

大气成分观测业务技术手册

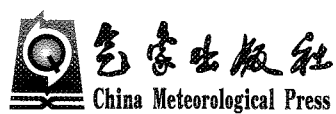
第二分册 气溶胶观测

中国气象局综合观测司

大气成分观测业务技术手册

第二分册 气溶胶观测

中国气象局综合观测司



内容简介

为了满足中国气象局大气成分观测站网业务化运行的需求,进一步规范业务人员对业务系统的日常操作和运行维护,并为相关人员了解测量原理、开展业务工作提供参考,中国气象局综合观测司组织有关专家及有经验的台站业务技术人员,共同编写了《大气成分观测业务技术手册》。本《手册》是《大气成分观测业务规范(试行)》的重要补充,由温室气体及相关微量成分、气溶胶观测、反应性气体观测和臭氧柱总量及廓线等四个分册组成,并将根据业务发展的需求补充完善其他大气成分观测内容。

本《手册》供中国气象局业务管理和科技业务人员学习与业务应用。

图书在版编目(CIP)数据

大气成分观测业务技术手册/中国气象局综合观测司编著.

—北京:气象出版社,2014.7

ISBN 978-7-5029-5969-2

I. ①大… II. ①中… III. ①大气成分-观测-技术手册 IV. ①P421.3-62

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2014)第 151253 号

出版发行:气象出版社

地 址:北京市海淀区中关村南大街 46 号

总 编 室:010-68407112

网 址:<http://www.cmp.cma.gov.cn>

责任编辑:林雨晨

封面设计:詹 辉

印 刷:北京中新伟业印刷有限公司

开 本:880 mm×1230 mm 1/16

字 数:1344 千字

版 次:2014 年 7 月第 1 版

定 价:150.00 元(全套)

邮政编码:100081

发 行 部:010-68409198

E-mail: qxcbs@cma.gov.cn

终 审:周诗健

责任技编:吴庭芳

印 张:41.5

印 次:2014 年 7 月第 1 次印刷

本书如存在文字不清、漏印以及缺页、倒页、脱页等,请与本社发行部联系调换

编写说明

为了实施《大气成分观测业务规范(试行)》，进一步推进环境气象及大气成分观测业务化,满足观测站网运行的需求,使观测人员了解仪器设备的测量原理、掌握仪器的操作和维护技能,综合观测司组织有关单位和专家编写了《大气成分观测业务技术手册》。

《大气成分观测业务技术手册》是《大气成分观测业务规范(试行)》的重要补充,由温室气体及相关微量成分、气溶胶观测、反应性气体观测和臭氧柱总量及廓线等四个分册组成,并将根据业务发展的需求补充完善其他大气成分观测内容。

《气溶胶观测》分册由中国气象局气象探测中心、中国气象科学研究院编写。参加本手册编写的人员主要有:张晓春、颜鹏、林伟立、汤洁、赵飞、王垚、鲁赛、贾小芳、李菲、董番、孟燕军、王缅、李杨、荆俊山、靳军莉、于大江、马千里、宋庆利、周怀刚、刘鹏、王剑琼、俞向明、李邹、许正旭、温民、李楠、王亚强、孙俊英、车慧正、张养梅等。

随着台站及实验室已建系统运行维护经验的不断总结积累,以及在建系统陆续投入运行,本分册相关内容也将随之补充完善,定期更新。

目 录

编写说明

第 1 章 Grimm180 颗粒物监测仪	(1)
1.1 基本原理和系统结构	(2)
1.2 仪器安装	(11)
1.3 日常运行和维护	(17)
1.4 数据采集	(23)
1.5 故障处理和注意事项	(38)
第 2 章 TEOM—1400a/1405 型颗粒物质量浓度监测仪	(42)
2.1 TEOM—1400a 基本原理和系统结构	(42)
2.2 TEOM—1400a 安装调试	(46)
2.3 TEOM—1400a 日常运行维护和校准	(49)
2.4 TEOM—1400a 数据采集	(59)
2.5 TEOM—1400a 故障处理和注意事项	(60)
2.6 TEOM—1405 基本原理和系统结构	(62)
2.7 TEOM—1405 安装调试	(65)
2.8 TEOM—1405 日常运行维护和校准	(72)
2.9 TEOM—1405 数据采集	(90)
2.10 TEOM—1405 故障处理和注意事项	(90)
第 3 章 AE—31 型黑碳气溶胶观测仪	(95)
3.1 基本原理和系统结构	(95)
3.2 安装调试	(101)
3.3 日常运行维护和校准	(112)
3.4 数据采集	(116)
3.5 故障处理和注意事项	(122)
第 4 章 CE318 型太阳光度计	(125)
4.1 基本原理和系统结构	(125)
4.2 安装调试	(127)
4.3 数据采集	(137)
4.4 故障处理和注意事项	(144)
第 5 章 M9003/Aurora1000 型气溶胶浊度仪操作技术手册	(153)
5.1 基本原理和系统结构	(153)
5.2 安装调试	(160)
5.3 日常运行、维护和标校	(171)
5.4 数据采集	(178)
5.5 注意事项	(184)
第 6 章 MiniVol 便携式气溶胶采样器	(186)
6.1 基本原理与系统结构	(186)

6.2	仪器安装	(187)
6.3	日常运行、维护和标校	(190)
6.4	故障处理	(194)
第 7 章	FD12 型能见度仪操作技术手册	(196)
7.1	基本原理和系统结构	(196)
7.2	安装调试	(200)
7.3	日常运行、维护和标校	(208)
7.4	数据格式	(224)
7.5	故障处理	(228)
第 8 章	附录	(231)
8.1	仪器检查记录表	(231)
8.2	仪器巡检表	(233)

第1章 Grimm180 颗粒物监测仪

大气颗粒物(particulate matter, PM)是指均匀分散在空气中的各种固体或液体微粒。这些微粒一般含有离子成分(以硫酸及硫酸盐气溶胶、硝酸及硝酸盐气溶胶为代表)、微量元素成分(包括重金属和稀有金属等)和有机物成分(如不挥发或半挥发性有机物、多环芳烃等),其化学组成非常复杂。它们在空气中形成相对稳定的悬浮体系,即大气气溶胶(aerosol),在许多地球物理和地球化学的变化过程中扮演重要角色,影响到大气化学反应、云的形成、太阳对地球的辐射平衡以及气候变化和人体健康,而这些影响受颗粒物化学组成和粒径分布控制。因此,大气气溶胶的研究是大气科学和环境科学的重要课题,也是全球变化研究的重要内容。

大气颗粒物的许多重要特征,如化学成分、体积、质量和沉降速度等都和粒子大小有关,而气溶胶的辐射和成云作用也受化学组成和粒径(D_p)分布控制。大气颗粒物的空气动力学直径范围约为 $0.002 \sim 100 \mu\text{m}$,其中总悬浮颗粒物(total suspended particles, TSP)则是包含了全部粒径的颗粒物总称。颗粒物的浓度一般呈三模态,即爱根模(或称核模, $D_p < 0.1 \mu\text{m}$)、积聚模($0.1 \sim 1 \mu\text{m}$)和粗模($D_p > 1 \mu\text{m}$)三个区间出现峰值。实际粒径分布在空间和时间上有很大不同。

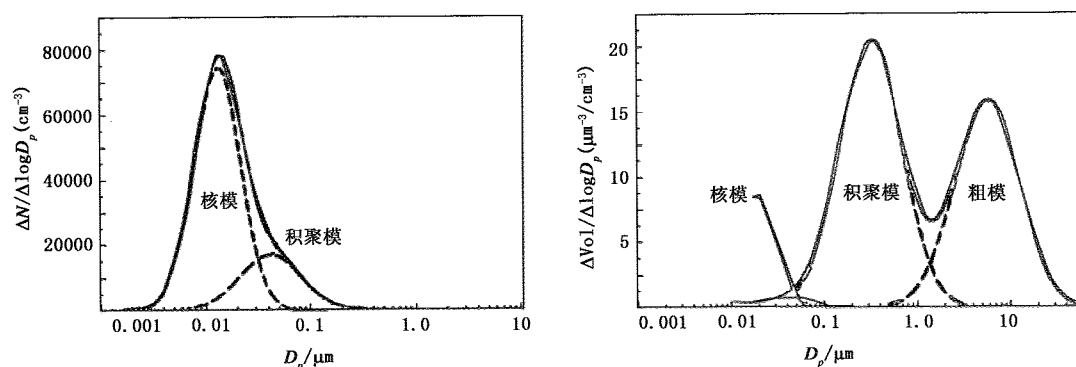


图 1-1 大气颗粒物粒径分布(Whitby, 1978)

(左:数浓度;右:体积浓度)

不同粒径的颗粒物反映了粒子来源及形成机制。燃烧源排放和成核作用形成的颗粒物粒径一般小于 $0.2 \mu\text{m}$; $0.2 \sim 0.5 \mu\text{m}$ 之间的粒子主要是由大气中氧化剂和气态有机物反应的生成物以及 SO_4^{2-} 的二次气溶胶组成,对人体健康、大气能见度和酸沉降影响最大;在长距离的输送和成云过程中, $0.2 \sim 1 \mu\text{m}$ 粒径段的颗粒物起主要作用。直接排入大气和机械产生的初级颗粒物是对粗粒子最大的贡献者,如土壤尘(主要成分是硅酸盐、Al、Fe 和 Ca 元素)、海洋飞沫(主要元素是 Na 和 Cl 元素)和植物颗粒物(主要成分是有机物),其中碱性物质起中和酸雨的作用。大气中的化学反应也是粗粒子的来源之一,如 HNO_3 与土壤或海盐颗粒物发生反应而生成粗粒子硝酸盐。TSP 中对人体健康影响最大的部分是 PM_{10} ($D_p < 10 \mu\text{m}$);其中, $\text{PM}_{2.5}$ ($D_p < 2.5 \mu\text{m}$) 可以通过鼻腔进入肺泡。大量流行病学的研究报告表明,大气颗粒物浓度的上升与死亡率、发病率的增加有显著关系。由于颗粒物粒径大小是颗粒物的重要性质,并同人类健康密切联系,目前制定的颗粒物浓度级别标准建立在粒径基础上。

Grimm180 颗粒物监测仪是在线测量气溶胶浓度的一种仪器,可以实时测量 32 个粒径段的气溶胶数浓度,并计算出 PM_{10} 、 $\text{PM}_{2.5}$ 和 PM_1 的质量浓度,本技术手册包括了 Grimm180 仪器安装、基本原理、

操作流程以及日常维护等。

1.1 基本原理和系统结构

Grimm 180 是在线环境颗粒物监测仪(图 1-2),可同时测量大气环境中的 PM_{10} 、 $PM_{2.5}$ 和 PM_1 , 具有易于安装、操作简单、运行寿命长以及维护量少的特点。同时, Grimm180 还具有自动数据备份和自动数据传输的功能。

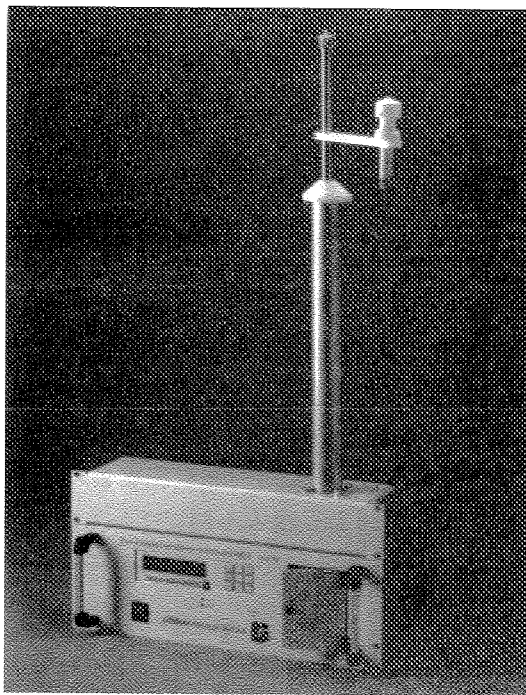


图 1-2 Grimm180 仪器配置图

1.1.1 基本原理

Grimm 180 颗粒物监测仪的测量原理如图 1-3 所示。抽气泵以恒定流量 1.20 L/min 将环境空气吸入样气室。半导体激光光源以高频率产生激光照射样气室,其频率足够快,保证样气中的颗粒物浓度在一定范围($0.1 \sim 1500 \mu\text{g}/\text{m}^3$)内不会错过穿过气室的任何颗粒物。如有颗粒物存在,激光照射在上面会发生散射,在同一平面上与激光照射方向成 90° 角的检测器会收到被对面的反射镜聚焦的散射光,其强弱与颗粒物的直径大小有关系。如果在某一时刻,样气室中没有颗粒物,激光就会穿过样品室到达吸收井被

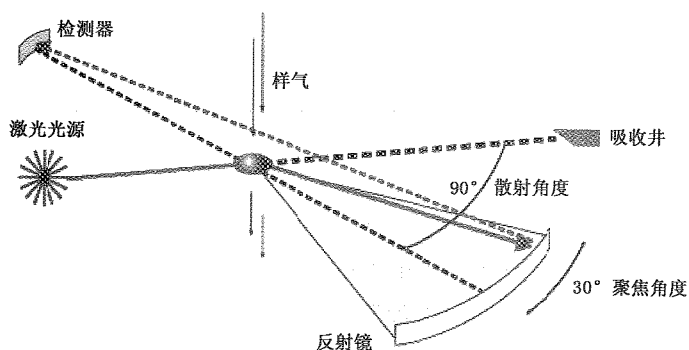


图 1-3 Grimm 180 测量原理图

吸收。检测器收到的脉冲信号是与产生散射的颗粒物直径大小有相关性,检测器就为所有经过样气室的颗粒物产生各自相应的脉冲信号,最后脉冲信号计数器记录颗粒物的个数同时脉冲信号分析器给出了每个颗粒物相应的脉冲强弱分级,可计算出每个颗粒物粒径的大小。所有数据均通过 RS232 数据线被传输到计算机,并同时存储到主机内部 80KB 的内存或更大存储量的数据卡中。

Grimm180 采用了 685nm 激光,相对于其他颜色的激光而言,受水汽的影响较小。采用了 90°激光散射,使颗粒物的颜色对散射没有影响。

Grimm180 内置采样泵自动控制流量恒定在 1.20 L/min,环境空气被抽进分析气室,穿过激光束,到达粉尘过滤器,所有粉尘颗粒都被收集。其中一部分过滤后的干净气体,通过特定的气路生成气幕,起到保护激光光源、检测器和激光井的作用,防止颗粒物污染这些光学元器件。

测量过程中,所有粉尘都根据直径大小被分别定义为 31 个不同的粒径分布,见表 1-1。仪器在每一次测量开始,都要进行 30s 自检。当仪器显示第一个测试数据时,真正测量开始。此后,仪器实际上每 6s 进行一次测量,但是每 1min 将测量数据传到数据存储卡,也可以通过 RS232 接口将数据实时传输到计算机,测量时间可以选择为 6s(快速模式)或 1min(标准模式)。

表 1-1 Grimm180 测量的 31 个粒径(单位:μm)

0	0.25	0.28	0.30	0.35	0.40	0.45	0.50
0.58	0.65	0.70	0.80	1.0	1.3	1.6	2.0
2.5	3.0	3.5	4.0	5.0	6.5	7.5	8.0
10.0	12.5	15.0	17.5	20.0	25.0	30.0	32.0

仪器每 6s 将测量到的 31 个粒径通道的颗粒物浓度记录并存储,同时仪器也记录了采样时间和采样流量(1.20 L/min),处理器再将颗粒物个数乘以颗粒物密度,获得 31 个粒径通道的质量分布。最后根据 PM 定义,得到 PM₁₀、PM_{2.5}和 PM₁ 的质量浓度。

1.1.2 技术参数

1.1.2.1 主要技术参数

主要技术参数见表 1-2。

表 1-2 主要技术参数

名称	主要内容
测量粒径范围	0.25~32μm
精度	量程的±2%
测量时间	1~60min
采样流量	1.20L/min±5%
光学保护气流流量	0.3L/min
操作	通过仪器的键盘或 RS-232
尺寸	483mm×177mm×400 mm (4 HU)19"标准工业机架式结构
重量	15kg
测量质量浓度范围	1~1500μg/m ³
可安装气象传感器	温度、湿度、风向、风速和降雨量

1.1.2.2 数据显示及输出

数据显示及输出技术参数见表 1-3。

表 1-3 数据显示及输出技术参数

名称	主要内容
液晶显示器	2 行×16 字符
液晶显示器上数据	平均浓度;报警;日期;时间;可选组件的测量值
模拟输入	3 端口,分辨率 10 bits,0~10VDC
RS-232 数据识别格式	9600 bits, 8bits, 无校验,1 停止位,XON/XOFF 协议
RS-232 插槽	只用于仪器配置的数据线 1.143E。

1.1.2.3 存储卡及数据采集

存储卡及数据采集技术参数见表 1-4。

表 1-4 存储卡及数据采集技术参数

名称	主要内容
数据存储卡	512 KB~64 MB,可备份 1 个月以上的测试数据
数据采集	每分钟的测量值,日期,时间,位置,错误代码等

1.1.2.4 温度/湿度传感器

温度/湿度传感器技术参数见表 1-5。

表 1-5 温度/湿度传感器技术参数

名称	主要内容
尺寸	Φ=15 mm,长=200 mm,信号线长度 3m
接口	6 针
电源	10V ±5%, < 5 mA
温度测量范围	0~+80℃
温度分辨率	0.1 K
温度准确度	0.3 K
湿度测量范围	0~100 % RH
湿度分辨率	0.1 %
准确度	1 %

1.1.2.5 环境条件要求

环境条件要求见表 1-6。

表 1-6 环境条件要求

名称	主要内容
操作温度和湿度	+4~+40℃,RH<95%
运输温度	-20~+50℃,RH<95%
压差	5~-50hPa(短期)(最大-100hPa)
过压	最大+100hPa,长期测量

1.1.2.6 记忆功能

最近一次待机模式的功能会再次启动,显示模式与以前相同,报警值、计算膜重和采样流速保持为存储值。

即使在测量过程中发生断电,所有平均值会保存,以便在通电时测量会自动继续。

1.1.2.7 激光电源

激光光源技术参数见表 1-7。

表 1-7 激光光源技术参数

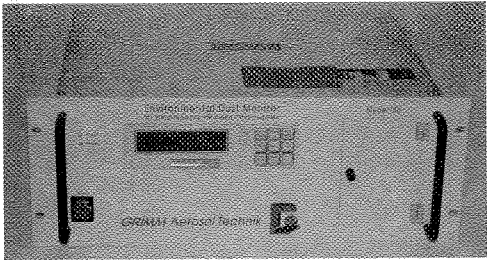
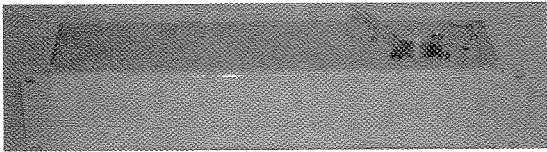
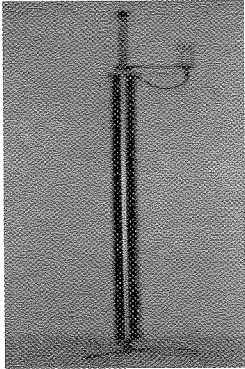
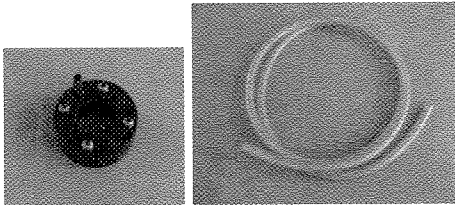
名称	主要内容
激光类型	半导体激光二极管
波长及功率	685 nm, 最大 60 mW, 正常 0.5~32 mW

1.1.3 仪器结构

1.1.3.1 必备部件

必备部件列表及图示见表 1-8。

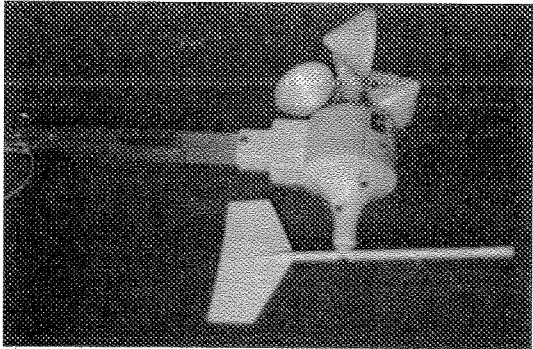
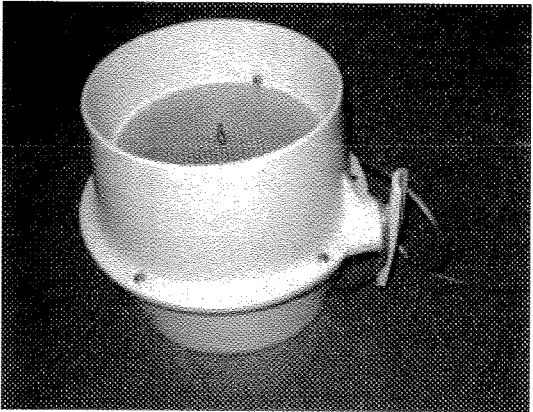
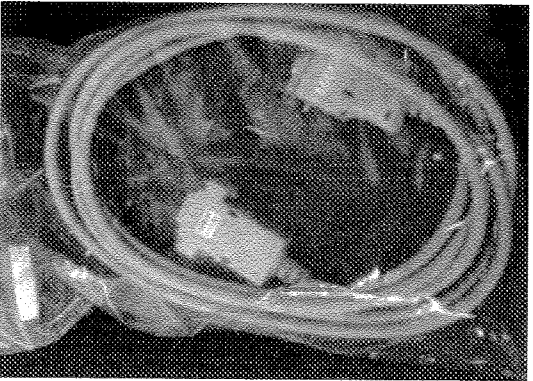
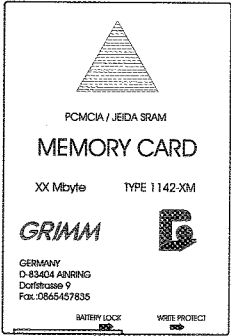
表 1-8 必备部件列表及图示

编号	名称	图示
180	分析仪主机	
181	采样管固定架 或接口设备	
182 + 1.153 FH 180	采样管及温度/湿度 传感器	
	防漏杯+排水管	
177	操作手册+原厂软件	

1.1.3.2 选配部分

选配部件列表及图示见表 1-9。

表 1-9 选配部件列表及图示

编号	名称	图示
158/159	风速/风向传感器	
157	降雨量传感器	
1. 143C	RS232—数据传输线	
1. 142. A1 - A6	PCMCIA 数据卡	

续表

数据卡可存数据时间:(min—分钟 h—小时 d—天 Y—一年)						
存储量/ Mbyte	测量间隔					
	1min	5min	10min	15min	30min	60min
1	4d 12h	32d 16h	65d	98d	196d	1Y 27d
2	13d 1h	65d 8h	130d 16h	196d	1Y 27d	2Y 54d
4	26d 3h	130d 16h	261d	1Y 27d	2Y 54d	4Y 108d
6	39d 4h	196d	1Y 27d	1Y 223d	3Y 81d	6Y 162d
8	52d 6h	261d 8h	1Y 157d	2Y 54d	4Y 108d	8Y 216d

1.1.3.3 各部件详解

(1)气路系统

Grimm180 仪器的主要气路系统由三部分组成,如图 1-4 所示。

- 1)样品气路:采样泵将环境空气从进气口抽入测量室,样气中的颗粒物在室内被测量。
- 2)保护气路:样气经过尘过滤器过滤后,其中一部分被分流,在光学部件前形成保护气幕,避免激光光源和检测器被污染。
- 3)自检气路:开机时,仪器自动切断采样进口和出口,形成封闭回路,检查气路的密闭性以及测量光路的零点校准。

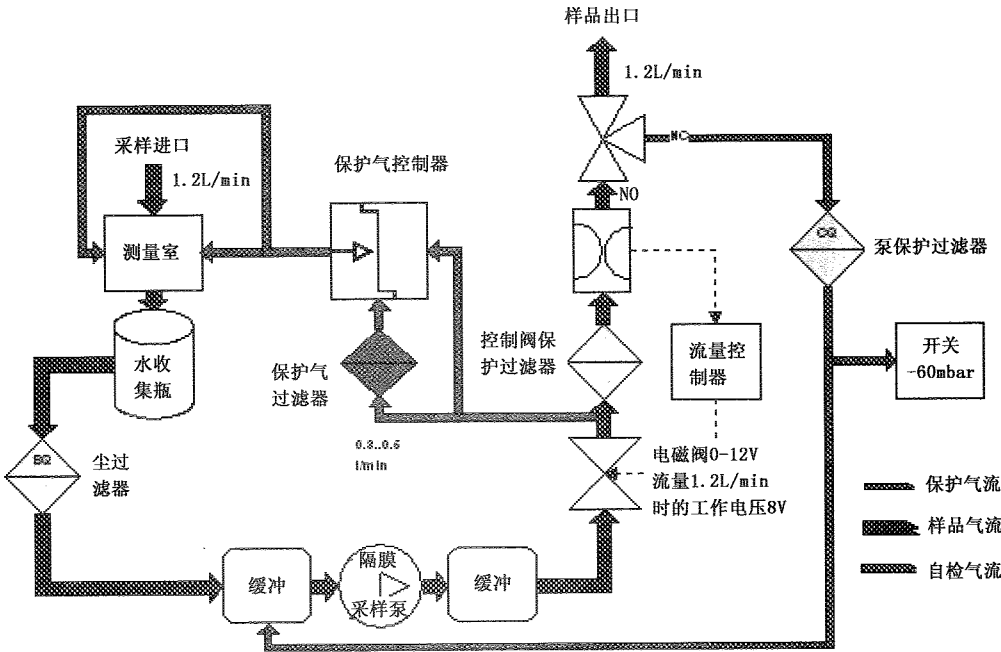


图 1-4 Grimm180 采样流程示意图

(2)主机

Grimm180 主机机箱是标准的 19 英寸*工业箱,可以安插进标准工业机柜内。系统主要功能部分即电源、抽气、光学分析、气幕保护、除湿气路、尘过滤、数据处理、通信和数据存储等都在主机内。主机用来连续测量大气颗粒物浓度和粒径分布,测量结果用质量浓度($\mu\text{g}/\text{m}^3$)表示。

前面板说明见表 1-10。

* 1 英寸=2.54 厘米,下同。

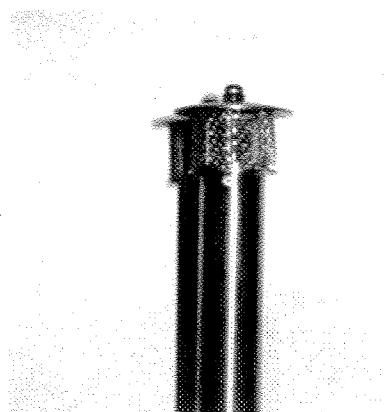


图 1-7 Grimm180 采样头

(4) 采样管

如图 1-8, Grimm180 系统的标准采样管长度为 1.5 m, 顶端有符合 EPA 标准的 TSP 采样头。GRIMM 公司也可根据需要, 提供特制长度的采样管。采样管是由不锈钢抛光形成的, 被垂直安装在采样管固定架上, 与仪器采样气路连接, 颗粒物穿过采样管进入分析仪主机。采样管内部有除湿管。

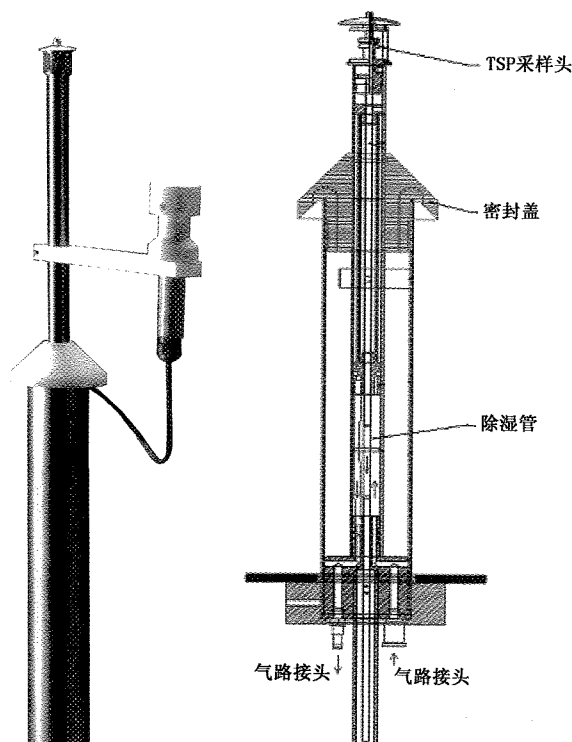


图 1-8 Grimm180 采样管外观和解剖图

(5) 除湿系统

在环境空气湿度大的情况下, 颗粒物表面可能会凝结水。一般来说, 可以通过对采样管进行加热来进行除湿, 但是这种方法会在分析颗粒物之前就失去了附着上面的半挥发有机物。Grimm180 采用的除湿系统(图 1-9)则避免了这种问题, 采样管内安装了 NAFION 管, 除湿系统在 NAFION 管壁外产生比采样流量大的气流, 这样在 NAFION 管的内外壁产生压差, 水分子将从高压的内管通过壁膜进入低压的外管。并且, 根据传感器测量的环境相对湿度值, 自动判断是否启动除湿功能。如果湿度低于 70%, 仪器不启动除湿系统, 进行正常采样。如果湿度高于 70%, 仪器自动启动除湿功能。

(6) 采样管固定架

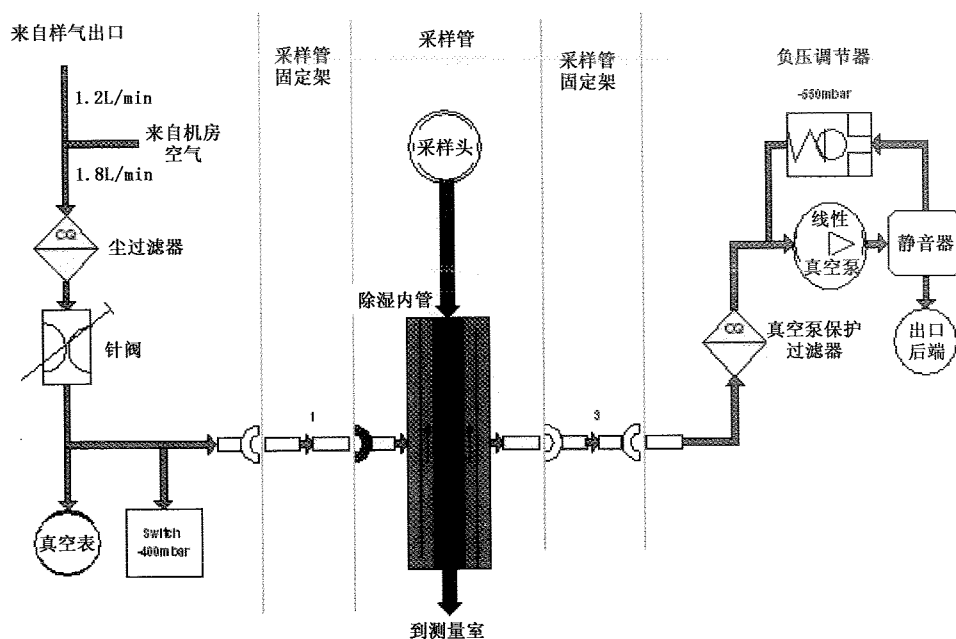


图 1-9 Grimm180 除湿系统示意图

如图 1-10 和图 1-11 所示,固定架被安装在主机上部,起到固定采样管,连接主机气路和采样管气路,连接气压传感器等模拟量输入以及风速/风向/降雨量等总线传感器接口。

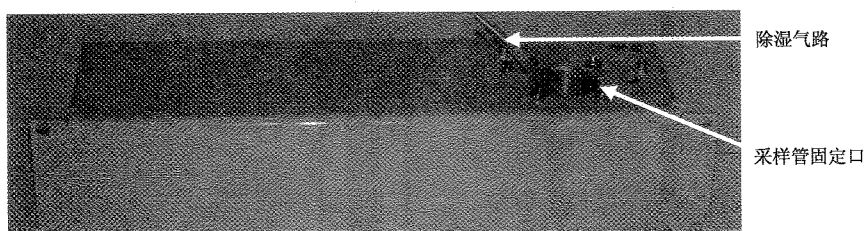


图 1-10 Grimm180 固定架的外观

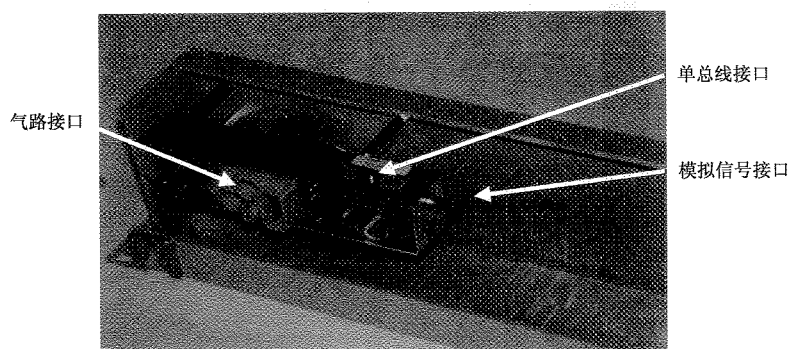


图 1-11 Grimm180 固定架的内部接口

(7)模拟信号接口

如图 1-12 所示,在采样管固定架内部的模拟信号接口可以同时接收来自不同的 3 个传感器的电信号,如温度、湿度、气压传感器等。Grimm180 将输入的模拟信号值存贮在数据卡中。

图 1-12 中,模拟信号输入端的针孔定义为:

- 1:输入信号 1
- 2:输入信号 2
- 3:输入信号 3

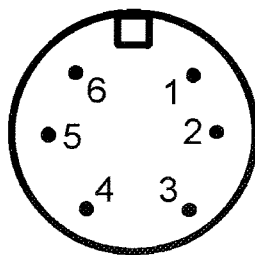


图 1-12 Grimm180 模拟信号输入端

4:地 GND

5: +10V/40mA

6:空

(8)温湿度传感器

Grimm180 分析仪只有连接温湿度传感器后才能正常运行。GRIMM 公司提供的是温度和湿度的参数集成传感器 1. 153H180。如果不连接温湿度传感器,仪器开机后,仪器显示“NO SENSOR! PLEASE CHECK”,等待连接传感器,不会继续运行。

温湿度传感器的校准参数存储于 1. 153H180 内,开机后,Gimm180 自动读取这些参数用于计算以给出相应的测量数据。

温湿度传感器的技术参数见表 1-5。

(9)内置气压传感器

Grimm180 仪器内置了气压传感器,仪器测量、存储并显示大气压数值。

(10)气象传感器

如果需要,可以通过 One Bus 总线给 Grimm180 连接可选的最多 3 个参数的气象传感器,如风向、风速和降雨量。

连接气象传感器的步骤如下:

- 1)关闭仪器电源。
- 2)将气象传感器数据线插入 One Bus 总线接口(在采样杆固定架内,见 1.2 节)。
- 3)重新开机,仪器显示新版本 12. 13,其中最后一位表示连接了 3 个可选气象传感器。
- 4)清空数据卡内存。
- 5)进入测量。

拆除气象传感器的步骤如下:

- 1)关闭仪器电源。
- 2)拔出气象传感器数据线。
- 3)重新开机,仪器显示新版本 12. 10。
- 4)清空数据卡内存。
- 5)进入测量。

1.2 仪器安装

Grimm180 系统安装主要包括:主机固定、采样管固定架安装、温湿度传感器和采样管的安装。

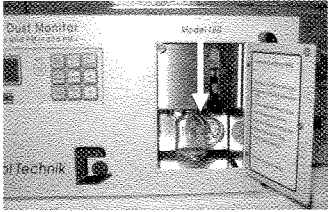
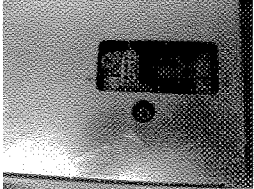
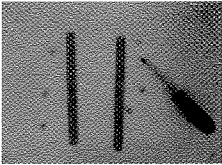
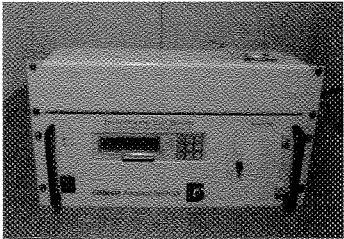
所需工具:十字、一字和内六角改锥。

1.2.1 安装主机和采样管固定架

安装主机和采样管固定架见表 1-11。

表 1-11 安装主机和采样管固定架

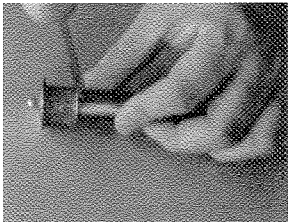
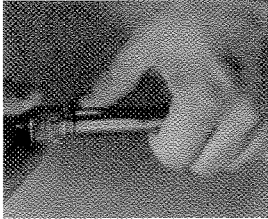
	主机
拆下泵的固定装置	
	卸下仪器上机盖的四个螺丝,取下上机盖
	在主机机箱的底面,有四个固定螺栓,用于在运输过程中固定气泵。在安装前必须将其卸下
	机箱内的大气泵上有个固定夹,是为了运输途中起到保护作用。安装前必须将其卸下 拆下泵固定夹,然后将上机盖安装回去
	务必保存好拆下的螺丝和固定夹,以备后续运输仪器时使用 注意:长螺丝用于大泵,短螺丝用于小泵。
安装采样管固定架	
	取下仪器上面的盖片

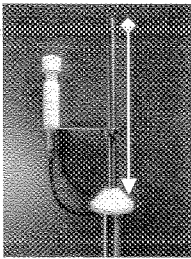
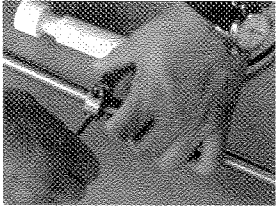
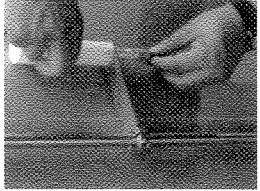
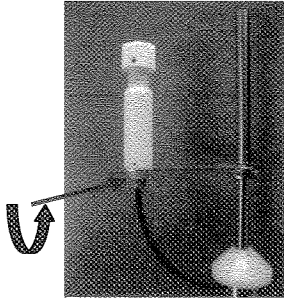
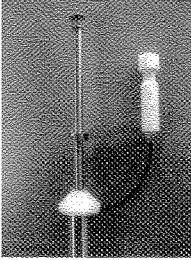
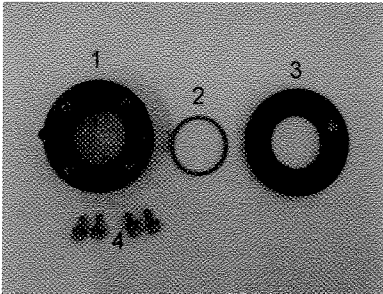
	确定采样管升降杆在降的位置
	露出连接口
	使用随机提供的金属条和螺丝,将固定架安装在主机上
	安装完毕

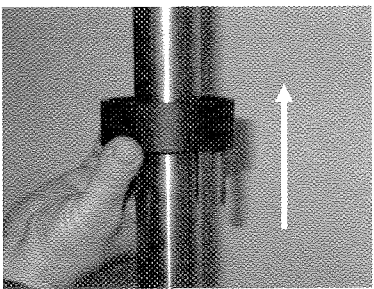
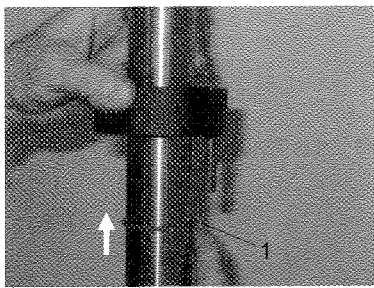
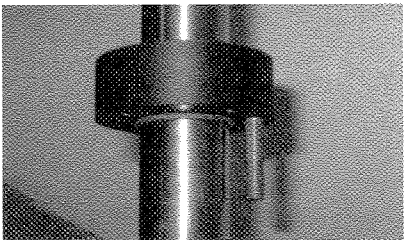
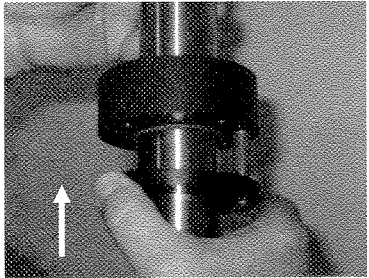
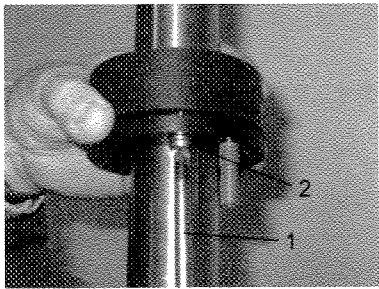
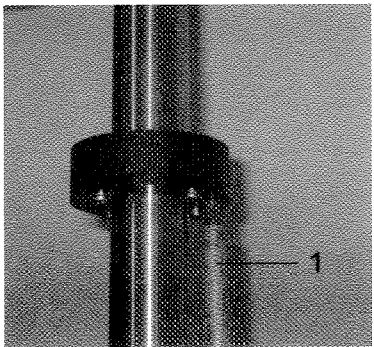
1.2.2 安装采样管、防漏水杯和温湿传感器

安装采样管、防漏水杯和温湿传感器见表 1-12。

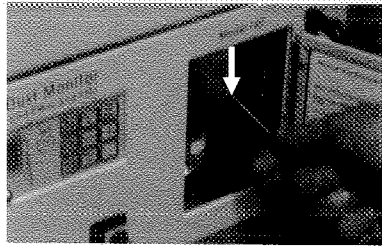
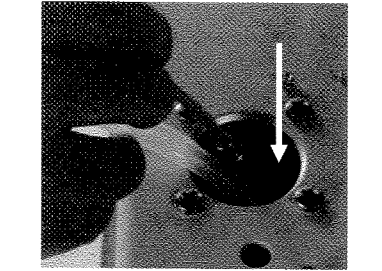
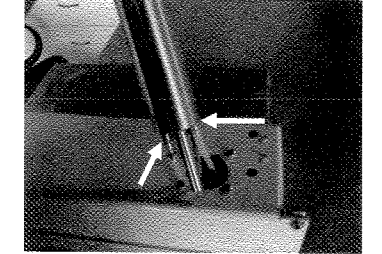
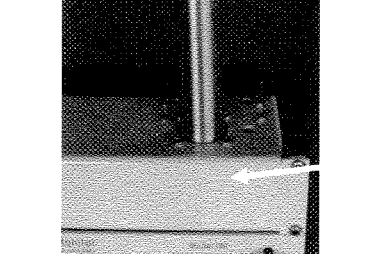
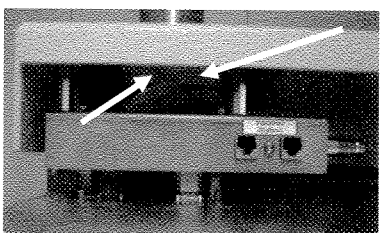
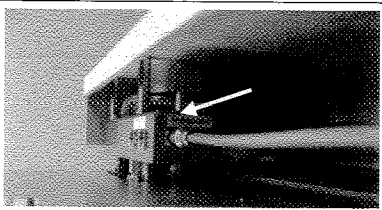
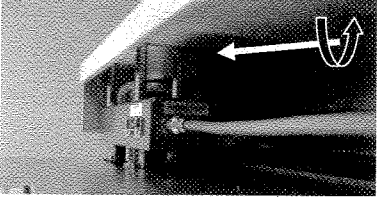
表 1-12 安装采样管、防漏水杯和温湿传感器

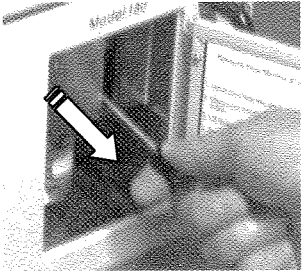
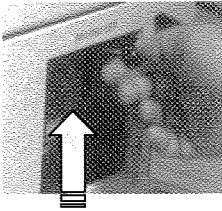
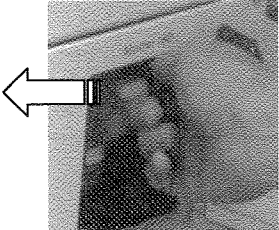
安装温湿度传感器	
	拧下采样头固定螺丝
	拆下采样头
	转动采样管上的保护盖； 调整传感器信号线的长短； 确定传感器在采样管上的位置

	将温湿度传感器外壳支架套入采样管； 确定支架位置
	拧紧固定支架螺丝
	将传感器插入外壳
	拧紧传感器固定螺丝
	将采样头安装回采样管
安装防漏杯	
	为了防止屋顶采样管开口密封不严,雨水顺着采样管流入仪器,需要在采样管上安装防漏杯。 防漏杯由 (1)上盖(2)密封圈 (3)下盖以及 (4) 四个固定螺丝组成

	从采样器底端套上装防漏杯上盖,确定合适的位置。 注意:防漏杯一定要安装在采样管室内
	套上密封圈
	将密封圈紧顶住防漏杯上盖的底部
	套上下盖,并压紧密封圈和上盖
	拧紧固定螺丝
	将排水管接到防漏杯的排水接头上

安装采样管到主机上

	确保升降扳手在降的位置
	将采样管底端穿出的传感器信号线插入固定架上面的圆孔
	将采样管红点对准前面板,连接除湿气路接口
	将采样管插入,稳定到固定架上,管上红点朝向前面板
	从不同角度检查固定架内部的导气管是否有折弯。如果有,为了防止堵塞气路,必须将其整理顺畅
	将传感器信号线插到接口上
	使用 1.5 mm 的内六角改锥插入固定孔,拧紧螺丝

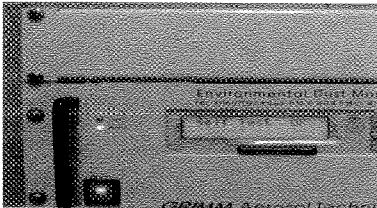
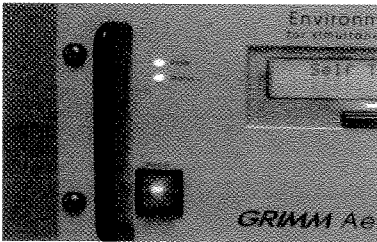
连接采样管和主机间气路	
	拔出升降扳手
	抬起扳手柄到最高位
	将扳手柄向机内推到底

1.3 日常运行和维护

1.3.1 开机

表 1-13 仪器开机操作

Model 180 Version 12.10	仪器型号 硬件版本号
Date: 1. 9. 5 Time: 12:10:15	显示日期 显示时间
Card: 1024 KB Version: 1.20	显示数据卡存储量 显示数据卡版本
Interval: 1 min Free: 1d 15h 43min	测量间隔 可存储测量数据的时间长度
filter change ? press +:yes - :no	是否更换过滤器? “+”,表示将更换过滤器,仪器内部计算的尘总重量和采样总流量归“0”,将重新开始进行计算。如果实际上不更换过滤器,仪器仍进行归“0”。 如果按“-”,表示不准备更换过滤器,仪器将继续计算从上一次更换过滤器开始的颗粒物累计总重量和抽气累计总流量
Self Test Temperature: 25℃	自检温度传感器
Self Test Humidity: 65%	自检湿度传感器

Self Test Pressure: 1015 hPa	自检压力传感器
Self Test OK	自检成功
	正常自检后,指示灯 Status 为绿色。指示灯 Dryer 灭表示除湿系统没有启动,Dryer 绿色表示除湿系统工作正常
	指示灯 Dry 为红色,表示除湿气路堵塞,检查除湿气路。重新开机进行自检; 指示灯 Status 为红色,表示采样管气路没有接通,重新插入采样管升降板手,确保其在升的位置插到底; 重新开机进行自检
PM ₁₀ : 46.0 μg/m ³ PM _{2.5} : 27.1 μg/m ³	显示测量结果

1.3.2 按键命令:

仪器操作员可以直接通过 Grimm180 主机前面板上的键盘(图 1-14)对系统进行显示、设定等操作。

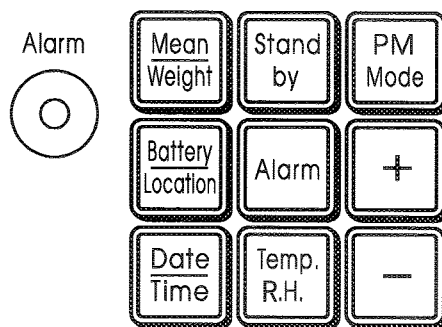


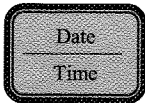
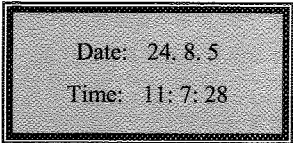
图 1-14 Grimm180 主机面板的操作键盘

Grimm180 的按键命令有两类。

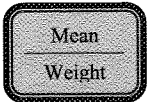
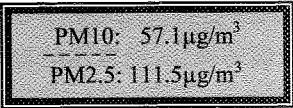
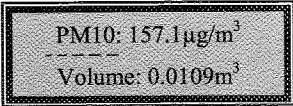
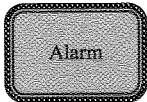
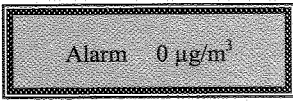
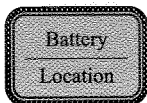
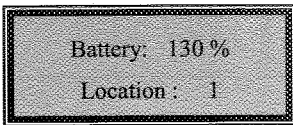
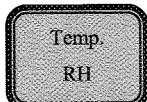
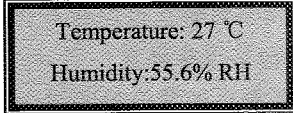
(1)查看仪器状态命令:如时间、温度等,直接按相应键。

查看仪器状态按键及说明见表 1-14。

表 1-14 查看仪器状态按键及说明

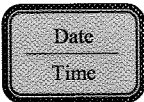
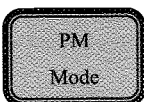
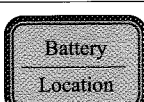
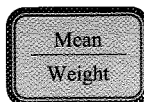
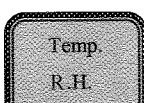
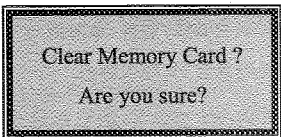
查看功能	按键	显示	说明
日期和时间			日期: 2005 年 8 月 24 日 时间: 11 时 07 时 28 分

续表

查看功能	按键	显示	说明
PM 平均值			PM ₁₀ 平均值: 157.1 µg/m ³ PM _{2.5} 平均值: 111.5 µg/m ³
总重量			PM ₁₀ 平均值: 157.1 µg/m ³ 总流量: 0.0109 m ³
总流量			
报警线			报警线: 0 µg/m ³
电池电量			电池电量: 130% 交流电 测量编号: 1
测量编号			
温度 湿度			温度: 27 °C 相对湿度: 55.6 %

(2) 设置命令: 如设置显示参数等, 须先按 Standby 键进入待机状态, 仪器显示 Standby Mode。再按如表 1-15 中的相应键。

表 1-15 设置按键及说明

设置功能	进入键	说明
日期和时间		按住【Date/Time】键, 直到日期上出现闪动光标。继续按【Date/Time】, 光标会依次移动到在日、月、年、时、分的位置; 按【+】或【-】键, 调整光标未知上的数值
PM 显示		按【+】或【-】, 可以选择同时显示 PM ₁₀ 、PM _{2.5} 和 PM ₁ 三个参数中的两个
报警线		按【+】或【-】, 设置报警线数值
测量编号		按【+】或【-】, 选择从 1~99 的测量编号 测量编号: 为了便于标记和管理存储在内存或数据卡的测量数据
清除内存数据	 + 	 按【+】删除所有内存和数据卡内的存储数据; 按【-】取消操作

1.3.3 关机

首先按 Standby 键仪器进入待机状态,然后再关闭电源开关。

Grimm180 是连续自动监测仪器。正确的操作、经常性的检查和定期的维护是仪器长期正常运行的保证。

1.3.4 每日巡视检查

(1)查看运行指示灯,其意义如表 1-16。

表 1-16 运行指示灯含义

	红	绿	灭
Status	仪器测量运行错误	运行正常	仪器没有运行
Dryer	除湿系统气路有问题	除湿系统已经启动,并且运行正常	湿度传感器测量值低于设定值 (一般为 70%)除湿系统没有启动

(2)查看仪器显示数据是否正常

PM 读数:根据经验和当时环境状态判断数据是否出现不合理的高值或低值。如果有不正常情况出现,检查室外采样杆和采样头以及屋顶平台是否有异常。

温度、湿度数值:如果和其他气象仪器测出的数值偏差过大,检查传感器连接。如果连接正常,检查传感器设置参数。

(3)检查玻璃收集瓶,如果瓶内有较多杂质和水,将仪器进入待机状态,取下收集瓶并进行清理。

观察计算机软件的运行情况。

1.3.5 维护工作

1.3.5.1 使用与维护基本要求

仪器使用和维护基本要求如表 1-17 所示。

表 1-17 仪器设备使用维护要求

工作任务	主要内容	相关要求
1. 仪器运行状况检查	检查流量是否稳定	流量是否符合规定,偶然出现波动为正常
	采样管口采样头清洁程度检查	采样管口采样头处应清洁无杂物,如有堵塞及时清洁
	泵的声音是否异常	泵的声音较弱,无不正常噪声或声响
	浓度范围检查	屏幕示值应与近 2~3 天变化情况一致,如有波动,检查周边是否有污染影响
	异常信息显示	检查屏幕上是否有仪器运行异常信息,如有应及时根据提示进行相应处理
	仪器异常指示灯	正常情况下绿色灯亮,如黄色灯亮,应检查仪器相关部件,如为红色灯,表示出现严重故障,需要及时采取有效措施排除之
	除湿泵真空压力检查	仪器由待机状态转为运行状态时,可以检查除湿泵真空压力,正常压力范围为 40~60 psi
	采样瓶状况检查	是否有水或杂质,如有,及时清洁
	采样管垂直度检查	采样管应垂直,无较大倾斜
	防漏杯检查	防漏杯内应干洁无水,如有水或水渍,表明采样管与屋顶连接处密封不好,需要及时处理
	检查仪器及计算机时间	与标准时间的偏差范围为 30s,超出时,应及时调整,或重新启动数据采集程序

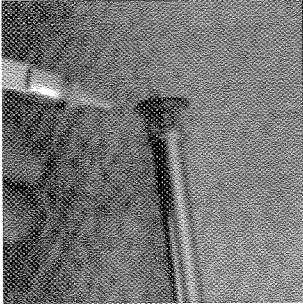
续表

工作任务	主要内容	相关要求
2. 数据采集与传输	检查仪器数据采集情况	采集软件能够正常采集仪器的质量浓度和数浓度观测数据
	检查小时数据生成情况	能够生成质量浓度和数浓度小时数据文件
	检查数据传输情况	能够在指定时间传输数据文件
3. 系统维护	采样管路清洁	每6个月,清洁一次采样管路,或视当地污染情况及时清洁
	除湿管路清洁	每6个月,清洁一次除湿管路,或视当地污染情况及时清洁,并检查除湿管两端连接情况,正常时应连接紧密
	光室清洁	每6个月,清洁一次光室,或视当地污染情况及时清洁
	光阱清洁	每6个月,清洁一次光阱,或视当地污染情况及时清洁
	凹面镜清洁	每6个月,清洁一次凹面镜,或视当地污染情况及时清洁
	更换过滤芯	每6个月,更换一次过滤芯,或视当地污染情况及时更换
	仪器机箱内部清洁	每6个月,清洁一次仪器机箱内部,或视当地污染情况及时清洁
	零过滤膜检查	每3个月,使用零过滤膜检查仪器测量状况,检查时仪器数浓度应小于10,如超出,检查各部位连接情况
	系统检漏	每3个月,对系统气路漏气检查,正常情况应无漏气
4. 仪器校准	仪器设备的定期校准	在仪器运行12个月时,应及时进行校准

1.3.5.2 清扫采样头滤网

清扫采样头滤网见表 1-18。

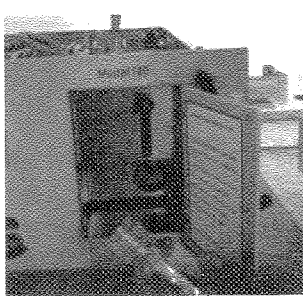
表 1-18 清扫采样头滤网

	方法: 1)用镊子或清水清除粘在滤网上的杂物 2)卸下采样头顶部螺丝,取下过滤网,清除采样头内部杂物 3)晾干后使用
---	---

1.3.5.3 疏通仪器主机进气口

疏通仪器主机进气口见表 1-19。

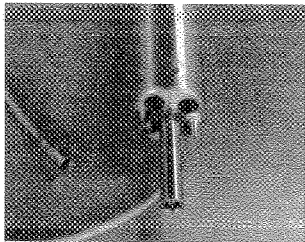
表 1-19 疏通仪器主机进气口

	方法: 1)关闭电源,取下电源线 2)抬升下采样管 3)打开前面观察窗;拧下玻璃瓶 4)用不大于3 bar 气压的干燥、清洁的空气接入进气接口;(或使用手捏气球吹) 注意:清扫气体方向应与采样气路方向一致
---	---

1.3.5.4 清洁采样管

清洁采样管见表 1-20。

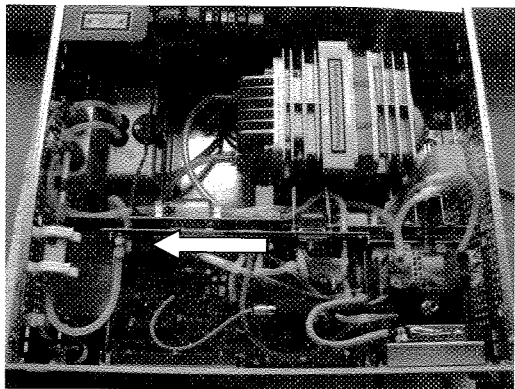
表 1-20 清洁采样管

	拆下采样管,用清洁、干燥的空气接入采样管下边的气路接口,吹扫采样管 注意:千万不要拆开或将任何物体深入采样管
---	---

1.3.5.5 更换采样气路尘过滤器

更换采样气路尘过滤器见表 1-21。

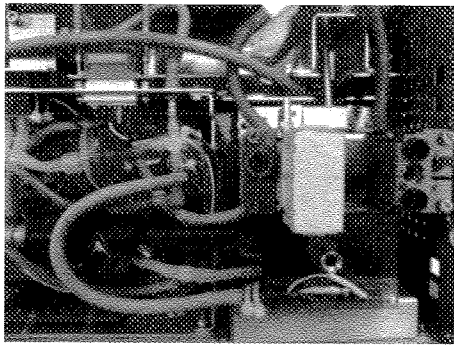
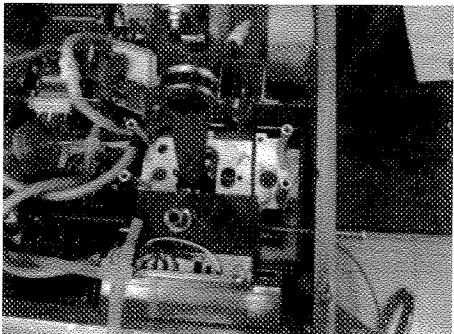
表 1-21 更换采样气路尘过滤器

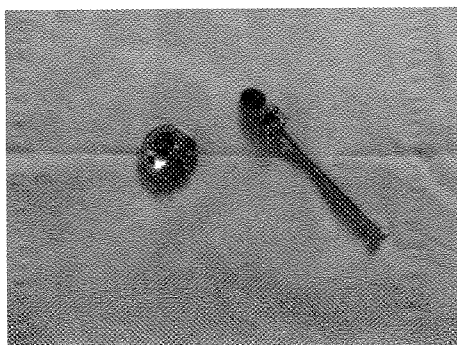
	按照指示的方向安装新的过滤器
--	-----------------------

1.3.5.6 清洁光腔室

清洁光腔室见表 1-22。

表 1-22 清洁光腔室

	方法: 1) 关闭仪器,拔掉图中箭头所示管路,卸下观察窗处收集小瓶,从采样口处吹气清洁,直至无大量灰尘飞出
	2) 先用记号笔标记好初始位置,旋下与采样管连接件连接处的四个螺丝,并将之移走,以方便清洁光室。用专用工具卸下铜凹面镜;同样先做好标记,用合适的内六角松动激光阱右侧的螺丝,然后卸下激光阱



3) 用柔软的布或专用纸轻轻擦拭铜凹面镜及激光阱, 注意不要太过用力, 以免磨损表面
注意: 凹面镜底部有 O 圈, 避免丢失

1.3.5.7 清洁仪器机箱

用干燥的棉布擦拭仪器主机机箱部分。

1.4 数据采集

Grimm177 软件是仪器随机配备的数据采集与显示与采集软件, 可用于仪器异常和故障诊断等。

1.4.1 运行环境

建议软件运行在 Windows 95/98/ME/NT 4.0/2000/XP 操作系统上。

计算机硬件配置: 64M 内存以上, 8G 硬盘, 光驱, 显示器 1024×768。

1.4.2 软件安装和操作

1.4.2.1 安装步骤

(1) 进入光盘的【原安装盘】文件夹, 双击 SETUP 开始安装。程序将被安装到“C:\Program Files\Grimm\DustMonitor\”目录下。

(2) 进入光盘的【汉化】文件夹, 将该文件夹下的所有文件复制, 然后粘贴到“D:\Program Files\Grimm\DustMonitor\”目录下。将已有同名文件覆盖、替换。

(3) 运行软件, 此时会提示安装仪器的驱动程序, 如图 1-15 所示。

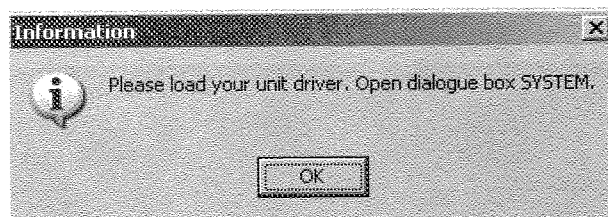


图 1-15 安装驱动提示信息

点击“OK”, 进入程序主界面。进入【Options】—【System】, 如图 1-16 所示。

点击【System】, 再现如图 1-17 所示界面。

点击【Load Driver】, 找到并选中本机的驱动程序, 打开, 再点击 OK, 完成加载驱动程序。此时, 软件会自动关闭。驱动程序在光盘的“【原盘安装】文件夹下的【Driver】”文件夹内, 安装前先将驱动程序从光盘拷贝到本地硬盘并将属性的只读选项去掉。

(4) 再次运行软件, 进入【Options】—【Language】, 如图 1-18 所示。

(5) 进入如图 1-19 所示界面, 选择【Chinese】, 软件菜单变为中文。软件安装完毕。

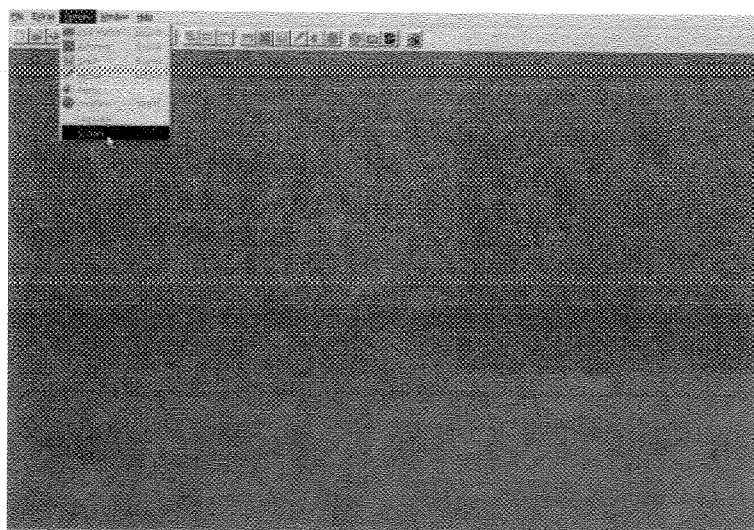


图 1-16 程序主界面

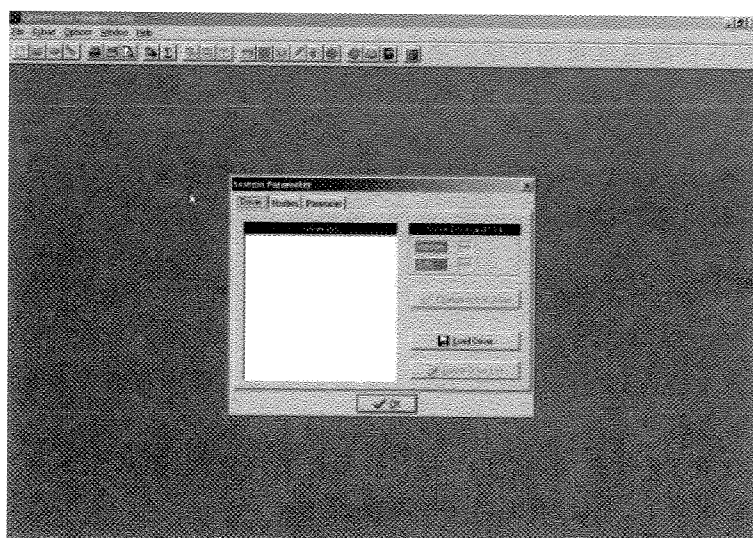


图 1-17 System 界面

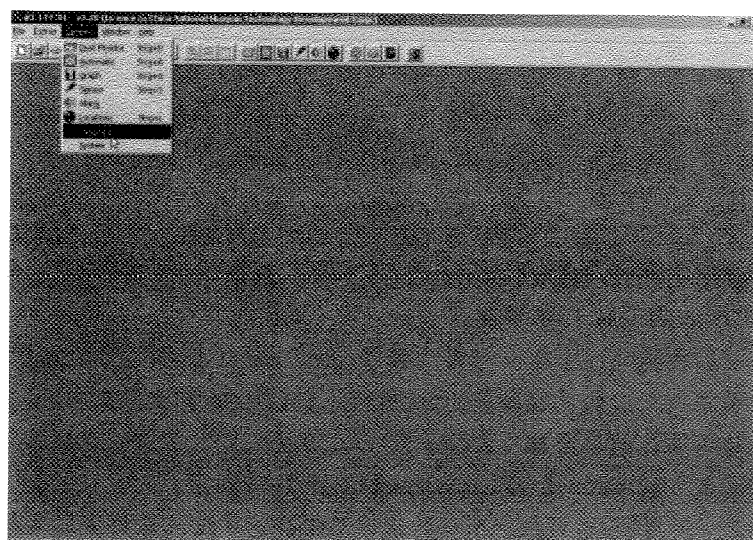


图 1-18 Options-Language 界面

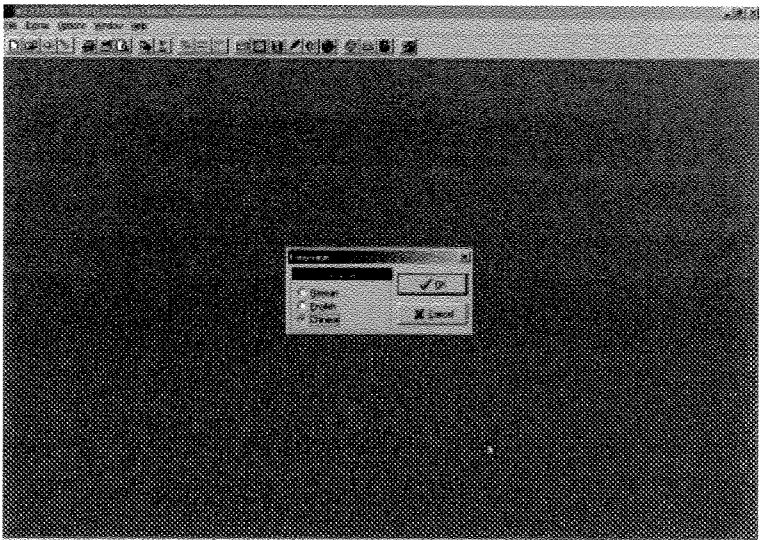


图 1-19 软件语言菜单选择

1.4.2.2 程序文件说明

执行文件:主要是:“1177v3.exe”和“cfx32.ocx”。

测量数据文件:软件保存数据和下载记忆卡上的数据并生成 mass1.dm 和 mass1.di 两个文件。这两个文件在:“C:\Program files\Grimm\DustMonitor”。测量过滤效率则生成“filter1.dmf”和“filter1.dmi”文件。系统保存标准数据文件为“*.dm”,附加信息数据保存为“*.di”文件。附加信息是测量时间,计算/质量,仪器模式等。“*.dm”和“*.di”文件必须保存在同一目录下。

1.4.2.3 分析仪参数

(1)测量模式(图 1-20)



图 1-20 分析仪参数——测量模式界面

环境模式:PM₁₀. PM_{2.5}. PM_{1.0} (TSP 可选择),单位:μg/m³。

数量分布:可显示 31 个通道,单位:个/升。

采样周期:6s 为快速模式,也可选择 1min、5min、10min、15min 等其他时间。

(2)仪器/C-系数(图 1-21)

选择【测量完毕或下载数据完毕后进入待机状态】,仪器将在测量或数据下载后,自动进入待机状态。否则,仪器将自动进入测量状态。

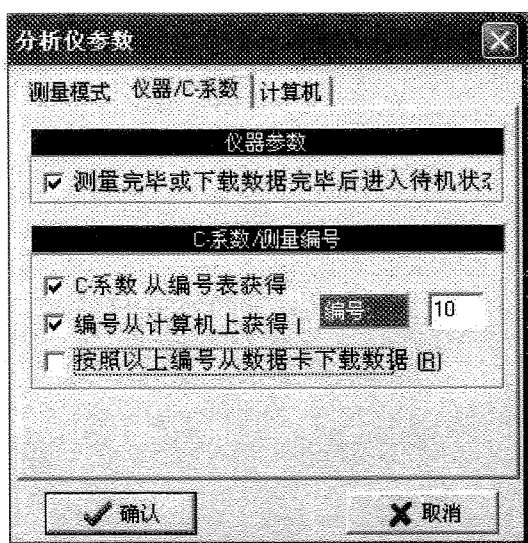


图 1-21 分析仪参数——仪器/C 系数界面

选择【编号从计算机上获得】，下载数据的编号从编号表上获得。

如果只下载【编号】指定的数据时，请选择【按照以上编号从数据卡下载数据】。否则，将下载所有的数据。

(3) 计算机(图 1-22)

根据计算机 COM 口的位置，选择设置和传输速率。

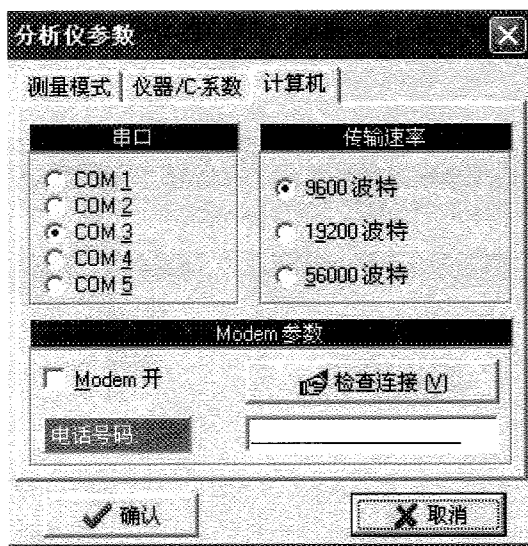


图 1-22 分析仪参数——计算机界面

1.4.2.4 自动测量设置

软件将按照设置好的开始和结束时间进行自动测量。

通过计算机进行设置如图 1-23 所示。

在编程窗口逐条输入设计好的【开始日期和时间】和【结束日期和时间】，点击【插入】，将每一条测量时间设置加入到【开始和停止表】中。

选中表中的某条测量时间设置，点击【删除】可将其从表中删掉。点击【清除所有】，清除表中所有内容。

如果你想设定从内存或内存卡上读取开始时间，则选择【读取内存】。

选择【每天】，则每天自动按照设置好时间进行测量。

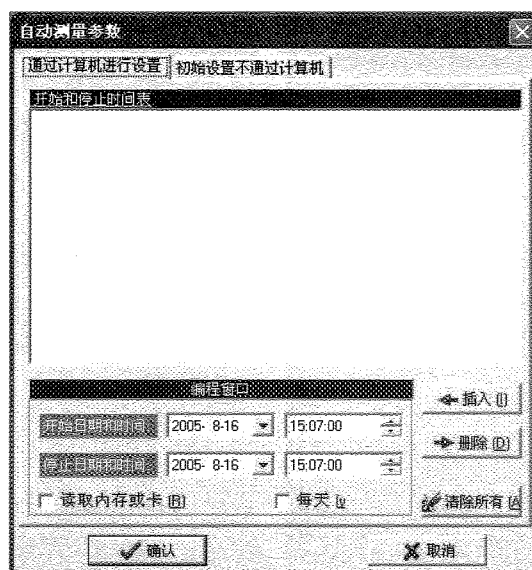


图 1-23 自动测量参数——通过计算机进行界面

初始设置不通过计算机,如图 1-24 所示。

设置好测量时间后,点击【传输数据到分析仪】,将仪器关机。仪器会自动按照设置好的时间启动,进入测量模式。

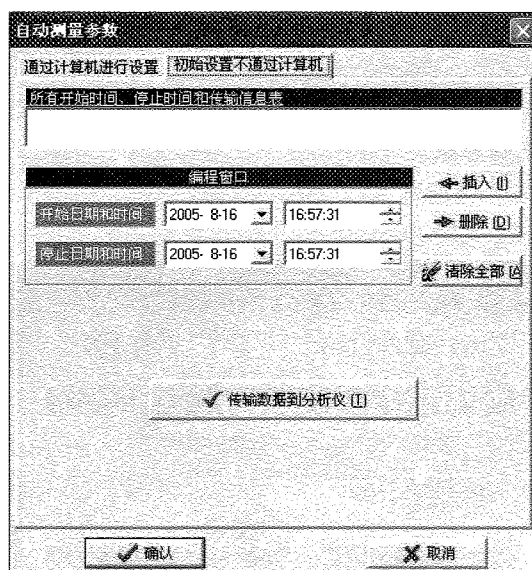


图 1-24 自动测量参数——初始设置不通过计算机界面

1.4.2.5 图形设置

(1) 显示粒径通道

选择【测量模式】中的【环境】或【数量分布】。

如图 1-25,选择 PM-10、PM-2.5、PM-1.0,温度、湿度、压力、风速、风向、降雨量参数中的几个或全部显示。

(2) 计算

计算界面如图 1-26 所示。

【实际数据/百分比】:选择【实际数据】或【百分比】显示。

【粒径通道】:选择【累积值】或【差值】。累积值表示的是颗粒物不大于指定粒径的所有数量的总和,用>号表示。差值显示的是在指定粒径区间内的颗粒物,如:0.3~0.4 μm ,0.4~0.5 μm 。当在【环境模

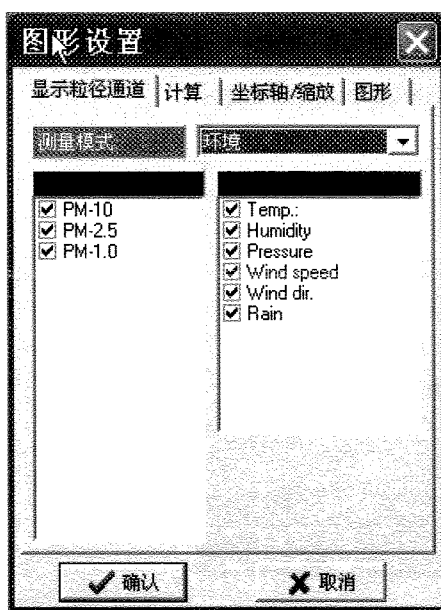


图 1-25 图形设置-显示粒径通道界面

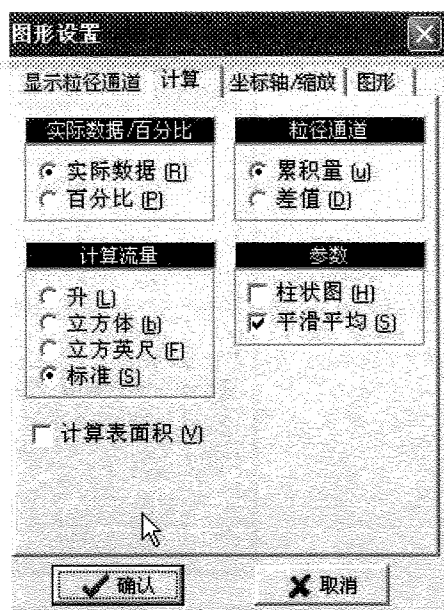


图 1-26 图形设置——计算界面

式】中选择【差值】时,软件将显示“粗略数据”。【计算流量】:显示采样流量值的单位。选择【标准】就是选择【计数模式】单位是个/升,【质量模式】单位是 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 。

建议选择标准模式。

【参数】:选择图形显示模式。

【计算表面积】:计算颗粒物的表面积。软件假设颗粒物都是球体,计算球体的面积。这是个近似值,因为自然界中颗粒物是不规则形状。

(3)坐标轴/缩放

坐标轴/缩放如图 1-27 所示。

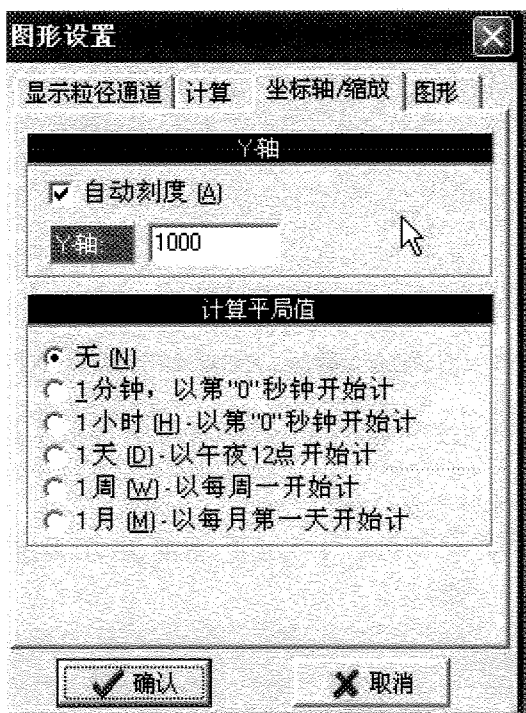


图 1-27 图形设置-坐标轴/缩放界面

【自动刻度】:如果选择此功能,软件将自动以最大数值为 Y 轴最大值。

【计算平均值】:计算 1 分钟、1 小时、1 天、1 周、1 月的平均值。

(4)图形

界面如图 1-28 所示,选中【保存图形设置参数】。

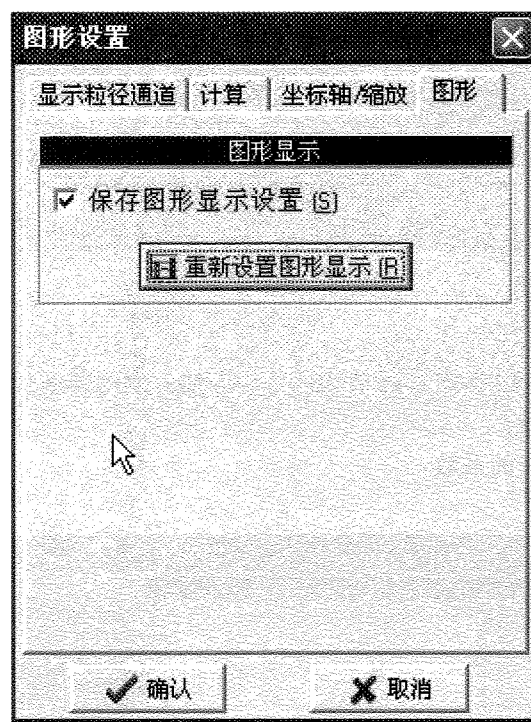


图 1-28 图形设置-图形界面

1.4.2.6 传感器设置

如图 1-29 所示,仪器具有测量环境温度、湿度、风速、风向和压力功能(这些是选件)。点击【扫描传感器数据】,软件能读到有关传感器信息。连接传感器、仪器设置为待机模式(Stand by),仪器只读取由 GRIMM 公司制造的传感器数据。



图 1-29 传感器数据界面

1.4.2.7 报警参数

在图 1-30 所示的界面上输入警报值和单位。

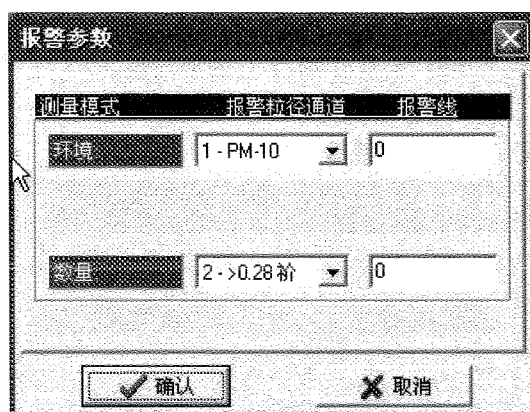


图 1-30 报警参数界面

1.4.2.8 测量编号表设置

仪器内存或数据卡能保存 99 条测量记录(图 1-31)。插入或改变某个测量编号的步骤如下:

- (1)选择要编辑的测量编号;
- (2)输入新的名字和重量法的系数;
- (3)点击【插入】。

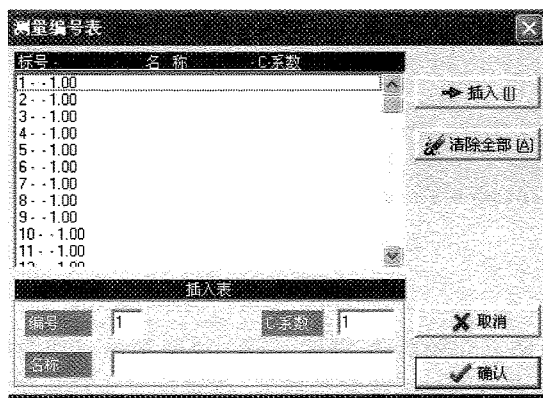


图 1-31 测量编号表界面

1.4.2.9 语言

语言界面如图 1-32 所示。

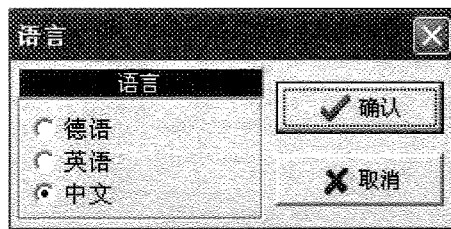


图 1-32 语言界面

1.4.2.10 系统参数

(1)驱动程序

加载和激活仪器的驱动程序,驱动程序和仪器是一一对应的,不能互换使用。

首先加载驱动程序:驱动程序在安装光盘上,文件名“*.drv”。

改变当前驱动程序:如果目录上有多个驱动程序,要改变当前活动的驱动程序和仪器对应的驱动程序,如图 1-33 所示。

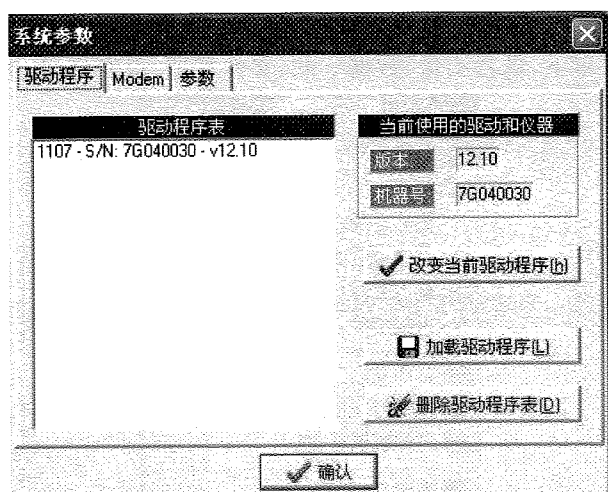


图 1-33 系统参数——驱动程序界面

(2) Modem

设定调制解调器参数,如图 1-34 所示。

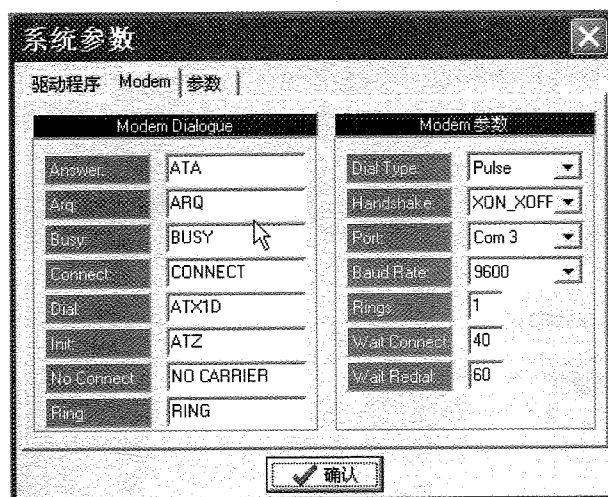


图 1-34 系统参数——Modem 界面

(3) 参数

设置自动生成文件路径,如图 1-35 所示。

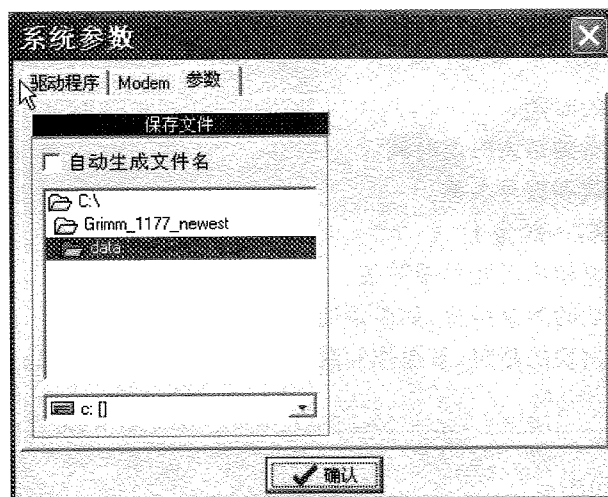


图 1-35 系统参数-参数界面

(4)文件

如图 1-36 所示,在此菜单下,进行测量、数据下载、文件管理、报表打印、生成过滤文件等功能。

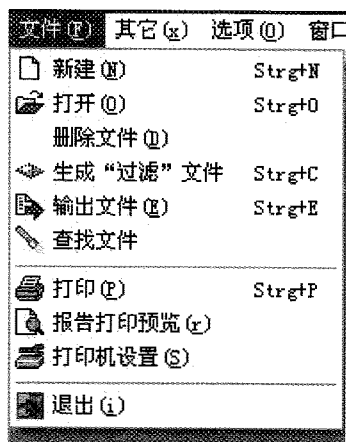


图 1-36 文件菜单界面

1.4.2.11 新建

如图 1-37 所示,“新建”菜单可以设定在线直接测量、读取存储卡数据、激活自动周期。

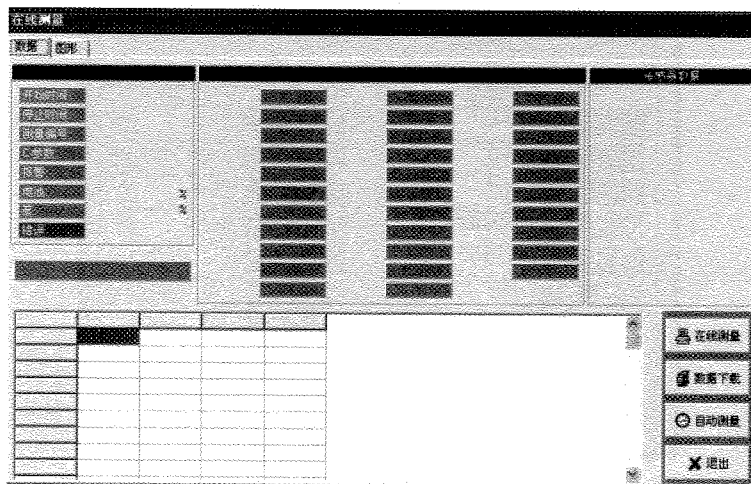


图 1-37 新建菜单界面

(1)在线测量

在线测量界面如图 1-38 所示。

参数说明:

【开始时间】:开始测量的时间。

【实际时间】:从开始测量到结束时的时间。

【测量编号】:显示编号数和编号名称。

【C—参数】:重量校准值,一般为 1。

【报警值】:显示实际数值超出设置的报警值。

【电池电量】:表示蓄电池的剩余电量,如果接通交流电显示 130%。

【泵】:抽气泵的负载。出现故障时,泵操作和泵流量是判断的重要信息。

(2)图形显示

图形显示如图 1-39 所示。

工具条界面如图 1-40 所示。

工具条上各快捷按钮说明见表 1-22。

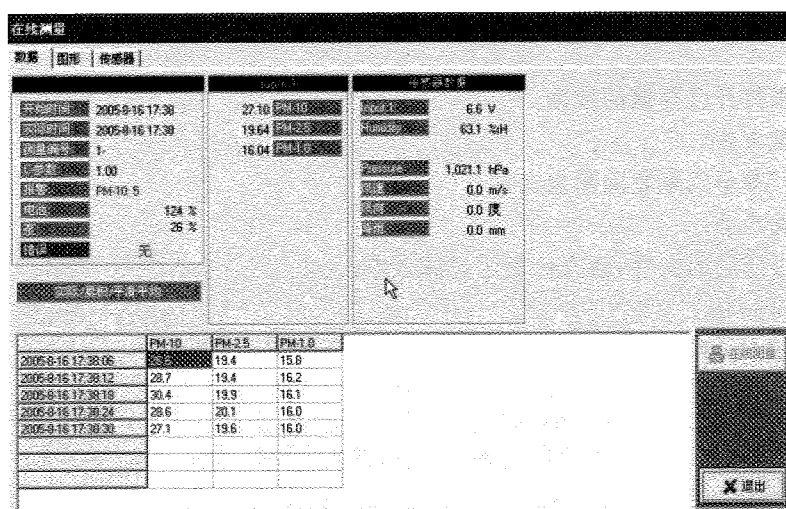


图 1-38 在线测量界面

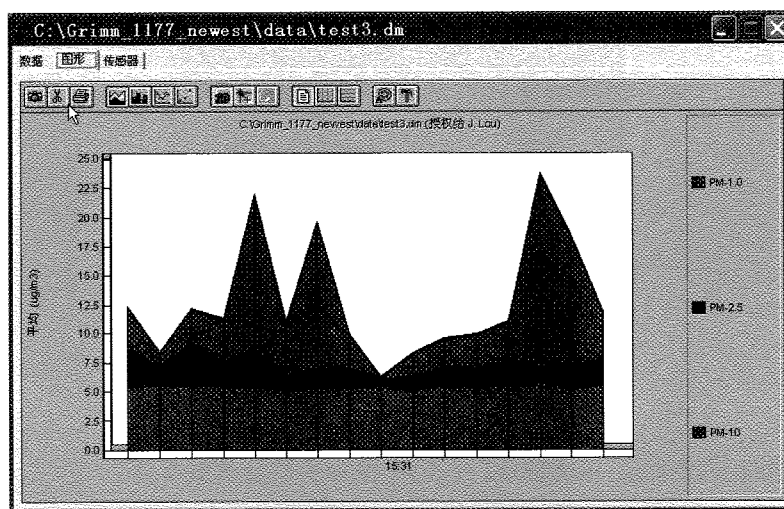


图 1-39 图形显示界面

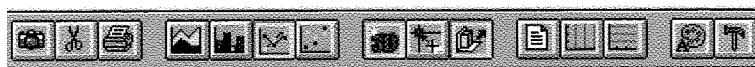


图 1-40 工具条界面

表 1-22 工具条上各快捷按钮说明

符号	描述
照相机	在剪贴板上拷贝曲线图
剪切	在剪贴板上复制数据
打印	打印图形
面积图表	显示数据为面积图表
条状图表	显示数据为条状
线状图表	显示数据为线状
点状图表	显示数据为点状
3D 显示	显示图形为 3 维和 2 维
图例	在右边显示通道
水平格	关闭和取消水平格
垂直格	关闭和取消垂直格

1.4.2.12 打开

“打开”菜单用来打开已存储的数据。

1.4.2.13 删除测量文件

“删除测量文件”菜单用来删除测量文件。

1.4.2.14 创建过滤文件

创建过滤前和过滤后的文件,新文件显示过滤效率。

1.4.2.15 输出文件

输出文件界面如图 1-41 所示,可生产“.txt”文件,可以用 Excel 软件打开。

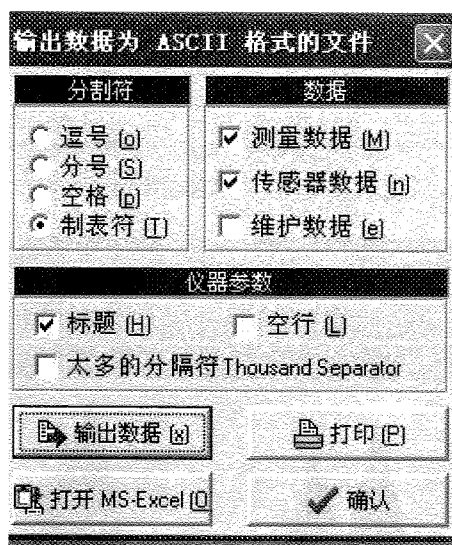


图 1-41 输出文件界面

1.4.2.16 搜索文件

搜索文件界面如图 1-42 所示,可方便地【查找】已保存的测量数据文件。

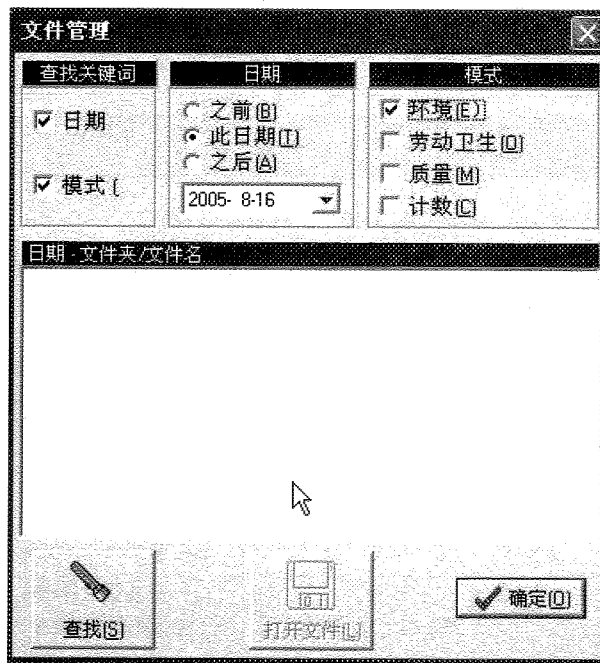


图 1-42 文件管理界面

选择要查找的关键字(日期或测量模式),并选择期限,可以快速查找符合要求的文件。

1.4.2.17 统计

统计界面如图 1-43 所示。

	最小值	最大值	统计范围	算术平均值	方差	标准离差	方差系数
PM-10	10.5	33.9	14.3	24.3	15.2	3.9	0.2
PM-2.5	17.1	20.8	3.7	18.8	1.1	1.0	0.1
PM-1.0	15.2	16.6	1.4	15.9	0.1	0.3	0.0
Input 1 (V)	6.6	6.7	0.1	6.7	0.0	0.0	0.0
Humidity(%RH)	62.4	63.1	0.7	62.8	0.1	0.2	0.0
Pressure(hPa)	1,021.1	1,021.1	0.0	1,021.1	0.0	0.0	0.0
风速(m/s)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
风向(度)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
降雨(mm)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

图 1-43 统计界面

1.4.3 数据及格式

1.4.3.1 数据获取方式

Grimm180 测量得到的数据可以用三种方法获取:

- 利用大气成分站业务软件的前端下载程序获取(推荐);
- 利用 Grimm177 软件获取;
- 利用 Windows 操作系统自带的超级终端命令获取。

1.4.3.2 数据格式

(1)质量浓度数据(PMMUL)文件格式

小时文件命名格式:

大气成分站:

Z_CAWN_I_XXXXX_YYYYMMDDHH0000_O_AER-FLD-PMMUL.TXT

沙尘暴站:

Z_SAND_PMM_C5_XXXXX_YYYYMMDDHH0000.TXT

其中 XXXXX 为台站站号,YYYYMMDDHH 表示年月日小时

数据格式为:参见表 1-23, 共 38 行参数。

表 1-23 气溶胶观测-质量浓度多要素小时文件数据格式

列	字段说明	字段名称英文	数据类型	单位	数位
1	台站区站号		数字和字母组合		5 位
2	项目代码		I		4 位
3	年		I		4 位

续表

列	字段说明	字段名称英文	数据类型	单位	数位
4	年序日		I		3 位
5	时分(世界时)		I		4 位
6	存储位置	location	I		
7	重量因数	weight Parameter	I		
8	错误代码	error code	I		
9	电池电压代码	battery voltagecode	I		
10	阀电流	valve current	I		
11	UeL	UeL	I		综合订正计数
12	Ue4	Ue4	I		气压计数
13	Ue3	Ue3	I		备用
14	Ue2	Ue2	I		湿度计数
15	Ue1	Ue1	I		温度计数
16	时间间隔	time interval	I		
17	S1	S1	F		风速计量因子
18	S2	S2	F		风向计量因子
19	S3	S3	F		降水计量因子
20	T_K	T_K	F		温度斜率订正
21	H_K	H_K	F		湿度斜率订正
22	P_K	P_K	F		气压斜率订正
23	T_b	T_b	F		温度偏移订正
24	H_b	H_b	F		湿度偏移订正
25	P_b	P_b	F		气压偏移订正
26	WS	WS	F		风速灵敏度
27	WD	WD	F		风向倾角
28	Rain	Rain	I		降水传感器订正因子
29	气压	air pressure	F	Pa	
30	备用		I		
31	湿度	humidity	F	RH%	
32	温度	temperature	F	℃	
33	风速	wind speed	F	m/s	
34	风向	wind direction	F		
35	降水	precipitation			
36	PM10	PM10	F	μg/m ³	PM ₁₀ 质量浓度
37	PM2.5	PM2.5	F	μg/m ³	PM _{2.5} 质量浓度
38	PM1	PM1	F	μg/m ³	PM ₁ 质量浓度

(2) 数浓度数据(NSD)文件格式

利用大气成分站业务软件的前端下载程序获取数浓度数据(NSD)文件的格式如表 1-24 所示。

表 1-24 数浓度原始数据(NSD)文件的格式

列	字段说明	字段名称英文	数据类型	单位	数位
1	台站区站号		数字和字母组合		5 位
2	项目代码		I		4 位
3	年		I		4 位
4	年序日	julianday	I		3 位
5	时分(世界时)		I		4 位
6	存贮位置	location	I		
7	重量因数	weight parameter	I		
8	错误代码	error code	I		
9	电池电压代码	battery voltagecode	I		
10	阀电流	valve current	I		
11	UeL	UeL	I		综合订正计数
12	Ue4	Ue4	I		气压计数
13	Ue3	Ue3	I		备用
14	Ue2	Ue2	I		湿度计数
15	Ue1	Ue1	I		温度计数
16	时间间隔	time interval	I		
17	S1	S1	F		风速计量因子
18	S2	S2	F		风向计量因子
19	S3	S3	F		降水计量因子
20	T_K	T_K	F		温度斜率订正
21	H_K	H_K	F		湿度斜率订正
22	P_K	P_K	F		气压斜率订正
23	T_b	T_b	F		温度偏移订正
24	H_b	H_b	F		湿度偏移订正
25	P_b	P_b	F		气压偏移订正
26	WS	WS	I		风速灵敏度
27	WD	WD	I		风向倾角
28	Rain	Rain	I		降水传感器订正因子
29	气压	air pressure	F	Pa	
30	备用		I		
31	湿度	humidity	F	RH%	
32	温度	temperature	F	°C	
33	风速	wind speed	F	m/s	
34	风向	wind direction	F		
35	降水	precipitation			
36	C1	C1	I	个/cm ³	C1 通道数浓度
37	C2	C2	I	个/cm ³	C2 通道数浓度
38	C3	C3	I	个/cm ³	C3 通道数浓度
39	C4	C4	I	个/cm ³	C4 通道数浓度
40	C5	C5	I	个/cm ³	C5 通道数浓度
41	C6	C6	I	个/cm ³	C6 通道数浓度

续表

列	字段说明	字段名称英文	数据类型	单位	数位
42	C7	C7	I	个/cm ³	C7 通道数浓度
43	C8	C8	I	个/cm ³	C8 通道数浓度
44	C9	C9	I	个/cm ³	C9 通道数浓度
45	C10	C10	I	个/cm ³	C10 通道数浓度
46	C11	C11	I	个/cm ³	C11 通道数浓度
47	C12	C12	I	个/cm ³	C12 通道数浓度
48	C13	C13	I	个/cm ³	C13 通道数浓度
49	C14	C14	I	个/cm ³	C14 通道数浓度
50	C15	C15	I	个/cm ³	C15 通道数浓度
51	C16	C16	I	个/cm ³	C16 通道数浓度
52	C17	C17	I	个/cm ³	C17 通道数浓度
53	C18	C18	I	个/cm ³	C18 通道数浓度
54	C19	C19	I	个/cm ³	C19 通道数浓度
55	C20	C20	I	个/cm ³	C20 通道数浓度
56	C21	C21	I	个/cm ³	C21 通道数浓度
57	C22	C22	I	个/cm ³	C22 通道数浓度
58	C23	C23	I	个/cm ³	C23 通道数浓度
59	C24	C24	I	个/cm ³	C24 通道数浓度
60	C25	C25	I	个/cm ³	C25 通道数浓度
61	C26	C26	I	个/cm ³	C26 通道数浓度
62	C27	C27	I	个/cm ³	C27 通道数浓度
63	C28	C28	I	个/cm ³	C28 通道数浓度
64	C29	C29	I	个/cm ³	C29 通道数浓度
65	C30	C30	I	个/cm ³	C30 通道数浓度
66	C31	C31	I	个/cm ³	C31 通道数浓度
67	C32	C32	I	个/cm ³	C32 通道数浓度

1.5 故障处理和注意事项

Grimm180 运行时会进行自检,一旦系统有异常情况出现,提示信息会显示在主机的显示屏上。

仪器常见错误信息说明及解决方法见表 1-25。

表 1-25 常见错误信息说明表

显示信息	说明	解决方法
NO SENSOR! PLEASE CHECK	没有发现温度、湿度传感器	检查温度、湿度传感器是否连接正确 如果确认连接正确,仍然显示提示信息,请与技术保障部门联系
Self Test LIFT NOT OK!	采样管升降扳手没有到位	重新插入,确保到位
CARD ERROR! PLEASE CHECK	在仪器运行时插、拔数据卡,或数据卡被写保护	关机后,拔出卡,解除保护状态,再次插入。重新开机

续表

显示信息	说明	解决方法
New Self Test	在多次自检后仍不能通过。可能是多种情况造成	清洁采样头滤网,重新进行自检
Self Test not OK!	同时指示灯 Dryer 灯为红色,除湿气路不正常	检查除湿气路是否堵塞,重新自检
VACUUM NOT OK! PLEASE CHECK	除湿系统的负压不正常,测量停止	联系技术保障部门
FILTER SWITCH! PLEASE CHECK	气路异常	联系技术保障部门
PLEASE REPLACE MEMORYCARD—BATT.	数据卡内置电池电量过低	首先下载数据,然后更换数据卡电池
AIR FLOW NOT OK CHECK AIR INLET	采样流速不是 1.2L/min,气路有堵塞或流量控制系统控制错误	需要进行系统检查
PLEASE CHECK MEMORYCARD	数据卡写保护	解除卡上的写保护开关
WRONG SerialNo. Ser. No. xxxxxxxx	数据卡内的数据不是在本机上得到的	首先下载数据,然后清除数据卡内存
WRONG VERSION! Clear Memorycard	数据卡内的数据不是在本机版本的软件上得到的	首先下载数据,然后清除数据卡内存
Fatal Error Please Check!	多次自检不成功,严重的系统错误	联系技术保障部门
Clear Mailbox & Intern Memory	发现仪器内存有错误	清除内存或数据卡
NO MEMOCARD	没有被插入数据卡	如果需要使用,插入数据卡
CHECK DUSTFILTER AND AIR PASSAGE	需要更换尘过滤器	更换尘过滤器

注:按照本表操作,仍无法解决问题,请联系技术保障部门

1.5.1 气路常见故障的处理流程

Grimm180 的流量自动恒定在 1.20 L/min。如果由于大气压的变化或者采样气路由于灰尘等产生阻力,仪器在一定范围内可以自动调剂抽气泵的功率,使流量仍然保持在 1.20 L/min。但是如果超出此范围,仪器将不能保证 1.20 L/min 的采样流量。

由于采样气路从采样头开始,一直到仪器的出气口,管路长,气路的检查要求按照如图 1-44 所示的步骤判断。

1.5.2 主机气路

故障描述:自检不通过、检查抽气泵。

处理办法:

- (1)断开主机内部软管气路;
- (2)用空气压缩机或洗耳球清洁管路;

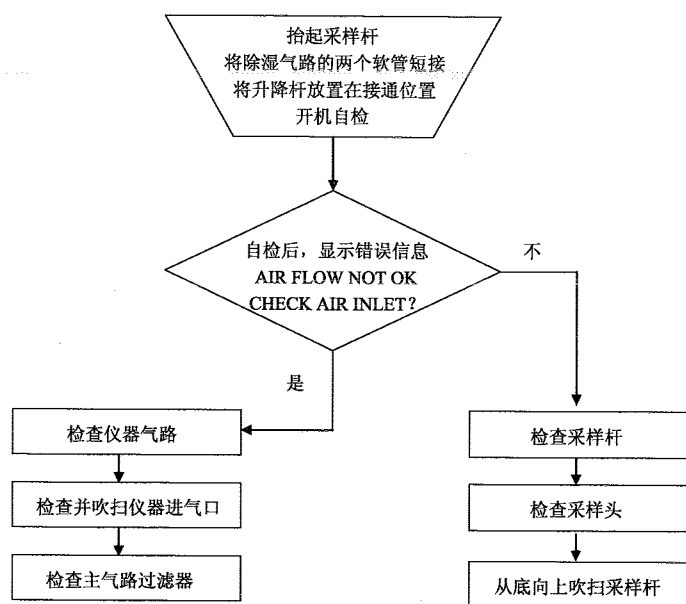


图 1-44 气路故障诊断流程图

(3)必要时更换滤芯。

1.5.3 光源和测量光室

故障描述:测量数值不稳定或是零、自检不通过、提示致命错误,检查激光。

处理办法:

- (1)检查仪器是否装上小瓶或拧严;
- (2)清洁光室;
- (3)更换激光。

1.5.4 微开关

故障描述:自检不通过、提示抬升杆未安装到位、抬升杆末端微开关被撞弯或撞坏。

处理办法:

- (1)运输时固定除湿泵(针对大型除湿泵);
- (2)调整微开关位置;
- (3)更换损坏的微开关。

1.5.5 采样泵

故障描述:自检不通过、提示致命性错误、提示检查采样泵、采样泵不工作或工作声音很大。

处理办法:

- (1)检查采样泵连接管路;
- (2)检查滤芯;
- (3)更换采样泵。

1.5.6 除湿泵

故障描述:自检不通过、提示除湿泵流量不够、压力表为零或小于 40Pa。

处理方法:

- (1)检查除湿气路连接;
- (2)更换除湿泵。

1.5.7 温湿传感器

故障描述:自检不通过、提示 NO SENSOR。

处理方法:

- (1)检查传感器连接;
- (2)检查连接件与主机的连接;
- (3)更换温湿度传感器。

1.5.8 存储卡

故障描述:自检不通过、提示检查存储卡。

处理方法:

- (1)清空数据卡;
- (2)检查存储卡是否插入卡槽;
- (3)检查写保护是否选否;
- (4)检查存储卡电池电压,必要时更换;
- (5)更换数据卡。

1.5.9 供电部分

故障描述:仪器无法开机。

处理方法:

- (1)检查电源线是否正常以及是否正确连接;
- (2)检查开关是否开启以及开关是否损坏;
- (3)检查仪器连接电源线部分的滤波器保险是否损坏;
- (4)检查仪器供电部分电路板上的保险是否损坏;
- (5)更换电源板。

第2章 TEOM—1400a/1405 型颗粒物质量浓度监测仪

颗粒物是大气污染物的重要组成部分,近年来,颗粒物已成为我国大部分城市大气污染的首要污染物。不同粒径的颗粒物可以分别进入人体呼吸系统的不同部位,特别是空气动力学等效直径小于 $10\mu\text{m}$ 的颗粒物(PM_{10})对于环境和气候有诸多直接和间接影响。

沙尘暴站选用美国 R&P 公司生产的 R&P 1400a 大气颗粒物质量浓度监测仪来测量 PM_{10} 的质量浓度。TEOM 1400a 系列仪器可用于室内外环境空气中颗粒物质量浓度的实时测量,通过选用不同进口采样头,可以测量不同粒径颗粒物的质量浓度,如 TSP、 PM_{10} 、 $\text{PM}_{2.5}$ 以及 PM_1 等。TEOM—1405F 仪器在 TEOM—1400 型仪器的基础上增加 FDMS(滤膜动态测量系统)模块,TEOM—1405DF 仪器则在 TEOM—1405F 的基础上改造为双通道结构,可用于环境空气中颗粒物 PM_{10} 、 $\text{PM}_{\text{coarse}}$ ($\text{PM}_{2.5-10}$),和 $\text{PM}_{2.5}$ 质量浓度的同时测量。

本技术手册包括仪器的安装、基本原理、操作流程、数据存储、初始化设置以及日常维护等。本章 2.1—2.5 节介绍 TEOM—1400a,2.6—2.10 节介绍 TEOM—1405。

2.1 TEOM—1400a 基本原理和系统结构

2.1.1 基本原理

TEOM—1400a 大气颗粒物质量浓度监测仪应用锥管振荡微天平(Tapered Element Oscillating Microbalance, TEOM)方法连续测量大气中颗粒物质量浓度,其工作原理如图 2-1 所示。

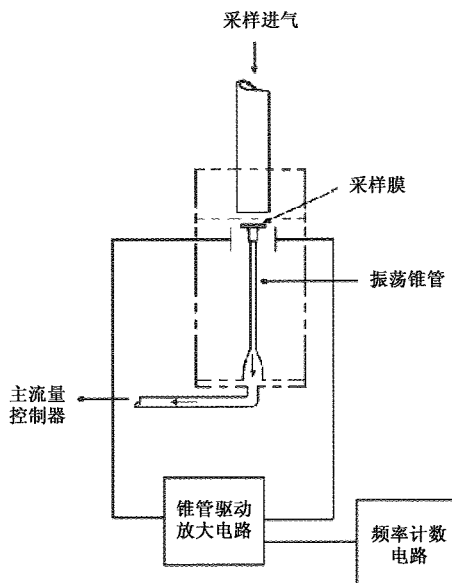


图 2-1 质量传感器工作原理示意图

锥管振荡微天平的核心部件为一上小下大的硬质玻璃空心锥管,下端固定,可换式滤膜置于按一定频率振荡的锥形管顶端,当空气样品流经滤膜时,颗粒物积累在该滤膜上。由空心锥管和采样滤膜所构成的弹性振荡体系,其振荡频率取决于锥形管的物理特性及滤膜质量。当微粒聚集于滤膜上时,锥形管的自然振荡频率相应减少。根据质量和频率间的相关变化,电子系统能连续监测此频率的变化,并经微处理器及时计算出滤膜上所积累的颗粒物总质量、质量流量和质量浓度。总质量与振荡频率的关系可用下式表示:

$$f = (K/M)^{1/2} \quad (2-1)$$

式中, f 为振荡频率, K 为振荡弹性系数, M 为质量。

随着颗粒物的沉积,滤膜质量的变化将引起振荡频率的改变,测量一段时间后,通过前后振荡频率变化可得到滤膜质量的变化量:

$$\Delta M = K \left(\frac{1}{f_1^2} - \frac{1}{f_0^2} \right) \quad (2-2)$$

式中, ΔM 为采样时间内滤膜上沉积的颗粒物质量, K 为采样时弹性系数, f_0 为初始频率, f_1 为当前频率。

根据采样流量、环境温度和气压,可计算出该时段内环境空气中所采集颗粒物的质量浓度。在 TEOM-1400a 所给出的测量结果中,通常已换算到标准状态(一个大气压,273.15K;下同)。

2.1.2 仪器结构

TEOM-1400a 大气颗粒物质量浓度监测仪主要由进气管路系统、平衡除湿系统、传感器单元、控制单元和气泵等部分构成,见图 2-2。

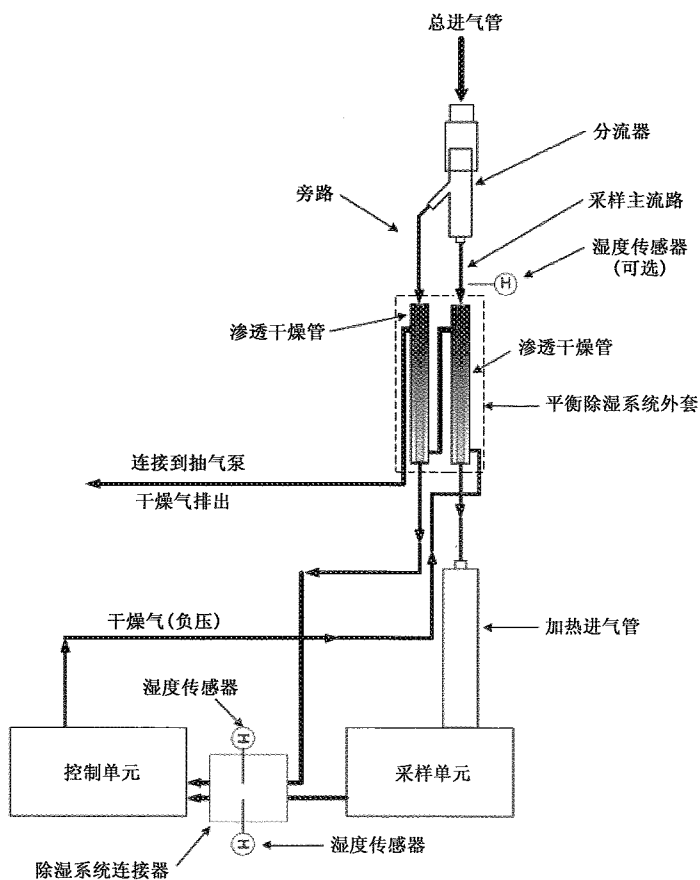


图 2-2 TEOM-1400a 大气颗粒物质量浓度监测仪结构示意图

2.1.2.1 进气管路系统

进气管路系统由粒径切割器、分流器等部分组成(图2-2)。

采样进气管(也称为主路管线或主路管线)经传感器单元到控制单元,而旁路管线直接连接到控制单元。空气在进入总进气管时,经过 PM_{10} 的颗粒物粒径切割器,只有空气动力学等效直径小于 $10\mu m$ 的颗粒物可进入测量系统。分流器则将系统总流量($16.67 L/min$)分流为两部分:通过主路管线进入传感器单元的流量为 $1 L/min$,经过旁路管线连接到控制单元的流量为 $15.67 L/min$ 。

2.1.2.2 平衡除湿系统

当环境空气中的相对湿度较高时,采样滤膜可能会吸收水分而增重,导致测得的颗粒物浓度偏高;当湿度降低时,滤膜吸收的水分挥发,使颗粒物浓度的测量结果出现负值。因此,在进气管路中加装平衡除湿系统,用于增加除湿效率,以保证测量结果的准确性。

平衡除湿系统(Sample Equilibration System, SES)的核心是由两个渗透干燥管组成的干燥管组合件,利用 Nafion 分子渗透膜制成。该干燥管为套管,样品气从内管通过,干燥气(经过干燥后的旁路样品气作为干燥气)从外管通过,利用内外管的湿度差对通过内管的气体进行渗透除湿,而对管路中的颗粒物没有损失。

2.1.2.3 传感器单元

传感器单元即采样单元,是 TEOM-1400a 大气颗粒物质量浓度监测仪的关键部件,该单元主要包括锥管振荡微天平(TEOM)质量传感器及其前置放大电路。为了保证 TEOM 部件工作稳定,质量传感器的腔体整体需要保持温度均匀恒定,因此,除质量传感器的腔体有恒温装置外,在进入质量传感器的进气管路上也装有恒温装置。传感器单元有一个“控制/信号”电缆与控制单元相连接。图2-3是传感器单元的内、外部结构图。

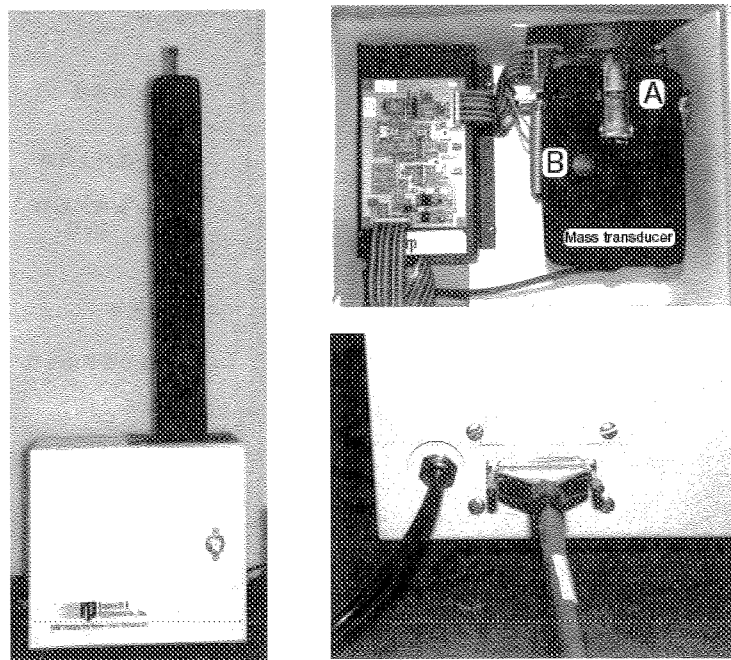


图2-3 TEOM-1400a 大气颗粒物质量浓度监测仪传感器单元的结构示意图
(左图:外观;右上:内部视图,右侧为质量传感器;右下:控制/信号电缆和管线接口)

2.1.2.4 控制单元

控制单元是 TEOM-1400a 大气颗粒物质量浓度监测仪的核心部件,其作用是精确控制主、旁路管线的流量,控制传感器单元的工作状态,并获取传感器的测量信号。控制单元包括微处理器电子线路系统、流量控制器、压力传感器和电源等。通过控制单元的操作面板可以设置各进气管路的流量、采样参

数(变量参数、采样记录时间间隔、数据记录下载)等。控制单元可以实时计算出颗粒物的质量浓度,还可以给出 5min、30min、1h、8h 和 24h 质量浓度平均值。图 2-4 是控制单元的前部面板。前部面板包括电源开关键,状态检查指示灯,显示屏以及输入键盘等。可通过键盘输入完成仪器内部参数设定以及仪器命令输入,键盘布局见图 2-5。

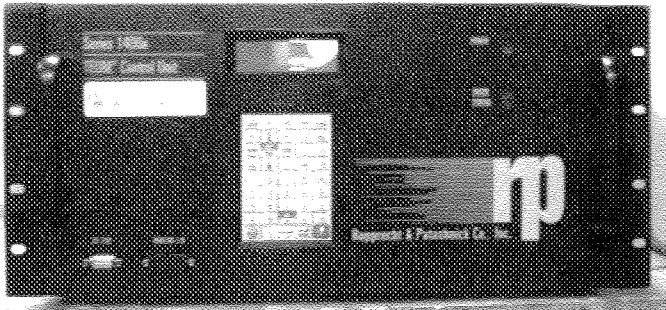


图 2-4 控制单元的前面板

MAIN STATUS	EDIT	DISP	UNITS	STEP SCREEN
LOCK	↑	INIT	RUN	DATA STOP
←	LAST FIRST	→	NO	YES
TIME DATE	↓	AO	RS232	STORE
F1	F2	7	8	9
F3	F4	4	5	6
F5	F6	1	2	3
F7	F8	-	0	CTRL
		.		
STOP ALL	ESC	BACKSPACE	ENTER	SHIFT

图 2-5 前面板输入键盘示意图

后部面板主要配置了与传感单元及采样系统的连接插孔,如图 2-6 所示。主、旁路管线组件中包括连接零件和 2 个在线过滤器,主、旁路管线的连接方式见图 2-7。

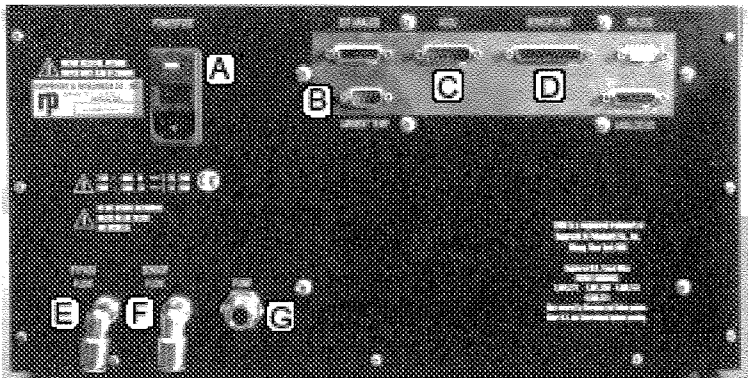


图 2-6 TEOM—1400a 大气颗粒物质量浓度监测仪控制单元后面板
(A:保险丝/电源板插座;B:温度传感器接口;C:ACCU 系统接口;D:25 针传感单元控制缆接口;
E:主路管线连接接口;F:旁路管线连接接口;G:空气压缩泵连接接口)

2.1.2.5 真空泵

真空泵采用双活塞泵,具有独立电源,为系统提供采样动力,图 2-8 是真空泵的外观图。

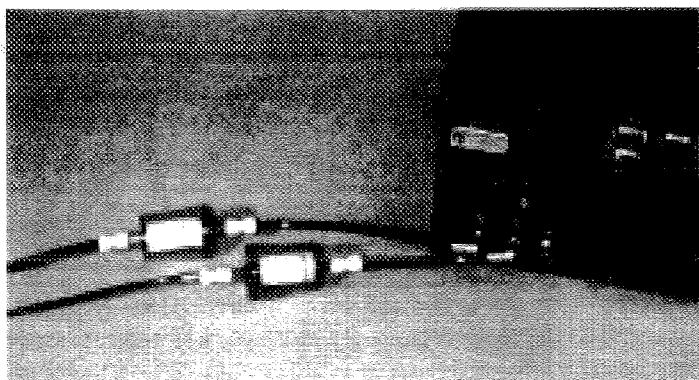


图 2-7 主路和旁路管线的连接

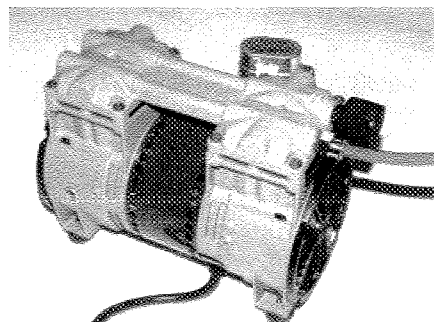


图 2-8 真空泵外观图

2.2 TEOM-1400a 安装调试

2.2.1 仪器安装

2.2.1.1 传感器单元与控制单元的安装

传感器单元与控制单元的安装简图如图 2-9 所示。

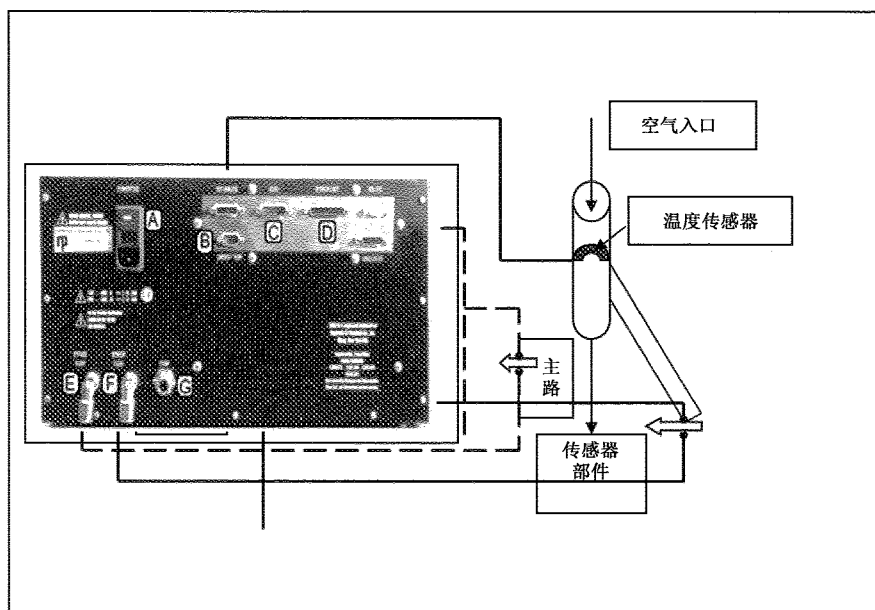


图 2-9 传感器单元与控制单元的安装简图

在安装过程中应注意：

(1) 监测系统所有的气路管线均采用插入连接方式，气路管线必须完全插入，确保不会被拉出。如要拆离，应按住压环并同时将管线向外拉出。

(2) 将环境温度传感器安装在室外的合适位置。温度传感器电缆的另一端连接到控制单元背部标有“Ambient Temp”的接口处。为避免元器件损坏，安装中不要将温度传感器与防水筒之间的螺母拧得过紧。

(3) 在安装 1L/min 的分流头时，应将其牢固安装在分流器内管的顶端，通过调整分流器内管的高度，使分流头的顶端到外管开口的距离是 15.5cm。

2.2.1.2 平衡除湿系统安装

平衡除湿系统的主要部件如图 2-10 所示。

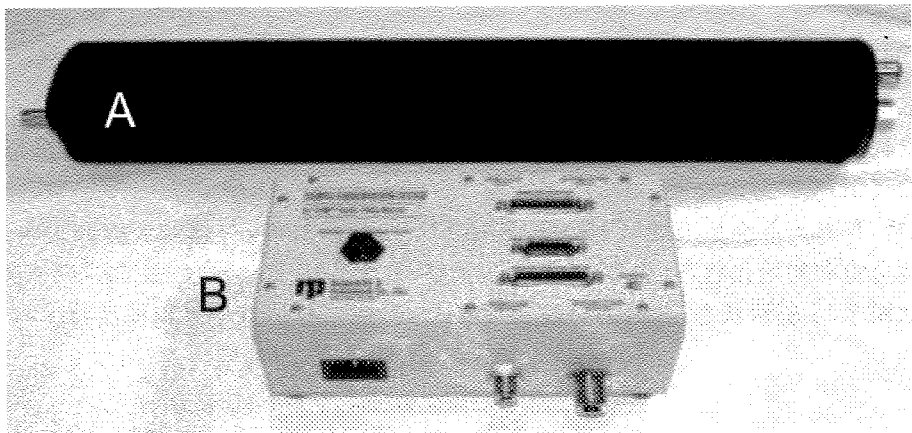


图 2-10 平衡除湿系统的主要部件(A:干燥管组合件;B:除湿系统连接器)

参照图 2-2 将图 2-10 所示的部件连接到测量系统中。要保证干燥管组合件与气路系统、除湿系统连接器与控制单元的正确连接。注意:连接气路系统的软管要尽量减少弯折。

在干燥管组合件(图 2-10 中 A 部件)的两端共有 6 个气路连接口(图 2-11,图 2-12)。注意:主路进气口和主路出气口的连接件口径为 1/2 英寸,旁路进气口、旁路出气口、干燥器进气口和干燥器出气口的连接件口径为 3/8 英寸。

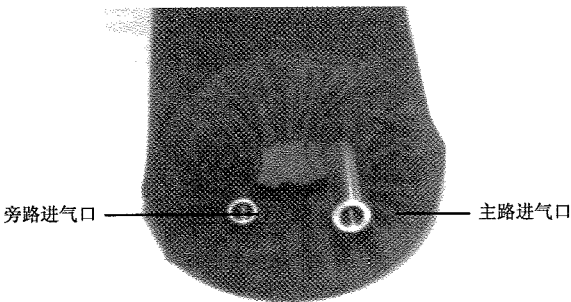


图 2-11 干燥管组件顶部

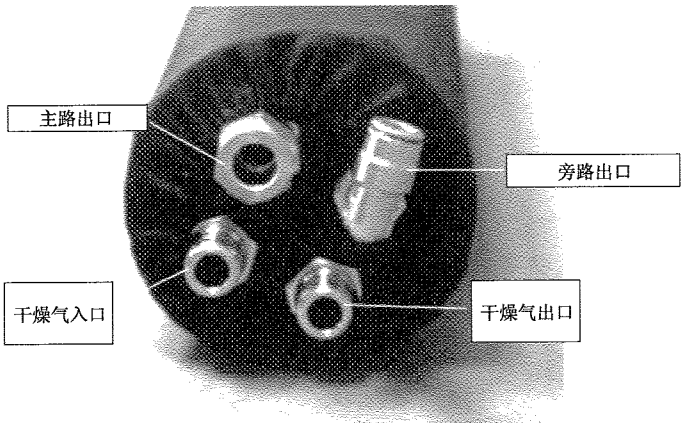


图 2-12 干燥管组件底部

2.2.2 仪器调试

2.2.2.1 开机程序

开机需按如下顺序操作：

- (1) 接通电源。
- (2) 按下控制器上的“POWER”键,此时屏幕上出现 4 行文字,显示仪器的名称,稍后屏幕显示主菜单。
- (2) 启动抽气泵。

仪器开机后,仪器前部面板上的“CHECK STATUS”)指示灯亮,仪器对温度和流量进行自检和初始化,屏幕显示自检和初始化状态(如 T、F、1、2、3、4 等)。大约 1.5h 后,“CHECK STATUS”灯自动熄灭,屏幕显示如图 2-13 所示状态,此时屏幕显示“OK 4”,表示仪器开始采集样品并进行计算。



图 2-13 采集开始后显示器第 1 行显示

用面板上的↑和↓箭头可在屏幕上移动光标,连续按动向下的箭头可使屏幕的数据成行滚动。

2.2.2.2 关机程序

关机需按如下顺序操作：

- (1) 按“STOP ALL”键。
- (2) 关闭抽气泵。
- (3) 关闭控制器上的“POWER”开关。
- (4) 断开控制器的外接电源。

2.2.2.3 仪器状态提示内容

状态提示内容用 1—4 个字符码来显示仪器的工作状态及是否有报警出现。如果“CHECK STATUS”结束后,在仪器屏幕上所显示的状态符不是“OK”,仪器控制器前面板上的指示灯“CHECK STATUS”将再度亮起。状态符包括：

- OK 正常使用状态,无报警
- M 控制器不能收到频率信号
- T 温度报警
- F 流量报警
- X 滤膜负载将达到极限(当负载率达 90%时)

2.2.2.4 参数设置及运行

(1) 参数设置

必要时需对仪器参数进行设置。

(2) 设置时间

- 1) 按<Data/Stop>进入设置状态,在主屏幕第一行第二列上会出现“S”。
- 2) 在主屏幕按<Step/Screen>键进入“Set Time”。
- 3) 按<Edit>键,屏幕上的“>”会变为“?”,输入准确时间,按<Enter>键。

(3) 设置通信传输协议

按<Data/Stop>进入设置状态,在主屏幕第一行第二列上会出现“S”。按<Step/Screen>,然后按键盘上↓找到<Set RS-232 Mode>,按<ENTER>,把光标“>”移到<AK ProtCol>按<Enter>。

(4) 设置时间间隔

按<Data/Stop>进入设置状态,在主屏幕第一行第二列上会出现“S”。按<Step/Screen>,然后

按键盘上↓找到<Setup Storage>按,<Enter>,按<Step/Screen>移动光标“>”到<Interval>,按<Edit>光标变为“?”,输入300,按<Enter>。

(5) 测量参数存储设置

主机可以同时存储计算8个变量,设置过程如下:

- 1) 按<Data/Stop>进入设置状态,在主屏幕第1行第2列上会出现“S”。
- 2) 按<Step/Screen>键进入“View Storage”。
- 3) 再按<Step/Screen>键,进入“Setup Storage”屏幕。
- 4) 按<Edit>键,屏幕上的“>”会变为“?”,输入相应代码,按<Enter>键。
- 5) 按<F1>或<Run>,重新进入采样状态。

注:常用代码

- 008 Mass Concentration(质量浓度)
- 009 Total Mass(总重量)
- 038 Main Flow(主流路)
- 039 Auxiliary Flow(旁注路)
- 041 Status Code(状态码)
- 057 30-Min Average Mass Concentration(30分钟平均重量浓度)
- 058 1-Hour Average Mass Concentration(1小时平均重量浓度)
- 059 8-Hour Average Mass Concentration(8小时平均重量浓度)
- 060 24-Hour Average Mass Concentration(24小时平均平均重量浓度)
- 130 Current ambient temperature(现时环境湿度)
- 131 Current ambient pressure(现时环境气压)

其他如 Temps/Flow, Hardware, Analog Outputs 等,均已设置好,一般不需改动。

T-Case50.00 T-Air 50.00 T-Cap 50.00 F-Main 1 F-Aux 15.67

其中:F-Main 与 F-Aux 的总和为 16.67。

(6) 系统运行

在完成所有参数设置后,按<F1>或<Run>,使仪器进入工作状态。

2.3 TEOM-1400a 日常运行维护和校准

2.3.1 日常运行检查

(1) 需随时检查仪器面板上第1行显示的状态是否为“OK”,如有报警提示,则参考技术手册查找原因;

(2) 需随时注意观察系统流量变化,主流量允许范围应为 (1 ± 0.12) L/min;旁路流量允许范围应为 (15.67 ± 0.50) L/min;如变化超过范围,则检查是否需要更换气-水分离器滤芯或旁路大过滤器,或其他原因;

(3) 需随时检查 TEOM 专用滤膜的负载率是否已经超过 30%,如超过则更换滤膜;

(4) 要随时检查面板显示的颗粒物质量浓度值是否出现较大负值或较大波动,应查找原因并记录;

(5) 仪器的所有操作和异常情况,均应在值班记录和日检查表中详细记录;

(6) 无法现场解决的异常情况,应及时向上级部门汇报。

2.3.2 维护

2.3.2.1 使用与维护基本要求

仪器使用和维护基本要求如表 2-1 所示。

表 2-1 仪器设备使用维护要求

工作任务	主要内容	相关要求
1. 检查 仪器 运行 状况	采样头清洁程度检查	采样头处应清洁无杂物,如有堵塞及时清洁
	检查状态码	正常为 OK
	检查流量	主流量(Main flow) (1 ± 0.12) L/min, 辅流量(Aux flow) (15.67 ± 0.50) L/min
	检查屏幕显示浓度范围	屏幕示值应与近 2~3 天变化情况一致,如有波动,检查周边是否有污染活动;是否出现负值
	检查滤膜负载率	负载率超过 30% 需更换
	泵的声音是否异常	泵的声音较弱,无不正常噪声或声响
	检查仪器及计算机时间	与标准时间的偏差范围为 30s,超出时,应及时调整
2. 数据采集 与传输情况	检查仪器数据采集情况	采集软件能够正常采集仪器的观测数据
	检查小时数据生成情况	能够生成小时数据文件
	检查数据传输情况	能够在指定时间传输数据文件
3. 系统 维护	清洁切割头	每 3 个月,清洁一次切割头,或视当地污染情况及时清洁
	更换气—水分离器滤芯	每 3 个月,检查气—水分离器,堵塞需更换
	清洁进气管路	每 6 个月,清洁一次采样管路,或视当地污染情况及时清洁
	更换在线大过滤器	每 3 个月,更换一次过滤器,或视当地污染情况及时更换
	更换滤膜	每月更换,膜负载率达到 30% 时必须更换
4. 仪器校准	定期校准	每 3 个月,对仪器进行流量校准

2.3.2.2 维护用品及工具

(1) 维护用品

酒精、棉布、小毛刷、纸巾、蒸馏水、硅油脂等。

(2) 主要维护工具

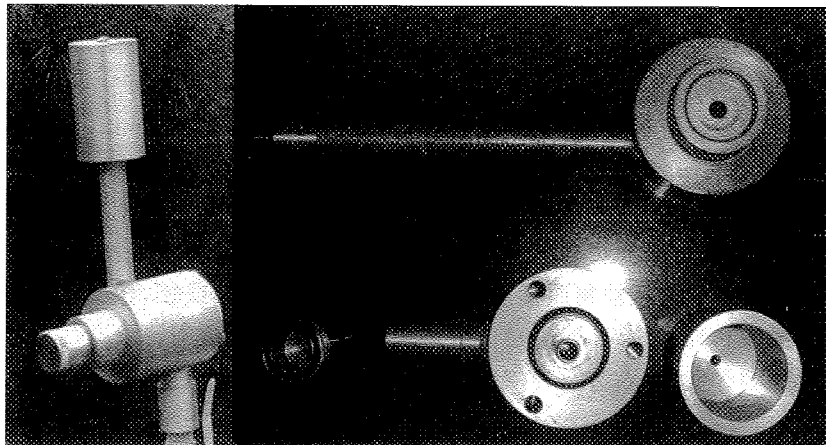
小螺丝刀、活扳手、小刀。

2.3.2.3 清洁 PM_{2.5} 采样头

(1) 采样头的清洁工作应在完全停机的情况下进行。

(2) 轻轻从进气管路上取下 PM_{2.5} 采样头,图 2-14 为采样头的示意图。清洗时要求将各部件拆开,用柔软的纸巾和纯净水对各部件内外进行彻底仔细地清洗。

(3) 清洗擦干后再行安装。

图 2-14 PM_{2.5} 采样头的整体结构(左)和各部件分解图(右)

(切割头应每隔 3 个月清洗一次)

2.3.2.4 主、旁路过滤器的更换

在控制单元后部有两个在线大过滤器。最好在更换 TEOM 专用滤膜后立即更换在线大过滤器,此时仪器应处于停止数据采集状态,可以在等待恒温 and 流量稳定的 30min 内进行此项工作。安装在线大过滤器时应注意过滤器上的箭头朝外(箭头方向与气流方向相反),这样可以看到大过滤器内的污染程度。如果绿色塑料管拆卸困难,应切除塑料管外壁不光滑的部分。为了保证绿色塑料管的拆卸方便,可以在管的外径上涂一薄层硅油脂。

2.3.2.5 更换气-水分离器滤芯

根据当地使用情况,应定期(3~6 个月)对气-水分离器滤芯进行更换。

2.3.2.6 TEOM 专用滤膜安装与更换

TEOM 专用滤膜的更换取决于当地的大气颗粒物情况。为了保证数据质量,当仪器屏幕上显示滤膜的负载率达到 30% 时,应及时更换滤膜。

当空气相对湿度较大并且测量结果出现较大负值或较大波动时,建议更换滤膜。

更换 TEOM 专用滤膜时,严禁用手直接接触滤膜。操作者应使用专用黑柄换膜工具进行更换。

更换滤膜的步骤如下:

(1) 在控制单元上按<Data Stop>键,然后打开传感器单元门;

(2) 在质量传感器前面有一银色锁扣,其中间有一插销,将插销向上推至打开插销,将黑色球柄向下拉动质量传感器,直至质量传感器被完全打开,以便于更换过滤膜,如图 2-15 所示。

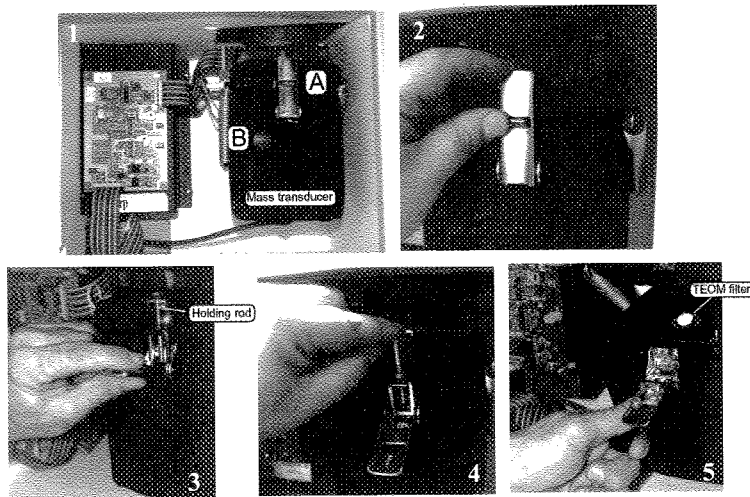


图 2-15 打开质量传感器

注意:应将 TEOM 专用滤膜存放在传感器单元机壳中;并将两个新的 TEOM 专用滤膜安放到加热的质量传感器内相应的 TEOM 专用滤膜卡座上,以备下次使用,如图 2-16 所示。

(3) 用专用工具取下用过的 TEOM 专用滤膜:将专用工具的下层叉架插入滤膜的下边,使滤膜盘处在工具的两层叉架之间,叉柄应位于过滤膜基座的中心线上,与滤膜垂直的方向轻轻提起滤膜,如图 2-17 所示。不要扭曲滤膜或从锥形零件的旁边施加压力。

(4) 用专用工具安装新滤膜:安装前用洁净的无尘纸模式专用工具,用专用工具取出一个新滤膜,使滤膜盘位于工具两个叉架之间。

(5) 用专用工具将滤膜轻轻地垂直插到锥形零件的顶尖,确认滤膜完全放置好,然后垂直向下轻按到位。

(6) 将工具从侧面平行缩回,脱离滤膜,安装滤膜过程如图 2-18 所示。

(7) 将黑色球形钮抬起使质量传感器到关闭位置,将银色手柄放到适当位置,使它连接插销盘,然后向下推,直到插销插牢。

(8) 将 TEOM 传感器单元门关上并扣好,注意开门时间尽量短,以使系统温度漂移最小。

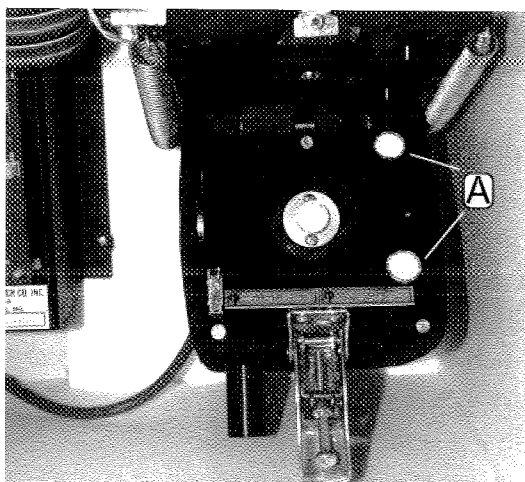


图 2-16 在同一环境条件下对滤膜的湿度等进行平衡处理

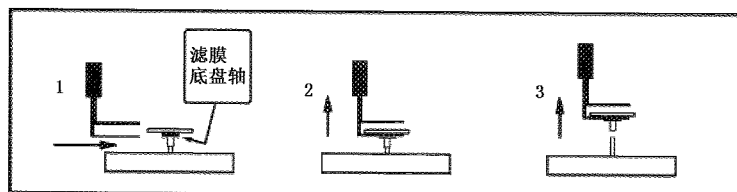


图 2-17 取下 TEOM 专用滤膜

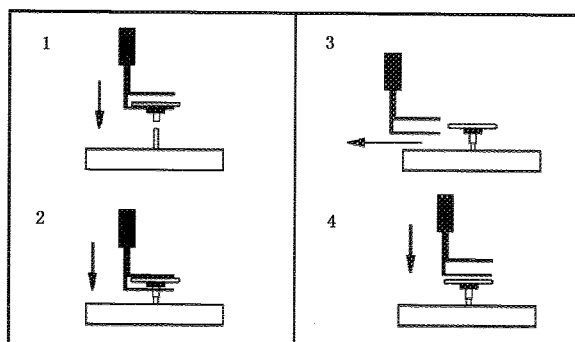


图 2-18 安装 TEOM 专用滤膜

(9) 5min 后,再次打开传感器单元和质量传感器,用干净的专用工具底部向下轻按滤膜,这样可保证滤膜完全坐稳,然后关闭质量传感器和传感器单元。

(10) 如要启动仪器,应再次按下 TEOM 控制单元前面板键盘上的<F1>或<Run>键。

2.3.2.7 其他部件的拆除与更换

(1) 拆除/更换放大器电路板

注意:在处理系统电子部件时,要做好防静电措施。

从传感器单元拆除放大器电路板:

- 1) 关闭控制单元。
- 2) 打开传感器单元门。放大器电路板位于左侧。
- 3) 拆下所有电缆接头的定位卡。定位卡是一条挠性金属,用于将电缆接头固定到电路板上。
- 4) 拆开 P25 和 P21 位置的电缆接头。根据需要拆开 P35 位置的接头。
- 5) 按压定位卡小心地从四个支脚(位于四个角)拆下放大器板。

将放大器电路板装入传感器单元:

- 1) 将放大器电路板放到传感器单元内适当的位置,使“Rupprecht & Patashnick”字迹位于顶部。
- 2) 将电缆接头连到位置 P25 和 P21。根据需要连接 P35 位置的接头。
- 3) P25——质量振荡元件的电缆。
- 4) P21——至机壳外互连电缆的电缆。
- 5) P35——可选。
- 6) 装好 P25 和 P21 接头的定位卡。
- 7) 仪器恢复供电,至少预热 30min。
- 8) 按照有关内容进行放大器电路板的调谐。

(2) 拆除/更换模拟电路板

注意:在处理系统电子部件时,一定要做好防静电措施。

从控制单元拆除模拟电路板:

- 1) 关闭控制单元。
- 2) 从控制单元拆下顶部面板。
- 3) 找到模拟电路板,是一块装在 CPU 板顶部的 L 形板。
- 4) 从模拟板拆下定位卡并断开电缆接头 P1、P2、P3、P4 和 P5。
- 5) 通过拆除 5 个定位螺丝小心地从 CPU 板拆下模拟板。

将模拟板装入控制单元:

- 1) 将模拟电路板装到 CPU 板上并固定好。
- 2) 重新连接 P1、P2、P3、P4 和 P5 电缆接头并装好定位卡。
- 3) 根据需要,将模拟板上的跳线调到适当的模拟输入与输出电压。
- 4) 由于运输应力及系统间的差别,对从 R&P 公司寄来的电路板应进行核查、校对。
- 5) 将顶部面板装到控制单元并使系统返回运行配置。

(3) 拆除/更换计数器电路板

注意:在处理系统电子部件时,一定要做好防静电措施。

从控制单元拆除计数器板:

- 1) 关闭控制单元。
- 2) 从控制单元拆下顶部面板。
- 3) 找到计数器板,是装在 CPU 板顶部 L 形模拟板附近的一块小板。
- 4) 拆下在 CPU 板上固定计算器的两个螺丝。
- 5) 小心地从 CPU 板取下计数器板。

将计数器板装入控制单元:

- 1) 将计数器板装入 CPU 板的适当位置。
- 2) 固定计数器板。
- 3) 将顶部面板装到控制单元并回到正常运行配置。

(4) 拆除/更换电路板

注意:在处理系统电子部件时,一定要做好防静电措施。

从控制单元拆除 CPU 板:

- 1) 关闭控制单元。
- 2) 从控制单元拆下顶部面板。
- 3) 找到 CPU 板,是控制单元最大的一块板,上面装有两块“子”板(模拟板和计数器板)。
- 4) 拆下在 CPU 板上固定控制单元的两个螺丝。
- 5) 从 CPU 板拆下定位卡并断开电缆接头 P9、P7、P6 和 P10。
- 6) 从模拟(L 形)板拆下定位卡并断开电缆接头 P2、P4 和 P3。
- 7) 拆除 CPU 板的方法:将板从接口板滑开,直到完全离开再提出来。

(5)将 CPU 板装入控制单元

1)CPU 板的准备工作:

注:如果正在安装的 CPU 板上带有模拟(L形)板,则到步骤 3)。

从原 CPU 板拆下模拟板。

将模拟板及所需的任何电缆装到替换 CPU 板上。

从原 CPU 板上拆下替换板上所没有的电缆(例如连接 CPU 板 P1 和模拟板 P5 的电缆)。

从原 CPU 板拆下计数器板并装到替换板上。

确保开关的配置正确(参照原板)。(两组开关在 CPU 板上,是红色的)

确保 COM1 跳线(主要通信)已装好待用。

2)将板滑到接口板接头,将总成装入控制单元。

3)将板紧固到控制单元。

装好所需的电缆和定位卡(除了 CPU 板上的 P8 外,CPU 上的所有接头及模拟板都应该用到)。

将顶部面板装到控制单元并恢复系统送电。

将正确校准常数输入仪器。

回到正常操作配置。

(6)拆除/更换显示/键盘

注意:在处理系统电子部件时,一定要做好防静电措施。

从控制单元拆除显示/键盘:

关闭控制单元。

1)从控制单元拆下顶部面板。

2)从 CPU 板拆下定位卡并断开键盘接头(P9)。

3)拆下用于固定显示/键盘到控制单元前面板的两个压紧带。

4)小心地从控制单元拆下显示/键盘。

如果未收到新电缆,则从显示/键盘拆下电缆再用。

以下是将显示/键盘装入控制单元的步骤:

1)将显示/键盘电缆连到显示/键盘底座。

2)将键盘放到控制单元前面板上,使它恰好置入槽内。显示/键盘不应向任何方向移动。

3)将压紧带跨过显示/键盘的背部并压紧。

4)将显示/键盘电缆连到 CPU 板上的 P9 并装好定位卡。

5)将顶部面板装到控制单元并回到正常操作配置。

(7)拆除/更换接口电路板

注意:在处理系统电子部件时,一定要做好防静电措施。

从控制单元拆除接口板:

1)关闭控制单元。

2)从控制单元拆下顶部面板。

3)从控制单元拆下 CPU 板。

4)找到接口板,它装在控制单元的背部面板上。

5)从控制单元背部面板拆下所有外部电缆(互连电缆、ACCU 电缆等)。

6)从接口板拆下定位卡并断开电缆接头 P503、P202、P501、P402、P403、P404、P302 和 P301

7)从接口板的压力振荡元件断开软管,压力振荡元件位于右下角。

8)从控制单元背部的各个接头拆下阴性锁定螺丝,这些锁定螺丝用于将接口板固定到安装板。

9)从控制单元拆下接口板。

将接口板装入控制单元:

1)将接口板放到控制单元背部的正确位置。

- 2) 为控制单元背部的各个接头安装阴性锁定螺丝。
- 3) 将软管连到接口板上的压力振荡元件。压力振荡元件位于右下角。
- 4) 连接接口板上的电缆接头: P503、P202、P501、P402、P403、P404、P302 和 P301。安装定位卡。
- 5) 连接控制单元背部面板的所有外部电缆(互连电缆、ACCU 电缆等)。
- 6) 安装 CPU 板。
- 7) 进行压力振荡元件校准。
- 8) 安装控制单元顶盖。
- 9) 回到正常操作配置。

(8) 拆除/更换质量流量控制器

注意: 在处理系统电子部件时, 一定要做好防静电措施。

从控制单元拆除流量控制器的步骤:

- 1) 关闭控制单元。
- 2) 从控制单元拆下顶部面板。
- 3) 找到流量控制器, 从质量流量控制器板拆下定位卡并断开电缆接头 P1。
- 4) 从控制单元背部面板的主路和旁路接头上拆下管和弯头配件。
- 5) 断开从质量流量控制器一侧延伸到背部面板内泵配件的管。
- 6) 断开从接口板上的压力振荡元件(右下角)延伸到质量流量控制器的软管。
- 7) 拆下将质量流量控制器总成和控制单元固定的两个螺丝。
- 8) 从背部面板滑开总成并提出。

将流量控制器装入控制单元:

- 1) 将质量流量控制器总成放至正确位置, 向控制单元的背部面板滑动, 使配件穿过相应的孔。
- 2) 拧紧控制单元背部面板主管和旁路管的弯头配件。

注意: 在拧紧弯头配件时要特别注意不要扭曲流量传感器的端部。如果流量传感器扭曲, 则内部 O 形环的完全密封需要 24 小时。

- 3) 将质量流量控制器总成固定到控制单元。
- 4) 连接从质量流量控制器座块一侧延伸到背部面板内泵配件的管。
- 5) 连接从接口板上的压力振荡元件(右下角)延伸到质量流量控制器的软管。
- 6) 连接电缆接头到质量流量控制器板上的 P1 并装好定位卡。

7) 校准质量流量控制器(如果刚从厂家收到), 但由于运输应力和系统间的差别, 应对校准进行检查。

- 8) 安装控制单元的顶盖。
- 9) 回到正常操作配置。
- (9) 拆除/更换质量流量控制器节流口

注意: 在处理系统电子部件时, 一定要做好防静电措施。

当更换节流口时, 也应更换质量流量控制器过滤器和清洁质量流量控制器。

从控制单元拆除流量控制器节流口的步骤:

- 1) 关闭控制单元, 并关闭真空泵。
- 2) 从控制单元拆下顶部面板。
- 3) 找到流量控制器。从质量流量控制器板拆下定位卡并断开电缆接头 P1。
- 4) 从质量流量控制器总成的四个支脚拆下质量流量控制器板。
- 5) 找到质量流量控制器座块的两个节流口。它们装有短硅管。
- 6) 从拆除的节流口处小心地取下管。
- 7) 使用 1/4 英寸开口或活动扳手拆下节流口。

将流量控制器节流口装到流量控制器总成的步骤:

- 1) 将新节流口装入质量流量控制器底座, 节流口需拧紧到与底座齐平。注意不要拧得过紧。
 - 2) 将短硅质软管接到新节流口。
 - 3) 将质量流量控制器板装到流量控制器总成的支脚上。
 - 4) 连接电缆接头到质量流量控制器板上的 P1 并装好定位卡。
 - 5) 仪器通电并开启真空泵, 15s 内应有流量。
 - 6) 进行系统测漏。
 - 7) 校准质量流量控制器(如果刚从厂家收到)。但由于运输应力和系统间的差别, 应对流量进行检查以验证校准。如需要流量校准, 建议首先进行模拟校准。
 - 8) 安装控制单元顶盖。
 - 9) 回到正常操作配置。
 - (10) 拆除/更换质量振荡元件
- 质量振荡元件的拆除/更换需要以下工具: Philips 螺丝刀、7/16 英寸扳手或活动扳手。
- 拆除质量振荡元件:
- 1) 关闭控制单元。(注: 如果仪器一直在运转, 质量振荡元件可能温热(通常为 50℃), 可以在继续运行之前先冷却下来。
 - 2) 断开连接控制单元和传感器单元电缆。
 - 3) 打开传感器门。
 - 4) 找到传感器壳内(左侧)的放大器板。从放大器板断开 P21 接头。拆下连接放大器上 P25 和前置接口板上 P100 的带状电缆。
 - 5) 从质量振荡元件底部拆下气管。
 - 6) 通过按入锁闩并将相应的角向外拉, 从尼龙支撑上取下放大器板, 置于一旁。
 - 7) 取下将黑色法兰固定到传感器单元壳顶的四个螺丝。
 - 8) 找到空气探针热敏电阻总成。此总成装在质量振荡元件的左侧, 包括两条连到质量振荡元件后部的前置接口板的黄色线。
 - 9) 拆下气针的热敏电阻总成。按下总成底座顶部的锁闩, 直接将总成拉出。
 - 10) 从前置接口板解开热敏电阻, 放到一边。
 - 11) 从质量振荡元件前面反时针旋转黑色按钮, 将它取下。
 - 12) 从壳内提出质量振荡元件总成(包含质量振荡元件和位于壳顶的黑色气管部分)。注意不要碰到前置接口板。
 - 13) 在扶好质量振荡元件的同时, 取下将固定质量振荡元件的四个六角螺栓。
 - 14) 下拉质量振荡元件, 将其从黑色法兰下面的气管取下。
 - 15) 检查气管和质量振荡元件的顶部, 找到 O 形环。如果 O 形环仍在气管上, 将其取下并装入质量振荡元件。
 - 16) 放大器板和质量振荡元件必须返回厂家。
- 安装质量振荡元件:
- 1) 关闭控制单元。
 - 2) 替换质量振荡元件。如果提供了气针热敏电阻(装在质量振荡元件一侧), 则将其取下。
 - 3) 将替换质量振荡元件放到正确位置, 使组装的时候锁闩向上、气管向左。
 - 4) 开始滑动质量振荡元件, 使气管进入顶孔。确保安装孔和前置接口板后部对正, 前置接口板面向后部。(注: 质量振荡元件顶部有一 O 形环, 需围绕于气管。为了方便组装, 可以先从质量振荡元件拆下 O 形环并预装到气管上(向里较好)。可防止 O 形环损坏。)
 - 5) 上推质量振荡元件, 直到其顶部和配对法兰齐平。
 - 6) 在扶好质量振荡元件底部的同时, 拧紧将质量振荡元件固定到气管的四个六角螺栓。
 - 7) 小心地将总成品装到壳上。

8)将四个黑色按钮装到质量振荡元件前面。

9)拧紧将黑色法兰和传感器单元的壳顶固定的四个螺丝。

10)安装气管热敏电阻。确保热敏电阻在安装时握正。(使热敏电阻端部不会擦到壁部。热敏电阻底座在装好时会有一“喀喇”声。)将空气探针热敏电阻接头插入前置接口板。

11)在质量振荡元件软管处接好气管。

12)将放大器板放到传感器单元内的正确位置,“Rupprecht & Patashnic”字迹应在顶部。

13)将两条带状电缆连到其正确位置。

14)连接传感器单元和控制单元之间的电缆。

15)开启仪器。

16)打开质量振荡元件(如同更换 TEOM 过滤器一样)并看到锥形滤芯的校准常数(K0)。在打开质量振荡元件时,K0 位于可看到的银标签上。

17)在主屏按<Step Screen>可进入菜单屏。

18)在菜单屏时,将光标移至设置硬件屏旁,并按<Enter>。

19)按<Data Stop>键,使系统进入设置模式。

20)按<Edit>键,将 K0(标记为校准常数)改为正确值。

21)按<Run>键,返回正常操作配置。

2.3.2.8 清洁进气管路

(1)停泵关机,取下采样头。

(2)打开质量传感器单元,用塑料或硬质保护材料盖住质量传感器的暴露部分(即盖在 TEOM 专用滤膜上方),以防有异物落下,毁坏微振荡天平。

(3)拔下质量传感器侧面的温度传感器,注意保护其感应端。

(4)用一根软线,在顶端缠上脱脂棉(可蘸取少量酒精),从进气口伸入管路中,上下拉动几次(最好两人配合操作,一人负责保护质量传感器不被碰到)。

(5)确认进气管路已清洁完毕后,使其自然风干,然后将各部件安装回原位,注意:插回温度传感器时只要感觉卡上即可,不可用力向里插。

(6)从微天平的暴露部分取下塑料或硬质保护材料。

(7)关闭质量传感器单元门。

(8)开机。

注:每隔一年清洁一次。

2.3.2.9 检漏

(1)关泵;

(2)取下采样膜;

(3)打开电源开关;

(4)用面板的 $\uparrow$ 、 $\downarrow$ 来调整屏幕显示主流量和旁路流量值;

(5)此时显示的是主流量和旁路流量的零点偏移值 F_m' 和 F_b' ;

(6)取下采样头,装上检漏用适配器,注意适配器上的开关应处于开的位置;

(7)关闭适配器开关;

(8)打开控制单元的电源开关;

(9)开泵;

(10)等待几分钟,待流量趋于稳定后,读取主路和旁路的泄漏量 F_m'' 和 F_b'' ;

(11)真正的泄漏量主路为 $F_m = F_m'' - F_m'$,旁路为 $F_b = F_b'' - F_b'$ 。当 $F_m < 0.15 \text{ L/min}$, $F_b < 0.6 \text{ L/min}$ 时认为气路没有泄漏;如发现有泄漏,则应检查从空气入口处到泵出口处的所有管接头的漏气情况,并重复检漏步骤;

(12)如果仍有泄漏,则首先应检查流量控制器,然后检查模拟板和泵是否正常。

2.3.3 流量校准

2.3.3.1 软件校准

- (1) 关闭控制单元电源, 断开与传感单元的一切连接;
- (2) 开启控制单元和真空泵(冷启动要预热 30min, 若已运行则可预热 5min);
- (3) 键入代码“19”, 将光标移至“T—A/S 99.000 P—A/S 9.000”, 通过“Edit”将其编辑成当时当地的温度和压力, 然后将光标移到“FAdj Main” 1.000;
- (4) 将过滤器取下, 把流量计接到控制单元背部的主流量入口处(或旁路入口处);
- (5) 如主路流量不符合要求时可调节“FAdj Main” 1.000, 通过“Edit”改变数值 1.00, 使流量计的实际读数与设定值差为 (1 ± 0.03) L/min, 若调节幅度超过 $\pm 1\%$, 则应进行硬件校准;
- (6) 如旁路流量不符合要求时, 需要改变“FAdj Aux” 1.000 数值 1.000, 使流量计上的实际读数与设定值差为 (15.67 ± 0.2) L/min(若调节幅度超过 $\pm 1\%$ 时, 应进行硬件校准);
- (7) 必须将温度和压力恢复到“自动测量”时要求的数值;
- (8) 校准好流量后, 关闭控制单元和泵, 使仪器恢复到正常状态。

2.3.3.2 硬件校准

先进行模拟板校准。

(1) 主流量校准

- 1) 关闭控制单元, 断开与传感单元的所有连接, 拆下控制单元上盖;
- 2) 开启控制单元和真空泵, 冷启动需预热 30 min, 若已运行则预热 5 min 即可;
- 3) 用万用表测主流量线路板上红色“+10VDC”测试点的电压, 调节电位器 R116(旧型流量控制器需调节接口线路板上的电位器 R304), 使读数为 (10 ± 0.001) VDC;
- 4) 将温度和压力调节到当时和当地的实际值, 并恢复“FAdj Main” 1.000;
- 5) 将过滤器取下, 把基准流量计接到主流量入口处;
- 6) 键入代码“19”, 移光标“>”至“F—Main 1.000”按“Edit”键, 将主流量设为 0.5 L/min, 观察流量计读数约 10s 后, 可调节电位器 R101(新型为 R119)使主流量精确到 (0.5 ± 0.03) L/min;
- 7) 将主流量设定为 4.5 L/min, 观察流量计读数约 10s 后, 调节电位器 R105(R126), 使主流量精确到 (4.5 ± 0.03) L/min;
- 8) 将主流量设定为 1 L/min, 观察流量计读数约 10s 后, 调节电位器 R101(R119)使主流量精确到 (1 ± 0.03) L/min。

(2) 旁路流量校准

- 1) 关闭控制单元, 断开与传感单元的所有连接, 拆下控制单元上盖; 开启控制单元和真空泵, 冷启动需预热 30min, 若已运行则预热 5min;
- 2) 用万用表测旁路流量线路板上红色“+10VDC”测试点的电压, 调节电位器 R116(旧型流量控制器需调节接口线路板上的电位器 R304), 使读数为 (10 ± 0.001) VDC;
- 3) 将温度和压力调节到当时和当地的实际值, 并恢复“FAdj Aux 1.000”;
- 4) 将过滤器取下, 把基准流量计接到旁路流量入口处;
- 5) 键入代码“19”, 移动光标“>”至“F—Aux 15.67 L/min”按“Edit”键, 将旁路流量设定为 2.0 L/min 观察流量计上的实际读数约 10s 后, 调节电位器 R201(R119), 使旁路流量准确到 (2.0 ± 0.2) L/min;
- 6) 将旁路流量设为 18.0 L/min, 观察流量计读数约 10s 后, 调节电位器 R205(R126)使旁路流量精确到 (18 ± 0.2) L/min;
- 7) 将旁路流量设定为 15.67 L/min, 观察流量计的实际读数约 10s 后, 调节电位器 R201(R119)使旁路流量精确到 (15.67 ± 0.2) L/min;
- 8) 将气压和温度恢复到“自动测量”时的要求值;

- 9)关闭电源；
 - 10)将气路、电路连接好,恢复仪器正常运转。
- 注：流量软件(硬件)校准后必须将温度和压力值编辑成自动测量时的要求值。

2.3.3.3 K0 值的检查

- (1)关闭真空泵；
- (2)按“Data Stop”键进入设定模式；
- (3)取下振荡天平上原有滤膜,键入代码“17”,在屏幕“Filter Weight”行上键入“标准膜”重量值；
- (4)当观察屏幕右上角显示的频率到最高值稳定时,按“First/Last”键,可自动记录频率 f_0 ；
- (5)在振荡天平上用 0.5kg 的力垂直向下压“标准膜”；
- (6)当观察屏幕右上角显示的频率到最高值稳定时,按“First/Last”键,可自动记录频率 f ；
- (7)此时仪器可自动计算显示出“% Diff”数值(该数值不应超过 2.5%视为合格)。

2.3.3.4 流量校准的注意事项

- (1)必须使用较高级别的标准流量计进行流量校准。
- (2)校准工作须在有经验的专业人员指导下进行。
- (3)在校准时应使用当时的温度和压力,校准完毕后再转到自动测量状态下的温度和压力值。

2.4 TEOM—1400a 数据采集

2.4.1 数据下载

TEOM—1400a 大气颗粒物质量浓度监测仪有一内部存储器,存储的信息可以通过多种方式输出,包括模拟输出、同步打印输出、用户自定义逻辑输出,以及通过 RS—232 接口下载到计算机等。系统自带了几种协议设置(如 AK 协议、German Ambient Network 协议等),不同的输出方式需要通过控制部件选择不同的协议设置,用户可以选择合适的通信协议,通过 RS—232 口使仪器和计算机建立通信来获取数据。

2.4.2 数据格式

2.4.2.1 本底站

小时文件命名格式：
Z_CAWN_I_XXXXX_YYYYMMDDHH0000_O_AER—FLD—PM10.TXT
其中 XXXXX 为台站站号,YYYYMMDDHH 表示年月日小时
数据格式参见表 2-2,共 21 列参数。

表 2-2 气溶胶观测——PM₁₀质量浓度(本底站观测)小时文件数据格式

列	字段说明	字段名称英文	数据类型	单位	备注	数位
1	台站区站号		数字和字母组合		5 位	5 位
2	项目代码		I		4 位	4 位
3	年		I		4 位	4 位
4	年序日	julianday	I		3 位	3 位
5	时分(世界时)		I		4 位	4 位
6	5min 平均	average_5min	F	μg/m ³	6 位	6 位
7	1h 平均	average_1h	F	μg/m ³	5 位	5 位
8	24h 平均	average_24h	F	μg/m ³		
9	总质量	gross mass	F	μg	8 位	8 位

续表

列	字段说明	字段名称英文	数据类型	单位	备注	数位
10	主路流量	main flow	F	L/min	2 位	2 位
11	旁路流量	side flow	F	L/min	5 位	5 位
12	负载率	Duty cycle	I	%	2 位	2 位
13	频率	frequency	F	Hz	9 位	9 位
14	噪声	noise	F	无量纲	6 位	6 位
15	气温	air temperature	F	℃	5 位	5 位
16	气压	air pressure	F	hPa	6 位	6 位
17	运行状态码	running state code	I		2 位	2 位
18	主路温度	main temperature	F	℃		
19	主路相对湿度	main relative humidity	F	%		
20	旁路相对湿度	side relative humidity	F	%		
21	空气相对湿度	air relative humidity	F	%		

2.4.2.2 沙尘暴站

小时文件命名格式：

Z_SAND_P10_C5_XXXXX_YYYYMMDDHH0000.TXT

其中 XXXXX 为台站站号,YYYYMMDDHH 表示年月日小时

第一行为文件头,以空格分开,依次为区站号,经度,纬度,海拔高度,文件创建时间,仪器采样时间间隔,PM₁₀ 规定为 300s(5min)

其后为数据,数据格式见表 2-3,共 9 列参数。

表 2-3 气溶胶观测——PM₁₀ 质量浓度(沙尘暴站观测)小时文件数据格式

序号	参数名称	字段说明	单位
1	时间	年月日时分秒	14 位,世界时
2	状态码	正常为 OK	
3	5min 平均	5min 质量浓度	μg/m ³
4	30min 平均	30min 平均质量浓度	μg/m ³
5	1h 平均	1h 平均质量浓度	μg/m ³
6	24h 平均	24h 平均质量浓度	μg/m ³
7	总质量	总质量	μg
8	环境温度	环境温度	℃
9	环境气压	环境气压	hPa

2.5 TEOM—1400a 故障处理和注意事项

2.5.1 故障处理

2.5.1.1 运行程序丢失

造成运行程序丢失的原因可能有：

- (1)电压波动过大时,容易丢失仪器运行程序;
- (2)仪器正常运行时,不当操作易丢失运行程序;
- (3)电压过高时,引起仪器运行噪声过高、K0 值增高(当电压 257VAC 时,K0=99999)或颗粒物浓

度值过高时,均可能发生运行程序丢失,此时应重新安装程序。

2.5.1.2 流量不正常(状态显示出现“F”)

(1)首先检查气-水分离器滤芯、主路或旁路在线过滤器是否已堵。检查方法如下:如果将气-水分离器出气管拔开后,旁路流量上升,则应立即更换气-水分离器滤芯;如果将气-水分离器出气管拔开后,旁路流量不上升,而当取下大过滤器后,旁路流量上升,则应立刻更换成新的大过滤器;如果取下主路原有大过滤器后主流量上升,也应立即更换新的大过滤器;

- (2)清洁 PM₁₀ 采样头及全部采样管;
- (3)检查确定真空泵是否运行正常,否则更换备件;
- (4)气路系统内如有更换或拆装部件后需要及时检漏;
- (5)雨季时应及时巡视,根据降水量做出判断,进行气路系统除水处理;
- (6)更换限流孔,清洁电磁阀、阀座及 V 型密封圈;
- (7)更换电磁阀上部的白色过滤器;
- (8)更换流量传感器(主路、旁路)。

