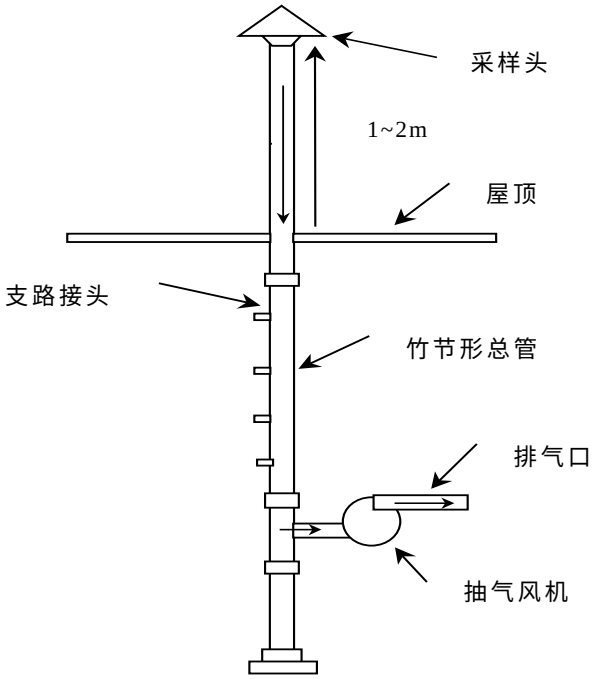


图 4.2.3 竹节式多路支管系统(2)

4.3 子站站房

监测点站房（子站房）的建设和内部设计应满足以下要求：

1) 子站站房用面积应以保证操作人员方便地操作和维修仪器为原则，一般不少于 10m²。
2) 站房为无窗或双层密封窗结构，墙体应有较好的保温性能。有条件时，门与仪器房之间可设有缓冲间，以保持站房内温湿度恒定和防止灰尘和泥土带入站房内。
3) 站房内应安装温湿度控制设备，使站房室内温度在 25°C±5°C，相对湿度控制在 80%以下。
4) 站房应有防水、防潮措施，一般站房地层应离地面（或房顶）有 25cm 的距离。
5) 采样装置抽气风机排气口和监测仪器排气口的位置，应设置在靠近站房下部的墙壁上，排气口离站房内地面的距离应保持在 20cm 以上。
6) 在站房顶上设置用于固定气象传感器的气象杆或气象塔时，气象杆、塔与站房顶的垂直高度应大于 2m，并且气象杆、塔和子站房的建筑结构应能经受 10 级以上的风力（南方沿海地区应能经受 12 级以上的风力）。
7) 站房供电建议采用三相供电，分相使用；站房监测仪器供电线路应独立走线。
8) 子站站房供电系统应配有电源过压、过载和漏电保护装置，电源电压波动不超过 220V±10%。
9) 站房应有防雷电和防电磁波干扰的措施。站房应有良好的接地线路，接地电阻<4Ω。
10) 在已有建筑物屋顶上建立站房时，若站房重量经正规建筑设计部门核实超过屋顶承重，在建站房前应先对建筑物屋顶进行加固。
11) 开放光程监测仪器的发射光源和监测光束接收端应固定安装在站房外的基座上。基座不能建在金属构件上，应建在受环境变化影响不大的建筑物主承重混凝土结构上。基座应采用实心砖平台结构或混凝土水泥桩结构，建议离地高度为 0.6～1.2m，长度和宽度尺寸应按发射光源和接收端底座四个边缘多加 15cm 计算。
12) 开放光程监测系统的固定发射和接收端的基座位置应远离振动源，并且基座应设置在便于安全操作的地方。

4.4 中心计算机室

1) 中心站计算机房的大小应能保证操作人员正常工作，使用面积一般不少于 15m²。
2) 计算机房应采用密封窗结构。有条件时，门与机房间可设有缓冲间，保持温度和湿度的恒定、防止灰尘和泥土带入机房。
3) 机房内应安装温湿度控制设备，使机房温度能控制在 25°C±5°C，相对湿度控制在 80%以下。

4）机房供电电源电压波动不能超过 220V±10%。机房供电系统应配有电源过压、过载和漏电保护装置，机房要有良好的接地线路，接地电阻<4Ω。有条件时，配备 UPS 电源。

5）中心站计算机室应配备专用通讯线路，有条件的地方建议至少配备两条以上的程控电话线路。

4.5 质量保证实验室

1）质量保证实验室大小应能保证操作人员正常工作，使用面积一般不少于 25m²。

2）实验室应设有缓冲间，保持温度和湿度的恒定、防止灰尘和泥土带入实验室。

3）实验室内应安装温湿度控制设备，使实验室温度能控制在 25°C±5°C，相对湿度控制在 80%以下。

4）实验室供电电源电压波动不能超过 220V±10%。实验室供电系统应配有电源过压、过载和漏电保护装置，实验室要有良好的接地线路，接地电阻<4Ω。

5）实验室应配置良好的通风设备和废气排出口，保持室内空气清洁。

6）应设置标气钢瓶放置间（柜）安全放置标准传递用标气钢瓶。在没有条件设置标气钢瓶放置间（柜）时，应在固定位置放置标气钢瓶并将其固定。

7）当使用渗透管校准设备时，应配备冷冻柜存放标准传递用渗透管。

8）酌情设置用于清洗器皿和物品的清洗池，清洗池安装位置应远离干燥操作的工作台。

9）质量保证用精密天平应放置在独立的天平间中。天平间应有恒温、恒湿和防震措施。

10）实验室应配置一定数量的实验台和存储柜，实验台应有充足的采光。建议每个分析人员在实验台的工作范围不少于 1.8m。

4.6 系统支持实验室

系统支持实验室用于对系统仪器设备的维修保养，对仪器设备的备品备件进行管理和仪器设备进行运行考核。一般实验室使用面积不小于 30m²，同时，应配备适当的电源、温湿度控制设备、通风装置及相应工作台、储存柜等。

4.7 仪器设备配置和技术要求

4.7.1 监测子站

监测子站主要是由采样装置、污染监测分析仪、校准设备、气象仪器、数据传输设备、子站计算机或数据采集仪以及站房环境条件保证设施（空调、除湿设备、稳压电源等）等组成。图 4.7.1 为监测子站仪器设备配置示意图。

在选择环境空气质量监测设备时，应考虑如下原则：

1）选购的仪器设备所用的分析方法、测量范围和各项技术指标应符合附录 A 的有关要求。

2）应具有数据采集及传输设备，用于对子站分析仪的控制、数据记录及向中心站传输数据。

3）根据各分析仪的特点，系统应配备相应的自动校准设备。
4）结构牢固可靠，便于搬运和安装。
5）应便于保养维护、故障诊断和零部件更换及维修。
6）长期运行安全可靠，故障率低。
7）仪器设备厂家应有良好的售后服务，能及时向客户提供所需的备品备件、易损易耗件和技术支持。

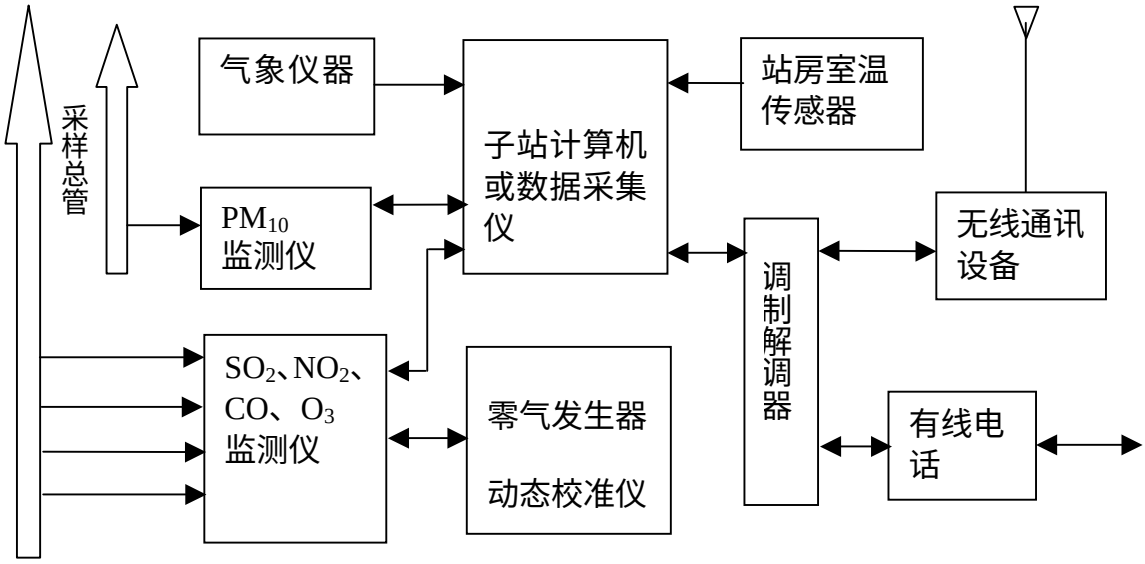


图 4.7.1　监测子站仪器设备配置示意图

环境空气质量自动监测系统所配置监测仪器的分析方法见表 4.7.1。

表 4.7.1　监测仪器推荐选择的分析方法

监测项目	点式监测仪器	开放光程监测仪器
NO_2	化学发光法	差分吸收光谱分析法（DOAS）
SO_2	紫外荧光法	差分吸收光谱分析法（DOAS）
O_3	紫外光度法	差分吸收光谱分析法（DOAS）
CO	气体滤波相关红外吸收法、非分散红外吸收法	—
PM_{10}	微量振荡天平法（TEOM）、β射线法	—

4.7.2 中心计算机室

4.7.2.1 设备配置

1）中心计算机室一般应配备 2 台能满足系统软件工作要求的计算机，一台作

为主机，一台作为辅机。

2）应配置打印机、UPS 不间断电源。

3）系统采用有线或无线通讯方式。数据传输速率应在 2400 b/s 以上，误码率为 10^{-6} 以下。

4.7.2.2 系统软件

系统软件应具有以下主要功能：

1）数据采集与子站控制功能

- 定时自动和随时手动采集各子站的监测数据、校准记录、设备工作状态及子站停电复电等事件记录。
- 定时自动和随时手动控制子站监测仪器进行校零、校标。

2）数据处理和报表输出

- 对各时段的环境空气污染监测数据和气象参数能设置异常值判断条件（异常值包括：不满足本规定中数据有效性规定的数据、子站监测分析仪器停机时产生的随机值、子站断电复位后在仪器预热时产生的随机值等），并对异常值用特殊符号进行标注。
- 可生成并存储基本统计报表：日报表、周报表、月报表、季报表和年报表。
- 对所采集的监测数据，应能自动生成并储存为通用数据文件。

3）生成统一格式的日报上报数据

系统软件应能将系统采集到的监测数据自动转换成据统一格式的日报上报数据。日报上报数据的统一格式见表 4.7.2

表 4.7.2　重点城市空气质量日报数据格式（示例）*

STCODE	STNAME	YY	MM	DD	DWCODE	DWNAME	SO2	NO2	PM	O3	CO
C6	C8	C4	C2	C2	N3	C10	N6.3	N6.3	N6.3	N6.3	N6.3
320100	南京	2000	06	05	51	玄武湖	0.150	0.101	0.214	0.214	-1
320100	南京	2000	06	05	52	瑞金路	0.103	0.098	0.190	0.190	-1
320100	南京	2000	06	05	10	中山陵	0.060	0.040	0.098	0.098	0.098

*　表中 STCODE 为城市代码，STNAME 为城市名称，YY、MM 和 DD 分别表示年份、月份和日期，YY 为 4 位数字、MM 和 DD 为 2 位数字，不足 2 位时，前面补 0。

DWCODE 和 DWNAME 分别为监测点位的代码和点位名称。不参与全市均值统计的清洁对照点的代码用小于 50 的数字表示，参与全市均值统计的清洁对照点和其它监测点位的代码用 51～999 之间的数字表示。

SO2、NO2、PM、O3、C0 分别代表二氧化硫、二氧化氮、可吸入颗粒物（PM_{10}）、臭氧和一氧化碳，其浓度单位为 mg/m^3，数据缺测时填写“ -1 ”。