2.5.1.3 温度显示不正常(状态显示出现“T”)

- (1)检查温度传感器是否正确连接;
- (2)清洁温度传感器的感应部分或者将其插头插牢;
- (3)更换新的温度传感器;
- (4)温度加热单元出现异常或其他原因。

2.5.1.4 通信问题

- (1)检查 AK 协议设置是否正确;
- (2)检查是否同时使用了两个 RS232 口;
- (3)检查通信数据线有无不良连接;
- (4)检查是否是雷击或其他原因造成的 CPU 板损坏。

2.5.1.5 质量传感器异常(状态显示出现“M”)

- (1)仔细检查“天平”上滤膜安装是否到位;
- (2)仔细检查“天平”两侧小磁铁是否存在;
- (3)仔细检查放大板上的 25 针扁平电缆连接处,插针是否被腐蚀;
- (4)更换质量传感器时,必须换装新的放大板,否则仪器无法正常工作;
- (5)用示波器详细检查分析线路,最后确定是否更换计数器板。

2.5.1.6 浓度出现负值

- (1)检查工作电压是否稳定;
- (2)检查空气(箱体、罩)加热器的温度是否稳定;
- (3)检查主(旁)路流量是否稳定;
- (4)检查采样系统是否畅通;
- (5)检查室内温度是否控制在 26~28℃;
- (6)室内采样管包装绝热层;
- (7)避免多次启动仪器;
- (8)加装平衡除湿系统;
- (9)更换新滤膜。

2.5.2 注意事项

- (1)遇有雷电天气时要停机,以防设备遭遇雷击;
- (2)平时操作中注意防静电;禁止带电插拔通信线路;
- (3)注意防止有水进入传感单元和控制单元;

- (4) 定期检查仪器运行是否正常, 参数设置是否合理;
- (5) 当滤膜负载率达到 30% 时, 应及时更换;
- (6) 仪器噪声应不大于 0.1, 频率变动幅度不应超过数据显示的最后两位;
- (7) TEOM 专用滤膜在安装后应进行快速检查以保证滤膜完全装好, 即在新滤膜安装后 5min 内, 屏幕上显示的锥管振荡频率最后两位的波动范围应在 05~10 内;
- (8) 注意主流量及旁路流量是否稳定;
- (9) 检查数据下载是否正常;
- (10) 当控制器时间与标准时间相差 1min 以上时, 应该重新设置时间。

2.6 TEOM—1405 基本原理和系统结构

2.6.1 基本原理

Thermo Fisher Scientific 生产的 TEOM—1405 系列 (TEOM—1405F 和 TEOM—1405DF) 大气颗粒物质量浓度监测仪是基于 TEOM 方法 (参见“TEOM—1400 型颗粒物质量浓度监测仪操作技术手册——基本原理”说明), 以及质量流量计控制仪器以正确的流量采样, 质量流量控制原理如下:

TEOM 1405—DF 监测仪内的质量流量控制器 (MFC) 经过内部校准, 适用于 25℃ 的标准气温和 1 个标准大气压 (1013.25hPa)。对于手动的流量控制, 用户必须输入测量点的季节平均气温和平均气压, 使仪器以正确的流量取样。微处理器利用这些信息, 根据以下公式计算出正确的质量流量设定点:

$$\text{FlowSP}_{\text{Passive}} = \text{FlowSP}_{\text{Vol}} \times \frac{P_{\text{AVG}}}{P_{\text{STD}}} \times \frac{\text{Temp}_{\text{STD}} + 273.15}{\text{Temp}_{\text{AVG}} + 273.15}$$

式中, $\text{FlowSP}_{\text{Passive}}$ 为质量流量控制器的设定点 (相当于 25℃ 和 1 个大气压下的气流), $\text{FlowSP}_{\text{Vol}}$ 为流量设定点 (L/min), Temp_{AVG} 为用户输入的平均温度 (℃), Temp_{STD} 为标准温度 (25℃), P_{AVG} 为用户输入的季节平均气压, P_{STD} 为标准气压 (标准大气压, 1atm=1013.25hPa)。

除此之外, 还可以利用所提供的硬件设置主动的流量控制来自动测量周围环境的温度和气压。

注意: 如果利用当时的实际环境条件设定主动的流量控制, 就应该将上方方程中的平均温度和气压变量替换为仪器测出的实际 (当地) 温度和气压。

$\text{PM}_{10}/\text{PM}_{2.5}/\text{PM}_1$ 质量浓度数据以标准的立方米空气为单位, 其中的温度和气压分别基于标准的 25℃ 和 1 个标准大气压。为了让仪器可以此标准报告质量浓度, 必须确保输入仪器的标准温度 (Std. Temp) 和标准气压 (Std. Pres) 分别等于 25℃ 和 1 个标准大气压。这些是仪器的默认值。

$$\text{Flow_Rate}_{\text{EPA}} = \text{Flow_Rate}_{\text{STP}} \times \frac{\text{Std. Temp} + 273.15}{273.15} \times \frac{1\text{atm}}{\text{Std. pres}}$$

仪器内部以 0℃ 为基准的流量被转换为标准环境。

注意: 报告实际环境的浓度时, 系统必须设为“主动” (Active) 流量控制。确保监测仪可以在上述公式中的温度和气压中应用当前实际值。

2.6.2 仪器结构

TEOM—1405 系列大气颗粒物质量浓度监测仪主要由进气管路系统、分流管路系统、三脚架、FDMS 系统和 TEOM 系统、采样气泵以及控制系统等部分构成, 以 TEOM—1405DF 为例 (图 2-19)。

2.6.2.1 进气管路系统

进气管路系统由采样头、虚拟采样头 (TEOM—1405DF 专有) 等部分组成 (图 2-20)。

采样头在通过撞击式空气动力学原理在入口选择粒径 ($\text{PM}_{10}/\text{PM}_{2.5}/\text{PM}_1$)。虚拟采样头 (TEOM—1405DF 专有, 图 2-20) 能不间断地监测粗颗粒 $\text{PM}_{\text{coarse}}$ ($\text{PM}_{2.5-10}$) 和细颗粒 $\text{PM}_{2.5}$ 。 $\text{PM}_{\text{coarse}}$ 和 $\text{PM}_{2.5}$ 颗粒被虚拟采样头分开后, 将分别聚积在系统的可更换 TEOM 滤膜上。通过分流器 (图 2-21) 使得 $\text{PM}_{2.5}$ 通

道内流量保持在 3L/min, PM_{coarse} 通道内的流速保持在 1.67L/min。

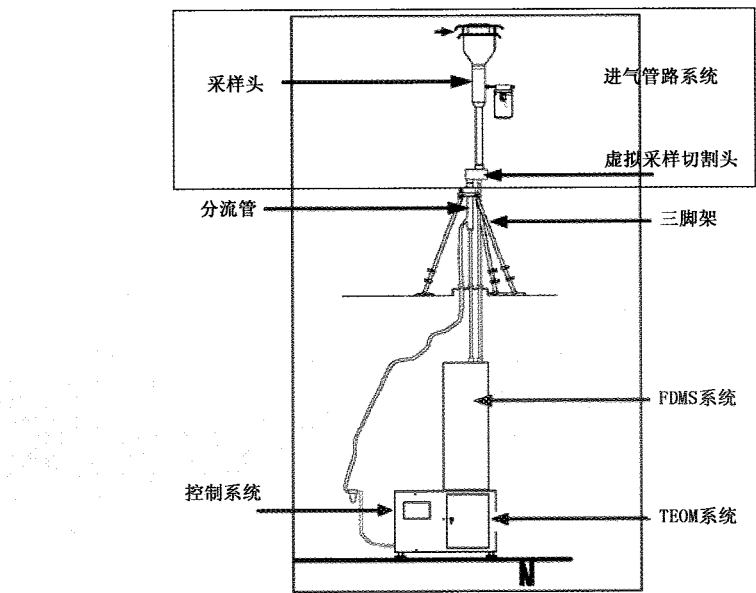


图 2-19 TEOM-1405 系列大气颗粒物质量浓度监测仪结构示意图(以 1405DF 为例)

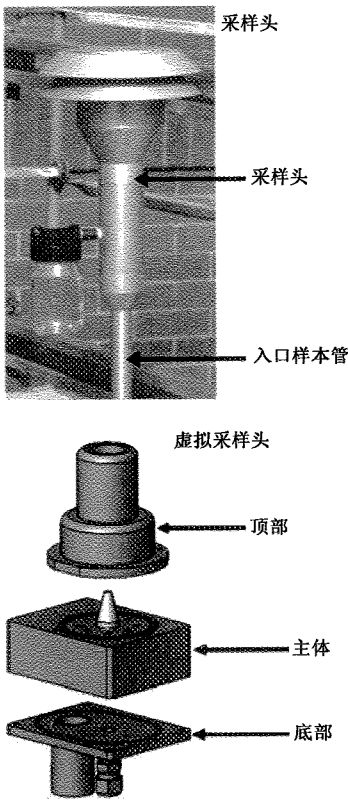


图 2-20 进气路系统结构示意图
(以 TEOM-1405DF 为例)

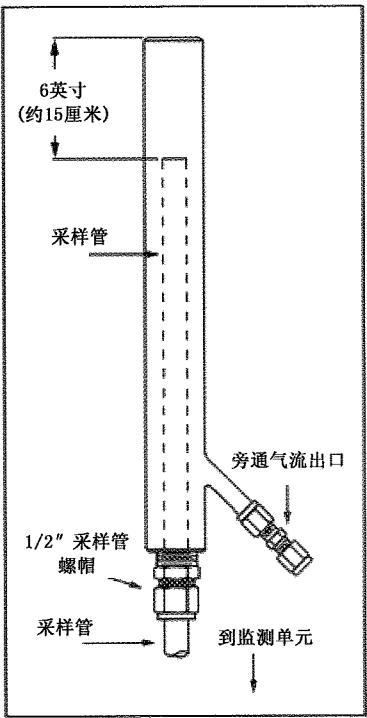


图 2-21 TEOM-1405 系列分流管路结构示意图

2.6.2.2 分流管路系统

等速分流器(图 2-21)通过与流量控制器的相应作用,在空气流经粒径选择($PM_{10}/PM_{2.5}/PM_1$)入口和虚拟采样头(TEOM-1405DF 专有,图 2-20)后,将选定粒径的主气流和旁通气流分开。这两支样本流分别为流向 TEOM 质量传感器的主气流(3L/min)和旁通气流(12L/min)。

2.6.2.3 FDMS 系统

FDMS 系统包括有下列组件：一个对颗粒大小有选择性的入口、样本流分离器、空气冷却/滤膜、干燥器和一个用于引导样本流通过系统的转换阀。FDMS 滤膜动态测量系统提供了代表周围空气中的颗粒物浓度的测定值。FDMS 单元自动测出质量浓度值(微克/立方米)，其中既有非挥发性也有挥发性的 PM 成分。

2.6.2.4 TEOM 系统

TEOM 系统主要部件为锥管振荡微天平 (TEOM)

质量传感器。为了保证 TEOM 部件工作稳定，质量传感器的腔体整体需要保持温度均匀恒定，因此，除质量传感器的腔体有恒温装置外，在进入质量传感器的进气管路上也装有恒温装置(图2-22)。

2.6.2.5 控制系统

控制系统是 TEOM—1405 系列大气颗粒物质量浓度监测仪的重要部件，其作用是精确控制主、旁路管线的流量，控制传感器单元的工作状态，获取传感器的测量信号，并将控制操作集成在前面板的触摸显示屏。控制系统包括微处理器电子线路系统、流量控制器、压力传感器和电源等。通过控制系统的触摸屏操作面板(图 2-23)可以设置各进气管路的流量、采样参数(变量参数、采样记录时间间隔、数据记录下载)等。控制单元可以实时计算出颗粒物的质量浓度，还可以给出 5min、30min、1h、8h 和 24h 质量浓度平均值。图 2-23 是控制系统的触摸屏操作面板。包括状态检查，功能设置，屏幕锁定等。可通过触摸操作输入完成仪器内部参数设定以及仪器命令输入。

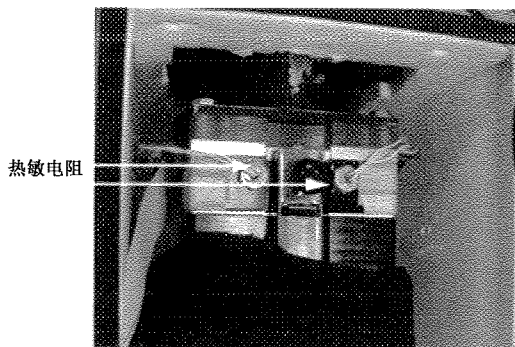


图 2-22 TEOM—1405 系列传感器外观和恒温装置

TEOM Data		TEOM 1405-DF		Thermo SCIENTIFIC	
System Status		TEOM Data			
Instrument Conditions	MC ($\mu\text{g}/\text{m}^3$):	PM _{2.5}	PM-Coarse	PM ₁₀	
	30-Min MC ($\mu\text{g}/\text{m}^3$):	0.00	0.00	0.00	
	1-Hr MC ($\mu\text{g}/\text{m}^3$):	0.00	0.00	0.00	
	8-Hour value ($\mu\text{g}/\text{m}^3$):	0.00	0.00	0.00	
	12-Hr MC ($\mu\text{g}/\text{m}^3$):	0.00	0.00	0.00	
	24-Hr MC ($\mu\text{g}/\text{m}^3$):	0.00	0.00	0.00	
Settings					
Filter loading:		0.00 %	0.00 %		
Frequency:		0.000000 Hz	0.000000 Hz		
Noise:		0.000 μg	0.000 μg		
Service					
Fully operational		Normal status		02/05/2007 11:00	

图 2-23 控制系统触摸屏操作面板

后部面板(以 TEOM—1405DF 为例，图 2-24)主要配置有泵入口、主(PM_{coarse}，PM_{2.5})、旁通过滤器、温湿传感器接入口和以太网接口等。

2.6.2.6 真空泵

真空泵为双活塞泵，具有独立电源，为全部系统提供采样动力。图 2-25 是真空泵的外观图。

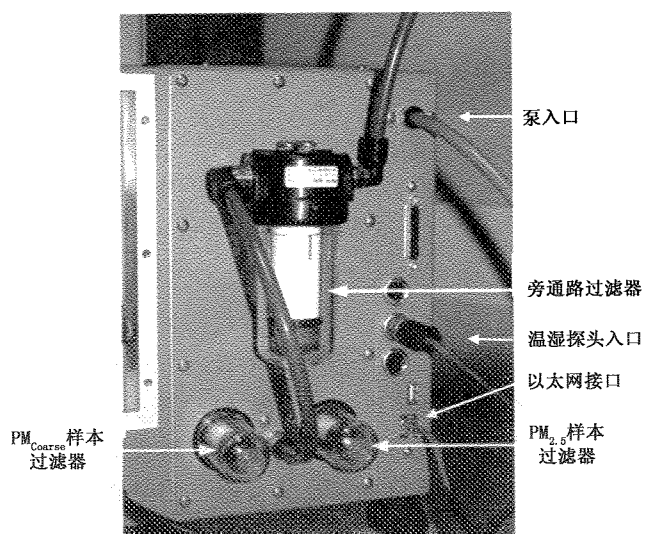


图 2-24 TEOM-1405 系列大气颗粒物质量浓度监测仪控制系统后面板(以 1405DF 为例)

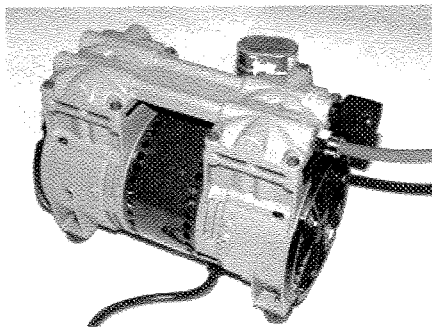


图 2-25 真空泵外观图

2.7 TEOM-1405 安装调试

2.7.1 仪器安装

TEOM-1405 系列大气颗粒物监测仪包括如下部件：

- (1) TEOM 系统；
- (2) 温/湿度传感器和 10m 电线；
- (3) 3/8 英寸绿多管线,用于把泵连接到旁通流量接口,15m；
- (4) 5 段采样延长管,1m(40 英寸)；
- (5) 1 段采样延长管,0.79m(31 英寸)；
- (6) 一盒 20 个装的 TEOM 滤膜盒(Pallfex TX40 滤膜)；
- (7) 3 个大号旁通在线滤膜元件；
- (8) 滤膜更换起子；
- (9) 分流器；
- (10) 采样头；
- (11) 采样管；
- (12) 虚拟采样头(TEOM-1405DF 专有)；
- (13) 雨水分离器过滤组件；

- (14) 气流检查接头/检漏工具包;
- (15) 冷却清洁包(2个 Y-接头, 出口);
- (16) 真空泵;
- (17) 2份操作手册(一份为印刷品, 一份为 CD);
- (18) 快速入门指南。

2.7.1.1 泵的安装

将 15m 的绿色管线截为两段, 其中一段大约(但不短于)5m(典型的安装是泵用 5m, 旁通管用 10m)。将 5m 的泵管一端插入真空泵的相应接口中, 5m 泵管的另一端装入 TEOM 系统背后的泵接口。从 1405 单元的泵接口截下约 2 英尺^①管, 安装真空泵。在靠近 TEOM 系统的地方装上雨水分离器组件。从旁通的 10m 管上截下一段, 长度要足够从集水器到 TEOM 系统背后的旁通过滤器(图 2-26)。将其装到雨水分离器和旁通过滤器的快速连接接口中。将旁通管剩余部分的一端插入与雨水分离器相连的弯曲管末端的快速接口中。旁通管另一端将连接在分流器上的旁通接口上。这一步骤在组装和安装样本入口和虚拟采样头时(图 2-27)。在泵管上选择一点安装真空计, 这个点应该便于真空计做监测(建议该点可在距 TEOM 系统背后的泵管接口约 0.5m 的地方)。将管从这个点截断, 两端分别装到真空计的快速接口中。

注意, 必要时要给雨水分离器排水。

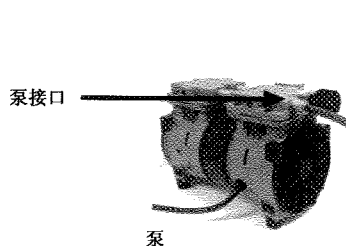


图 2-26 真空泵安装简图



图 2-27 雨水分离器与旁通过滤器连接图

2.7.1.2 组装分流管路系统

如图 2-21 所示, 将短的采样管(31 英寸)安装到分流器中。松开分流器上 1/2 英寸采样管螺帽, 向下滑动采样管到分流器中, 使安装好采样管的顶部距离分流器顶部 15.5cm(6 英寸)(与分流器顶部的距离必须在 5.75~6.25 英寸之间)。旋紧 1/2 英寸采样管螺帽。

2.7.1.3 组装三脚架

将三脚架的底座接到三脚架上。将一个金属托座放到三脚架的橡胶底座上, 并装到底座上的两道槽中(图 2-28)。确保托座在三脚架的底部, 置于橡胶底座上。在托座有螺纹的底部装上平垫圈、防松垫圈和螺帽, 用可调节扳手旋紧。对三脚架的每一脚重复以上步骤。

注意: 先用手旋紧托座上的螺帽, 然后再用扳手旋紧, 确保托座位置正确位于三脚架的底部和底座上。

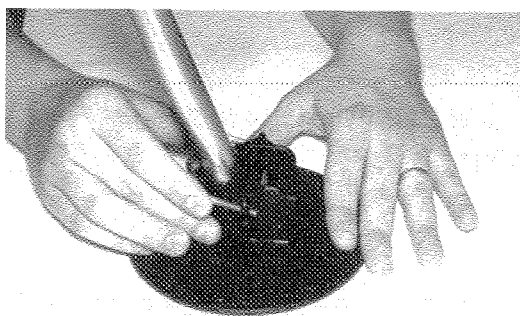


图 2-28 三脚架底座

^① 1 英尺=12 英寸=30.48 厘米。

2.7.1.4 准备屋顶开口

将 TEOM-1405 系列放置于可支撑物上,正对取样装置顶部入口位置的下方。将组装好的分流器安装到三脚架上,稍微旋紧把手以确保分流器位置固定。将三脚架固定在屋顶,位于 TEOM-1405 系列的上方,调整各脚,直到三脚架顶距离屋顶约 1m。

如图 2-29 所示,在位于仪器顶部的两根 1/2 英寸采样管正上方的屋顶,在中线上量出并标明两个相距 $\frac{7}{4}$ 英寸的点。在屋顶钻孔,让两根 1/2 英寸的采样管通过,另外钻一个孔,使 3/8 英寸的旁通管通过旁通管道也可以从窗户或其他开口通过。

注意:用于 1/2 英寸采样管的孔必须在中线钻,相距 $\frac{7}{4}$ 英寸,并直接位于仪器顶部的采样管正上方。

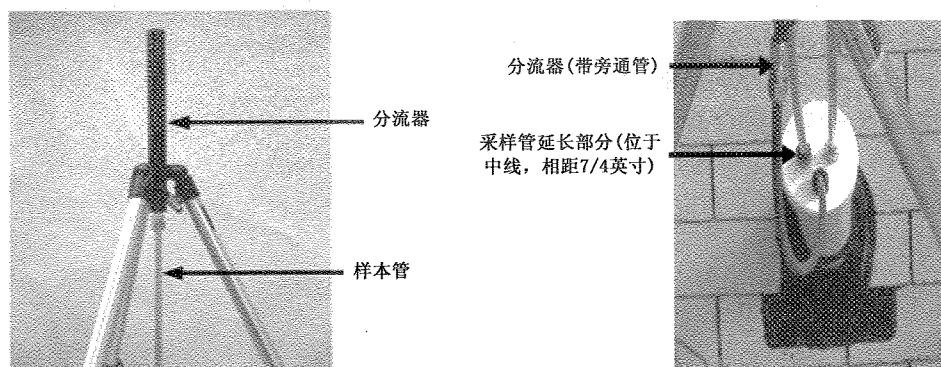


图 2-29 屋顶开孔和三脚架安装示意图

2.7.1.5 安装虚拟采样切割头(TEOM-1405DF 专有)

如图 2-30 所示,在分流器顶部安装虚拟采样头。安装其中一根 1/2 英寸采样管的延长管到虚拟采样头上的粗颗粒样气接口,安装必须紧密。在虚拟采样头顶安装样气入口管。

注意:面对仪器时,粗颗粒(PM_{coarse})流通道在右,1/2 英寸的 Swagelok 接头在虚拟采样头底部。1/2 英寸的采样管与三脚架旁边的分流器的 $PM_{2.5}$ 旁通管道相平行,连接后,它应该与分流器中的采样管底部持平。

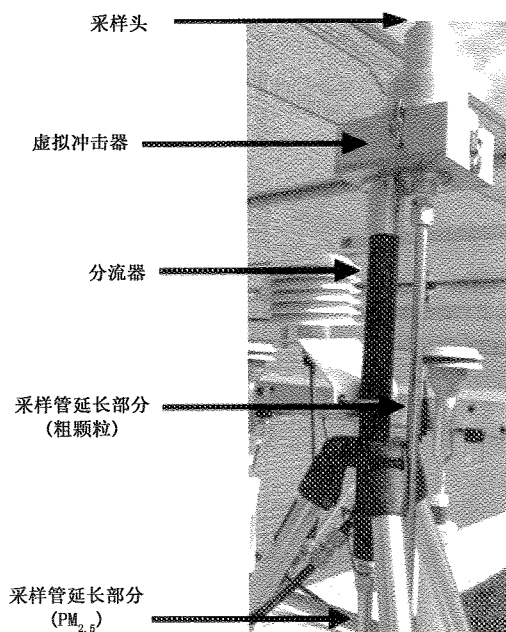


图 2-30 虚拟采样头和采样管连接图

2.7.1.6 安装采样头

将采样头(图 2-31)固定在样本入口管顶部,调整三脚架,直到采样头与屋顶距离 1.8~2.1m(70~82 英寸)。松开三脚架上的分流器,调整三脚架各脚,使得安装结束后,入口的顶部距离屋顶 1.8~2.1m。将三脚架各脚固定在屋顶上。

注意:根据具体采样高度,此高度可以变动。将三脚架放置于屋顶钻孔的正上方。测量并截断仪器顶部的样本延长管,确保样本延长管截口整洁光滑。将其穿过屋顶进行安装,左边的采样管($PM_{2.5}$ 管道)接到分流器的采样管,右边的采样管(PM_{coarse} 管道)接到安装于虚拟采样头的采样管。分流器的 PM_{coarse} 采样管应该固定在采样头底部。用 3/8 英寸的 Swagelok 接口,将连接雨水分离器的弯曲管道的绿色旁通管,接到分流器上的旁通管接口。

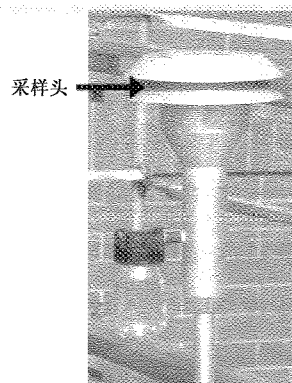


图 2-31 采样头侧视图

2.7.1.7 安装温度和湿度感应器

用系统配套的 U 形螺栓将环境温/湿度传感器连接到分流器或三脚架。将传感器的线路接上感应器,并穿过屋顶的钻孔或窗户连接到仪器。将传感器接到 TEOM 系统背后的传感器接口(图 2-32)。

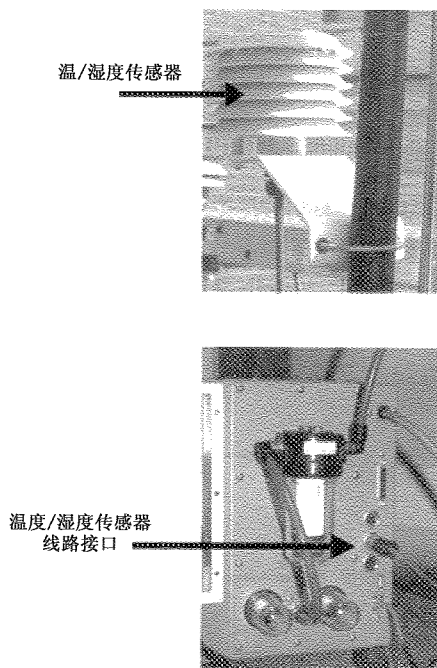


图 2-32 温/湿度传感器与 TEOM 系统连接图

2.7.2 仪器调试

2.7.2.1 开机程序

开机需按如下顺序操作:

(1)安装合适的电源线至仪器背后的通用电源接口(图 2-33)电压要适当。将电源线的另一端接到一个合适、容易插入、有接地且符合规范的插座。

(2)按下控制单元(图 2-34)前面板上的电源开关。仪器将开始常规启动。稍后,标题界面(图 2-35 左图)将出现在控制单元的显示屏上,然后出现 TEOM 数据屏。TEOM 数据界面将显示一条警告信息,由于流速和温度超出容许范围(图 2-35 右图)。启动后的最初 30 分钟内将一直持续,发出警告这期间仪器处于预热阶段。当流速和温度达到容许范围后,状态警告图标自动消失。仪器将等到流速和温度

稳定在一个很小的范围后才开始收集数据。这将确保系统计算的所有数据的有效性。

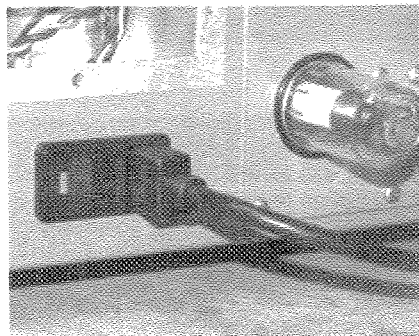


图 2-33 TEOM 系统背部电源接口

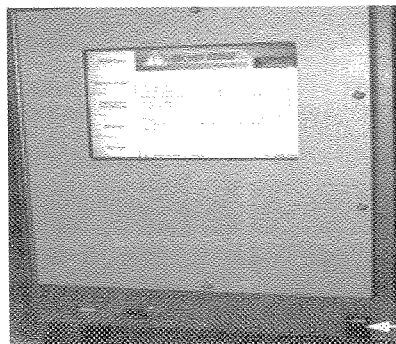


图 2-34 TEOM 系统前面板电源开关
(白色箭头)

(3) 启动抽气泵

注意:仪器刚启动时,质量浓度栏内的值是累计的动态平均值,这将持续一个小时。这些数值是为了让用户知道仪器启动或重启后正在工作。这些原始值只用于内部计算。

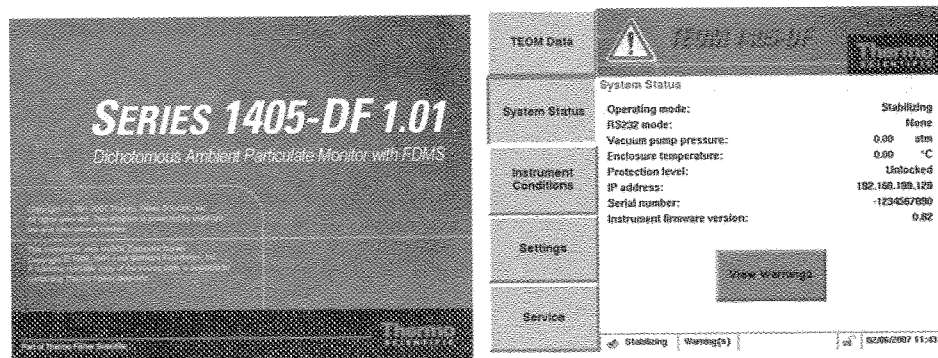


图 2-35 系统开机后界面

2.7.2.2 设置仪器并开始收集数据程序

做一次泄漏检查(参见下面 2.7.2.3 关于泄漏检查的内容)。

TEOM 上的质量传感器安装 TEOM 滤膜(参见 2.8.2.3“维护”中“TEOM 滤膜更换”部分)。

将 47mm 的滤膜安装到 FDMS 系统上(参见 2.8.2.5“维护”中“47mm 滤膜更换”部分)。

系统状态界面出现时,确保显示的仪器序列号与仪器背后的序列号一致。

在仪器条件界面,选择 Flows 显示流量界面。选择“流速”(Flows Rate),可以选择所希望的 $PM_{2.5}$ 、 PM_{coarse} 和旁通气流通道的流速。选择“气流控制”(Flow Control),可以选择所希望的气流控制(“主动”或“被动”),以及所希望的标准和平均温度和气压(图 2-36)。

在设置界面,选择“系统”(System),然后选择“设置时间”(Set Time)来设置当前的日期和时间(图 2-37)。

在设置界面,选择“高级”(Advanced),然后选择“质量传感器 K0 常数”(Mass Transducer K0 Constants)来确认 $PM_{2.5}$ 、 PM_{coarse} 当前的 K0 设置。对仪器设置的数字必须匹配质量传感器旁边标签上的 K0 常数(图 2-38)。

在设置界面,选择“数据存储”(Data Storage)显示数据存储界面。确认仪器将所希望的数据记录到日志中(参见第 2.9 节相关部分)

仪器要在状态栏上的操作模式信息显示为“完全可操作(Fully Operational)”(图 2-39)后,才开始收集数据。在采样之前,用户必须为仪器安装清洁的、调试过的滤膜。在等待仪器完全可操作之前,用户可以选择流速、数据和其他设置。

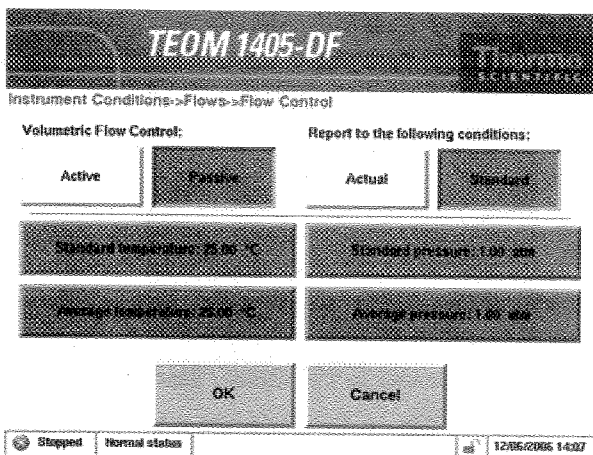


图 2-36 流量控制界面

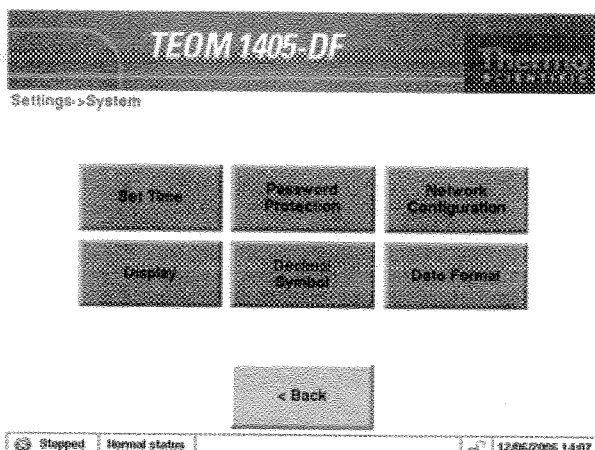


图 2-37 系统设置界面

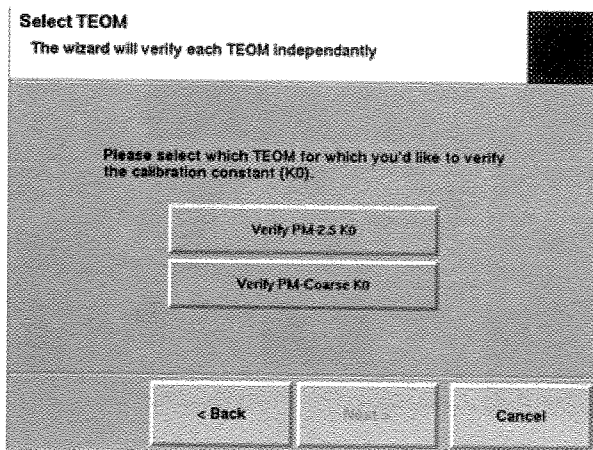


图 2-38 K0 设置界面

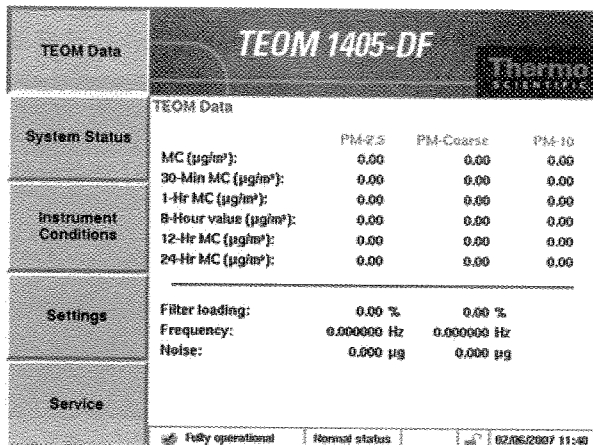


图 2-39 系统开机稳定后数据界面

2.7.2.3 执行泄漏检查

TEOM—1405 系统应该在首次安装后定期进行泄漏检查。系统配有用于检查的分流器、1/2 英寸的大颗粒样本管和 3/8 英寸的旁通管气流泄漏检查接头。

泄漏检查向导会测量并比较仪器在真空泵断开时的“零”流速和入口被封住时通过仪器的流量(也应该是零)之间的不同。如果真空泵断开时的“零”值为 PM_{coarse} 和 PM_{2.5} 的流量在 0.15L/min 以内,而旁通流量在 0.60L/min 以内,则泄漏检查通过。

注意:在泄漏检查过程中,泄漏检查向导自动关闭开关阀门。不使用向导执行泄漏检查会损坏开关阀门。

泄漏检查步骤:

在 1405—TEOM 数据界面上选择“服务(Service)”,显示出服务界面,然后选择“验证”(Verification)来显示验证界面。

选择“泄漏检查”(Leak Check)显示泄漏检查向导的界面(图 2-40)。

此时出现“移除 TEOM 滤膜”(Remove the TEOM filters)的界面。从传感器上移除两个 TEOM 滤膜,以确保它们不会在泄漏检查过程中损坏。选择“下一步”(Next >)。

此时出现“断开真空泵线路”(Disconnect Vacuum Line)。移除从 TEOM 系统背面与泵连接的主要线路(泵上的)(图 2-41)。选择“下一步”(Next >)。

此时出现“稳定”(Stabilizing)界面。暂停 1min 使气流稳定下来,然后选择“下一步”(Next >)。

此时会出现“重新连接真空泵线路”(Reconnect Vacuum Line)界面。重新将泵管安装到 1405 单元

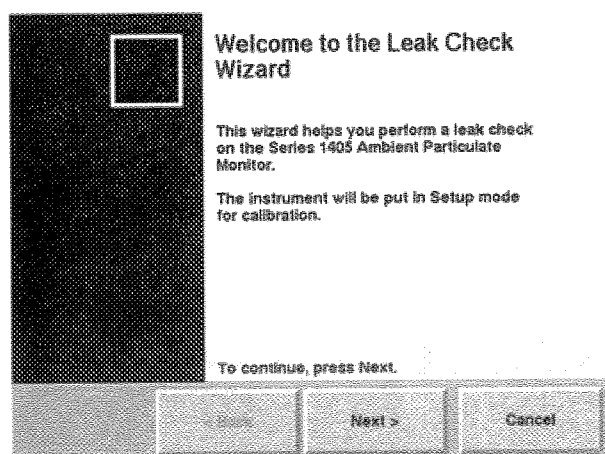


图 2-40 泄漏检查向导界面

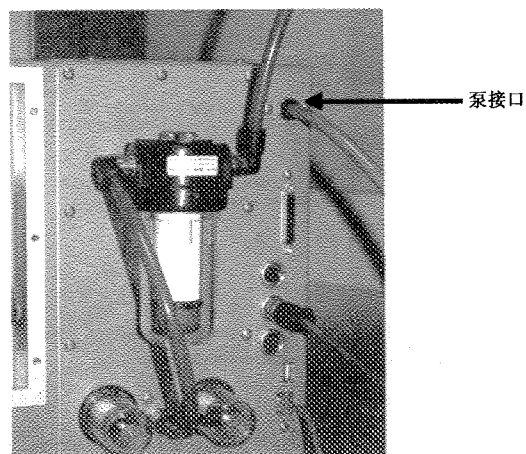


图 2-41 TEOM 系统背面与泵连接主要线路

的背面。选择“下一步”(Next >)。

此时出现“移除入口”(Remove Inlet)界面。将入口移除(图 2-42),然后选择“下一步”(Next >)。

此时现“连接检查接头”(Attach Audit Adapter)界面。将泄漏检查/气流检查接头连接到样本管顶部。

缓慢关上泄漏检查接头的阀门,选择“下一步”(Next >)。

此时出现“稳定”(Stabilizing)界面。暂停 1min 使气流稳定下来,然后选择“下一步”(Next >)。

此时出现“装回入口”(Replace Inlet)界面。缓慢打开泄漏检查阀门,恢复系统的气流。移除气流检查/泄漏检查接头,将入口装到样本入口管的顶部(图 2-42),选择“下一步”(Next >)。

此时出现泄漏检查向导完成界面。如果检查通过,界面将显示“您已经成功完成泄漏检查”(You have successfully completed the Leak Check)的信息(图 2-43)。

注意:如果泄漏检查失败,界面将显示失败信息(图 2-43)。隔离泄漏点,接紧相关的管道和/或其他接口,再次尝试泄漏检查。

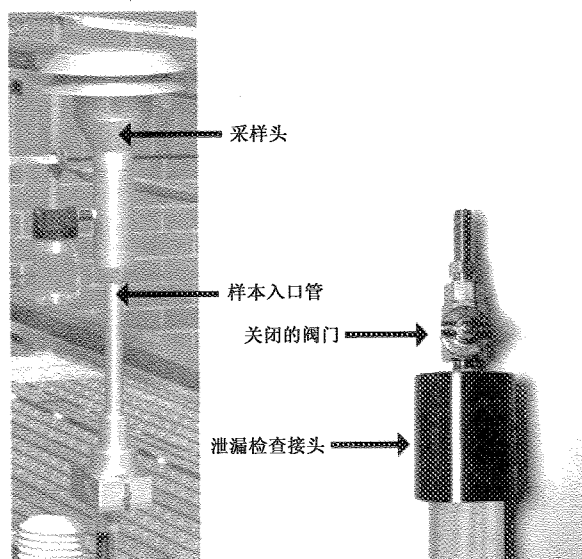


图 2-42 泄露检查样气入口和接头

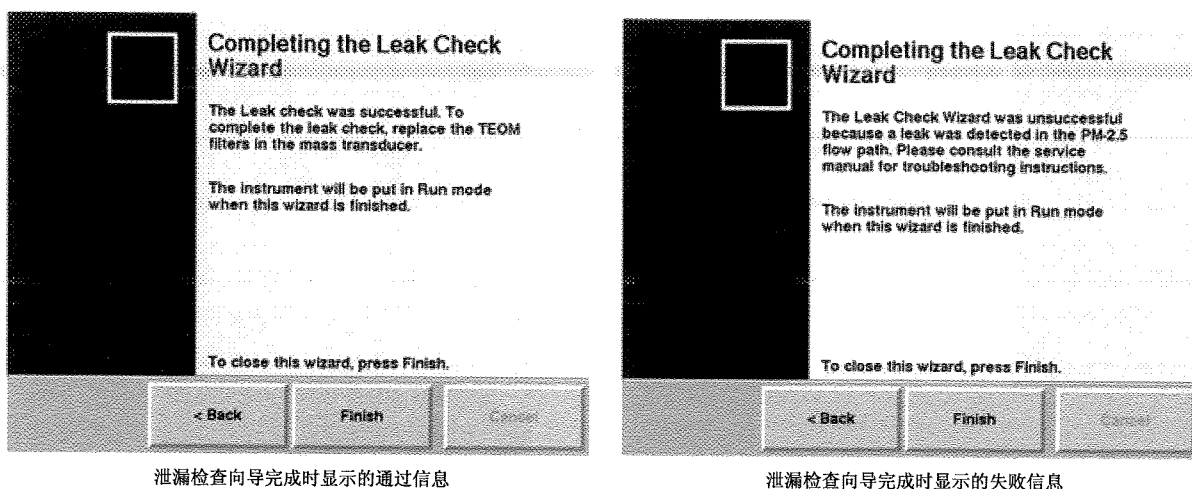


图 2-43 泄漏检查向导完成时显示信息

2.7.2.4 关机程序

关机需按如下顺序操作：

- (1) 关闭抽气泵；
- (2) 如果需要关闭仪器，将电源开关按到 off。注意：关闭仪器后，至少等 1min 才能向仪器重新供电；
- (3) 断开控制器的外接电源。

2.7.2.5 重启程序

仪器也可以不关闭而重启。

在操作面板的服务界面上，选择“Instrument control”来显示仪器控制界面(图 2-44)。

选择“Reboot”。

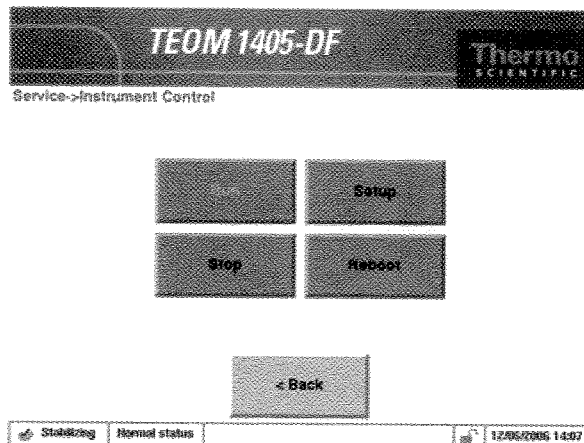


图 2-44 系统服务界面

2.8 TEOM—1405 日常运行维护和校准

2.8.1 日常运行检查

随时检查仪器面板上状态栏显示的状态是否为 Normal status(标准状态)，如有报警提示，则参考技术手册查找原因；

随时注意观察系统流量变化,主流量允许范围应 (3 ± 0.12) L/min;旁路流量允许范围应为 (12 ± 0.50) L/min;如变化超过范围,则检查是否需要更换气—水分离器滤芯或旁路大过滤器或其他原因;

随时检查 TEOM 专用滤膜负载率,在达 100%之前进行更换滤膜操作;刚加载的滤膜需检查是否超过 30%,如超过则更换滤膜;

随时检查面板显示的颗粒物质量浓度值是否出现较大负值或较大波动,应查找原因并记录;

仪器的所有操作和异常情况,均应在值班记录和日检查表中详细记录;

无法现场解决的异常情况,应及时向技术支撑部门或厂家咨询。

2.8.2 维护

2.8.2.1 使用与维护基本要求

仪器使用和维护基本要求如表 2-4 所示。

表 2-4 仪器设备使用维护要求

工作任务	主要内容	相关要求
1. 检查仪器运行状况	采样管口,采样头,虚拟切割头清洁程度检查	采样管口采样头处应清洁无杂物,如有堵塞及时清洁
	检查状态	正常为 Normal Status, 报警为 warnings
	检查流量	主流量(Main flow) (3 ± 0.12) L/min, 辅流量(Aux flow) (12 ± 0.50) L/min
	检查屏幕显示浓度范围	屏幕示值应与近 2~3 天变化情况一致,如有波动,检查周边是否有污染活动;是否出现负值
	检查滤膜负载率	在负载率 100%之前更换;新加载膜如超过 30%需更换
	泵的声音是否异常	泵的声音较弱,无不正常噪声或声响
	检查仪器及计算机时间	与标准时间的偏差范围为 30s,超出时应及时调整
2. 数据采集与传输情况	检查仪器数据采集情况	采集软件能够正常采集仪器的观测数据
	检查小时数据生成情况	能够生成小时数据文件
	检查数据传输情况	能够在指定时间传输数据文件
3. 系统维护	清洁采样头	每 2 个月,清洁一次采样头,或视当地污染情况及时清洁
	更换气—水分离器滤芯	每 3 个月,检查气—水分离器,堵塞需更换
	清洁进气管路	每 6 个月,清洁一次采样管路,或视当地污染情况及时清洁
	更换在线大过滤器	每 3 个月,更换一次过滤器,或视当地污染情况及时更换
	更换滤膜	每月更换,膜负载率 100%之前或新加载膜超过 30%必须更换
4. 仪器校准	仪器设备的定期校准	每年对仪器进行流量检测校准

2.8.2.2 维护用品及工具

(1) 维护用品

需要基于氨的通用清洁剂、棉签、软毛小刷、纸巾、蒸馏水,硅氧烷润滑油,肥皂水、酒精或氟利昂溶液。

(2) 主要维护工具

小螺丝刀、活扳手、小刀,锥形毛刷(需订购)。

2.8.2.3 TEOM 专用滤膜的安装与更换

TEOM 专用滤膜的更换取决于当地的大气颗粒物情况。滤膜负载率说明了 TEOM 滤膜的总承载量中已经使用的比例。可以在 TEOM 数据界面中检查 TEOM 滤膜负载率。由于该值是由主样本流管道的压降决定的,所以仪器总是显示一个非零值,即使质量传感器上没有安装 TEOM 滤膜。新的 TEOM 滤膜通常显示在主流量为 3L/min 的情况下,滤膜量为 15%~30%,流量降低,负载率也降低。TEOM 滤膜必须在滤膜加载比例达到 100%之前更换,以确保仪器产生的数据的质量。

新 TEOM 滤膜安装到质量传感器上时,如果滤膜负载率高于 30%(主流速为 3L/min),或者 TEOM 滤膜的寿命连续显著变短,则可能需要更换在线滤膜。

所以为了保证数据质量,TEOM 滤膜必须在滤膜负载率达到 100%之前或者新 TEOM 滤膜负载率高于 30%时,必须更换滤膜。当空气相对湿度较大并且测量结果出现较大负值或较大波动时,建议更换滤膜。

每次更换 TEOM 滤膜时,必须更换 47mm 滤膜。更换 TEOM 专用滤膜时,严禁用手直接接触滤膜。操作者应使用专用黑柄换膜工具进行更换。

更换滤膜的过程如下:

确保滤膜的更换工具洁净,并且不会使 TEOM 滤膜受到任何污染。

在 TEOM-1405 数据界面中,选择“服务”(Service)按钮,进入服务界面,然后选择“维护”(Maintenance)按钮进入维护界面(图 2-45)。

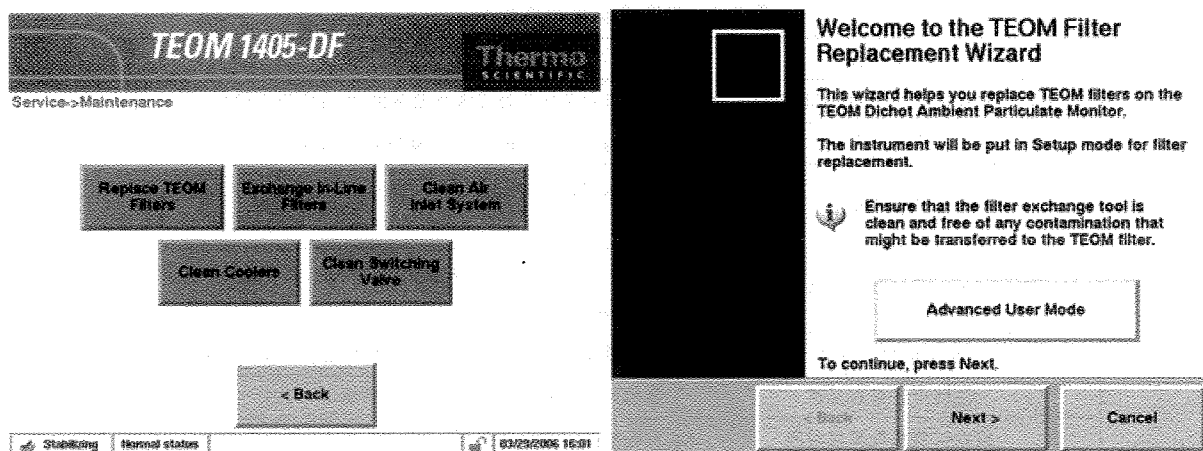


图 2-45 系统维护界面(左)和 TEOM 滤膜更换向导(右)

选择“更换 TEOM 滤膜”(Replace TEOM Filters)按钮,启动 TEOM 滤膜更换向导(图 2-45),选择“下一步”按钮,开始更换步骤。注意:如果是经验丰富的用户并能熟练更换 TEOM 滤膜,选择“高级模式”(Advanced User Mode)按钮来停止质量传感器的动作,并开始快速更换步骤。

此时将显示“打开质量传感器”(Open Mass Transducer)界面。打开取样器的门。

将仪器的门向外拉,打开传感器的门。

打开质量传感器后,向下转动质量传感器底部,露出锥形元件(TE)(图 2-46)。选择“下一步”。

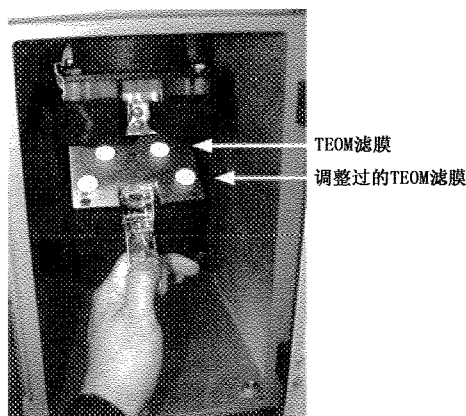


图 2-46 打开质量传感器

此时将出现“移除旧滤膜”(Remove Old Filters)界面。将更换工具的叉状下部小心地插入其中一个

使用过的 TEOM 滤膜下,这样滤膜盘就位于更换器的叉状下部和它上面的调整片之间(图 2-47)。叉子的齿尖应该横跨滤膜托架中心。

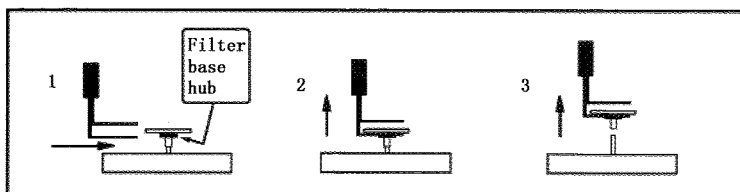


图 2-47 取下 TEOM 专用滤膜

轻轻地向上拉,从锥形元件上提起 TEOM 滤膜。在从锥形元件上移除滤膜的过程中,不要向两边扭曲或倾斜更换工具,否则将损坏锥形元件。

对第二个使用过的滤膜重复移除步骤。选择“下一步”。

此时将显示“更换滤膜”界面。用滤膜更换工具从滤膜容器中拿出一个新的、调试过的滤膜,要使滤膜盘平躺在工具的叉子和上面的调整片之间,且滤膜的中心位于叉子的齿尖中间(图 2-48)。

注意:滤膜必须事先调试,避免在用到系统中时积累了过多的湿气;在用滤膜更换工具拿起滤膜时,不要用手接触滤膜。

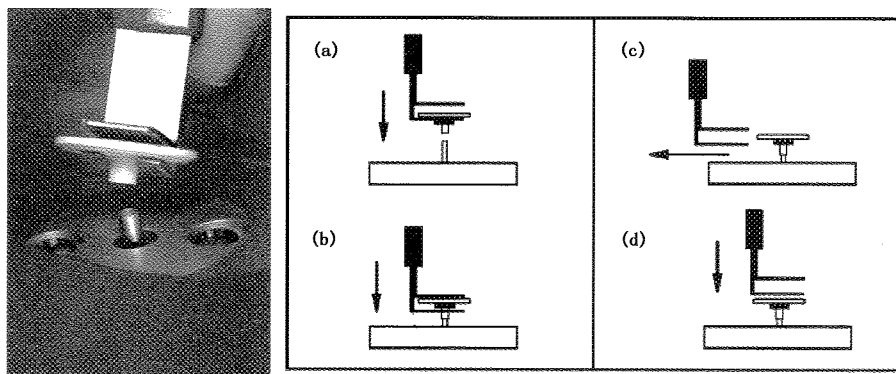


图 2-48 将滤膜放到锥形元件上

握住滤膜更换工具,对准锥形元件(图 2-48a),将滤膜的中心轻放在锥形元件的尖上。选择“下一步”。

此时将显示“定位滤膜”(Seat Filter)界面。轻轻压下滤膜,确定其正确定位(图 2-48b)。

缓慢抽移滤膜更换工具,直到其完全脱离滤膜(图 2-48c)。不要移动滤膜。

将滤膜更换工具的底部置于滤膜顶上(图 2-48d),施加向下的压力(约 0.5kg 或 1 磅^①),将滤膜牢牢固定。

对另一个新滤膜重复安装步骤。选择“下一步”。

此时将显示“预调试滤膜”(Precondition Filter)界面。将新的滤膜放置于质量传感器的调试柱上(参见 2.9 节关于调试滤膜的更多内容)。选择“下一步”。

此时将显示“关闭仪器”的界面。将质量传感器提到关闭的位置,将固定条固定到圆盘上。

关闭并关上感应器单元的门。门若打开,应该尽可能快地关闭,以降低温度对仪器的影响。选择“下一步”按钮。

系统将自动测试两个新装的滤膜,确保它们的安装牢固。系统将显示一个等待界面(图 2-49)。

如果系统无法获得其中一个或两个滤膜的稳定频率,将显示一个界面,告知哪一个(或一些)滤膜需要重新固定(图 2-50)。否则,滤膜安装即完成。

① 1 磅=0.4536 千克。

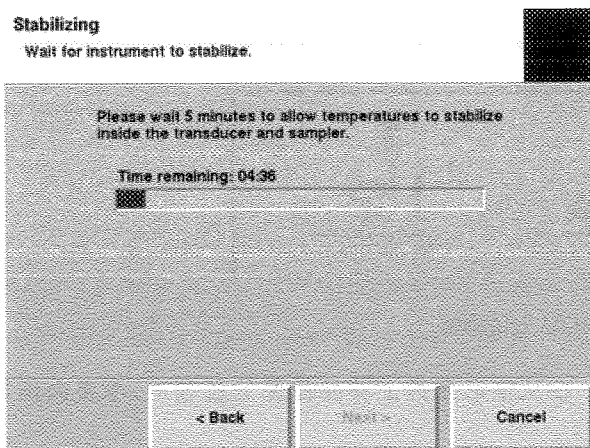


图 2-49 系统正在稳定的界面

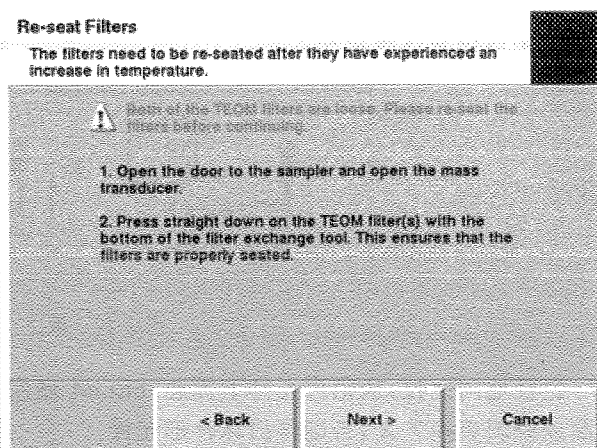


图 2-50 系统提示重新固定滤膜的界面

如果滤膜需要重新固定,打开取样器和质量传感器的门,用滤膜更换工具的底部垂直向下压相应的滤膜(图 2-48d),确保滤膜正确固定。关闭质量传感器和感应器单元的门。选择“下一步”按钮。

在测试稳定频率的时候,系统将再一次显示等待界面。如果仍然无法获得一个或两个滤膜的稳定频率,系统将提示用户再次重新固定滤膜。如果仍然无法获得稳定频率,安装程序将提示更换滤膜或提示失败信息(图 2-52 和 2.53)。

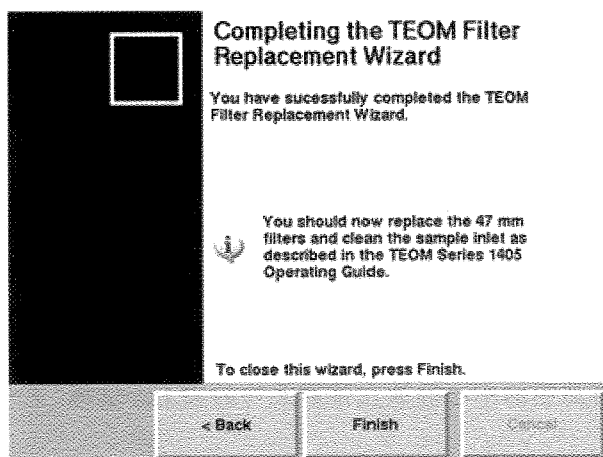


图 2-51 显示成功安装信息的结束界面

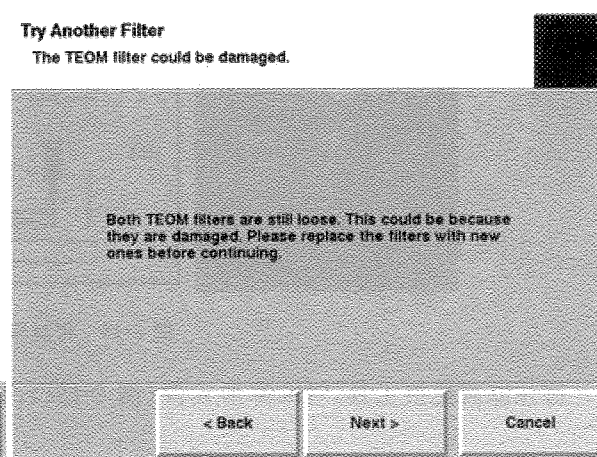


图 2-52 尝试另一个滤膜的信息

频率稳定后,系统将显示“完成 TEOM 滤膜更换向导”的界面(图 2-51)。选择“结束”按钮。注意:如果系统仍然无法探测到这两个或其中一个滤膜的稳定频率,将显示“滤膜可能损坏”(filter could be damaged)信息,并提示更换这两个或其中一个滤膜(图 2-52)。如果系统再次无法确定频率,滤膜更换程序将完全失败并建议适当的服务(图 2-53)。

2.8.2.4 调试滤膜

滤膜必须预调试,避免在系统中使用之前聚集过多的湿气。

将两个滤膜放置在质量传感器的滤膜托架上进行调试(图 2-46)。

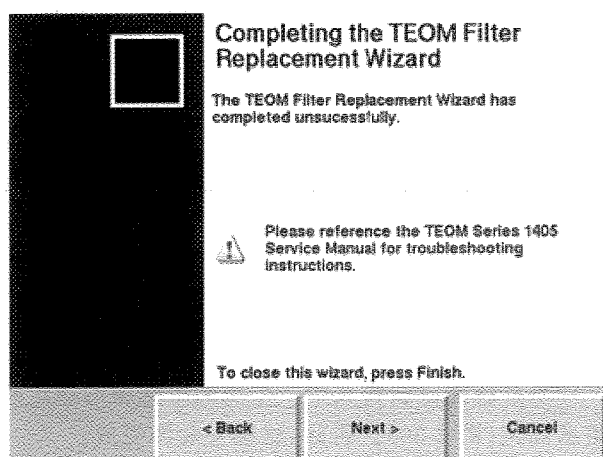


图 2-53 失败/服务信息

安装新的滤膜时,使用来自其中一个滤膜托架的调试过的滤膜。

用一个新滤膜取代滤膜托架上调试过的滤膜。

注意:剩余的滤膜应该存放在专用的盒子内,放置在仪器内部,靠近质量传感器,确保它们的存放处有或接近适当的取样温度和湿度水平。

2.8.2.5 更换 47mm 滤膜

在第一次样本分析之前,以及每次安装新滤膜时,都应该为 TEOM FDMS 系统安装或更换 47mm 滤膜。

- (1)找到 FDMS 系统左侧的两扇门。打开其中一扇滤膜小门(图 2-54);
- (2)逆时针转动滤膜托架,直到凹口与锁盘吻合(图 2-55),然后向外拉动,从仪器上拆下托架;

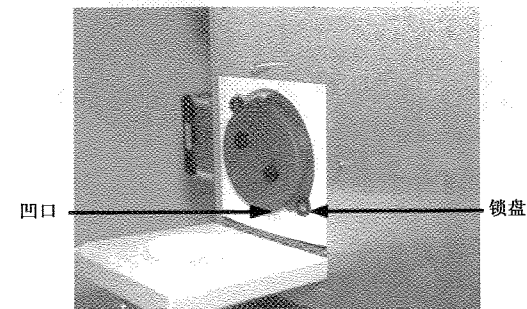


图 2-54 47mm 滤膜门打开

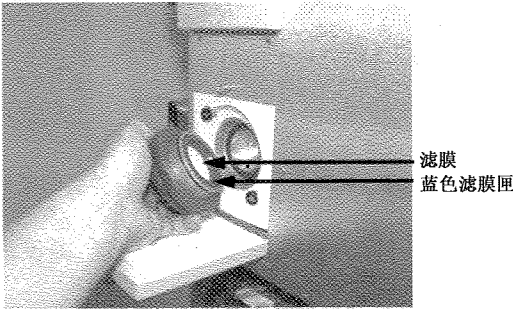


图 2-55 移除 47mm 滤膜

- (3)找到蓝色滤膜匣,并移除用过的滤膜;
 - (4)将新滤膜插入匣中。安装滤膜时,滤膜的一面必须朝匣子“顶”。匣子的“顶”嵌入匣子的“底”(图 2-56);
 - (5)合上滤膜匣子(图 2-57);
 - (6)将滤膜安装到滤膜支架上,匣子的“顶”和滤膜表面朝外;
 - (7)将凹口与锁盘对齐,并将滤膜托架安装到仪器上。顺时针转动托架锁定。注意:不要将滤膜托架旋得过紧。密封效果来自 O 形环,而不是旋转力;
 - (8)关上小滤膜门。
- 滤膜安装过程重复(1)—(8)步骤。

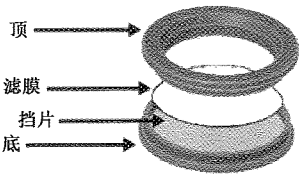


图 2-56 47mm 滤膜匣和滤膜及挡片

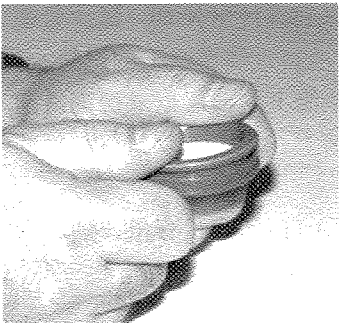


图 2-57 合上滤膜匣子

2.8.2.6 清洁采样头

采样头的清洁工作应在完全停机的情况下进行。

从采样头上移除雨罐,并将采样头从样本管上拆下。从较低收集器组件中拆下顶上加速组件(图 2-58)。

在顶盘偏导锥和低盘上用铅笔做上记号,以便重新组装时正确定位,然后,使用菲利普斯螺丝刀从顶盘的顶部拆下四个盘头(图 2-58)。提起顶盘,离开四个有螺纹的绝缘片,放至一旁。

清洁拆开的隔离片(用刷子或水),然后干燥。

用一个通用的清洁器和纸巾清洁顶盘内部的偏导锥。

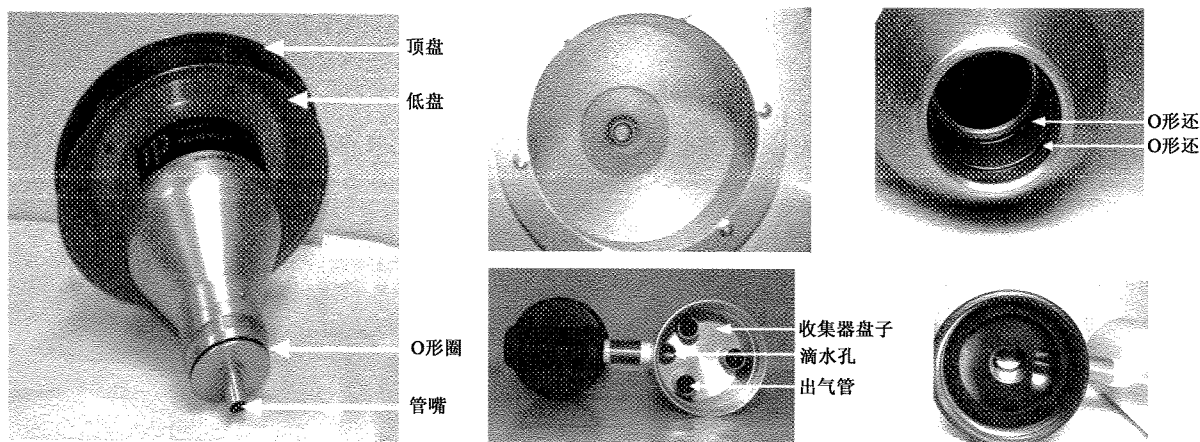


图 2-58 采样头的整体结构(左)和分解图(中、右)

清洁加速组件的内壁(图 2-58)。注意:确保加速组件的管嘴清洁。如果不清洁,则使用棉签和清洁器除去任何沾染物。

检查大直径冲击器嘴的 O 形环是否损坏或磨损(图 2-58)。必要的话,进行更换。O 形环涂上一层薄薄的硅氧烷润滑油。加速组件的铝线也要涂一层薄硅氧烷润滑油。

使用一个通用的清洁器和一片纸巾,清洁收集器的组件内壁和盘子(图 2-58)。注意:入口内的大部分沾染物一般都在收集器的盘上。

清洁 3 个出气管(图 2-58)。需要使用一根棉签清洁出气管。

清洁收集器组件的底面(图 2-58)。检查两个入口管道封闭 O 形环是否损坏或磨损。如有必要,更换 O 形环。

清洁收集器盘中的滴水孔,水气从这里到水气收集器。

清洁雨罐。检查雨罐盖子的黄铜突起,确保其牢固并通畅(图 2-58)。

对 O 形环应用一薄层硅氧烷润滑油(图 2-45),确保安装到分流器时形成封闭。

清洁较低的收集器组件螺纹,确保两个阀门重新组装时形成紧密的封闭。

重新组装入口顶部和底部的组件直到螺纹紧密。用手旋紧即可。

重新安装隔离片,对准顶盘和底盘上的记号。将顶盘安装到底盘上面,并旋紧 4 个盘形头螺丝。

给雨罐顶内的密封垫涂上一薄层硅氧烷润滑油,确保不泄漏。重新安装雨罐。

将入口放置于分流器上。小心不要损坏内部的 O 形环。

2.8.2.7 清洁虚拟采样头

(1)从系统顶部拆下入口,然后从分流器的粗样本管上拆下虚拟采样头(图 2-59);

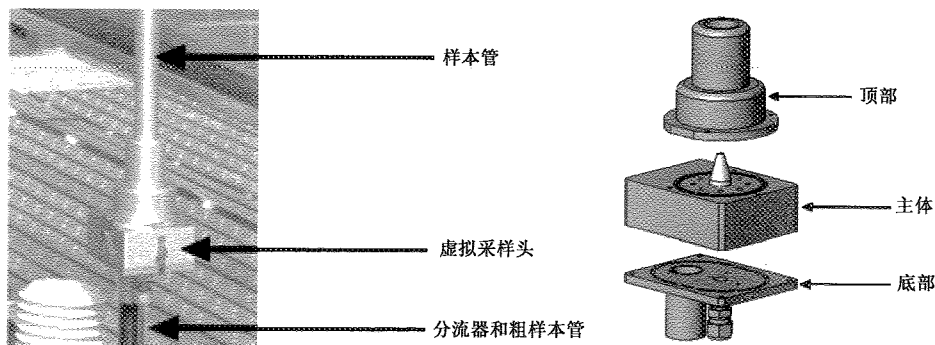


图 2-59 虚拟采样头的位置(左)和分解图(右)

- (2)拆下连接入口和冲击器的 1 1/4 英寸样本管(图 2-58 和图 2-59);
- (3)拆下虚拟采样头底面 4 个角上的 4 颗螺丝,将其从底盘分开(图 2-59);
- (4)拆下将虚拟采样头的顶部固定到主体的 3 颗螺丝(图 2-59);
- (5)用水和温和的洗涤剂清洗冲击器主体的内面、顶部和底部。若有必要,可以用一个通用的清洁剂;
- (6)检查虚拟采样头中的每一个 O 形环,如有损坏,则应更换。如有必要,在 O 形环上涂一薄层润滑油;
- (7)用在第(3)步中拆下的 4 个螺丝将底座安装到主体上;
- (8)用在第(4)步中拆下的 3 个螺丝将顶部安装到主体上;
- (9)将接头管安装到虚拟采样头的顶部,将采样头安装分流器,并将入口安装在接头管的顶部(图 2-58和图 2-59)。

2.8.2.8 清洁空气入口

每年需要清洁一次 TEOM-1405 系列大气颗粒物监测仪加热管空气入口,清除掉聚集在内壁的颗粒物。具体步骤如下:

关闭 TEOM-1405 系列仪器。

打开仪器的门(图 2-60),找到质量传感器组件顶上的热敏电阻。

用 1/2 英寸的扳手,拆下质量传感器组件顶部的热敏电阻。注意:热敏电阻的螺纹较浅。安装/拆卸应该转动到圈。

打开质量传感器(参见 2.8.2.3 的“更换 TEOM 滤膜”)。

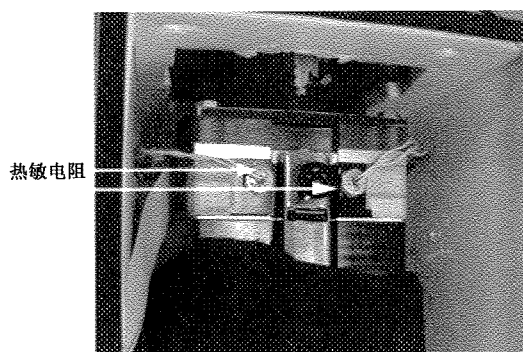


图 2-60 质量传感器顶部的热敏电阻

将一片塑料或另一种保护材料放在已经暴露出来的滤膜上。

用肥皂水、酒精或氟利昂溶液清洁整个空气入口(图 2-61)。用软刷来清除内壁上的颗粒物。

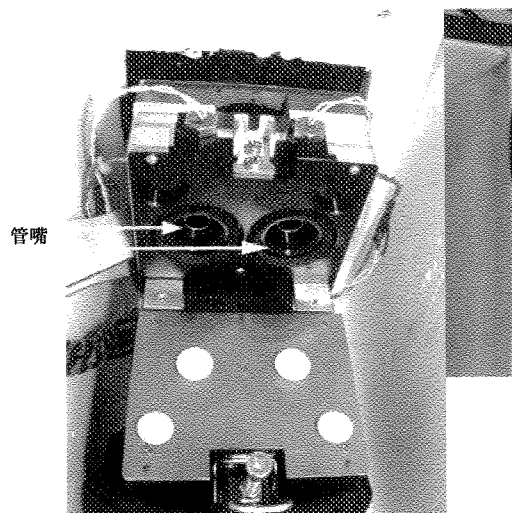


图 2-61 空气入口(以 TEOM-1405DF 为例)

将空气入口晾干。

从暴露在外的 TEOM 滤膜上移除保护材料。

关闭质量传感器并门上。

将空气热敏电阻安装到质量传感器组件上,用扳手旋紧。

关上门并闩好。一旦打开门,应尽可能早地关上,以最小化系统内的温度变化。

启动 TEOM-1405 系列监测仪。

2.8.2.9 清洗冷却器

冷却器应该每年或必要时清洁一次。冷却器清洁向导给出了清洁冷却器的所有必要步骤,下列是额外的信息:

(1)在 TEOM-1405 数据界面,选择“服务”按钮,进入服务界面,然后选择“维护”按钮,进入维护界面(图 2-62);

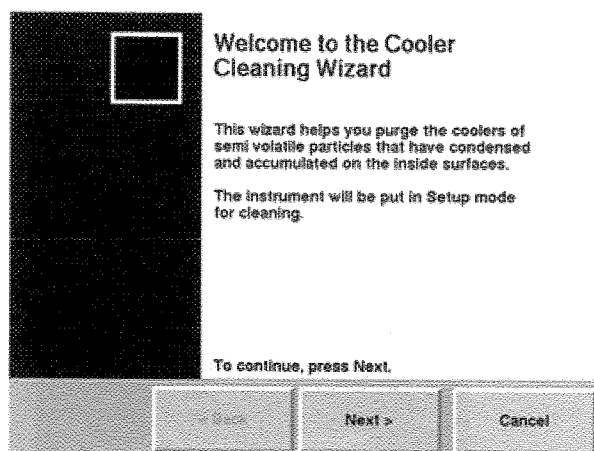


图 2-62 冷却器清洁向导的欢迎界面

(2)选择“清洁冷却器”(Clean Coolers)按钮,启动冷却器清洁向导(图 2-62)。选择“下一步”开始程序;

(3)此时显示“移除滤膜盒”(Remove Filter Cassettes)。打开仪器一侧两个隔间的门,拆下两个 47mm 滤膜盒和过滤器(参见 2.8.2.5 节“47mm 滤膜更换”相关内容);

(4)此时出现“打开仪器”界面。拆下 FDMS 系统的前盖,找到两个冷却器组件、开关阀门和干燥器的真空接头(图 2-63);

(5)把每个冷却器组件上的快速连接接口的顶部和底部的管道拆下(图 2-63)。选择“下一步”;

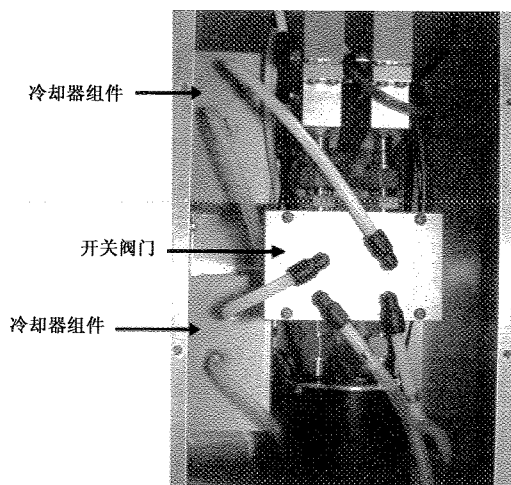


图 2-63 FDMS 系统内部(以 TEOM-1405DF 为例)

(6)此时显示“断开真空管道连接”(Disconnect Vacuum Line)界面。从干燥器真空管道的 T 形接口底部拆下主管道(图 2-64 和图 2-65)。选择“下一步”;

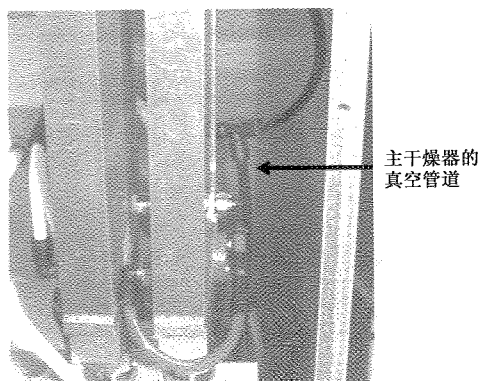


图 2-64 主干燥器真空管道的 T 形接口

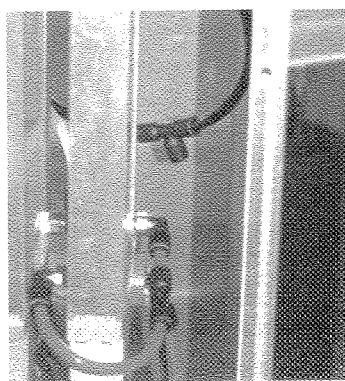


图 2-65 从 T 形接口拆下的主干燥器真空管道

(7)此时会显示“连接真空装置的管道”(Connect the Vacuum Line)界面。将仪器配套的 Y 形接头顶部插口的两根管道安装到每个冷却器组件的顶部快速接口中(图 2-66);

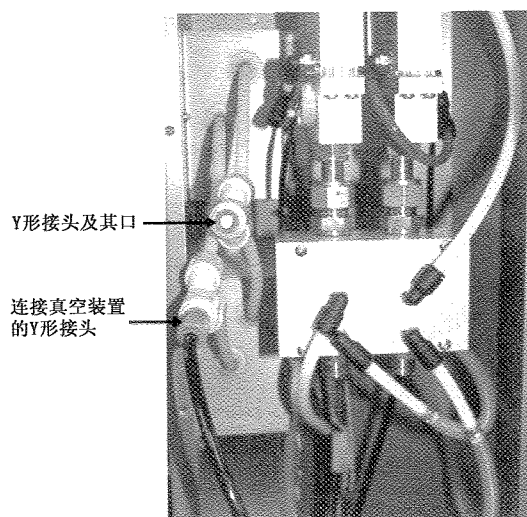


图 2-66 安装好的 Y 形接头(以 TEOM—1405DF 为例)

(8)将第(6)步中拆下的主要干燥器真空管道安装到另一个 Y 形接头的底部(图 2-54),并将两根管道安装到每个冷却器组件底部的快速接口。选择“下一步”;

(9)系统将自动开始加热冷却器到 50℃,清洁冷却器。向导将显示计时界面来显示完成清洁的剩余时间(图 2-67)。注意:务必使用与仪器配套的有接口的 Y 形适配器。它将通过冷却器的气流限制在允许的流速;

(10)程序完成后,选择“下一步”;

(11)这时将显示“关闭单元”(Close Unit)界面。断开 Y 形接头的连接,重新将管道安装到向导所描述的冷却器组件中;

(12)重新安装 47mm 滤膜盒(滤膜已装好)(参见 2.8.2.5“47mm 滤膜更换”相关内容)

(13)重新安装塔盖;

(14)选择“下一步”按钮。向导将显示一条程序完成的信息(图 2-68)。选择“完成”按钮来退出向导并返回维护界面,或选择“上一步”按钮,向后退一步。

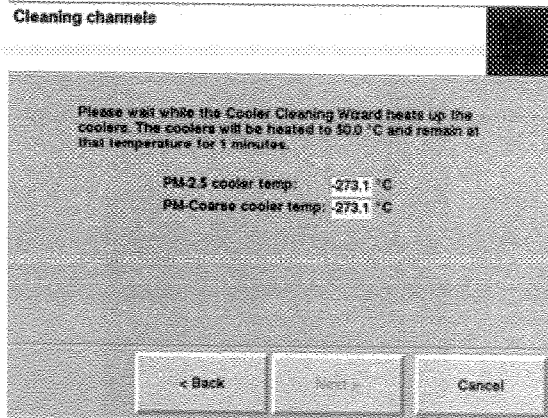


图 2-67 清洁管道界面

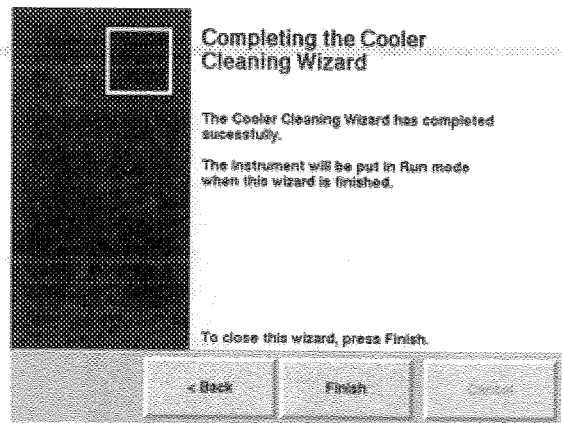


图 2-68 完成界面

2.8.2.10 清洁开关阀门

开关阀门应该每年或必要时清洁一次。

在 TEOM-1405 系列大气颗粒物质量浓度监测仪的数据界面中,选择“服务”按钮,进入服务界面,然后选择“维护”按钮,进入维护界面(图 2-69)。

选择“清洁开关阀门”(Clean the Switching Valve)按钮,启动清洁向导(图 2-69),选择“下一步”开始程序。

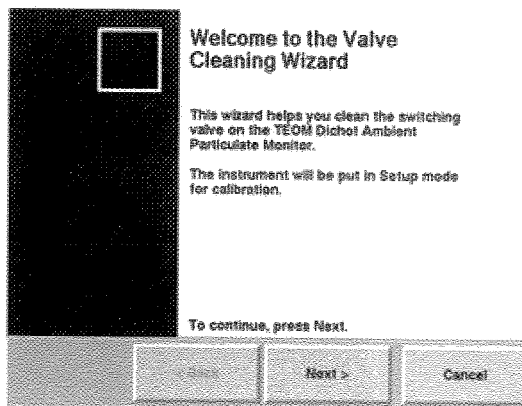


图 2-69 阀门清洁向导的欢迎界面

这时将显示“移除前盖”(Remove Front Cover)。从仪器移除前盖,找到开关阀门、接口和管道的连接(图 2-70)。

从开关阀门顶的两个快速接口移除管道。选择“下一步”。

此时会显示“移除阀门”(Remove Valve)界面。用一个 1 英寸的扳手(或可调节的扳手),完全松开开关阀门顶部的 Swagelok 接口和底部的两个 Swagelok 接口(图 2-70 和图 2-71)。

松开 1405-DF 塔顶的粗、细样本管装置,然后在轻轻提起开关阀门的同时向后推干燥器,将其从塔上部拆下。此时两个连接到冷却器的管道仍然连接着。选择“下一步”。

此时出现“清洁阀门”(Clean Valve)界面。用系统配套的清洁刷清洁开关阀的两个内室(不要使用洗涤溶液)(图 2-72)。选择“下一步”。

这时会显示“重新安装”的界面。将开关阀门固定回系统,确保两个空的快速连接接口位于开关阀门上方。

旋紧四个 Swagelok 接口,先用手旋紧,然后用扳手旋转圈。

重新将管道安装到开关阀门顶上的快速连接接口。连接到较低冷却器的短管长度刚好可以连接到相应的接口(左边的快速连接接口)。

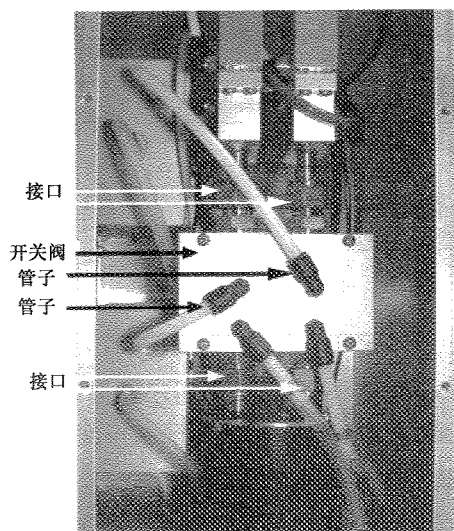


图 2-70 FDMS 系统内部
(以 TEOM-1405DF 为例)



图 2-71 拆除一个阀门的 Swagelok 接口

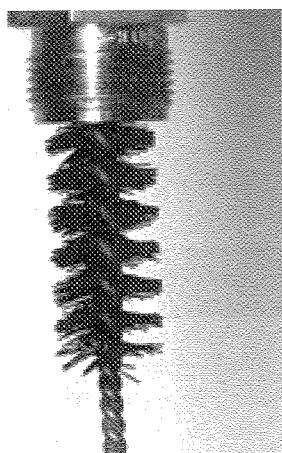


图 2-72 用阀门刷清洁阀门

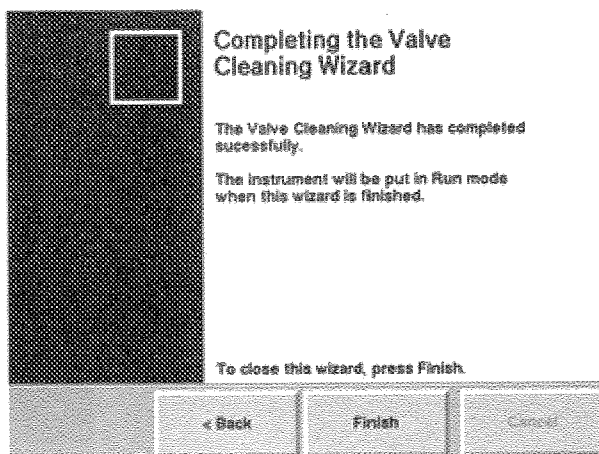


图 2-73 阀门清洁结束的界面

重新安装仪器盖。选择“下一步”。

向导将显示一则信息,说明已经完成(图 2-73)。选择“结束”按钮,退出向导,返回维护界面;或选择“后退”按钮,返回上一步骤。

2.8.2.11 更换主、旁路过滤器

在控制系统后部有两个 $PM_{2.5}$ 、 PM_{coarse} 的在线小过滤器和一个旁通样气流的大过滤器。最好在更换 TEOM 专用滤膜后立即更换在线大过滤器,此时仪器应处于停止数据采集状态,可以利用等待恒温 and 流量稳定的 30 min 内进行此工作。如果绿色塑料管拆卸发生困难,应切除塑料管外壁不光滑的部分。为了保证绿色塑料管的拆卸方便,可以在管的外径上涂一薄层硅油脂。

2.8.2.12 更换气-水分离器滤芯

根据当地使用情况,应定期(3—6 个月)对气-水分离器滤芯进行更换。

2.8.3 检查标校

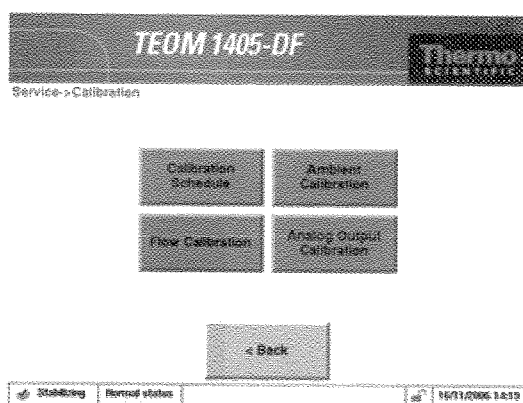
检查标校清单见表 2-5。

表 2-5 检查标校清单

要素	检查校准内容
环境温度	每年一次检查/校准环境温度的测量。在校准气流之前必须先校准温度
环境压力	每年一次检查/校准环境压力的测量。在校准气流之前必须先校准压力
气流	每年一次检查/校准 $PM_{2.5}$ 、 PM_{coarse} 和旁通气流
泄漏检查	每年或必要时应进行一次泄漏检查
模拟输出	每年一次或必要时(如任何时候电压范围设置发生变化的时候)校准模拟输出通道
质量传感器	每年一次检查质量传感器的校准

TEOM-1405 系列大气颗粒物质量浓度监测仪可以按步骤校准并检查程序。选择[服务]按钮,进入服务界面。在服务界面下,选择[验证](Verification)或[校准]按钮,进入验证和校准界面(图 2-74)。

校准界面



验证界面

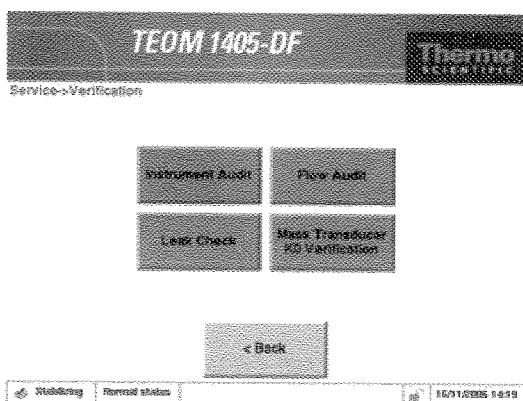


图 2-74 服务界面的校准/验证界面

用一个数字输入键盘在校准界面上输入数值(图 2-75)。任何时候,输入一个值的提示,如在外测出的温度、压力或流速,校准向导都会自动显示键盘。根据向导指示,用键盘输入数值,然后选择[Enter]按钮设定值或按下[Cancel]退出键盘界面,返回向导。

在验证界面,选择[仪器检查](Instrument Audit)按钮,进入仪器检查界面(图 2-76)。

仪器检查界面显示了温度、流量和其他可以检查到的值。使用温度或气压计可以检查这些值并与外部的测量仪器比较。为了结果准确,流量可以用气流检查向导单独测量。为了更改或[校准]值,参见下面的内容。关于如何将外部测量仪器连接到 TEOM 1405 系列,参见流量、温度和压力校准等内容。

2.8.3.1 环境温度校准

在进行流量校准程序之前,执行环境空气温度校准。

在数据界面,选择[服务]按钮,进入服务界面,然后选择[校准]按钮,进入校准界面。

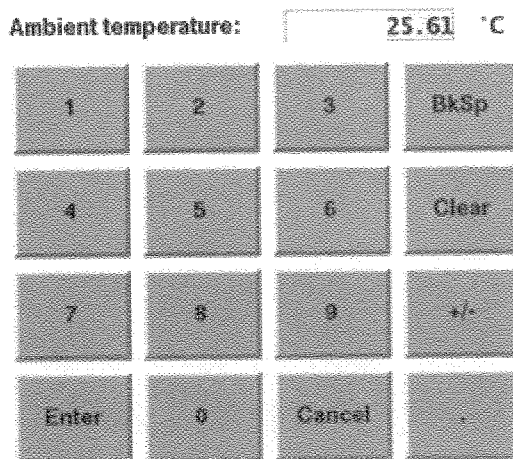


图 2-75 数字输入键盘

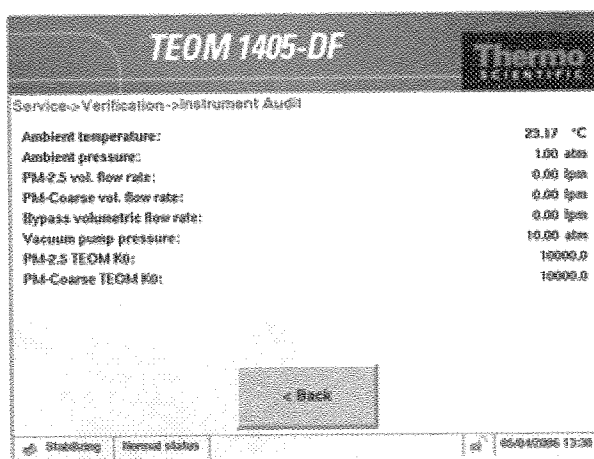


图 2-76 仪器检查界面

选择[温度校准]按钮,进入环境温度校准界面。

使用外部温度计测量环境温度感应器的当前温度(°C)[$^{\circ}\text{C} = 5/9 \times (^{\circ}\text{F} - 32)$]。

如果在[环境温度]一栏显示的测量值在 $\pm 2^{\circ}\text{C}$ 之间,则无需进一步操作。选择[后退]按钮,返回[校准 & 验证]界面。如果在[环境温度]一栏显示的测量值超出 $\pm 2^{\circ}\text{C}$ 范围,选择[环境温度]按钮。此时出现一个键盘界面。输入外部温度计所测得的实际温度,按下[Enter]按钮。此时显示环境温度校准界面和新输入的值。选择[后退]($< \text{Back}$),返回[验证 & 校准]界面。

2.8.3.2 环境压力校准

在进行气流校准程序之前,执行环境空气压力校准。

在数据界面,选择[服务]按钮,进入[服务]界面,然后选择[验证 & 校准]按钮,进入[验证 & 校准]界面。

选择[压力校准]按钮,进入环境压力校准界面。

测定大气中当前的环境压力(绝对压力、不经过海平面校正)。

如果在[环境压力]一栏显示的压力值在 $\pm 0.01\text{atm}$ 之间,则无需进一步操作。选择[后退]按钮,返回[校准 & 验证]界面。如果在[环境压力]一栏显示的压力值超过 $+0.01\text{atm}$ 范围,选择[环境压力]按钮。此时出现一个键盘界面。输入外部仪器所测得的实际压力,按下[Enter]按钮。此时显示环境压力校准界面和新输入的值。选择[后退]($< \text{Back}$),返回[验证 & 校准]界面。

2.8.3.3 流量校准

(1) 检查

检查粗、细粒子或旁通气流:

1) 在数据界面,选择[服务]按钮,进入[服务]界面,然后选择[验证]按钮,进入[验证]界面。

2) 选择[检查](Flow Audit)按钮,启动流量检查向导(图 5-73)。选择[下一步]。

3) 这时将显示“选择一个流量检查装置”(Select a Flow Audit Device)界面。选择一个流量检查装置。选择“直接流量装置”(Direct Flow Device),则用直接流量检查装置(单位为:L/min,根据温度和压力调整)来检查流量,如 Streamline Pro。选择[FTS],则用 FTS 系统检查流量。FTS 的用户将要输入装置校准常数和来自 FTS 的压力的变化。选择“下一步”。

4) 此时显示“选择要检查的流量”(Select Flow to Audit)界面。选择要检查的流量。按下[下一步]按钮。注意:如果在上一个界面中选择了 FTS,您将被提示在继续检查之前,输入正确的校准常数。

5) 这时将显示“连接流量检查装置”(Connect Flow Audit Device)界面。将流量计接到相应的流量通道上:

① 如果要检查 $\text{PM}_{2.5}$ 气流通道,则拆下采样头、入口管和虚拟采样头,并将 $\frac{5}{4}$ 英寸的气流接头/气流

计接到分流器顶上(图 2-77)。从分流器侧面断开旁通管的连接(不要掉到地上),用系统配套的 3/8 英寸的 Swagelok 帽封住旁通接口(图 2-77)。

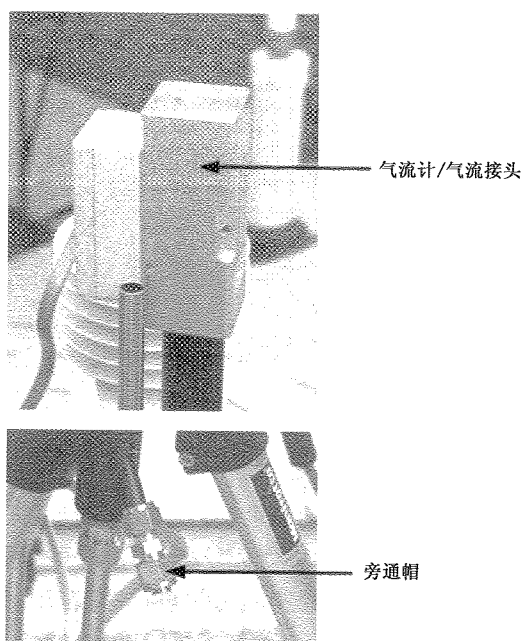


图 2-77 装在分流器上的气流接头(上)/气流计和封住的旁路管(下)

②如果要检查 PM_{coarse} ,则拆下采样头、入口管和虚拟采样头,并将 1/2 英寸的 Swagelok 气流检查接头连接到 1/2 英寸大颗粒流入口的顶部。将气流计/接头连接到气流检查接头(图 2-78)。

③如果要检查旁通气流通道,则从分流器上拆下旁通管道,将 3/8 英寸的气流接头连接到旁通线路的绿色的管上。将气流计/气流接头连接到气流检查接头。

6)连接好气流计后,选择[下一步]。

7)此时出现“测量流量”(Measure Flow)界面。等待气流稳定后,按流量按钮并输入读取的值。选择“下一步”。

8)“流量检查结果”(Flow Audit Results)界面将显示仪器流量和测量装置流量之间的差异。如果差异小于 10%,可以调整流量来反映检查装置上的值。选择[Yes]按钮根据流量检查结果调整流量。选择[No]按钮,则保持原始的流量设置不变。选择[下一步],则返回[选择流量]界面,检查另一气流通道的。

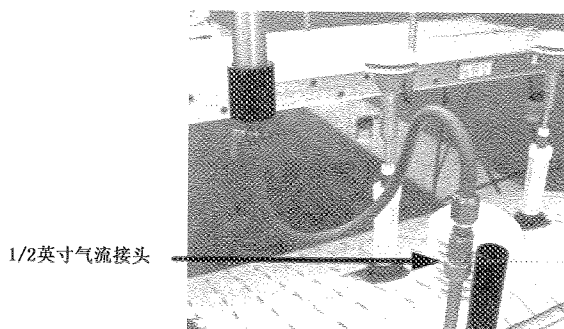


图 2-78 接在 1/2 英寸大颗粒流入口的气流接头

9)这时“选择要检查的流量”界面会再次出现。刚检查完的气流通道的界面上将呈现灰色不可选状态,表示它在这一环节已经被检查过。如果要检查另一个气流通道的,选择另一个通道并执行第 3)—8)步骤(和向导)来完成更多的流量通道检查。否则,确定没有选中任一通道按钮的情况下,选择[下一步]按钮。

注意:如果差异大于10%,则未通过检查,仪器需要一次泄漏检查/气流校准。

10)此时显示“完成流量检查向导”界面。拆下流量计和气流接头,安装虚拟采样头、入口管和入口。确保所有的管道,包括旁通管,重新连接。选择[结束]按钮,退出向导,返回[验证 & 校准]界面,或选择[上一步]返回。

(2)校准流量

要校准(或检查)PM_{2.5}、PM_{coarse}和旁通气流,需要一个 $\frac{5}{4}$ 英寸的气流接头、一个1/2英寸的Swagelok气流接头、一个3/8英寸的Swagelok气流接头和一个流量测量装置。参考流量计,如气泡计、干气体计或质量流量计,应该在近期校准到原有的标准,而且在流量为3L/min和16.67L/min情况下有+1%的准确度,以及压降小于0.07bar(1磅/平方英寸)。如果使用质量流量计,则必须采取一切必要的修正将当前环境温度和气压下的读数转化为升/分钟。如果使用体积流量计,则不需做出调整。

注意:要检查总流速,需要一个英寸的气流接头。拆下入口,将气流接头和流量计连接到入口管的顶部(图2-79)。

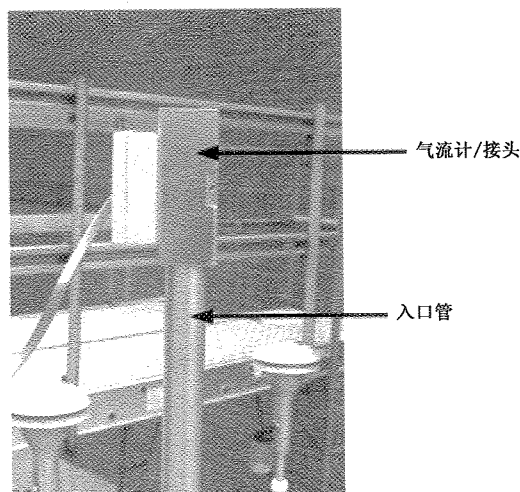


图 2-79 连接在入口管顶部用于气流总检查的气流计/接头

1)在数据界面,选择[服务]按钮,进入[服务]界面。然后选择[校准]按钮,进入[校准]界面。

2)选择[流量校准](Flow Calibration)按钮,启动流量校准向导。选择[下一步],开始程序。

3)这时将显示“选择一个流量校准装置”(Select a Flow Calibration Device)界面。选择一个流量检查装置。选择“直接流量装置”(Direct Flow Device),则用直接流量检查装置(单位为:L/min,根据温度和压力调整)来检查气流,如 Streamline Pro。选择[FTS],则用 FTS 系统检查流量。FTS 的用户将要输入装置校准常数和来自 FTS 的压力的变化。选择[下一步]。

4)这时将显示“选择要校准的流量”(Select Flow to Calibration)界面。选择[校准 PM_{2.5} 流量]、[校准 PM_{coarse}]或[校准旁通流]按钮来校准选中的流量。选择[下一步]。

5)向导将提示您将一个流量计接到相应的气流通道[同 2.8.3.3[流量校准]中[(1)检查流量]的步骤 5)]。

6)向导将显示一个界面,说明当前低设定点流量(由仪器所测出)。等待流量稳定。选择[TEOM 流量](TEOM flow rate)按钮,输入流量计测出的当前的流量(精确到小数点后两位),按[Enter]。新输入的流量将显示在 TEOM 流量按钮中。选择[下一步]。

7)向导将显示一个界面,说明当前高设定点流量(由仪器所测出)。等待流量稳定。选择[TEOM 流量](TEOM flow rate)按钮,输入流量计测出的当前的流量(精确到小数点后两位),按[Enter]。新输入的流量将显示在 TEOM 流量按钮中。选择[下一步]。

8)向导将显示一个界面,说明 TEOM 流量按钮下的当前设定点流量(由仪器所测出)。等待流量稳

定。选择“TEOM 流量”(TEOM flow rate)按钮,输入流量计测出的当前的流量(精确到小数点后两位),按[Enter]。新输入的流量将显示在 TEOM 流量按钮中。选择[下一步]。

9)输入第三个流量后,“选择要校准的流量”界面会再次出现。刚校准的气流通道在界面上将呈现灰色不可选状态,表示它在这一环节已经被校准过。如果您要校准另一个气流通道,选择另一个通道并执行第 4)–9)步骤(和向导)来完成更多的气流通道的校准。否则,确定没有选中任一气流通道按钮的情况下,选择“下一步”按钮。

10)这时将显示“完成流量校准向导”界面。拆下流量计和气流接头,安装虚拟采样头、入口管和入口。确保所有的管道,包括旁通管,重新连接。选择[结束]按钮,退出向导,返回校准界面,或选择[上一步],后退到上一步骤。

2.8.3.4 泄漏检查

参见 2.7.2.3“执行泄露检查”。

2.8.3.5 校准模拟输出

模拟输出校准向导可以校准 8 个模拟输出频道 0~1VDC 或 0~5VDC。注意:操作系统电子元件时必须具备相应的抗静电装置。

(1)戴上防静电手腕带。将手腕带的另一端连到控制单元的底盘,这样,在工作时可以释放任何静电。

(2)打开仪器的门(图 2-80),找到装在仪器底部上接口板。

(3)找到位于接口板正面模拟输出跳线和测试点,确保要校准的频道跳线设置到正确的电压范围内(图 2-81 和图 2-82)。

注意:0~1VDC 是将跳线设置在右边和中间的接线柱上(图 2-82),0~5VDC 是中间和左边接线柱上。

(4)在 1405 数据界面,选择[服务]按钮,进入[服务]界面。然后选择[校准]按钮,进入[校准]界面。

(5)选择[模拟输出校准]按钮,启动模拟输出校准向导。选择下一步,开始运行程序。

(6)此时显示[选择要校准的频道](Select Channel to Calibrate)界面。选择要校准的模拟输出频道。选择[下一步]。

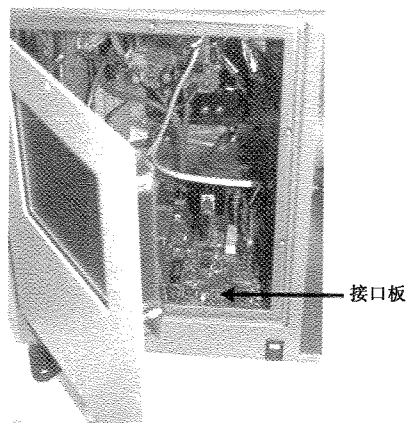


图 2-80 左边门打开的 1405-DF 单元

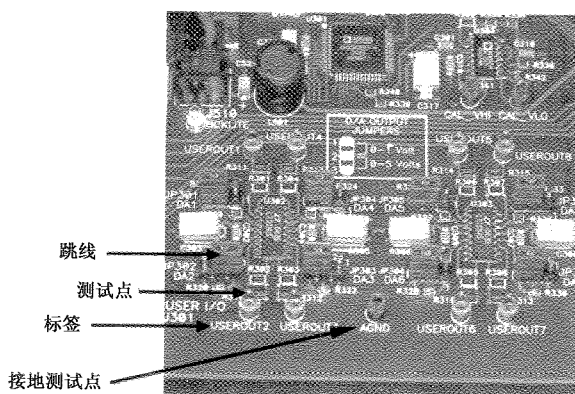


图 2-81 接口板正面,跳线和测试点高亮

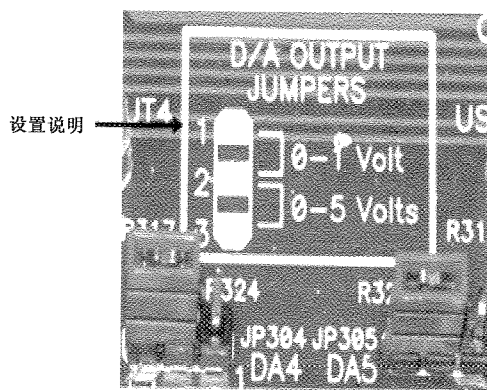


图 2-82 设置说明的特写

(7)此时显示“选择模拟输出范围”界面。设定模拟输出的电压范围。选择[下一步]。注意:确保模拟输出频道的电压范围符合跳线的电压设置(第(3)步)。

(8)此时显示“连接计量器”(Connect Meter)的界面。找到正在校准的模拟输出的测试点,将一个设定为 VDC 的电压表接到测试点和接口板上的接地测试点。选择[下一步]。

(9)此时显示“测量低设定点”(Measure Low Setting)界面。比较电压表的读数和屏幕读数。如果

读数不一致,选择[当前读数](Current reading)按钮,调出数字键盘,输入当前读数,按[Enter]。选择[下一步]。

(10)此时显示“测量高设定点”(Measure High Setting)界面。比较电压表的读数和屏幕读数。如果读数不一致,选择[当前读数](Current reading)按钮,调出数字键盘,输入当前读数,按[Enter]。选择[下一步]。

(11)“选择要校准的频道”(Select Channel to Calibrate)界面再次出现。刚校准的频道在界面上将呈现灰色不可选状态,表示它在这一环节已经被校准过。如果要校准另一个模拟输出频道,选择另一个频道,然后点[下一步],执行第(1)–(9)步骤(和向导)来完成更多频道校准。否则,在确定没有选中任一模拟输出频道按钮的情况下,选择[下一步]按钮。

(12)此时显示“完成模拟输出校准向导”界面。选择[结束]按钮,退出向导,返回[验证 & 校准]界面,或选择[上一步],后退到上一步骤。

2.8.3.6 K0 值的检查

TEOM—1405—DF 监测仪质量传感器的校准,取决于质量传感器的物理机械特性。在正常情况下,校准不会对仪器的寿命有实质性影响。如果验证程序结果失败,联系技术支撑部门或厂家。可以在出厂配套的“仪器检查记录”或“最终测试记录”文档中找到原始校准常数。检查/验证 K0 常数需要一个质量校准验证工具包(59—002107),其中包括一个事先称量的滤膜、滤膜更换工具、干燥剂和湿度探测器,以及与系统配套的带管的预过滤器。

(1)确认输入仪器的 $PM_{2.5}$ 和 PM_{coarse} 的 K0 常数与质量传感器面板上的 $PM_{2.5}$ 和 PM_{coarse} 的 K0 常数一致。输入仪器的 K0 常数可以在检查(Audit)界面看到。

(2)确认仪器处于正常的操作温度和状态。

(3)确认工具包中事先称量的滤膜符合工具包卡片上的测试湿度条件。注意:如果滤膜不符合湿度指示器上的条件,就按照工具包的说明使滤膜干燥到可接受的程度。

(4)在数据界面,选择[服务]按钮,进入[服务]界面,然后选择[校准]按钮,进入[校准]界面。

(5)选择[质量传感器 K0 验证]按钮,启动 K0 验证向导。选择[下一步],开始运行程序。

(6)此时显示[选择 TEOM]界面。选择要验证 K0 常数的管道($PM_{2.5}$ 或 PM_{coarse})。选择[下一步]。

(7)此时显示“安装预过滤器”界面。拆下入口并将气流检查接头安装到样本入口管,然后按预过滤器组件(滤膜和硅氧烷短管)安装到气流检查接头上。选择[下一步]。

(8)此时显示“移除样本滤膜”(Remove Sample Filter)界面。打开质量传感器,从 $PM_{2.5}$ 的一边(左)移除标准滤膜(参见 2.3.2.6“TEOM 专用滤膜的更换”的内容)。关闭质量传感器(不安装另一个滤膜)。选择[下一步]。注意:不要使用校准滤膜更换工具来安装或移除非预先称量的校准滤膜之外的任何滤膜。

(9)此时出现“正在稳定”(Stabilizing)的界面。仪器在没有安装滤膜的情况下等待测量系统频率的同时,屏幕上的倒计时器将显示稳定进度。在稳定过程完成信息出现后,选择[下一步]。

(10)此时显示“输入滤膜重量”界面。该选择“滤膜重量”按钮。屏幕将显示键盘界面。向系统输入预先称量的滤膜重量,按[Enter]按钮保存值并退出键盘。选择[下一步]。

(11)此时出现“安装校准滤膜”(Install Calibration Filter)界面。用校准滤膜更换工具将预先称量的校准/验证滤膜正确安装并固定到质量传感器 $PM_{2.5}$ 的一边(左)(按照本章更换滤膜的要求)。选择“下一步”。注意:不要使用校准滤膜更换工具来安装或移除非预先称量的校准滤膜之外的任何滤膜。

(12)仪器在等待校准滤膜频率时,将显示“正在稳定”(Stabilizing)的界面。屏幕上的倒计时器将显示稳定的进度。在稳定过程完成信息出现后,选择[下一步]。注意:如果频率没有稳定,向导将显示一个界面,指示重新固定滤膜。重新固定滤膜后,选择[下一步]。“正在稳定”界面再出现。如果仪器再次无法找到一个稳定频率,仪器未通过 K0 检查。

(13)此时出现“更换样本滤膜”(Replace Sample Filter)界面。用校准滤膜移除工具移除校准滤膜。用常规滤膜更换工具将一个滤膜正确安装并固定到质量传感器 $PM_{2.5}$ 的一边(左)(参见 2.3.2.6

“TEOM 专用滤膜的安装更换”的内容)。选择[下一步]。注意:不要使用校准滤膜更换工具安装或移除预先称量的校准滤膜之外的任何滤膜。如果频率没有稳定下来,向导将显示一个界面,指示重新固定滤膜。重新固定滤膜后,选择[下一步]。“正在稳定”的界面会再出现。如果仪器再次无法找到一个稳定的频率,仪器未通过 K0 检查。

(14)“选择 TEOM”界面将再次出现。刚验证过的通道在屏幕上将呈现灰色不可用状态,说明它在这一验证环节已经得到验证。如果需验证另一个 TEOM K0 常数,选择另一个 K0 通道,然后选[下一步]。根据第(6)~(14)步骤(和向导)完成另一个 K0 常数的验证。否则,在确认没有 K0 按钮选中的情况下,选择[下一步]。

(15)最后的验证执行后,屏幕将显示 K0 验证向导完成界面。对于每一个 K0 常数,屏幕显示通过或失败的信息。选择[结束]按钮。注意:如果一个 K0 验证失败,或两个都失败,重复该常数的验证步骤。如果验证再次失败,联系技术支撑部门或厂家。

2.9 TEOM—1405 数据采集

2.9.1 数据存储

仪器只存储用户选择的变量。如果仪器变量被设定为不记录,就不会被保存。

在菜单上选择[设置](Settings),显示设置界面。

在设置界面内,选择“数据存储”(Data Storage),显示数据存储界面。

在数据存储界面内,选择[编辑清单](Edit List)按钮,显示出“编辑数据存储”(Edit Data Storage)界面。按下希望记录的变量名称。使用[下一页](Next Page >)和[上一页](< Previous Page)按钮滚动可存储变量所在的整个清单。所有要保存的变量都得到选择后,按[OK]按钮。

使用[V]和[Λ]按钮滚动浏览入选变量的全部清单,确保所有要选变量都已入选。

在数据存储界面内,选择“存储间隔”(Storage Interval)按钮来决定存储数据的时间间隔。利用键盘输入所希望的间隔时间,并按下[Enter]按钮。例如,如果存储间隔是 10s,每 10s 仪器将记录(保持)所选变量的数据。

所有要选的变量都已经选好且存储间隔也设定好后,选择< Back 回到设置界面。

TEOM—1405 系列大气颗粒物质量浓度监测仪有一个内部存储器,存储的信息可以通过几种方式输出,包括模拟输出、同步打印输出、用户自定义逻辑输出,以及通过 RS—232 接口下载到计算机等。系统自带了几种协议设置(如 AK 协议、German Ambient Network 协议等),不同的输出方式需要通过控制部件选择不同的协议设置,用户可以选择合适的通信协议,通过 RS—232 口使仪器和计算机建立通信来获取数据。

数据格式参考 TEOM—1400 型仪器数据下载。

2.10 TEOM—1405 故障处理和注意事项

2.10.1 故障处理

2.10.1.1 仪器状态代码说明

将仪器输出状态码非 0 的十进制(Dec)仪器代码转换为十六进制(Hex);再根据代码表,将 Hex 代码拆解为表中对应的故障信息集(参见 2.10.1.2“代码转换解释方法”);对为 0 的数据进行逻辑性初步判断;最后对信息集统计出多发故障(参见“2.10.1.3”),做出故障说明及处理。

2.10.1.2 代码转换解释方法

(1)十六进制转换十进制

当前状态显示在 TEOM 数据界面底部的状态条中,以及仪器的大多数其他界面中。但是,在数据文件中,状态代码的报告形式为十进制或十六进制数字。十进制数字必须与状态代码表进行比较(表 2-5)。如果与表中的代码不是完全一致,出现多种状态代码,则十进制必须转化成十六进制以确定仪器报告的是哪些代码。

表 2-5 状态代码表(十进制)(以 TEOM—1405DF 为例)

Code	Warning	Decimal	Reason for warning
0×40000000	%RH High Side A	1,073,741,824	≥98%
0×20000000	Dryer A	536,870,912	>2
0×10000000	Cooler A	268,435,456	>0.5 °C deviation
0×08000000	Exchange Filter A	134,217,728	>90
0×04000000	Flow A	67,108,864	>10% deviation
0×02000000	Heaters Side A	33,554,432	>2% deviation
0×01000000	Mass Transducer A	16,777,216	frequency<10 Hz
0×00400000	%RH High Side B	4,194,304	≥98%
0×00200000	Dryer B	2,097,152	>2
0×00100000	Cooler B	1,048,576	>0.5 °C deviation
0×00080000	Exchange Filter B	524,288	>90
0×00040000	Flow B	262,144	>10% deviation
0×00020000	Heaters Side B	131,072	>2% deviation
0×00010000	Mass Transducer B	65,536	frequency<10 Hz
0×00004000	User I/O Device	16,384	
0×00002000	FDMS Device	8,192	
0×00001000	Head 1	4,096	
0×00000800	Head 0	2,048	
0×00000400	MFC 1 Device	1,024	
0×00000200	MFC 0 Device	512	
0×00000100	System Bus	256	
0×00000080	Vacuum Pressure	128	(Ambient—Vac)<0.1 atm
0×00000040	Case or Cap Heater	64	>2% deviation
0×00000020	FDMS Valve	32	
0×00000010	Bypass Flow	16	>10% deviation
0×00000004	Database	4	Unable to log to the database
0×00000002	Enclosure Temp	2	temperature exceeds 60 °C
0×00000001	Power Failure	1	

转化仪器所报告的十进制数字最简便的方法是用 Windows 系统的计算器程序。

1) 打开 Windows 计算器(位置在开始→程序→附件→计算器)。

2) 选择“查看”→“科学型”。

3) 选择十进制,键入十进制的状态代码。

4) 选择十六进制。此时显示在计算器中的数字就是要用来解码的十六进制数字。注意:要将十六进制转换为十进制,选择十六进制,输入十六进制数字,然后选择十进制。

5) 要正确使用从下载的十进制数据转化的十六进制数字,将转化的数字和表中的状态代码分别对应到各个数位:个位、十位、百位、千位、万位和十万位以及百万位。被转化代码的每个数位都对应一个十六进制数字。每个数位上的每个十六进制数字(0—F)都对应一个独一无二的状态代码(或一套状态

代码)。

(2)解释状态代码

当仪器显示多于一种状态代码,则会将它们相加并将所得的和用十进制表示出来。例如,如果仪器同时显示一个内存状态代码(在仪器的具体状态代码表中为十六进制的“(H)1”)和一个 A 阀门状态代码(在仪器的具体状态代码表中为十六进制的“(H)4”),则两个状态代码(下载时)将显示为十进制的“5”。

十进制的“5”必须转化回十六进制(在这个例子中还是“5”)来对应状态代码表。只有两个状态代码能相加得到 5 这个值(表 2-6)通过查看仪器的具体表格和分解下载的状态代码,可以解释仪器显示的状态代码。对十六进制代码的每一位都重复这一操作过程(十位、百位等等)。

例如,用下面给的状态代码表(表 2-7)解码十进制状态代码(8433666)。首先,用 Windows 计算器(或其他科学计算器)将从仪器下载的十进制状态代码转化为十六进制。 $8433666=(H)80B002$ 。

表 2-6 十六进制转换十进制表

十进制数字	十六进制数字	代码(代码之和)
0	0	0
1	1	H(1)
2	2	H(2)
3	3	H(1) H(2)
4	4	H(4)
5	5	H(1) H(4)
6	6	H(2) H(4)
7	7	H(1) H(2) H(4)
8	8	H(8)
9	9	H(1) H(8)
10	A	H(2) H(6)
11	B	H(1) H(2) H(8)
12	C	H(4) H(8)
13	D	H(1) H(4) H(8)
14	E	H(2) H(4) H(8)
15	F	H(1) H(2) H(4) H(8)

表 2-7 范例状态代码表

代码	警告	代码	警告
&H1	闪存	&H4000	A 环泄漏
&H2	电源开关(TPIC)	&H8000	B 环泄漏
&H4	阀门 A	&H10000	检查失败
&H8	阀门 B	&H20000	系统重启
&H10	A 滤膜温度	&H40000	断电
&H20	B 滤膜温度	&H80000	样本体积低
&H40	A 加热器温度	&H100000	超出计量器范围(>98%)
&H80	B 加热器温度	&H400000	交流电压过敏
&H800	外部样本管温度	&H800000	感应器普通问题
&H1000	串行端口问题	&H1000000	夹管阀
&H200	线路打印机问题		

1) 状态代码的“个位”，显示的代码是“2”。状态代码表的“个位”，代码“2”对应(H)2“电源开关(TPIC)”。这是仪器显示的其中一个状态代码。

2) 状态代码的“十位”，没有显示状态代码(0)。

3) 状态代码的“百位”，没有显示状态代码(0)。

4) 状态代码的“千位”，显示的代码是“B”。由于状态代码表中没有状态代码对应这一数字，需要进一步分解这个数字。用表 2-6 将“B”转化为十进制——得到 11。接着，查看状态代码表来解码。在表的“千位”，有 3 个状态代码如果相加得到 11：(H)1000“串行端口问题”，(H)2000“线路打印机问题”，和(H)8000“B 环泄漏”。这些是仪器进一步显示的 3 个状态代码。

5) 状态代码的“万位”，没有显示状态代码(0)。

6) 状态代码的“十万位”(800000)，显示的状态代码是“800000”，对应(H)800000：“感应器普通问题”。

7) 状态代码的“百万位”，没有显示状态代码(0)。

8) 因此，根据范例状态代码表，下载的状态代码“8433666”((H)80B002)分解为下列状态代码：

(H)2“TPIC”

(H)1000“串行端口问题”

(H)2000“线路打印机问题”

(H)8000“B 环泄漏”

(H)800000“感应器普通问题”

2.10.2 多发故障说明及处理

2.10.2.1 干燥器相关故障

造成运行程序丢失的原因可能有：

干燥器相关气路接头不密闭；

干燥器内管材料老化或破损等工作不正常。

处理方法及建议：定期检查清理干燥器模块；及时更换干燥器模块或内部材料。

2.10.2.2 夹管阀相关故障

造成运行程序丢失的原因可能有：

夹管阀控制的胶管受长期挤压造成变形；

夹管阀控制的胶管受长期挤压磨损故障。

处理方法及建议：定期检查夹管阀处胶管，定期选择质量较好的胶管更换。

2.10.2.3 传感器相关故障

造成运行程序丢失的原因可能有：可能由于各传感器工作不正常。

处理方法及建议：及时更换载样滤膜；在发生故障后对传感器进行检修或购买配件更换。

2.10.2.4 TEOM 专用滤膜、采样体积不足、超出计量范围等相关故障

造成运行程序丢失的原因可能有：

滤膜负载率超过 90%需要更换；

进气口、气路堵塞导致采样体积不足；

测值超出最大值或下限等。

解决方法及建议：定期清理进气、主/旁路管道和虚拟采样头等模块，及时更换 TEOM 专用滤膜。

2.10.2.5 旁路流量、气流偏差相关故障

造成运行程序丢失的原因可能有：

可能流量计故障导致；

主/旁路管道、虚拟采样头等模块堵塞；

气水分离器、过滤器等过滤效率低等不正常。

解决方法及建议:定期清理旁路和主路管道;定期更换气水分离器和过滤器内滤芯。发生故障时也确认是否流量计问题。

2.10.2.6 加热器相关故障

造成运行程序丢失的原因可能有:

可能内部温度不正常;

可能顶盖温度不正常;

滤膜加热器工作不正常。

解决方法及建议:更换滤膜等日常围护时检查密闭性,如遇故障应检修是否加热器故障,购买配件更换。

2.10.2.7 浓度出现负值

浓度出现负值时,应该:

检查工作电压是否稳定;

检查空气(箱体、罩)加热器的温度是否稳定;

检查主(旁)路流量是否稳定;

检查采样系统是否畅通;

检查虚拟采样切割头是否畅通(TOEM-1405DF 专有);

检查室内温度是否控制在 26~28℃;

室内采样管包装绝热层;

避免多次启动仪器;

加装平衡除湿系统;

更换新滤膜。

2.10.2.8 数据通信问题

检查是否应关闭电源重启导致数据存储格式变化;

检查 AK 协议设置是否正确;

检查是否同时使用了两个 RS232 接口;

检查通信数据线有无不良连接;

检查是否是雷击或其他原因造成的 CPU 板损坏。

2.10.3 注意事项

遇有雷电天气时要尽量停机,以防设备遭遇雷击;

平时操作中要注意防静电;禁止带电插拔通信线路;

注意不要有水分进入传感单元和控制单元;

仪器关闭电源后重启,需确认数据存储格式是否变化;

定期检查仪器运行是否正常,参数设置是否合理;

仪器噪声应不大于 0.1,频率变动幅度不应超过数据显示的最后两位;

TEOM 专用滤膜在安装后应进行快速检查以保证滤膜完全装好,即在新滤膜安装后 5min,屏幕上显示的锥管振荡频率最后两位的波动应在 05~10 范围内;

注意主流量及旁路流量是否稳定;

检查数据下载是否正常;

当控制器的时间与标准时间相差 1min 以上时,应该重新设置时间。

第3章 AE-31型黑碳气溶胶观测仪

碳气溶胶分为黑碳(Black Carbon, BC, 或称元素碳, Elemental Carbon, EC)和有机碳(Organic Carbon, OC)两类。BC和EC是通过不同方法定义,BC是指光学法测得的吸光性含碳物质,而EC是指化学法获得的无机含碳物质。尽管它们的热、光、化学行为不完全一致,但人们通常将其通称为黑碳气溶胶。

黑碳气溶胶是悬浮在大气中的黑色碳质颗粒物,由含碳物质不完全燃烧产生。黑碳气溶胶的来源可分为自然源和人为源。火山爆发、森林大火等向大气中排放黑碳气溶胶,此类自然现象的发生具有一定的区域性和偶然性,而人类活动特别是工业革命以来,使用煤、石油等化石燃料向大气中排放了大量的黑碳气溶胶。生物质燃烧等也是大气中黑碳气溶胶的重要来源。

黑碳气溶胶具有复杂的物理化学形态:物理上,对光有强烈的吸收作用,是大气气溶胶中最主要的吸光物质;化学上,它一般不溶于极性和非极性溶剂,在空气或氧气中被加热到350~400℃仍保持稳定;物质结构上,它呈现无序的局部石墨环状微晶体形态。

黑碳气溶胶具有较宽的吸收波段,对可见光和红外光都具有很强的吸收,因而,大气中黑碳气溶胶的存在影响地球系统的辐射平衡,进而直接影响气候;还可以作为云凝结核影响云的形成及其微物理结构,通过改变云的辐射特性来间接影响全球环境和气候的变化。

黑碳气溶胶在大气中主要以细颗粒形式存在,是大气中异相化学反应的主要载体,对大气中一些重要的化学反应如SO₂氧化等具有很强的催化作用,能够吸附大量的多环芳烃类等致癌有毒物质,可以深入人体的呼吸系统,严重影响和危(毒)害环境及人体健康,是影响大气环境质量的重要组分。另外,黑碳气溶胶还对大气能见度的降低有显著的贡献。

由于黑碳气溶胶对气候、空气质量、人体健康等的影响,其越来越受到科学界的关注,已成为当前国际大气化学研究的热点之一,也是环境外交谈判的焦点问题之一。但是我国缺乏长期的黑碳气溶胶观测结果。因此,在大气成分站开展黑碳气溶胶的连续观测,不仅可以提供背景地区黑碳气溶胶浓度的基础数据,而且可以为我国环境外交谈判等提供科学依据。

大气成分站使用美国玛基科学公司(Magee Scientific Co.)生产的AE-31型黑碳仪在线测量环境大气的黑碳气溶胶含量,该仪器经过了美国环境保护署的环境测量技术认证(Environment Technology Verification)。

3.1 基本原理和系统结构

3.1.1 基本原理

3.1.1.1 测量的基本原理

黑碳仪是一种基于滤膜测量气溶胶光吸收技术。其原理是通过实时测量石英滤纸带上收集的粒子对光的吸收造成的衰减,并假定透过滤膜的光衰减是由黑碳(BC)吸收造成的,由此根据连续测量透过滤膜的光衰减变化计算出黑碳浓度。

一束光透过收集了空气样品中颗粒物的石英滤膜时的光学衰减ATN为:

$$ATN = 100 \times \ln(I_0/I) \quad (3-1)$$

式中, I_0 为入射光透过空白滤膜的光强; I 为同一光源透过收集有气溶胶样品滤膜后的光强。

式(3-1)中的因子 100 是为了方便表示光学衰减的量值而引入。根据定义, 光学衰减 ATN 为正的无量纲数值。

黑碳气溶胶的沉积量 M_{BC} 与光学衰减 ATN_λ 存在线性关系:

$$ATN_\lambda = \sigma_\lambda \times M_{BC} \quad (3-2)$$

式中, σ_λ 是黑碳气溶胶样品对波长 λ 入射光的当量衰减系数, 与黑碳气溶胶在波长 λ 的质量吸收系数 k_λ 有关。

3.1.1.2 工作原理

黑碳仪的原理结构如图 3-1 所示。在抽气泵的驱动下, 环境空气连续地通过滤膜带的采样区(称为采样点), 气溶胶样品被收集在该采样区(点)。每隔一个时间周期, 仪器开/关测量光源一次, 并测量有光源照射和无光源照射两种条件下, 透过石英滤膜的气溶胶采样区(点)和参照区(点)的光强。根据光强信号, 计算每个测量周期的采样区(点)的光学衰减增量, 得到该测量周期内收集的黑碳气溶胶质量, 再除以这段时间的采样空气体积, 即可以计算出采样空气流中的平均黑碳浓度。

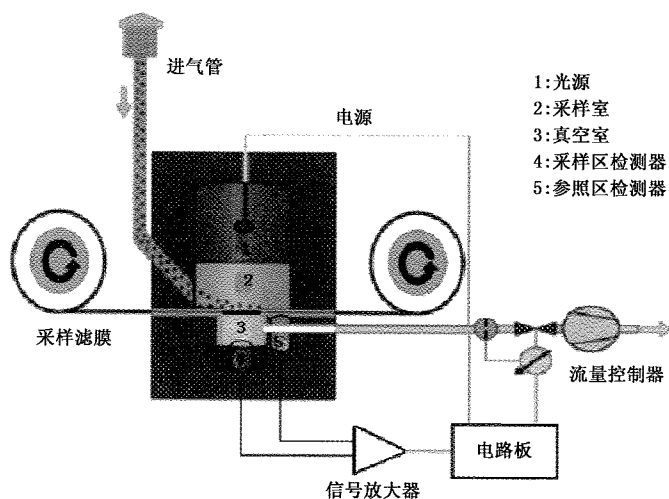


图 3-1 黑碳仪的原理结构示意图

黑碳仪的测量循环周期如下:

- (1) 光源关闭;
- (2) 测量无光源照射条件下采样点和参照点的光强信号(“暗”信号, SZ 和 RZ);
- (3) 打开光源, 让系统稳定;
- (4) 测量光源照射时采样点和参照点的光强信号(“亮”信号, SB 和 RB);
- (5) 测量仪器的空气流量 F ;
- (6) 关闭光源, 再让系统稳定;
- (7) 再次测量“暗”信号;
- (8) 进行计算, 显示数据, 并写入磁盘, 进行内部检查;
- (9) 等待下一个测量周期(回到步骤(3))的开始。

测量周期的长短由用户设定, 测量周期越长, 仪器可以分配更长的时间来稳定仪器和进行每个变量的测量。

由于参照点的滤膜和其他光学器件的透过率在整个测量过程中不会发生变化, 所以参照点的测量信号可以用来修正光源光强的微小变化, 以提高仪器的准确性。此外, 为了更加精确, 仪器还需要测量光源关闭时的采样点和参照点检测器的“暗”信号。“暗”信号是没有光源照射时检测器电子线路的输出, 一般是“亮”信号的百分之一。为了减少“暗”信号的影响, 在计算光学衰减时要用“亮”信号减去对应

的“暗”信号。即按照下式计算该测量周期结束时采样点气溶胶样品的光学衰减 ATN ：

$$ATN = 100 \times \ln[(SB - SZ)/(RB - RZ)] \quad (3-3)$$

式中, SB 为采样点“亮”信号; SZ 为采样点“暗”信号; RB 为参照点“亮”信号; RZ 为参照点“暗”信号。

某一个测量周期与上一个测量周期期间的采样点光学衰减 ATN 的增量与采样点的黑碳气溶胶质量 M_{BC} 的增加成正比, 即:

$$\Delta ATN = ATN - ATN_0 = \sigma \times \Delta M_{BC} \quad (3-4)$$

式中, σ 为黑碳气溶胶的当量吸收系数, 单位为 cm^2/g ; ATN 为本测量周期的光学衰减; ATN_0 为上一个测量周期的光学衰减; ΔM_{BC} 为采样点的黑碳沉积量增量, 单位为 g/cm^2 。

设采样点的面积为 A , 采样的体积流速为 F , 相邻两个采样周期(经过时间为 T)内环境大气中的平均黑碳浓度 $[BC]$ 可由下式计算:

$$[BC] = \frac{\Delta M_{BC} \times A}{F \times T} \times 10^9 = \frac{(ATN - ATN_0) \times A}{\sigma \times F \times T} \times 10^9 \quad (3-5)$$

式中, $[BC]$ 为黑碳气溶胶平均浓度, 单位为 ng/m^3 ; A 为采样点的面积, 单位为 cm^2 ; F 为采样的体积流量, 单位为 m^3/min ; T 为采样周期的时间, 单位为 min 。

3.1.2 系统结构

AE-31 型黑碳仪主要由主机和进气管等构成。

(1) 仪器前面板——显示屏幕和操作键盘

图 3-2 是仪器主机的前面板。在前面板上有一个液晶显示屏, 用以显示测量结果和各种操作信息; 屏幕下方有 5 个指示灯, 用不同颜色快捷、定性地显示仪器的运行状况; 还有一个用来与内部计算机交互对话的键盘。

仪器主机的前面板可以打开。打开后, 可以看见位于中央的光学测量腔室(位于保护罩内)、由一个进膜驱动器和两个滤膜带卷轴组成的滤膜带驱动装置, 以及位于基板下部的软盘驱动器、流量调节螺丝、手动进膜按键、电源开关等(图 3-3)。

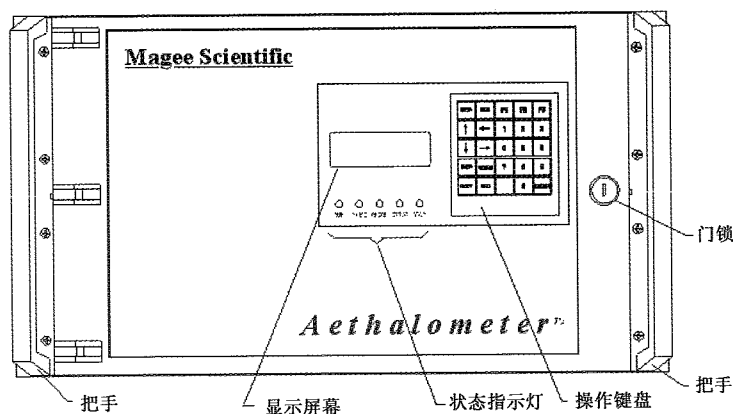


图 3-2 黑碳仪主机前面板

(2) 仪器后面板——管路连接和电源、信号连接

图 3-4 是仪器的后面板示意图。后面板下部是总电源开关、流量调节阀和各种连接口, 依次是电源线接口、外置泵连接口、进气管连接口、打印机连接口、模拟输出电压($-5 \sim +5\text{V}$)信号接口和 RS232 数据通信连接口等。

仪器前面板内和后面板各有一个电源开关, 只有当 2 个开关都打开时, 仪器才被加电, 这样主要是为了防止安装过程中的误操作。一般情况下, 可保持后面的开关灯常开状态, 而一般只开/关前面板后的电源开关。

(3) 仪器内部主要部件

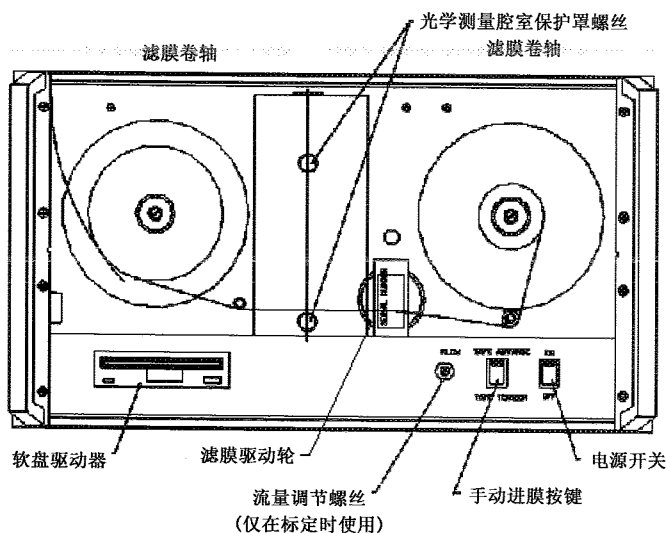


图 3-3 黑碳仪前面板内侧的部件

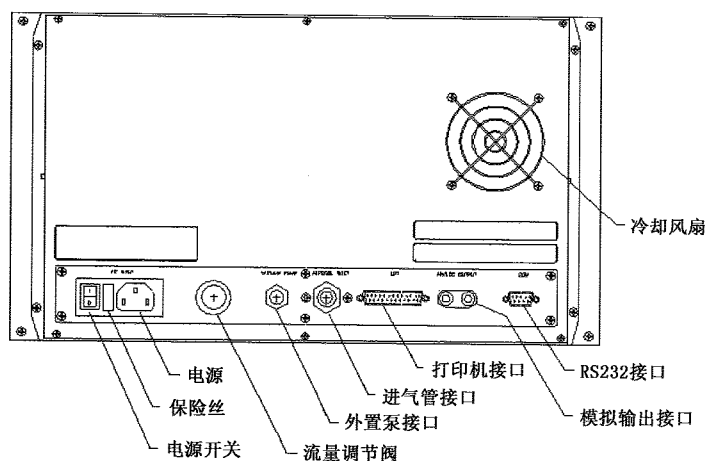


图 3-4 黑碳仪后面板示意图

黑碳仪的内部构造以一个安装基板为分界，分为上、下两部分，各器件在基板上下两侧分别排列。图 3-5 为基板以上部分的俯视图。该部分主要安装了光学测量腔室、滤膜带驱动装置、流量测量和控制系統。

图 3-6 为基板以下部分的底视图。该部分安装了仪器的电源模块、光学检测器的前置电路板，数据记录的软盘驱动器，在基板以下的后侧安装有电源接口模块、流量调节针阀、各种管路、模拟/数字通信接口等。

(4) 光学测量系统

打开前面板后，取下保护罩，即可以看见光学测量腔室。光学测量腔室和其上部光源、下部光学检测器构成了仪器的光学测量系统。图 3-7 和图 3-8 分别显示了光学测量腔室（移去了保护罩）的正面和侧向剖面。光学测量腔室位于机箱前部的中央，由光源、光筒和基座构成。光筒后侧连接有进气管；基座正对光筒中央的部位安装有不锈钢丝网，其下部连接抽气管路；滤膜带在光筒和基座之间穿过，在不锈钢丝网上面的滤膜部分就是滤膜带的采样区（点）。光源位于光筒的上部，透过石英玻璃窗口自上而下照射滤膜带。光筒内的气体管路全部采用透明塑料树脂，光筒筒体采用金属制作，内外表面涂黑，光筒外还有保护罩，以防止外部光线干扰。基座内有两个光电检测器，一个位于滤膜带的采样区下方，一个位于参照区下方，用来测定采样区和参照区的透射光强。通常情况下，光筒被其上部的两根弹簧压紧

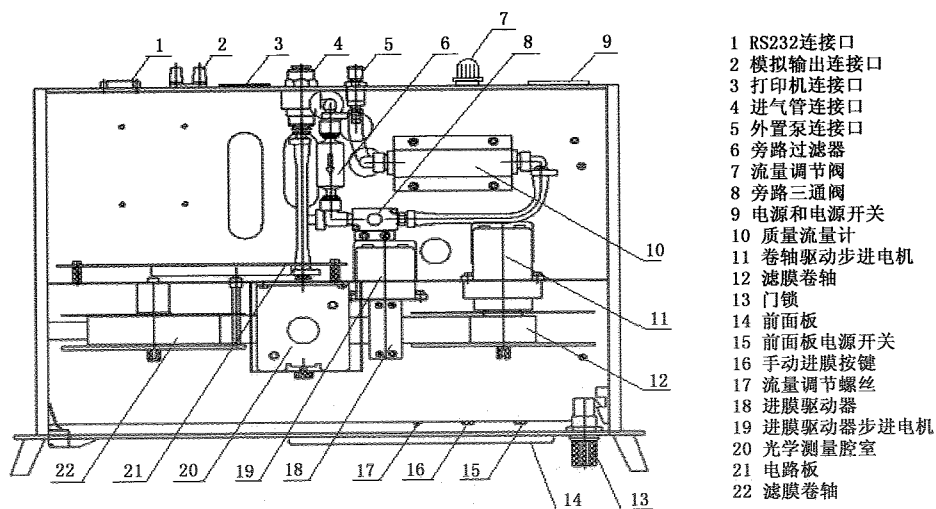


图 3-5 黑碳仪的内部基板以上部分的俯视图

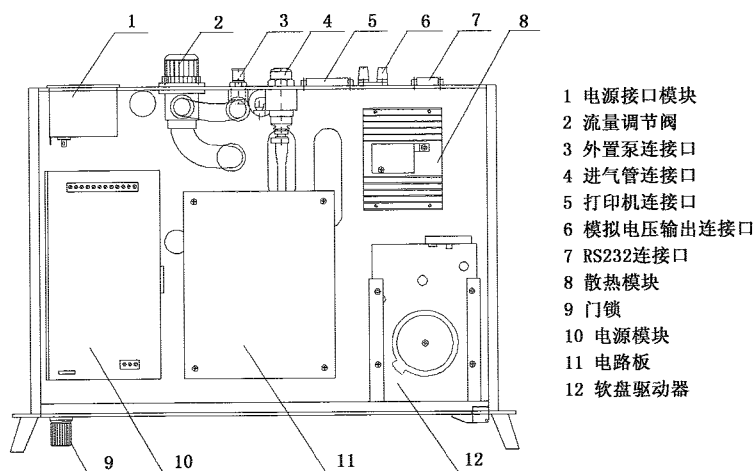


图 3-6 黑碳仪的内部基板以下部分的底视图

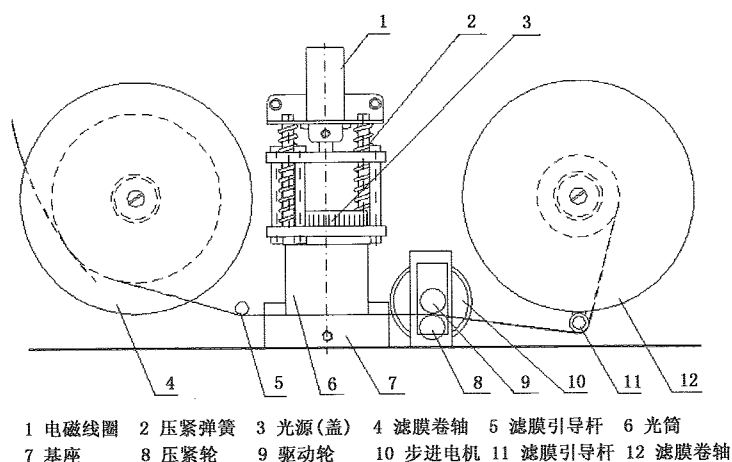


图 3-7 光学测量腔室和滤膜带驱动机构的局部示意图

在基座上,以保持采样区四周的气密性;更换滤膜带或滤膜带进位时,光筒上面的电磁线圈吸合,抬起光筒,以便让滤膜带通过。光学测量腔室的剖视结构可参见图 3-8。

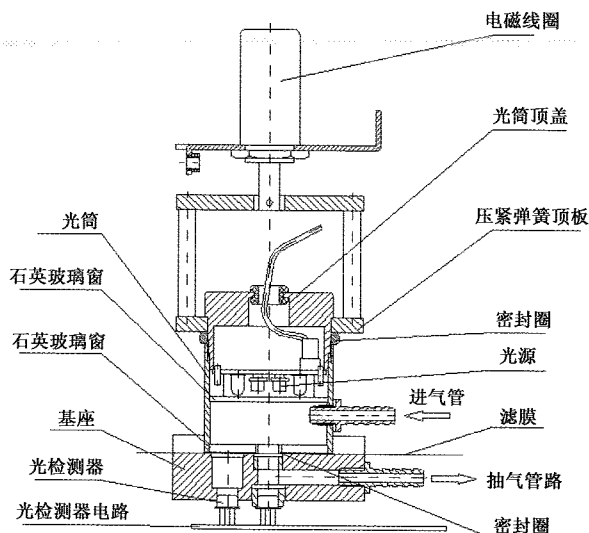


图 3-8 光学测量腔室详细局部示意图

(5) 滤膜带驱动装置

黑碳仪采用加强的石英滤膜带,可按运行要求实现自动换膜。滤膜带驱动装置由两个滤膜带卷轴、进膜驱动器构成(图 3-3 和图 3-7)。左侧的滤膜带卷轴为新滤膜带的供应卷轴,是一个被动卷轴;右侧的为使用过的滤膜带卷轴,卷轴后部装有步进电机,是一个主动卷轴。在光学测量腔室与右侧的滤膜带卷轴之间是进膜驱动器,由一个步进电机带动的驱动滚轮和一个压紧滚轮构成。

滤膜带进位时,光学测量腔室的光筒抬起,驱动滚轮带动滤膜带进位 0.7cm(或者为 1.5cm),右侧卷轴也同时转动,拉紧滤膜带(可打滑,以防止拉断滤膜带)。在正常测量状态下,仪器根据设定的参数自动控制滤膜带进位,也可手动控制滤膜带进位(图 3-3)。

更换滤膜带时,在计算机指令下,仪器同时抬起光学测量腔室的光筒和松开进膜驱动器的压紧滚轮,以便滤膜带通过。更换滤膜带需要人工操作,操作步骤请见 3.2 节。

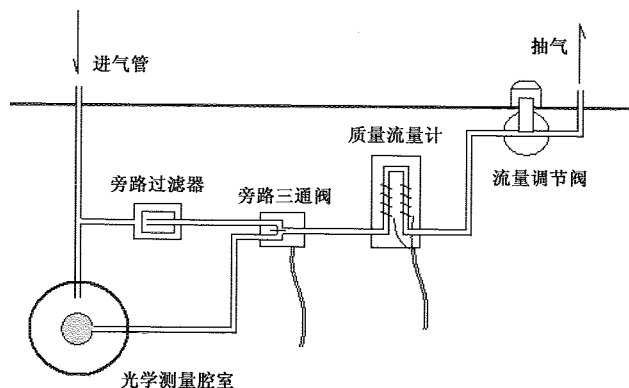


图 3-9 黑碳仪的流量测量和控制系统工作原理示意图

(6) 流量测量和控制系统

流量测量和控制系统主要包括质量流量计、旁路过滤器、旁路三通阀、流量调节阀,该系统的工作原理如图 3-9 所示。旁路过滤器和旁路三通阀的作用为:在滤膜带进位时开启旁路,可以不必频繁关闭外置泵电源;当启用滤膜带节省功能时,如果环境样品中黑碳浓度过高,仪器则按照一定的时间比例开启旁路,以达到节省滤膜带,并提高仪器测量稳定性的目的。质量流量计的流量测量结果以标准升/分(SLPM)来表示,但是也可以根据当地的环境大气压和温度状况加以订正(vLPM)。

质量流量计的工作曲线是高度线性,一般只需要定期进行两点校准,校准操作请见 3.3 节。

(7) 滤膜带

滤膜带是一种厚质地的网状石英纤维滤膜,在底层粘合一层加强纤维膜。滤膜带宽 25mm,每卷长约 15m,大概提供 1500 个气溶胶采样点。在清洁地区,一卷滤膜带可以使用半年以上,在城市地区也可以使用 1 个月以上。

(8) 进气管

黑碳仪的进气管接口为 3/8 英寸的快插管路接头,为防止静电导致气溶胶颗粒的管壁损失,采用 3/8 英寸金属管材作为进气管。

3.1.3 技术指标

黑碳仪主要技术指标见表 3-1。

表 3-1 黑碳仪主要技术指标

名 称	技术指标
测量范围	0~1 000 000 ng/m ³
测量灵敏度	<0.1 μg/m ³
测量精度	5%
光源波长	370nm,470nm,520nm,590nm,660nm,880nm,950nm
最小测量周期	1s
数据记录周期	1min~1h
模拟输出	-5~+5V,黑碳浓度,或报警信号
数字输出/输入	RS-232 接口
仪器显示	4 行液晶显示屏
采样流量	2~6L/min(内置泵或外置泵、可调)
数据存储介质、容量	3 寸软盘/或存储卡、7 天以上(5 min 平均,扩展格式)
操作环境	0~40℃,一般室内环境
电源	100~240 VAC, 50~400 Hz,约 60W
重量	约 18kg(包括内置泵时)
机箱尺寸	约 400mm×270mm×310 mm

3.2 安装调试

3.2.1 仪器安装

仪器安装参见图 3-10。

仪器安装前需检查仪器外观是否有由于运输造成的松动和损坏,特别要检查仪器的电源电压设置是否与当地的电源电压一致。电源电压的设置开关(115V/230V 选择开关)有两处,一处 in 主机后面板的电源插座(图 3-5 中的 9)旁,另一处在仪器内部的电源模块侧面(图 3-6 中的 10)。

黑碳仪包含了灵敏的电子元件和光学检测器件,一般不宜安放在温度高于 40℃或温度波动剧烈的环境中,也不要放在可能产生水汽凝结的高湿度环境中。不要将仪器放在频繁开关的加热器或空调的风口方向。

其他安装要求如下:

(1) 仪器主机水平置于工作台或仪器机架上,避免震动和强电磁环境。

(2) 采样进气管采用 3/8 英寸铝管,以最短的距离和尽量平滑的弯折,连接到气溶胶采样总管或通

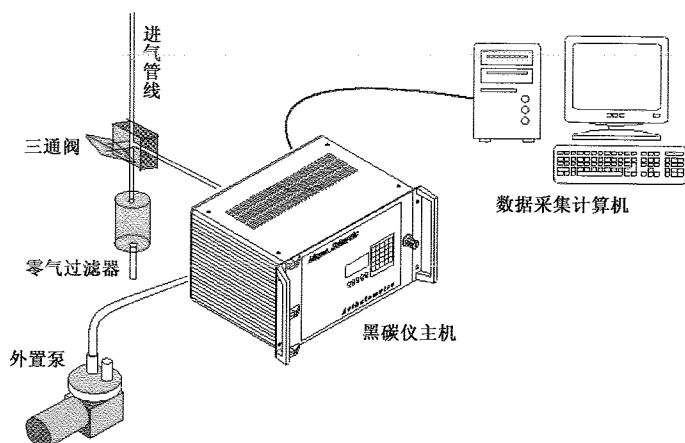


图 3-10 黑碳仪安装示意图

向室外。如果直接通向室外,进气口端的高度应超出屋顶 2m、超出地面 5m 以上。在进气口端应安装对颗粒物阻挡作用较小的防雨帽和防虫网。

(3)用专用的 RS232 连接线(一端的 2、3、5 针分别对应另一端的 3、2、5 针)连接数据接口和采集计算机。使用专用软件定时下载数据。连接电缆最好小于 10m。

(4)仪器主机连接到 UPS 供电线路,外置泵连接到经稳压的供电线路上。

3.2.2 调试

3.2.2.1 开机前检查

对使用软盘作为数据存储介质的仪器,需同时准备好一张格式化过、没有写保护、并有剩余容量的 3 寸软盘,将该软盘插入黑碳仪主机的软盘驱动器。对采用存储卡作为数据存储介质的仪器要保证存储卡有足够的可用容量。

打开前面板检查仪器是否已经安装好滤膜带,如果没有滤膜带,或者滤膜带需要更换,则准备好新的滤膜带。

初次安装仪器时,检查光筒下面是否有保护纸带。如有,则在仪器加电状态下,一边按下“滤膜带进位”按键,一边向右抽出保护纸带。

3.2.2.2 开机

打开仪器主机的电源开关(注意先开仪器后面板的开关)。在通电之后,仪器载入操作系统和程序,显示屏幕亮。仪器从 EPROM 中载入软件大约需要 30s 时间,之后仪器开始运行自检程序。

仪器运行自检程序,如果发生下列情况会中断开机,或者重新开机:

(1)如果泵有问题,或者气溶胶进气口有泄漏,表现为流量过低或无流量,则中断开机,直到操作者排除故障,恢复重新开机。

(2)如果光源故障,或者光学检测器出现问题,仪器终止运行。

(3)软件运行出现除零或者其他内部错误,自动重新开机。

(4)如果软件执行过程中出现死机情况,仪器将自动在 2s 后重新启动开机程序。

仪器完成自检程序后会发出正常的嘟嘟声,前面板的绿灯开始闪亮,屏幕上出现倒计时和提示 [Press any key for main menu],持续约 60s。

如果在此 60s 内无人干预,仪器将自动进入预热/初始测量状态,经过大约 30 min 后,给出初始测量结果,仪器进入自动运行状态。

如果在此 60s 时间内,操作员按下操作键盘上“ESC”键,仪器的显示屏幕就会显示主菜单,进入菜单操作状态,操作员可以更改仪器的参数设置或执行某项操作。操作员完成菜单操作后,可选择自动运行“Automatic Operate”选项,使仪器返回到预热/初始测量—自动运行的过程。

仪器进入自动运行状态后,会在屏幕上显示采样流量,操作员应旋动仪器后面板上的流量调节阀,将流量调节到合适的范围。一般应将流量设为4~5L/min为宜(在较污染地区,可配合3倍的滤膜带节省功能)

如果仪器断电,在恢复通电之后,仪器也会按照上述自动程序开机测量。

3.2.2.3 中断自动运行

(1)在仪器自动运行的状态下,按下操作键盘上STOP键,屏幕上会显示“Press STOP again”(‘再次按下STOP’键)的提示;

(2)再次按下STOP键,屏幕上会显示“Security code?”(密码?)的提示;

(3)输入密码(厂家默认密码为111)后,仪器中断自动运行,停止测量。此时,操作员可以访问主菜单,更改仪器的参数设置或执行某项检查操作。操作员完成菜单操作后,可选择自动运行选项,使仪器返回到预热/初始测量——自动运行的过程。

操作员还可以执行关机操作。

3.2.2.4 关机

关机分为两种方式,正常关机和紧急关机。

(1)正常关机。先按“STOP”键中断自动运行,再关闭仪器主机的电源开关。关闭仪器的电源开关后,立即关闭外置泵电源。正常关机时,磁盘中除了保留数据文件外,还生成完整的运行信息文件。

(2)紧急关机。在遇到特殊紧急情况而来不及正常关机时,可直接关上仪器主机后部的电源开关。此时磁盘中的数据文件记录将停止在这个时间,不能生成完整的运行信息文件。

在一般情况下,应采用正常关机方式。

3.2.2.5 安装滤膜带

新仪器安装了新的石英滤膜带。仪器的显示屏幕以百分比显示滤膜带剩余量(但是这种显示只是仪器根据使用量的估算,有时可能与实际剩余量有差别)。当剩余量少于10%时,check灯(橘黄色)会闪烁,提示操作员更换滤膜带。更换滤膜带的操作步骤如下:

(1)按照3.2.2.3中的操作步骤,中断仪器的自动运行(此时可以关闭外置泵电源,但是不必关闭主机电源);

(2)进入主菜单,选择“Install New Tape”(安装新滤膜带)的选项,屏幕上会显示“Security code?”(密码?)的提示;

(3)输入密码(厂家默认密码为111)后,屏幕上会显示“List Instructions?”(显示说明)的提示;

(4)用上下箭头选择是否需要仪器屏幕显示说明(“YES”或“NO”),如果选择“YES”,仪器会在屏幕上逐步显示操作提示,如果选择“NO”,则屏幕不显示操作提示;因为英文提示可能费解,一般选择“NO”;

(5)然后,仪器屏幕提示“Is the tape properly replaced?”(“滤膜带是否换好?”),在操作员按“ENTER”键前,仪器会等待操作人员完成更换滤膜带的操作。此时,按照如下步骤操作:

1)打开仪器前面板;

2)旋下位于中间的光学测量腔室保护罩的两个螺丝;

3)旋下两个滤膜带卷轴上的塑料挡板(图3-7中的4和10)的两个螺丝;

4)取下光学测量腔室左边的滤膜带导杆(灰色塑料);

5)用剪刀从光学测量腔室的左边几厘米处剪断滤膜带;

6)打开左侧簧片,从左侧(供给)卷轴(图3-7中的4)上取下旧的滤膜带;

7)取出新的滤膜带,将其安装到左侧(供给)卷轴上;

8)用一小段胶纸,把新滤膜带的前端平整、牢靠地连接在旧滤膜带的尾端;

9)用左手向上按住“滤膜带进位”(“Tape Advance”)按键不放,使光学测量腔室的光筒抬起(抬起高度大约为2mm),同时向右慢慢地拉右侧的旧滤膜带,将粘在旧滤膜带上的新滤膜带拉过光筒,露出约

20cm, 松开“滤膜带进位”(“Tape Advance”)按键;

10) 剪去粘在新滤膜带上的旧滤膜带;

11) 并从右侧(收纳)卷轴(图 3-7 中的 10)上取下旧滤膜带(连同硬纸板做的轴芯和固定簧片一起);

12) 在(右侧卷轴)取下的旧滤膜带中取出硬纸板轴芯和固定夹;

13) 将硬纸板轴芯重新安放到右侧引导杆上, 取 10cm 滤膜带缠绕在轴芯上, 再用固定夹把新滤膜带的前端固定在硬纸板轴芯上;

14) 将硬纸板轴芯重新安放到右侧卷轴上(注意不要遗失硬纸板轴芯后面的 O 形圈), 逆时针转动硬纸板轴芯, 让滤膜带缠绕在硬纸板轴芯上 10cm 左右;

15) 将塑料挡板重新安回左侧卷轴上, 旋上挡板螺丝, 不要太紧。轻拉左边没有卷起的滤膜带, 检查左侧卷轴是否能够轻松转动;

16) 将塑料挡板重新安回右侧卷轴上, 旋回挡板螺丝, 同样不要太紧;

17) 向下按住“滤膜带绷紧”(“Tape Tension”)同“滤膜带进位”键, 卷起右边的松散滤膜带;

18) 重新安回光学测量腔室的保护罩, 拧好两个螺丝;

19) 关闭仪器前面板。

(6) 完成滤膜带更换操作后, 按“ENTER”键, 即完成换膜返回主菜单。仪器的控制软件也会重新设置滤纸剩余量为 100%。

3.2.2.6 仪器参数设定

每次重新安装仪器, 需在主菜单中“更改设置”(“ChangeSettings”)子菜单下, 检查和设定仪器的参数。菜单操作的步骤, 见 3.2.3。仪器运行参数的标准设置值, 见下面章节。

3.2.3 菜单系统

3.2.3.1 菜单系统的按键操作

图 3-11 为黑碳仪前面板上的操作键盘。

STOP	RUN	F1	F2	F3
↑	←	1	2	3
↓	→	4	5	6
BKSP	SPACE	7	8	9
SHIFT	ESC	.	0	ENTER

图 3-11 前面板上的操作键盘

前面板上的操作键盘的各按键功能说明如下:

STOP 键: 用来中断仪器的自动运行;

RUN 键: 暂不使用;

F1、**F2**、**F3** 键: 暂不使用;

↓、**↑** 键: 上、下箭头键, 用来滚动选择菜单选项;

→、**←** 键: 左、右箭头键, 用来在屏幕上移动光标位置;

0~**9** 和 **.** 键: 数字键和小数点键, 用来在屏幕上输入参数数值;

BKSP 键: 退后键, 修改上一个字符;

SPACE 键: 空格键, 输入一个空格;

[ESC]键: 退出键,从当前菜单选项中退回到上一级菜单选项,不保存在当前菜单选项中已完成的编辑、修改或选定的内容;

[ENTER]键: 回车键,进入选定的菜单选项,或者,保存在当前菜单选项中已经完成的编辑、修改或选定的内容,退回到上一级菜单选项。

3.2.3.2 超时退出功能

在操作菜单过程中,如果操作者离开或者因其他原因停止菜单操作 30s 时,仪器会发出提示音,超过 10 min,仪器重新热启动,转入自动运行状态(部分菜单选项除外,如更换滤膜带)。

3.2.3.3 菜单树及说明

图 3-12 是黑碳仪的菜单结构。

(1) Operate(进入运行)

进入该菜单选项后,屏幕提示“Go to Automatic Mode?”,提供[YES]和[NO]两个选项,默认选项为[YES],以下[]内均表示屏幕提示的选项内容。

[YES]:进入自动运行模式。

仪器控制滤膜带进位,并开始预热/初始测量,约 30 min 后给出初始测量结果,开始自动运行。

[NO]:进入人工启动运行模式

[Flow stabilization period] (30 sec.) 稳定流量(30s),无操作。

如果流量过低,屏幕显示错误信息“WARNING:FLOW<1LPM”

1) [Titles confirmation] 检查/输入标题

(a) [Title 1] 检查/输入第一行标题

[Retain Old Titles]保持原有标题。

[Read New Titles]读取新标题,将写有“Titles.txt”标题文件的软盘插入驱动器,第一行标题内容为:站名,区站号。

(b) [Title 2] 检查/输入第二行标题

[Retain Old Titles]保持原有标题。

[Read New Titles]读取新标题,第二行标题内容为:纬度,经度,海拔高度。

2) [Verify timebase] 确认测量周期

[OK]:确认。

[Change]:改变,用↓、↑键,改变测量周期,按“Enter”键保存改变,退出。

3) [Display flowrate for verification] 显示(确认)流量

用户可以调节流量计以满足实验需要,流量值确认后,按下任意键。外置泵时,此功能无法使用。

4) [Check diskette data capacity] 检查磁盘剩余空间

[Continue]: (= use existing disk) 继续(使用原磁盘)。

[New disk entered]:插入新磁盘。

[Delete oldest files]:覆盖旧文件(在磁盘空间不够时继续使用)。

5) [Advance Tape, start measurement sequence]

滤膜带进位,随后开始预机/初始测量,再转入自动运行状态。

(2) Change Settings(更改设置)

[Time & Date]:时间和日期

用左/右键移动光标,用上/下键更改数值。

[Set Flowrate]:设定流量

用左/右键移动光标,用上/下键更改数值(合理范围为 1~6SLPM),外置泵时,此功能无法使用。

[Timebase]:测量周期

用上/下键选择合适的测量周期(合理范围为 1~60min)。



图 3-12 菜单树

[Tape Saver]:滤膜带节省模式,用上/下键选择合适的滤膜带节省方式。

[Off]:关闭此项功能。

[X3]:3 倍节省模式,实际的旁路流量分流比,即总流量与采样流量之比,在 2~3 之间变动。

[X10]:10 倍节省模式,实际的旁路流量分流比,即总流量与采样流量之比,在 2~10 之间变动

[Analog Output Port]:模拟电压输出口,用上/下键选择通过模拟电压信号输出的参数种类。

[Signal Output]:黑碳浓度的电压信号输出。

[Enter scaling factor]:输入换算系数,用左/右键移动光标,用上/下键更改数字。

黑碳的浓度表示单位为 ng/m^3 时,换算系数范围为:1~100 000($\text{ng BC}/\text{m}^3$)/V;黑碳的浓度表示单

位为 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 时,换算系数范围为: $1\sim 1\,000(\mu\text{g BC}/\text{m}^3)/\text{V}$ 。输出电压信号范围为 $-5\sim +5\text{V}$,当无有效测量数据时,如预热、滤膜带进位、更换滤膜带、或操作员在操作菜单等,输出电压信号为 -5V 。

[Alarm]:报警。

[Alarm On/Off]:开启/关闭报警信号输出。

[ON]:开启报警信号输出。

[Off]:关闭报警信号输出。

[Alarm setpoint]:设定报警阈值,用左/右键移动光标,用上/下键更改数值。

报警阈值的合理范围为 $0.01\sim 100\,000\mu\text{g}/\text{m}^3$,单位固定不可更改;当黑碳浓度超出阈值时,报警电压信号为 $+5\text{V}$,其余时间为 0V 。

[Analog Out Channel]:输出黑碳浓度的测量通道。

用上/下键选择指定通过模拟电压信号输出的黑碳浓度的测量通道,只适用于 AE2x 和 AE3x 的黑碳仪。

[Warm Up Wait]:预热等待。

[YES]:开启预热等待功能,开启该功能,仪器在开机或者重新开机后,维持 30 min 的预热时间后,开始初始测量和进入自动运行状态。在预热的 30 min 内,仪器实时显示光学测量信号和流量(电压值);操作员可以通过按上下箭头开关光源,按左右箭头开关(切换)旁路三通阀;按“ESC”键转入人工启动运行模式。

[NO]:关闭预热等待功能,提示:正常使用时应设为“NO”

[Communications Parameters]:RS232 口的通信参数。

[Communication mode]:数据通信模式。

[Dataline]:每个测量周期,输出写在软盘的最后一条测量数据。

[Gesyttec]:德国国家网络协议模式。

[GPS]:用于接收 GPS 位置数据,适用于 AE4x 型号的仪器。

[Off]:关闭 RS232 通信口。

[Baud rate]:波特率

[9600]

[4800]

[2400]

[1200]

[Data bits]:数据位

[8]

[7]

[Stop bits]:结束位

[1]

[2]

[Parity]:奇偶校验

[None]

[Even]

[Odd]

缺省设置是 9600,8,1,N。

注意:如果 DATA BITS 为 8,PARITY 必须为 None。

[Overwrite Old Data]:覆盖旧的数据文件。

[YES]:开启。开启此功能后,仪器自动删除软盘中最早的数据文件,包括 BC 文件和 MF 文件,预留 24 小时的剩余软盘空间。

[NO]:关闭。

[Filter Change at]:滤膜带进位时间周期。用数字键输入合适的滤膜带进位的时间周期(h),合理的时间周期范围为0~30 h。设为“零”小时=按照滤膜带采样点的黑度阈值自动进位。[Security Code]:密码。出厂初始设置为“111”。在下列操作中,需要输入密码:

- 1)按 STOP 键,从自动运行状态退出到菜单操作状态;
- 2)软件升级;
- 3)改变某些被保护的设置参数;
- 4)更改密码需要先输入原有密码,然后用左/右键移动光标,用上/下键更改密码数字。

如果用户忘记了密码,请咨询厂家授权的技术维护单位提供“master”密码服务。

[Date Format]:时间格式:

[US (MMDDYY)]:美式(月/日/年)。

[Euro (DDMMYY)]:欧式(日/月/年)。

[BC display unit]:disp 浓度单位:

[Nanograms per m³]:ng/m³

[Micrograms per m³]:cr/m³

[Data Format]:数据格式:

[Expanded]:扩展格式。扩展格式的数据以逗号分隔的方式存储于“. csv”后缀的数据文件,可以用各种编辑软件打开,数据格式说明文件为“DATACOLS. CSV”。

[Compressed]:压缩格式。压缩格式的数据,除日期、时间、黑碳浓度以外的数据,均被编码为一个长字符串。可以向厂家索取解码程序“COMDECOM”,将压缩数据解码。

[Hardware Configuration]:硬件配置。[Instrument type(Optical)]:显示和确认仪器光学系统类别。

[AE1x - “Standard”]:AE1x 标准型单波段黑碳仪。

[AE2x - “UV + LED”]:AE2x 双波段黑碳仪。

[AE3x - “7 x LED”]:AE3x 多波段黑碳仪。

[Instrument type(Chassis)]:显示和确认仪器机箱类别。

[Stationary]:固定——架式机壳。

[Portable]:便携——AE4X 系列。

[Spot Size]:显示和确认采样点大小。

[Extended Range]:扩展量程(大采样点,1.67 cm²)。

[Standard Range]:标准量程(小采样点,0.5 cm²)。

[Serial Number]:显示和确认仪器序号。三位数字,不要自行更改仪器序号。

[PCMCIA enablement]:启用记忆卡。适用于使用 PCMCIA 记忆卡替代软盘记录数据的机型。

[Gesyttec ID]:Gesyttec 识别码。

适用于使用 Gesyttec 通信协议时。

[Sigma for lamps]:光源波长所对应的吸收系数值。

[Spots per Advance]:滤膜带进位步长。

[1] 步长为1,采样点相互靠的较紧密。

[2] 步长为2,采样点相互间距比步长1时增加一倍。

[Maximum Attenuation]:最大衰减。滤膜带自动进位的最大黑度阈值,在城市地区最大不宜超过150,在一般背景地区宜选择75。

[Return]:返回主菜单。

[Save the changes?]:提示是否要保存修改的设置。

[YES]:保存已修改的设置,返回主菜单。

[NO]:不保存已修改的设置,返回主菜单。

(3) Signals + Flow(信号+流量)

该选项提供给用户一个检查光源信号以及流量计读数响应的方式。

按上/下箭头键可依次开/关所有灯。屏幕右上角第一行显示灯的状态。对于 AE2x 和 AE3x 型号的黑碳仪,灯状态的显示如下:

[Lamp=0]:所有灯关闭

[Lamp=1]:880nm 灯开

[Lamp=2]:370nm 灯开

[Lamp=3],...[Lamp=7]:对应的其他灯亮(AE3x 型号的黑碳仪)。

按左/右箭头键开/关旁路三通阀。屏幕右上角第二行显示三通阀接通的流路,即:滤膜采样“Filter”,或者旁路“Bypass”。可以通过后面板的流量调节阀,外置泵的调节阀或者内部质量流量控制器(如果安装的话)来改变流量。按 Esc 键可退出选项,返回到菜单。

(4) Self test(仪器自检)

该选项启动一系列自检,一旦启动,仪器将按照顺序完成对硬件的检查,并将有关故障和错误信息显示在屏幕上。自检顺序和内容如下:

[Lamp test]:灯检测。灯亮灭一次,测量采样点和参照点的光强信号,对比分析它们之间的比例关系。判断是否出现故障或错误,给出以下检测结果:

灯坏了(一直灭的);

电路板故障或错误(灯一直亮着);

滤纸断了或者没有了(光信号太强);

通过灯检测。

对于多波段型号的黑碳仪,则重复上述过程,逐个检测每个波长的灯,并给出检测结果。

[Pump and Bypass Valve test]:主流路和旁路流量检测。该选项提示用户接上泵(如果使用外置泵),然后根据质量流量计的零点校准值和斜率计算流量,如果流量小于 1LPM,将显示错误信息。切换旁路三通阀,对比测量主流路和旁路流量,以确定两个流路都无堵塞。

[Analog Output Port test] 模拟输出检测。该检测会从模拟输出端口顺序输出一系列电压: $V = -5\text{VDC}; 0\text{VDC}; +1\text{VDC}; +2\text{VDC}; +5\text{VDC}$,由连接到后面板的模拟输出端口的数据采集器或者一个报警继电器检测其输出电压知是否正确。