4.7.3 质量保证实验室

质量保证实验室应配备以下设备，对各种监测仪器设备进行校准和标准传递。

1）各种流量标准传递设备，用于校准本系统中所有监测仪器和校准仪器的流量。

2）经过国家认证的各种基准标准气体或渗透管，用于标定或传递监测仪器和各种工作标准气体。
3）质量保证专用仪器，用来传递基准标准至工作标准或校验工作标准。
4）便携式审核校准仪器，用于各子站的现场定期审核和校准。
5）质量保证实验室配置基本设备推荐清单见表 4.7.3。

表 4.7.3　质量保证实验室基本设备推荐清单

编号	仪器名称	技术要求	数量	用途
1	与子站监测项目相同的监测分析仪器	与子站监测分析仪器的技术性能指标相同	1 套	标准传递 性能审核
2	基准标准气体和渗透管	由中国环境监测总站或国家计量部门认可	1 套	标准传递
3	多气体动态校准仪 （包括零气发生器）	见附录 C	1 套	标准传递
4	分析天平	称重量 100~200 克 精密度±0.05 克 最小可读刻度 0.1 毫克	1 台	渗透管标准称重
5	标定用流量计	0~l/min　1 级	1 套	流量传递
6	标定用流量计	1~20l/min　1 级	1 套	流量传递
7	高精度秒表	误差 0.01 秒	1 个	流量传递
8	质量流量计或电子皂膜流量计（选购）	准确度±2%以内	1 套	现场流量校准
9	标准温度计	测量范围 0~60°C 分辨率达到±0.1°C 可溯源到国家标准	1 套	渗透管恒温装置温度传递
10	恒温水浴	水温 0~60°C 范围 控温精度±0.1°C	1 套	渗透管恒温装置温度传递
11	精密电阻箱	阻值在 0.1~99,999 KΩ 最小变化阻值为 0.1Ω	1 台	渗透管恒温装置温度传递
12	压力表	1 级，可溯源到国家标准	1 个	气路检查
13	真空表	1 级，可溯源到国家标准	1 个	气路检查

4.7.4 系统支持实验室

系统支持实验室应配备通用及专用测试、调整和维修用电子仪器和工具（如：双踪示波器，数字万用表、数字频率计、逻辑测试笔和维修用稳压电源等），用于系统各种仪器设备的日常维护、定期检查和故障排除等工作。系统支持实验室还应配备一定数量的备用监测分析仪器设备，用于及时排除故障和预防性检修。备用仪器的数量一般不少于监测分析仪器总数的 1/4。

4.7.5 系统验收

系统验收详见附录 B。

5　数据采集频率与有效值规定据

5.1 异常值取舍

1) 对于低浓度未检出结果和在监测分析仪器零点漂移技术指标范围内的负值，取监测仪器最低检出限的 1/2 数值，作为监测结果参加统计。
2) 有子站自动校准装置的系统，仪器在校准零/跨度期间，发现仪器零点漂移或跨度漂移超出漂移控制限，应从发现超出控制限的时刻算起，到仪器恢复到调节控制限以下这段时间内的监测数据作为无效数据，不参加统计，但对该数据进行标注，作为参考数据保留。
3) 对手工校准的系统，仪器在校准零/跨度期间，发现仪器零点漂移或跨度漂移超出漂移控制限，应从发现超出控制限时刻的前一天算起，到仪器恢复到调节控制限以下这段时间内的监测数据作为无效数据，不参加统计，但对该数据进行标注，作为参考数据保留。
4) 在仪器校准零/跨度期间的数据作为无效数据，不参加统计，但应对该数据进行标注，作为仪器检查的依据予以保留。
5) 如子站临时停电或断电，则从停电或断电时起，至恢复供电后仪器完成预热为止时段内的任何数据都为无效数据，不参加统计。恢复供电后仪器完成预热一般需要 0.5~1 小时。

5.2 数据采集频率与有效性

采用环境空气质量自动监测系统对各监测项目进行监测时，其数据采集频率和时间按以下要求进行：

1) 环境空气质量自动监测系统采集的连续监测数据应能满足每小时的算术平均值计算。在每小时中采集到监测分析仪器正常输出一次值的 75%以上时，本小时的监测结果有效，用本小时内所有正常输出一次值计算的算术平均值作为该小时平均值。
2) 每日气态污染物有不少于 18 个有效小时平均值，可吸入颗粒物有不少于 12 个有效小时平均值的算术平均值为有效日均值，日均值的统计时间段为北京时间前日 12：00 至当日 12：00。
3) 每月不少于 21 个有效日均值的算术平均值为有效月均值。
4) 每年不少于 12 个有效月均值的算术平均值为有效年均值。

6　系统的维护管理

6.1 系统日常维护

6.1.1 监测子站巡检

对监测子站应定期进行巡检，每次对监测子站巡检时应做到：

1) 检查子站的接地线路是否可靠，排风排气装置工作是否正常，标准气钢瓶阀门是否漏气，标准气的消耗情况。
2) 检查采样和排气管路是否有漏气或堵塞现象，各分析仪器采样流量是否正常。
3) 检查监测仪器的运行状况和工作状态参数是否正常。
4) 对子站房周围的杂草和积水应及时清除，当周围树木生长超过规范规定的控制限时，对采样或监测光束有影响的树枝应及时进行剪除。
5) 在经常出现强风暴雨的地区，应经常检查避雷设施是否可靠，子站房屋是否有漏雨现象，气象杆和天线是否被刮坏，站房外围的其它设施是否有损坏或被水淹，如遇到以上问题应及时处理，保证系统能安全运行。
6) 在冬、夏季节应注意子站房室内外温差，若温差较大使采样装置出现冷凝水，应及时改变站房温度或对采样总管采取适当的控制措施，防止冷凝现象。
7) 检查监测仪器的采样入口与采样支路管线结合部之间安装的过滤膜的污染情况，若发现过滤膜明显污染应及时更换。
8) 记录巡检情况。

6.1.2 中心计算机室检查

中心计算机室每日的检查工作应包括：

1) 检查中心计算机室与各子站的数据传输情况是否正常。
2) 每日应对各子站至少调取一次数据，若发现某子站数据不能调取，应立即查明原因并及时排除故障。
3) 对于开放光程监测仪器的系统，每天应至少检查一次各子站发射光源的亮度情况，若发现某子站发射光源的亮度明显偏低，应立即查明原因并及时排除故障。
4) 中心站每次调取数据时，应对各子站计算机的时钟和日历设置进行检查，若发现时钟和日历错误应及时调整。
5) 如系统具有远程诊断功能时，应远程检查各子站仪器的运行状况是否异常。

6.1.3 系统仪器设备的定期维护

1) 对于垂直层流式采样总管每年至少清洗一次，竹节式采样总管每 6 个月至少清洗一次。每次采样总管清洗完后，都应做检漏测试确保采样总管工作正常。采样总管系统检漏测试方法为：将总管上的一个支路接头接上真空表或压力计，而将其它支路接头和采样口封死，然后抽真空至大约 1.25cm 水柱（0.125hPa），将抽气口封死，使整个采样系统不与外界相通，15 分钟内真空度不应有变化。采样总管内的真空度≤0.64cm 水柱（0.065hPa）。
2) 对从总管到监测仪器采样口之间的气路管线每年至少清洗一次。
3) PM10 采样头至少每 2 个月清洗 1 次。
4) 对监测仪器设备中的过滤装置，按仪器设备使用手册规定的更换和清洗周期，定期进行更换和清洗。
5) 使用开放光程监测仪器的系统，应每半年对发射/接收端的前窗玻璃窗镜至少进行一次清洁，擦洗时注意避免损坏镜头表面的镀膜。

6）子站房空调机的过滤网每 1 个月至少清洗 1 次，防止尘土阻塞空调机过滤网影响运行效率。
7）定期备用系统的监测数据。

6.2 系统检修

6.2.1 预防性检修

预防性检修是在规定的时间对系统正在运行的仪器设备进行预防故障发生的检修。在有备用仪器的保障条件时，应用备用仪器将监测子站中正在运行的监测分析仪器设备替换下来，送往实验室进行预防性检修。预防性检修计划应根据系统仪器设备的配置情况和设备使用手册的要求制定。

1）监测子站的污染物监测仪器设备每年至少进行 1 次预防性检修。
2）按厂家提供的使用和维修手册规定的要求，根据使用寿命，更换监测仪器中的紫外灯、光电倍增管、制冷装置、转换炉、发射光源（氙灯）和抽气泵膜等关键零部件；
3）对仪器电路各测试点进行测试与调整；
4）对仪器进行气路检漏和流量检查；对光路、气路、电路板和各种接头及插座等进行检查和清洁处理。
5）对仪器的输出零点和满量程进行检查和校准，并检查仪器的输出线性。
6）在每次全面预防性检修完成后，或更换了仪器中的紫外灯、光电倍增管、制冷装置、转换炉、和发射光源（氙灯）等关键零部件后，应对仪器重新进行多点校准和检查，并记录检修及标定和校准情况。
7）对完成预防性检修的仪器，应进行连续 24h 的仪器运行考核，在确认仪器工作正常后，仪器方可投入使用。

6.2.2 针对性检修

针对性检修是指对出现故障的仪器设备进行针对性检查和维修。针对性检修应做到：

1）应根据所使用的仪器结构特点和厂商提供的维修手册的要求，制定常见故障的判断和检修的方法及程序。
2）对于在现场能够诊断明确，并且可由简单更换备件解决的问题，如电磁阀控制失灵、抽气泵泵膜破坝、气路堵塞和灯源老化等问题，可在现场进行检修。
3）对于其他不易诊断和检修的故障，应将发生故障的仪器送实验室进行检查和维修。并在现场用备用仪器替代发生故障的仪器。
4）在每次针对性检修完成后，根据检修内容和更换部件情况，对仪器进行校准。对于普通易损件的维修（如更换泵膜、散热风扇、气路接头或接插件等）只做零/跨校准。对于关键部件的维修（如对运动的机械部件、光学部件、检测部件和信号处理部件的维修），应按仪器使用手册的要求进行多点校准和检查，并记录检修及标定和校准情况。

7 质量保证和质量控制

7.1 标准传递

7.1.1 仪器设备的传递和标定

7.1.1.1 传递和标定周期

1) 对用于传递的分析天平、皂膜流量计、湿式流量计、活塞式流量计、标准气压表、压力计、真空表、温度计、精密电阻箱和标准万用表每年至少 1 次送国家有关部门进行质量检验和标准传递。
2) 对标准气象传感器每年至少 1 次送往国家有关部门进行质量检验和标准传递。
3) 对用于工作标准的质量流量计、电子皂膜流量计、气压表、压力计和真空表，用经国家有关部门传递过的标准每半年进行 1 次间接传递。
4) 对于现场仪器设备中使用的温度显示及控制装置、流量显示及控制装置、气压检测装置和压力检测装置，用工作标准每半年至少进行一次标定。
5) 对于用于传递标准的臭氧发生器每二年必须送至国家环保总局或国际权威组织认可的标准传递单位进行至少一次的质量检验和标准传递。对用于监测现场的工作标准臭氧发生器必须每年用传递标准进行至少一次的标准传递。

7.1.1.2 传递和标定方法

1) 流量传递参见附录 C 中第 C1.1 节。
2) 渗透管恒温装置温度传递参见附录 C 第 C1.2 节。
3) 臭氧发生器标准传递参见附录 C 第 C1.3 节

7.1.1.3 其它要求

1) 对于与前面提到校准设备结构不同的内置校准单元，可参考附录 E 所述的标准传递方法，根据仪器设备的使用手册或质量保证手册提出的技术指标及操作要求进行标定或校准。
2) 按仪器使用手册和质量保证手册的技术要求，如需使用上述未提到标准传递方法，也可以采用国内外权威机构认可的标准传递方法，但在操作记录中应注明方法出处。