[COM Port test]:RS232 通信口检测。在该选项下,用户可以测试与数据采集器或其他数据接收设备的通信连接是否畅通。该选项执行之初,屏幕提示操作者可以改变通信速率(如降低速率),此后,屏幕提示操作者发送数据,操作者每按一次 Enter 键,仪器便发送一次数据,直到操作者按下 Esc 键,退出该检测选项。

[Display Screen test]:显示屏检测。该项检测,按照以下的顺序显示屏幕,由操作者观察是否有显示故障和错误:

点亮屏幕上所有的发光二极管;

闪烁屏幕上所有的发光二极管;

满屏显示符号;

关闭背景光;

点亮背景光。

[Tape Advance test]:滤膜带进位检测。滤膜带驱动器启动,并通过屏幕提示用户观察该装置动作是否正确。倒数计数器显示检测所需要的时间。

(5) Calibrate Flowmeter(校准流量计)。执行该选项,需要输入密码。

[Air volume units]:体积流量的参照状态。进入该选项后,操作员可以更改流量单位的体积参照状态。

[Standard]:标况(1013hPa, 20℃)。如果选择标况体积流量,则仪器用 SLPM(标况升每分钟)表示

流量,黑碳浓度单位用 ng/m^3 或 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 表示(此处的 m^3 表示标况立方米)。

[Volumetric]:环境状态。如果选择环境体积流量,则仪器用 vLPM (标况升每分钟)表示流量,黑碳浓度单位用 ng/vm^3 或 $\mu\text{g}/\text{vm}^3$ 表示(此处的 vm^3 表示环境状态的立方米)。而且仪器要求操作者输入环境气压和温度。

[Barometric Pressure (millibars)]:大气压(hPa)。

[Ambient Air Temperature ($^{\circ}\text{C}$)]:环境温度($^{\circ}\text{C}$)。不进行流量计的校准,也可以重新输入环境状态参数,即气压和温度,如黑碳仪被转移到一个新的地点进行观测时,就不进行流量计的校准,只需要输入新的环境温度和气压值。AE4x 型号的便携式黑碳仪使用其他类型的流量计,给出的不是质量流量,但是如果变换了测量地点仍然要进行气压订正。

[Flowmeter Calibration?]:是否要校准流量计? 只有当你有确凿理由认为流量计读数不正确时,才需要校准。在校准之前,让仪器在进气状态下预热至少 30 min,准备一个标准流量计,量程范围在 2~10SLPM,气阻较小。将该标准流量计串联到仪器的进气口管路中,并确保其没有漏气。

[NO]:不校准,返回主菜单。

[YES]:校准,返回主菜单。

流量计校准流程:1)测量无流量时的流量计零点电压;2)与标准流量计同步测量一个跨点流量,通过改变流量—电压工作曲线的斜率系数,使两者一致,来进行校准;3)应用新的零点电压值和斜率系数,由质量流量计的测量电压值计算实际空气流量。下面是校准操作步骤,首先仪器提示:

[Measure zero offset]:测量零点。如果是内置泵,等待 2 min,仪器自动停止内置泵的工作,并测量流量计的零点电压值;如果是外置泵,关闭泵电源,等待 2 min;仪器会测量流量计的零点电压值;之后,仪器提示测量跨点流量。

[Measure active flow]:测量动态流量。如果是内置泵,等待屏幕上流量读数逐渐稳定;如果是外置泵,开启泵电源,同样等待屏幕上流量读数逐渐稳定;此时屏幕上显示的流量读数是依据新的零点值和原来的斜率系数计算得到的;按动上/下箭头键,可以升高或降低斜率系数,使得屏幕上显示的流量读数与标准流量计读数一致,按下“Enter”键。按“ESC”退出此菜单,仪器提示要将新的零点值和斜率系数写入设置文件的确认信息。如对结果有任何疑问,可重复执行校准程序。

(6)Software Upload(载入升级软件)

可以通过直接向厂家索取软盘的方式,也可以通过电子邮件或从网上下载等方式从 Magee Scientific 获得升级软件。升级软件是一个 AExxxZIP. EXE 压缩文件,将该文件拷贝到一张软盘上并将其解压缩,生成一个 A\ 的子目录。注意:只能使用厂家提供的升级盘或者复制盘或者根据网站的指导制作的软盘。不要将磁盘用做其它用途,不要加文件,也不要删除文件。

将准备好软件升级软盘插入黑碳仪的驱动器中,升级盘没必要写保护,因为有些文件临时要写到盘中。从主菜单上进入[Software Upload]选项,仪器会要求操作者输入仪器密码和仪器的前 3 位序列号。如果没有错误的话,更新程序自动运行。在升级结束要从软驱中拿出升级磁盘。

(7)Optical Test(光学测试)

[Security code?]:提示输入仪器密码。该选项也是受到保护的,进入该选项需要输入密码。

[Insert floppy disk]:提示操作者插入软盘。

光学测试的结果以及其他信息都将写入软盘,文件名“OTxxxxxx. txt”,“OT”代表光学测试,xxxxxx 代表日期,可以是美式,或者是欧式,取决于仪器设置,例如 MMDDYY 或者 DDMMYY。

[Series No]:提示操作者输入序列号。光学测试带的一端印有序列号,与仪器一致。当提示时,输入这个数字,仪器会检查软驱中是否有软盘。

[Remove filter tape]:提示操作者取出滤膜带。打开箱门,旋下仪器中间光学测量腔室保护罩的螺母。在光学测量腔室的左边用剪刀剪断滤膜带,在仪器提示的时候按下“Enter”键,剩余的滤膜带会被拉到右边。

[Insert Optical Test Strip]:提示操作者插入光学测试带

当仪器提示的状态下,从左边插入测试带,印有序列号的一面在右边朝上。从左边轻轻推测试带,直到箭头刚好到达基座的边缘,然后按下“Enter”键。仪器即开始分段执行测试程序。

测试的第一阶段:灯一亮一灭,测量测试带前半部分的光学透射信号。测量结束时,测试值会显示在屏幕上,并写入软盘。按下“Enter”键,仪器将花费大约 5 min 的时间,使滤膜带向前进三个位置。

测试的第二阶段与第一阶段类似,测量测试带后半部分的光学透射信号。完成测试后,程序会算出“S density”,“R density”和“Balance”等结果及其他信息并写入软盘,文件名“OTxxxxxx.txt”, (“OT”代表光学测试,xxxxxx 代表日期,格式为 MMDDYY 或者 DDMMYY)。

(8)Install New Tape(安装新的滤膜带)

[Security code?]:提示输入仪器密码。

[List Instructions?]:仪器提示是否要列出指示。

[YES]:将列出更换滤膜带的操作提示,操作者可按照提示操作。

[NO]:不提示操作。

[Is the tape properly replaced?]:等待操作者完成换滤膜带操作。

在操作员按“Enter”键前,仪器会等待操作者完成更换滤膜带的操作。操作者按照 3.2.3.3 所列各步骤,更换滤膜带。完成滤膜带更换操作后,按“Enter”键,即完成更换滤膜并返回主菜单。仪器的控制软件也会重新设置滤膜剩余量为 100%。

3.2.3.4 仪器参数的标准设置

仪器参数的标准设置见表 3-2。

表 3-2 仪器参数的标准设置

参 数	标准设置	备注
时间和日期(Time & date)	世界时(UTC)	预设
测量周期(Time base)	5min	预设
滤膜节省模式(Tape saver)	x 3(一般情况)	预设
模拟输出端口(Analog output port)	Signal Output	预设
预热等待(Warm up wait)	NO	预设
通信参数(Communication mode)	Data line	预设
覆盖旧数据(Overwrite Old Data)	NO	预设
定时换膜(Filter change at)	0	预设
密码(Security code)	111	需要密码,不可改
日期格式(Date Format)	US MMDDYY	预设
黑碳浓度单位(BC display unit)	nano gram BC/m ³	预设
数据格式(Data format)	Expanded	预设
序列号(Serial No)	仪器序列号	需要密码,不可改
通信协议号(Gesytec ID)	333	需要密码,不可改
仪器型号(Instrument Type)	AE3x-“7x LED”	不可改
光学当量值(Sigma for lamps)	Sigma1:39.5 Sigma2:31.1 Sigma3:28.1	需要密码,不可改
光学当量值(Sigma for lamps)	Sigma4:24.8 Sigma5:22.2 Sigma6:16.6 Sigma7:15.4	需要密码,不可改
进膜距离(Spot per Advance)	1(一般情况)	预设
最大光学衰减量(Maxim. Attenuation)	75(一般情况)	预设

3.3 日常运行维护和校准

3.3.1 每日巡查

3.3.1.1 仪器显示内容

仪器屏幕的显示内容如下：

第一行：左侧系统时间，右侧系统日期；

第二行：左侧为滤膜带的估计剩余百分比，右侧为滤膜带节省的特征；

第三行：左边为磁盘剩余空间，表达为小时(H)，天数(D)或者星期(W)；右边为流量，单位为 LPM；‘vLPM’表示体积单位。

第四行：左侧为上一次的黑碳浓度，单位 ng/m^3 ，或 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ；右侧为七个波段测量结果与平均值的偏离示意图。

巡视检查时应注意黑碳仪前面板上指示灯指示的仪器的不同状态：

绿灯(RUN)：亮=表示正常，收集有效数据；

闪动=正常，在滤膜带进位后正在准备转入自动运行；

黄灯(PAUSE)亮：仪器被操作员按 **STOP** 键停止，或者手动运行模式；

黄灯(CHECK)亮：但需进行检查和维修，仪器仍在运行，数据仍然正常，如软盘空间不足，滤膜带快用完，或流量变化超过 10%。

红灯(ERROR)闪亮：有故障，仪器停止运行；

红灯(STOP)亮：仪器有故障，不能正常运行；或者操作员在进行仪器设置的菜单操作。

3.3.1.2 巡视检查内容

(1)检查仪器前面板的 RUN 指示灯是否是绿色。

(2)随时检查黑碳仪屏幕显示的流量是否稳定。如果流量波动超过平均值的 $\pm 10\%$ ，应及时调整流量，或检查外置泵的工作状况是否正常。

(3)检查仪器显示时间与标准时间是否一致。

(4)经常对照检查黑碳仪屏幕显示的黑碳(和 UVPM)浓度值和计算机记录的黑碳(和 UVPM)浓度值是否一致，并在正常范围内。如有异常高值等情况，应注意查看是否有明显的局地源影响，并在(周)日检查记录表中做好记录。

(5)每周将磁盘中所有数据文件和信息文件备份到计算机中。文件备份情况记录在日(周)检查记录表中。

(6)每天注意检查软盘的剩余空间，及时更换。

(7)打开仪器舱门，检查是否正常走膜。如不正常应及时调整。

(8)打开仪器舱门，检查滤带剩余情况，注意及时更换。

(9)按要求完成日检查表中的各项检查并记录。

3.3.2 维护

为确保仪器正常工作，应定期对该设备进行维护，要求见表 3-3。

表 3-3 黑碳气溶胶仪器设备使用和维护要求

工作任务	主要内容	相关要求
1. 仪器运行 状况检查	检查流量是否稳定	流量处于规定范围内,偶然出现波动为正常
	采样管口清洁程度检查	采样管口应通畅(管口朝下),如有堵塞及时清洁
	泵的声音是否异常	泵的声音较弱,无不正常噪声或声响
	浓度范围检查	屏幕示值应与近 2~3 天变化情况一致,如有波动,检查周边是否有污染影响
	异常信息显示	检查屏幕上是否有仪器运行异常信息,如有应及时根据提示进行相应处理
	检查采样斑点状态	斑点色彩应均匀、斑点之间的间距一致,斑点间没有重叠
	检查滤膜带余量是否足够	滤膜带余量应能满足 24 小时测量需要(>50cm),不足时,应及时更换
	检查存贮介质容量	数据存储介质的容量应能满足 24 小时测量需要,不足时,应及时更换
	检查仪器及计算机时间	与标准时间的偏差范围为 30s,超出时,应及时调整
2. 数据采集 与传输	检查仪器数据采集情况	采集软件能够正常采集仪器的观测数据
	检查小时数据生成情况	能够生成小时数据文件
	检查数据传输情况	能够在指定时间传输数据文件
3. 系统维护	采样管路清洁	每 3 个月,清洁一次采样管路,或视当地污染情况及时清洁
	更换滤芯	每 3 个月,更换一次滤芯,或视当地污染情况及时更换
	系统检漏	每 3 个月,对系统气路漏气检查,正常情况应无漏气
	仪器机箱内部清洁	每 6 个月,清洁一次仪器内部,或视当地污染情况及时清洁

3.3.2.1 日常维护内容和周期

日常维护内容和周期见表 3-4。

表 3-4 日常维护内容和周期

间 隔	项 目	程 序	参 见
每日	仪器时钟	检查,必要时调整	3.5 节
10 天	磁盘数据备份	备份	
2 个月 (更换滤膜带的同时)	零气检测	检查	
	仪器参数	检查,并记录	
3~6 个月	旁路过滤器	检查,必要时更换	
6~12 个月	外置泵	检查,必要时维护	
	零气过滤器	检查,必要时更换	
	进气管路	检查,清洗	
必要时	光学测量腔室	检查,清洗	
	光学测试带检测	检测	
	更换主板电池	检查,更换	

(1)进气管路的检查、清洗

松开连接,观察进气管内部是否清洁。如果内表面有附着的灰尘,可以用高压气体吹扫,或者用少量清水冲洗管路内部,然后风干。干燥后,将进气管路重新安装。

(2)光学测量腔室的检查、清洗

在仪器连续正常工作时,每 12 个月需要对光学测量腔室进行清洁。在仪器出现下列情况之一时,可以随时进行清洁维护工作:

1)观测数值不在正常范围,如连续数天超过数万 ng/m^3 ;或者天气晴好,能见度很高,但是观测数值却持续偏大,如超过数万 ng/m^3 ;

2)观测数值大幅度波动,波动幅度超过数万 ng/m^3 ,并持续数小时以上;

3)检查和清洁光学测量腔室的工作一般由经过专业培训的人员完成。检查和清洁光学测量腔室之前,需要用光学测试带进行光学检测。

具体操作步骤如下:

1)关闭仪器电源,拔下仪器电源线,断开进气管、外置泵以及通信线路的连接。

2)准备好小型吸尘器(吸尘器应有较强的吸力,吸管干净,无尘土)和干净的小毛刷、镜头纸和螺丝刀等。

3)打开机箱顶盖和后盖,参见图 3-13。

4)取下光学测量腔室的保护罩。轻轻拧开光学测量腔室的顶盖,取出其中光源部件,参见图 3-14。取出光源部件后放置在干净的地方,或者用镜头纸简单包裹,放在一边。

5)取下连接在光学测量腔室光筒后侧进气管的硅胶管。抬起压紧连杆,轻轻取出光筒。取出光筒时,注意保护光筒的“O”形密封圈,见图 3-14。

6)查看光筒的进气管和内部是否有灰尘、污迹或其他异物,如有,用吸尘器吸出灰尘和异物,如需要,可用小毛刷轻扫腔室的内表面,或者用镜头纸汲取少量清水或者酒精(以用手挤不出液滴为要)擦拭污迹或难以吸走的灰尘。

7)从光学测量腔室基座上移开滤膜带。查看基座上不锈钢丝网、参照区光学检测窗口的上面是否有灰尘、污迹或其他异物,如有,用吸尘器吸出灰尘和异物,如需要,可用小毛刷轻轻挑出挂在钢丝网上的纤维或毛屑,或者用镜头纸汲取少量清水或者酒精(以用手挤不出液滴为要)擦拭污迹或难以吸走的灰尘。参见图 3-15。

8)在所有部件都风干后,将光学测量腔室复原安装,盖上机箱盖子。

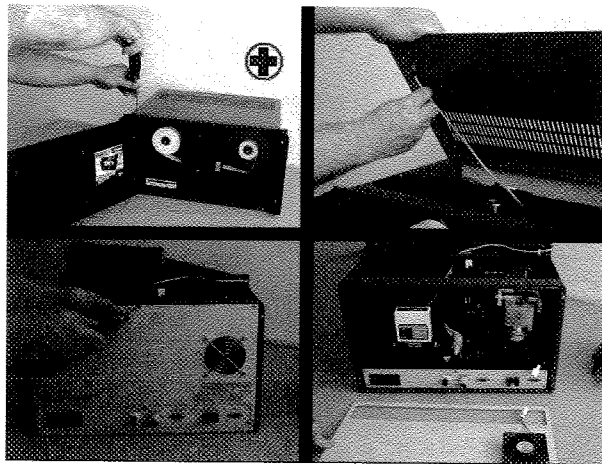


图 3-13 分解光学测量腔室操作之一

9)复原连接仪器的管线和电源连接,开启电源,观测。

注意:在检查和清洁光学测量腔室过程中,要格外注意保护“O”形密封圈和光学测量腔室内部不受划伤,注意不要使用工具、螺丝等其他硬物触及光学窗口和光源。复原安装光学测量腔室时,要注意“O”形密封圈自然平顺地安放在密封槽内,并且没有拧、折,或受到其他拉伸。

(3)检查/更换过滤器

黑碳仪有两处安装了颗粒物过滤器,一个是零气过滤器,一个是旁路过滤器。旁路过滤器的更换周期一般为 3~6 个月。零气过滤器的实际使用时间较短,可以维持更长的使用寿命,如 3~5 年以上。

检查、更换旁路过滤器的操作步骤如下:

关闭仪器电源,打开机箱。参见图 3-13。

1)观察连接在旁路进气口的过滤器是否出现明显的污损(整体改变颜色,变为深灰、褐色,或者其他损坏),如果出现明显的污损,则更换。

2)盖好机箱盖子,复原仪器。开启电源,开始观测。

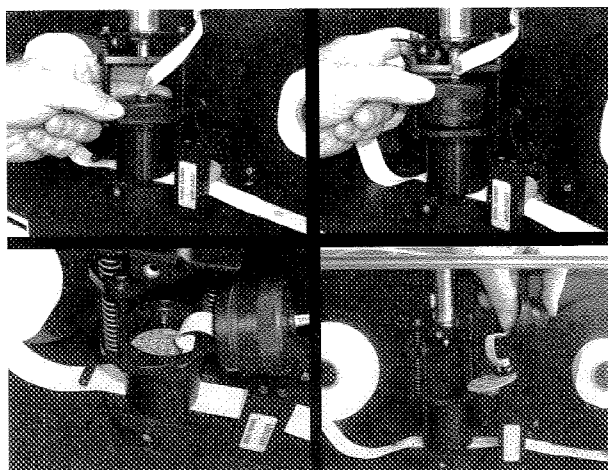


图 3-14 分解光学测量腔室操作之二

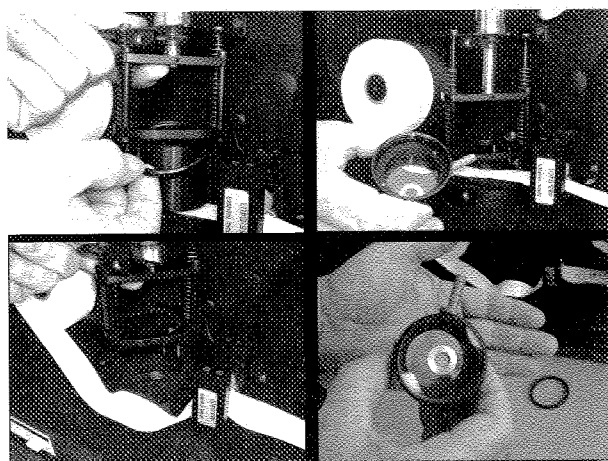


图 3-15 分解光学测量腔室操作之三

注意:更换新的过滤器时,要注意管路连接是否牢固。因为过滤器都是用快速接头连接,在插入过滤器时,要用力插到底,之后再轻轻向外提拉,以保证快速接头能锁紧过滤器,避免管路漏气。

3.3.3 校准

3.3.3.1 校准程序

执行 2 种校准程序:

- (1)每年一次的光学测试(结合光学测量腔室的清洁);
- (2)每年一次流量计校准。

3.3.3.2 光学测试

进行光学检测需要使用随机配置的光学测试带。光学测试带由多层压合的材料做成,一端的光学厚度大于另一端。妥善保存光学测试带!保持干净平整和光滑!

光学测试的意义在于,检查仪器的光学检测灵敏度在长时间里是否有变化。测试带光学厚度的绝对值本身并没有更多的实际意义,在长时间内仪器对光学测试带光学厚度的多次独立测量值保持稳定,可以说明仪器光学测量系统的稳定性。

建议在每年一次的光学测量腔室的检查和清洗前后,各进行一次光学测试,使两者结合起来,更好地掌握其光学检测系统的稳定性。光学测试完全由计算机程序控制,每次操作时间只需约 15 min。

测试结果会自动写入软盘,文件名“OTxxxxxx.txt”。应该将测试结果文件打印出来,并填写测试结果记录表。

3.3.3.3 流量校准

准备好标准流量计,量程范围在2~10SLPM,气阻较小。将该标准流量计串联到仪器的进气口管路中,并确保其没有漏气。在作校准之前,让仪器在进气状态下预热至少30 min。

中断自动运行,进入菜单操作界面,执行流量计校准[Calibrate Flowmeter]选项,按照操作提示进行操作,记录校准结果。

3.4 数据采集

3.4.1 数据及格式

小时文件命名格式:

Z_CAWN_I_XXXXX_YYYYMMDDHH0000_O_AER-FLD-AAP.TXT

其中XXXXX为台站站号,YYYYMMDDHH表示年月日小时。

数据格式参见表3-4,共55列参数。

表 3-4 小时文件数据格式

列	字段说明	数据类型	单位	备注	数位
1	台站区站号	数字和字母组合		5 位	5 位
2	项目代码	I		4 位	4 位
3	年	I		4 位	4 位
4	年序日	I		3 位	3 位
5	时分(世界时)	I		4 位	4 位
6	流量	F	L/min	空气流量	
7	370nmBC	F	ng/m ³	370nm 浓度	
8	470nmBC	F	ng/m ³	470nm 浓度	
9	520nmBC	F	ng/m ³	520nm 浓度	
10	590nmBC	F	ng/m ³	590nm 浓度	
11	660nmBC	F	ng/m ³	660nm 浓度	
12	880nmBC	F	ng/m ³	880nm 浓度	
13	950nmBC	F	ng/m ³	950nm 浓度	
14	SZ_370nm	F		370nm 采样区零点信号	
15	SB_370nm	F		370nm 采样区测量信号	
16	RZ_370nm	F		370nm 参照区零点信号	
17	RB_370nm	F		370nm 参照区测量信号	
18	Fri_370nm	F		370nm 分流比	
19	Attn_370nm	F		370nm 光衰减率	
20	SZ_470nm	F		470nm 采样区零点信号	
21	SB_470nm	F		470nm 采样区测量信号	
22	RZ_470nm	F		470nm 参照区零点信号	
23	RB_470nm	F		470nm 参照区测量信号	
24	Fri_470nm	F		470nm 分流比	
25	Attn_470nm	F		470nm 光衰减率	

续表

列	字段说明	数据类型	单位	备注	数位
26	SZ_520nm	F		520nm 采样区零点信号	
27	SB_520nm	F		520nm 采样区测量信号	
28	RZ_520nm	F		520nm 参照区零点信号	
29	RB_520nm	F		520nm 参照区测量信号	
30	Fri_520nm	F		520nm 分流比	
31	Attn_520nm	F		520nm 光衰减率	
32	SZ_590nm	F		590nm 采样区零点信号	
33	SB_590nm	F		590nm 采样区测量信号	
34	RZ_590nm	F		590nm 参照区零点信号	
35	RB_590nm	F		590nm 参照区测量信号	
36	Fri_590nm	F		590nm 分流比	
37	Attn_590nm	F		590nm 光衰减率	
38	SZ_660nm	F		660nm 采样区零点信号	
39	SB_660nm	F		660nm 采样区测量信号	
40	RZ_660nm	F		660nm 参照区零点信号	
41	RB_660nm	F		660nm 参照区测量信号	
42	Fri_660nm	F		660nm 分流比	
43	Attn_660nm	F		660nm 光衰减率	
44	SZ_880nm	F		880nm 采样区零点信号	
45	SB_880nm	F		880nm 采样区测量信号	
46	RZ_880nm	F		880nm 参照区零点信号	
47	RB_880nm	F		880nm 参照区测量信号	
48	Fri_880nm	F		880nm 分流比	
49	Attn_880nm	F		880nm 光衰减率	
50	SZ_950nm	F		950nm 采样区零点信号	
51	SB_950nm	F		950nm 采样区测量信号	
52	RZ_950nm	F		950nm 参照区零点信号	
53	RB_950nm	F		950nm 参照区测量信号	
54	Fri_950nm	F		950nm 分流比	
55	Attn_950nm	F		950nm 光衰减率	

3.4.2 数据获取方式

获取黑碳仪的测量数据有 3 种方式:

- (1) 从仪器前面板显示屏读取。
- (2) 用软盘记录/或存储卡记录。
- (3) 用数字数据采集/记录设备从 RS232 串口获得。

在业务运行中,用专用采集软件获取数据,形成 RDT 数据文件;同时备份软盘记录的数据文件(BC 文件)和运行信息文件(MF 文件),BC 文件形成 RAW 数据文件。

3.4.3 软盘原始数据格式

一旦仪器的各项运行参数设置完成,黑碳仪在自动运行中生成固定格式的数据文件,并存储在软盘驱动器中的软盘内。文件名为 BCmmddyy.DAT,其中 mm 为月,dd 为日,yy 为年。数据为每 5 min 的平均值。

原始 RAW 数据格式列于表 3-5。

表 3-5 黑碳仪原始数据格式

列	字段说明	备注
01	日期	
02	时分	4 位
03	370nmBC	370nm 浓度
04	470nmBC	470nm 浓度
05	520nmBC	520nm 浓度
06	590nmBC	590nm 浓度
07	660nmBC	660nm 浓度
08	880nmBC	880nm 浓度
09	950nmBC	950nm 浓度
10	Air Flow	空气流量
11	SZ_370nm	370nm 采样区零点信号
12	SB_370nm	370nm 采样区测量信号
13	RZ_370nm	370nm 参照区零点信号
14	RB_370nm	370nm 参照区测量信号
15	Fri_370nm	370 分流比
16	Attn_370nm	370nm 光衰减率
17	SZ_470nm	470nm 采样区零点信号
18	SB_470nm	470nm 采样区测量信号
19	RZ_470nm	470nm 参照区零点信号
20	RB_470nm	470nm 参照区测量信号
21	Fri_470nm	470nm 分流比
22	Attn_470nm	470nm 光衰减率
23	SZ_520nm	520nm 采样区零点信号
24	SB_520nm	520nm 采样区测量信号
25	RZ_520nm	520nm 参照区零点信号
26	RB_520nm	520nm 参照区测量信号
27	Fri_520nm	520nm 分流比
28	Attn_520nm	520nm 光衰减率
29	SZ_590nm	590nm 采样区零点信号
30	SB_590nm	590nm 采样区测量信号
31	RZ_590nm	590nm 参照区零点信号
32	RB_590nm	590nm 参照区测量信号
33	Fri_590nm	590nm 分流比
34	Attn_590nm	590nm 光衰减率
35	SZ_660nm	660nm 采样区零点信号

续表

列	字段说明	备注
36	SB_660nm	660nm 采样区测量信号
37	RZ_660nm	660nm 参照区零点信号
38	RB_660nm	660nm 参照区测量信号
39	Fri_660nm	660nm 分流比
40	Attn_660nm	660nm 光衰减率
41	SZ_880nm	880nm 采样区零点信号
42	SB_880nm	880nm 采样区测量信号
43	RZ_880nm	880nm 参照区零点信号
44	RB_880nm	880nm 参照区测量信号
45	Fri_880nm	880nm 分流比
46	Attn_880nm	880nm 光衰减率
47	SZ_950nm	950nm 采样区零点信号
48	SB_950nm	950nm 采样区测量信号
49	RZ_950nm	950nm 参照区零点信号
50	RB_950nm	950nm 参照区测量信号
51	Fri_950nm	950nm 分流比
52	Attn_950nm	950nm 光衰减率

3.4.4 运行信息文件(MF 文件)格式

MF 文件包含仪器运行的各种信息,是评估仪器性能和数据质量的重要文件。下面为 MF 文件的格式范例:

```
=====
—
MAGEE SCIEN.
AETHALOMETER
—
Aethalometer No. 569
—
01—jan—06  00:34:54  Measurements started
Starting voltages:
.           sen(zero) =   0.020 ref(zero) =   0.020
.   Lamp 1 (370 nm): sen(beam) =   1.346 ref(beam) =   2.271
.   Lamp 2 (470 nm): sen(beam) =   1.993 ref(beam) =   2.742
.   Lamp 3 (520 nm): sen(beam) =   2.051 ref(beam) =   2.696
.   Lamp 4 (590 nm): sen(beam) =   1.905 ref(beam) =   3.111
.   Lamp 5 (660 nm): sen(beam) =   2.084 ref(beam) =   2.694
.   Lamp 6 (880 nm): sen(beam) =   1.973 ref(beam) =   2.597
.   Lamp 7 (950 nm): sen(beam) =   2.576 ref(beam) =   3.179
—
01—jan—06  00:55:00  Measurements ended
```

. Number of lamps (L) = 7
 . Filter running time = .33 hours
 . Total airflow this filter = .09 cubic meters
 . Mean BC concentration of all lamps = 53379 ng/m³

Report for lamp 1 (370 nm):

. Ending voltages: sen(beam) = .218 sen(zero) = 0.020
 . ref(beam) = 2.270 ref(zero) = 0.020
 . Optical attenuation of filter deposit = 94
 . Total aerosol black carbon on filter = 3847 ng
 Mean aerosol black carbon concentration = 52916 ng/m³

The reference beam showed lamp intensity fluctuations of 1126 ppm.

Report for lamp 2 (470 nm):

. Ending voltages: sen(beam) = .501 sen(zero) = 0.020
 . ref(beam) = 2.726 ref(zero) = 0.020
 . Optical attenuation of filter deposit = 74
 . Total aerosol black carbon on filter = 3824 ng
 Mean aerosol black carbon concentration = 52604 ng/m³

The reference beam showed lamp intensity fluctuations of 1767 ppm.

Report for lamp 3 (520 nm):

. Ending voltages: sen(beam) = .619 sen(zero) = 0.020
 . ref(beam) = 2.684 ref(zero) = 0.020
 . Optical attenuation of filter deposit = 66
 . Total aerosol black carbon on filter = 3776 ng
 Mean aerosol black carbon concentration = 51941 ng/m³

The reference beam showed lamp intensity fluctuations of 1402pm.

Report for lamp 4 (590 nm):

. Ending voltages: sen(beam) = .676 sen(zero) = 0.020
 . ref(beam) = 3.177 ref(zero) = 0.020
 . Optical attenuation of filter deposit = 60
 . Total aerosol black carbon on filter = 3895 ng
 Mean aerosol black carbon concentration = 53574 ng/m³

The reference beam showed lamp intensity fluctuations of 859 ppm.

Report for lamp 5 (660 nm):

. Ending voltages: sen(beam) = .821 sen(zero) = 0.020

. ref(beam) = 2.696 ref(zero) = 0.020
 . Optical attenuation of filter deposit = 54
 . Total aerosol black carbon on filter = 3919 ng
 Mean aerosol black carbon concentration = 53909 ng/m³

—
 The reference beam showed lamp intensity fluctuations of 876 ppm.

—
 Report for lamp 6 (880 nm):

. Ending voltages: sen(beam) = .986 sen(zero) = 0.020
 . ref(beam) = 2.597 ref(zero) = 0.020
 . Optical attenuation of filter deposit = 41
 . Total aerosol black carbon on filter = 4023 ng
 Mean aerosol black carbon concentration = 55341 ng/m³

—
 The reference beam showed lamp intensity fluctuations of 1433 ppm.

—
 Report for lamp 7 (950 nm):

. Ending voltages: sen(beam) = 1.406 sen(zero) = 0.020
 . ref(beam) = 3.197 ref(zero) = 0.020
 . Optical attenuation of filter deposit = 37
 . Total aerosol black carbon on filter = 3880 ng
 Mean aerosol black carbon concentration = 53370 ng/m³

—
 The reference beam showed lamp intensity fluctuations of 892 ppm.

—
 Disk space = 96256 bytes free; One entry at every 5 minutes.

There is space for 20 hours) more data

—
 01-jan-06 00:55:03 Tape feeder mechanism advancing for 1 spot(s).

=====
 中文对照如下:
 =====

玛基科技公司

AE-31 型黑碳仪

—
 569 号仪器

—
 2006 年 1 月 1 日, 00:34:54 开始测量

开始电压值

. 采样点(暗)信号 = 0.020 参照点(暗)信号 = 0.020
 . 灯 1 (370 nm): 采样点(亮)信号 = 1.346 参照点(亮)信号 = 2.271
 . 灯 2 (470 nm): 采样点(亮)信号 = 1.993 参照点(亮)信号 = 2.742

. 灯 1 (880 nm): 采样点(亮)信号 = 2.051 参照点(亮)信号 = 2.696
 . 灯 2 (370 nm): 采样点(亮)信号 = 1.905 参照点(亮)信号 = 3.111
 . 灯 1 (880 nm): 采样点(亮)信号 = 2.084 参照点(亮)信号 = 2.694
 . 灯 2 (370 nm): 采样点(亮)信号 = 1.973 参照点(亮)信号 = 2.597
 . 灯 1 (880 nm): 采样点(亮)信号 = 2.576 参照点(亮)信号 = 3.179

—
 2006 年 1 月 1 日, 00:55:00 测量结束
 —

. 灯的数量(L) = 7
 . 采样点运行时间 = 0.33h
 . 该采样点的采集总流量 = 0.09m^3
 所有灯测得的 BC 浓度平均值 = $53379\text{ng}/\text{m}^3$

.
 灯 1(370 nm)报告:

. 结束电压值: 采样点(亮)信号 = .218 采样点(暗)信号 = 0.020
 . 参照点(亮)信号 = 2.270 参照点(暗)信号 = 0.020
 . 采样点的光衰减 = 94
 . 滤膜带上气溶胶黑碳总量 = 3847 ng
 . 气溶胶黑碳平均浓度 = $52916\text{ng}/\text{m}^3$

—
 参考光束显示的灯强度涨落 1126ppm
 —

灯 2 (470 nm)报告:

.....

—
 磁盘空间 = 96256 字节, 每 5 min 写入一次

剩余 20 小时数据空间

—
 06 年 1 月 1 日 滤带新进样点
 =====

3.5 故障处理和注意事项

3.5.1 常见故障处理

常见故障及排除方法见表 3-6。

表 3-6 常见故障及排除方法

故障或异常	可能造成故障的原因	排除故障的方法
仪器无法启动	没有供电	检查外部供电线路或接线板是否有供电
		检查仪器是否接上合适的交流电
		检查仪器保险丝
		检查仪器背部及前部电源开关是否开启
	仪器内部电源	用万用表诊断功能检查仪器内部供电状况
仪器后部风扇不转动	没有供电	检查仪器是否接上了合适的交流电
		检查仪器保险丝
		检查仪器背部及前部电源开关是否开启
	仪器内部电源	用万用表诊断功能检查仪器内部供电状况
	风扇没有供电	检查风扇供电电压,正常应为 12VDC
	仪器开启后风扇不工作,但风扇扇叶能自由转动	检查风扇供电电压,正常应为 12VDC
		用万用表检查风扇的电源线是否接通
	风扇扇叶不能自由转动	更换风扇轴承或同型号风扇
开机后,数据采集程序无法采集数据	通信线故障	检查仪器与计算机间的通信线是否可靠连接
		通信线内部连线不符合要求,可自行重新焊接,通常为—端接 2—3—5,另一端接 3—2—5,即 2—3 接线在一端进行对调
		通信线两端接头内部连线断路或短路,可自行重新焊接或重新制作通信线
	计算机通信端口设置不正确	在采集程序中重新确认并设置与仪器相连接的正确通信端口号
	仪器通信端口接错	检查数据采集所用的通信线是否连接在仪器的 DATA OUTPUT 端口处
	通信协议不一致	检查计算机通信协议设置是否一致
		检查仪器通信参数设置是否正确,正确设置: Communication Mode = DataLine Baud Rate = 9600 Data Bite = 8 Stop bits = 1 Parity = 0
	仪器通信口内部针断裂或弯曲	如断裂,则需要更换新的九针通信端口,或进行焊接 如发生弯曲,则使用工具将其扳直就可
流量异常	无流量	内部管路断开
		检查仪器保险丝
		检查仪器背部及前部电源开关是否开启
	气管堵塞	检查所有气管,清洗或更换
	仪器内部漏气	检漏
	流量控制器故障	检查或更换流量控制器
	采样泵故障	更换采样泵
	气泵泵膜破裂	更换抽气泵泵膜
	泵膜污染	清洗和更换
数据无法存入磁盘	磁盘损坏 磁盘写保护	使用新磁盘进行测试
		重新调节磁盘写保护口开关至可写入位置
	磁盘驱动器故障	更换磁盘驱动器
滤膜带不前进	滤膜带驱动器卡住	检查并清理滤膜带驱动器
	滤膜带驱动器不工作	更换滤膜带驱动器

续表

故障或异常	可能造成故障的原因	排除故障的方法
无检测信号	供电电源	检查所有的电源开关、接线板及供电线路是否正常
	光源故障	更换光源
	检测器故障	更换检测器或电路板
	电路板故障	检查所有的线路板是否都接插到位,连接线是否连紧 每次取下一块线路板换上一块好的,直到找到有故障的线路板
检测信号波动较大	管路被污染	清洗或更换进气管路
	光源老化	更换光源
	光筒发生偏离	重新安装光筒
	光筒内部被污染或有异物	清洁光筒
输出信号有瞬间起伏	仪器或信号线接地不好	确认仪器和信号线口可靠接地
数据时间基数变动	数据频率不是 5 min 一次	重新设定数据基数
滤膜带使用较快	未开启滤膜带节省功能	在仪器参数设置菜单中,开启滤带节省功能
	在严重污染地区使用	在仪器参数设置菜单中,开启滤带节省功能或重设数据频率
	数据频率太高	在仪器参数设置菜单中,重新设定较低的数据频率
仪器前舱门无法打开	舱门锁住	用舱门钥匙打开

3.5.2 注意事项

- (1)不要在读写磁盘时进行关机操作。
- (2)更换数据盘时,应提前准备好一张已经格式化处理后的软盘(对以存储卡作为数据存储介质的仪器,准备好足够容量的存储卡)。
- (3)每次换膜后,必须确认光筒安装到位。
- (4)要充分注意电源安全稳定和仪器的接地良好。在强雷电天气时,可停机并拔下电源插座。
- (5)要随时巡视检查仪器,注意对设备屏幕显示结果和流量的检查;不要忽视仪器的报警信息,在有报警信息时候,应及时报告和处理。
- (6)不得随意打开仪器机箱盖。在对仪器进行检修时,必须停机断电,并拔下仪器电源插头,禁止带电作业。
- (7)要注意防止各种污物进入仪器内部和管路系统。
- (8)保持整洁的操作环境,按照规范要求定期校准、维护仪器。
- (9)一切与仪器设备相关的操作需详细记入值班记录。
- (10)当仪器面板显示的流量波动较大或长时间不稳定时,应及时查明原因,必要时更换过滤器。

第4章 CE318 型太阳光度计

大气气溶胶光学厚度的测量可反映气溶胶粒子对太阳辐射的削弱作用。世界气象组织全球大气观测网(WMO—GAW)将大气气溶胶光学厚度作为对全球和局地气候变化的影响因素。同时气溶胶光学厚度的地基观测结果,也是对卫星光学遥感校准的一种重要手段。WMO—GAW 推荐了两种通过直接测量太阳分光辐射获取气溶胶光学厚度的方法,一种方法是采用一组短波截止滤光片和直接日射表相配合进行测量,另外一种是使用太阳光度计测量。

我国沙尘暴监测站所使用的 CE318 型太阳光度计,是法国 CIMEL 公司制造的一种自动跟踪扫描太阳辐射计。该仪器在可见近红外波段有 8 个光谱通道,它不仅能自动跟踪太阳测量太阳直接辐射,而且还可以进行太阳等高度角天空扫描、太阳主平面扫描和极化通道天空扫描。CE318 能自动存储测量数据,并在测量完成后传输到计算机保存,还可以通过卫星采集平台远程传输数据。CE318 测得的直射太阳辐射数据和天空扫描数据,主要用来计算大气通透率,反演气溶胶光学和其他特性,如粒度谱、相函数等。CE318 太阳光度计不仅是一种大气气溶胶环境监测仪器,也可在遥感卫星传感器辐射定标时进行大气光学参数的测量。

4.1 基本原理和系统结构

4.1.1 基本原理

4.1.1.1 大气光学厚度

地面测得的太阳直接辐射 $E(\text{W}/\text{m}^2)$ 在特定波长上根据布格(Bouguer)定律,有:

$$E = E_0 R^{-2} \cdot \exp(-m\tau) T_g \quad (4-1)$$

式中, E_0 是在一个天文单位(AU)距离上的大气外界的太阳辐照度, R 是测量时刻的日地距离(AU), m 是大气质量数, τ 是大气总的垂直光学厚度, T_g 是吸收气体透过率。若仪器输出电压 V 与 E 成正比,则公式(4-1)可写成:

$$V = V_0 R^{-2} \cdot \exp(-m\tau) T_g \quad (4-2)$$

式中, V_0 是定标常数,在大气相对稳定条件下,进行不同太阳天顶角情况下的太阳直接辐射测量,仪器输出电压 V 是 m 的函数, V_0 是从一系列观测值外插到 m 为 0 时的电压值 V 。由 $\ln V + \ln R^2$ 与 m 画直线,直线的斜率为垂直光学厚度 $-\tau$,截距为太阳光度计在大气外界测得的电压信号 V_0 ,这就是常说的兰利(Langley)法。

大气总的消光光学厚度 τ 由分子散射(瑞利散射)、气体吸收消光(如臭氧,水汽)和气溶胶散射三部分组成,表达式为:

$$\tau = \tau_r + \tau_a + \tau_g \quad (4-3)$$

式中,瑞利光学厚度 τ_r 由地面气压测值计算,在可见近红外波段主要是臭氧和水汽的吸收。在没有气体吸收的通道,式(4-3)右边的第三项可以忽略,从总的光学厚度减去瑞利光学厚度,可计算气溶胶的光学厚度。

4.1.1.2 气溶胶参数

对于气溶胶光学厚度,假定气溶胶粒子谱分布遵循容格(Junge)分布,垂直大气柱气溶胶粒子尺度

谱分布为:

$$n(r) = \frac{dN(r)}{dr} = c(z) \cdot r^{-(\nu+1)} \quad (4-4)$$

式中, r 是球形粒子的半径, $N(r)$ 为单位面积上气溶胶粒子总数, ν 是容格参数, 因子 $c(z)$ 与高度 z 有关, 正比于气溶胶浓度。在容格气溶胶谱类型和气溶胶复折射指数与波长无关条件下, 气溶胶光学厚度与波长的关系满足公式(4-5):

$$\tau_a(\lambda) = k \cdot \lambda^{-\nu+2} \quad (4-5)$$

式中, k 为埃斯屈朗(Angstrom)大气浑浊度系数, 是波长 $1\mu\text{m}$ 处大气气溶胶光学厚度。由式(4-5)可知, 可以通过测量气溶胶光学厚度的谱分布计算出 ν 和 k , 利用 k 和 λ 可以计算其他波长上的气溶胶光学厚度。

4.1.1.3 改进兰利法

在地面测得的太阳直接辐射信号在 940nm 附近水汽吸收带不符合布格定律, 布格指数消光定律只对单色辐射有效。依照布格和 Halthore 在 1992 年的研究成果, 水汽透过率此时用两个参数表达式来模拟:

$$T_w = \exp(-aw^b) \quad (4-6)$$

式中, T_w 是通道上的水汽吸收透过率, w 是大气路径水汽总量, a 和 b 是常数, 在给定的大气条件下, 它们与太阳光度计 940nm 通道滤光片的波长位置、宽度和形状有关, 还与大气中的温压递减率和水汽的垂直分布有关。 a 和 b 由辐射传输方程模拟来确定。为了在各种大气条件下能有效利用太阳光度计反演水汽量, 需研究 a 和 b 对这些条件的灵敏度。

在 940nm 水汽吸收带, 太阳光度计对太阳直接辐射辐照度的响应可表示为:

$$V = V_0 R^{-2} \cdot \exp(-m\tau) \cdot T_w \quad (4-7)$$

式中, τ 是瑞利散射和气溶胶散射光学厚度, 它们相互独立, 气溶胶光学厚度通过其他通道(如 870nm 和 1020nm)内插得到; 斜程水汽量 $w = m \cdot PW$, PW 为垂直水汽柱总量。将(4-6)式代入并两边取对数, 得:

$$\ln V + m\tau = \ln(V_0 R^{-2}) - am^b \cdot PW^b \quad (4-8)$$

在稳定和无云大气条件下, 以 m^b 值为 x 轴, 以上式左边为 y 轴画直线, 直线的斜率为 $-a \cdot PW^b$, y 轴截距为 $\ln(V_0 R^{-2})$, 这就是通常所说的改进兰利法。

4.1.2 仪器结构

CE318 型太阳光度计主要由以下两部分组成:(1)仪器主体:传感器头部、扫描步进马达和机械臂;(2)控制箱:提供软件控制预定的扫描和采样指令, 获取数据, 内置电池;图 4-1 为已安装完成的 CE318。

如图 4-2 所示, 仪器主体的主要部件包括:

(1)安装在机械臂顶部的方位步进马达, 机械臂的一侧是天顶角步进马达, 另一侧是传感器头部。

(2)对准器安装在传感器头部, 在传感器内部有两个硅探测器, 分别对应于两个对准器。两个对准器具有同样的视角(1.2°), 但是具有不同的孔径。它们结构上为一整体, 并用一个长螺钉向下紧固, 以阻止光和水进入。较大的孔径对准器 10 倍于太阳对准器, 提供必要的动态范围来观测天空。

(3)滤光片轮安装在传感器内, 安装在对准器窗口和探测器之间。滤光片轮由 8 个窄波段干涉滤光片组成, 其光谱通道参数见表 4-1。

(4)三根电缆(一根粗电缆连接传感器头部和控制箱, 另两根电源电缆分别对应于两个马达)。仪器主体连接在一个基盘上以便仪器安装在一个水平面上。

(5)控制箱由一个控制模块组成。控制模块是一个四方形白色箱子, 准确地控制扫描和 CE318 测量程序。内部有一电池, 仅服务于仪器的软件部分。控制箱也储存数据并能够被查询。

(6)外部湿度传感器连接到控制箱上, 控制传感器头在有降水时中止测量, 并自动将光学头部置于 PARK(停止工作)状态, 并使对准器向下指向基座。

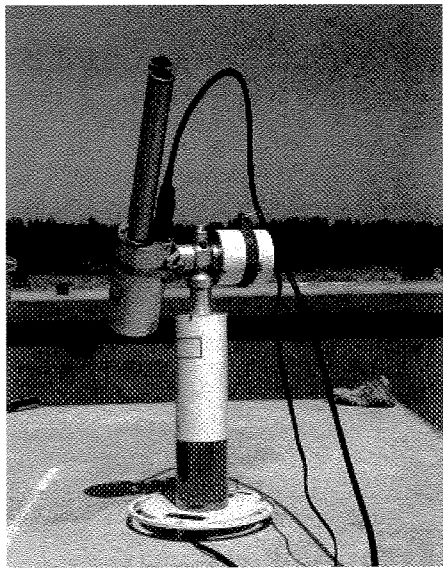


图 4-1 CE318 太阳光度计

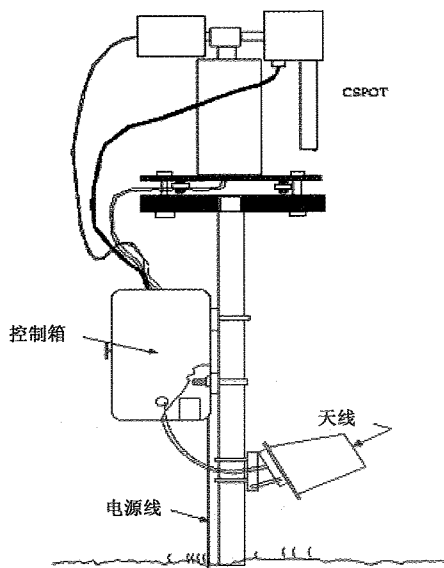


图 4-2 CE318 太阳光度计结构示意图

以上部件与所有电缆的连接采用防雨硅树脂密封在各自的箱子内。

表 4-1 CE318 自动跟踪扫描太阳光度计光谱通道

通道号	CE318 标准		AERONET 仪器通道	
	中心波长(nm)	带宽(nm)	中心波长(nm)	带宽(nm)
1	1020	10	340	10
2	870P1	10	380	10
3	670	10	440	10
4	440	10	500	10
5	870P2	10	670	10
6	870	10	870	10
7	936	10	940	10
8	870P3	10	1020	10

注:P1、P2、P3 为极化通道。

4.1.3 技术指标

- (1)由太阳直接辐照度观测计算大气透过率。
- (2)垂直气溶胶光学厚度在大气质量数为 2 时的精度是±(0.01~0.02)。
- (3)由天空辐射测量可计算出的气溶胶在 0.1~3μm 范围内的尺度谱分布,它用于辐射传输计算。
- (4)从尺度谱分布可推出气溶胶相函数。

4.2 安装调试

4.2.1 安装

4.2.1.1 选择地点

应根据当地具体情况,选择视野比较开阔,周围没有遮挡物的地方,例如:观测场、房顶、楼顶。

4.2.1.2 固定支架

应根据当地具体情况,将支架的三角固定,以不晃动为标准,支架正面(以倾斜小架为正面)应朝向东南或西南(与正南的夹角为 $10^{\circ}\sim 15^{\circ}$),不可以朝向正南,否则不易固定机器人臂底盘。

4.2.1.3 参数设置

(1)输入经纬度

以下格式输入当地的经纬度到控制箱内。纬度:以分钟计, * * * * m; n; 经度:以时、分、秒计, * HH, * * MM, * * SS; 具体算法如下:

①测站的地理纬度(以分钟计)($1^{\circ}=60'$),如: $26^{\circ}20'$ 为 $26\times 60+20'=1580'$

②测站的地理经度,如: $35^{\circ}32'50''$, $HH=35/15=2$ 小时,余下 5° ,余下的 5° 变为 5×60 分与分位上的 $32'$ 相加后为 $332'$,则 $MM=332/15=22$ 分钟,余下 2 分钟,余下的 2 分钟变为 2×60 秒,与秒位上的 $50''$ 相加后为 $170''$,则 $SS=170/15=11$ 秒,余下的 $5''$ 省略掉,所以 $35^{\circ}32'50''$ 得到 $HH=2$; $MM=22$; $SS=11$ 。

具体输入控制箱的步骤如下:

1)点击控制箱上四个键的任意一个以激活屏幕,屏幕显示的主界面(手动状态下)如下:

21/05/07			01:43
PW	MAN	SCN	VIEW
绿键	白键	黄键	红键

PW:进入后主要可修改仪器的时间,经纬度等;

MAN:手动操作;

SCN:程序化操作;

VIEW:察看仪器的基本状态,如内部电池电压等。

01:43:05		PW	0
Pass	Word	—	+
绿键	白键	黄键	红键

2)进入 PW(即点击绿键),界面如下:

点击红键,将 $PW=1$ 。

01:43:05		PW	1
Pass	Word	—	+
绿键	白键	黄键	红键

点击绿键,进入 Pass,界面如下:

01:43:05			
RTN	INI	DAT	PAR
绿键	白键	黄键	红键

3)点击红键,进入 PAR(PAR 里主要是仪器的一些参数的设置),界面如下:

Auto			NO
OK	X	—	+
绿键	白键	黄键	红键

Auto=NO,表示现在仪器处于手动状态,若 Auto=YES 表示仪器处于自动状态;

OK:是在参数设置完毕后,点击 OK 即为确认;

X:相当于 NEXT(下一个);

—,+:可以修改参数值。

点击 X,即白键,到下一个参数,界面如下:

Country			86
OK	X	—	+
绿键	白键	黄键	红键

Country:为中国的区号。

点击 X,即白键,到下一个参数,界面如下:

District			46
OK	X	—	+
绿键	白键	黄键	红键

District:为站点的站号。由于新仪器的 District 最大值只能到 255,故只需输入站号的最后两位。
若后三位未超过 255,则输全后三位;

如站号为 55591,只需输入 91 即可。

点击 X,即白键,到下一个参数,界面如下:

Number			580
OK	X	—	+
绿键	白键	黄键	红键

Number:为光学头的编号,如 T580,只需输入 580 即可。

点击 X,即白键,到下一个参数,界面如下:

BCL Sky			NO
OK	X	—	+
绿键	白键	黄键	红键

BCL Sky:为 NO,只需保持默认值不变。

点击 X,即白键,到下一个参数,界面如下:

Man=>DCP			NO
OK	X	—	+
绿键	白键	黄键	红键

Man=>DCP:为 NO,只需保持默认值不变。

点击 X,即白键,到下一个参数,界面如下:

DCP Max			630
OK	X	—	+
绿键	白键	黄键	红键

DCP Max: 为 630, 只需保持默认值不变。

点击 X, 即白键, 到下一个参数, 界面如下:

BCLSUN	Mn		1.0
OK	X	—	+
绿键	白键	黄键	红键

BCLSUN: 为 1.0, 只需保持默认值不变。

点击 X, 即白键, 到下一个参数, 界面如下:

Org. H			+0.0
OK	X	—	+
绿键	白键	黄键	红键

Org. H: 为 +0.0, 只需保持默认值不变。

点击 X, 即白键, 到下一个参数, 界面如下:

Org. V			+0.0
OK	X	—	+
绿键	白键	黄键	红键

Org. H: 为 +0.0, 只需保持默认值不变。

点击 X, 即白键, 到下一个参数, 即输入纬度, 界面如下:

Lat	Mn		+2403
OK	X	—	+
绿键	白键	黄键	红键

Lat mn: 为纬度, 具体算法如上所述。

点击 X, 即白键, 到下一个参数, 即输入经度, 界面如下:

Lon.	HH		E 7
OK	X	—	+
绿键	白键	黄键	红键

Lon. HH: 为经度小时, 具体算法如上所述。

点击 X, 即白键, 到下一个参数, 即输入经度, 界面如下:

Lon.	MM		41
OK	X	—	+
绿键	白键	黄键	红键

Lon. MM: 为经度分钟, 具体算法如上所述。

点击 X, 即白键, 到下一个参数, 即输入经度, 界面如下:

Lon.	SS		51
OK	X	—	+
绿键	白键	黄键	红键

Lon. SS:为经度秒,具体算法如上所述。

以上即为经纬度及其他一些参数的设置,参数设置完成后,点击 OK 即可,然后保存。

(2)输入时间

CE318 太阳光度计使用的是世界时,北京时减 8 即为世界时,因在中国国内全部使用北京时,故输入的时间只需将北京时减 8 即可,具体输入控制箱的步骤如下:

1)点击控制箱上四个键的任意一个以激活屏幕,屏幕显示的主界面(手动状态下)如下:

21/05/07			01:43
PW	MAN	SCN	VIEW
绿键	白键	黄键	红键

PW:进入后主要可修改仪器的时间,经纬度等;

MAN:手动操作;

SCN:程序化操作;

VIEW:查看仪器的基本状态,如内部电池电压等。

2)进入 PW(即点击绿键),界面如下:

01:43:05		PW	0
Pass	Word	—	+
绿键	白键	黄键	红键

点击红键,将 PW=1,界面如下:

01:43:05		PW	1
Pass	Word	—	+
绿键	白键	黄键	红键

点击绿键,进入 Pass,界面如下:

01:43:05			
RTN	INI	DAT	PAR
绿键	白键	黄键	红键

3)点击黄键,进入 DAT,即可进行时间设置,界面如下:

Year	:		7
OK	X	—	+
绿键	白键	黄键	红键

Year:为年,只需输入最后两位;

如 2007 年,只需输入 07,即 7 便可。

点击 X,进入下一个参数,界面如下:

Month	:		5
OK	X	—	+
绿键	白键	黄键	红键

Month: 为月份。

点击 X, 进入下一个参数, 界面如下:

Day	:		21
OK	X	—	+
绿键	白键	黄键	红键

Day: 为日。

点击 X, 进入下一个参数, 界面如下:

Hour	:		2
OK	X	—	+
绿键	白键	黄键	红键

Hour: 为小时。

点击 X, 进入下一个参数, 界面如下:

Minute	:		53
OK	X	—	+
绿键	白键	黄键	红键

Minute: 为分钟。

以上即为时间的设置, 时间设置完成后, 点击 OK 即可, 然后保存。

4.2.1.4 主体架设

将机器人臂放在支架的圆盘上, 并用螺丝略微固定, 以可以滑动机器人臂底盘为准, 目的是为后面 GOSUN 之后移动底盘使光斑与小孔处于同一竖直方向。

(1) 连接光学头数据传输线(图 4-3), 要固定牢靠。

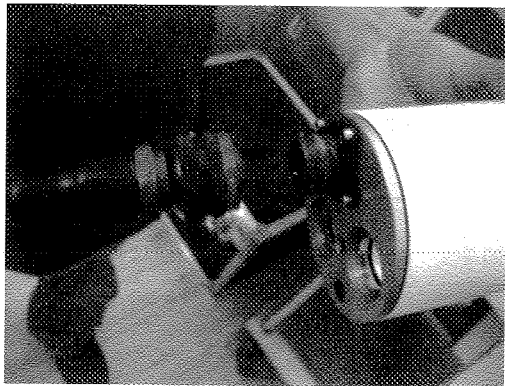


图 4-3 连接光学头数据传输线



图 4-4 装配进光筒

(2) 按图 4-4 所示装配进光筒, 注意缺口方向位置。

(3) 固定光学头与机器人臂(图 4-5, 图 4-6, 图 4-7), 加载进光筒的光学头一侧朝西。注意在用皮带加紧光学头这一步之前要先空载 PARK, 然后旋转有皮带一侧 180°, 再夹上光学头, 此时要注意平行的

关系。

(4)将机器人臂放在支架的圆盘上(图 4-8),并用螺丝略微固定,以可以滑动机器人臂底盘为宜。调节水平,旋动底盘底部的两个可旋螺钮使上端的水泡在圆圈中间位置。

(5)将控制箱、电池放于白色的箱子内,并将各数据线插到相应的接口(图 4-9)。

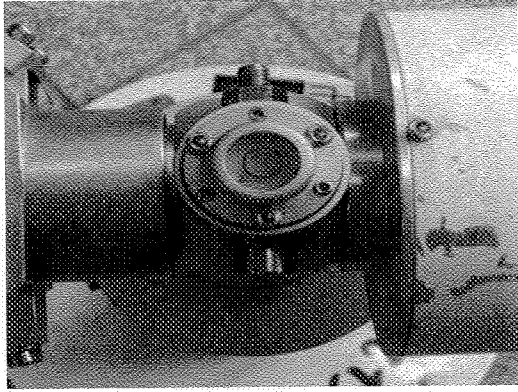


图 4-5 固定光学头与机器人臂 1

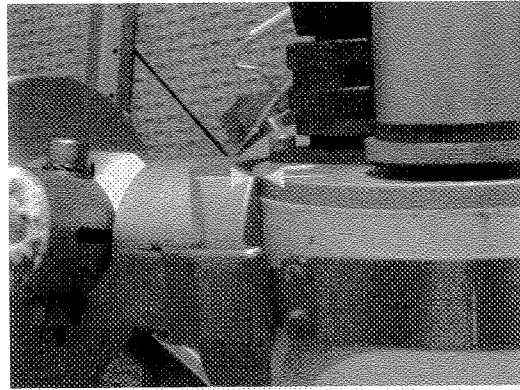


图 4-6 固定光学头与机器人臂 2

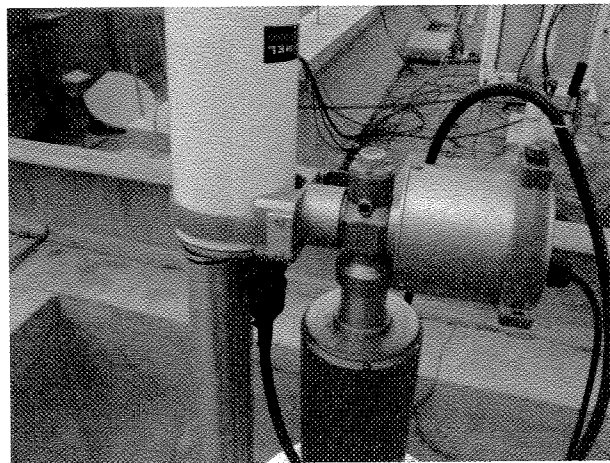


图 4-7 固定光学头与机器人臂 3



图 4-8 将机器人臂固定在支架的圆盘上

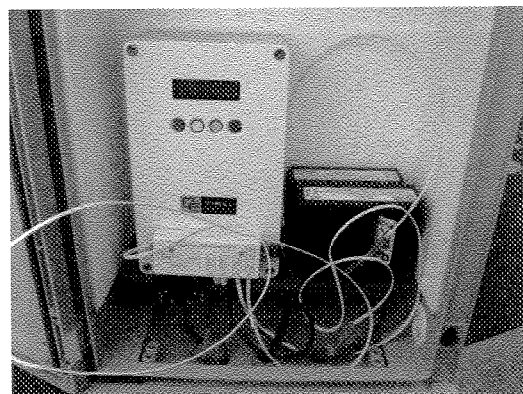


图 4-9 将控制箱、电池放于白色箱子内

4.2.1.5 连接线路

将控制箱、电池放于白色箱子内(参照如下图片),并将各数据线插到相应的接口。

(1)控制箱(图 4-10)。

(2)湿度传感器(图 4-11)。

- (3)将湿度传感器的水晶头“H”连至控制箱“H”端(图 4-12)。
- (4)将外接蓄电池正负极用小黑线连好,用专用电源线引出(图 4-13)。
- (5)引出的电源线接到控制箱右侧电源插口。注意:红接正,蓝接负,白为地线,地线要引出良好接地,切勿接错(图 4-14)。

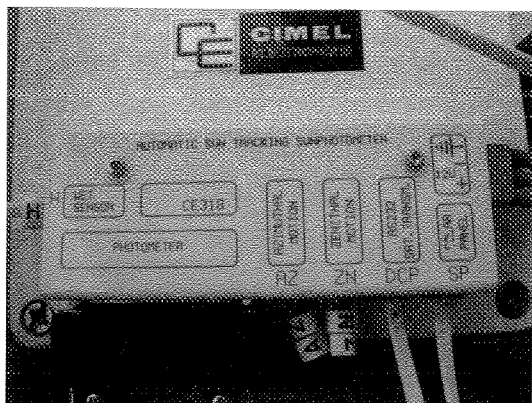


图 4-10 控制箱

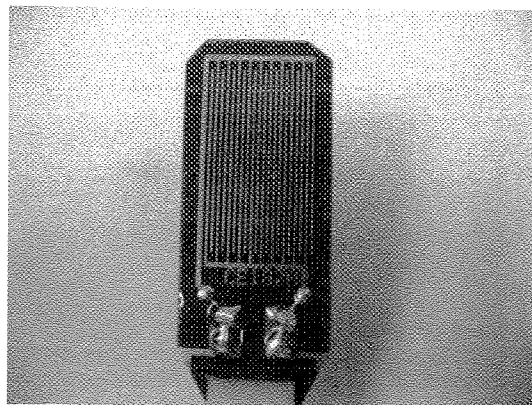


图 4-11 湿度传感器

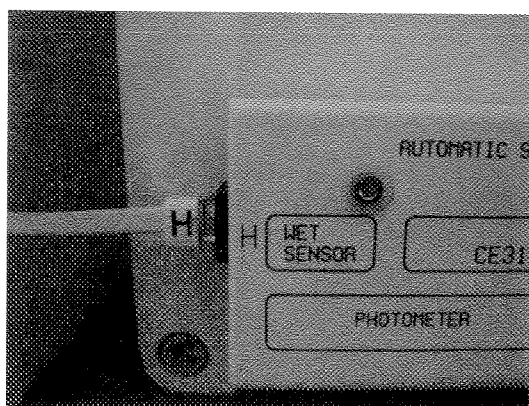


图 4-12 湿度传感器的水晶头“H”连至控制箱“H”端



图 4-13 外接蓄电池正负极用小黑线连好,用专用电源线引出

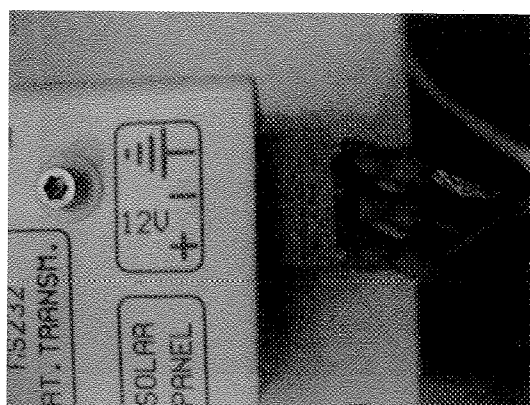


图 4-14 引出的电源线的连接

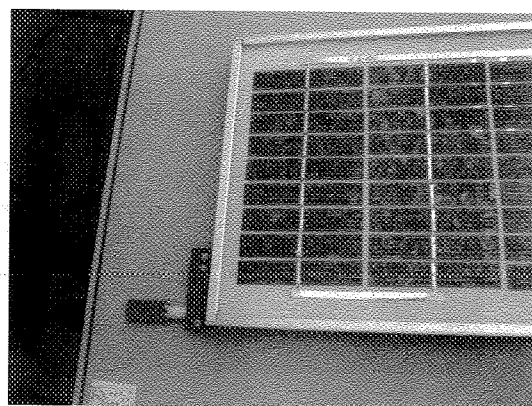


图 4-15 太阳能电池板放在控制箱外部

- (6)太阳能电池板放在控制箱外部(图 4-15),为内部电池充电,作用与外接电源变压器相同。
- (7)将太阳能电池板的水晶头“SP”端接到控制箱的“SP”端,需要时可接外接电源变压器(图 4-16)。
- (8)连接电脑的数据传输线水晶头“DCP”端到控制箱的“DCP”端(图 4-17)。注意:接电脑的一端要

与电脑连接良好。

(9) 光学底盘和上部分别引出的两根线连接到控制箱对应位置, 分别是“AZ”和“ZN”(图 4-18)。

(10) 光学头数据传输线(图 4-19)。

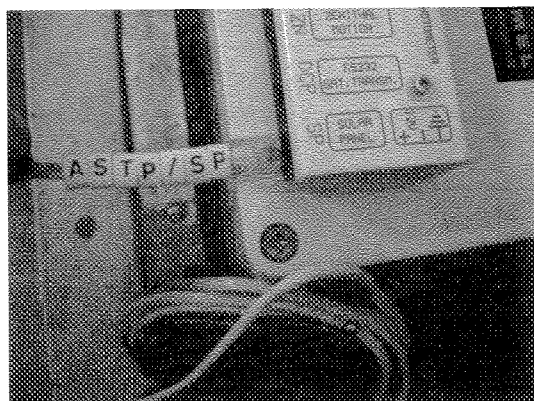


图 4-16 太阳能电池板的水晶头“SP”端接到控制箱的“SP”端

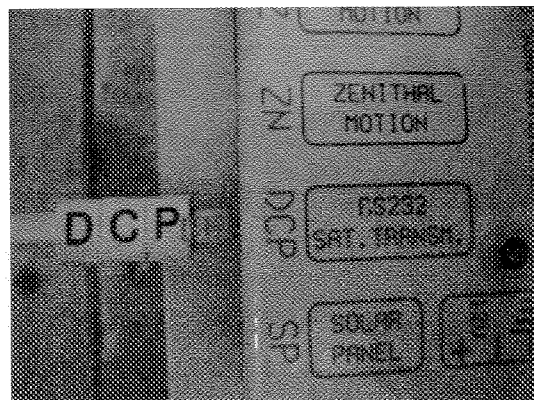


图 4-17 连接电脑的数据传输线的水晶头“DCP”端连到控制箱的“DCP”端

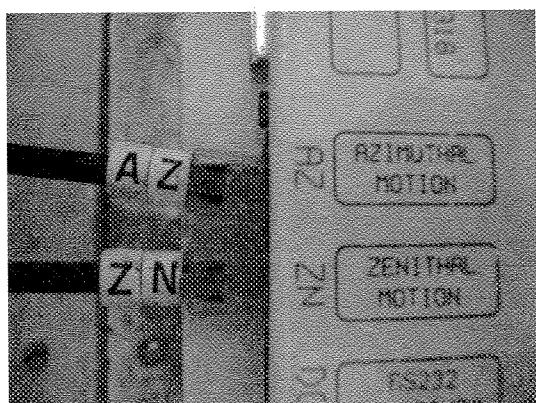


图 4-18 光学底盘和上部分别引出的两根线接到控制箱对应位置

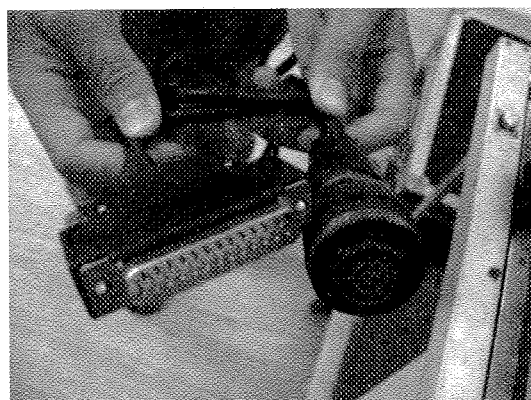


图 4-19 光学头数据传输线

(11) 光学头数据传输线端接到控制箱“PHOTOMETER”端(图 4-20)。

另一圆头端接至光学头部插口(图 4-21)。注意: 插槽有固定接入位置。

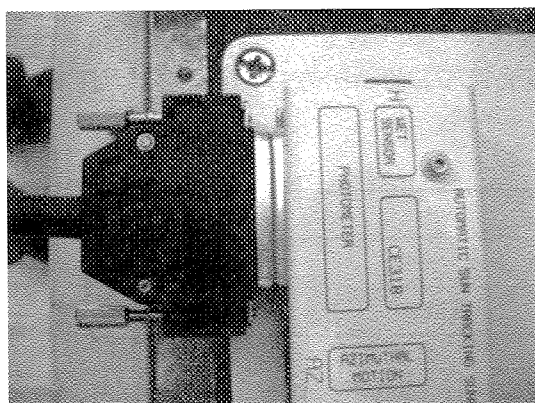


图 4-20 光学头数据传输线端接到控制箱“PHOTOMETER”端

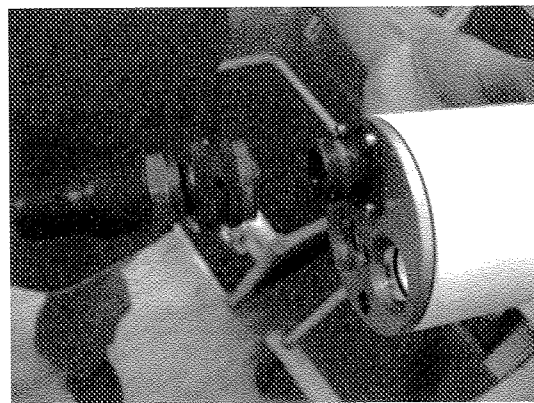


图 4-21 另一圆头端接至光学头部插口

4.2.2 调试

具体操作步骤如下。

(1) 点击控制箱上 4 个键的任意一个以激活屏幕, 屏幕显示的主界面(手动状态下)如下:

21/05/07			01:43
PW	MAN	SCN	VIEW
绿键	白键	黄键	红键

(2) 点击 SCN, 即黄键, 进入 SCN, 界面如下:

<- 0.0 ->		V	0.0 $\wedge$
RTN	GO	- +	OFF
绿键	白键	黄键	红键

RTN: 表示返回到上一界面;

GO: 表示执行所选择的命令, 命令如 OFF, PARK, GOSUN, TRACK, ORIGI 等;

一、+: 表示点击黄键到上一个命令, 点击红键到下一个命令。

(3) 点击红键, 到下一个命令, 界面如下:

<- 0.0 ->		V	0.0 $\wedge$
RTN	GO	- +	PARK
绿键	白键	黄键	红键

PARK: 是使仪器恢复到初始状态的命令;

此时点击 GO(即白键), 执行 PARK 命令, 仪器开始转动, 待仪器停止后, 滑动机器人臂底盘使光学头朝向正西, 此为太阳光度计的初始位置。

(4) 点击红键, 到下一个命令, 界面如下:

<- 0.0 ->		V	0.0 $\wedge$
RTN	GO	- +	GOSUN
绿键	白键	黄键	红键

GOSUN: 使进光筒对准太阳, 点击 GO(即白键), 执行 GOSUN 命令, 进光筒开始指向太阳(图 4-22), 以阳光从进光筒上部的小孔形成的小光斑落在进光筒底部的小孔的上下延长线上为标准, 不可偏差太远。若光斑有横向偏差, 要滑动底盘使之在纵向成一条线。

(5) 点击红键, 到下一个命令, 界面如下:

<- 0.0 ->		V	0.0 $\wedge$
RTN	GO	- +	TRACK
绿键	白键	黄键	红键

TRACK: 表示仪器跟踪太阳, 此时点击 GO(即白键), 执行 TRACK 命令, 光斑会正好落在进光筒底部的小口内。若有一些偏差, 可能是在执行 GOSUN 命令时, 未能大致对准太阳; 或者是仪器有问题, 需与相关部门联系解决。

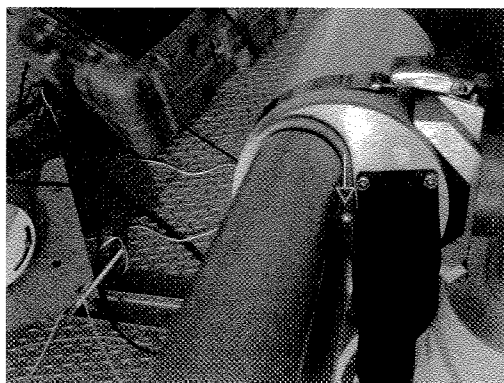


图 4-22 进光筒开始指向太阳

(6) 点击黄键, 到 PARK 命令, 界面如下:

<— 0.0 —>		V	0.0 A
RTN	GO	— +	PARK
绿键	白键	黄键	红键

执行 PARK 命令, 待仪器停止后, 开始调试机器人臂底盘至水平 (在此期间不可滑动机器人臂底盘), 固定螺丝, 然后重复 (2) — (5) 步骤至少 3 次, 以确保仪器在执行 TRACK 命令时对准太阳。然后把固定底盘的 3 个螺钉固定牢。

(7) 将下载数据的连接线的另一头插在电脑后的 Com 口处, 记录所插的 Com 口的编号, 以备后用。

4.3 数据采集

4.3.1 安装软件

(1) 将光盘放入计算机光驱, 显示如下界面 (图 4-23)。



图 4-23 光盘放入计算机后的显示界面

(2) 若未出现上述界面, 则双击光驱目录下的 ASTPWin 文件夹里的 SETUP 文件 (图 4-24)。

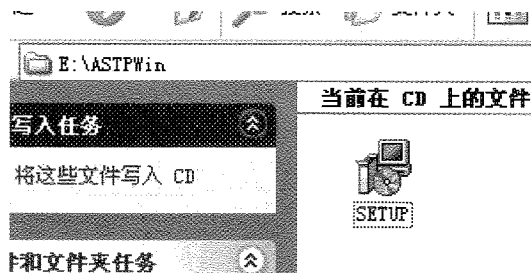


图 4-24 ASTPWin 文件夹里的 SETUP 文件

(3)显示安装向导,如图 4-25 所示,点击 Next。

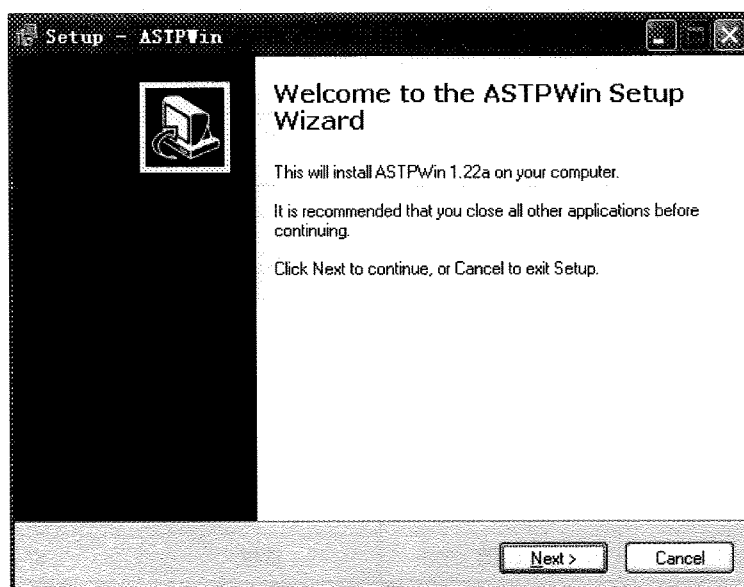


图 4-25 安装向导

(4)设置安装路径,如图 4-26 所示,点击 Next。

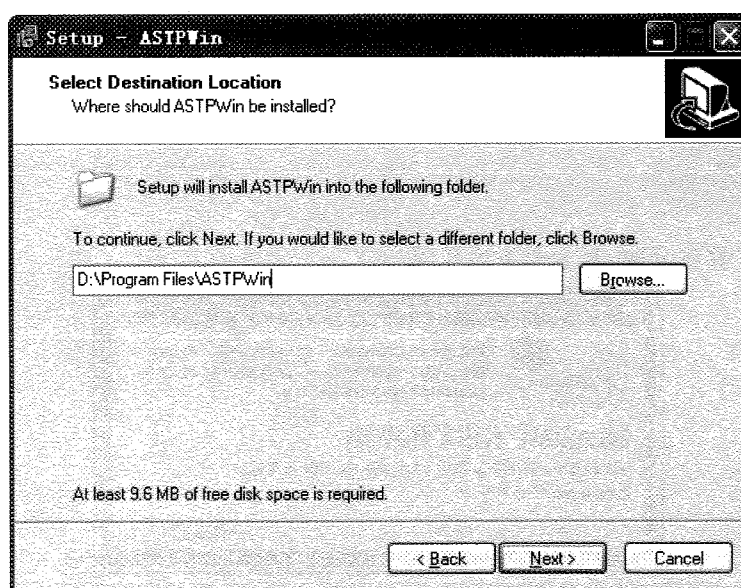


图 4-26 设置安装路径

(5)设置文件夹,如图 4-27 所示,继续点击 Next。

(6)继续安装,如图 4-28 所示,点击 Install。

(7)系统自动安装,完成后,桌面上出现如下图标(图 4-29),用作软件升级。

(8)点击“开始”菜单找到程序中安装的启动程序,创建桌面快捷图标(图 4-30)。

(9)此时桌面出现如图 4-31 所示的图标,至此安装完毕,可以将光盘取出光驱。

(10)在安装文件夹旁新建一个非中文命名的文件夹用以保存自动下载数据,命名方式为“光学头号后 3 位_cawas”,如图 4-32 所示,或也可以命名为一个容易识别的名称。

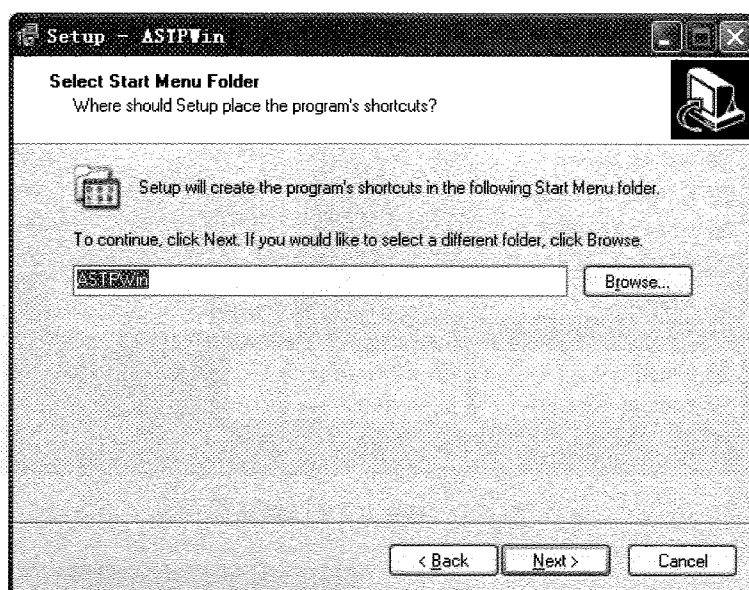


图 4-27 设置文件夹

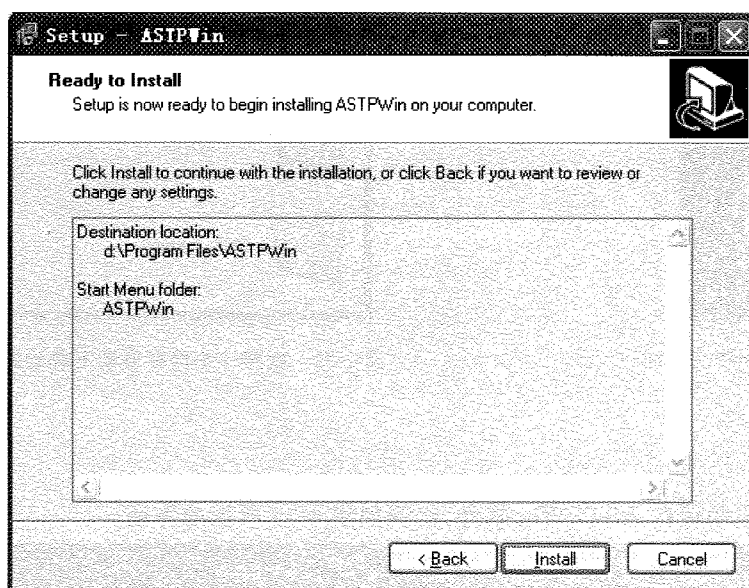


图 4-28 继续安装



图 4-29 软件升级图标

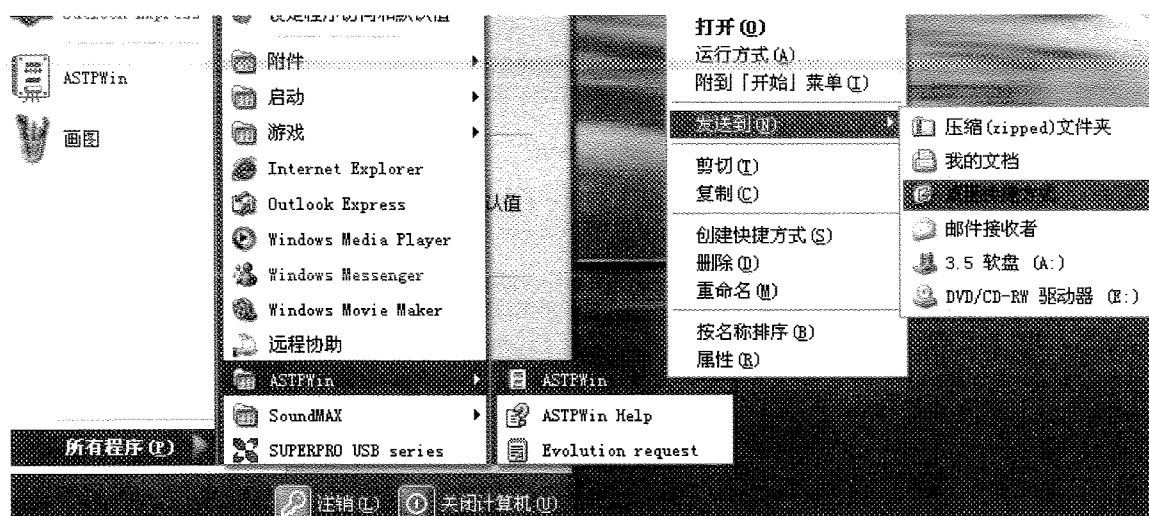


图 4-30 创建桌面快捷图标

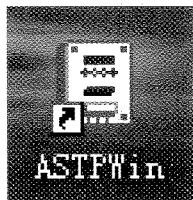


图 4-31 安装完毕的图标



图 4-32 新建一个保存自动下载数据的文件夹

4.3.2 运行软件

双击快捷图标,启动运行 ASTPWin 软件,出现如图 4-33 所示的界面。

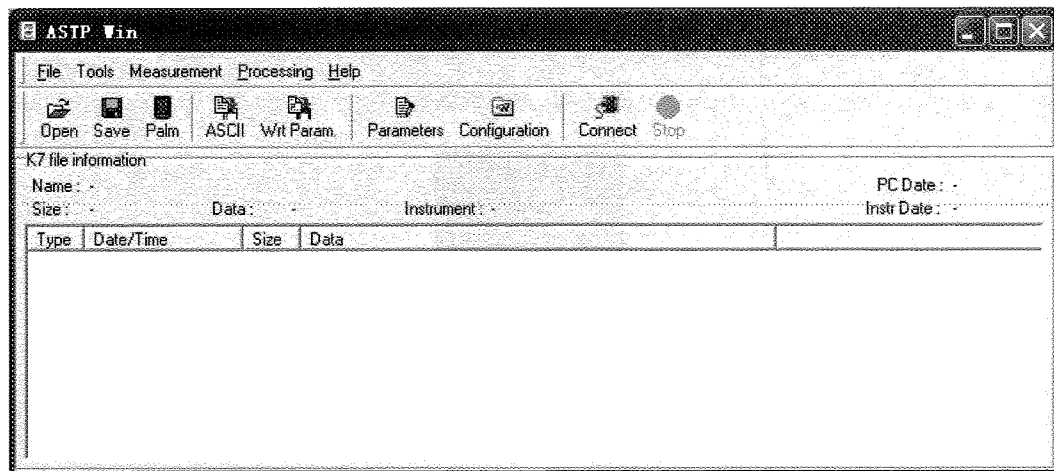


图 4-33 启动运行 ASTPWin 软件

软件基本功能。在菜单栏有 File、Tools、Measurement、Processing、Help 等选项。

(1)“Files” 文件菜单

Open、Save、Save as:文件的打开、保存、另存为;