7.1.2 标准物质的传递

7.1.2.1 零气发生器

零气发生器的性能要求见附录 A。

为使零气发生器能充分发挥作用，需要对零气发生器做经常性维护和保养，要求如下：

1) 对零气发生器中的温度控制器在出现报警、对其维修和更换热敏及温控器件后必须用工作标准做一次标定。

2）应定期检查零气发生器的温度控制和压力是否正常，气路是否漏气。
3）若零气发生器内的空气压缩机不带自动滤水装置，应根据情况及时排空空气压缩机储气瓶中的积水。定期观察滤水阀中的积水是否已到警戒线，若接近警戒线应立即将积水排干。如果使用变色干燥剂，应经常观察干燥剂的变色情况，根据观察变色经验确定是否更换干燥剂。
4）按厂商提供的使用手册和根据使用情况，对零气源中的洗涤剂进行定期更换或再生。
5）由于洗涤剂在各地使用频次和受污染程度不同，除按厂家提供的使用手册和质量保证手册规定要求更换洗涤剂外，应观察低浓度监测时各项目的监测误差和零点漂移是否普遍增大，查明原因确定是否需要更换。

7.1.2.2 渗透管

对渗透管的标准传递和标定，可参见附录 C 所述的标准传递方法。对渗透管的要求如下：

1）渗透管从购买到运输的过程中，必须放置在带有干燥剂密封严密的干燥容器内，勿使暴露在高于 35°C 的气温和潮湿的空气中。
2）渗透管在使用前或临时使用后，应放置在带有干燥剂密封严密的干燥容器中，储存在温度较低的地方如冰箱的最低层（不推荐冷冻储存），以降低渗透率，延长渗透管的使用。
3）渗透管从冰箱中取出必须放置在恒温装置中，按规定的温度和气流均衡至少 48 小时以上，才用于标定和校准。
4）作为工作标准的渗透管在有效期内可以不做标准传递。若超过有效期，在 6 个月内必须进行至少 1 次的一次标准传递和再鉴定（包括存储未用的渗透管）。

7.1.2.3 钢瓶标准气传递

钢瓶标准气的标准传递和标定，可参见附录 C 所述的标准传递方法。对钢瓶标准气的要求如下:

1）钢瓶标准气应放置在温度和湿度都适宜的地方，并用钢瓶柜或钢瓶架固定（子站可用固定装置靠墙捆绑），以防碰倒或剧烈震动。
2）每次钢瓶标准气装上减压调节阀，连接到气路后，应检查气路是否漏气。
3）对子站使用的钢瓶标准气应经常检查并记录标气消耗情况，若气体钢瓶的压力低于要求值，应及时更换钢瓶。
4）作为工作标准的钢瓶标准气在有效期内可以不做标准传递。若超过有效期，在 6 个月内必须进行至少 1 次的一次标准传递和再鉴定（包括存储未用的钢瓶标准气）。

7.2 监测仪器设备的校准

7.2.1 校准的要求和周期

1）根据工作需要，对监测仪器的性能和工作状态进行检查和了解时，应做零/跨校准。

2）监测仪器设备安装调试期间，应对监测仪器做零/跨和多点校准，检验仪器的准确度和精密度是否符合要求。
3）对运行中的监测仪器每半年至少进行一次多点校准。
4）对于不具有自动校零/校跨的系统，一般每 5～7 天进行 1 次零/跨漂检查。将不含待测及干扰物质的零气和浓度为仪器测量满量程 75%～90%的标气通入仪器进行零/跨漂检查，并按要求进行对仪器进行零/跨漂调节。如仪器的性能状况已变差，应视情况缩短检查或调节周期。
5）对于用β射线法和 TEOM 法（微量振荡天平法）监测 PM_{10}项目的监测分析仪器，每 6 个月应进行一次流量校准。每次换滤膜后，应检查仪器的采样流量。在有条件时，可同时用标准膜进行标定。
6）对于使用开放光程监测分析仪器，应每 3 个月进行 1 次单点检查（选择 1 个项目用满量程等效浓度 10%到 20%的标气），每年进行 1 次多点校准（等效浓度）。

7.2.2 校准方法

环境空气自动监测仪器设备的校准方法按附录 D 的要求实施。

7.3 空气质量自动监测仪器的性能审核

空气质量自动监测仪器的性能审核分为精密度审核和准确度审核两种。

7.3.1 精密度审核

1）对于 SO_2、NO_2、O_3和 CO 监测仪器，精密度审核采用向每台分析仪通入一定浓度的标气，标气浓度要求见表 7.3.1（对于开放光程仪器采用相应的等效浓度），将仪器读数与标气实际浓度比较，来确定仪器的精密度。精密度审核的计算方法见附录 E。
2）对于 PM_{10}监测仪器，精密度审核采用标准流量计测定监测仪器的工作流量，将流量测定值与监测仪器的设定值比较，来确定仪器的精密度。精密度审核的计算方法见附录 E。
3）在精密度审核之前，不能改动监测仪器的任何设置参数，若精密度审核与仪器零/跨调节一起进行时，则要求精密度审核必须在零/跨调节之前进行。
4）每 3 个月进行至少一次对每台监测仪器的精密度审核，每年每台监测仪器的精密度审核次数不能少于 4 次。

表 7.3.1　　精密度审核要求提供标气浓度

监测项目	SO_2、NO_2、O_3	CO
浓度值	0.08～0.10 ppm	8～10 ppm

8.3.2　准确度审核

1）对于 SO_2、NO_2、O_3和 CO 监测仪器，准确度审核采用向每台分析仪通入一系

列浓度的标气，标气浓度要求见表 7.3.2（对于开放光程仪器采用相应的等效浓度），将仪器读数与标气实际浓度比较，来确定仪器的准确度。准确度审核的计算方法见附录 E。

2）对于 PM_{10} 监测仪器，准确度审核可采用标准滤膜检测，或与经典的重量法比对方式进行。

3）在准确度审核之前，不能改动监测仪器的任何设置参数，若准确度审核连同仪器零/跨调节一起进行时，则要求准确度审核必须在零/跨调节之前进行。

4）每年对每台监测仪器的准确度审核至少 1 次。

表 7.3.2　　准确度审核要求提供标气浓度值

审核点	审核浓度范围（仪器测量满量程%）
1	0
2	3～8
3	15～20
4	40～45
5	80～90

附录 A　环境空气自动监测系统仪器性能指标

表 A1　　环境空气自动监测仪器技术性能指标

项目	NO_2	SO_2	O_3	CO
分析方法	化学发光法，差分吸收光谱法（DOAS 法）	紫外荧光法，差分吸收光谱法（DOAS 法）	紫外吸收法，差分吸收光谱法（DOAS 法）	相关滤光红外吸收法，非分散红外吸收法
测量范围	0～0.5ppm，0～1.0ppm	0～0.5ppm，0～1.0ppm	0～0.5ppm，0～1.0ppm	0～50ppm
最低检测限	2ppb	2ppb	2ppb	1ppm
零点漂移	±5ppb/24 小时	±5ppb/24 小时	±5ppb/24 小时	±1ppm/24 小时
20%跨度漂移	±5ppb /24 小时	±5ppb /24 小时	±5ppb /24 小时	±1ppm/24 小时
80%跨度漂移	±10ppb/24 小时	±10ppb/24 小时	±10ppb/24 小时	±1ppm/24 小时
流量	标称的±10%	标称的±10%	标称的±10%	标称的±10%
噪音	1ppb	1ppb	1ppb	0.5ppm
响应时间（从零到 90%的标气浓度值*）	5 分钟	5 分钟	5 分钟	4 分钟
20%跨度精密度	±5ppb	±5ppb	±5ppb	0.5ppm
80%跨度精密度	±10ppb	±10ppb	±10ppb	0.5ppm
转换效率	>96%			
输出	模拟信号或数字信号	模拟信号或数字信号	模拟信号或数字信号	模拟信号或数字信号
工作电压	AC220V±10% 50HZ	AC220V±10% 50HZ	AC220V±10% 50HZ	AC220V±10% 50HZ
工作环境温度	0～40°C	0～40°C	0～40°C	0～40°C

*注：测定响应时间的标气浓度应为满量程 80%以上。

表 A2　　空气质量可吸入颗粒物自动监测仪技术性能指标

测量范围		0～1mg/m³或 0～10mg/m³（可选）
50%切割粒径		10±1μm 空气动力学直径
最小显示单位		0.001mg/m³
采样流量偏差		≤±5%设定流量/24 小时
仪器平行性		≤±7%或 5μg/m³
校准膜重现性		≤±2%标准值
与参比方法比较	斜率	1±0.1
	截距	0±5
	相关系数	≥0.95
输出信号		模拟信号或数字信号
工作电压		AC220V±10%　50Hz
工作环境温度		0～40°C

表 A3　　气象设备技术性能指标

测量项目	测量范围	测量精度	输出信号
风 速	1～50m/s	±1m/s	模拟信号或数字信号
风 向	0～360°；或 16 个方位	±7°	
温 度	-50～50°C	±0.5°C	
湿 度	0～100%	±10%	
气压	600-1100 hpa	±1 hpa	

表 A4　子站自动校准设备技术性能指标

设备名称	性能指标	技术要求	备注
多气体校准装置	稀释比率	1/100~1/1000	1. 要求所有的稀释源使用含氧量为 20.9±0.2%的无干扰物干燥气体。 2. 渗透室温度为渗透室中渗透管周围的温度。
	流量计准确度	±1%	
	渗透室温度准确度	±0.1°C	
	臭氧发生准确度	±2%	
	工作环境	0~40°C	
零气发生器	用于 SO2 监测分析仪	SO2 浓度<0.5ppb	
	用于 NO_2 监测分析仪	NO_x 浓度<0.5ppb	
	用于 O_3 监测分析仪	O_3 浓度<0.5ppb	
	用于 CO 监测分析仪	NO_x<5ppb	
		O_3 浓度<1ppb	
		不含 HC	
		CO 浓度<10ppb	

附录 B　环境空气自动监测系统仪器验收办法

B1　仪器设备与备件验收

对每台仪器设备、中心站计算机、中心站软件、数据采集器软件的合同所列仪器设备及零配件物品清点，并列表记录存档（表格式样参见表 B1.1）。

表 B1.1　仪器设备及零配件清点和外观情况汇总表

编号	仪器设备零件及说明书名称*	合同订购数量	装箱单所列数量	实收数量	外观		备注
					无损	受损	
1.							
2.							
注：说明书应包括：、仪器安装使用说明书、软件使用说明书、仪器维护手册等。							

B2　单机调试

B2.1　测试程序

单机测试主要是针对本规范中规定的仪器性能指标进行测试。测试主要内容包括：仪器流量测定和气路检查、零漂检查、多点校准和响应时间检查等。单机调试的基本程序和要求如下：

1）按仪器设备说明书的要求进行仪器设备安装，仪器设备安装完毕后，应首先检查供电系统是否正常和仪器设备安装是否正确，在检查无误的情况下进行通电试验和仪器设备预热，并对安装过程和出现问题做记录。
2）在通电试验和仪器设备预热无误的情况下，按说明书要求进行仪器设备初始化设置。
3）在设置无误的情况下进行单机测试。
4）详细记录单机调试的结果，并与本标准中附录 A 的相应的仪器性能指标比较。

B2.2　主要测试方法

单机测试具体方法如下：

1）进行 SO_2、NO_2、O_3、和 CO 分析仪的零点漂移测试，仪器开机后将零点校为零，仪器连续通零气工作 24 小时，用数据记录仪记录其零漂数值，将最大值与考核指标比较。
2）进行 SO_2、NO_2、O_3、和 CO 分析仪的跨度漂移测试，零漂移测试完成后仪器进行一次满量程 80%的跨度校准，然后仪器连续通满量程 80%以上浓度的标气工作 24 小时，用数据记录仪记录其跨度漂移数值，与跨度漂移附录 A 中的相应指标比较。

3）进行 SO_2、NO_2、O_3、和 CO 分析仪的精密度测试，通仪器满量程 80%以上浓度的标气，重复 5 次标气检查，将 5 次试验的最大偏差值和附录 A 中的相应指标比较。
4）进行 SO_2、NO_2、O_3、和 CO 分析仪的响应时间检查测试，通仪器满量程 80%以上浓度的标气，记录从仪器读数开始反应到仪器响应值达到标气浓度值的 90%时的所用时间，将其与附录 A 中的相应指标比较。
5）进行 PM_{10} 监测仪的流量检查，用标准流量计检查 PM_{10} 监测仪的采样流量，记录标准流量计读数，与附录 A 中的相应指标比较。
6）进行多元气体校准仪的流量精度测试，用标准流量计校准多元气体校准仪的流量，记录标准流量计读数与多元气体校准仪流量计读数的差值，与附录 A 中的相应指标比较。
7）进行零气发生器的零气源输出的流量检查，检查零气发生器发生的最大流量，与附录 A 中的相应指标比较。
8）单机测试中的各台仪器符合技术指标的要求，然后进行系统联机，开始运行考核。