Convert in ASCII:ASCII 码转换,等同于工具栏的 ASCII 按钮;

Merge the K7 files:合并 K7 文件;

Import from palm:输入端口设置,等同于工具栏的 Palm 按钮;

Quit:退出。

(2)“Tools” 工具菜单

Connect/Disconnect:电脑与仪器的连接/断开,等同于工具栏的 Connect 按钮,在数据传输到计算机过程中按下 Stop 按钮可终止传输;

Transmission historic:查看传输的历史信息,按条列出;

Parameters edition:查看修改仪器内部参数,等同于工具栏的 Parameters 按钮,此外 Wit Param 按钮功能是导出所查看的内部参数至记事本文件;

Conversion tools:经纬度转换工具,实现多种方式转换;

General setup:配置的设定,等同于工具栏的 Configuration。

(3)“Measurement”测量菜单

Delete the measurements:当选中了一条数据选择此项,会删除该条数据;

Measurement detail:测量数据的详情,等同于双击一条数据出现详细信息的一个窗口;

Save the ASCII files:导出 ASCII 码文件,等同于工具栏的 ASCII 按钮。

(4)“Processing”处理菜单

Bouguer-Langley calibration:Bouguer-Langley 标定,可以查看各波段辐射情况来反演大气气溶胶光学厚度以及对仪器光学头进行标定和比对;

Radiometer:辐射计。

(5)“Help”帮助菜单

Help Summary F1:帮助摘要,打开帮助窗口查看各种帮助信息,还可按 F1 打开;

About:关于,显示版本与联系方式等信息。

4.3.2.1 设置软件

点击 Configuration 配置按钮(图 4-34)。Communication 通信标签:Link 连接框里 Communication type 通信类型选择 Serial cable 串口线缆,选中 Automatic connection at start 开始自动连接,在开启软件时自动地使计算机与仪器通信连接。Communication port 通信端口框里 Port number 选择仪器连接计算机的串行通信端口号 COMX,Speed(in bauds)传输速度(波特率)选择 1200。Misc. 其他选项框选择 1、2、4 项,1 为在两个空事件后停止传输,傍晚或下雨经过两个空观测后停止观测和传输;2 为优化传输,只传当次观测数据;4、计算机直接授时给仪器,要求计算机时间必须准确,可以通过 GPS 或网络校时软件定期校时。

Data 标签(图 4-35):Automatic data storage 数据自动存储路径框,选中 Activate automatic K7 recording 自动存储 K7 文件,in directory 路径设置为安装时设置的存储数据文件夹。空置 ASCII files creation(生成 ASCII 码文件)复选框。Base name 是生成 K7 文件名的前缀,命名规则一般为:台站所在地名称的汉语拼音_台站号_年,后面则由系统自动生成。

另外 ASCII format 和 Misc. 按默认即可。以上全部设置完成后,点击 OK 保存即可。

4.3.2.2 Connect 连接

点击软件工具栏中的 Connect(图 4-36),点击后 ASTPWin 软件的右上角的灯为红色,表示现在没有从太阳光度计向电脑传输数据,若灯变为绿色,则表示现在正在从太阳光度计接收数据。

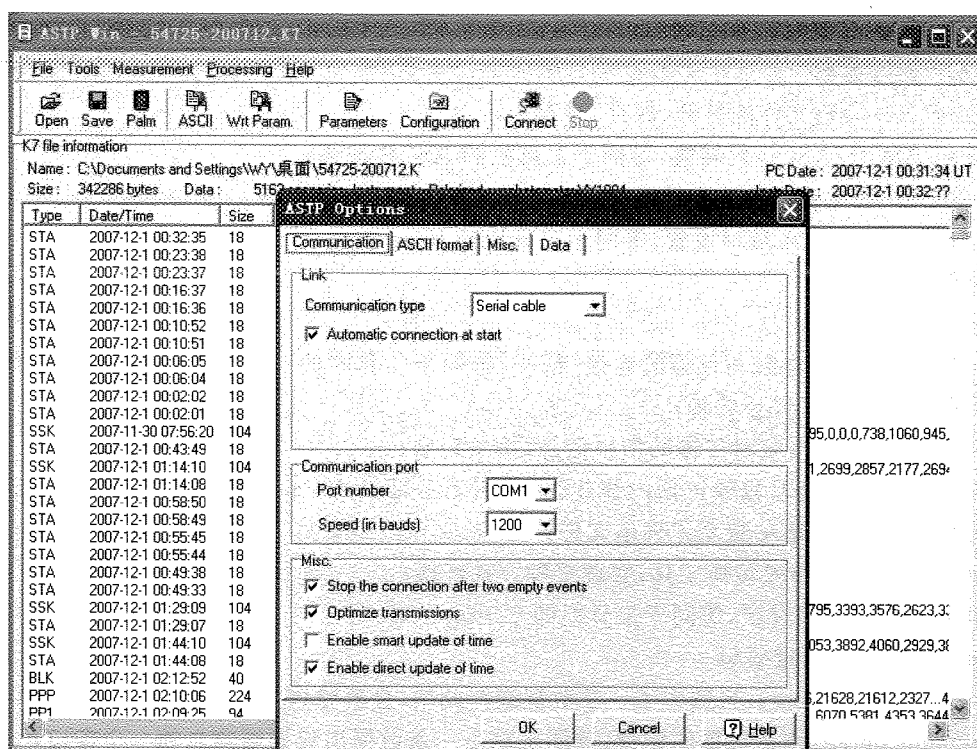


图 4-34 Communication 设置

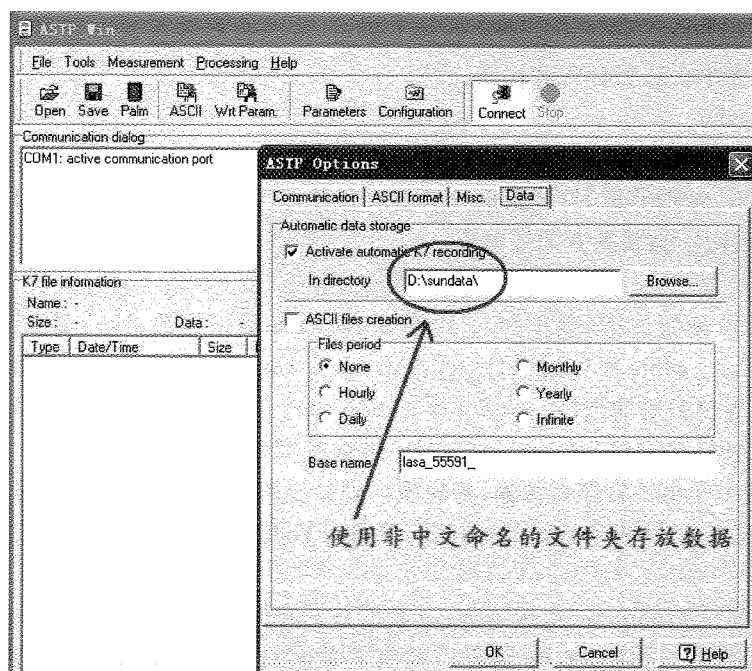


图 4-35 Data 标签设置

4.3.2.3 测试仪器与电脑连接

(1) 激活屏幕, 界面如下:

21/05/07			01:43
PW	MAN	SCN	VIEW
绿键	白键	黄键	红键

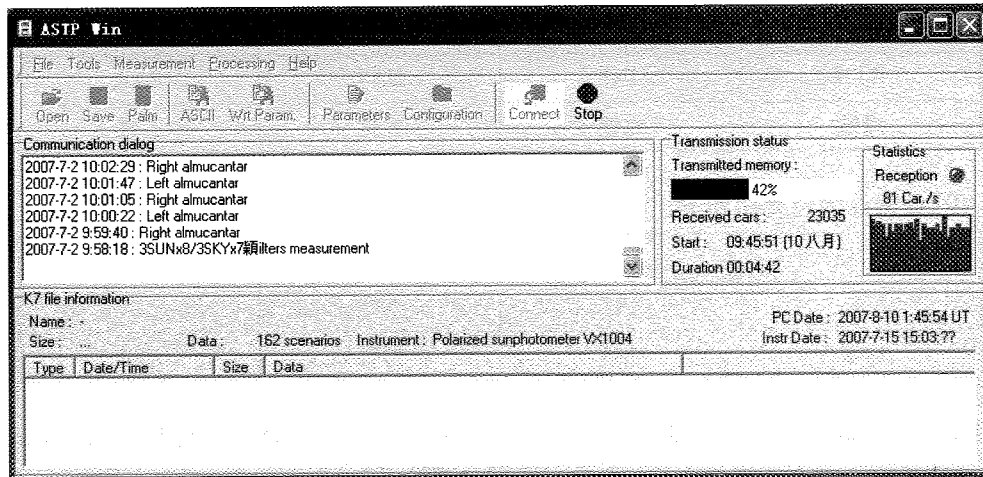


图 4-36 点击软件工具栏中的 Connect

点击 SCN 进入,界面如下:

<— 0.0 —>		V	0.0 Λ
RTN	GO	— +	OFF
绿键	白键	黄键	红键

(2)GO PC 命令

界面如下:

<— 0.0 —>		V	0.0 Λ
RTN	GO	— +	PC
绿键	白键	黄键	红键

点击黄键到 PC 命令点击 GO,即白键,执行 PC 命令,此时若太阳光度计与电脑连接正常,软件 ASTPWin 右上角的红灯会变成绿灯。若始终为红灯,需检查 Com 口设置是否正确,然后重新启动电脑,打开 ASTPWin 软件,并点击 Connect,重复以上操作。

4.3.2.4 手动变自动

注意,在使仪器变为自动状态之前,一定要将机器人臂处于 PARK 状态。

进入 PW(点击绿键),界面如下:

01:43:05		PW	0
Pass	Word	—	+
绿键	白键	黄键	红键

点击红键,将 PW=1,界面如下:

01:43:05		PW	1
Pass	Word	—	+
绿键	白键	黄键	红键

点击绿键,进入 Pass,界面如下:

01:43:05			
RTN	INI	DAT	PAR
绿键	白键	黄键	红键

进入 PAR(点击红键),界面如下:

Auto			NO
OK	X	—	+
绿键	白键	黄键	红键

PAR 里主要是仪器的一些参数设置。Auto=NO,表示现在仪器处于手动状态,若 Auto=YES 表示仪器处于自动状态。将 NO 变为 YES,点击 OK 即为确认,然后保存设置,点击 YES。

至此太阳光度计安装完成,将箱体锁上即可。注意保管好塑料箱的钥匙。

4.3.2.5 数据质量

太阳光度计数据为 K7 文件。每日上传数据为 RAR 压缩文件。命名格式:

Z_CAWN_I_IIII_YYYYMMDD000000_O_AER-FLD-AOD.RAR

检查太阳光度计数据质量是否合格,判断仪器是否工作正常,可通过以下方法:

在用软件获取数据时,若出现异常会在软件上有所反应,查看 STA 中的状态码,即双击 STA,进入 STA,若 status type 为大写字母,表示仪器工作正常。

若 status type 为小写字母,表示仪器工作不正常。故障码及故障描述见表 4-2。

表 4-2 STA 中的状态码

故障码	描述
b	机器人臂(robot)异常
s	光学头内部、滤光片(wheel filter)异常
r	需要重启、内部电路插板接触异常
h	湿度传感器(humility)感应到下雨自动停机观测,不是异常

若天气晴好,SSK、NSU、ALL、ALR 等数值为几千到几万,但最大值不会超过 32000,若最大值超过 32000,软件所显示的数值为四个感叹号,即!!!!。

注意:①一天中 STA 偶尔出现 1~3 次小写字母,不影响仪器正常工作;若一天或几天一直出现小写字母表示仪器有问题,须与相关部门联系;②数据中偶尔出现几次!!!!,不影响数据质量,若一天中的数据大多数为!!!!,说明仪器有问题。

4.4 故障处理和注意事项

4.4.1 故障处理

4.4.1.1 对不准太阳

仪器在正常自动观测时不能对准太阳,先把仪器调成手动状态进行 GO PARK→GO SUN→GO TRACK 操作,若还对不准则需查看微开关电压,方法如下。

激活屏幕,界面如下:

21/05/07			01:43
PW	MAN	SCN	VIEW
绿键	白键	黄键	红键

按绿键 PW, 出现如下界面:

01:43:05		PW	0
Pass	Word	—	+
绿键	白键	黄键	红键

按红键 + 号, 使 PW=3, 界面如下:

01:43:05		PW	3
Pass	Word	—	+
绿键	白键	黄键	红键

按白键 Word, 界面如下:

21/05		01:43:05	
RTN	MON	MAT	TST
绿键	白键	黄键	红键

按白键 MON, 界面如下:

Menu	Lecture		
RTN	FLG	K7	RAM
绿键	白键	黄键	红键

按红键 RAM, 界面如下:

0003:20	00	79	02
RTN	Mod	—	+
绿键	白键	黄键	红键

按白键 Mod, 界面如下:

0003:20	=>00		
RTN	Ecr	—	+
绿键	白键	黄键	红键

按红键 + 号使 00 变成 02, 界面如下:

0003:20	=>02		
RTN	Ecr	—	+
绿键	白键	黄键	红键

按绿键 RTN 直至退出, 进行 GO PARK 操作, 界面如下:

H120	080	V120	080
RTN	GO	— +	OFF
绿键	白键	黄键	红键

读得的“H120 80 V120 080”属正常值,若偏离太大需联系相关部门。

4.4.1.2 测量值全零或“s”报错

从数据看出,现大面积的全零值时,也就是 NSU 或 SSK 全零,或有“s”提示时,需要把仪器调成手动状态进行 GO PARK→GO SUN→GO TRACK 操作,看是否能对准太阳,若不能对准,请参见 4.3.1 的处理方法,若能对准则需要测试 BCLSUN 值,具体方法如下。

在手动状态下,界面如下:

21/05/07			01:43
PW	MAN	SCN	VIEW
绿键	白键	黄键	红键

按绿键 PW,界面如下:

01:43:05		PW	0
Pass	Word	—	+
绿键	白键	黄键	红键

按红键+,使 PW=1,界面如下:

01:43:05		PW	1
Pass	Word	—	+
绿键	白键	黄键	红键

按绿键 Pass,界面如下:

01:43:05			
RTN	INI	DAT	PAR
绿键	白键	黄键	红键

按红键 PAR,界面如下:

Auto			NO
OK	X	—	+
绿键	白键	黄键	红键

按白键 X,直到如下界面:

BCLSUN	mn		1.0
OK	X	—	+
绿键	白键	黄键	红键

使右上角数值为 1.0,含义为对太阳进行观测,间隔为 1 分钟,设置好后按绿键 OK,界面如下:

Valid	?		
NO			YES
绿键	白键	黄键	红键

按红键 YES,即可退出,界面如下:

21/05/07			01:43
PW	MAN	SCN	VIEW
绿键	白键	黄键	红键

按白键 MAN,界面如下:

21/05/07			01:43
RTN	SUN	SKY	SEL
绿键	白键	黄键	红键

按红键 SEL,界面如下:

<- 0.0 ->		V	0.0 $\wedge$
RTN	GO	- +	OFF
绿键	白键	黄键	红键

点击红键,直到界面如下:

<- 0.0 ->		V	0.0 $\wedge$
RTN	GO	- +	PARK
绿键	白键	黄键	红键

按白键 GO,执行 PARK 命令,进行复位,按红键直到如下界面:

<- 0.0 ->		V	0.0 $\wedge$
RTN	GO	- +	GOSUN
绿键	白键	黄键	红键

按白键 GO,执行 GOSUN 命令,瞄准太阳,按红键直到如下界面:

<- 0.0 ->		V	0.0 $\wedge$
RTN	GO	- +	TRACK
绿键	白键	黄键	红键

按白键 GO,执行 TRACK 命令,进行跟踪太阳,按红键+,直至出现 BCLSUN,界面如下:

<- 0.0 ->		V	0.0 $\wedge$
RTN	GO	- +	BCLSUN
绿键	白键	黄键	红键

按键 GO 即可进行观测。

持续半小时后手动退出使其停止观测,把数据手动进行 GO PC。

4.4.1.3 缓冲区初始化

此操作慎用,因为一旦操作,仪器内部芯片记录的观测数据就会全部清空,仅在有特殊需要时进行此操作。具体方法如下。

在手动状态下,界面如下:

21/05/07			01:43
PW	MAN	SCN	VIEW
绿键	白键	黄键	红键

按绿键 PW,界面如下:

01:43:05		PW	0
Pass	Word	—	+
绿键	白键	黄键	红键

按红键+,使 PW=1,界面如下:

01:43:05		PW	1
Pass	Word	—	+
绿键	白键	黄键	红键

按绿键 Pass,界面如下:

01:43:05			
RTN	INI	DAT	PAR
绿键	白键	黄键	红键

按白键 INI,界面如下:

purge	memory	?	
NO		YES	SBY
绿键	白键	黄键	红键

按黄键 YES 则清除内存信息,按绿键 NO 则不清除内存信息,按 SBY 对应的红色键,则进入省电状态,此时屏幕立即无任何显示,一般关机时使用。

4.4.1.4 湿度传感器异常

此异常表现为降水天气仪器继续观测,也就是说湿度探头在潮湿情况下,仪器不停止观测。这时需要准备如下物品:干净、干燥的棉类材料或纸巾、净水、弱酸类物质(化学试剂用酸或白醋)、干净的小刷子。在手动状态下操作。

在手动状态下,界面如下:

21/05/07			01:43
PW	MAN	SCN	VIEW
绿键	白键	黄键	红键

按红键 VIEW, 界面如下:

21/05/07			01:43
RTN	BAT	InsH	MEM
绿键	白键	黄键	红键

按白键 BAT, 界面如下:

01:43:00		Ba	5, 10
绿键	白键	黄键	红键

按红键, 界面如下:

01:43:00		HH	0
绿键	白键	黄键	红键

HH=0 表示无降水, 仪器正常观测, 若 HH=1 表示湿度探头潮湿, 感应到有降水, 仪器在自动状态会处于停止观测。湿度传感器基本原理如图 4-37 所示。

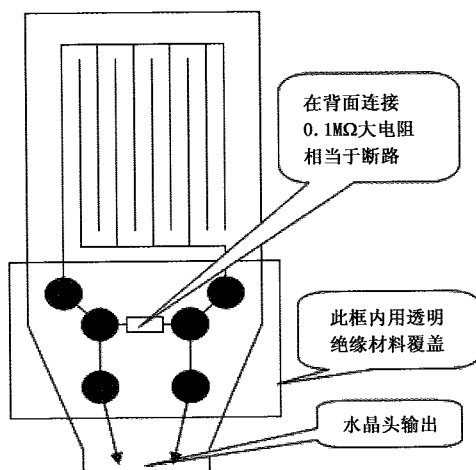


图 4-37 湿度传感器基本原理

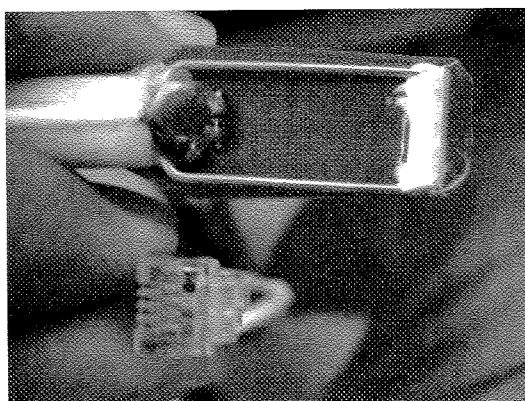


图 4-38 传感器接出部分共两根线

栅极处于干燥状态时, 电路被一在背面连接的 $0.1\text{M}\Omega$ 大电阻阻隔, 相当于断路, 在有水滴在栅极时, 电流通路选择电阻比较小的栅极一路通过, 水晶头两导线处于连通状态。传感器接出部分共两根线, 如图 4-38 中所示, 位于水晶头触点侧的左端。如果更换要注意线缆颜色。

若湿度探头处于干燥状态 HH=0, 则向探头滴水, 观察 HH 显示是否变化为 1, 若变为 1, 则用干净、干燥的棉类材料擦干观察变化, 若变回 0, 表明湿度传感器没有问题。中间环节出现异常则需要用若酸类物质浸泡湿度探头, 结合用小刷子进行清洁, 最后一定要用清水冲洗干净, 然后再测试。若还不正常须与相关部门联系。

4.4.1.5 机器人臂长时间不抬起观测

把仪器调成手动状态进行 GO PARK→GO SUN→GO TRACK 操作, 看机器人臂是否有动作, 若动作异常需进行如下查看。界面如下:

21/05/07			01:43
PW	MAN	SCN	VIEW
绿键	白键	黄键	红键

按红键 VIEW,界面如下:

21/05/07			01:43
RTN	BAT	InsH	MEM
绿键	白键	黄键	红键

按白键 BAT,界面如下:

01:43:00		Ba	5.10
绿键	白键	黄键	红键

此时的 $Ba=5.10$ 表示外部电池电压为 5.10V,这个值在 5V 以上就可以使机器人臂正常运作。若低于 5V,要检查太阳能电池板与控制箱连接是否正常。

4.4.1.6 光学单元编号没有设置

每台太阳光度计的光学单元都有一个与之对应的定标参数文件,未将光学单元编号输入控制单元或者输入了错误的编号,虽然不妨碍仪器的正常运行以及观测数据的质量,但给后期观测站网数据的集中处理和订正带来一些不必要的麻烦,需要数据处理者花费一定的时间逐个核实每台仪器光学单元的编号。

因此,在太阳光度计的运行中,观测人员应注意将光学单元编号输入控制单元的 Number 参数中,在仪器光学单元进行更换时 also 需正确输入对应的编号,以保证整个站网仪器运行的有序管理和数据处理的高效性。

4.4.1.7 仪器工作电压不足

要保证仪器正常运行,控制单元内部电池的电压应在 5.0V 以上,外部电池电压应在 12.5V 以上。通常情况下,仪器控制单元的内、外部电池主要是由太阳能电池板来充电,同时也提供了外部交流充电器。如果单纯用太阳能电池板来充电,在早上和傍晚太阳辐射较弱或阴雨天较多时,太阳能电池板蓄电能力会有所下降,易造成供电不足而使仪器运行异常,在仪器状态参数中会出现“b”或“s”代码,即表明双轴步进电机系统和光学单元内部的滤光轮等可能出现异常。此外,太阳能电池板和内、外部电池的老化,以及接头部位连接不好等原因,也同样会造成仪器的运行异常。因此建议台站应定期清洁太阳能电池板,注意太阳能电池板的朝向;在太阳能电池板供电不足时及时使用外部交流充电器。

4.4.1.8 仪器时钟差异过大

仪器的时钟需要定期进行校对,并确保仪器与标准时间的相差小于 10s。在实际运行中,个别台站的仪器曾出现了偏差达 20 多分钟的现象,导致仪器无法准确地自动跟踪太阳。许多台站虽然没有出现类似现象,但也存在时钟不准确的现象。建议台站应每周对仪器的时钟进行核准,保证仪器观测的准确性。

4.4.1.9 数据线连接问题

光学传感单元与控制单元之间的数据连接线是这两个单元通讯的桥梁,当数据连接线接触不良或有折断时,太阳光度计的仪器状态参数中会出现“p”或“s”代码。当出现“s”代码时,如果没有温度数据,说明光学单元和控制单元的数据连接线存在问题。

在台站运行中发现,个别台站数据连接线内部的四根线折断,仪器状态参出现“p”代码。有的台站

虽然观测数据正常,但是温度数据显示为“abs.”,经检查发现数据线中的一根折断。虽然不影响仪器的正常观测,但在计算光学厚度时,会影响到1020nm和870nm两个波段的光学厚度温度订正。

因此,建议台站人员应经常检查仪器状态参数的代码和温度来判断仪器的数据线是否存在问题。

4.4.1.10 水平调节问题

保持双轴步进电机系统和光学传感单元处于水平状态,是仪器准确跟踪太阳的基础。双轴步进电机系统上部有一个水平仪,可用来观察系统的水平状态,通过支撑底座上的两个螺丝可对双轴步进电机系统进行水平调节。而光学传感单元底部的水平调节则需在手动模式和PARK状态下进行,即光学传感单元处于底部朝上的竖直状态,可用水平仪测量其底部水平状态,因光学传感单元固定在双轴步进电机系统的“U”形卡座内,故可通过调节U形卡座使光学传感单元底部处于水平。如果不是在光学传感单元处于PARK状态时对其进行水平调节,那么仪器将无法准确地跟踪太阳。在实际运行中,有些台站先后遇到这种问题,使得观测数据异常。

4.4.1.11 GOSUN跟踪太阳问题

GOSUN命令是使光学传感单元指向根据时间和地点计算出来的太阳位置。在手动模式执行GOSUN命令时,如果仪器的光学传感单元不能正确地指向太阳方向,需要进行如下检查:

- (1)应检查系统的时间是否为世界时(UTC)且与标准时间偏差在10s以内;
- (2)其次,检查观测地点的经度、纬度参数是否正确输入;
- (3)在PARK状态下检查仪器光学传感单元的底部是否水平;
- (4)检查双轴步进电机系统是否水平;
- (5)检查光学传感单元与双轴步进电机系统之间是否正确连接;
- (6)检查双轴步进电机系统是否能正常工作。

4.4.1.12 四象限跟踪(TRACK)问题

为准确跟踪太阳,在光学传感单元上装有一个四象限探测器,用于精确地跟踪太阳,其执行命令为TRACK。如果在手动模式下,GOSUN命令能使光学传感单元正确地指向太阳,但是TRACK命令不工作,则应检查光学传感单元和控制单元的连接线是否正常和正确连接;同时,需要检查四象限探测器的窗口是否洁净。

4.4.1.13 双轴步进电机系统问题

双轴步进电机系统的异常是台站运行中存在的主要问题。如果用手动方式从控制单元发送命令,双轴步进电机系统不响应或工作异常时,一般有多种可能:(1)外部电池电压过低;(2)电池接头接触不好或连接不正常;(3)AZ或ZN连接线没接好;(4)系统内部的微开关失效;(5)步进电机故障;(6)控制单元异常等。

此外,在运行中还发现个别太阳光度计双轴步进电机系统曾发生雨水浸入现象,致使步进电机发生锈蚀和损坏,仪器无法正常工作。这种现象很有可能是双轴步进电机系统“O”形圈密封失效所造成的。

4.4.1.14 雷击问题

防雷是需要值得注意的问题,个别台站就曾经发生因为雷击而使控制单元和光学单元的CPU板等电路严重损坏,造成仪器彻底报废的现象。

4.4.2 注意事项

4.4.2.1 日检查

- (1)检查太阳光度计的光点位置是否偏离,如有偏离则需要进行调整。
- (2)检查跟踪器是否能准确跟踪太阳,并注意太阳光度计的启动和停止是否按照时间程序正常进行。
- (3)检查数据是否正常下载。
- (4)所有检查记录记入日检查表。

4.4.2.2 周检查

(1)检查电池连接,检查 ZN/AN 电缆和光学头电缆的连接,查看安装箱是否漏水。

(2)确认湿度传感器是否工作正常(激活为 0,不激活为 1)。系统对湿度传感器相应的检测方法如下:VIEW-BAT(2)-HH-0OR1,如果传感器长期处于激活状态,可能有如下原因,传感器表面有污染物(如盐分,要进行清洁),湿度传感器电缆被折,湿度传感器处在积水中。为防止漏水影响,要将湿度传感器正对太阳。若湿度传感器对降水不响应,即降水天气光度计也在工作,检查 HH 一直等于 0 时,则表明铜栅部分被腐蚀,需要用稀释的酸性液体浸泡栅部 30s,之后用水冲干净、擦干即可恢复感湿功能,若仍不正常,可能连接电缆没连接好或者传感器已坏,这时需要更换。

(3)检查电池电压,内部电池为 5V 以上,外部电池在 12.5V 以上,VITEL DCP 发射器电压为 12.5V 以上,VITEL DCP 在工作时它的电压会降 0.5V 左右。

(4)检查仪器时钟和 GMT/DCP 时钟,如果仪器时钟偏差 10s,就必须进行重新设置。

(5)检测机械臂和光学头是否水平,先将仪器至于 MANUAL 工作模式并 PARK 光学头(注意:在 AUTO 模式,仪器 PARK 时不水平)。机器人臂的水平调整是底部螺丝,调整光学头的水平是 Zenith 螺丝。

(6)检测仪器的跟踪和对准器,主要检测仪器自动跟踪太阳的能力,在 MANUAL 工作模式选择 GOSUN-TRACK,看太阳穿过对准筒上部的光斑是否落在下方的凹槽里。若超过 2mm,则需要调整。注意擦净四象限跟踪器入光窗口。

4.4.2.3 其他注意事项

(1)在插拔 RS-232 通信线缆时,必须在计算机和太阳光度计均处于关机的状态下进行,以防止 RS-232 口的损坏,并注意静电对 RS-232 口的影响。

(2)当湿度较大,或有降水天气过程来临时,应及时巡视仪器光学头的位置,必要时应做调整或进行遮挡和保护。

(3)非专业人员不得清洁滤光片。

(4)当遇沙尘天气时,应及时对仪器进行遮盖和保护。

(5)遇雷电天气时应停机防止雷击。

4.4.2.4 定期对仪器进行校准

每 10~12 个月,需要返回相关部门使用标准仪器进行比对校准。

第5章 M9003/Aurora1000 型气溶胶浊度仪操作技术手册

大气气溶胶是指大气与悬浮在其中的固体和液体微粒共同组成的多相体系,通常用大气气溶胶表示多相体系中的颗粒物。大气气溶胶颗粒物的直径多为 $10^{-3} \sim 10^2 \mu\text{m}$,它不但能通过散射和吸收太阳辐射、热辐射影响整个地气系统的辐射收支,从而影响全球环境气候的变化,还对云的形成、能见度的改变以及人类健康有着重要影响。

对气溶胶散射和吸收特性的度量就是气溶胶的散射系数和吸收系数,这两个系数之和为气溶胶的消光系数。浊度仪作为一种气溶胶散射系数的监测仪器,能很好地对大气气溶胶的散射系数进行实时监测。早在 20 世纪 50 年代,国外研究人员研究发明了第一台积分式浊度仪,并在之后的几十年应用中进行了多次改进。近年来国内也开始应用积分式浊度仪进行气溶胶散射系数的观测。

国家区域大气本底站使用澳大利亚 ECOTECH 公司的 M9003 型积分式浊度仪来进行气溶胶散射系数的测定。该仪器使用单色发光二极管阵列作为光源,具有低功耗、长寿命、高信噪比等特点,操作简便,可以对气溶胶颗粒物的散射特性进行连续、实时监测。

5.1 基本原理和系统结构

5.1.1 仪器工作原理

5.1.1.1 散射系数

光在大气中传播,与大气中的多种物质产生作用,其强度会随之衰减,这种衰减遵循朗伯-比尔(Lambert-Beer)定律:

$$\frac{I}{I_0} = \exp(-\sigma_{\text{ext}} x) \quad (5-1)$$

式中, σ_{ext} 为总消光系数; x 为光的传播距离; I_0 为光源的光强; I 为光经过 x 距离后的光强。

大气中各种物质对光的消光作用,源自于对光的散射和吸收:

$$\sigma_{\text{ext}} = \sigma_{\text{scat}} + \sigma_{\text{abs}} \quad (5-2)$$

式中, σ_{scat} 为散射消光系数; σ_{abs} 为吸收消光系数。

气体和气溶胶颗粒物分别对 σ_{scat} 和 σ_{abs} 有贡献,即:

$$\sigma_{\text{scat}} = \sigma_{\text{rg}} + \sigma_{\text{sp}} \quad (5-3)$$

$$\sigma_{\text{abs}} = \sigma_{\text{ag}} + \sigma_{\text{ap}} \quad (5-4)$$

式中, σ_{rg} 为气体瑞利散射消光系数; σ_{sp} 为颗粒物散射消光系数; σ_{ag} 为气体吸收消光系数; σ_{ap} 为颗粒物吸收消光系数。

在一般地区, $\sigma_{\text{sp}} > \sigma_{\text{ap}}$ (或 $\sigma_{\text{sp}} \gg \sigma_{\text{ap}}$),即相对于颗粒物的散射作用,其吸收作用对气溶胶消光作用的贡献较小。因此,测量颗粒物的散射系数能较好地估计气溶胶对总消光系数的贡献。

根据(5-3)式,浊度仪分别测量环境大气的散射系数 σ_{scat} 和不含颗粒物气体的散射系数 σ_{rg} ,两者相减,得到气溶胶散射系数 σ_{sp} 。

σ_{sp} 的量纲是长度的倒数。M9003 型浊度仪的测量结果 σ_{sp} 以 Mm^{-1} (兆米分之一)为单位表示。换算

关系是: $1 \text{ Mm}^{-1} = 10^{-3} \text{ km}^{-1}$ (千米分之一) $= 10^{-6} \text{ m}^{-1}$ (米分之一)。

5.1.1.2 积分测量原理

积分式浊度仪的名称源于该仪器的几何构造和光学照明设计。利用一个漫射光源 Φ 从侧向照射测量腔体内的颗粒物和气体,其散射光线经过光阑的缝隙进入光检测器 L ,如图 5-1 所示。

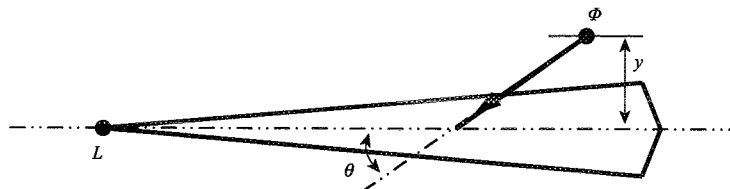


图 5-1 积分式浊度仪原理

检测器接收到的散射光强度 B 与漫射光源的强度 Φ 及位置之间存在式(5-5)的关系,式中积分限 θ_1 和 θ_2 分别接近 0 和 π 时,可以由 B 计算得到散射消光系数 σ_{cat} :

$$B = \frac{1}{\Omega} \int_{\theta_1}^{\theta_2} dL = \frac{\Phi}{y} \int_{\theta_1}^{\theta_2} \beta(\theta) \sin \theta d\theta \approx \frac{\Phi}{y} \int_0^{\pi} \beta(\theta) \sin \theta d\theta = \frac{\Phi}{2\pi y} \sigma_{\text{cat}} \quad (5-5)$$

式中, y 为光源到腔体轴线的距离; B 为检测器接收的散射光强度; Ω 为检测器的立体角; Φ 为漫射光源强度; θ 为散射角(照射光与散射光的夹角), θ_1 和 θ_2 为最小角和最大角; $\beta(\theta)$ 为体积散射系数; σ_{cat} 为散射消光系数。

式(5-5)是积分式浊度仪积分测量的基本原理方程式。

积分浊度仪包括单波长积分浊度仪和多波长积分浊度仪。M9003/Aurora 1000 型浊度仪属于单波长积分浊度仪。其气路结构如图 5-2 所示。

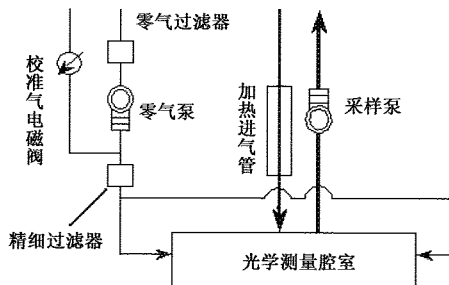


图 5-2 M9003/Aurora 1000 型浊度仪原理结构图

M9003/Aurora 1000 型浊度仪测量环境大气时,采样泵抽取环境空气通过进气管进入光学测量腔室,再经排气口排出。当仪器进行零点校准或零点检查时,采样泵关闭,零气泵启动,将经过滤产生的零气(不含颗粒物的空气)从两端送入光学测量腔室。当仪器进行全校准和跨点检查时,采样泵关闭,标准气电磁阀打开,标准气在气瓶的压力下经过滤器过滤后从两端进入光学测量腔室。

5.1.1.3 光学测量

M9003/Aurora 1000 型积分浊度仪的光学测量腔室位于主机机箱内的下部,结构如图 5-3 所示。

光学测量腔室的中部是测量腔体,后部是发光二极管(LED)阵列构成一个漫射光源,从测量腔体的侧向照射空气样品,产生的散射光经过一系列光阑的阻隔,只能使一狭小体积(测量区)内空气样品的散射光到达光电倍增管,其散射角在 10° 到 170° 之间。光阑还可以阻挡多次散射的杂散光进入光电倍增管。在光学测量腔室的另一端,与光电倍增管相对,设有一个具有一定倾斜角度的反射镜,将反方向的散射光线反射到其他方向,构成一个光阱,其作用是防止器壁反射形成的杂散光进入光电倍增管。为消除光源强度和光电倍增管倍率漂移对仪器工作状态造成的影响,M9003 型浊度仪设计了一个可以周期性打开和关闭的快门式光学散射器,简称散射快门。其恰好位于第一层光阑内光源可以照射到的区域。关闭时,光学散射器进入测量区与光电倍增管之间的光路,一方面阻挡了测量区内的气体和颗粒物的散

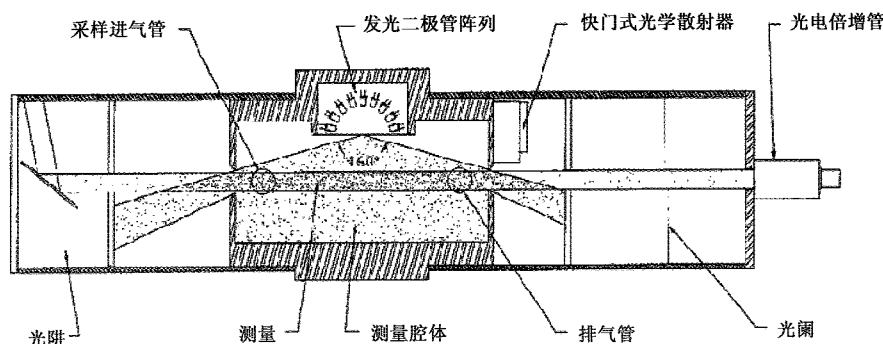


图 5-3 光学测量腔室的工作原理示意图

射光进入光电倍增管,另一方面由于光学散射器自身的散射作用产生一个强的相对稳定的散射光,为仪器测量提供一个相对稳定的参比散射光源。

在仪器正常工作状态下,发光二极管阵列和光学散射器各自按照一定的周期工作,使得光电倍增管得到三种测量信号,分别为测量计数、暗计数和参比计数。

(1)测量计数(C_m):当光源开启、散射快门打开时,只有测量区内的气体与颗粒物散射光入射到光电倍增管,其测到的信号便是测量计数,粒子浓度越高测量计数越大(一般为 10 000~1 200 000Hz)。

(2)暗计数:光源以小于 1s 的周期开闭,当光源关闭(无论散射快门开关与否)时,背景光入射到光电倍增管上所产生的信号便是暗计数,理论上应为零,实际上小于 10 Hz。

(3)参比计数(C_{sh}):每间隔 11s,散射快门关闭 4s,由散射快门产生的散射光入射到光电倍增管,产生参比计数,它与测量区内气体和颗粒物的散射无关,通常情况下,应为 1 200 000Hz。

(4)测量比(MR):由于参比计数(C_{sh})是由一个性质稳定的光学散射器件产生的信号,可以引入测量比 MR,以修正光源强度和光电倍增管倍率的漂移影响。测量比 MR 是测量计数(C_m)与参比计数(C_{sh})之比,如果 $C_m=15\,000$, $C_{sh}=1\,200\,000$,则 $MR=12.5\times 10^{-2}$ 。

当测量系统的响应(或灵敏度)由于光源强度和光电倍增管的增益发生漂移而变化时, C_m 和 C_{sh} 将同时受到影响,发生同样比例的改变(忽略暗计数变化的影响),而 C_m 和 C_{sh} 的比值却不会受到这种影响。即 MR 是一个正比于测量区中气体和颗粒物散射消光系数 σ_{scat} 的量,为无量纲。

(5)滤波:在 M9003 浊度仪的操作菜单中,用户可以选择仪器使用的滤波方式,30s 的滑动平均滤波或者卡尔曼(Kalman)滤波(数字化的滤波电路)(菜单操作详见本章 5.2.2.3)。

卡尔曼滤波方法依据测量值的变化速率来改变其时间常数,可以兼顾仪器的快速时间响应和抑制噪声的要求,具有最佳的滤波效果,从而提高了 M9003 型浊度仪的信号/噪声比。

(6)光源波长:各种介质对光的吸收和散射与入射光的波长有关。M9003 型浊度仪选用发射波长 525nm 的发光二极管作为其测量光源,该波长位于气溶胶敏感波长区(典型的是 500~550nm,或绿光)的中间位置。

5.1.1.4 校准工作曲线

由上述可知,MR 正比于测量区中气体和颗粒物散射消光系数 σ_{scat} ,为了实现对环境大气中颗粒物散射系数 σ_{sp} 的测量,需要采用零气(即不含有颗粒物的空气)和标准气对 M9003 型浊度仪进行校准,以建立 MR 与 σ_{scat} 的校准工作曲线。

表 5-1 和图 5-4 给出了一个校准工作曲线的实例。采用二氧化碳作为标准气,零气和标准气的测量计数、参比计数和测量比列在表 5-1 中。在环境测量温度和气压的条件下,二氧化碳标准气和零气对 525 nm 光源的散射系数分别为 $34.87\text{ Mm}^{-1}(\sigma_{scat}(S))$ 和 $13.36\text{ Mm}^{-1}(\sigma_{scat}(Z))$,实际测量得到的测量比分别为 $11.41\times 10^{-3}(MR_S)$ 和 $9.65\times 10^{-3}(MR_Z)$ 。将两者作图,得到图 5-4,即是浊度仪的校准工作曲线。

根据图 5-4 得到的校准工作曲线为:

$$y = S \cdot x + C = 0.0817x + 8.5601 \quad (5-6)$$

式中, S 为斜率, C 为截距。

表 5-1 二氧化碳标准气和零气的测量计数、参比计数和测量比

测量项目	标准气 (Span)	零气 (Zero)
C_m (Hz)	13 692	11 582
C_{sh} (Hz)	1 200 000	1 200 000
$MR(C_m/C_{sh})$	11.41×10^{-3}	9.65×10^{-3}
环境温度 (K)	300.2	300.2
环境气压 (hPa)	1004	1004
σ_{scat} (Mm^{-1})	34.87	13.36

注: 标准状态 (273.15K, 1013.25hPa) 下, 二氧化碳和干洁空气在 525 nm 波长下的散射系数分别为 $38.68 Mm^{-1}$ 和 $14.82 Mm^{-1}$ 。

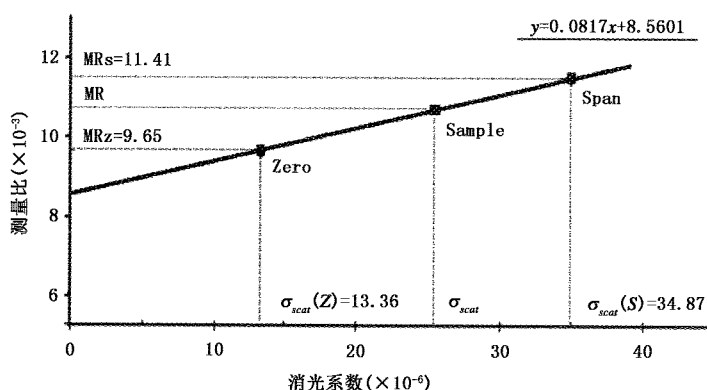


图 5-4 M9003 型浊度仪的校准工作曲线

对于任一环境样品, 当测量比为 MR 时, 可通过下式计算颗粒物散射系数 σ_{sp} (当时温度、气压条件下, 单位: Mm^{-1}):

$$\sigma_{sp} = \sigma_{scat} - \sigma_{scat}(Z) = \frac{(MR - C \times 10^{-3})}{S \times 10^{-3}} - \sigma_{scat}(Z)$$

$$\text{即 } \sigma_{sp} = \frac{(MR - 8.56 \times 10^{-3})}{0.0817 \times 10^{-3}} - 13.6 \quad (5-7)$$

(5-6) 式中的 C 值相当于测量腔体无空气条件下完全由器壁散射光形成的仪器零点信号, 其大小反映了测量腔体器壁杂散光影响的强弱。因此, 根据 C 和 MR_z 定义了一个器壁信号 (Wall Signal) 的仪器参数:

$$W(\%) = \frac{C}{MR_z} \times 100\% \quad (5-8)$$

5.1.1.5 湿度对测量的影响

当相对湿度较高时, 导致散射增强。为了减少湿度影响, M9003/Aurora 1000 型浊度仪上加装有一个加热进气管, 当样气的相对湿度超过了用户设定的阈值时, 通过对空气样品加热, 将空气样品的湿度控制在一定范围内, 可以获得干气溶胶的气溶胶散射系数的测量结果。

5.1.2 系统结构

5.1.2.1 结构

M9003 型浊度仪主要由主机、进气管 (及加热进气管)、标准气瓶和连接管路等构成。

图 5-5 是仪器主机的正面外观和显示操作面板。图中右侧是液晶显示屏和操作键盘的放大图。

显示屏幕可以显示测量结果和各种操作信息。在显示屏幕的下部是操作按键: “Exit”退出、“Page up”向上翻页、“Select”选择、“Enter”确认以及 ▲ 向上箭头、▼ 向下箭头按键。

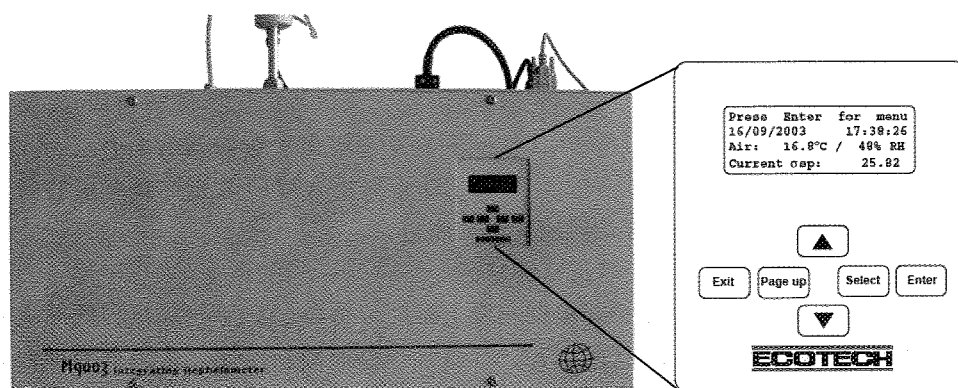


图 5-5 M9003 型浊度仪正面外观和显示操作面板

图 5-6 显示的是仪器顶部的局部照片,显示了进气连接口、标准气连接口、零气进气口、电源和通信连接端口等位置。

图 5-7 是仪器的内部视图和说明,各部件的位置和作用如下。

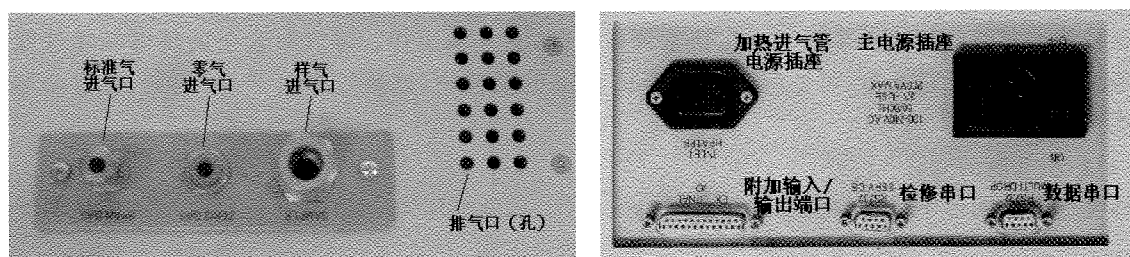


图 5-6 M9003 型浊度仪顶部(局部)

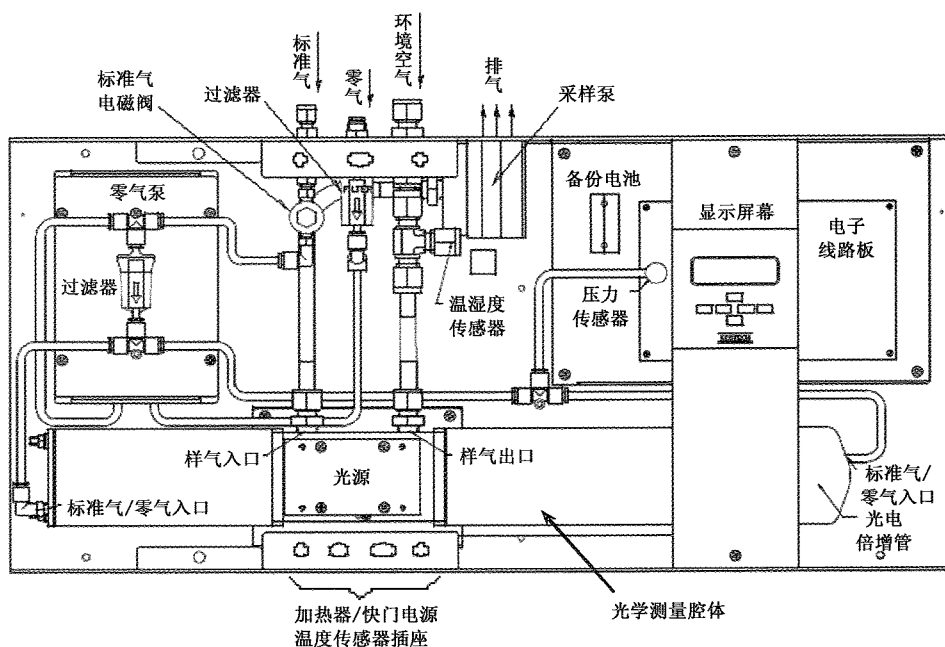


图 5-7 M9003 型浊度仪内部结构

(1) 光学测量腔室

为防止杂散光和空气进入光学测量腔室,腔室采用了特殊气密设计,并使用经氧化处理的铝材制作,内部再涂以无光黑漆,以减少内壁的散射光。光学测量腔室的右端是光电倍增管,用黑色橡胶罩套

住,以避免杂散光进入光学测量腔室。光电倍增管作为检测器测量光学测量腔室内空气样品的散射光强度,其输出信号的范围为 $0 \sim 1\,600\,000\text{ Hz}$ 。

光学测量腔室中部的方形座内侧是仪器的光源,是由发光二极管(LED)阵列组成,安装在黑色灯室内。在灯室的前部有一散射器(毛玻璃),每个LED发出的光都聚焦于散射器的中心点,每个LED的电流都经过精确调试,使光源的角度分布呈余弦函数。LED光源比常规的闪光灯具有更好的可靠性和稳定性,且LED光源可持续发光,适于进行长周期的积分测量。

拆下方形灯座后,可以对光学测量腔室进行清洁。

光学测量腔室内有加热器和微处理器。根据内壁上温度传感器(位于光源附近)的温度测量值控制加热器的工作,使光学测量腔室的温度与样气的温度保持一致,以防止结露。该温度数据记录在内部数据记录器中。

(2) 采样泵

采样泵位于仪器机箱内上部中间,为环境空气通过样气入口、进入光学测量腔室然后排出提供动力。除了启动和校准(包括标准气的校准、检查和零气的校准、检查)阶段,采样泵均持续运行。

(3) 零气泵

零气泵位于机箱内左侧的方盒内,是一台+12VDC的隔膜泵。在零点校准或零点检测时,它提供无颗粒物的空气源(通称为“零气”)。在正常测量期间,它并不工作。零气泵盒子的外部和零气泵的入口处各有一个一次性过滤器,可滤除粒径大于 $0.1\mu\text{m}$ 的颗粒物,过滤效率大于 99.5%。该过滤器需要定期更换。

(4) 标准气电磁阀

标准气电磁阀位于机箱内侧标准气进气口处,驱动直流电压为+12V,在标气校准和标气检查期间启动。

(5) 温度、相对湿度和气压传感器

温度和相对湿度传感器安装在样气通道中,靠近光学测量腔室的入口处(黄铜“T”形块中),实时测量样气的温度和相对湿度。气压传感器安在微处理器电路板上,通过管路与光学测量腔室相连,以便测量其中的气压。温度、相对湿度和气压数据均记录在内部数据记录器中。

温度和气压数据被用来将测量的气溶胶散射系数 σ_{sp} 转换为标准大气状况下的数值;校准时,这些数据用于计算当时温度、气压状况下的气溶胶散射系数。

相对湿度数据被用来控制加热进气管是否启动加热程序,进而控制样气的相对湿度,使之处于预设值范围内。

(6) 微处理器电路板

微处理器电路板(主板)是 M9003 型浊度仪的核心,在机箱内右侧。它获取光电倍增管原始计数,并将其转换成散射系数 σ_{sp} 。它控制所有的泵、电磁阀和光源工作;记录数据,并通过数据串口传输数据;通过维护串口实现仪器的遥控功能;通过液晶屏显示数据,通过键盘接收用户指令。微处理器电路板上还有 EPROM 存储器,用于存储软件、校准参数和用户设置的参数。

(7) 电源模块

电源模块安装在主板下面的金属盒中,该模块适用于 $100 \sim 240\text{VAC}$ 的输入电压,提供+12V 的直流电源,上部有主电源插座和保险丝,以及加热进气管和腔室加热器的控制电路等。

(8) 备份电池

备份电池位于微处理器电路板的下方,为两个 1.5V 碱性 5 号电池。仪器关闭时,电池为时钟和数据记录器提供电源。如果卸下电池,当市电中断时,时钟设定和所有记录的数据都将丢失,但校准参数和用户设置的参数不会丢失。

(9) 加热进气管

加热进气管的额定工作电压为 $120 \sim 240\text{VAC}$,其电源需连接到 M9003 型浊度仪顶部对应的插座上(图 5-6)。当加热进气管设置为启用时,如果样气的相对湿度超过了用户设定的阈值,它便加热以降低

样气的相对湿度。

(10) 光学测量腔室加热器

光学测量腔室加热器(+12VDC)可加热腔室,使其温度与样气温度相一致,以防止腔室内的水凝结。同时还要注意:

1) 如果加热进气管设置为启用时,腔室加热器也应启用。

2) 如果浊度仪安装在无空调的房间内,一般情况下腔室温度和环境空气的温度比较接近,内部腔室加热器无需启动。

3) 如果浊度仪安装在室内,样气取自室外空气,且室温比环境温度低,则腔室加热器和加热进气管均应启用。

如果浊度仪用电池(+12V 选件)运行,腔室加热器不应启用,以节省电池寿命。

(11) RS232 串口

M9003 型浊度仪主机的顶部有 2 个 RS232 串口,一个为数据串口,一个为维护串口。

(12) 附加输入/输出端口

M9003 型浊度仪在机箱顶部有一个附加输入/输出端口,可以提供 4 个与数据记录器或图形记录器连接的模拟输出和对仪器的控制连接,但是不支持 RS232 通讯。附加输入/输出端口可进行下列连接:

1) 两个电压输出(0~5V) V_{out1} 和 V_{out2} ,

2) 两个电流输出(0~20mA 或 4~20mA) I_{out1} 和 I_{out2} 。

3) DOSPAN 和 DOZERO 连接,以控制仪器进入标气或零气测量状态(不是校准)。

4) +12V 和 +5V 电源供应。

5) 数字模拟和机壳接地。

5.1.3 技术指标

M9003 型浊度仪的主要技术指标见表 5-2。

表 5-2 M9003 型浊度仪的主要技术指标

要素名称	技术指标
测量范围	0~2000Mm ⁻¹
最低检测限	60s 平均时间, <0.3Mm ⁻¹
采样流量	5L/min
光源(LED)波长	525nm
光源散射角	10°~170°
标准气	CO ₂ , SF ₆ , R-12, R-22, R-134, FM200
满度漂移	每周±1%
工作环境	温度:0~40℃, 相对湿度(RH):10%~90%
模拟输出	2 个电压输出(0~5V); 2 个电流输出(0~20mA 和 4~20mA)
数字输出	RS232 接口
仪器显示	带菜单的 4 行液晶显示屏
平均时间	1min, 5min
存储要素	气溶胶散射系数 σ_{sp} 、气温、相对湿度、气压、腔室温度、时间
存储容量	45 天的数据(5min 平均), 10 天(1min 平均)
电源	100~250V AC, 50/60Hz
电池	12VDC
功率	50W(无加热进气管时最大功率), 150W(有加热进气管时最大功率)
重量	约 15kg
机箱尺寸	750mm×400mm×180 mm

5.2 安装调试

5.2.1 仪器的安装

仪器的安装可参见图 5-8。

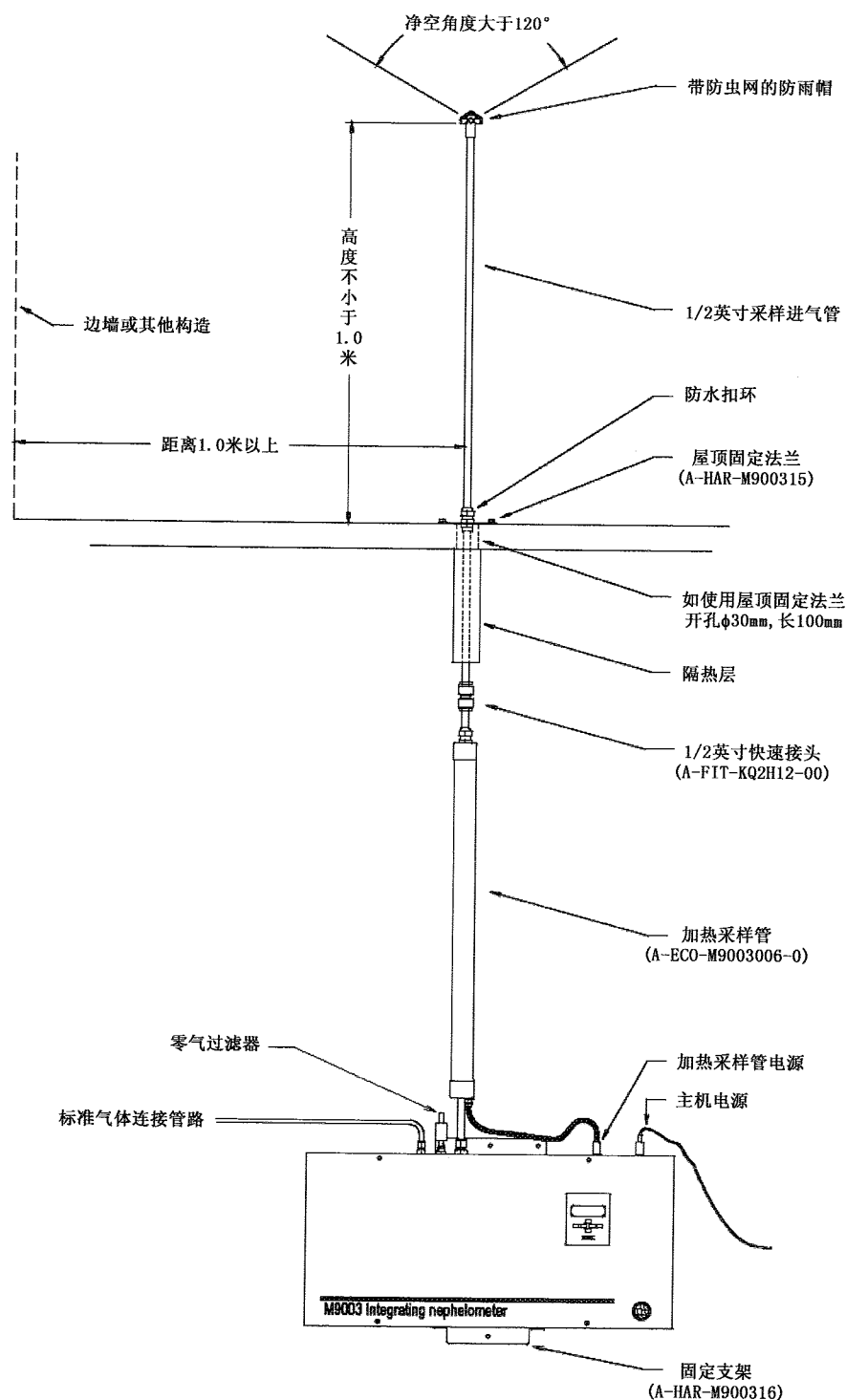


图 5-8 M9003 型浊度仪安装示意图

5.2.1.1 室外采样进气管的周围环境

室外进气管安装的一般要求：

- (1) 采样管进气口距观测室顶部平台的高度应为 1.5~2m；
- (2) 距支撑墙体或建筑物的水平和垂直距离均大于 1m；
- (3) 采样口天顶方向净空角度大于 120°；
- (4) 距离树木至少 20m 远，附近没有锅炉、燃烧炉等污染源；

5.2.1.2 仪器主机的安装

M9003 型浊度仪的主机可水平置于工作台上，也可以用一個墙壁安装支架将其悬挂在垂直的墙壁上。因为所有接口都在仪器主机的顶部，注意留出足够的安装空间。

仪器直接放置在桌面上时，最好在仪器下面垫放 2~3cm 厚的木板，当进气管路被固定后，可以通过抽取垫板的方式，分离仪器主机和采样管。

5.2.1.3 样气管路

采样进气管一般用外径 1/2 英寸的铝管或不锈钢管，进气口的安装位置应符合 5.2.1.1 中的各项要求。采样管应垂直安装，避免弯折，如必须弯折，应当尽量保持弯曲部分平滑、有较大的曲率半径（不小于 50cm）。

加热采样管与仪器之间用 1/2 英寸专用螺母连接。加热采样管和延长采样进气管之间用 1/2 英寸专用快速接头连接。

如果室内安装有空调，为防止夏季采样管中结露，应当在裸露的金属采样管部分包裹隔热层，参见图 5-8。

应该保持进气管路的气压与环境气压一致。当采用共进气管采样系统时，进气管内可能会存在微弱负压，进而导致仪器采样泵停止工作；进行零气、标准气的检查或校准时，在进气管和排气管间形成环境空气的回流，影响校准和检查。为解决这一问题，在加热进气管与仪器之间增加一个手动的两通截止阀，如图 5-9 所示，当进行零气/标准气的检查或校准时，关闭该截止阀，以达到防止环境空气回流的目的。

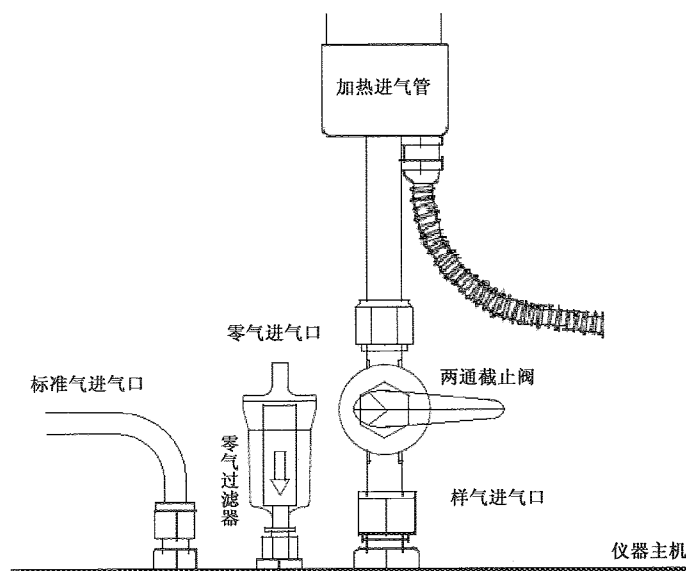


图 5-9 加热进气管与仪器之间的两通截止阀

5.2.1.4 标准气和零气管路

标准气瓶放置在室内，应妥善固定。标准气瓶应配装一个减压调节阀和流量计，还应串接 1m 左右的金属盘管作为温度平衡管。标准气瓶的连接如图 5-10 所示。

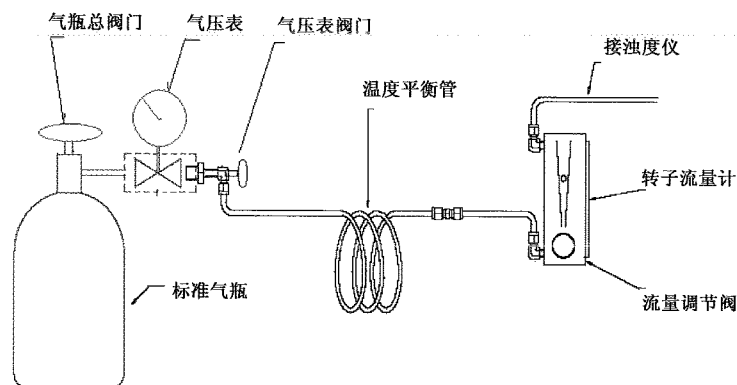


图 5-10 标准气瓶的连接示意图

用外径 1/4 英寸的金属管和专用螺母、密封套圈连接标准气瓶、流量计和 M9003 型浊度仪，也可使用尼龙管，但串联的温度平衡管必须使用金属盘管。

目前许多台站已经采用集成气压表、温度平衡管和转子流量计的专用标定装置替换图 5-10 的相应装置。

尽管在主机内部有一个零气过滤器，但是为了便于及时检查，可在进气口再连接一个过滤器(图 5-9)。

5.2.1.5 电源和信号线连接

如用外置数据采集器或计算机，用针对针缆线与数据串口(RS232 接口)连接。连接电缆应小于 5m，如果超过 5m，则应当降低数据串口的通信速率(波特率)。

如果需要连接模拟数据采集装置，用针对针缆线连接到附加输入/输出口，连接方式可参见 5.4 节。

连接仪器电源。可使用 100~250V, 50/60Hz 的交流电源，无须调整电压。

5.2.1.6 RS232 串口连接图

RS232 串口各针标号及功能见表 5-3，连接方式见图 5-11。

表 5-3 RS232 串口各针标号及功能

针标号(Pin No)	功能(Function)	针标号(Pin No)	功能(Function)
1	CD	6	CTS
2	DSR	7	DTR
3	RD	8	
4	RTS	9	GND
5	TD	Shell	Chassis GND

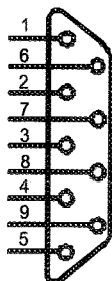


图 5-11 RS232 串口连接方式

5.2.1.7 外部输入输出口连接图

外部输入输出口的连接方式如图 5-12 所示，各针标号及功能说明见表 5-4。

表 5-4 外部输入输出各针标号及功能

针标号(Pin No)	功能(Function)	针标号(Pin No)	功能(Function)
1	Chassis GND	14	Digital GND
2	Analog GND	15	Do zero
3	Voltage out 1	16	Digital GND
4	Analog GND	17	+5V
5	Voltage out 2	18	Digital GND
6	Analog GND	19	Digital OUT
7	Current out 1	20	Digital GND
8	Analog GND	21	
9	Current out 2	22	Digital GND
10	Analog GND	23	+12V
11		24	+12V
12	Digital GND	25	Digital GND
13	Do span	Shell	Chassis GND

5.2.2 仪器调试

5.2.2.1 开机和关机

(1) 开机和自检

开机只需要按动仪器的电源开关。

打开电源后,仪器首先发出一短促的咔嚓声,同时前面板的显示屏幕背景被照亮。随后,仪器会有几分钟的预热和自检时间,此时应注意仪器的屏幕显示和相关部件动作是否正常:

散射快门每 15s 周期性地开关,并发出清晰的咔嚓声。

在显示屏幕最下面一行,显示光源自检结果,右侧数值即是参比计数,该数值应逐渐升高,最后达到 1 200 000 左右。

仪器完成自检后,采样泵启动,自动转入采样和测量状态,此时应注意排气口是否有排气,并观察屏幕上交替显示的两个信息屏幕(如图 5-13 所示)。信息屏幕上半部的两行,每 8s 切换一次,下半部的两行每 16s 切换一次。

(2) 关机

关机只需关闭仪器的电源开关。

5.2.2.2 仪器参数设定

仪器参数设定见表 5-5。

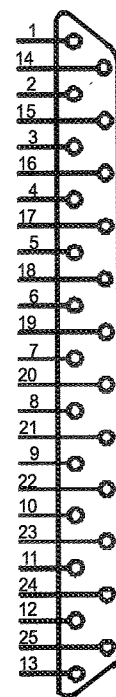


图 5-12 外部输入输出的连接方式

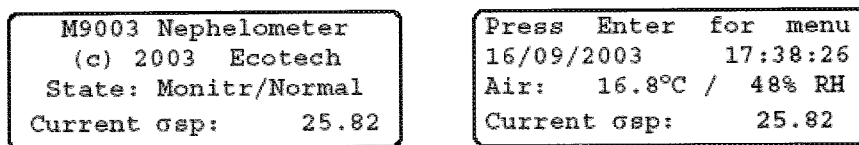


图 5-13 仪器前面板的信息屏幕显示

表 5-5 仪器参数的标准设置

子菜单	参数名称	参数范围	范例	设置
Reading	σ_{sp}	—	32.60	测量显示值
	Atm Pressure	—	997.27	测量显示值
	Air Temp	—	20.112	测量显示值
	Cell Temp	—	23.555	测量显示值
	Rel Humid	—	43.565	测量显示值
5min average	σ_{sp}	—	32.78	测量显示值
	Atm Pressure	—	997.27	测量显示值
	Air Temp	—	20.132	测量显示值
	Cell Temp	—	23.560	测量显示值
	Rel Humid	—	43.012	测量显示值
Report Prefs	Filtering	Kalman, Mov Avg, 或 None	Kalman	可设置
	Date Format	D/M/Y, M/D/Y 或 Y-M-D	Y-M-D	可设置
	Temp. Unit	℃, F 或 K	℃	可设置
	Press. Unit	mb (hPa) 或 atm	mb(hPa)	可设置
	Normaliseto	25℃, 20℃, 0℃ 或 “None”	0℃	可设置
Calibration	Do full cal.	—	—	执行命令
	Do zero adj.	—	—	执行命令
	Do zero chk.	—	—	执行命令
	Do span chk.	—	—	执行命令
	Zero Chk Intv	1h, 3h, 6h, 12h, 24 h 或 “None”	24h	可设置
	Adj with Chk	Yes 或 No。	No	可设置
	Wavelength	470, 500, 505, 510, 512, 515, 525, 575, 590, 620 或 630nm	525nm	可设置
	Span gas	CO ₂ , SF ₆ , FM200, R-12, R-22, R-134 或自定义	R-134	可设置
	Cal min time	5~60 min 任意整数	10min	可设置
	Cal max time	5~60 min 任意整数	20min	可设置
	% Stability	—	95	可设置
	Wall signal	—	≈85	测量计算值
	Last zero ck	—	0.015	测量值
	Zero chk stab	—	97.626	测量值
	Last span ck	—	23.683	测量值
	Span chk stab	—	97.610	测量值
Control	Cell Heater	Yes 或 No	Yes	可设置
	Inlet Heater	Yes 或 No	Yes	可设置
	Desired RH.	<40%, <50%, <60%, <70%, <80% 或 <90%	<60%	可设置
	RH Buffer %	1.0~5.0	2.0	可设置

表 5-5 给出了适用于一般情况的仪器参数的标准设置。在第一次使用仪器、长期关机, 或者对仪器进行维修后首次使用的情况下, 开机后应当检查和重新设置仪器参数。

检查和修改仪器参数的操作如下。

(1) 进入主菜单

按“Select”键或“Enter”键即进入主菜单(main menu)。主菜单中,右侧有“→”符号的条目为对应各子菜单名称。

(2) 进入某个子菜单

在主菜单中,按“▼”或“▲”键,移动光标到某个子菜单的条目上,按“Enter”键,即进入该子菜单。在子菜单中,左侧为参数的名称(或缩写),右侧为对应的参数值。

(3) 选择和编辑某个参数

在子菜单中,按“▼”或“▲”键,移动光标到某个参数的条目上,按“Enter”键,光标即跳到参数值一侧,表示已进入对该参数的编辑状态。

如果该参数需要输入数值,则需要按“Select”键或“Page Up”键,移动光标到需要修改的数值位,再按“▼”或“▲”键以增减数字。如果该参数为一个选择项,则只需按“▼”或“▲”键,使右侧显示正确的参数。

完成参数修改后,按“Enter”键,保存修改后的正确参数,并退出编辑状态,返回到子菜单。此时可以继续选择和编辑该子菜单中的另外一个参数。

注意:在编辑操作中,不论是否完成对参数的修改,按“Page Up”键,立即退出编辑状态,返回到子菜单,此时已修改的参数不会被保存;按“Exit”键,立即退出菜单操作状态,返回到运行状态,仪器显示信息屏幕,此时已修改的参数也不会被保存。

(4) 退出子菜单和退出菜单操作

在子菜单中,按“Page Up”键,可退出子菜单,返回到主菜单;按“Exit”键,则立即退出菜单操作状态,返回到运行状态,仪器重新显示信息屏幕。

在主菜单中,按“Page Up”键或“Exit”键,可退出菜单操作状态,返回到运行状态,仪器重新显示信息屏幕。

关于按键操作,参见下面章节。

5.2.2.3 菜单系统

(1) 菜单系统结构

图 5-14 为 M9003 型浊度仪的菜单系统结构图。

(2) 菜单系统的按键操作

1) 在主菜单和子菜单中,按向上箭头“▲”和向下箭头“▼”,光标可在菜单选项之间移动。

2) 按“Select”或“Enter”键:

① 在信息屏幕,可激活主菜单;

② 在主菜单中,如果光标在某一个子菜单(菜单名称后面有一>符号)的条目上,进入该子菜单;

③ 在子菜单中,如果光标在某一可执行的操作条目(名称后有一→符号)或在某一可编辑的参数条目(名称后为当前参数值)上,执行该操作或者进入编辑状态。如果是不可执行的条目或不可编辑参数,按“Select”或“Enter”键将不起作用。

3) 按“Page up”键返回上一级菜单。如:从参数编辑状态返回子菜单、从子菜单返回主菜单、从主菜单返回信息屏幕。

4) 在任何状态下,如参数编辑状态、子菜单、主菜单等,按“Exit”键立即返回信息屏幕。

5) 在编辑状态时,按▲和▼键,可以滚动选择输入参数。在编辑数字参数时,需要逐位操作:按▲和▼键,在原数字基础上增加 1 和减少 1(包括小数点);按“Select”键向右移动一位数;按“Page up”键向左移动一位数。按“Enter”键储存改动的参数,退出该编辑状态。按“Exit”键取消改动的参数,退出该编辑状态。

▲和▼键还有调节屏幕背景光功能。在信息屏幕状态时,持续按▲或▼键,可以改变屏幕的对比亮度。



图 5-14 菜单系统结构图

(3) 菜单中的关键词

M9003 型浊度仪菜单系统中，使用下列 5 种关键词，含义分别为：

激活 (Activates)：选择该选项将激活另一菜单。

显示 (Display)：该行显示的是一个数值或不可编辑的设置，说明屏幕上给出的值是典型值。

设定 (Sets)：选定的选项允许用户设定自己的软件参数，说明屏幕中的设置是参考值。

记录 (Records)：选择该选项将允许用户输入非软件参数，例如发光二极管发光波长或标准气。

执行 (Performs)：选择该选项将命令浊度仪执行一个操作。

注释：

①在实际显示中,行间无间隔。本节各说明图中的空行只是为了方便对每个选项进行说明。

②所有菜单在同一时间只能显示 4 行。为了找到屏幕中尚未显示的选项,可用向上箭头和向下箭头。

③表示任何后缀(例如 m、 μ)的乘数因子均列在词头(Greek Suffix)子菜单内。

④菜单系统中显示在屏幕上的值,除了 σ_{sp} 总是以 Mm^{-1} 、相对湿度总是以 % 为单位外,其余的都是以在报告格式子菜单中选定的单位表示的。

⑤系统状态。根据 M9003 型浊度仪正在执行的不同功能,可能有数种运行状态。状态可区分成主要状态和次要状态,并在信息屏幕上显示出来。

1) 主要状态(Major State)

Monitr: 正常测量状态;
 SysCal: 系统校准状态(在启动或重新设置期间);
 SpnCal: 标气校准状态(在全校准期间);
 Zrocal: 零气校准状态(在全校准期间);
 Zrochk: 零点检查状态;
 Spnchk: 跨点检查状态;
 ZroAdj: 零点调整状态(手动或自动调整偏移);
 SpnMsr: 标气测量状态;
 ZroMsr: 零气测量状态。

2) 次要状态(Minor State)

/ShtrCL: 快门参比检查(定期的);
 /EnvMon: 背景参比检查(定期的)。

(4) 主菜单

仪器主菜单如表 5-6 所示。

表 5-6 仪器主菜单中英文对照

MainMenu	主菜单
Reading →	激活读数子菜单
5min average →	激活 5 分钟平均子菜单
Report Prefs →	激活报告格式子菜单
Calibration →	激活校准子菜单
Control →	激活控制子菜单
Analogue out →	激活模拟输出子菜单
Serial IO →	激活输入输出串口子菜单
Adjust Clock →	激活时钟调整子菜单
Data Logging →	激活数据记录子菜单
Remote Menu →	激活遥控子菜单
Greek Suffix →	激活词头子菜单
S/W version v3.00	显示安装的软件版本
ID Number 03-0500	显示仪器标识码

(6) 读数子菜单

读数子菜单可显示当前环境参数传感器的读数,包括当前散射系数、气压、温度、光学测量腔体温度、相对湿度等(表 5-7)。 σ_{sp} 的读数要比其他参数更新得更频繁。

表 5-7 读数子菜单中英文对照

Readings	读数子菜单
σ_{sp} 32.60	显示当前粒子散射系数(Mm^{-1})
Atm Pressure 997.27	显示当前样气的气压(mBar)(hPa)
Air Temp 20.112	显示当前样气的温度($^{\circ}C$)
Cell Temp 23.555	显示当前光学腔室的温度($^{\circ}C$)
Rel Humid 43.565	显示当前样气的相对湿度(%)

注:子菜单中不显示参数的单位,它们与报告格式子菜单中的单位一致。

(7) 5min 平均子菜单

5min 平均子菜单显示的是测量变量在 5min 期间的平均读数。这是一个滑动平均值,每 1min 更新一次。

表 5-8 5min 平均子菜单中英文对照

5 min average	5 min 平均子菜单
σ_{sp} 32.60	显示 5 min 平均的散射系数(Mm^{-1})
Atm Pressure 997.27	显示 5 min 平均的样气气压(mBar)(hPa)
Air Temp 20.112	显示 5 min 平均的样气温度($^{\circ}C$)
Cell Temp 23.555	显示 5 min 平均的腔室温度($^{\circ}C$)
Rel Humid 43.565	显示 5 min 平均的样气相对湿度(%)

注:子菜单中不显示参数的单位,它们与报告格式子菜单中的单位一致。

(8) 报告格式子菜单

在报告格式子菜单中用户可对温度、气压等单位 and 日期的格式进行设定,以便符合用户的使用要求,这些设置的改变将记录在内部数据记录器中(表 5-9)。但 σ_{sp} 例外,它的显示单位永远是 Mm^{-1} 。

表 5-9 报告格式子菜单

Reporting	报告格式子菜单
Filtering Kalman	设定输出数据时所用的滤波方法: Kalman,(数字滤波) Mov Avg,(30s 滑动平均滤波) None,不采用滤波
Date Format D/M/Y	设定日期报告格式:D/M/Y,M/D/Y,或 Y-M-D(D 为日,M 为月,Y 为年)
Temp. Unit $^{\circ}C$	设定温度单位: $^{\circ}C$, $^{\circ}F$ 或 K
Press. Unit mb	设定气压单位:mb(hPa) 或 atm
Normalise to $0^{\circ}C$	设定标准状态的温度值:25 $^{\circ}C$,20 $^{\circ}C$,0 $^{\circ}C$ 或“None”(不订正)

(9) 校准子菜单

校准子菜单用于手动执行检查、校准程序或设置定期自动检查、校准程序,并在完成后查看校准结果(表 5-10)。关于校准的具体操作,可参阅 5.3 节。

表 5-10 校准子菜单

Calibration	校准子菜单
Do full cal.	用标准气和零气执行两点校准,并调整仪器的零点和跨点。结果记录在 Last span ck 和 Last zero ck 中
Do zero adj.	用零气执行仪器的零点调整。结果记录在 Last zero ck 中
Do zero chk.	用零气执行零点检查,但不调整仪器零点。结果记录在 Last zero ck 中
Do span chk.	用标准气体执行检查,但不调整仪器的跨点。结果记录在 Last span ck 中

续表

Calibration	校准子菜单
Zero Chk Intv 24h	设定自动校准周期:每 1h、3h、6h、12h、24h 或取消
Adj with Chk Yes or No	设定是否同时做零点调整, Yes 或 No
Wavelength 525nm	设定仪器 LED 光源的波长:470nm, 500nm, 505nm, 510nm, 512nm, 515nm, 525nm, 575nm, 590nm, 620nm 或 630nm
Span gas R-134	设定标准气体种类:CO ₂ 、SF ₆ 、FM200、R-12、R-22、R-134 或自定义
Cal min time 10	设定校准及检查的最短时间(min)
Cal max time 20	设定校准及检查的最长时间(min)
% Stability 95	设定校准稳定度的目标值
Wall signal ≈85	显示器壁信号, 见 5.1.1.4 节
Last zero ck 0.015	显示最后一次零点检查时的 σ_{sp} 值(Mm ⁻¹)
Zero chk stab 97.626	显示最后一次零点检查时的稳定度, %
Last span ck 23.683	显示最后一次跨点检查时的 σ_{sp} 值(Mm ⁻¹)
Span chk stab 97.610	显示最后一次跨点检查时的稳定度, %

(10) 控制子菜单

控制子菜单是用户用来设定加热进气管和腔室加热器的控制参数(表 5-11)。

表 5-11 控制子菜单

Control	控制子菜单
Cell Heater Yes	设定腔室加热器启用(YES)或不启用(NO)
Inlet Heater Yes or No	设定加热进气管启用(YES)或不启用(NO)
Desired RH. <60%	设定样气预期的相对湿度的控制范围:<40%, <50%, <60%, <70%, <80% 或 <90%
RH Buffer % 2.0	设定加热进气管的动作提前量。当样气的相对湿度接近所设定相对湿度值的±2%时, 加热进气管启动或关闭加热功能

(11) 模拟输出子菜单

模拟输出子菜单是供用户设定附加输入/输出连接口(25 针)(图 5-12)上的 4 个模拟输出端口, 设定的内容包括输出量、输出范围和模拟输出的校准参数。这些输出量及其输出范围是:

- σ_{sp} 散射系数 (0 至所设定的满量程)。
- AirTmp 浊度仪进气口处的样气温度(-40~60℃)
- CelTmp 腔室温度(-40~60℃)
- RelHum 样气的相对湿度(0%~100%)
- Press 腔室气压(150~1150hPa)
- Zero 输出信号基线, 例如, 对于电压口通常为 0V
- Full 输出满量程信号, 例如, 对于电压口通常为 5V

Zero 和 Full 主要用于校准模拟输出(表 5-12), 它们也可用于校准数据记录器。

表 5-12 模拟输出子菜单

Analogue out	模拟输出子菜单
Vout 1 param σ_{sp}	设定电压输出端口 1(2 号针)的输出参数。范围:0~5V
Vout 1 off None	设定电压输出端口 1 的零点偏移量。None(0%), 5% 或 10%
Vout 2 param AirTmp	设定电压输出端口 2(3 号针)的输出参数。范围:0~5V
Vout 2 off None	设定电压输出端口 2 的零点偏移量。None(0%), 5% 或 10%