B3　运行考核

在单机测试通过的情况下进行系统调试，系统调试主要进行数据传输和中心站控制调试，软件性能指标是否达到规范及技术合同要求的检验，运行考核的技术要求如下：

1）安装调试完毕后，仪器设备连续运行至少 60 天以上，考核仪器设备运行、数据传输和中心站控制是否正常，性能指标是否达到设计和选型（或技术说明书）要求。并对运行考核情况做记录。
2）在运行考核期间，必须每天做一次零点检查和零漂记录，7 天做一次跨漂检查和跨漂记录，在运行考核结束时做一次多点校准。
3）在运行考核结束时，系统有效数据获取率不能小于 90%，获取率按公式 B3.1 计算：

有效数据获取率（%）=（有效运行时数÷运行考核总时数）×100%　　…公式 B3.1

有效运行时数 = 运行考核总时数-无效数据时数　　…公式 B3.2

在公式 B3.1 中有效运行时数为系统所有仪器设备运行正常，其监测数据有效的时数总和。仪器设备预热、停电、通标气零/跨检查、校准和公共通讯线路故障等引起的无效数据时数不计入运行考核总时数和无效数据时数中。

表 B3.1　零气源和多元气体校准仪测试结果汇总表

编号	仪器名称型号	仪器出厂编号	零气源流量最大值达标		校准仪稀释气流量计达标		校准仪标气流量计达标		备注
			是	否	是	否	是	否	
1									
2									

表 B3.2　SO_2/ NO_X /O_3/CO 分析仪测试结果汇总表

编号	仪器名称型号	仪器出厂编号	24 小时零漂达标		标漂达标		线性度达标		响应时间达标		重现性达标		流量范围达标		备注
			是	否	是	否	是	否	是	否	是	否	是	否	
1															
2															

表 B3.3　PM_{10} 分析仪测试结果汇总表

编号	仪器名称型号	仪器出厂编号	各台仪器间的平行性		采样流量		备注
			是	否	是	否	
1							
2							

B4　系统验收

B4.1　验收的基本条件

自动监测仪器和系统验收必须具备以下基本条件：

1）仪器设备及零配件按合同清单核查无误，外观无损；
2）完成单机测试，单机测试结果符合技术合同所列各项技术指标要求；
3）完成空气质量自动监测系统联机调试；
4）完成空气质量自动监测系统试连续运行 60 天考核；
5）建立完整的空气质量自动监测系统技术档案（应有完整的检测记录）；
6）完成空气质量自动监测系统自检工作总结报告。

B4.2　验收准备

系统经过 60 天运行考核后若系统运行正常，应及时对有关技术资料、说明书、安装调试和运行考核原始数据及现场记录进行收集、整理并编写验收报告。验收报告应包括以下内容：

1）子站设置情况（包括：子站位置、采样高度、子站周围情况和执行规范情况说明）。
2）仪器设备选型报告或选型说明。
3）系统仪器设备开箱检验情况（包括：合同仪器设备清单、到货装箱清单和开箱检验清单）。
4）仪器设备安装调试情况（包括：合同确定的技术性能指标、仪器设备通电试验结果、单机测试结果和现场记录、联机调试结果和现场记录）。
5）子站仪器设备运行考核情况（包括：运行考核结果、运行考核期间仪器设备通标气检查和校准现场记录）。
6）子站和中心站计算机软件运行情况（包括：合同要求提供的软件功能、软件测试和运行结果及记录）。
7）子站与中心站的数据传输情况。
8）系统仪器设备故障情况和故障次数统计。
9）有效数据获取率。

B4.3 专家审核

组织专家对系统进行审核验收，审核内容包括除包括 B4.2 节的内容外，还应审查表 B4.1 所列的检查内容。

表 B4.1 空气质量自动监测系统验收检查表

编号	项　　目	能/是	否
一、	**校准系统**		
●	**零气源**		
1）	在压力为30PSI时，零气发生器的流量能否达到最大值10L/min		
●	**多元气体校准仪**		
2）	校准仪能否正常校准NO_2		
3）	校准仪可否既能手动又能自动生成一定浓度的标气		
4）	校准仪能否把它在校准时的信息反馈给数据采集器		
5）	当校准仪的零气和标气入口的压力为15--30PSI时，校准仪内零气和标气的流量是否稳定		
6）	能否对校准时钟的频率进行手动调整		
二、	**数据采集系统**		
●	**数据采集器**		
7）	数据采集器能否与气象设备相连接		
8）	数据采集器能否储存15天以上的小时平均值数据，同时保存相应时期发生的有关校准、事件记录		
9）	数据采集器能否生成校零、校标和多点校准的数据报告		
10）	数据采集器能否正确显示分析仪测定的数据		
11）	数据采集器的时钟能否与中心站对时		
12）	数据采集器能否对每非正常监测数据（如校准数据、异常数据等）作标志		

13）	数据采集器显示的PM_{10}监测数据对应的监测时间应与PM_{10}监测仪显示的时间一致		
●	**中心站软件**		
14）	中心站软件应具有完整的备份安装软件		
15）	中心站软件已经解决了计算机2000年问题		
16）	中心站软件将原始监测数据自动生成可在其他通用软件上使用的基础数据文件		
17）	中心站通过子站数据采集器下载的监测数据中应带有相应的数据标志（如校准数据、异常数据等）		
18）	中心站自动下载并储存子站的校准记录、校准设置、及停电复电等事件记录		
19）	中心站软件能否手动和自动呼叫所有的子站来获取数据		
20）	中心站软件能否允许操作人员设置密码进行保护		
21）	中心站软件能否允许操作人员打印校零和校标报告		
22）	中心站软件能否让操作人员根据原始数据生成空气质量日报		
三、	**分析仪系统**		
●	**二氧化硫分析仪**		
23）	二氧化硫分析仪的流量范围是否为0.3—0.8L/min		
24）	停电复电后，分析仪能恢复到原来的工作状态		
●	**氮氧化物分析**		
25）	流量是否在0.2L/min以上		
26）	停电复电后，分析仪能恢复到原来的工作状态		
●	**PM_{10}分析仪**		
27）	是否带有流量控制装置，并可调节流量		
28）	在仪器记录到错误信息时，仪器监测的不正常数据应带有相应的标志		
29）	停电复电后，分析仪能恢复到原来的工作状态		
30）	能否对校准时钟的频率进行手动调整		
●	**一氧化碳分析仪**		
31）	停电复电后，分析仪能否恢复到原来的工作状态		
●	**臭氧分析仪**		
32）	停电复电后，臭氧分析仪能否恢复到原来的工作状态		
四	**采样装置**		
33）	样品空气通过采样管路的滞留时间是否小于20秒		
五	**气象系统**		
34）	气象传感器应在出厂前已被校准，并带有校准证书		
六	**其他**		
35）	是否提供多元气体校准仪到标气钢瓶间的必要连接管线		
36）	分析仪器是否有外排排气管路		

附录 C　环境空气自动监测仪器设备标准传递方法

C1 仪器设备的传递和标定

C1.1 流量传递

C1.1.1　流量标准的间接传递

流量标准间接传递是一种两级方式的传递过程。第一级传递系指经国家计量部门质量检验和标准传递过的一级标准流量测定装置，如皂膜流量计、湿式流量计和活塞式流量计对用于现场校准和标定的转递标准，如质量流量计或电子皂膜流量计等流量测定装置进行流量校准和标定。第二级传递系指用经过一级标准标定过的传递标准对用于现场流量测定的工作标准，如质量流量控制器等流量测定装置进行校准和标定。以下为标准传递的具体方法和步骤：

C1.1.1.1 质量流量计校准（第一级传递）

校准设备安装和气路连接及质量流量计校准和标定过程如下：

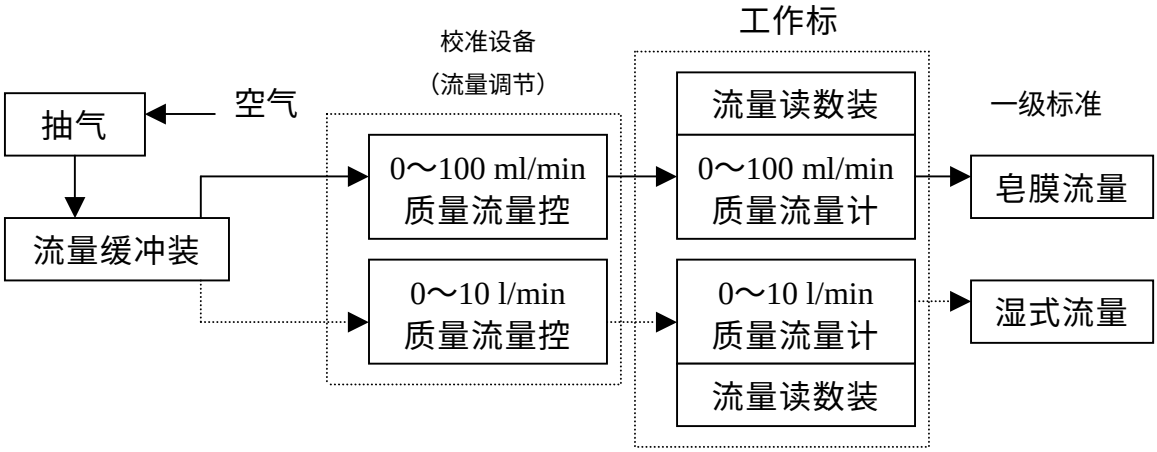


图 C1.1　　流量传递和校正仪器连接图

1）按图 C1.1 连接所有进行流量传递和校准的设备，在连接过程中要检查气路，严防泄漏。

2）在确保整个气路无气流通过的情况下，观察质量流量控制器的读数(RC)和质量流量计流量显示读数(RM)，如不为零，调节质量流量控制器和质量流量计流量显示读数的零电位器，使(RC)、(RM)和一级标准流量测定装置的流量读数为零。

3）启动抽气泵，设置质量流量控制器读数(RC)于满量程的 100%，待读数稳定后，在皂膜流量计上产生皂膜，用秒表记录皂膜通过玻璃管上 100ml 体积刻度时所需时间；或观察湿式流量计面板流量指针通过面板刻度盘上一定体积刻度所需

的时间，以上过程至少重复 3 次，对 3 次进行算术平均，平均结果记为（$\bar{t}$）。如是活塞式流量计，可直接从流量计直接读取流量值。

4） 测定校准现场环境温度和压力参数。温度、压力测试设备应经国家计量部门检验标定，并在有效使用期限内。将一级标准流量测定装置的实测流量按公式 E1.1 修正至标准状态下的质量流量(Q_s)；如使用活塞式流量计，可直接将读数乘以由温度和压力计算出的修正系数。然后观察质量流量计读数(RM)与质量流量(Q_s)是否相符，如不符，调节质量流量计内部电位器，使读数(RM)与质量流量(Q_s)相符。

$$Q_S = V_S / \bar{t} = V_m / \bar{t} \times \{ [(P_B - P_T) - P_V + \Delta P_m] / P_S \times T_S / T \}$$

公式 C1.1

式中，

Q_S：标准状态下的质量流量（ml/min 或 L/min）；

V_S：标准状态下的体积（ml 或 L）；

V_m：皂膜通过玻璃管上不同刻度线间的体积（ml）或流量指针通过面板刻度盘上不同刻度的体积（L）；

$\bar{t}$：3 次测定时间的平均值（min）；

P_B：校准时环境大气压；

P_T：温度对压力计读数的修正值（Kpa，该修正值可查阅压力计厂家提供的使用手册）；

P_V：给定温度下的饱和蒸气压（Kpa）；

ΔP_m：湿式流量计的水压计上水压差读数（KPa,皂膜流量计不考虑此值）；

P_S：标准状态下的压力（101.325Kpa）；

T：校准时的环境温度（K）；

T_S：标准状态下的温度（273K）。

5） 如质量流量计具有半满量程调节点，则重复 3)、4)，设定质量流量控制器读数(RC)在满量程的 50%，待读数稳定后，观察质量流量计流量读数(RM) 与一级标准流量测定装置测得的质量流量(Q_s)是否相符，如不符，调节质量流量计内部电位器使读数(RM)与一级标准流量测定装置测得的质量流量(Q_s)相符。

6） 重复步骤 2)、3)、4）和 5)，直至不用调节质量流量计内部电位器，使质量流量计读数(RM)与一级标准流量测定装置测得的质量流量(Q_s)相符，且保持稳定，并分别记录读数(RM)和(Q_s)。

7） 分别设置质量流量控制器读数(RC)在满量程的 20%、40%、60%和 80%，并观察和记录相应的质量流量计读数(RM)、一级标准流量测定装置的实测流量和质量流量(Q_s)。

8） 绘制校准曲线和检验指标

根据最小二乘法计算得到质量流量(Q_s)和质量流量计读数(RM)之间的校准曲线，两

者之间呈线性关系，其校准曲线应满足以下校准方程：

$$Q_s = b_1 \times (RM) + a_1 \qquad \text{公式 C1.2}$$

式中

Q_s：质量流量值；

RM：质量流量计流量读数；

b_1：校准曲线斜率；

a_1：校准曲线截距。

为确保对质量流量计进行流量标准传递的准确度在±1%范围内，对所获校准曲线的检验指标应符合以下要求：

相关系数(r)>0.9999；

0.99≤斜率(b_1)≤1.01；

截距(a_1)<满量程±1%；

若其中任何一项不满足指标要求，则需对质量流量计重新进行调整。

9） 注意事项

- 皂膜流量计或湿式流量计在使用前，应先将工作台调节至水平，检查设备连接是否漏气和漏水。
- 测定体积流量时，为减少操作误差和测量误差，一般规定皂膜通过玻璃管不同体积刻度或流量指针通过面板刻度所需的最短时间应大于 30 秒，3 次测定结果的误差应在±1%范围内。

C1.1.1.2 质量流量控制器校准（第二级传递）

校准设备安装和气路连接及质量流量控制器校准和标定过程如下：

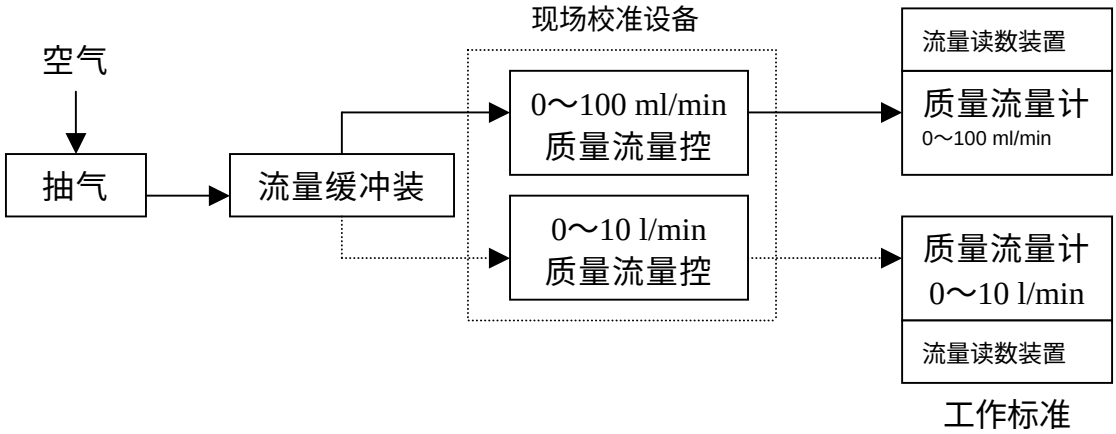


图 C1.2　质量流量控制器标定图

1） 按图 C1.2 连接所有进行流量传递和校准得设备，在连接过程中要检查气路，严防泄漏。

2） 在确保整个气路无气流通过的情况下，观察质量流量控制器读数(RC)，如不为零，调节流量控制器零电位器，使读数(RC)和质量流量计读数(RM)为零。

3） 启动抽气泵，设置质量流量控制器读数(RC)于满量程的 100%，待读数稳定后，观察质量流量控制器读数(RC)与质量流量计读数(RM)是否相符，如不符，调节质量流量控制器内部电位器，使其读数(RC)与质量流量计读数(RM)相符。

4） 如质量流量控制器具有半满量程调节点，则设置质量流量控制器于满量程的 50%，待读数(RC)稳定后，观察质质量流量控制器读数(RC)与质量流量计读数(RM)是否相符，如不符，调节质量流量控制器内部电位器，使读数(RC)与读数(RM)相符。

5） 重复步骤 2)、3)、4）直至不用调节质量流量控制器内部电位器，使读数(RC)与读数(RM)相符，且保持稳定，并分别记录读数(RC)和(RM)。

6） 分别设置质量流量控制器读数(RC)在满量程的 20%、40%、60%和 80%，并观察和记录相应的质量流量控制器读数(RC)和质量流量计读数(RM)。

7） 根据第一级传递所得的质量流量(Q_S)和质量流量计读数(RM)之间的校准方程，将各个质量流量计读数(RM)换算成相应的质量流量(Q_S)。

8） 绘制校准曲线和检验指标

根据最小二乘法计算得到质量流量(Q_S)和质量流量计读数(RM)之间的校准曲线，两者之间呈线性关系，其校准曲线应满足以下校准方程：

$$Q_S = b_2 \times (RC) + a_2 \qquad \text{公式 C1.3}$$

式中

Q_s：质量流量值；

RC：质量流量控制器流量读数；

b_2：校准曲线斜率；

a_2：校准曲线截距。

为确保对质量流量控制器进行流量标准传递的准确度在±1%范围内，对所获校准曲线的检验指标应符合以下要求：

相关系数(r)>0.9999；

0.99≤斜率(b_2)≤1.01；

截距(a_2)<满量程±1%；

若其中任何一项不满足指标要求，则需对质量流量控制器重新进行调整。

C1.1.1.3 质量流量控制器的再校准

对经过校准的质量流量控制器重复 C1.1.1.2 中的步骤进行再校准，再校准后的校准曲线应满足 C1.1.1.2 8）中的指标要求。若其中有一项不满足指标要求，则应反复进行校准，直至全面满足指标要求为止。

C1.1.2 流量标准的直接传递

流量标准直接传递是指经国家计量部门质量检验或标准传递的一级标准流量测量装置直接对用于现场校准的工作标准，如质量流量控制器进行流量校准和标定。

C1.1.2.1 设备安装和气路连接

按图 C1.3 连接所有进行流量转递和校准得设备，在连接过程中要检查气路，严防泄漏。

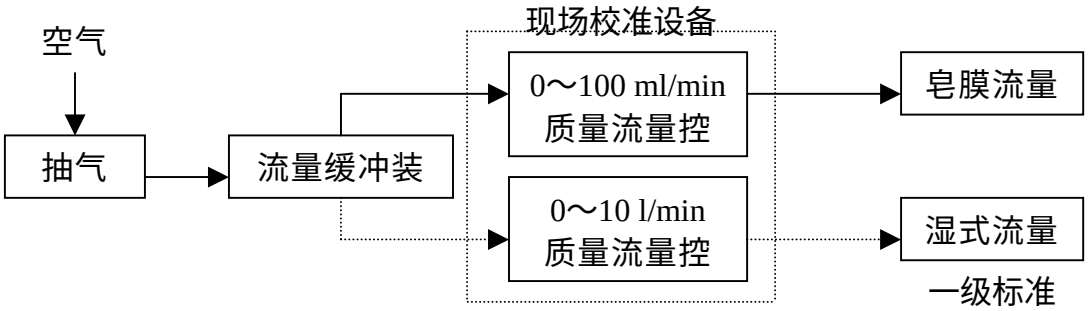


图 C1.3　流量传递与校正系统图

C1.1.2.2 质量流量控制器校准

1) 在确保整个气路无气流通过的情况下，观察质量流量控制器的读数(RC)，如不为零，调节质量流量控制器零电位器，使读数(RC)和一级标准流量测定装置的流量读数为零。
2) 启动抽气泵，设置质量流量控制器读数(RC)于满量程的 100%，待读数稳定后，在皂膜流量计上产生皂膜，用秒表记录皂膜通过玻璃管上 100ml 体积刻度时所需时间；或观察湿式流量计面板流量指针通过面板刻度盘上一定体积刻度所需的时间，以上过程至少重复 3 次，对 3 次进行算术平均，平均结果记为（$\bar{t}$）。如是活塞式流量计，可直接从流量计直接读取流量值。
3) 测定校准现场环境温度和压力等参数。温度、压力测试设备应经国家计量部门检验标定，并在有效使用期限内。将一级标准流量测定装置的实测流量按公式 E1.1 修正至标准状态下的质量流量(Q_s)；如使用活塞式流量计，可直接将读数乘以由温度和压力计算出的修正系数。然后观察质量流量控制器读数(RC)与质量流量(Q_s)是否相符，如不符，调节质量流量控制器内部电位器，使读数(RC)与质量流量(Q_s)相符。
4) 如质量流量控制器具有半满量程调节点，则重复 2）和 3)，设定质量流量控制器读数(RC)在满量程的 50%，待读数稳定后，读数(RC)与一级标准流量测定装置测得的质量流量(Q_s)是否相符，如不符，调节质量流量控制器内部电位器使读数(RC)与一级标准流量测定装置测得的质量流量(Q_s)相符。
5) 重复步骤 2)、3）和 4)，直至不用调节质量流量控制器内部电位器，使质量流量控制器读数(RC)与一级标准流量测定装置测得的质量流量(Q_s)相符，且保持稳

定，并分别记录读数(RC)和(Q_s)。

6) 分别设置质量流量控制器读数(RC)在满量程的 20%、40%、60%和 80%，并观察和记录相应的一级标准流量测定装置的实测流量和质量流量(Q_s)。

7) 绘制校准曲线和检验指标

根据最小二乘法计算得到质量流量(Q_s)和质量流量控制器读数(RC)之间的校准曲线，两者之间呈线性关系，其校准曲线应满足以下校准方程：

$$Q_s = b \times (RC) + a \qquad \text{公式 E1.4}$$

式中

Q_s：质量流量值；

RC：质量流量控制器读数；

b：校准曲线斜率；

a：校准曲线截距。

为确保对质量流量控制器进行流量标准传递的准确度在±1%范围内，对所获校准曲线的检验指标应符合以下要求：

相关系数(r)>0.9999；

0.99≤斜率(b)≤1.01；

截距(a)<满量程±1%；

若其中任何一项不满足指标要求，则需对质量流量计重新进行调整。

C1.1.2.3 质量流量控制器的再校准

步骤和方法同 C1.1.1.3。

C1.1.3 质量流量控制器校准的其他方法

由于不同厂家制造的质量流量控制器内部结构可能有所不同，对质量流量控制器的校准可以产品说明书或使用手册中所提供的校准步骤和方法为准，但校准曲线必须满足检验指标的要求。

C1.2 渗透管恒温装置温度传递

SO_2和 NO_2渗透管的渗透率是随周围温度变化而变化的，渗透率的自然对数与温度呈线性关系。在一定的范围内，温度每变化 0.1°C 将导致渗透率 1%的测定误差，因此放置渗透管的恒温装置温度必须恒定，规定温度波动必须控制在±0.1°C（工作标准为±0.2°C）范围内。为达到以上要求必须对渗透管恒温装置的温度读数进行质量传递，传递的方法如下。

C1.2.1 直接传递（恒温水浴法）

1) 将渗透管恒温装置的测温热敏电阻取出，与标准温度计捆在一起置于恒温水浴的适当部位。

2） 调节和控制恒温水浴的温度，使标准温度计准确指示于规定的温度值。调节恒温装置的控制调节部件，使恒温装置的温度准确指示到所规定的温度值。
3） 调节和控制恒温水浴的温度，使标准温度计准确指示低于规定温度 0.1°C。调节恒温装置的控制调节部件，使恒温装置的温度准确指示到低于所规定温度 0.1°C 的温度值。
4） 重复 2）和 3）步骤，反复调节直到恒温装置指示的温度值与标准温度计指示的温度值相吻合为止，传递过程完成。
5） 将标准温度计和测温热敏电阻从恒温水浴中取出，干燥后将测温热敏电阻重新放回渗透管恒温装置中。