续表

Analogue out		模拟输出子菜单
Iout 1 param	RelHum	设定电流输出端口 1(4 号针)的输出参数
Iout 1 rang	0~20mA	设定电流输出端口 1 的输出电流范围:0~20mA 或 4~20mA
Iout 1 off	None	设定电流输出端口 1 的零点偏移量:None(0%),5%或 10%
Iout 2 param	Press	设定电流输出端口 2(5 号针)的输出参数
Iout 2 rang	0~20mA	设定电流输出端口 2 的输出电流范围:0~20mA 或 4~20mA
Iout 2 off	None	设定电流输出端口 2 的零点偏移量:None(0%),5%或 10%
Full Scale σ_{sp}	2000	设定 σ_{sp} 参数的满量程(Mm^{-1}):100、200、500、1000、2000、或 10000
Iout 1 Zero	442.00	调整电流输出端口 1 的零点。单位是 DAC 计数,每个计数相当于 $8\mu\text{A}$
Iout 1 Full	3231.0	调整电流输出端口 1 的满量程。单位是 DAC 计数,每个计数相当于 $8\mu\text{A}$
Iout 2 Zero	431.00	调整电流输出端口 2 的零点。单位是 DAC 计数,每个计数相当于 $8\mu\text{A}$
Iout 2 Full	3226.0	调整电流输出端口 2 的满量程。单位是 DAC 计数,每个计数相当于 $8\mu\text{A}$

(12)串口设置子菜单

串口设置子菜单(表 5-13)是供用户设置两个 RS232 串口(数据串口和维修串口)的参数。

表 5-13 串口设置子菜单

Serial I/O			串口设置子菜单
Module	Addr	1	设定数据串口的地址:0~7
SvcPt	BaudRt	9600	设定维修串口的通信波特率:1200~38400
SvcPt	Parity	None	设定维修串口的奇偶校验:None(无),Even(偶),Odd(奇)。
MltDr	Baud Rt	9600	设定数据串口的通信波特率:1200~38400
MltDr	Parity	None	设定数据串口的奇偶校验:None(无),Even(偶),Odd(奇)
Out to SvcPt		None	激活向维修串口的无呼叫数据串输出,发送间隔:None(无)、1s、5s、10s 或 60s

(13)时钟调整菜单

时钟调整菜单用于设定当前的日期和时间(表 5-14)。

表 5-14 时钟调整子菜单

Adjust Clock		时钟调整子菜单
Date	06/10/2003	设定当前日期
Time	11:02:09	设定当前时间
Save time		记录上面输入的日期和时间

(14)数据记录子菜单

数据记录子菜单使用户可设定内部数据记录器的平均周期以及清除 M9003 型浊度仪的内存(表 5-15)。

表 5-15 数据记录子菜单

Logging		数据记录子菜单
Log period	5min	设定数据记录的平均周期:1 min 或 5 min
Clear DataLg		执行清除内存中的所有读数
Log data now		按“Enter”键时,将瞬时读数记录到存储器中

(15)遥控子菜单

当遥控子菜单启用时(表 5-16),用户可以使用 ASCII 码终端程序,通过 RS232 口访问菜单系统。

用户可以使用上、下、左、右箭头键进行菜单操作。

表 5-16 遥控子菜单

Remote Menu	
Currently Yes or No	显示当前遥控菜单设置: Yes(启用)或 No(不启用)
Toggle menu	当按下“Enter”时,改变当前设置

(16) 西文词头子菜单

西文词头子菜单是显示一系列用希腊语标示词头及其相应因数的列表(表 5-17),用乘积符号“ $\wedge$ ”表示。菜单系统中所用数的位数很大而显示空间却有限,使用词头来代替过长的数字位数就可解决问题。

表 5-17 西文词头子菜单

词头(西文)	词头(中文)	因数(乘积符号)	因数
T (tera)	太	$10 \wedge +12$	10^{12}
G (giga)	吉	$10 \wedge +9$	10^9
M (mega)	兆	$10 \wedge +6$	10^6
k (kilo)	千	$10 \wedge +3$	10^3
m (Milli)	毫	$10 \wedge -3$	10^{-3}
μ (micro)	微	$10 \wedge -6$	10^{-6}
n (nano)	纳	$10 \wedge -9$	10^{-9}
p (pico)	皮	$10 \wedge -12$	10^{-12}
f (femto)	飞	$10 \wedge -15$	10^{-15}
a (atto)	阿	$10 \wedge -18$	10^{-18}

例:屏幕上显示的 34.5n,数值上相当于 34.5×10^{-9} 。

5.3 日常运行、维护和标校

5.3.1 日常巡检

(1)检查分析仪屏幕显示的散射系数测量值是否在正常值范围内,不同能见度条件下散射系数的参考值见表 5-18。

表 5-18 能见度与散射系数参考表

能见度(km)	200	50	10	5	1
σ_{sp} (Mm^{-1})	20	80	400	800	4000

注意:由于能见度是针对大范围均匀大气的测量结果,而散射系数是某点上的测量结果,另外仪器测量时的相对湿度也与真实大气的相对湿度有所差别,因此该表中列出的值仅供参考。

(2)注意每天的零点检查值是否在正常范围。

(3)夏季要注意湿度是否在 60% 以内,除在特别的高温和高湿天气外,腔内湿度应低于或接近 60%。否则,检查加热进气管是否正常。

(4)较高的环境湿度容易在仪器管路内部产生冷凝水,从而对测量造成干扰,因此在夏季应注意不要将室内空调温度调得过低,或吹风口直接对准浊度仪及其管路。

(5)按要求完成日检查表中的各项检查并记录。如果当日内有关机和开机操作,应在备注栏记录开机时间和参比计数。

5.3.2 维护

为确保仪器正常工作,应定期对设备进行维护和校准。

设备使用维护要求见表 5-19。

表 5-19 设备使用维护要求

工作任务	主要内容	相关要求
1. 仪器运行状况检查	检查流量是否稳定	流量是否符合规定,偶然出现波动为正常
	采样管口切割头清洁程度检查	采样头处应清洁无杂物,如有堵塞及时清洁
	泵的声音是否异常	泵的声音较弱,无不正常噪声或声响
	浓度范围检查	屏幕示值应与近 2~3 天变化情况一致,如有波动,检查周边是否有污染影响
	采样管垂直度检查	采样管应垂直,无较大倾斜
	滤芯清洁情况	滤芯应洁净,无黄色或黑色杂质
	检查仪器及计算机时间	与标准时间的偏差范围为 30s,超出时,应及时调整
2. 数据采集与传输	检查仪器数据采集情况	采集软件能够正常采集仪器的观测数据
	检查小时数据生成情况	能够生成小时数据文件
	检查数据传输情况	能够在指定时间传输数据文件
3. 系统维护	采样管路清洁	每 8 个月,清洁一次采样管路,或视当地污染情况及时清洁
	更换滤芯	每 3 个月,更换一次滤芯,或视当地污染情况及时更换
	系统检漏	每 3 个月,对系统气路漏气检查,正常情况下应无漏气
	仪器机箱内部清洁	每 6 个月,清洁一次仪器机箱内部,或视当地污染情况及时清洁
	仪器内部电池更换	每 12 个月,更换仪器内部电池
4. 仪器校准	仪器设备的定期校准	仪器每个月应按照规程要求用标气进行全校准

日常维护内容和周期见表 5-20。

表 5-20 日常维护内容和周期

间隔	项目	操作	备注
每日	零点检查	检查	
	仪器时钟	检查,必要时调整	
	零气过滤器	检查,必要时更换	
每周	仪器参数	检查	
每月	零点/跨点检查	检查	
	全校准	根据公差检查结果	
3 个月	样气进气管	检查,必要时清洗	
6 个月	零气泵进气过滤器	检查,必要时更换	
	标气过滤器	检查,必要时更换	
	测量腔室	清洗	
	漏气检查	执行	
1 年	气路	清洗	由专业人员操作
	电池	更换	
2 年	光路	检查,并校准	

5.3.2.1 样气进气管检查

拔下加热进气管电源,松开连接螺母,取下加热进气管,观察进气管内部是否清洁。如果内表面有附着灰尘,可以用高压气体吹扫,或者用少量清水冲洗管路内部,然后风干。干燥后,将加热进气管路复原安装。

5.3.2.2 检查、更换过滤器

检查、更换过滤器的操作步骤如下:

(1)关闭仪器电源,打开机箱。

(2)观察连接在零气进气口的过滤器是否出现明显污损(颜色变为深灰、褐色,或者其他损坏),如果出现明显污损,应及时更换。

(3)观察零气/标气过滤器(在零气泵盒的上面)是否出现明显污损(颜色变为深灰、褐色,或者明显的其他斑点),如果出现明显污损,应及时更换。

(4)盖好机箱盖,复原仪器。

(5)开启电源,开始观测。

注意:更换新的过滤器时,要注意管路连接是否牢固。因为过滤器都采用快速连接头连接,在插入过滤器时,要用力插到底,之后再轻轻向外提拉,以保证快速连接头能锁紧过滤器,避免管路漏气。

5.3.2.3 清洁光学测量腔室

每6个月需要对光学测量腔室进行清洁。在仪器出现下列情况之一时,应随时进行清洁维护工作:

(1)观测数值超出正常范围,如在正常天气条件下,连续一天以上超过数千 Mm^{-1} ,或者天气晴好,能见度很高,但是观测数值却持续偏大,超过数百 Mm^{-1} ;

(2)观测数值大幅波动,并持续时间在1天以上;

全校准不能在规定时间内达到要求的稳定度数值,并且多次重复校准也是如此;

(3)每日零点检查过高或不稳定。

检查和清洁光学测量腔室的工作一般由经过专业操作培训的人员完成。具体操作步骤如下:

(1)关闭仪器电源,拔下仪器电源线,断开进气管线和标准气体管线与机箱的连接;

(2)将机箱平放,打开机箱。准备好小型吸尘器(吸尘器应有较强的吸力,吸管干净,无尘土)、干净的小毛刷、镜头纸和螺丝刀等;

(3)找到光学测量腔室中部的方形灯座,用螺丝刀松开固定螺丝,轻轻向上提起光源灯座,翻转;轻轻取下灯座上的“O”形密封圈,放到一旁洁净的纸上。“O”形密封圈可以用镜头纸轻轻擦拭,如需要,可以汲取少量清水擦拭,注意:不可用酒精擦拭;

(4)查看内侧的灯室玻璃是否有灰尘或污迹,如有,可以用镜头纸轻轻擦拭,如需要,可以汲取少量清水(或酒精)擦拭;取下灯座的电源连线,将方形灯座轻轻放置在一旁;

(5)查看光学测量腔室内部是否有灰尘或其他异物,用吸尘器吸出灰尘和异物,如需要,可用小毛刷轻扫腔室的内表面,或者用镜头纸汲取少量清水或者酒精(以用手挤不出液滴为要)擦拭污迹或难以吸走的灰尘;

(6)在所有部件都风干后,将方形灯座复原安装,盖上机箱盖;

(7)复原仪器的管线连接和电源连接,开启电源,开始观测。

注意:在检查和清洁光学测量腔室过程中,要格外注意保护“O”形密封圈并且保证光学测量腔室内部不要受到划伤,注意不要使工具、螺丝等其他异物落入光学测量腔室。复原方形灯座时,要注意“O”形密封圈确实是自然平顺的安放在密封槽内,并且没有拧、折或受到其他拉伸。

5.3.2.4 检漏

除了定期检漏外,在检查和清洁光学测量腔室和更换过滤器后,应该进行检漏。检漏的操作步骤如下:

(1)首先进行零点检查,记录零点检查值。

将颗粒物过滤器安装在样气进气口,仪器运行一小时,测量读数应逐渐接近于零点检查值。在此期

间内,读数的变化不应大于 1Mm^{-1} 。如果读数有噪声,并且 $>3\text{Mm}^{-1}$,表明腔室或气路可能存在泄漏。

(2)在读数稳定,但 $<-3\text{Mm}^{-1}$ 的情况时,可能是因为内部零气源有泄漏,或者零气过滤器失效。

(3)为了准确测量,气体泄漏问题必须尽快解决。检查所有可能漏气的密封处,并再次进行检漏。如果光源因清洗移动,应确保“O”型圈复位正确。

注意:M9003 型浊度仪的气体管路采用了快速接头,如图 5-15 所示。这种接头具有自锁套环,管路插入后即可自锁密封,连接方便快捷,但是在使用中要格外注意以下几点:

(1)插接时,应适当用力,确保插入到位,然后稍用力向外拉 2~3 下,确认不能够用手拔出。

(2)长时间使用后,或者局部有震动时,接头的自锁套环可能会有所松动,导致管路漏气,干扰测量,一般会表现为仪器波动,或者零点检查/校准和跨点检查/校准达不到稳定度指标,等等。这时需要逐个检查管路接头,适当用力将管路向外拉 2~3 下,让自锁套环锁紧。

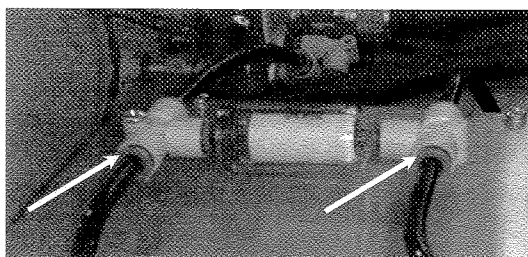


图 5-15 M9003 型浊度仪气体管路的快速接头

5.3.2.5 更换电池

更换两个 5 号碱性电池,应在通电情况下进行更换,以免丢失时钟和所记录数据。在更换旧电池之前,应下载所有数据,并记录有关配置参数,以免丢失。

注意:如停机时间超过数周,建议将电池取下。如果仪器连续未通电超过数周,建议更换备份电池。

5.3.3 标校

5.3.3.1 标准气体

M9003 型浊度仪可以使用多种标准气体进行校准,表 5-21 列出了多种标准气体在标准状态 (273.15K, 1013.25hPa) 和不同波长下的散射系数。在标气的使用上,二氧化碳气体很容易获得,但是其散射系数数值偏小;R-12 和 FM200 的散射系数数值较高,但 R-12 是限制使用的臭氧层消耗物质,FM200 不容易获得,价格偏高。在一般情况下,可选用 R-134a 或 R-22 气体作为校准用的标准气体。

表 5-21 不同标准气体在不同波长下的散射系数

波长(nm)	散射系数 σ_{sp} (Mm^{-1})						
	空气*	CO ₂	SF ₆	R-134a	R-22	R-12	FM200
470	23.07	37.15	132.44	145.36	150.66	329.94	329.94
515	16.01	25.77	91.87	100.83	104.51	228.87	228.87
525	14.82	23.86	85.07	93.37	96.77	211.93	211.93
630	7.15	11.51	41.02	45.03	46.67	102.20	102.20
相对于空气的 倍数因子	1	2.61	6.74	7.30	7.53	15.3	15.3

* 注:不含颗粒物。

5.3.3.2 校准类型和启动方式

M9003 型浊度仪有多种校准及检查方式,校准或检查完全是全自动进行的,校准类型和启动方式见表 5-22。进行校准或检查时,仪器的信息屏幕上会显示出校准类型信息。

表 5-22 M9003 型浊度仪的校准类型和启动方式

校准类型	通过菜单	通过外部输入/输出	通过 RS232	设为自动
零点检查	是	否	是	是
零点调整	是	否	是	否
跨点检查	是	否	是	否
全校准	是	否	是	否
零点测量	否	是	是	否
跨点测量	否	是	是	否
零点检查/跨点检查/零点调整	否	否	否	否

(1) 零点检查

零点检查是用零空气(去除了颗粒物的空气)对浊度仪的零点进行查验,而不对浊度仪的现有零点进行调整。零点检查可以通过三种方式启动:

- ① 菜单操作命令。从校准菜单上选择 Do zero chk 命令。
- ② RS232 命令。
- ③ 自动设置命令。

执行零点检查时,仪器关闭采样气泵,打开零气泵,将零空气泵入光学测量腔室;屏幕显示主要状态为“ZroChk”,底下一行交替显示散射系数值(σ_{sp})、稳定度(Cal Stability)、测量比值(Meas Ratio)和校准时间(Cal Time)。在校准时间超过最小校准时间(Cal min time)并且稳定度数值超过在校准子菜单中设定的稳定度之后,零点检查结束。如果稳定度尚未达到,则校准继续,直至最大校准时间结束。零点检查结束后,仪器将更新校准子菜单中的零点检查值>Last zero ck)和稳定度数值(Zero chk stab),然后关闭零气泵,并开启样气泵开始样气测量,信息屏幕显示状态变为“Monitor”。

(2) 零点调整

零点调整是用零空气(经过滤去除了颗粒物的空气)对浊度仪进行一次单点校准。零空气在标准状态下的瑞利散射系数为 14.82Mm^{-1} ,仪器完成校准后即该值为零点。零点调整可以通过两种方式启动:

- 菜单操作命令。从校准菜单上选择 Do zero adj 命令。
- RS232 命令。
- 自动设置命令。

执行零点调整时,仪器自动关闭采样气泵,打开零气泵,将零空气泵入光学测量腔室;信息屏幕显示主要状态为“Zerocal”,底下一行交替显示散射系数值(σ_{sp})、稳定度(Cal Stability)、测量比(Meas Ratio)和校准时间(Cal Time)。当校准时间超过最小校准时间(Cal min time)并且稳定度数值超过设定的稳定度之后,零点调整结束;如稳定度尚未达到,则校准将继续,直至达到最大校准时间。零点调整结束后,仪器根据新的零点检查值修正仪器的校准工作曲线,以校准子菜单中的零点检查值>Last zero ck)为新的零点,更新稳定度数值(Zero chk stab),然后关闭零气泵,并开启样气泵开始样气测量。样气测量开始后,新的零点值将应用到 σ_{sp} 读数中。

(3) 跨点检查

跨点检查是用标准气体对浊度仪进行一次单点检查,但是不调整浊度仪的校准曲线。跨点检查可以通过三种方式启动:

- 菜单操作命令。从校准菜单上选择 Do span chk 命令。
- RS232 命令。
- 自动设置命令。

执行跨点检查时,仪器自动关闭采样气泵,打开标准气电磁阀,将标准气体通入光学测量腔室;信息屏幕显示主要状态为“SpnChk”,底下一行交替显示散射系数值(σ_{sp})、稳定度(Cal Stability)、测量比

(Meas Ratio)和校准时间(Cal Time)。当校准时间超过最小校准时间(Cal min time)并且稳定度数值超过设定的稳定度之后,跨点检查结束;如果稳定度尚未达到,则校准继续,直至达到最大校准时间。跨点检查结束后,仪器将更新校准子菜单中的跨点检查值(Last span ck)和稳定度数值(Span chk stab),然后关闭标准气电磁阀,并开启样气泵准备样气测量。在波长为 525nm 的条件下,R-134a 型标气在标况下的跨点检查值应接近于 93.37Mm^{-1} 。

(4)全校准

全校准是用标准气体和零空气对浊度仪进行两点校准。最终结果是调整浊度仪的校准曲线。全校准可以通过两种方式启动:

菜单操作命令。从校准菜单上选择 Do full cal 命令。

RS232 命令。

执行全校准时,仪器自动关闭采样气泵,先打开标准气电磁阀,将标准气体通入光学测量腔室,信息屏幕显示“SpnCal”,测量得到跨点检查值和稳定度数值。然后关闭标准气电磁阀,打开零气泵,将零空气泵入光学测量腔室,信息屏幕显示“ZroCal”,测量得到零点检查值和稳定度数值。仪器根据零点检查值和跨点检查值调整仪器的零点和斜率系数值。零点检查值和稳定度数值,以及跨点检查值和稳定度数值,同时被存入仪器的存储器(见校准子菜单的 Last zero ck、Zero chk stab、Last span ck 和 Span chk stab)。

(5)零点测量

零点测量只能通过外部输入/输出命令启动。执行零点测量时,仪器关闭采样气泵,打开零气泵,将零空气泵入光学测量腔室,得到的结果作为测量数据保存,不计算零点检查值和稳定度数值,也不调整仪器的零点。

(6)跨点测量

跨点测量只能通过外部输入/输出命令启动。执行跨点测量时,仪器关闭采样气泵,打开标准气电磁阀,将标准气通入光学测量腔室,得到的结果作为测量数据保存,不计算跨点检查值和稳定度数值,也不调整仪器的跨点。

(7)零点检查/跨点检查/零点调整

零点检查/跨点检查/零点调整是一种仪器自动校准模式,仪器顺序执行零点校准和跨点检查。由校准菜单上设置的自动校准命令启动。

5.3.3.3 日常校准程序和操作

在区域本底站,执行 3 种校准程序:

(1)每日一次零点检查。

(2)每月一次零点检查和跨点检查。

(3)不定期全校准。当每月零、跨检查的校准公差超出规定范围(表 5-23,计算方法见后),或者仪器进行清洁维护或检修后,应进行全校准。

表 5-23 校准误差允许范围

零/跨检查	校准误差	措施
零点检查	超出跨点值的 $\pm 1\%$	做全校准,或零点调整
	超出跨点值的 $\pm 2\%$	无效数据,做全校准或零点检查
跨点检查	超出跨点值的 $\pm 5\%$	做全校准
	超出跨点值的 $\pm 10\%$	无效数据,做全校准

注意:在进行跨点检查和校准过程中标准气会被直接排出仪器,在仪器周围积累,而仪器的零点检查和校准用气均是利用仪器周围的环境空气作简单过滤得到的。因此,在进行跨点检查和校准时,应当注意通风,以避免标准气在短时间内积累的浓度过高,影响零点检查和校准结果。

(1)每日零点检查

在校准子菜单中设定自动校准程序,每日由仪器按照设定的时间自动执行零点检查。日常运行过程中无需人员操作,只需要在日检查表中进行有关记录即可。

(2) 每月零/跨检查

每月零/跨检查由人工通过菜单命令操作。每次先做零点检查,再做跨点检查,操作步骤如下:

检查并记录仪器原来的零点检查值和稳定度数值,以及跨点检查值和稳定度数值:

按“Select”键或“Enter”键进入主菜单(Main Menu),按▼键找到校准(Calibration)条目,按“Enter”键,进入校准子菜单;按▼键,依次找到 Last zero ck(零点检查值)、Zero chk stab(零点稳定度数值)、Last span ck(跨点检查值)和 Span chk stab(跨点稳定度数值)条目,将对应参数的数值记录到校准记录表格。

确认标准气体连接正常,标准气管路上的所有阀门都处于关闭状态。打开标准气瓶的总阀门,查看气瓶压力,并记录在校准记录表格。

关闭加热进气管与仪器之间的两通阀。在校准记录表格上记录操作开始时间。

在校准子菜单上选择零点检查命令,启动零点检查:

按“Select”键或“Enter”键进入主菜单(Main Menu),按▼键找到校准(Calibration)条目,按“Enter”键,进入校准子菜单;按▼键,找到 Do zero chk(零点检查),按“Enter”键,显示屏上立即出现下列信息“Zero ck eck will commence within 30 seconds”。

大约在 30s 内,零气泵启动,并显示信息屏幕。操作人员应注意观察屏幕显示的信息,零点检查时信息屏幕显示主要状态为“Zrochk”,检查结束后显示主要状态为“Monitor”。

零点检查结束后,按“Select”键或“Enter”键进入主菜单(Main Menu),按▼键找到校准(Calibration)条目,按“Enter”键,进入校准子菜单;按▼键,依次找到 Last zero ck(零点检查值)、Zero chk stab(零点稳定度数值),将新的零点检查值和稳定度数值记录到校准记录表格。并按照下式计算零点检查误差 Z%:

$$Z\% = \frac{\text{LastZroCk}}{93.37} \times 100\% \quad (5-9)$$

式中,LastZroCk 为零点新的检查值,以 Mm^{-1} 为单位,93.37 为标气 R-134a 的标准散射系数。

在校准子菜单上选择跨点检查命令,启动跨点检查:

按“Select”键或“Enter”键进入主菜单(Main Menu),按▼键找到校准(Calibration)条目,按“Enter”键,进入校准子菜单;按▼键,找到 Do span chk(跨点检查),按“Enter”键,显示屏上立即出现下列信息“Span ck eck will commence within 30 seconds”。

大约在 30s 内,标准气电磁阀打开,并显示信息屏幕。操作人员应注意观察屏幕显示信息,跨点检查时信息屏幕显示主要状态为“SpnChk”,并及时从标准气瓶端依次打开标准气管路上的其余气阀,并调节转子流量计上的旋钮,使标准气流量稳定保持在 2~3L/min 范围内。跨点检查结束后,信息屏幕显示主要状态为“Monitor”。

在跨点检查结束后,按“Select”键或“Enter”键进入主菜单(Main Menu),按▼键找到校准(Calibration)条目,按“Enter”键,进入校准子菜单;按▼键,依次找到 Last Spn ck(跨点检查值)、Span chk stab(跨点稳定度数值),将新的跨点检查值和稳定度数值记录到校准记录表格(见附录 8.1.5)。并按照下式计算跨点检查误差 S%:

$$S\% = \frac{\text{LastSpnCk} - 93.37}{93.37} \times 100\% \quad (5-10)$$

式中,LastSpnCk 为新的跨点检查值,以 Mm^{-1} 为单位。

1) 如果零点检查误差 Z% 和跨点检查误差 S% 均达到表 5-23 的要求,结束零/跨检查,否则需要进行全校准。

2) 零点检查和跨点检查结束后,读取并记录标准气瓶压力;依次从浊度仪的标准气进气口端关闭所有气路阀门;打开加热进气管与仪器之间的两通阀,恢复仪器采样进气管路的连接;在记录表格中记录

校准检查的结束时间。

(3) 全校准

由人工通过菜单命令操作,启动全校准。操作步骤如下:

1) 检查并记录仪器原来的零点检查值和稳定度数值,以及跨点检查值和稳定度数值:

按“Select”键或“Enter”键进入主菜单(Main Menu),按▼键找到校准(Calibration)条目,按“Enter”键,进入校准子菜单;按▼键,依次找到 Last zero ck(零点检查值)、Zero chk stab(零点稳定度数值)、Last span ck(跨点检查值)和 Span chk stab(跨点稳定度数值)条目,将对应参数的数值记录到校准记录表格(见附录 8.1.5)。

2) 确认标准气体连接正常,管路上的所有阀门都处于关闭状态。打开标准气瓶的总阀门,查看气瓶压力,并记录在校准记录表格。

3) 关闭加热进气管与仪器之间的两通阀。在校准记录表格上的校准开始时间栏目内,记录操作开始时间。

在校准子菜单上选择全校准命令,启动全校准:

按“Select”键或“Enter”键进入主菜单(Main Menu),按▼键找到校准(Calibration)条目,按“Enter”键,进入校准子菜单;按▼键,找到 Do fullcal(全校准),按“Enter”键,显示屏上立即出现下列信息“Full Calibration will commence within 30 seconds”。

大约在 30s 内,标准气电磁阀打开,并显示信息屏幕。操作人员应注意观察屏幕显示的主要状态信息为“SpnCal”,并及时从标准气瓶一端依次打开标准气管路上的其余气阀,并调节转子流量计上的旋钮,使标准气流量稳定保持在 2—3L/min 范围内。

跨点校准结束后,仪器自动进入零点调整程序,零气泵启动,操作人员应注意观察屏幕显示的主要状态信息为“ZroCal”。全校准结束后,屏幕显示主要状态为“Monitor”。

1) 检查并记录新的零点检查值和稳定度数值,以及跨点检查值和稳定度数值。

2) 按 Select 键或 Enter 键进入主菜单(Main Menu),按▼键找到校准(Calibration)条目,按 Enter 键,进入校准子菜单;按▼键,依次找到 Last zero ck(零点检查值)、Zero chk stab(零点稳定度数值)、Last span ck(跨点检查值)和 Span chk stab(跨点稳定度数值)条目,将对应参数的数值记录到校准记录表格(见附录 8.1.5)。

3) 计算跨点检查误差 S%和零点检查误差 Z%。根据新的跨点检查值,按照式(5-10)计算跨点检查误差 S%。根据新的零点检查值,按照式(5-9)计算零点检查误差 Z%。如果零点检查误差 Z%和跨点检查误差 S%均达到表 5-23 中的要求,结束全校准。当全校准不能达到要求时,进行清洁或检修。

4) 全校准结束后,读取并记录标准气瓶压力;依次从浊度仪的标准气进气口段开始关闭所有气路的阀门,恢复仪器采样进气管路的连接,在记录表格中记录校准检查的结束时间。

5.4 数据采集

5.4.1 实时数据获取指令

(1) 命令:ID

功能:获取当前使用的 M9003 型浊度仪的类型,控制软件的版本和工厂分配的标识号码。

语句:ID{<module address(模块地址)>}<cr>

响应:Ecotech M9003 Nephelometer v{<控制软件版本号>}ID#{<仪器 ID 号>}<CR><LF>

例子: ID0<cr>

响应:Ecotech M9003 Nephelometer v2.00 ID#123456<CR><LF>。

相关命令:按下 CONTROL-T,也给出同样的响应。

(2) 命令:* * PS

功能:将工厂分配给浊度仪的唯一标识号码,编程存入内存。

语句:**{< module address(模块地址)>}PS{空格}{<仪器 ID 号>}<cr>

响应:OK<cr><LF>

说明:<仪器 ID>是由公司分配给每台仪器的 6 位数字。

例子:**0PS_123456<cr>

响应:OK<cr><LF>,并将仪器的 ID 号设定为 123456。

(3)命令:**B

功能:重新启动测试。激活看门狗定时器,重新启动 M9003 型浊度仪的微处理器。这与按微处理器板上的 Reset 键的作用相同。

语句:**{< module address(模块地址)>}B<cr>

响应:null

例子:**0B<cr>。

将重新启动 M9003 型浊度仪。

(4)命令:**M

功能:启用/关闭 M9003 型浊度仪的遥控菜单功能。当启用时,用户可以使用与维修串口相连的 RS232 终端遥控执行所有操作。

语句:**{< module address(模块地址)>}M{<遥控菜单状态>}<cr>

响应:OK<cr><LF>

说明:<遥控菜单状态>= 1,启用遥控菜单。

<遥控菜单状态>= 0,不启用遥控菜单。

例子:**0M1<cr>

响应:OK<cr><LF>并启用遥控菜单。

(5)命令:**S

功能:设定 M9003 型浊度仪微处理器板的时钟。一个命令即可设定时间和日期。

语句:**{< module address(模块地址)>}S{<hhmmssrrMMyy>}<cr>

响应:OK<cr><LF>

说明:<hhmmssrrMMyy> = 当前时间和日期,(hh)时,(mm)分,(ss)秒,(rr)日,(MM)月,(yy)年。

例子:**0S142536061003<cr>

响应:OK<cr><LF>,并设定时钟为 14:25:36,日期为:06/10/03。

(6)命令:**PC

功能:为校准参数的模拟输入和模拟输出编程,主要用在工厂校准期间。

(其余略)

(7)命令:**J

功能:强制仪器进入或跳入 8 个主要状态之一。本命令主要用在工厂检测期间。

(其余略)

(8)命令:DO

功能:优先于数字输入和输出控制。本命令最常用于强制 M9003 型浊度仪进入标气测量或零气测量方式。

语句:DO{<module address(模块地址)>}{<数字参数值>}{<数字参数状态>}<cr>

响应:OK<cr><LF>

说明:<数字参数值> = 下列之一

00 外部 DOSPAN 控制优先;

01 外部 DOZERO 控制优先;

02

03

04 数字外部辅助设备控制优先;

05 样气泵控制优先;

10 液晶背光控制优先。

<数字参数状态> = 下列之一

0 数字参数启用;

1 数字参数不启用。

例子: DO0001<cr>

响应: OK<cr><LF> 并将 M9003 型浊度仪设为进入标气测量。

(9) 命令: VI

功能: 从 M9003 型浊度仪的微处理器读取近 100 个不同的参数。该组命令为用户提供了用数据记录装置获取测量数据。

语句: VI{<电压输入参数值>}<cr>

响应: {<sign>}{<参数值>}<cr><LF>

说明: <sign> = 参数值的符号, <空格>为正, <->为负, (如果输出的参数值是 ASCII 字符, 则没有<sign>)。

<参数值> = 下列情况之一(参数值既可能是一个 ASCII 字符串, 也可能是一个 6 位十进制数):

00. 散射系数, Mm^{-1} ; (见注 1 说明)
01. 气温, K;
02. 相对湿度, %;
03. 腔室温度, K;
04. 气压, mBar(hPa);
05. 暗计数, (滑动平均);
06. 快门计数, (滑动平均);
07. 散射系数的 5min 平均;
08. 测量比值, (滑动平均);
09. 测量比值的最后一次读数;
10. 测量光子计数的最后一次读数;
11. 暗计数的最后一次读数;
12. 快门计数的最后一次读数;
13. 5min 平均气压, mBar(hPa);
14. 5min 平均气温, K;
15. 5min 平均腔室温度, K;
16. 5min 平均相对湿度, %;
17. 当前报告格式中的气温;
18. 当前报告格式中的腔室温度;
19. 当前报告格式中的气压;
20. 当前报告格式中的 5min 平均气温;
21. 当前报告格式中的腔室 5min 平均温度;
22. 当前报告格式中的 5min 平均气压;
23. 快门计数下限的合理检查;
24. 快门计数上限的合理检查;
25. 校准时的测量计数——只在校准时起作用;

26. 校准时测量计数的最后一次读数——只在校准时起作用；
27. 校准时的标准差——只在校准时起作用；
28. 校准稳定度——只在校准时起作用；
29. 空白；
30. 校准 X 点的气压——在校准点的气压, mBar(hPa)；
31. 校准 Y 点的气压——在校准点的 A2D 读数；
32. 校准热敏电阻因子——热敏电阻在 25℃ 点上的 A2D 读数；
33. 校准 Vaisala 温度偏移——在最小读数点的 Vaisala 温度偏移, K；
34. 校准 RH 梯度——VaisalaRH 梯度订正因子；
35. 校准 RH 偏移——VaisalaRH 偏移调整；
36. 校准梯度——校准曲线的梯度；
37. 校准偏移——校准曲线的偏移；
38. 校准壁散射——从校准梯度和偏移计算壁散射, %；
39. 空白；
40. 校准标气 X——在标气校准点的消光系数；
41. 校准标气 Y——在标气校准点的测量比值；
42. 校准标气温度——在标气校准点的温度；
43. 校准标气气压——在标气校准点的气压；
44. 校准零气 X——在零气校准点的消光系数；
45. 校准零气 Y——在零气校准点的测量比值；
46. 校准零气温度——在零气校准点的温度；
47. 校准零气气压——在零气校准点的气压；
48. 校准零气调整 X——在零气调整校准点的消光系数；
49. 校准零气调整 Y——在零气调整校准点的测量比值；
50. 校准零气调整温度——在零气调整校准点的温度, K；
51. 校准零气调整气压——在零气调整校准点的气压, mBar(hPa)；
52. 当前模拟输出 1 零 A/D 点；
53. 当前模拟输出 1 全 A/D 点；
54. 当前模拟输出 2 零 A/D 点；
55. 当前模拟输出 2 全 A/D 点；
56. 标气检查值, Mm^{-1} ；
57. 标气检测查稳定度, %；
58. 零点检查值, Mm^{-1} ；
59. 零点检测稳定度, %；
60. 发光二极管波长设定(字符串)；
61. 预期 RH 设定(字符串)；
62. 规格化温度设定(字符串)；
63. 标气设定(字符串)；
64. 日期格式设定(字符串)；
65. 温度单位设定(字符串)；
66. 气压单位设定(字符串)；
67. 零点检测周期设定(字符串)；
68. 主要状态设定(字符串)；
69. 次要状态设定(字符串)；

- 70. 发光二极管位置设定(字符串);
- 71. RS232 DO span/zero 测量方式状态 016=span 032=zero;
- 80. 时钟日期(当前报告中的优先格式)(字符串);
- 81. 时钟时间以 hh:mm:ss 格式(字符串);
- 90. 数字控制状态的输出(字符串);(见注 2 说明)
- 99. 实时参数串,以逗号分隔。(见注 3 说明)

例子:VI000<cr> ,

响应:当前散射系数,26.3450<cr><LF>;

VI017<cr> ,

响应:当前气温(°C),20.529816<cr><LF>;

VI004<cr> ,

响应:当前气压(mBar),26.34<cr><LF>;

VI063<cr> ,

响应:当前标气设置,R134<cr><LF>。

注 1:主要状态

功能:VI000 命令读取一个 4 位十进制数,这是一个获取散射系数数据的独特命令。它的第 4 个数表示的是仪器所处的主要状态,取值为 0~7。

语句:VI{< module address(模块地址)>}00<cr>

响应:{<sign>}{<参数值>}{<主要状态>}<cr><LF>

说明:<sign> = 参数值的符号,空格为正,<->为负。

<参数值> = 当前散射系数(Mm^{-1}),至第 3 位数。

<主要状态> = 下列之一:

- 0 正常测量
- 1 标准气校准(调整校准曲线)
- 2 零气校准(调整校准曲线)
- 3 跨点检查
- 4 零点检查
- 5 零点调整(调整校准曲线)
- 6 系统校准/重新启动
- 7 环境校准

例子:VI000<cr> ,

响应:当前散射系数(Mm^{-1}),26.3450<cr><LF>;

说明:表明仪器处在正常测量状态。

VI000<cr> ,

响应:当前散射系数(Mm^{-1}),26.3453<cr><LF>;

说明:表明仪器处在跨点检查状态。

注 2:数字输出状态

功能:VI090 命令读取十六进制数字,该数字反映 M9003 型浊度仪的数字控制电路的输出状态(DIO)。通过 DIO,可以清晰地了解 M9003 型浊度仪正在做什么,尤其是可以了解仪器在做标气测量还是在做零气测量。

语句:VI{< module address(模块地址)>}90<cr>

响应:{<DIO 状态>}<cr><LF>

说明:{<DIO 状态>} = 一个十六进制数,其各位所代表的含义如下:

- 00. 腔室加热器关闭

01. 加热进气管的加热器关闭
02. 样气泵打开
03. 零气泵打开
04. 标气电磁阀打开
05. 不用
06. 不用
07. 数字 aux out 打开

例子: VI090<cr> ,

响应: 07<cr><LF> ;

说明: 腔室加热器关闭, 加热进气管的加热器关闭, 样气泵打开。(仪器处于正常测量状态)

VI090<cr>

响应: 0Bcr><LF> ;

说明: 腔室加热器关闭, 加热进气管关闭, 样气泵关闭, 零气泵打开。(仪器处于零气测量状态)

VI090<cr> ,

响应: 13<cr><LF> ;

说明: 腔室加热器关闭, 加热进气管关闭, 样气泵关闭, 零气泵关闭, 标气阀打开。(仪器处于标气测量状态)

注 3: 单行输出

功能: VO099 命令读取一个参数串, 包括日期、时间、散射系数和其他气象参数以及当前状态信息。

数据间以逗号分隔。

语句: VI{< module address(模块地址)>}99<cr>

响应: {<date(日期)>},{<time(时间)>},{<散射系数>},{<气温>},{<腔室温度>},{<RH>},{<气压>},{<主要状态>},{<DIO 状态>}<cr><LF>

说明:

<日期> = 当前日期, 在报告格式子菜单中设定的格式;

<时间> = 当前时间, hh:mm:ss;

<散射系数> = 当前的 σ_{sp} , Mm^{-1} ;

<气温> = 当前气温, 如报告格式子菜单中设定的单位;

<腔室温度> = 当前腔室温度, 如报告格式子菜单中设定的单位;

<RH> = 当前相对湿度, %;

<气压> = 当前气压, 如参数选择报告中设定的单位;

<主要状态> = 如在注 1 中所列表的数字, 2 位数;

<DIO 状态> = 如在注 2 中所列表的 DIO 状态;

<sign> = 参数值的符号, 空格为正, <-> 为负。

例子: VI099<cr> ,

响应: 21/11/2003,09:45:27,10.483,22.108,21.710,41.370,1000.436,00,07<cr><LF>

仪器处在正常测量状态。

VI099<cr> ,

响应: 21/11/2003,09:45:27,10.483,22.108,21.710,41.370,1000.436,00,0B<cr><LF>

仪器处在零点检测状态。

5.4.2 数据格式

5.4.2.1 本底站

小时文件命名格式:

Z_CAWN_I_XXXXX_YYYYMMDDHH0000_O_AER-FLD-ASP.TXT

其中 XXXXX 为台站站号,YYYYMMDDHH 表示年月日小时

数据格式参见表 5-24,共 17 列参数。

表 5-24 气本底站观测小时文件数据格式

列	字段说明	字段名称英文	数据类型	单位	备注
1	观测站的区站号		数字和字母组合		5 位
2	项目代码		I		4 位
3	年		I		4 位
4	积日	julianday	I		3 位
5	时分		I		4 位
6	时间标记	time mark	I		10 位
7	检索标志	retrieval mark	I		1 位
8	记录种类	Description of records	I		1 位
9	散射系数平均值	scattering coefficient average	F	Mm ⁻¹	7 位
10	大气温度平均值	air temperature average	F	K	7 位
11	样气室温度平均值		F	K	7 位
12	相对湿度平均值	relative humidity average	F		7 位
13	大气压力平均值	air pressure average	F	Pa	8 位
14	暗计数诊断		F		6 位
15	快门计数诊断		F		11 位
16	测量比率诊断		F		6 位
17	最后测试比率诊断		F		6 位

5.4.2.2 沙尘暴观测站

小时文件命名格式:

Z_SAND_NEP_C5_XXXXX_YYYYMMDDHH0000.TXT

其中 XXXXX 为台站站号,YYYYMMDDHH 表示年月日小时

文件头:

第一行为文件头,以空格分开,依次为区站号,经度,纬度,海拔高度,文件创建时间,仪器采样时间(以秒为单位),浊度计为 300(5min);

其后为数据,数据格式参见表 5-25,共 7 列参数。

表 5-25 沙尘暴站观测小时文件数据格式

序号	参数名称	字段说明	单位
1	时间	年月日时分秒	14 位,世界时
2	数据识别码	数据识别码	
3	散射系数	散射系数	Mm ⁻¹
4	环境温度	环境温度	℃
5	环境相对湿度	环境相对湿度	%
6	环境气压	环境气压	hPa
7	腔体温度	腔体温度	℃

5.5 注意事项

(1)充分注意电源安全和稳定,仪器接地良好。在强雷电天气时,如果没有妥善的防雷电措施,应关

闭仪器电源开关,并拔下电源线;

(2)随时巡视检查仪器,注意仪器屏幕显示的测量结果和湿度、温度等信息,和逐日零点检查记录。在有异常情况出现的时候,应及时报告和处理;

(3)不得随意打开仪器机箱盖。对仪器进行检修时,必须停机断电,并拔下仪器电源插头,禁止带电作业。要注意防止各种异物进入仪器内部和管路系统;

(4)零/跨检查如超过规定值,应及时做全校准。如全校准出现异常,应及时汇报;

(5)注意标准气瓶的安全使用,使用后必须关闭所有气阀,防止气体泄漏;

(6)注意标准气瓶压力,如不足 1MPa,应及时购买;

(7)保持整洁的操作环境,按照规范要求定期校准、维护仪器;

(8)一切与仪器设备相关的操作需详细记入值班记录。

第 6 章 MiniVol 便携式气溶胶采样器

人类活动对气候变化的影响使得气溶胶的气候效应引起了越来越多的关注。大气气溶胶是悬浮在大气中的固态或液态颗粒,对气候有直接和间接的影响。气溶胶粒子对太阳辐射的散射和吸收,可以明显地改变地气系统的辐射平衡,从而直接影响气候变化;气溶胶对气候的间接影响表现在作为云凝结核改变云的光学特性和生命期、参与光化学反应、影响臭氧平衡等,从而间接影响地气系统的辐射平衡。

当前,全球气候、环境变化已成为各国政府部门和科学家所关心的核心科学问题之一,其中城市环境变化,尤其是大城市中空气质量的不断恶化已引起公众的普遍关心。颗粒物是大气的主要污染物之一,由于工业排放、汽车尾气排放等原因,悬浮在大气中的颗粒物往往更具较大的危害性。因此,大气中的颗粒物已不仅仅是气候变化研究中的重要对象,而且环境部门、卫生防疫部门,乃至社会公众也都给予了极大关注。

由美国 Airmetrics 公司生产的 MiniVol 便携式气溶胶采样器(以下简称采样器),体积小,重量轻,便于携带,可以随时随地采集大气颗粒物样品,所使用的采样滤膜是直径为 47mm 的石英纤维滤膜(根据不同的实验目的,也可以使用其他滤膜,如 Teflon 滤膜和玻璃纤维滤膜等)。选用不同的采样头,可以采集大气中 TSP(总悬浮颗粒物,一般指空气动力学直径小于 $100\mu\text{m}$ 的颗粒物)、 PM_{10} (空气动力学直径小于 $10\mu\text{m}$ 的颗粒物)或 $\text{PM}_{2.5}$ (空气动力学直径小于 $2.5\mu\text{m}$ 的颗粒物)的气溶胶样品,采集后的样品滤膜可以用于各种化学成分分析(包括离子、元素和碳气溶胶等)。

6.1 基本原理与系统结构

6.1.1 基本原理

MiniVol 便携式气溶胶采样器主要是利用抽气泵不断地抽取空气,使之经过滤膜,滤膜过滤收集大气颗粒物样品,在实验室内进行化学成分分析。采样过程中需要控制流量,记录采样的总时间、采样时的温度和气压,通过气体方程计算得到流经滤膜的空气的标准体积,从而计算单位标准体积内化学成分的浓度。

6.1.2 系统结构

采样器的系统结构如图 6-1 所示,控制面板如图 6-2 所示。

6.1.3 性能指标

流量: $0\sim 10\text{L}/\text{min}$, 建议使用 $5\text{L}/\text{min}$ 。

电源: 12V 直流电。

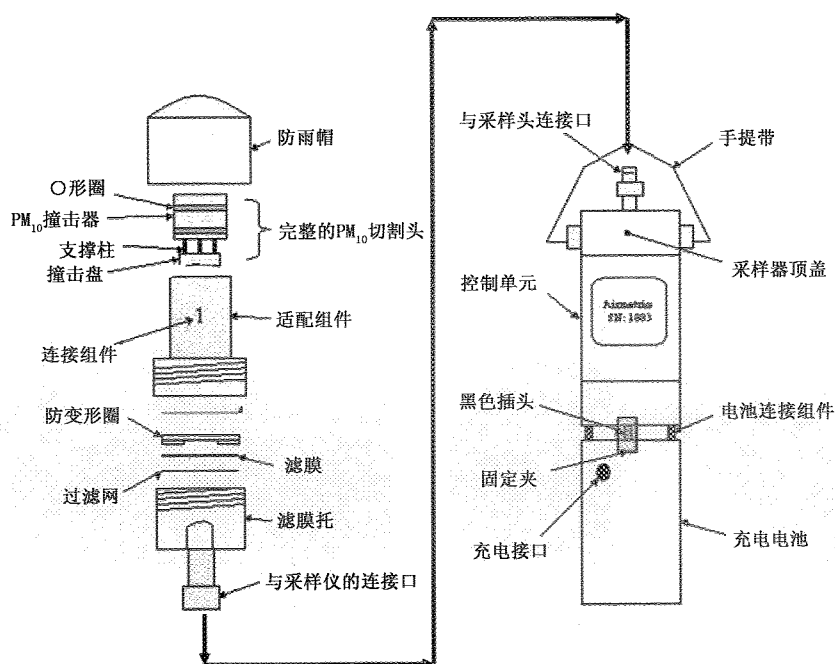


图 6-1 采样器结构图

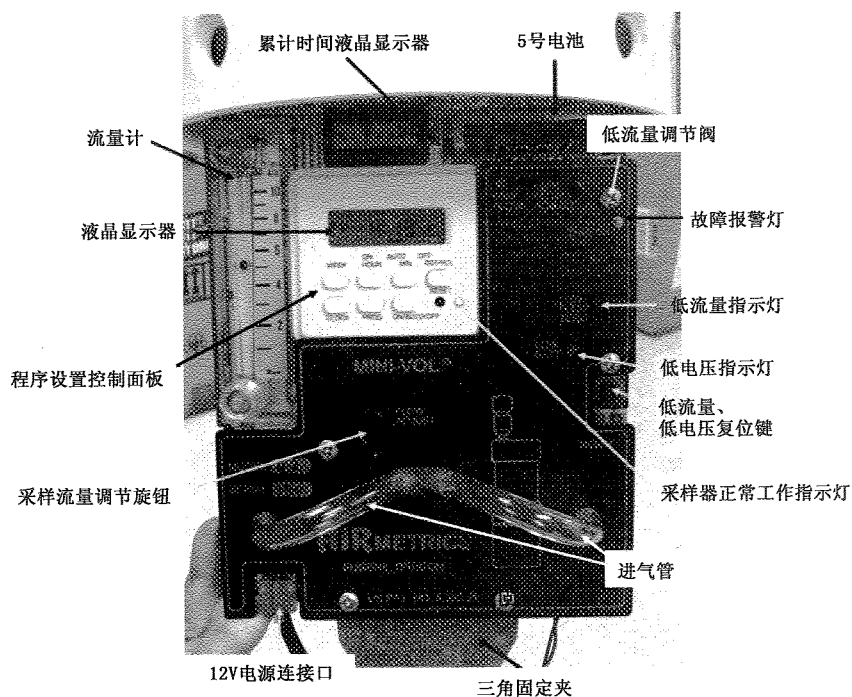


图 6-2 采样器控制面板

6.2 仪器安装

6.2.1 仪器安装

采样器属于室外工作仪器。选择一个相对高于周围环境的采样点(如房顶、观测塔顶等),其四周

30m 范围内没有局地污染(图 6-3)。

每次采样前用扎紧带或其他紧固材料将采样器固定在竖直杆上或水平放置在平整的表面或台架上(图 6-3、图 6-4)。当遇有大风等天气时,进行适当加固,确保采样器不被吹倒。

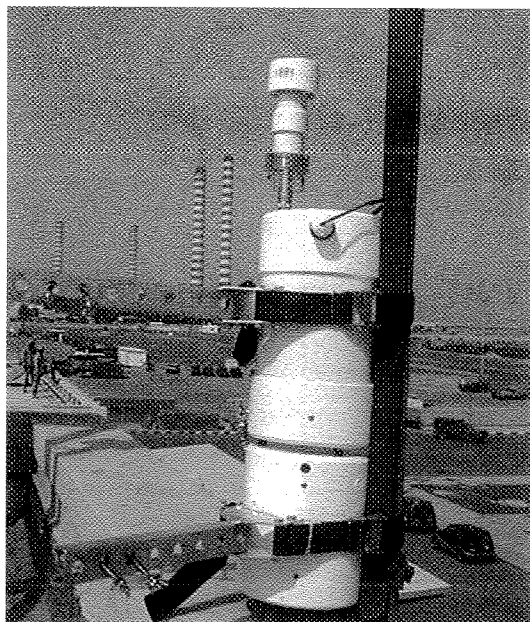


图 6-3 采样器固定在竖直杆上

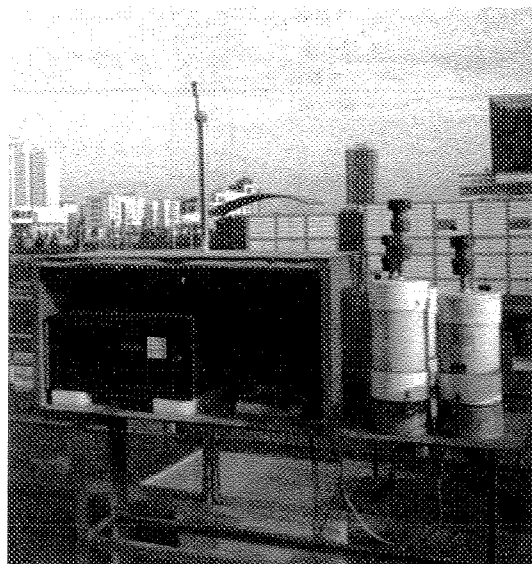


图 6-4 采样器放置在平整表面上

6.2.1.1 擦拭采样头组件

采样头组装前,用低尘擦拭纸将切割头组件擦拭干净,主要包括过滤网、防变形圈、滤膜托、采样头连接组件等,如图 6-5 所示。

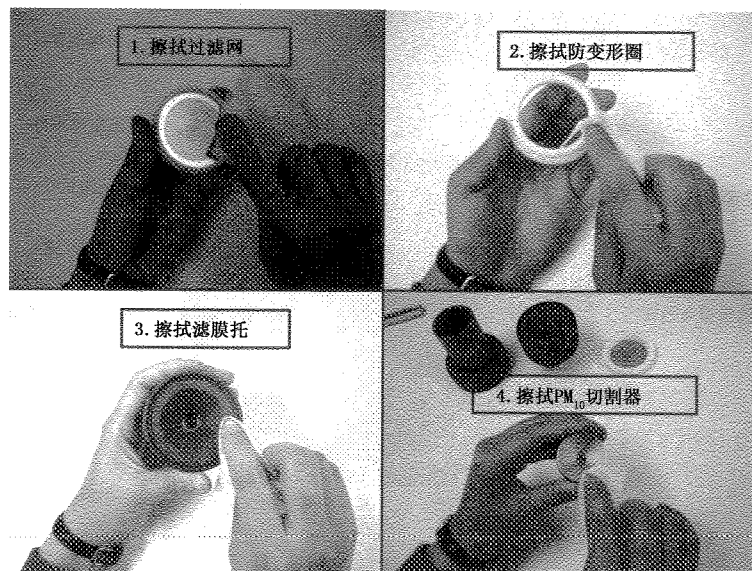


图 6-5 擦拭采样头组件

其中 PM_{10} 切割器不必每次采样前都擦拭,视当地污染状况而定,可以 3 个月或半年清洗一次。但是第一次使用采样器及每次将切割器清洗后,都需要进行清洗切割器及滴入硅酮液等操作(图 6-6)。

6.2.1.2 安装空白采样滤膜

在干净的室内(可以在净化工作台操作,如果没有工作台,可在普通的桌子上展开一片干净的铝箔作为工作台),取出一个新的空白滤膜,并在采样记录单上记录滤膜编号,用低尘擦拭纸将平头镊子擦拭

干净(图 6-7),用镊子夹取空白滤膜边缘,将滤膜放入滤膜托内。然后将膜托压紧放入采样头内,拧紧。取出滤纸后的空滤纸盒盖好,放置在洁净处,用自封袋或锡箔包裹密封。

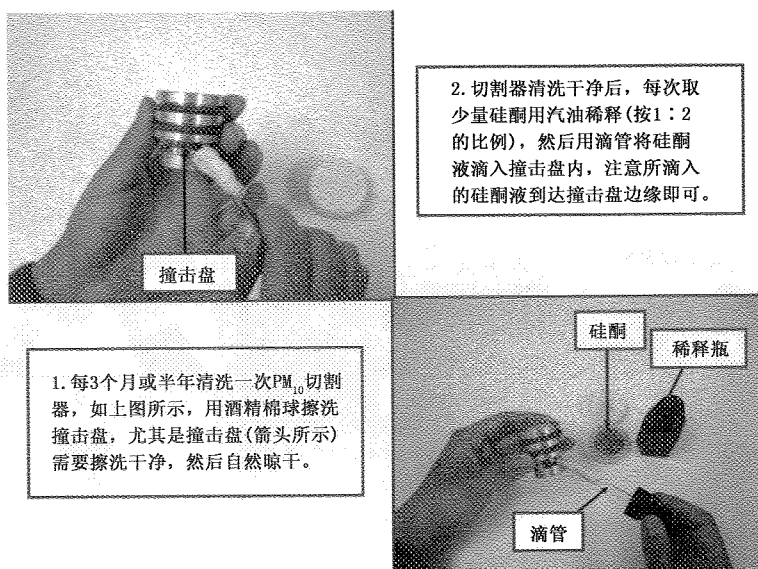


图 6-6 清洗切割器及滴入硅酮液

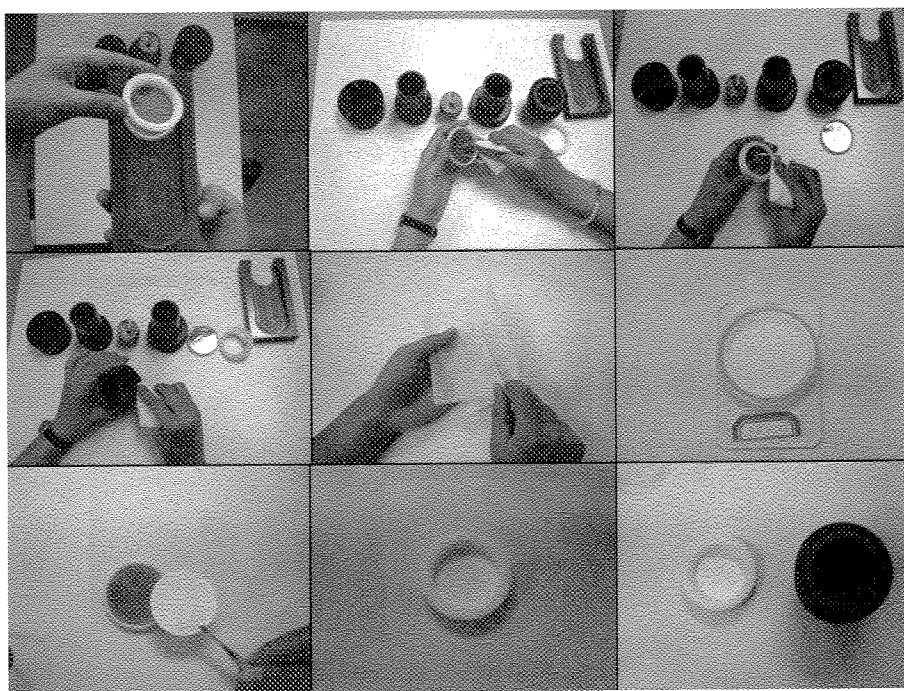


图 6-7 安装空白滤膜

6.2.1.3 切割头组装

采样头组装需要如下部件:①防雨帽;②③采样头适配组件;④PM₁₀切割器;⑤滤膜托;⑥过滤网及防变形圈。组装步骤如图 6-8 和图 6-9 所示。

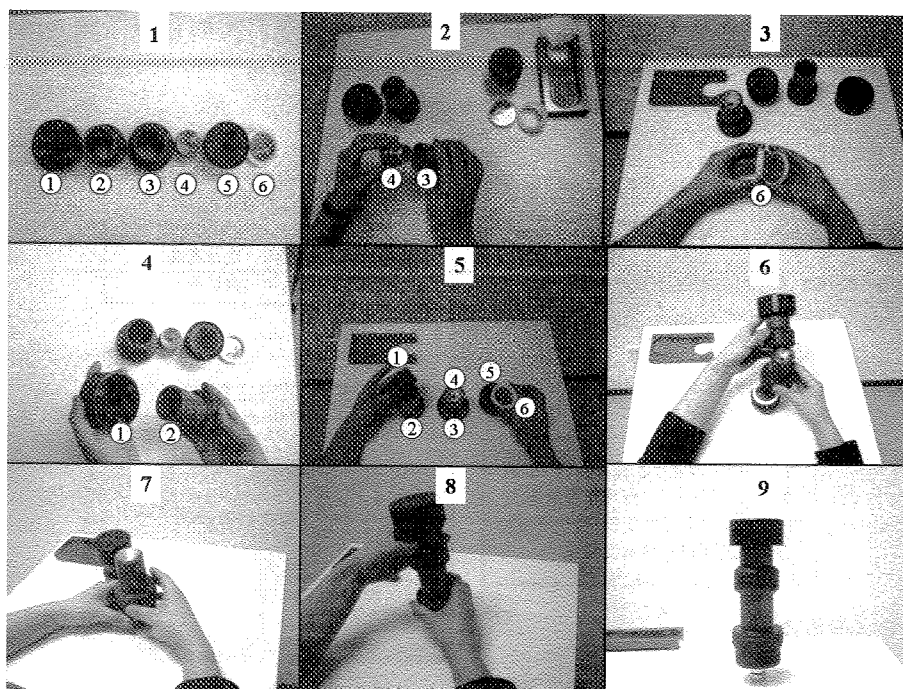


图 6-8 采样头组装

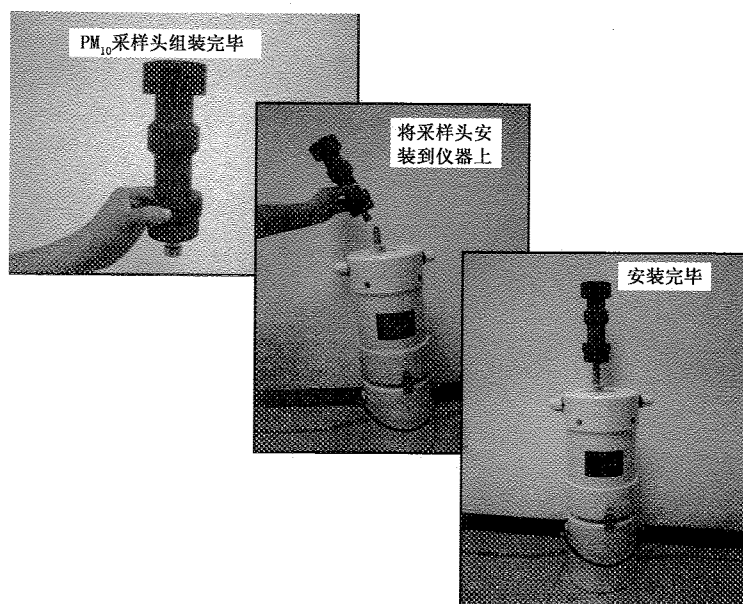


图 6-9 将采样头安装到采样器上

6.3 日常运行、维护和标校

6.3.1 日常运行

6.3.1.1 开机

将 12V 变压器与充电电池接口相连,如图 6-10 所示。不建议单独使用蓄电池供电,直接将 12V 变压器与充电电池接口相连,给采样器供电,具体操作如图 6-11 所示。

按下主机上的两个金属按钮,将主机上的盖子向上拉出,取出控制单元。

按下 ON/AUTO/OFF 键,液晶显示的底部有一个短线在“ON”,“AUTO”和“OFF”上循环水平移动,当移动到“ON”上,采样器启动,此时控制器上的红灯亮起;当移动到“AUTO”上,Mini-Vol 按照设定的时间自动启停;当移动到“OFF”上,采样器停止工作。

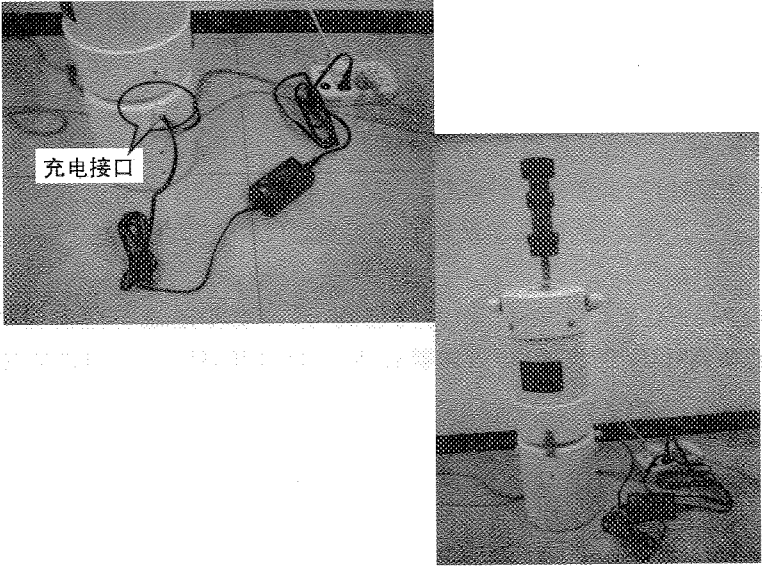


图 6-10 采样器供电设备

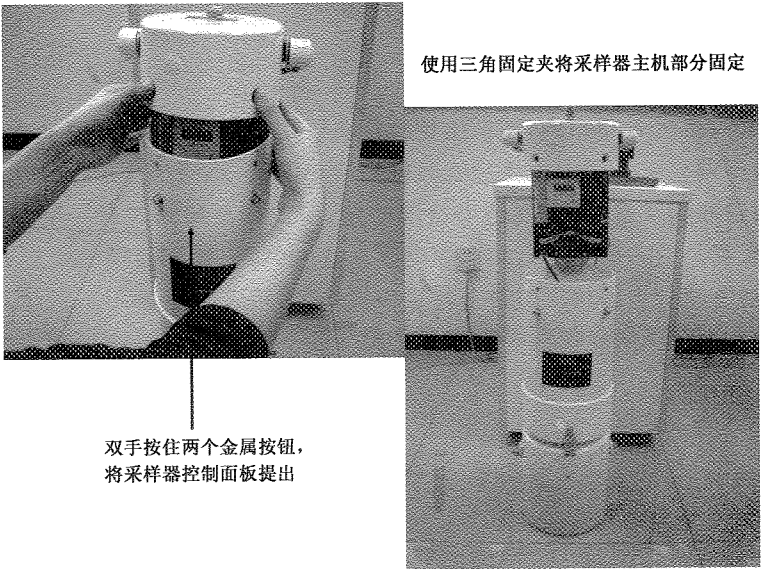


图 6-11 取出采样器控制面板

6.3.1.2 参数设置

当前时间设定的方法如下:

按住“CLOCK”键的同时按“WEEK”键直至正确的日期显示在液晶显示的顶部(以星期一到星期天的中文缩写显示,如表 6-1);按住“CLOCK”键的同时按“HOUR”键直至正确的小时显示,注意 AM(上午)和 PM(下午)是否正确;按住“CLOCK”键的同时按“MIN”键直至正确的分钟显示。

表 6-1 仪器的星期显示

Mo	Tu	We	Th	Fr	Sa	Su
星期一	星期二	星期三	星期四	星期五	星期六	星期天

启停时间设定的方法如下：

按下 PROG 键, 1^{ON} 会显示在液晶显示器的左下角, 表示第一个采样周期启动时间开始设定。按下 HOUR 和 MIN 键设定启停时间, 按下 WEEK 键选择启动的日期。输入启动时间后按下 PROG 键, 1^{OFF} 会显示, 表示第一个采样周期的停止时间开始设定, 按下 HOUR, MIN, WEEK 键设定停止时间。设定完毕后按 PROG, 2^{ON} 会显示, 表示第二个采样周期的启动时间开始设定, 重复以上操作, 可输入 6 次启动和停止时间。全部输入完毕后, 按 PROG 确认。

注意: 按 RST/RSL 键可取消或恢复所有的时间设定。如果取消所有设定, 会出现“—”, 再按一次会恢复。当取消时间设定时, 启动和停止时间都需要取消, 按 CLOCK 键可返回到当前时间状态。

按下 ON/AUTO/OFF 键, 直至液晶显示器的底部的短线停在“AUTO”上, 采样器按照设定的时间自动启停。

注意: 如果采样时间设置成上午 9:00, 而时间已到, 采样工作还没有准备完毕, 此时必须将 ON/AUTO/OFF 键, 手动调到“ON”的位置, 等采样器启动后, 再将其调回“AUTO”状态, 这样采样器就会在指定的时间停止工作。

6.3.1.3 关机

关机前应检查流量是否正确。在采样记录单上记录采样结束时间以及累计时间。

如果仪器处于自动采样状态, 则会按照设定的时间自动停止。

如果仪器处于手动采样状态, 则将 ON/AUTO/OFF 键手动调到“OFF”的位置, 采样器即停止工作。

将控制面板放回采样器内, 盖上仪器盖。将采样头和采样器一同移回室内。采样头与采样器接口用塑料密封袋密封。

6.3.1.4 取样

如图 6-12, 将采样头放入干净室内, 用无尘擦拭纸将镊子擦拭干净, 将采样头上的滤膜托拧下, 用取膜器将防变形圈与过滤网分离。用中指将过滤网轻轻抬起, 用平脚镊子夹取滤膜边缘取出滤纸(采样后的样品滤纸应该比空白滤膜灰些, 依大气污染状况而定, 因此样品滤膜应有一圈白色边缘, 夹取滤膜时一定要夹白色边缘, 有样品的一面朝上), 放入原空膜纸盒中(切记样品滤膜一定要放入最初取出空白滤膜的盒内)。用铝箔将滤膜盒包好放入塑料自封袋中, 放入冰箱内储存。

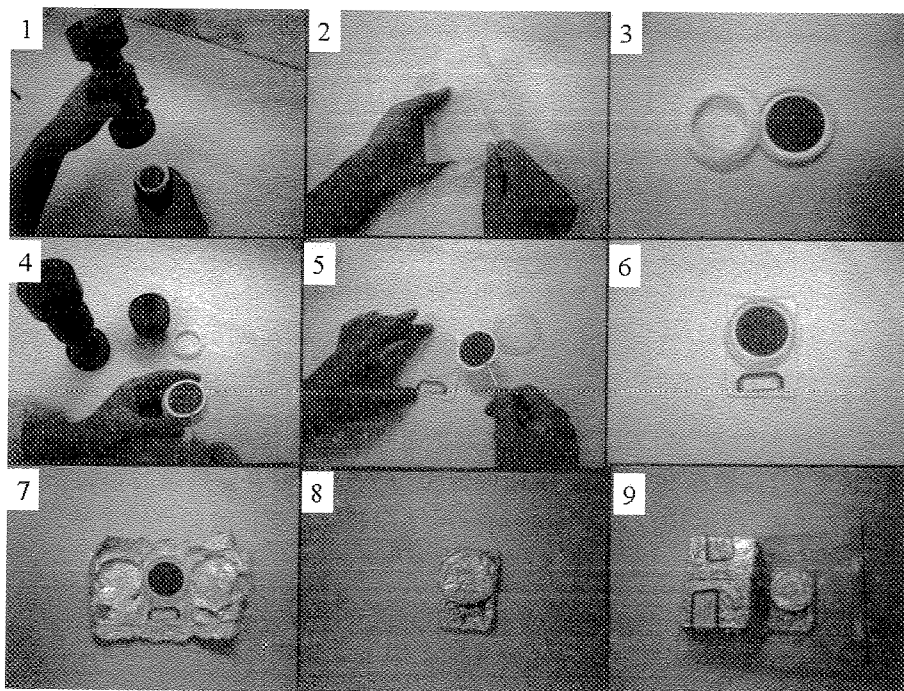


图 6-12 取样

6.3.2 采样要求

6.3.2.1 采样头

采样器配备了两种采样头。大气成分站的观测选择 PM₁₀ 采样头(银白色)。操作高度为 1.5m 左右,以便于操作为宜。

6.3.2.2 采样时间

每次采样累计时间:24 小时。上午 9 点至次日上午 9 点。如采样期间中断,确保采样累计时间不少于 18h,样品才有效。

注意:采样器不具备防雨功能,如遇降水天气,降水量较小的情况下,可以将采样器放置桌子下面,但保持四周气流畅通。如降水量较大,停止采样。如遇阵性降水,可暂停采样,待降水停止后,可继续采样,此时不需要更换滤膜,只需将采样器重新开启。

6.3.2.3 采样频率

每周一和周四各采一次,如遇强降水天气,可顺延采样时间。

6.3.2.4 采样滤膜

大气成分站选用 47mm 石英纤维滤膜。

6.3.2.5 电源

为确保采样器持续工作,建议使用交流电连接采样器电池充电接口。要注意电源插座防水,可用塑料袋将电源插座系紧。

6.3.2.6 采样记录

每次采样,均应完成记录单的规范填写,见附录。逐项说明如下。

6.3.2.7 采样日期

采样日期记录为开始采集样品的日期。

6.3.2.8 样品号

样品号为使用的样品滤膜编号,即贴在滤膜盒上的标签号码。

6.3.2.9 开始时间

开始时间为采样开始时间,如设定自动工作情况下,开始时间为上午 9:00。注意:如果事先设置的采样时间已过,按照实际采样开始时间填写。

6.3.2.10 结束时间

结束时间为次日结束采样时间,如设定自动工作情况下,结束时间为上午 9:00。

6.3.2.11 初始累计时间

初始累计时间为采样开始前控制面板上端的液晶显示器所显示的数字。

6.3.2.12 结束累计时间

结束累计时间为采样结束后控制面板上端的液晶显示器所显示的数字。如果采样器中间没有中断,按照正常的启停时间工作,那么结束的累计时间与开始累计时间的差值应该为 24(h)。

6.3.2.13 采样开始当天的日平均温度

采样开始当天的日平均温度为本站地面气象数据记录中当天的日平均温度。

6.3.2.14 采样开始当天的日平均气压

采样开始当天的日平均气压为本站地面气象数据记录中当天的日平均气压。

6.3.2.15 天气现象

天气现象可简单描述,能见度为必填项,可以使用目测或器测两种能见度表示方法。如遇降水、大风、沙尘暴等天气现象也需填入表格。

6.3.2.16 观测人员

观测人员为采样过程中的实际操作人员。

6.3.2.17 备注

如发现任何问题,在备注栏内记录。

采样之前或之后如发现空白滤膜有破损或不慎将滤膜掉落,务必另取新的完好无损的空白滤膜,并在采样记录单上记录滤膜编号,并注明滤膜破损或不慎将滤膜掉落,无法使用,将破损滤膜放入原盒内,待随样品滤膜寄回。

采样后,取样品滤膜时,如发现滤膜上有小飞虫,要在记录单上记录滤膜编号,并注明滤膜上有小飞虫,用镊子将小飞虫取下,注意不要破坏滤膜,将样品滤膜放入原盒内,待随其他滤膜寄回。

由于石英滤膜比较脆弱,夹取滤膜要小心轻放,如由于用力过大,不慎将小片滤膜夹破:1)如此种情况发生在采样前,更换新的完好无损的滤膜;2)如果此种情况发生在采样后,应将小片滤膜放入滤纸盒内(不能将小片滤膜丢失,否则会影响滤膜称重),并在采样记录单上注明,滤膜不慎被夹破。

采样记录单用 A4 纸打印,现场采样记录均使用纸质记录单,当天采样记录完毕,信息需电子化,输入 EXCEL 表格。电子版表格与纸质表格相同。记录单原件留存台站,复印件随样品每两个月寄回大气成分观测与服务中心。

6.3.3 日常巡视

采样期间,应定时巡视采样器是否正常工作。一般下午 15 时和晚 20 时各巡视一次。巡视时,应打开采样器,观察仪器的泵是否工作,流量显示是否为 5L/min。如有异常情况,应及时处理。

6.3.4 维护

气溶胶滤膜采样设备使用维护要求见表 6-2。

表 6-2 气溶胶滤膜采样设备使用维护要求

工作任务	主要内容	相关要求
1. 采样及记录	样品采集及相关信息记录	按观测技术要求,每周二、四各采集一个样品,全面、准确、详细地记录采样信息,包括采样膜编号、采样时间、周边环境情况等
2. 采样膜保存	妥善保管未使用采样膜和采样后膜片	采样前后,采样膜均应用锡纸密封后,保存于冰箱;对采样和未采样的膜进行分类保存和标记
3. 采样膜寄送	采样膜及相关记录寄送	每 2 个月寄送一次采样膜及相关记录
4. 仪器运行状况	采样流量检查	采样期间,定期检查采样流量,正常时流量为 5L/min
	采样泵的声音是否异常	无不正常噪声或声响
	充电电池供电情况检查	采样期间,随时检查电池供电情况,如电力不足,及时使用充电器充电
	检查采样器时间	与标准时间的偏差范围为 30s,超出时,应及时调整,或重新启动数据采样程序
	采样器设置	采样前,应检查采样器采样设置是否正确

6.3.5 校准

由中国气象局气象探测中心定期进行流量标定。

6.4 故障处理

6.4.1 采样器不慎进水

如采样器不慎进水,则应立刻关闭仪器,查看流量计和进气管是否进水。如果是少量水,用吸耳球

吸出,然后自然晾干即可;如果进水较多,用电吹风吹干,直到流量恢复正常。

6.4.2 采样器停止工作

如采样器无故停止工作,则应查看采样器后侧的黑/灰色橡胶气囊是否破裂。如果有破裂,用强力胶水黏合即可。仪器使用时间较长会导致橡胶气囊老化,如果无法继续使用,可以更换备用气囊(图 6-13)。

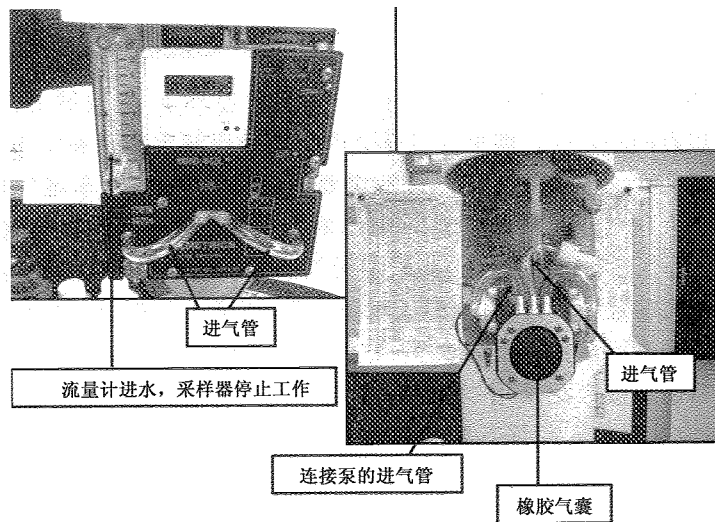


图 6-13 采样器可能故障指示图

6.4.3 其他异常情况

如遇到其他无法自主解决的异常情况,则应将问题和已采取的操作详细记录,及时上报技术保障部门。

第7章 FD12 型能见度仪操作技术手册

自 20 世纪 70 年代以来,由于世界各大城市的空气污染日益严重,导致城市大气能见度降低,成为公众和环保部门关注的焦点问题之一。能见度过低会严重地妨碍城市地面和空中交通,引发意外事故,造成重大经济损失或人员伤亡。导致能见度降低的主要成分来源是:机动车尾气排放、生物质燃烧(国内供暖燃柴、动力燃柴、林火)、工业和乡村灰尘。因此,对大气能见度的观测具有重大的现实意义。

能见度(visibility)指具有正常视力的人在当时的天气条件下能够看清楚目标轮廓的最大距离,或目标的最后一些特征已经消失的最小距离(在当时天气条件下,正常人的视力能将目标物从背景中区别出来的最大距离。常以米或千米为单位)(此定义引自“气象行业标准·气象仪器术语”)。按照这种定义进行的目测型观测方式目前正被广泛采用,然而,这种方式存在诸多缺点,受许多主观和物理因素的影响。例如,如果观测者没有充足的时间使其眼睛适应观测条件时,会出现很大误差,尤其是在夜晚更为显著。能见度是大气透明度的鉴定值,而大气透明度作为基本的气象量可以客观地测量,并可用气象光学视程(MOR)或称气象能见度表示。世界气象组织(WMO)将 MOR 作为表示大气可视程度的基本参数。

MOR 可以通过测量光的衰减程度来测量,而光的衰减是由于光的吸收和散射造成的。因此,用于测量 MOR 的仪器可分为两类:(1)测量水平空气柱的消光系数或透射系数;(2)测量小体积空气对光的散射系数。Vaisala 公司生产的 FD12 型能见度仪(图 7-1)属于第 2 种,是目前中国气象局沙尘暴站网普遍采用的一种能够进行全自动观测的能见度测量仪器。

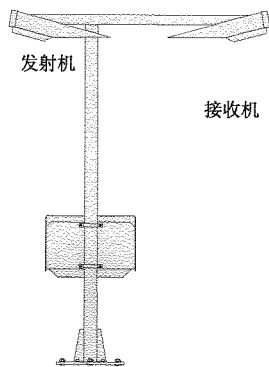


图 7-1 FD12 型能见度仪

7.1 基本原理和系统结构

7.1.1 基本原理

FD12 型能见度仪(以下简称 FD12)是一种前散射测量仪器。它的核心部件包括发射机(FDT12),接收机(FDR12),控制板(FDP12)和内部连接电缆等。发射机持续发射红外光脉冲,被透镜聚焦后经大气中的颗粒物散射,接收机透镜将散射光收集到光二极管上并对其强度进行检测,最后将检测得到的信号发送到 CPU 上,通过特定的算法转化为气象光学能见度(图 7-2)。

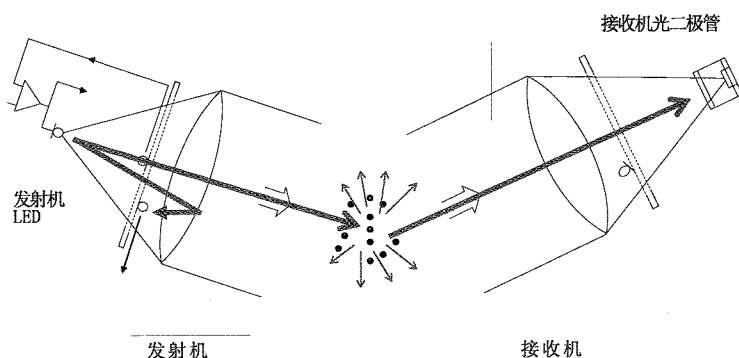


图 7-2 FD12 测量原理

FD12 的测量周期为 15 s, 而计算其平均值时需要根据公式(7.1)换算成消光系数(σ), 对 σ 进行算术平均, 再转换成 MOR 才得到能见度平均值。

$$\sigma \cdot 1000 \text{ m} = \frac{3000 \text{ m}}{\text{MOR}} \quad (7.1)$$

7.1.2 系统结构

FD12 由三个主要部件构成(图 7-3):

- (1) 传感器横杆(FDC115): 包括光学部件、发射机、接收机和装有加热器的保护罩等。
- (2) 电子元件箱(FDB12): 包括 CPU、电源、AC/DC 转换器和可选用的调制解调器板等。
- (3) 风杆: 包括固定在地面或其他平面里的机械部件。

发射机和接收机的透镜总是在向下 16.5° 方向的直线上, 使其免受尘土、雪和雨的污染。所得到的散射测量角为 33° 。电子元件箱一般安装在支撑传感器横杆(接收机/发射机)的风杆上。

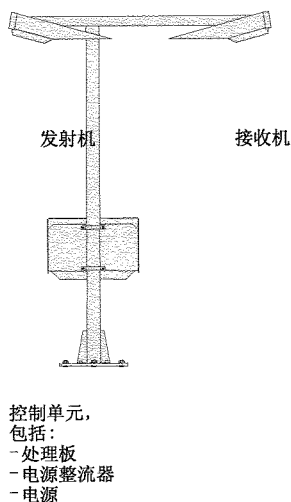


图 7-3 FD12 主要部件

7.1.2.1 发射机(FDT12)

发射机由红外光源、控制和触发电路、光源强度监测器、后散射接收机和模拟多路调制器等部分组成(图 7-4)。红外光源以 2.3 kHz 的频率发射红外光脉冲。PIN 光二极管用来监测发射光的强度。

7.1.2.2 接收机(FDR12)

接收机由光接收器、前置放大器、电压/频率转换器、后散射测量光源和一些控制及计时电子元件组成(图 7-5)。接收机接收 PIN 光二极管用来检测散射后的发射光脉冲。与发射机同步的相敏或相位敏感用来过滤和检测脉冲信号的电压。

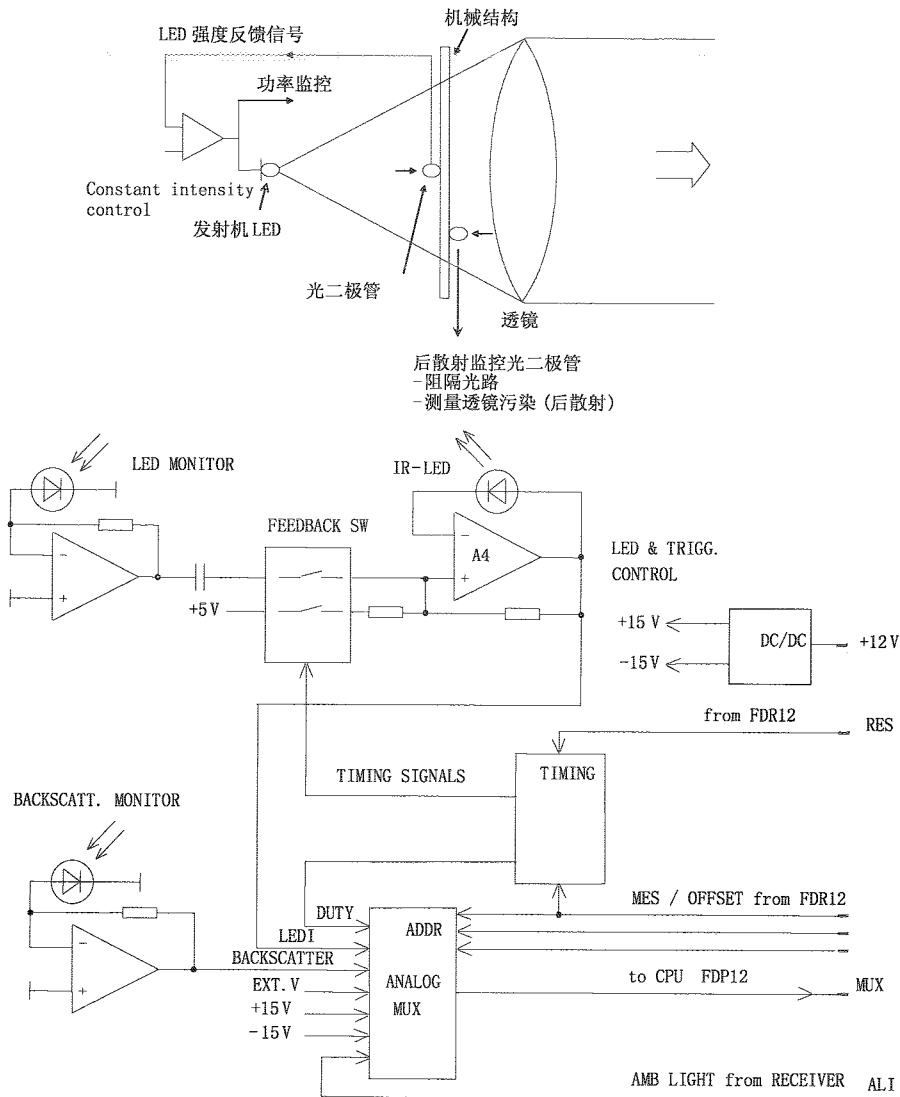


图 7-4 发射机构造和电路图

7.1.2.3 控制板(FDP12)