C1.2.2 间接传递（电阻模拟法）

电阻模拟法是用精密电阻箱模拟测温热敏电阻在规定温度下的阻值，以对恒温装置的温度指示部件读数进行标定的方法，标定读数可精确到±0.1°C。对配有渗透管恒温装置的系统子站，用电阻模拟法标定渗透管恒温装置的温度要比用恒温水浴法方便，且可保持渗透管的渗透率测量误差在±2%范围内。间接传递的方法步骤如下：

1） 采用经过国家计量部门质量检验和标准传递过精密电阻箱进行传递。
2） 从渗透管恒温装置的温控电路板上断开测温热敏电阻，在断开的位置连接精密电阻箱取代测温热敏电阻。
3） 调节精密电阻箱的电阻设置，使设置的电阻与渗透管所规定温度相应的测温热敏电阻值相符（例如：对应 30°C 的阻值为 8.057KΩ，对应 35°C 的阻值为 6.530KΩ）。调节恒温装置的控制调节部件，使恒温装置的温度准确指示到所规定的温度值。
4） 调节精密电阻箱的电阻设置，使设置的电阻为低于渗透管所规定温度 0.1°C 相应的测温热敏电阻值（例如：对应 29.9°C 的阻值为 8.092KΩ，对应 34.9°C 的阻值为 6.558KΩ）。调节恒温装置的控制调节部件，使恒温装置的温度准确指示到低于所规定温度 0.1°C 的温度值。
5） 重复 3）和 4）步骤，反复调节直到恒温装置指示的温度值与精密电阻箱设置阻值相对应的温度值相吻合为止，传递过程完成。
6） 从温控电路上取下精密电阻箱，将测温热敏电阻按原位连接。
7） 向渗透管恒温装置接通适量的零气，等待温度指示读数稳定。如果读数超出所规定温度±0.1°C 的范围，调节温度控制部件，使温度指示在规定的波动范围。

C1.3 臭氧发生器标准传递

对臭氧发生器的标准传递，最好选用内含紫外光计和反馈控制装置的臭氧发生器。在不具有一级标准臭氧发生器的情况下，对臭氧发生器的标准传递和标定，可直接采用国家计量部门提供的臭氧发生器作为传递标准，也可用经中国环境监测总站或省、市、自治区环境监测中心站指定进行质量检验和标准传递过的臭氧发生器作为二级标准，对现场校准设备(如多气体校准仪)中的工作标准臭氧发生器进行标准传递和标定。标准传递和标定方法如下：

1） 用用传递标准或二级标准对传递用臭氧监测分析仪进行多点校准，确保传递用监测分析仪具有很好的线性性能。

2) 如臭氧发生器不含有零气发生装置，可按图 C1.4 连接气路。但不管使用共用零气源，还是独立零气源，零气发生器中的干燥、氧化和洗涤材料应全部更新，确保提供的零气为干燥不含臭氧和干扰物质的空气。仪器连接好后，应进行气路检查，严防漏气。对排空口排出的气体，应通过管线连接到室外或在排空口加装臭氧过滤器去除排出的臭氧。
3) 臭氧发生器与传递标准或工作标准最好使用同一个零气源。选用的零气源的稀释零气量一定要超过臭氧标准传递用臭氧监测分析仪的气体需要量。
4) 在保证稀释零气流量恒定的前提下，通过调节臭氧发生器的臭氧发生控制装置，向标准传递用臭氧监测分析仪给出仪器响应满刻度值 0、15%、30%、45%、60%、75%和 90%浓度的臭氧输出。

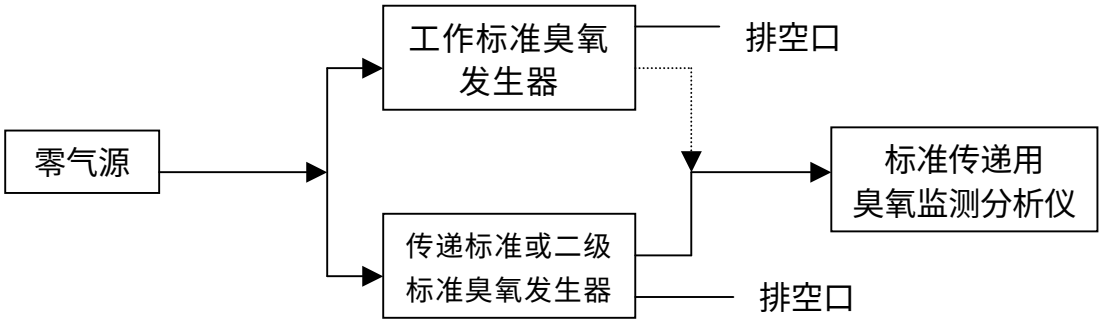


图 C1.4 臭氧发生器标准传递图

5) 通过传递标准或二级标准臭氧发生器的标准工作曲线，计算臭氧监测分析仪响应所对应的标准工作曲线的浓度值，并与工作标准臭氧发生器臭氧浓度读数或刻度设置值和稀释零气量一起作记录。
6) 按照步骤 5)的结果，绘制工作标准臭氧发生器臭氧浓度读数或刻度设置值和稀释零气量与传递标准或二级标准臭氧发生器对应浓度值之间的校准曲线(注意：该曲线不一定呈线性)。至此完成了工作标准臭氧发生器的标准传递和标定。

C2 标准物质的传递

气体标准物质是用于环境空气质量监测的计量标准，空气质量的分析方法和监测仪器设备的浓度监测范围及读数刻度是用气体标准物质进行标定和校准。在环境空气自动监测系统中，通常采用逐级传递下来的工作标准级气体标准物质，进行监测仪器设备的标定和校准。

C2.1 渗透管的标准传递

由于渗透管体积小、重量轻、便于携带和运输，在空气质量自动监测系统中作为标准气源被广泛使用，对渗透管的标准传递有两种方法被使用，方法如下：

C2.1.1 仪器校准法

1) 用国家计量部门提供的或中国环境监测总站统一发放的一级标准渗透管作为传递标准，用批量购进的渗透管作为工作标准。选用工作正常，且性能指标符合

规定的要求，具有很好线性性能的监测分析仪作为传递用监测分析仪（主要是 NO_2 或 SO_2 监测分析仪器）。

2） 按图 C2.1 连接气路。要求图中零气源的干燥器、氧化池和洗涤池中的填料全部为新换填料，确保提供的零气为干燥不含待测组分的空气。仪器连接好后，应进行气路检查，严防漏气。对排空口排出的气体，应通过管线连接到室外。

3） 工作标准渗透管的渗透率可比传递标准的渗透率高或低，通过改变多气体校准仪稀释零气的流量，在传递用监测分析仪器的被校量程范围内产生所需的浓度。

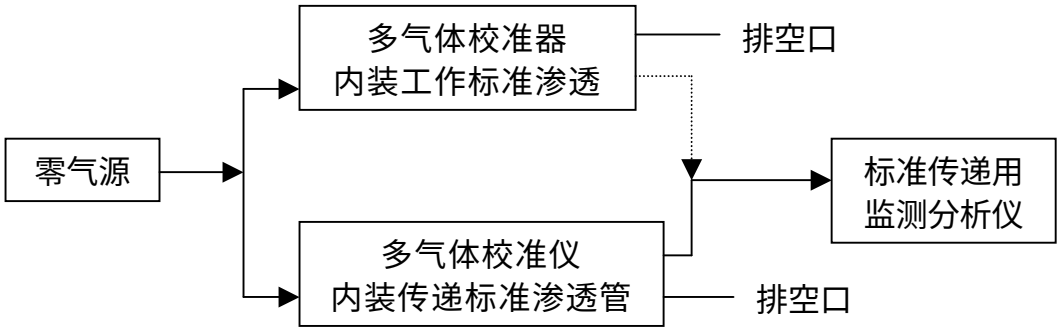


图 C2.1　传递仪器校准图

4） 进行标准传递前，应将工作标准渗透管和传递标准渗透管分别放置在两个多气体校准仪的渗透管恒温装置中，恒温装置的温度控制在渗透管规定温度±0.1℃的范围内。渗透管周围应有 50～500 ml/min 的零气或氮气通过，均衡 48 小时后开始进行标准传递。

5） 检查传递用监测分析仪以前所做的多点校准是否有效。先向监测分析仪器通零气进行零点校准，然后用传递标准通过公式 C2.1 分别产生两个浓度的标气（满量程值的 50%和 90%）。观察仪器响应，如果两个标气响应值中的任何一个与传递标准曲线对应的值之间偏差>2%，则在进行下一个步骤前，必须对监测分析仪重新进行多点校准。

$$\langle SO_2\rangle out = (P_r \times 0.350) / (F_C + F_D) = (P_r \times 0.350) / F_T$$

…公式 C2.1

式中：$\langle SO_2\rangle out$ 是以 SO_2 渗透管为例拟配置的 SO_2 标准浓度(ppm)；P_r 是渗透管的真实渗透率（在此为传递标准的真实渗透率μg/min）；F_C 是流经渗透管恒温装置的载气流量；F_D 是稀释空气的流量；F_T 是多气体校准仪输出气体流量。

6） 通过改变稀释零气的流量，使工作标准渗透管在监测分析仪器满量程 60%～85%范围内产生 1～2 个浓度值，记录零气流量值、监测分析仪器响应值和相应的传递标准值。

7） 再次改变稀释零气的流量，使工作标准渗透管在监测分析仪器满量程 20%～50%范围内产生 1～2 个浓度值，记录零气流量值、监测分析仪器响应值和相应的传递标准值。

8） 工作标准渗透管的真实渗透率定值，可通过公式 C2.2 来实现。

$$P_r = (C \times M \times F_Z) / G \qquad \text{…公式 C2.2}$$

式中：P_r 是渗透管的真实渗透率（在此为工作标准的真实渗透率μg/min）；C 是来自传递用监测分析仪器实际响应值相应传递标准校准曲线的浓度

（ppm）；M 是渗透管中气体摩尔分子量（g / mol）；F_z是稀释空气的流量（L / min）；G 气体体积常数，在标准状态下（101.326Kpa 和 0°C）为 22.4L / mol。

对于 SO_2渗透管，在标准状态时，公式 C2.2 可简化成公式 C2.3

$$P_r = (C \times F_Z) / 0.350 \qquad \text{....公式 C2.3}$$

9) 通过计算得到渗透管的两组真实渗透率值应符合在 4%范围内，对它们取平均值完成对工作标准渗透管的标准传递工作。如果两组真实渗透率超出以上范围，应重新检查传递用监测分析仪器的线性度和稀释零气流量值。

C2.1.2 称重法

在不具备高一级传递标准的情况下，可从待测的工作标准渗透管中任选 1～2 只，用经典的称重法确定渗透率，以此作为整个系统用渗透管的传递标准（主要是 SO_2和 NO_2工作标准），然后用上述的传递仪器校准法，对工作标准进行传递。称重法的传递过程及方法如下：

1) 应确保渗透管恒温装置的温度指示读数已经校准，且恒温装置的温度控制在渗透管规定温度的±0.1°C 范围内。
2) 小心将渗透管放入恒温装置中，渗透管周围应保持 50～500 ml/min 的零气流量，均衡 48 小时左右开始进行标准传递。
3) 从恒温装置中小心取出渗透管，用万分之一感量的精密天平进行称重。渗透管恒温装置应尽量靠近天平，渗透管恒温装置的排气口应用管线连接室外。称重操作要求迅速准确，尽量减少渗透管从恒温装置中取出因温度急剧变化给渗透管带来的测量误差，要求在 5 分钟之内完成称重。称重时不可直接接触渗透管管壁，以免渗透管被沾污，引起称重误差。记录称重时间和渗透管重量，然后把渗透管重新放入恒温装置中。
4) 经过一定时间 48 小时以上，重复步骤 3）的称重工作。两次称重之差（既渗透管失重）为该渗透管的称重渗透率（Pr），可用公式 C2.4 计算。

$$P_r = (W_1 - W_2) / (T_1 - T_2) \times 10^6 \qquad \text{....公式 C2.4}$$

式中：为工作标准渗透管的称重渗透率（μg / min）；W_1为 T_1时间的渗透管重量（g）；W_2为 T_2时间的渗透管重量(g)。

5) 重复步骤 3）和 4）连续至少 5 次以上并记录，作为一次称重周期。将称重周期内每次称重所得的称重渗透率用公式 C2.4 进行平均，则得到作为传递标准渗透管的渗透率，到此完成了对传递标准渗透管的定值工作。要求各次测定的称重渗透率与平均结果之间应相符在 1～2%范围内，才可将称重的渗透管作为传递标准。

C2.2 钢瓶标准气的标准传递

在空气质量自动监测系统中钢瓶标准气做为标准气源被广泛使用，对钢瓶标准气的标准传递有两种方法被使用，方法如下：

C2.2.1 钢瓶标准气传递法

1) 用国家计量部门提供的或中国环境监测总站统一发放的一级标准钢瓶气作为传递标准，用批量购进的钢瓶标准气作为工作标准。钢瓶标准气的压力应符合要

求，并且充足。钢瓶标准气所用的减压阀和压力表必须经过国家计量部门质量检验和标定，在有效期内使用。

2） 选用工作正常，且性能指标符合规定要求的监测分析仪作为传递用监测分析仪。用工作标准钢瓶标准气对传递用监测分析仪进行多点校准，确保监测分析仪器具有很好线性性能。

3） 按图 C2.2 连接气路。要求图中零气源的干燥器、氧化池和洗涤池中的填料全部为新换填料，确保提供零气为干燥不含待测组分的空气。仪器连接好后，应进行气路检查，严防漏气。对排气口排出的气体，应通过管线连接到室外。

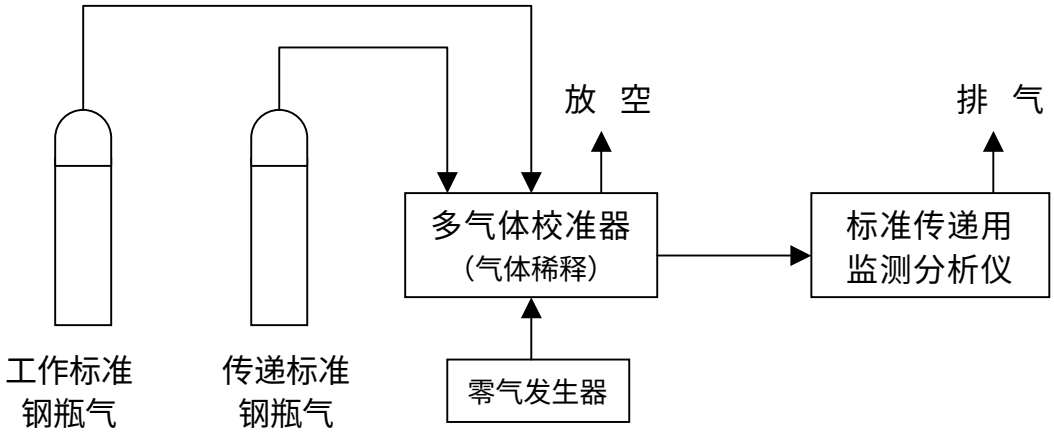


图 C2.2　钢瓶标准气传递法图

4） 向传递用监测分析仪器通零气，检查和设置零点。按工作标准钢瓶气的标牌浓度值用公式 C2.5 产生监测分析仪器满量程 90%浓度的标气，待监测分析仪器读数稳定，记录仪器响应值（V0）。

$$C\,[GAS] = F_G / (F_Z + F_G) \times C[CYL] \qquad \text{….公式 C2.5}$$

式中：C [GAS]为通过多气体校准系统配制的所需气体浓度(ppm)；F_G 为工作标准钢瓶气的流量(ml / min)；F_Z 工作标准钢瓶气的稀释零气流量(L / min)；C[CYL]工作标准钢瓶气的标牌浓度(ppm)。

5） 按公式 C2.6 用传递标准钢瓶气的标牌浓度值计算产生监测分析仪器满量程 90%的浓度值所需设置传递标准钢瓶气的流量。进行流量设置，向监测分析仪器输出该浓度的标气。待监测分析仪器读数稳定，记录仪器响应值（V1）。

$$F_G = (F_Z \times C\,[GAS]) / (C[CRM] - C\,[GAS]) \qquad \text{…..公式 C2.6}$$

式中：F_G 为传递标准钢瓶气的流量（ml / min）；F_Z 传递标准钢瓶气的稀释零气流量(L / min)；C[CRM]传递标准钢瓶气的标准浓度(ppm)。

6） 用公式 C2.7 计算被传递后工作标准钢瓶气的真实浓度值。

$$C = K \times C[CYL] = V_0 / V_1 \times C[CYL] \qquad \text{….公式 C2.7}$$

式中：C 为工作标准钢瓶气的真实浓度(ppm)；K 为修正系数；C[CYL]工作标准钢瓶气的标牌浓度（ppm）。

7） 为了进行检查和核实，按公式 C2.7 求得工作标准钢瓶气的真实浓度值代入公式 C2.5，确定产生满量程 90%的浓度值所需设置的工作标准钢瓶气流量，按计算结果设置多气体校准器的流量，向传递用监测分析仪器输出标气，待监测分析仪器读数稳定，记录仪器响应值（V2），响应值 V2 与 V1 之间的百分偏差应(σ)在±1.5%的范围之内。

$$\sigma\,(\%) = (V_2 - V_1) / V_1 \times 100 \qquad \text{….公式 C2.8}$$

8）重复步骤 4）到 7）的测定过程 3 次（在此期间不要调节传递用监测分析仪器，以暴露仪器在响应过程中不确定和不规则变化现象），计算工作标准钢瓶气 3 组真实浓度值的平均值。如果任何一次真实浓度值与平均值之间的偏差大于 1.5%，应检查原因，重做一组合格的数据取代它。

C2.2.2　渗透管传递法

1）用国家计量部门提供的或中国环境监测总站统一发放的一级标准渗透管作为传递标准，用批量购进的钢瓶标准气作为工作标准。注意所选用作为传递标准渗透管的渗透率和作为工作标准钢瓶标准气的标牌浓度值，都应在所配制标气浓度适用于传递用监测分析仪器的量程范围内。钢瓶标准气的压力应符合要求，并且充足。钢瓶标准气所用的减压阀和压力表必须经过国家计量部门质量检验和标定，在有效期内使用。

2）选用工作正常，且性能指标符合规定要求的监测分析仪作为传递用监测分析仪。用传递标准渗透管对传递用监测分析仪进行多点校准，确保监测分析仪器具有很好线性性能。

3）按图 C2.3 连接气路。要求图中零气源的干燥器、氧化池和洗涤池中的填料全部为新换填料，确保提供零气为干燥不含待测组分的空气。仪器连接好后，应进行气路检查，严防漏气。对排气口排出的气体，应通过管线连接到室外。

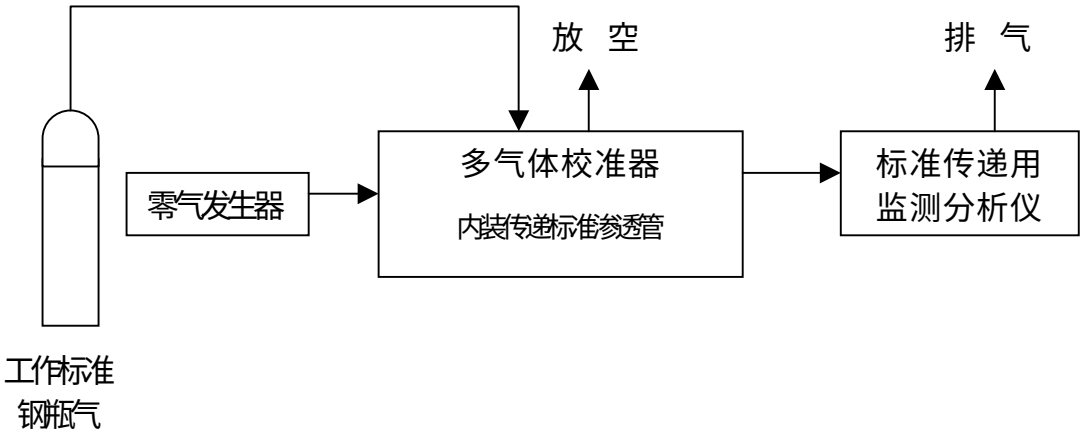


图 C2.3　　渗透管传递图

4）向传递用监测分析仪器通零气，检查和设置零点。按公式 C2.9 用传递标准渗透管的标准渗透率值产生监测分析仪器满量程 90%浓度的标气，待监测分析仪器读数稳定，记录仪器响应值（V0′）。

$$C[SO_2] = 0.350Pr / F_Z' \qquad \text{…. 公式 C2.9}$$

式中：$C[SO_2]$为以 SO2 为例通过多气体校准器配制的所需标准气体浓度（ppm）；Pr 为一级标准渗透管的标准渗透率（μg / min）；F_z'为渗透管的稀释气流量（L / min）。

5）按公式 C2.5 用工作标准钢瓶气的标牌浓度值计算出校准监测分析仪器满量程 90%浓度值的标气。待监测分析仪器读数稳定，记录仪器响应值（V1′）。

6）用公式 C2.10 计算被传递后工作标准钢瓶气的真实浓度值。

$$C = K \times C[CYL] = V_1' / V_0' \times C[CYL] \quad \ldots \text{ 公式 C2.10}$$

式中：C 为工作标准钢瓶气的真实浓度(ppm)；K 为修正系数；C[CYL]工作标准钢瓶气的标牌浓度（ppm）。

7） 为了进行检查和核实，按公式 C2.10 求得工作标准钢瓶气的真实浓度值代入公式 C2.5，确定产生满量程 90%的浓度值所需设置的工作标准钢瓶气流量，按计算结果设置多气体校准器的流量，向传递用监测分析仪器输出标气，待监测分析仪器读数稳定，记录仪器响应值（V2′），响应值 V2′与 V0′之间的百分偏差应在±2%的范围之内。

$$\sigma(\%) = (V_2' - V_0') / V_0' \times 100 \quad \ldots\text{公式 C2.11}$$

8） 重复步骤 4）到 7）的测定过程 3 次（在此期间不要调节传递用监测分析仪器，以暴露仪器在响应过程中不确定和不规则变化现象），计算工作标准钢瓶气 3 组真实浓度值的平均值。如果任何一次真实浓度值与平均值之间的偏差大于 2%，应检查原因，重做一组合格的数据取代它。

附录 D　环境空气自动监测仪器校准

D1　单点校准

1）向监测分析仪器通零气，记录响应值，用公式 D1.1 计算零点漂移。

$$ZD(\%) = ZD' / URL \times 100 = (Z' - Z) / URL \times 100 \qquad \text{.....公式 D1.1}$$

式中：ZD 为零点漂移量（%）；ZD′为零点偏移量（ppm）；URL 为仪器使用量程的上限（ppm）；Z 为规定检查用零气的浓度值（ppm）；Z′为监测分析仪不做零调节对该零气的响应值（ppm）。

2）向监测分析仪器通满量程 75%～90%浓度值范围内的标气，用公式 D1.2 计算跨度漂移。

$$SD(\%) = SD' / S \times 100 = (S' - ZD' - S) / S \times 100 \qquad \text{..... 公式 D1.2}$$

式中：SD 为跨度漂移量（%）；SD′为跨度偏移量（ppm）；S 为规定检查用标气的浓度值（ppm）；ZD′为零气偏移量；S′为监测分析仪不做零调节对该标气的响应值（ppm）。

3）按图 D1.1 质量控制图，确定仪器是否进行调整或维修

4）当监测分析仪器零点漂移达到调节控制限范围内，需要对仪器进行重新调零时，调节后的跨度漂移计算公式可以简化为公式 D1.3

$$SD(\%) = SD' / S \times 100 = (S' - S) / S \times 100 \qquad \text{.....公式 D1.3}$$

式中：SD 为跨度漂移量（%）；SD′为跨度偏移量（ppm）；S 为规定检查用标气的浓度值（ppm）；S′为监测分析仪不做零调节对该标气的响应值（ppm）。

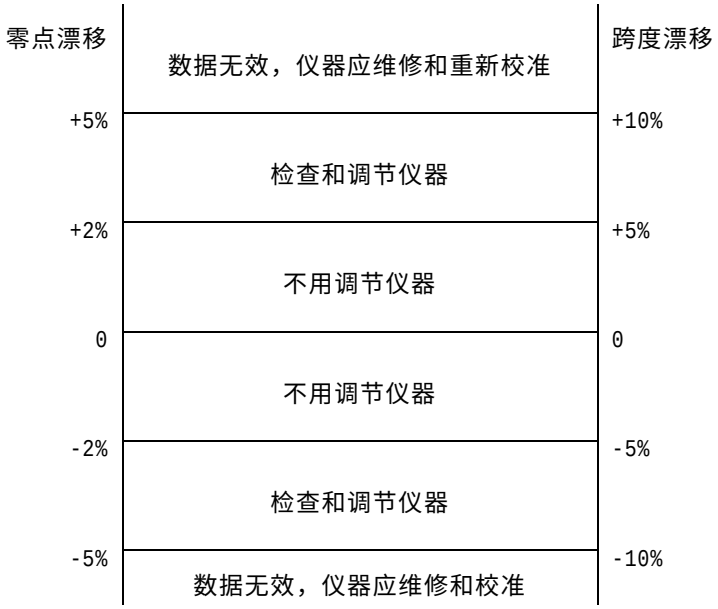


图 D1.1　　质量控制图

5）对于子站计算机具有修正功能的系统，可根据监测仪器当日或近期的零点和跨度校准值，对漂移控制限内的仪器零点和跨度漂移进行修正，以保证获得监测

数据的准确性，修正公式如下：

$$C = (S - Z) \times (C_0 - Z' + Z) / [S' - (Z' - Z)] \qquad \text{……公式 D1.4}$$

式中：C 为被修正了的监测分析仪器的浓度值（ppm）；S 为规定检查用标气的浓度值（ppm）；Z 为规定检查用零气的浓度值（ppm）；S′为监测分析仪不做零调节对该标气的响应值（ppm）；Z′为监测分析仪不做零调节对该零气的响应值（ppm）；C_0为监测仪器实际响应的浓度值。

D2　多点校准

1) 在确保多气体校准仪经检验仪器性能完全符合要求（质量流量控制器准确度在±1%，渗透室温度在±0.1℃，臭氧发生器准确度在±2%）的情况下，向监测分析仪器分别通该仪器满量程 0、10%、30%、50%、70%和 90%浓度值的标气，待各点读数稳定后分别记录各点的响应值。
2) 用最小二乘法绘制仪器校准曲线，最小二乘法的计算公式见表 D2.1

表 D2.1　　最小二乘法计算公式（$Y = aX + b$）

$\overline{X} = (\sum X) / N$	$r = a\ S_X / S_Y$
$\overline{Y} = (\sum Y) / N$	$S_Y = [(\sum Y^2/N - \overline{Y}^2)/(N-1)]^{1/2}$
$a = [\sum XY - (\sum X \sum Y)/N] / [\sum X^2 - (\sum X)^2/N]$	$S_X = [(\sum X^2/N - \overline{X}^2)/(N-1)]^{1/2}$
$b = \overline{Y} - a\overline{X}$	
式中：$\overline{X}$为 X 变量的平均值；$\overline{Y}$为 Y 变量的平均值；S_Y为 Y 变量的标准偏差；S_X为 X 变量的标准偏差，a 为斜率；b 为截距，r 为相关系数。	

3) 对所获校准曲线的检验指标应符合以下要求：

相关系数(r)>0.999；

0.99≤斜率(b)≤1.01；

截距(a)<满量程±1%；

4) 若其中任何一项不满足指标要求，则需对监测分析仪器重新进行调整后，再次进行多点校准，直至取得满意的结果。

附录 E　环境空气自动监测仪器性能审核方法

E1．点式自动监测仪器

E1.1　精密度审核

点式自动监测仪器的精密度审核方法要求如下：

1）每次精密度审核时应向监测仪器输入规范中要求的标气，记录仪器响应值（Y_i），记录已知标气值为（X_i）。（对于 PM_{10} 监测仪器，应将相应公式中的测定浓度代之为测定流量，标气浓度代之为设定流量。）

2）用公式 E1.1 计算该仪器的百分误差。

$$d_i = (Y_i - X_i) / X_i \times 100 \qquad \cdots\cdots \text{公式 E1.1}$$

3）用公式 E1.2 和 E1.3 计算每季度或全年总的标准差，作为该仪器报出的精密度。

$$\overline{d}_j = \frac{\sum_{i=1}^{n} d_i}{n} \qquad \text{…….公式 E1.2}$$

式中：n 为一个季度或一年所做的该仪器的精密度审核的次数。

$$S_j = \{ [\sum d_i^2 - (\sum d_i)^2 / n] / (n-1) \}^{1/2}$$

…….公式 E1.3

4）用公式 E1.4 和 E1.5 计算每季度或全年总的标准差，作为该子站或全系统报出的精密度。

$$\overline{D} = \frac{1}{K}\sum_{j=1}^{K} d_j \qquad \text{……. 公式 E1.4}$$

式中：$\overline{D_i}$ 为某子站或全系统计算的一个季度或一年的总平均百分差，K 为一个季度或一年所做精密度审核该子站的监测项目数或该系统的子站数。

$$S_a = \sqrt{\frac{1}{K}\sum_{j=1}^{K} S_j^2} \qquad \text{…….公式 E1.5}$$

5）在公式 E1.4 和 E1.5 中是假设每台仪器审核的次数是相同的，如果不相同，则使用公式 D1.6 和 D1.7 计算，得到加权平均值和加权标准差。

$$\overline{D} = \frac{n_1 d_1 + n_2 d_2 + \mathrm{K} + n_j d_j + \mathrm{K} + n_K d_K}{n_1 + n_2 + \mathrm{K} + n_j + \mathrm{K} + n_K}$$

……. 公式 E1.6

$$S_a = \sqrt{\frac{(n_1-1)S_1^2+(n_2-1)S_2^2+\mathrm{K}+(n_j-1)S_j^2+\mathrm{K}+(n_K-1)S_K^2}{n_1+n_2+\mathrm{K}+n_j+\mathrm{K}\ n_K-K}}$$

…….公式 E1.7

6） 用公式 E1.8 和 E1.9 计算报出数据精密度 95%的可信度区间。

报出数据精密度可信度区间上限 = $\overline{D}$ + 1.96 S_a .公式 E1.8

报出数据精密度可信度区间下限 = $\overline{D}$ - 1.96 S_a …….公式 E1.9

7） 作为一个目标，精密度 95%的可信度区间（$\overline{D}$ ± 1.96 S_a）≤±15%。

E1.2 准确度审核

1） 每次准确度审核时应向监测仪器输入规定要求的标气，记录仪器响应值（Y_i），记录已知标气值为（X_i）。
2） 用公式 E1.1 计算该仪器的百分误差（di）。
3） 用公式 E1.10 和公式 D1.11 计算该仪器报出的准确度。

$$\overline{D} = \sum d_i / k$$ ……公式 E1.10

式中：K 为审核点数。d_i 为每个审核点的百分误差。

$$S_a = \{ 1/(k-1) \times [\sum d_i^2 - 1/K(\sum d_i)^2] \}^{1/2}$$

…….公式 E1.11

4） 按附录 D 中规定的最小二乘法步骤做出多点校准曲线，用斜率，截距和相关系数对仪器进行评价和分析。
5） 用公式 E1.4 和 E1.5 计算该子站或全系统报出的准确度。
6） 用公式 E1.8 和 E1.9 计算报出数据准确度 95%的可信度区间

7） 作为一个目标，准确度 95%的可信度区间（$\overline{D}$ ± 1.96 S_a）≤±20%。

E2 开放光程监测仪器

由于开放光程监测仪器的采样监测部位全部暴露在几百米的环境空间中，因此对该仪器的校准，不能用上面提到的单点或多点的校准方法直接通标气进行校准。通常采用在监测光束中插入检查池，用等效的方法进行校准。

E2.1 精密度检查

1） 分析仪精密度检查必须在没有气象因数干扰（大雾、下雨、下雪和灰尘密度较高等因素干扰）的情况下进行。

2） 用公式 E2.1 选择钢瓶标准气浓度。

$$C_t = C_m \times L/2L_C \qquad \text{.....公式 E2.1}$$

式中：C_t 为钢瓶标准气浓度（μg/m³）；C_m 为仪器设定最大量程（μg/m³）；L 为监测光程长度（m）；L_c 为加入监测光束中检查池长度（m）。

3） 用公式 E2.2 确定等效浓度。

$$C_e = C_t \times L_C / L \qquad \text{.....公式 E2.2}$$

式中：C_e 为等效浓度（μg/m3）；C_t 为钢瓶标准气浓度（μg/m³）;；L 为监测光程长度（m）；L_c 为加入监测光束中检查池长度（m）。

4） 向检查池通标气，按图 E2.1（T1，T2，T3，按各仪器的要求确定的时间间隔）记录分析仪器响应值。

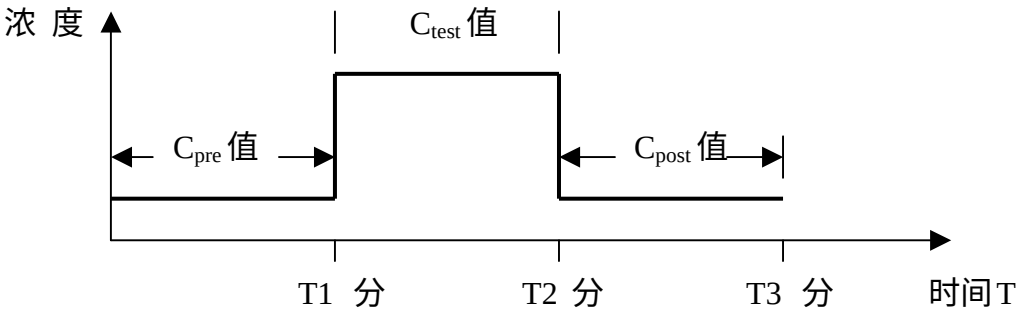


图 E2.1　时间记录仪响应曲线

5） 按公式 E2.3 计算基线差。要求基线差不能超过 20%，否则检查结果无效。由于环境背景受气象或污染空气瞬间变化等因素干扰，使检测背景波动引起基线差变大。因此在做仪器准确度检查时，要求环境背景相对稳定，最好选在气象或污染空气瞬间变化相对稳定的时段进行。

$$\triangle = \left| C_{pre} - C_{post} \right| / C_e \times 100 \qquad \text{.....公式 E2.3}$$

式中：△为基线差（%）；C_{pre} 为进行准确度检查前的环境监测值（μg/m₃，取该时段中最后时刻的读数）；C_{post} 为加入标气测试完毕后监测的环境监测值（μg/m₃，取该时段中最后时刻的读数）；C_e 为等效浓度（μg/m₃）。

6） 按公式 E2.4 计算修正浓度值（扣除背景的实测值）。

$$C_C = C_{test} - (C_{pre} + C_{post}) / 2 \qquad \text{.....公式 E2.4}$$

式中：C_c 为修正浓度值（μg/m3）；C_{test} 为加标气到检查池后，仪器响应值（μg/m³）；

7） 按公式 E2.5 分析仪读数的误差。

$$d = (C_C - C_e) / C_e \times 100 \qquad \text{.....公式 E2.5}$$

式中：d 为分析仪读数误差（%）；C_c 为修正浓度值（μg/m3）；C_e 为等效浓度值（μg/m³）；

8） 按 E1.1 步骤 3）到 7）的方法进行精密度检查。

E2.2 准确度检查

1) 用上述精密度检查步骤（2）到步骤（6）的方法，通过采用改变钢瓶标准气的浓度或选用厂家提供的专用校准装置通过改变检查池的长度，得到满量程范围3～8%、15～20%、35～45%和 80～90%等测点的等效浓度值 C_e，向分析仪器检查池分别注入标气，记录各测点相应的响应值 C_{test}。
2) 分别计算各测点的修正浓度值，按 E1.2 步骤 3）到 7）的方法进行准确度检查。