控制板由微处理器、通信接口、存储器、频率测量电路、监视器、监控电路和 D/A 转换器组成(图 7-6)。控制板利用英特尔 8031 微处理器进行数据获取和内部控制。此外,控制板还可以通过串行 RS232 口进行通信。存储器包括 512 bit EPROM 和 256bit 静态 RAM,分别用于程序编码和数据、工作参数。频率测量电路用来测量光学信号。

7.1.3 技术指标

7.1.3.1 机械指标

尺寸:2100 mm×1530 mm×380 mm

重量:49 kg(含风杆的安装底盘)

材料:铝(经阳极化处理),自然灰色

7.1.3.2 电力指标

主电源:115/230VAC ±20%,45~65Hz

电耗:最大 130VA(30VA+100VA 去霜加热器)

7.1.3.3 光学指标

(1)发射机

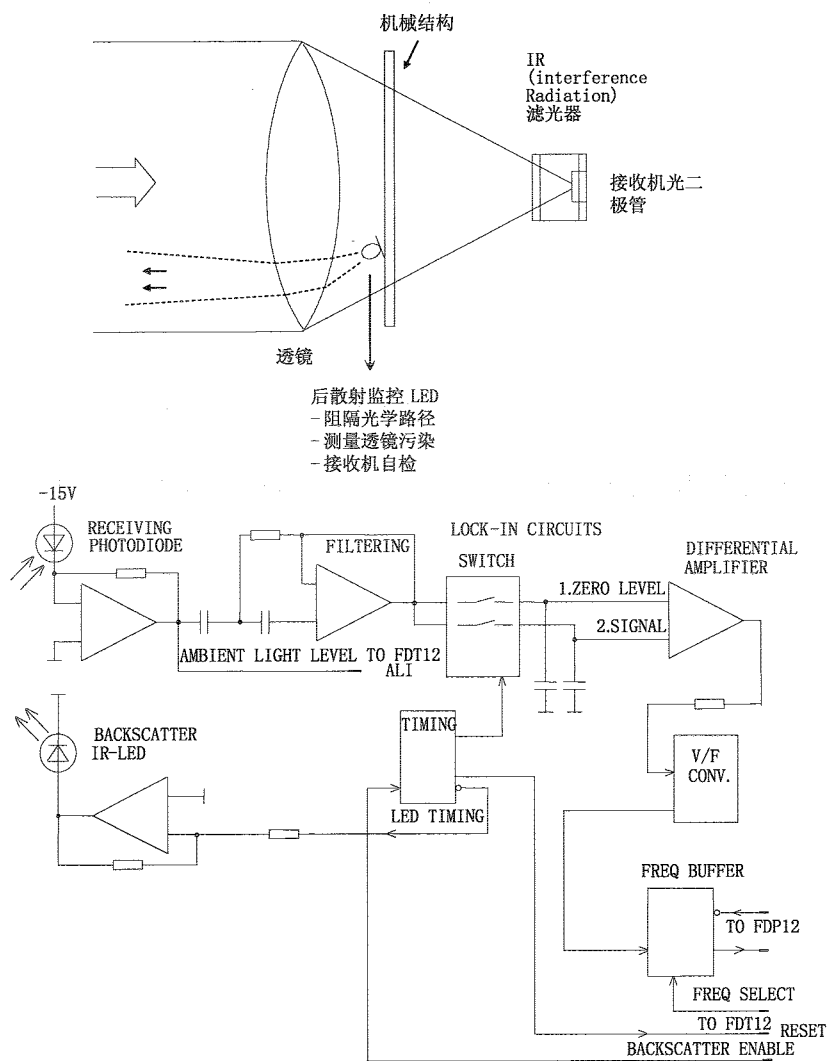


图 7-5 接收机构造和电路图

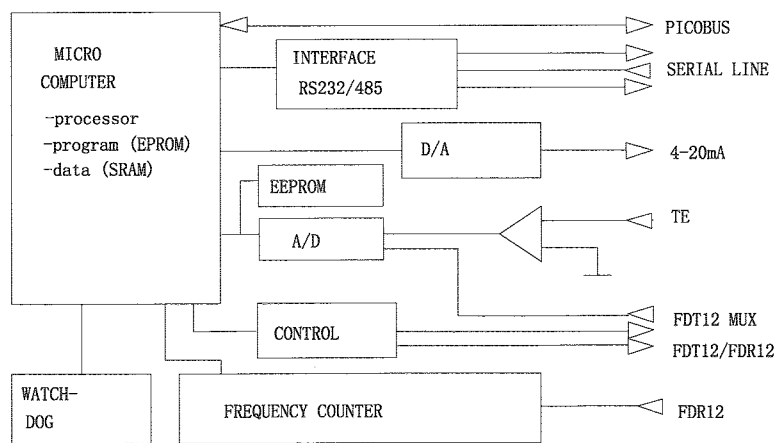


图 7-6 控制板结构示意图

光源:近红外光发射二极管(LED)

峰值辐射能量:40 mW

峰值波长:875 nm

调制频率:2.3 kHz

发射机透镜直径:71 mm

参照光二极管:用于光源控制

后散射光二极管:用于污染和遮蔽物测量

(2)接收机

光二极管:PIN 6 DI

光谱回应:最大响应在 850 nm, 0.55 A/W

接收机透镜直径:71 mm

后散射光源:近红外 LED

7.1.3.4 操作指标

MOR 的测量范围:采用 1min 平均值时测量范围为 10~15000m,采用 10min 平均值时测量范围为 15000m~50km。

精度:10~10000m 范围内测量精度为 $\pm 10\%$,10000~50000m 范围内测量精度为 $\pm 20\%$ 。

散射测量精度: $\pm 4\%$ 。

时间常数:60s。

更新间隔:15s。

7.1.3.5 环境指标

温度范围: $-40\sim+50^{\circ}\text{C}$ 。

湿度范围: $0\%\sim 100\%\text{RH}$ 。

允许最大风速:60m/s。

太阳方位:避免直接或反射到光接收机上的太阳光。

7.2 安装调试

7.2.1 安装

7.2.1.1 发货和存放

FD12 一般分三个箱子发货,主要包括以下部件:

(1)横杆 FDC115,包括光学部件

(2)电子元件箱 FDB12,带防辐射罩

(3)风杆 30513

注意:有光学部件的箱子需小心抬放。不应从高于地面 5cm 的地方扔下箱子任何一端。

仪器应带包装存放在干燥条件下,存放环境的温度为 $-40\sim 70^{\circ}\text{C}$,相对湿度低于 95%。

7.2.1.2 场地选择

FD12 型能见度仪安装的地点应能代表周围的天气状况。因此,选择场地应符合以下要求:

(1)安装位置周围 100m 内不应有高大的建筑物。树木可能会造成微观气候的改变,因此应避免安装在树木的阴影下。

(2)安装场地不应有影响光学测量的障碍物和反射表面,也不应有明显的污染源。

(3)发射机与接收机的视野范围内不应存在障碍物(图 7-7)。这是因为,如果发射光束从障碍物上反射到接收机上,反射信号和真正的散射信号无法分辨,导致得到错误的 MOR 值。可以通过旋转传感器横杆来检测有无影响测量的反射:任何反射都会根据横杆的方位而变化,能见度读数也将相应改变。

(4)发射机和接收机的光学部件不应受到强光源的直射(如太阳)或反射(如冰雪反射面)。这是因为,强日光可能使接收机线路饱和,并增加接收机的噪声水平。因此,在北半球安装时应使接收机面向北,在南半球则相反(图 7-8)。另外,应避免强闪光灯的照射。有时可以根据实际情况采取屏蔽或挡板。

(5)发射机和接收机应背对任何明显的污染源(如汽车尾气)。这是因为,污染源可能污染透镜,从

而导致测量的 MOR 值错误。

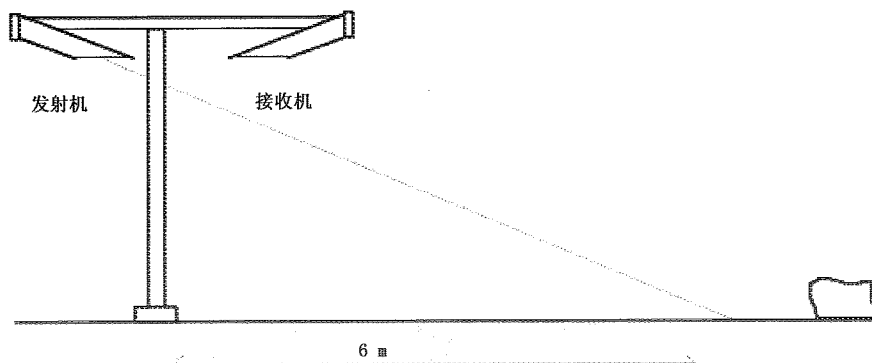


图 7-7 发射机与接收机之间不应存在障碍物

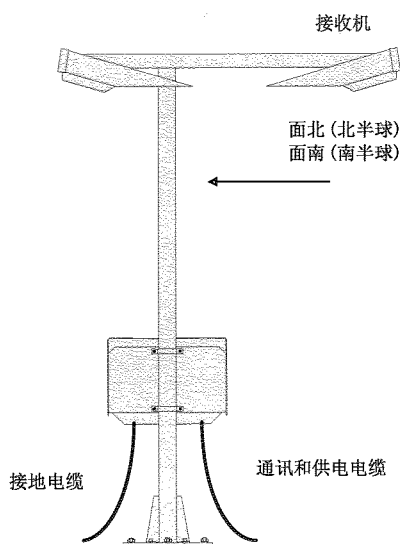


图 7-8 FD12 安装方向

7.2.1.3 接地

为了保护仪器的电力单元免受闪电损害,并防止无线电频率干扰,必须进行设备接地。

7.2.1.4 外部接地

根据实际情况,将一至四个铜膜钢杆插入地面以下,然后利用 16 mm^2 的带护套接地电缆将仪器的接地夹连接到钢杆(图 7-9)。

注意:

(1)将接地杆安装得离风杆尽可能近。

(2)接地杆长度取决于当地地下水水位。接地杆的末端应保持接触潮湿土壤。

(3)摇表测量的电阻必须小于 10Ω 。接地质量可以用摇表来检测。电源接线盒(12597LP)和信号接线盒(12596LP)必须也采用上述方法接地。

7.2.1.5 室内测试时的接地

当在室内对仪器进行测试时,PC 数据记录器、FDC21 显示器等远程设备需要临时接地,此时可利用仪器附件中的一个 2m 长的电源电缆,该电缆有一个接地插头。

7.2.1.6 电缆连接准备

(1)电源电缆

FD12 提供一根 2m 长的电缆作为电源电缆。如果长度不够,则需要一根延长电缆。延长电缆应为铠装地下型。对于 230VAC 的电源电压,推荐采用的电源电线横截面积见表 7-1。对于 115VAC 电压,

最大距离应除以 4。

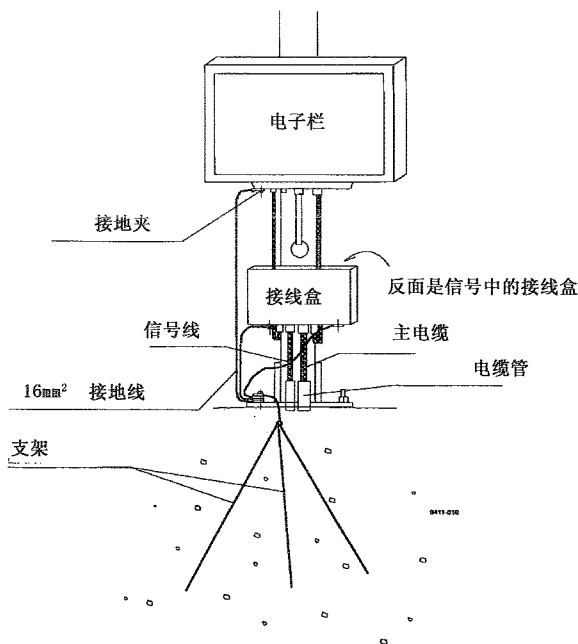


图 7-9 FD12 接地方式

表 7-1 电源电缆选择

距离电源的最大距离	一根线横截面积	最近的 AWG 表	典型的未铠装电缆直径
2km	1.5mm ²	No 15 AWG	10 mm
4km	2.5mm ²	No 13 AWG	14 mm
8km	4.0mm ²	No 11 AWG	18 mm

注意:直径不大于 12mm 的电缆需要一个独立的接线盒,可以从 Vaisala 公司订购。

(2)通信电缆

FD12 提供 RS232C、RS485、CCITT V. 21 调制解调器和模拟传输接口,在安装前根据通讯需要进行选择。通信方式取决于计算机或显示器与 FD12 之间的距离以及 FD12 传感器的数量,见表 7-2。

表 7-2 通讯方式的选择

电缆长度	一个 FD12	几个 FD12 在线
< 150m	RS232	RS485, 调制解调器
< 500m	RS485, 调制解调器	RS485, 调制解调器
> 500m	调制解调器	调制解调器

对于调制解调器和 RS 信号电缆使用一个屏蔽的 2mm×0.22 mm 双绞电缆,最小直径 5 mm。

7.2.1.7 基座准备

FD12 应安装在一个专门浇筑的水泥基座上,或可利用已有的稳固基座。基座最小尺寸如图 7-10 所示。

基座螺丝最好在浇筑基座时安装好,步骤如下:

- (1)用 6 个 M16 螺帽将三个加强板紧固到基座螺丝下端见图 7-11(上部)。
- (2)用 6 个螺帽将基座固定到基座螺丝上端。
- (3)如图 7-11 所示将装置放入水泥基座中。
- (4)当水泥固化后,移开模板。

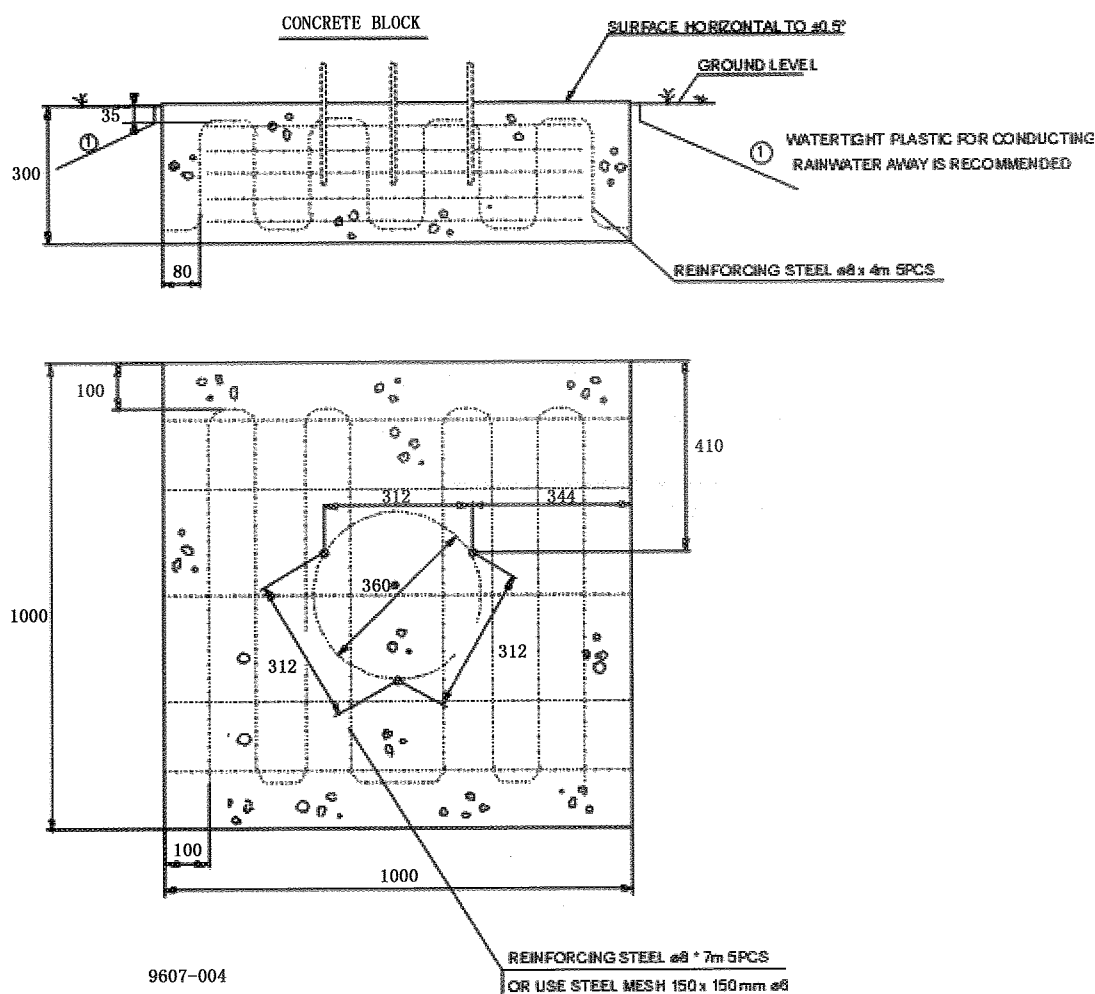


图 7-10 水泥基座

如果基座上沒有安裝螺絲，必須為楔形螺絲在水泥上鑽三個孔，步驟如下：

- (1) 使用模板鑽三個直徑 20 mm 的孔，最小深度 65 mm，參見圖 7-11。移去模板，清潔孔內。
- (2) 將基座螺絲拧紧到楔形螺絲上，放在孔中，楔形螺絲在下面。
- (3) 錘打并緊固幾次突出的螺絲螺紋，直至楔形螺絲與孔壁結合。

7.2.1.8 組裝儀器

- (1) 安裝底盤，并調節 6 個 M16 螺帽使之水平。
- (2) 用 4 個 M10 螺絲將風杆基座和傾斜支撐安裝到底盤上(圖 7-11，俯视图)。
- (3) 用兩個夾子和 4 個 M6 Allen 螺絲將電子元件箱裝在風杆上。
- (4) 傾斜風杆。見圖 7-12。
- (5) 將橫杆電纜裝入風杆。
- (6) 檢查確認在橫杆的插入頸上有一個薄橡膠墊圈。
- (7) 連接橫杆電纜插頭和 MIL 接头(圖 7-13)。連接接地平接头和地面終端插頭的其他銷釘。
- (8) 將橫杆插到風杆上，用兩個 8 mm 螺絲將其正確位置上鎖定。
- (9) 將風杆豎立。

7.2.1.9 連接電纜

組裝儀器完畢后，需要將現場的電源和信號電纜連接到接線盒上。

基本電路連接步驟如下：

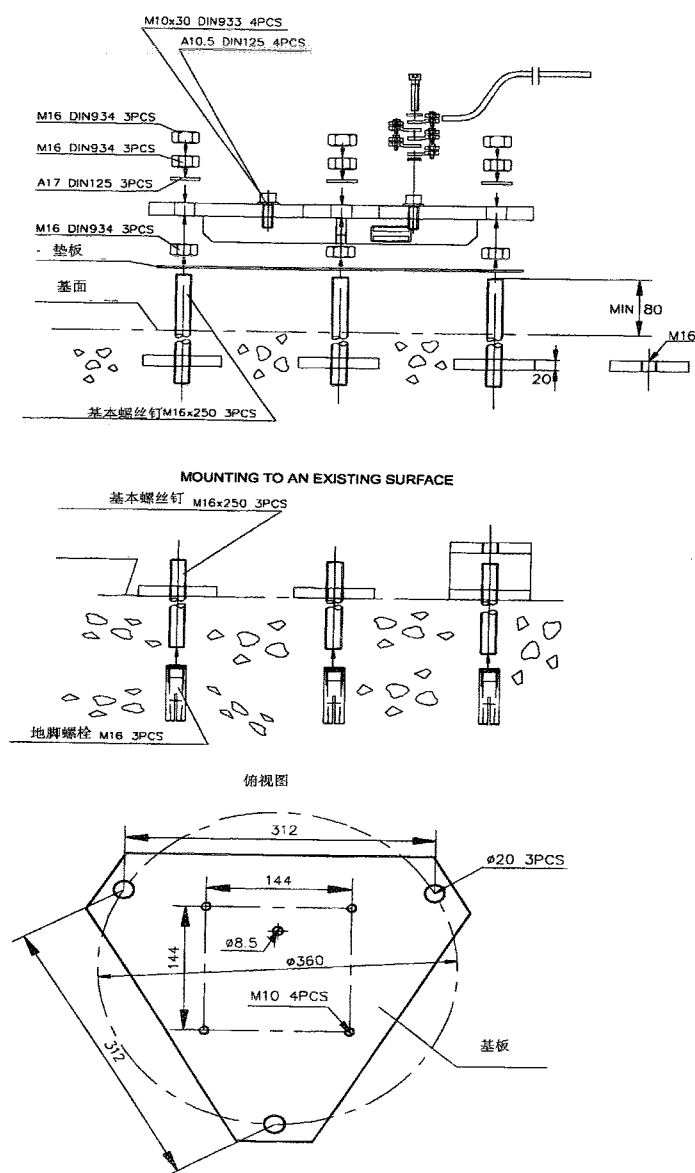


图 7-11 FD12 基座固定方式

- (1) 电子元件箱包括一个电源电缆, 移开插头。
- (2) 将电源线连接到接线盒中的螺丝上或将电源线直接带到电子元件箱中。电子元件箱有电缆出口, 直径为 10~12mm。
- (3) 通过独立的导线器穿入 N 线(一般为蓝色)和保护地线 PE(一般为黄色/绿色)。
注意: 连接电缆前应检查 FDW13 电源供应的电压设置(115VAC 或 230VAC)。
- (4) 将通信电缆穿过两个电缆引线之一。
- (5) 连接通信线路。

7.2.2 调试

7.2.2.1 快速启动

- (1) 打开电源供应 FDW13 上的主开关。
- (2) 正常情况下, CPU 板上红色 LED 亮几秒钟后, 绿色 LED 开始闪烁。
- (3) FD12 输出如下: VAISALA FD 12 V 2. XX 19YY MM DD SN; ZZZZZZ

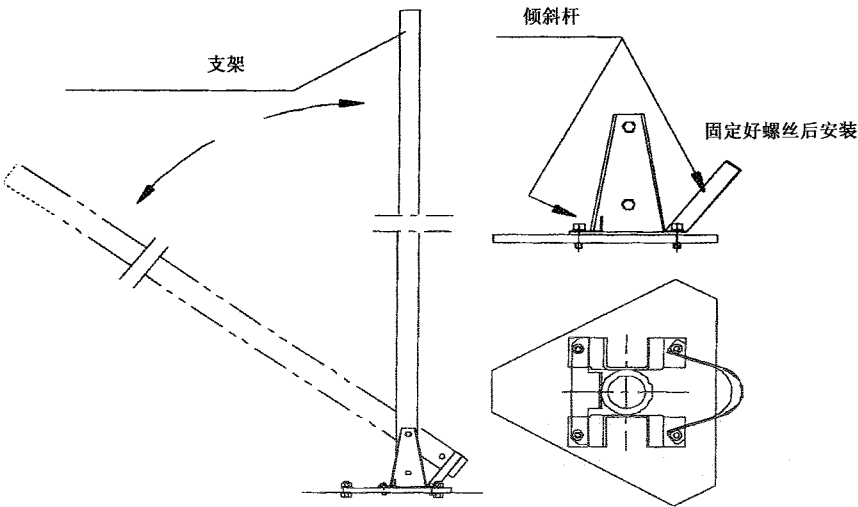


图 7-12 倾斜风杆

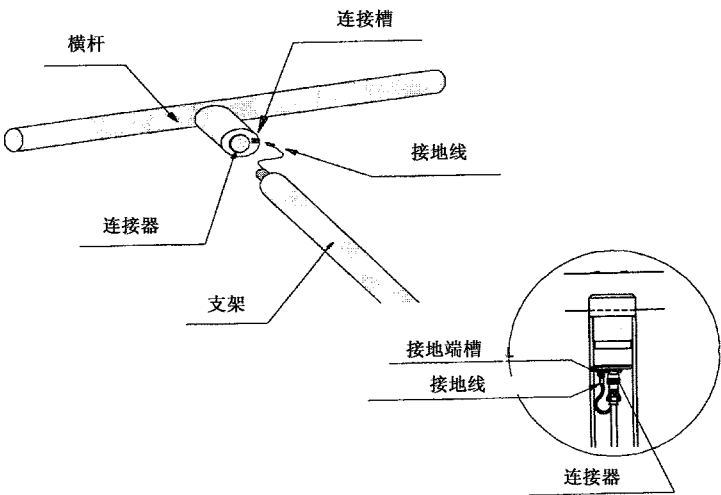


图 7-13 内部接地连接线

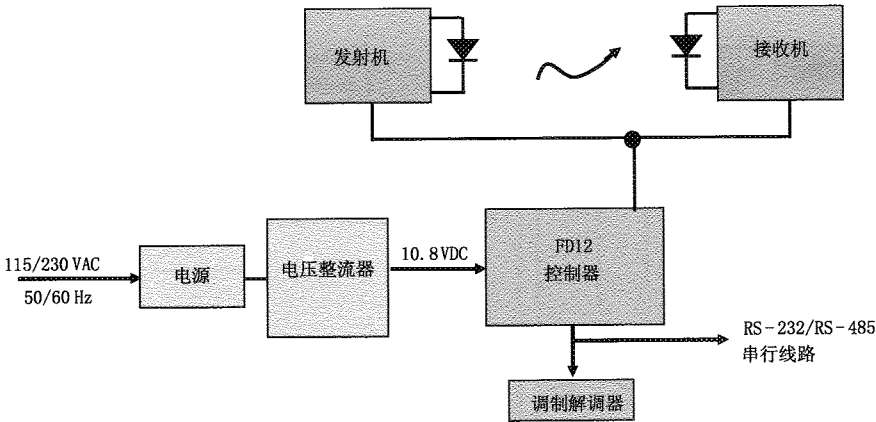


图 7-14 FD12 电缆连接示意图

- (4)等候 1min,然后用命令 OPEN 进入命令状态。用 STA 命令检查,检测没有硬件故障或警告。
- (5)键入 CLOSE 进入自动信息状态,在显示器上每 15s 出现一条信息。

7.2.2.2 初始设置

在自动气象观测系统中,FD12 能见度仪通常与主机或数据记录仪相连。在完成物理连接后,可以在 FD12 软件中配置通讯参数。

按缺省设置,传感器每 15s 通过串口传送一条新的 ASCII 数据信息。用户可以改变数据间隔和类型。

串行通讯设置按照以下参数:

300 baud (缺省设置)

Even parity

7 data bits

1 stop bit

(1)为了进行 RS232 通讯,将信号线与 CPU 板 FDP12 上的螺丝终端 X18 连接(无需 CTR 线)。见图 7-15。建议 RS232 电缆最大长度为 15 m。

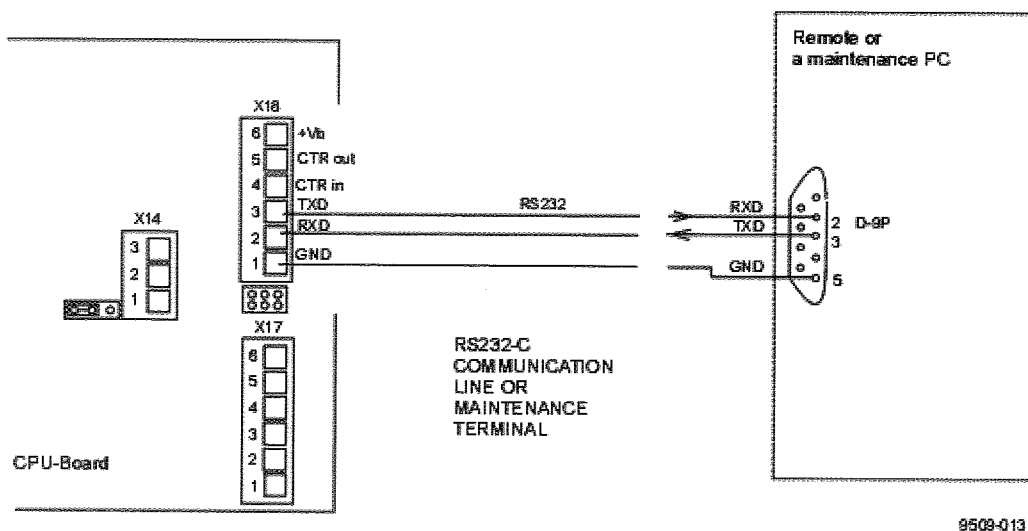


图 7-15 RS232 连接

(2)串行多点传输 RS485 允许多台 FD12 通过一个单双绞线与主机进行通讯。将信号线与 CPU 板上的 4 柱螺丝连接头 X21 连接。见图 7-16。

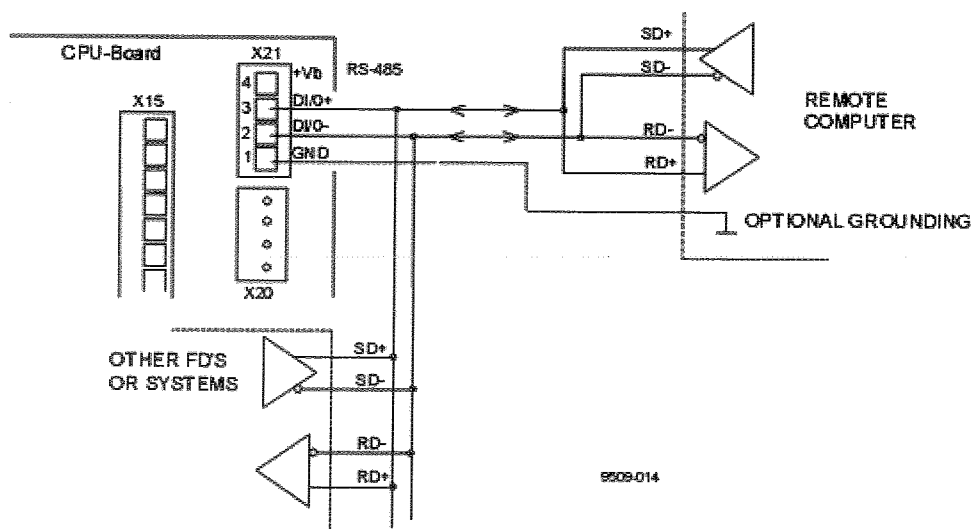


图 7-16 RS485 连接

(3) 调制解调器 DMX21 是一种 CCITT V. 21 调制解调器, 在 300bit/s 下工作。将信号线与 MODEM LINE 1 和 2, 以及接口板 16127FD 上的螺丝终端 7 和 9 连接。见图 7-17。

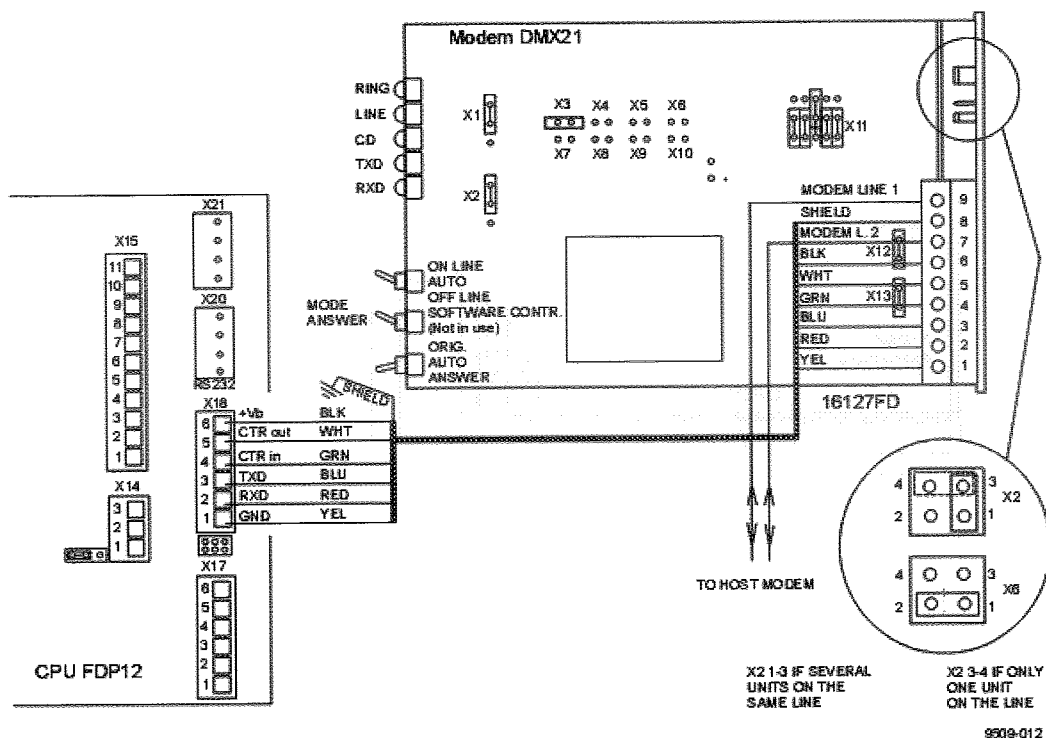


图 7-17 连接调制解调器

(4) 对于 4~20mA 模拟能见度测量, 只需两根线。将来自远程或内部供应的电压 ($+V_b = 12V$ 或 $+V_{bb} = 23V$) 与电阻 R (如 100Ω) 相连。将信号线与 CPU 板上的螺丝接头 X20 柱 3“sink”连接。在图 7-18 中, 使用远程电压供应, 返回信号从柱 4“gnd”传导。

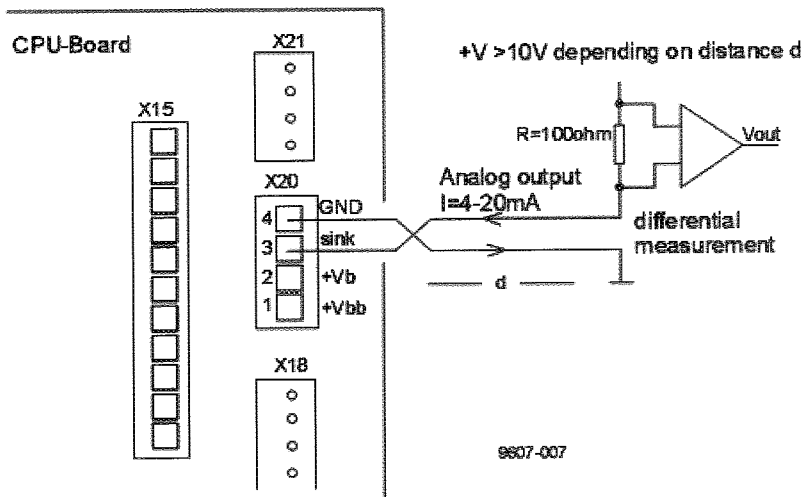


图 7-18 模拟电流回路

(5) 任何配有终端模拟软件的计算机或带 RS232 串行接口的 VT 100 兼容终端均可用作 FD12 的维护终端。选项维护电缆为计算机提供一个 25 针 D 接头, 为 FD12 提供一个 6 针接头。从 X18 上断开串行线螺丝接头或调制解调器连接电缆 (或 RS485), 然后将维护电缆插入 X16。参考图 7-15 (RS232), 图 7-16 (RS485), 图 7-17 (调制解调器)。另一种方法是使用 X18 螺丝接头将合适的串行电缆连接到计算机

或终端上(图 7-15)。

7.2.2.3 背景亮度选项

(1) LM11 背景亮度表

LM11 在 RVR 应用中提供了测量周围光水平或背景亮度的方法。连接 LM11 和 DRI21 接口板的线路图和 LM11 在横杆上的位置如图 7-19 所示。如果 FD12LM11 是和 FD12 一起订购的,则 LM11 传感器出厂时已安装完毕。

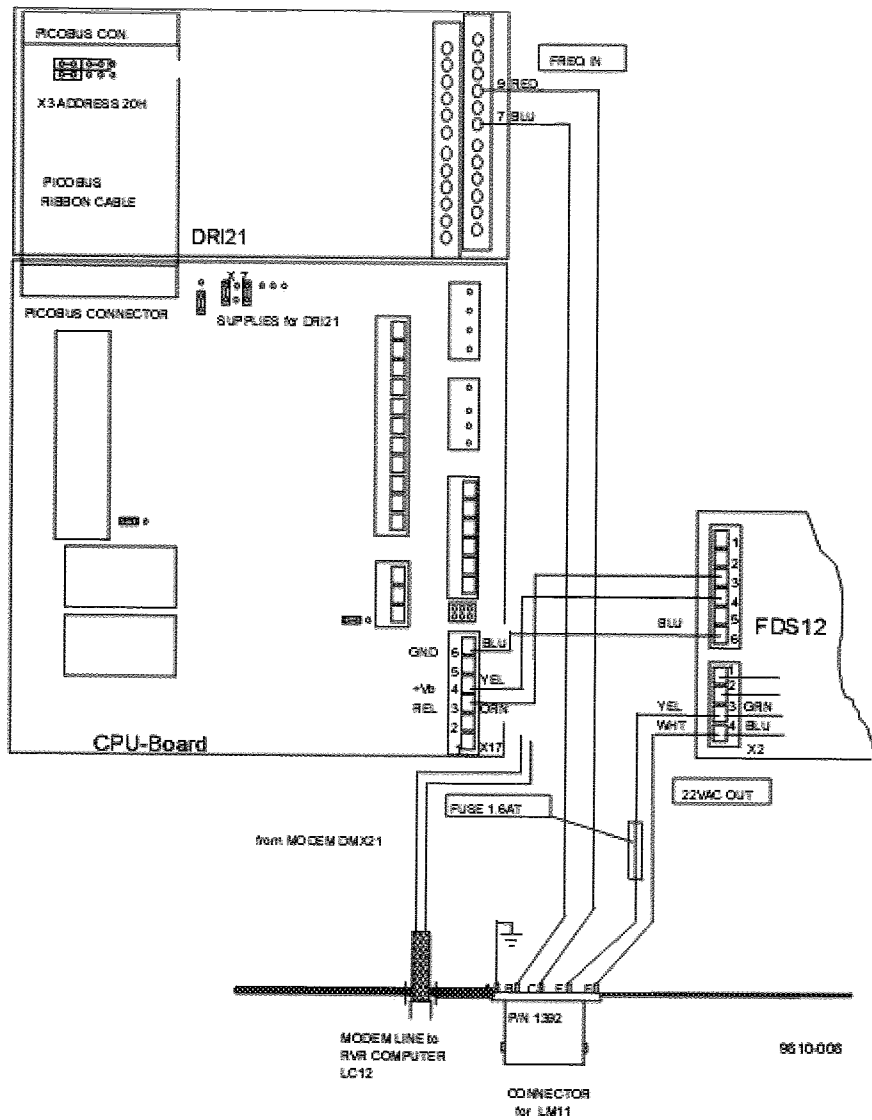


图 7-19 LM11 安装和连接

(2) 白天/黑夜传感器

在某些应用中,有必要从测量的 MOR 中计算特定的夜晚能见度值。在这些情况下,一个简单的白天/黑夜光旋钮就足够用于分辨白天和黑夜的周围光状况。旋钮可以连接到 FDP12 处理板上的串口控制输入上,见图 7-15。正电压说明是黑夜,FD12 输出信息中的背景亮度值设为 0。负电压或断路说明是白天,亮度值设为 1。

7.3 日常运行、维护和标校

FD12 是一种全自动仪器,按照出厂设置运转即可,无需用户进行更改。一般情况下,能见度仪向计

计算机终端自动发送观测数据。必要时也可以通过计算机终端向能见度仪发送指令来获取相关信息(图 7-20)。

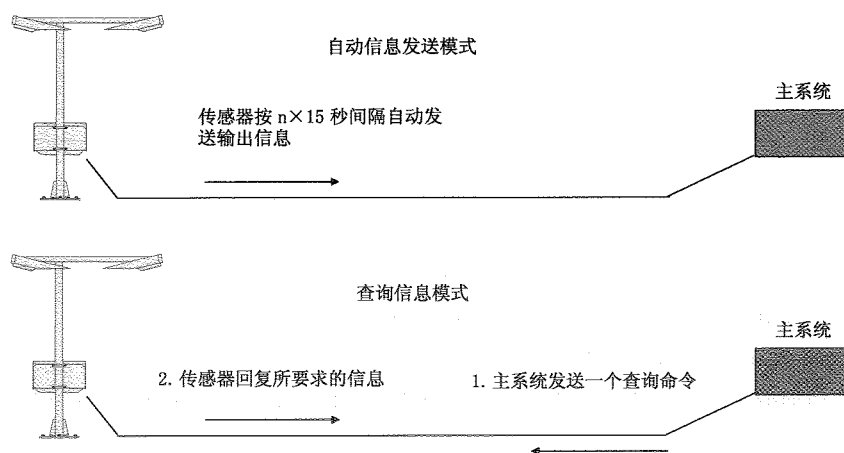


图 7-20 两种信息模式

7.3.1 系统控制

FD12 系统参数可以通过配置命令来设置。其他命令可以用来显示系统状态和其他维护数据。对系统进行命令控制有两种方法：一种是直接用计算机自带的超级终端配置好通讯参数后发送控制命令，另一种是用华云公司开发的软件进行控制。

7.3.1.1 超级终端方法

命令的一般格式如下：

COMMAND par 1...par n ↵

其中,COMMAND 为用户给出的 FD12 命令,par 1...par n 为命令中可能的参数,↵ 表示按 Enter 键。

注意：

命令中的所有参数需要彼此用空格键分开。

每个用户命令都必须用“Enter”键结束。

本手册中,系统输出用 COURIER 字体表示,如 BACKSCATTER INCREASED。

(1) OPEN 命令

OPEN 命令用来打开命令状态。

如果没有确定设备识别号(id),则可键入

OPEN ↵

如果确定了 id,如 A,则键入

OPEN A ↵

如果确定了 id,但忘了 id 是什么,则键入

OPEN^C↵

其中“^”为 Ctrl 键。

此时 FD12 回答：

LINE OPENED FOR OPERATOR COMMANDS

如果 60 秒内没有输入命令,FD12 将自动关闭命令状态。

(2) CLOSE 命令

CLOSE 命令用来关闭命令状态,释放串口给自动获取数据状态。

键入：

CLOSE↵

FD12 回答:

LINE CLOSED

(3)HELP 命令

HELP 命令用来获取可用命令的信息。

>HELP↵

COMMAND SET

OPEN—ASSIGNS THE LINE FOR OPERATOR COMMANDS

CLOSE—RELEASE THE LINE FOR AUTOMATIC MESSAGES

MES—DISPLAY DATA MESSAGE

AMES< NUMBER> < INTERVAL> —AUTOMATIC MESSAGE NUMBER/INTERVAL

STA-DISPLAY STATUS

PAR- PARAMETER MESSAGE

CONF< PASSWORD> - UPDATE CONFIGURATION

CLEAN- SET CLEAN REFERENCES

CHEC- DISPLAY AVERAGE SIGNAL

CAL< CALIBRATOR FREQUENCY>

ACAL- ANALOG OUTPUT CALIBRATION

TIME< HH MM SS> - SET/DISPLAY SYSTEM TIME

DATE YYYY MM DD- SET/DISPLAY SYSTEM DATE

BAUD< RATE> RATE 300, 1200, 2400, 4800, 9600

AN CHANNEL (0,1,3,8... 15 OR ANALOG ID)

DAC< DATA> (WITHOUT DATA= SWEEP)

RESET - HARDWARE RESET BY WATCHDOG

BLSC - SET/DISPLAY BACKGROUND LUMINANCE SCALE

(4)MES 命令

一般操作者只使用 MES 和 STA 命令来监控和报告系统执行情况,其他命令则在安装、维护和故障检查时使用。

在 OPEN 命令状态下,可以用 MES 命令显示 FD12 的信息。命令格式为:

MES Message_number ↵

其中,Message_number 为信息编号。如果没有指明信息编号,FD12 将显示缺省信息。缺省信息为自动或查询状态用 AMES 命令选择的信息。

选择不同的信息编号得到的信息见附录。

(5)AMES 命令

AMES 命令用来确定 FD12 是按自动信息发送,还是按缺省设置的查询信息发送。命令格式为:

AMES Message_number Message_interval ↵

Message_interval 为信息间隔,即相邻两次的测量间隔。如果给出命令时不带任何参数,则显示当时的选择项。如果只指定信息号而未指定信息间隔,则使用以前的间隔设置。

信息号对应信息用 MES 命令来查询。如果指定的信息号码小于 0,则均按 0 处理。

信息间隔时间应为 15s 的倍数,例如 15s、30s、45s 等。若指定的间隔不是 15s 的整数倍,则会自动化整为 15s 的倍数。负数或零间隔表示忽略自动发送。最大发送间隔为 255s(即 4min15s)。

(6) FD 命令

FD 命令用来查询信息,格式为:

<ENQ>FD id message_number<CR>↵

其中,<ENQ>为 ASCII 编码号 5(Ctrl E),id 为配置中选择的识别号,message_number 为信息编号。若省略信息编号,传感器则采用 AMES 命令所选的缺省设置信息回答。例如:

<ENQ>FD<CR>↵。用于仅一台 FD12 在线的情况(无需设置 id)。

<ENQ>FD 2 3 <CR>——用于向 2 号 FD12 设备(id=2)查询 3 号信息时。适用于几台设备在同一条线上的情况。

仪器回答的信息格式为:

< SOH> FD id< STX> message text< ETX> < CR> < LF>

其中<SOH>为标题字符的 ASCII 起始符,<STX>为文本字符的 ASCII 起始符,<ETX>为文本字符的 ASCII 结束符,<CR>为 ASCII 回车符,<LF>为 ASCII 行输入符。信息文本取决于所选的输出信息。

当在同一直线上有多个设备时,被指定的设备在确认询问后,将调制解调器(DMX21 选项)载波设置为“开”。这种载波开启会导致在<SOH>符前出现一些乱码,FD12 会在打开载波后等待 100 ms 再开始发送信息。当 FD12 发送信息时,会将载波关闭,这时也会产生一些乱码,但主机会将此忽略。

(7) STA 命令

STA 命令用来显示来自内置测试系统的结果。命令格式为:

STA↵

例如:

```
>STA↵
FD12 STATUS
SIGNAL    0.71 OFFSET    127.58 DRIFT    - 0.04
REC. BACKSCATTER  1642 CHANGE  * 240
TR.BACKSCATTER    2.0 CHANGE    0.0

TE      25.0  VBB      18.4  VH      0.8
LEDI    + 1.4
P15     15.0  M15     - 14.8  BGND     - 0.1
AMBL    - 0.2  DUTY      1.5
BACKGROUND LUMINANCE  543.0#
HARDWARE:
BACKSCATTER INCREASED
```

只有在背景亮度系数(BLSC)大于或等于 0 时,才显示背景亮度值。星号(*)表示一个值超过了可接受的限制。

在状态信息结束时,对检测到的问题会有相应描述。在上述例子中,接收机透镜受到了污染,后散射信号比参照值(用 CLEAN 命令设置)提高 240 个单位。常见描述如下:

1) 硬件故障文本

BACKSCATTER HIGH——接收机或发射机污染信号改变值高于配置中给出的 ALARM 限制。

TRANSMITTER ERROR——LEDI 信号大于 7V 或小于 -8V。

±15V POWER ERROR——接收机或发射机电源小于 14V 或大于 16V。

OFFSET ERROR——偏离频率为零(断开电缆)。

SIGNAL ERROR——信号频率低于偏离频率的 50%。

EEPROM ERROR——EEPROM 检查和故障。

2) 警告

BACKSCATTER INCREASED——接收机或发射机污染信号改变值比配置中选择的 WARNING 限制值大。

TRANSMITTER INTENSITY LOW——LEDI 信号小于 -3V。

RECEIVER SATURATED——AMBL 信号小于 -9V。

OFFSET DRIFTED——偏离频率比配置中设置的参照值漂移超过 ±2.5Hz。

(8) CONF 命令

FD12 有一个模拟输出通道,由一个 12bit 数字-模拟转换器(DAC)控制。DAC 输出与能见度成线性或对数比例。输出范围和状态由用户在配置期间定义。输出值每 15s 更新一次。CONF 命令用于选择线性或对数(自然)状态和能见度范围。

(9) ACAL 命令

ACAL 命令格式如下:

ACAL ↵

得到的仪器回答为:

MEASURED CURRENT (mA) 22.16 (举例)

MEASURED CURRENT (mA) 4.52

DAC 输出电压可以转换为电流,再通过软件校准,使 4mA 对应最小能见度,20mA 对应最大能见度或更好的能见度。最大和最小能见度值在配置期间设置。0mA 表示出现故障。ACAL 命令可以在 DAC 上设置两个比特值即 4000 和 800,然后用万用表测量相应的电流值。由软件计算确定比特值和电流值之间的模拟输出比例系数 Scale 0 和 Scale 1。计算方法如下:

$$\text{Scale } 0 = 4 \times [(4000 - 800) / (\text{高电流} - \text{低电流})]$$

Scale 1 的计算取决于所选的状态。在线性状态下:

$$\text{Scale } 1 = \text{bits } 16\text{mA} / (\text{最大能见度} - \text{最小能见度})$$

在对数状态下:

$$\text{Scale } 1 = (\ln(\text{最大能见度}) - \ln(\text{最小能见度})) / \text{bits } 16\text{mA}$$

$$\text{bits } 16\text{mA} = [3200 / (\text{高电流} - \text{低电流})] \times 16$$

利用 Scale 0 和 Scale 1 将能见度值换算为用于 DAC(=DACBITS)的二进制码,这样最小能见度值对应 4mA 校准值,最大能见度对应 20mA 校准值。线性状态下:

$$\text{DACBITS} = (\text{能见度} - \text{最小能见度}) \times \text{Scale } 1 + \text{Scale } 0$$

对数状态:

$$\text{DACBITS} = (\ln(\text{能见度}) - \ln(\text{最小能见度})) \times \text{Scale } 1 + \text{Scale } 0$$

如果能见度小于最小能见度,则

$$\text{DACBITS} = \text{bits } 4\text{mA} = \text{scale } 0$$

如果能见度大于最大能见度,则

$$\text{DACBITS} = \text{bits } 20\text{mA}$$

(10) DAC 命令

DAC 命令用于将从 0 至 4095 的 DAC bit 值转换为模拟值。如果该命令后面不加参数,则模拟输出会缓慢地从 0 扫描到最大值,直到用户在扫描到某个值时按下 ESC 键。例如:

DAC 800 ↵

转换得到的模拟值约 4mA。

(11) PAR 命令

PAR 命令用来显示现有系统参数。例如：

```

>PAR↵
SYSTEM PARAMETERS
VAISALA FD12    V  2.02    1991- 01- 15    SN:
ID STRING:      1
AUTOMATIC MESSAGE      0
ALARM LIMIT  1          1000
ALARM LIMIT  2          300
OFFSET REF      127.48
CLEAN REFERENCES
TRANSMITTER      12.0
RECEIVER          1402
CONTAMINATION WARNING LIMITS
TRANSMITTER      1.5
RECEIVER          100
CONTAMINATION ALAR LIMITS
TRANSMITTER      5.0
RECEIVER          600
SIGNAL SCALE  1          0.817          SCALE  0          0.000
TEMPERATURE OFFSET      60.938
ANALOG VISIBILITY      MAX      10000          MIN          50
LINEAR MODE
ANALOG OUTPUT      SCALE  1      0.3047      SCALE  0          757.5000
BL  SCALE          9.602#

```

注：背景亮度系数只有在大于或等于 0 时才显示。

(12) CONF 命令

CONF 命令用来更改仪器设置。FD12 会依次显示系统参数和当前值作为缺省设置。如果只键入 <Enter>，则不会改变原有设置。为了确保系统参数不被随意改变，可以设置 4 个字符的密码。如果没有设置过密码，命令格式为：

CONF ↵

如果在以前设置过密码，则命令格式为：

CONF password ↵

如果要对以前设置过的密码进行更改，则命令格式为：

CONF password Newpassword ↵

例如：

```

>CONF↵
CONF. PASSWORD (4 CHARS MAX)
UPDATE CONFIGURATION PARAMETERS
UNIT ID  (2 CHAR) (1)
SET REFERENCE PARAMETERS

```

```

TE ( 25.9)
OFFSET ( 127.48) Y
OFFSET REFERENCE UPDATED
ALARM LIMIT 1 ( 1000)
ALARM LIMIT 2 ( 200) 300
ALARM LIMIT 2 UPDATED
TRANSMITTER CONTAMINATION LIMITS
WARNING LIMIT ( 1.0) 1.5
WARNING LIMIT UPDATED
ALARM LIMIT ( 5.0)
RECEIVER CONTAMINATION LIMITS
WARNING LIMIT ( 100)
ALARM LIMIT ( 500) 600
ALARM LIMIT UPDATED
ANALOG OUTPUT MODE
0= LINEAR 1 = LN (0)
ANALOG OUTPUT RANGE
MAX VISIBILITY ( 10000)
MIN VISIBILITY ( 50)
END OF CONFIGURATION

```

这些 CONF 参数值取决于硬件或系统。可以改变其出厂设置值以获得更好的性能或达到维护目的。在上述例子中,通过给出“box”温度进行温度测量的单点校准:

```
SET REPERENCE PARAMETERS
```

```
TE ( 25.9)
```

缺省设置值为现有温度值。如果该值不正确,则需键入新值,用于修正内部 TE 比例系数。

当前测量的偏离值显示在括号中:

```
OFFSET ( 127.48) Y
```

```
OFFSET REFERENCE UPDATED
```

在收到回答 Y 后,系统接受偏离频率作为参照参数,用于硬件监控。进一步将参数值与现有值比较,检测漂移或光学信号测量元件的故障。

系统依次检测能见度报警(Visibility alarm)限制,限制 1 比限制 2 要高一些。限制值单位为米:

```
ALARM LIMIT 1( 1000)
```

```
ALARM LIMIT 2 ( 200) 300
```

```
ALARM LIMIT 2 UPDATED
```

在这个例子中,报警限制 2 得到一个新值 300m。当能见度低于限制 2 时,将数据信息(0—2)数据状态设置为 2。能见度报警不显示在状态(STATus)信息中。

通过比较后散射信号的现有值和随 CLEAN 命令给出的参照值,可以进行后散射/污染控制(Back-scatter/contamination)。这里给出的限制为后散射信号变化的限制:

```
TRANSMITTER CONTAMINATION LIMITS
```

```
WARNING LIMIT ( 1.0)1.5
```

```
WARNING LIMIT UPDATED
```

```
ALAR LIMIT ( 5.0)
```

发射机的值以伏(V)为单位,测量范围是 0—13V,其中 0V 表示透镜受遮挡。当污染增加时,信号变弱,给出的限制值仍为正值。污染造成的 5V 变动表示发射机透镜的透射率降低了 10%(在能见度显示上增加了相同的幅度)。

RECEIVER CONTAMINATION LIMITS

WARNING LIMIT(200)

ALARM LIMIT(500) 600

ALARM LIMIT UPDATED

接收机值以赫兹(Hz)为单位。测量范围为 0~10000Hz,其中 10000Hz 表示透镜受遮挡。污染造成的 500Hz 变动表示发射机透镜的透射率约降低了 10%。

模拟输出状态和能见度范围最后设置。在对数状态下,最小能见度不允许为 0,因为 $\ln(0)$ 无意义。

ANALOG OUTPUT MODE

0 = LINEAR 1 = LN(0)

ANALOG OUTPUT RANGE

MAX VISIBILITY (10000)

MIN VISIBILITY (50)

(13) CLEAN 命令

CLEAN 命令用来设置用于污染控制的清洁参照值。一般在清洁透镜后,或组装发射机或接收机后,安装和维护过程中会使用该命令。命令格式为:

CLEAN ↵

FD12 输出为:

CLEAN REFERENCES

TRANSMITTER 12.0

RECEIVER 1402

UPDATED

>

(14) CHEC 命令

CHEC 命令在能见度校准程序中使用,用来显示 2 min 平均信号频率(Hz)。命令格式为:

CHEC ↵

输出如下:

SCALED FREQUENCY AVE (2 MIN)

999.9938

999.9880

输入 ESC 符可以结束显示。输入任何其他值都将使显示暂停。当安装了 FDA12 校准器时,信息中的显示值应为校准器玻璃板上的值。晴朗大气时,该值应近于零。

(15) TIME 命令

TIME 命令用于显示系统时间。命令格式为:

TIME ↵

输出如下:

10: 11 :12

注意:在电源中断时,时间将重置。

(16) LSC 命令

BLSC 命令用于设置或显示背景亮度调整系数。命令格式为:

BLSC ↵ 显示当前背景亮度系数

BLSC Scaling_factor¹ 设置新的背景亮度系数

Vaisala LM11 背景亮度传感器可以连接到 FD12 上,用于周围光的测量。每个 LM11 传感器都有独立的出厂调整系数写于传感器的标签上,用于所测量背景亮度值的修正。如果未连接 LM11,则系统回答的调整系数应为负值。

如果一个白天/黑夜转换器连接到 FDP12 处理板串口控制输入口上,则 FD12 可以识别转换状态,报告背景亮度值为 1(白天)或 0(黑夜)。如果背景亮度调整系数设置为 0,FD12 软件将识别转换开关。

7.3.1.2 FD12 超级终端指令集

FD12 超级终端指令集见表 7-3。

表 7-3 FD12 超级终端指令集

转换为命令方式以及退出命令方式			
命令	功能	命令格式	备注
OPEN	进入命令状态	OPEN	
CLOSE	退出命令状态	CLOSE	
信息发送			
命令	功能	命令格式	备注
MES	显示数据信息 (在命令状态下)	MES <u> </u> 信息号 [✓] 如果没有参数,则返回缺省信息。 例如: MES 1	信息号有效数据位 0—7 返回信息参见注 1。
AMES	设置/显示自动显示信息	AMES <u> </u> 信息号 <u> </u> 发送间隔时间 [✓] 如果没有参数,则返回当前的设置。 例如: AMES 1 60	信息号有效数据位 0—7 间隔时间参数有效数据为 15s 的倍数,最大为 255s。 返回信息参见注 1。
气象测量相关命令			
命令	功能	命令格式	备注
WPAR	显示天气参数信息	WPAR [✓]	返回天气参数信息参见注 2。
WSET	设置、修改天气参数信息	WSET [✓]	根据 FD12 的应答逐条地修改参数。 回应参数设置参见注 3。
PRW	显示当前的系统参数	PRW [✓]	返回当前测量数据信息参见注 4。
CLRS	清除降水量累计	<ESC>FD <u> </u> id <u> </u> C<CR>	FD12 应答数据<ACK>(06 hex)
WHIS	当前的天气历史	WHIS [✓]	显示降水类型码(NWS)当前 1 小时的瞬时纪录,每 15s 一个,共计 240 个数据。回应的数据格式参见注 5。
系统参数设置命令			
命令	功能	命令格式	备注
PAR	显示系统参数信息	PAR [✓]	返回系统参数信息参见注 6。
CONF	设置、修改配置参数	CONF [✓] 没有口令 CONF <u> </u> 口令 [✓] 有口令 CONF <u> </u> 口令 <u> </u> N [✓] 修改新的口令	根据 FD12 的应答逐条地修改参数。 回应参数设置参见注 12。
BAUD	设置/显示波特率	BAUD <u> </u> 波特率 [✓] 如果没有参数,则返回当前波特率。 例如: BAUD 1200	波特率的有效值:300 1200 2400 4800 9600bps。
BLSC	设置/显示背景照度标准	BLSC [✓] BLSC <u> </u> 背景亮度参数 [✓] 例如: BLSC 10.4	回应数据格式: BL SCALE 10.400

续表

一般操作命令			
命令	功能	命令格式	备注
STA	显示状态参数信息	STA ↵	返回状态参数信息参见注 8。
CAL	校准能见度测量	CAL _ 信号校准值↵ 例如: CAL 985	
TCAL	校准横臂温度	TCAL ↵ TCAL _ TS ↵ TCAL _ TS _ 温度↵	
CLEAN	设置清洗参考	CLEAN ↵	该命令在清洗镜头或更换了发送器接收器以后使用。 数据应答格式参见注 9。
CHEC	显示信号平均频率	CHEC ↵	在校准时连续显示信号的平均频率。 数据格式参见注 10。
FREQ	检测硬件状态	FREQ ↵	数据格式参见注 11。
DRY	设置 DRD 干偏移	DRY ↵ DRY _ ON ↵	
WET	设置 DRD 湿标	WET ↵ WET _ ON ↵	
AN	设置连续监测模拟通道	AN AMBL ↵	模拟通道的定义参见注 12。
模拟量输出			
命令	功能	命令格式	备注
DAC	D/A 变换	DAC ↵	
ACAL	模拟输出校准	ACAL ↵	
其他命令			
命令	功能	命令格式	备注
RESET	使用看门狗进行复位	RESET ↵	
TIME	设置/显示系统时间	TIME _ 时 _ 分 _ 秒↵ 如果没有参数,则返回当前时间。 例如:TIME 15 30 45	
DATE	设置/显示系统日期	DATE _ 年 _ 月 _ 日↵ 如果没有参数,则返回当前日期。 例如:DATE 2002 8 20	

说明:①符号“_”表示空格;②符号“↵”表示回车。

7.3.1.3 华云 FD12 能见度仪监测系统的使用方法

- (1)打开软件,界面如图 7-21。
- (2)打开设置,界面如图 7-22。
- (3)点击“系统运行参数设置”,选择连接端口,其余选项目保持默认设置。
- (4)点击“设置串口通讯参数”,界面如图 7-24。选择相应的参数值。选择打开要使用的端口。波特率最低设置为 300,数据位为 7,校验为 EVEN 偶校验,停止位为 1。其余设置保持默认值。
- (5)点击“查看”,界面如图 7-25。
- (6)点击“查看”—“实时数据”,进入查看实时数据状态。分自动方式和上拉方式进行数据传输。图 7-26 就是“自动方式传送数据”界面。只有一个能见度仪的情况下 ID 号可以不用设置。根据设置接收数据格式的不同显示不同的观测状态数据。

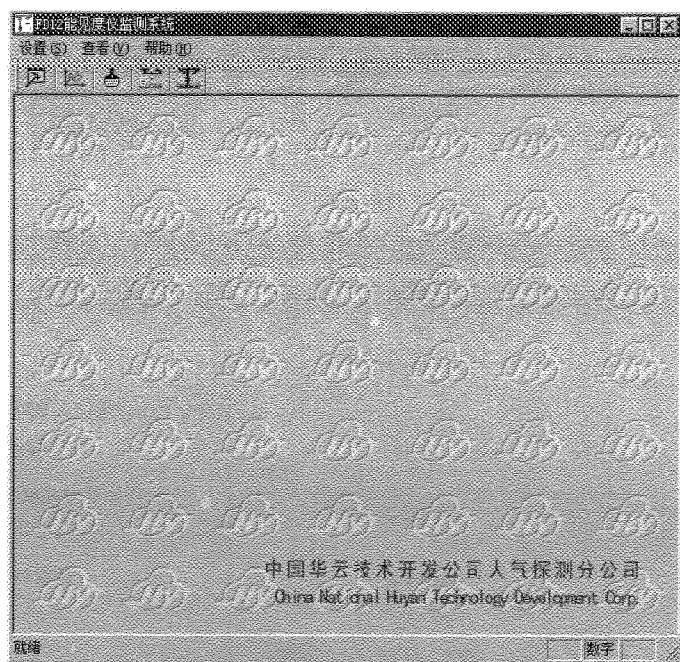


图 7-21 打开软件界面

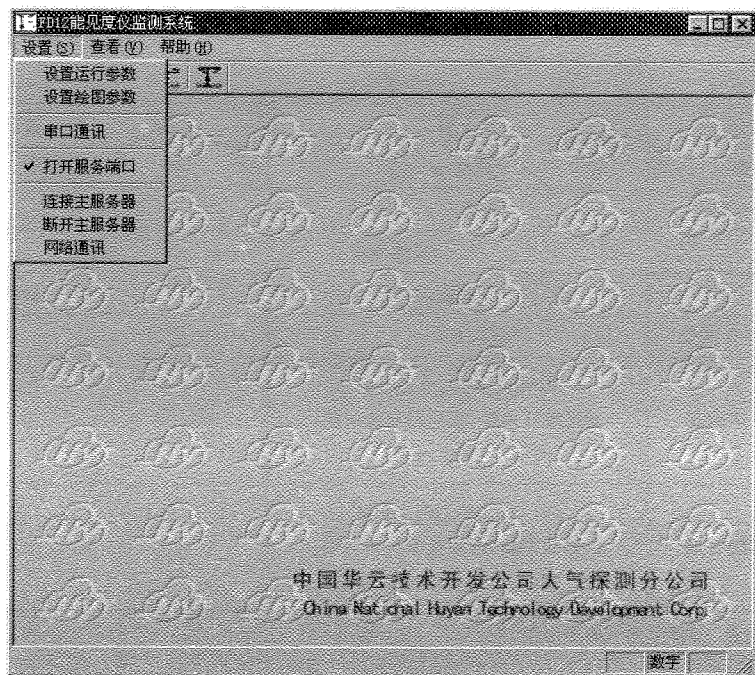


图 7-22 设置界面

(7) 自动方式的接收数据格式和命令发送间隔的更改,可以打开查看,设置状态,点击“开启命令行方式”,在“上传数据格式和时间间隔”里选择不同的数据格式,输入时间间隔并点击“发送参数”以完成。如图 7-27 所示。

(8) 在查看实时数据里点击“自动传送数据方式”改变不同的方式进行数据传输。在上拉的方式下选择所要接收的数据格式和输入命令发送间隔,并在“开启发送上拉数据命令”前画勾(图 7-28)。

(9) 点击“设置绘图参数”,可以改变绘图比例参数,如图 7-29 所示。

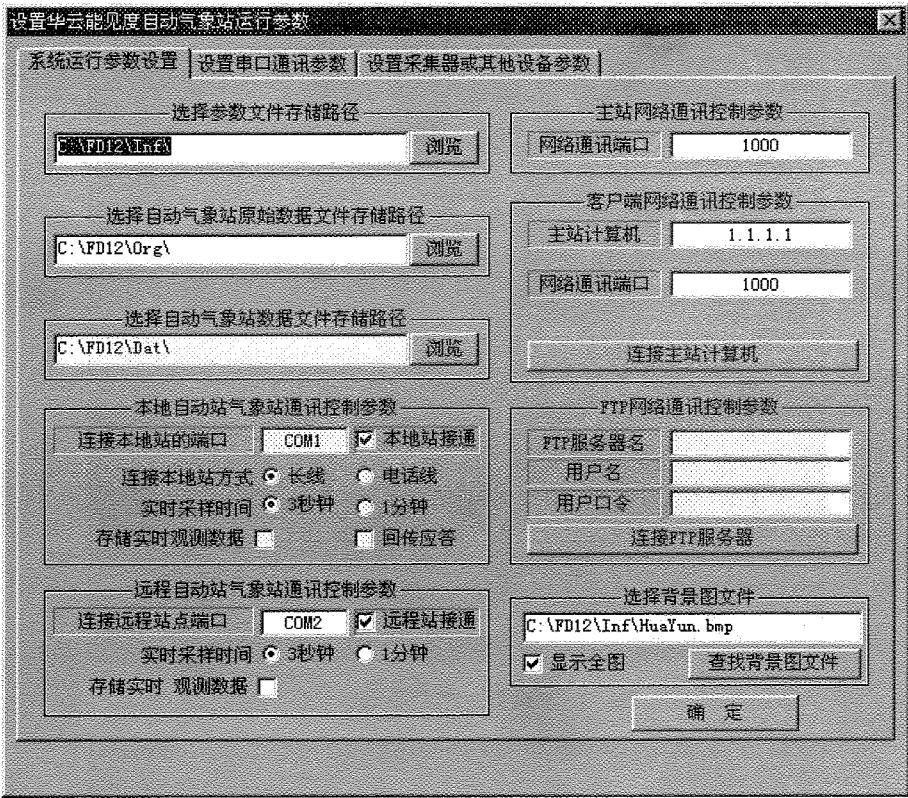


图 7-23 系统运行参数设置

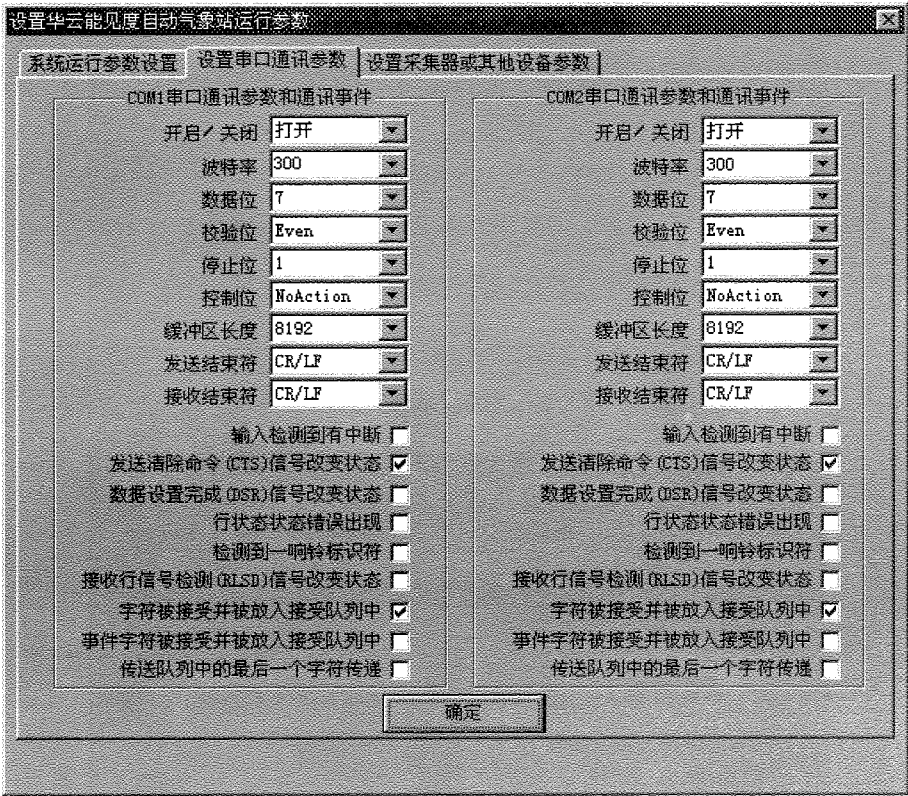


图 7-24 设置串口通讯参数

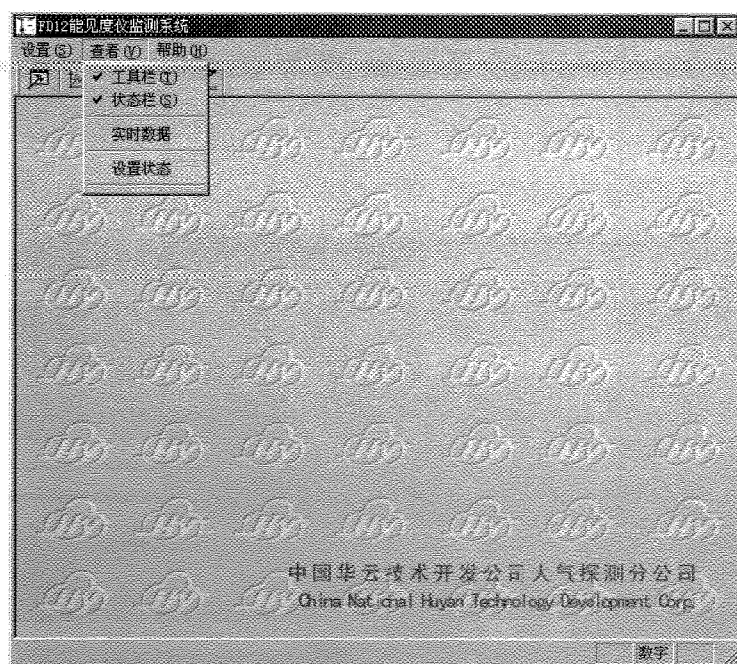


图 7-25 查看界面

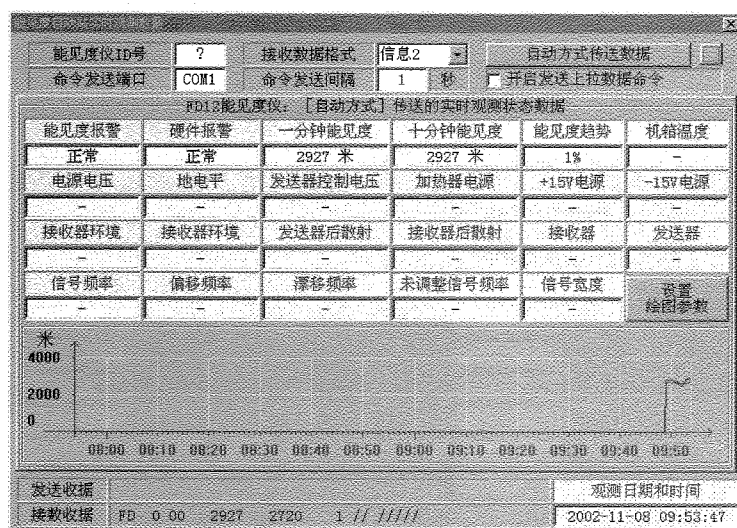


图 7-26 自动方式传送数据

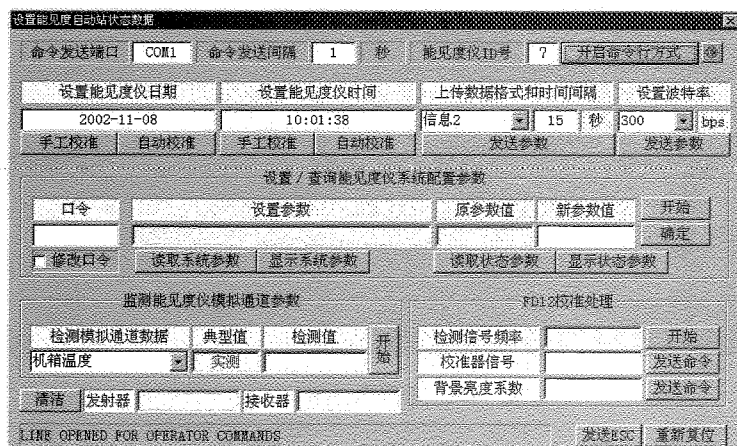


图 7-27 “开启命令行方式”设置

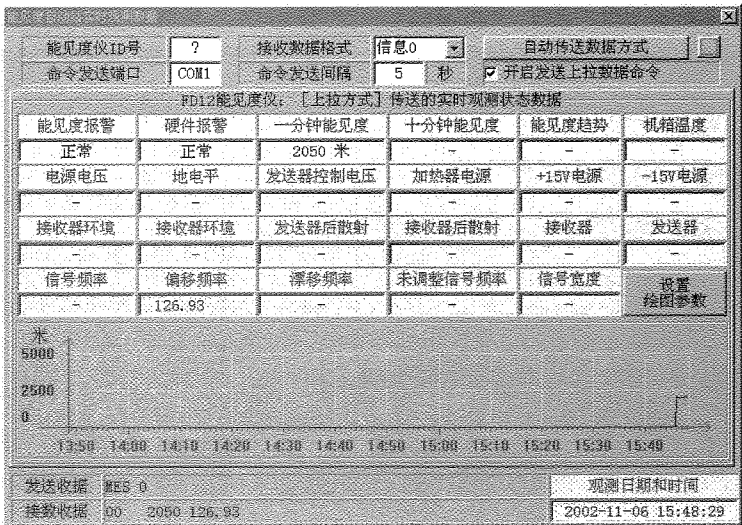


图 7-28 勾选“开启发送上拉数据命令”

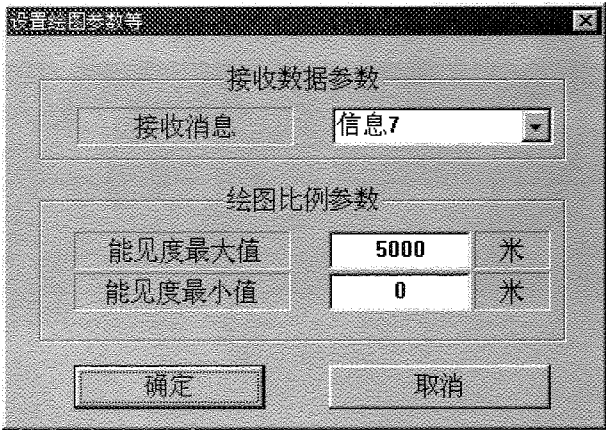


图 7-29 设置绘图参数

(10) 点击“查看”—“设置状态”。此界面里显示了能见度仪的日期、时间等参数。点击开启命令行方式, 读取系统参数, 稍后, 点击“显示系统参数”, 如图 7-30 所示。



图 7-30 显示系统参数

(11) 点击“开启命令行方式”。读取状态参数, 点击“显示状态参数”, 如图 7-31 所示。

能见度报警	硬件报警	一分钟能见度	十分钟能见度	能见度趋势	机箱温度
正常	正常	2153 米	2153 米	0%	21.8
电源电压	地电平	发送器控制电压	加热器电源	+15V 电源	-15V 电源
19.7	-0.2	5.9	0.7	14.5	-15.0
接收器环境	接收器环境	发送器后散射	接收器后散射	接收器	发送器
1.6	-0.2	9.60	0.00	0.00	0.00
信号频率	偏移频率	漂移频率	未调整信号频率	信号宽度	接收器2状态
2.49	126.92	0.24	1.66	0.99	
信号噪声信息	信号顶级诊断	偏移噪声	未不借能见度	发送器状态	接收器状态
4	2	3	2157 米	01	01
硬件状态	OK				
硬件状态					

图 7-31 显示状态参数

图 7-31 中的“显示状态参数”为能见度的状态值, 其中有典型值供参考比较。

(12) 点击“开启命令行方式”, 后选择不同的要检测的模拟通道数据, 点击“开始”, 就会显示“检测模拟通道数据”各项参数, 如图 7-32 所示。

命令发送端口: COM1 命令发送间隔: 1 秒 能见度仪ID号: ? 开启命令行方式: [X]

设置能见度仪日期: 2002-11-06 设置能见度仪时间: 15:56:06 上传数据格式和时间间隔: 消息7 15 秒 设置波特率: 300 bps

手工校准: [X] 自动校准: [] 手工校准: [] 自动校准: [] 发送参数: [] 发送参数: []

设置 / 查询能见度仪系统配置参数

口令: [] 设置参数: [] 原参数值: [] 新参数值: [] 开始: [] 确定: []

修改口令: [] 读取系统参数: [] 显示系统参数: [] 读取状态参数: [] 显示状态参数: []

监测能见度仪模拟通道参数

检测模拟通道数据: [] 典型值: 0.00 6.5 检测值: 6.00 停止: []

机箱温度: [] 主电源电压: [] 加热器: [] 发射器后散射: [] 传感器噪声-15V电压: []

FD12校准处理

检测信号频率: [] 开始: []

校准器信号: [] 发送命令: []

背景亮度系数: [] 发送命令: []

发送ESC: [] 重新复位: []

图 7-32 检测模拟通道数据

(13) 校准处理, 界面如图 7-33 所示。

FD12校准处理

检测信号频率: 1.5613 停止: []

校准器信号: [] 发送命令: []

背景亮度系数: [] 发送命令: []

FD12校准处理

检测信号频率: 1.5246 开始: []

校准器信号: 1.4980 发送命令: []

背景亮度系数: [] 发送命令: []

图 7-33 校准处理

(14)背景亮度系数命令用于设置或显示背景亮度调节系数。在没有背景亮度传感器的情况下,系数应该是负值,出厂时设置缺省值为-1.0。重新复位命令即将所有参数都复位。

7.3.2 维护

散射式能见度仪使用维护要求见表 7-4。

表 7-4 散射式能见度仪使用维护要求

工作任务	主要内容	相关要求
1. 检查仪器运行状况	接收机、发射机镜头和遮光罩清洁度检查	无尘、无虫网等遮挡
	连接线	无松动,连接紧密
	主电路板状态指示灯是否正常	正常为三灯全亮,红灯亮一次后熄灭,黄灯常亮,绿灯闪烁
	电源板状态指示灯是否正常	亮灯正常
2. 数据采集与传输情况	检查仪器数据采集情况	采集软件能够正常采集仪器的观测数据
	检查小时数据生成与传输情况	能够生成小时数据文件并传输
3. 系统维护	透镜	每 3~6 个月,清洁一次透镜,或视情况及时清洁

系统日常维护主要包括清洁透镜和机盖。

FD12 的透镜要求非常干净,以获得准确数据。受到污染的透镜会导致错误的能见度值。

清洁工作应该每 6 个月进行一次,或者根据实际情况增加次数(比如设备附近有污染源)。当系统显示警告信息“BACKSCATTER INCREASED”时,就必须进行清洁。

清洁方法如下:

- (1)用不起毛的软布和异丙醇擦拭透镜。注意不要划伤透镜表面。
- (2)检查机盖组件和光学部件没有水、冰和雪的污染。
- (3)将机盖内外表面的灰尘擦去。

清洁结束后,需要查看 STA 信息。如果后散射 CHANGE 值不接近于 0,则应再次清洁镜头。清洁完毕后使用 CLEAN 命令设置参考值

7.3.3 校准

FD12 在出厂前已经校准。建议每 6 个月进行一次周期性检测。如果检测显示变动小于 $\pm 3\%$,则不需要重新校准。如果变动较大,可使用 FDA12 校准套件进行校准。

一般来说,只要没有更换电路板或没有警告和鸣警,FD12 不需要重新校准,电路板也不需要硬件校准。如果任何机械损害改变或减弱了光学测量途径,则需要重新校准。如果更换了接收机或发射机,则能见度和污染测量均需要重新校准。

校准时应选择能见度大于 500m 且没有降水的天气条件。校准套件由一个整流板和一个校准散射板组成,使用 CHEC 和 CAL 命令进行校准。

校准程序检查两个点:零散射信号和一个非常高的散射信号。分别使用整流板和不透明玻璃散射板获取。对应于不透明玻璃校准信号的能见度约为 10m。

如果在降水中使用散射板,则应确保被降水覆盖的散射板的面积与整个面积相比可以忽略不计,这样测量结果的误差可以忽略。

注意:在检查和校准前,清洁透镜和校准散射板。

7.3.3.1 校准检查程序

- (1)为了阻挡光路,将小挡板放置在接收测头或发射测头内;
- (2)等候 30s;
- (3)运行 CHEC 命令。信号值必须在 $\pm 0.1\text{Hz}$ 之间,否则可能硬件有故障,应检查接头;
- (4)按 ESC 键终止 CHEC 命令,并移开挡板;

- (5) 安装不透明散射板, 注意散射板上的信号值, 会在后续步骤中使用;
- (6) 将散射板配件安装到变送器横杆上(图 7-34)。将散射板安装在横杆的中间, 允许 5mm 偏差。小心用光束给散射板对中心。比较好的方法是将校准板夹固定在横杆上, 用于下次校准;
- (7) 从光学通道移开, 等候 30s。
- (8) 运行 CHEC 命令;
- (9) 2min 后读取显示的信号;
- (10) 信号值必须与散射板上的值接近。如果误差小于 3%, 校准是正确的, 否则继续校准程序;
- (11) 按 ESC 键终止 CHEC 命令。

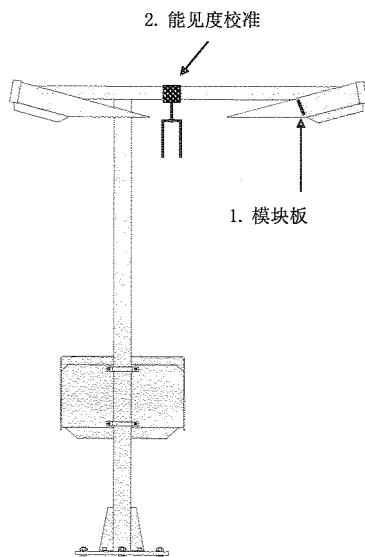


图 7-34 FD12 能见度仪的校准

7.3.3.2 校准程序

- (1) 终止 CHECK 命令, 但不透明的能见度校准板还是放在横杆上。
 - (2) 运行 CAL 命令如下:
 - (3) CAL calibrator signal value $\downarrow$
- 其中, calibrator signal value 为校准板信号, 印在玻璃板的标签上。一般来说, 信号接近 1000Hz。
- (4) FD12 计算得到一个新的比例系数, 并将它存储在不易丢失的存储器中(EEPROM)。如果新比例系数和工厂校准比例系数之间的差别不超过 20%, CAL 命令将被忽略。

7.4 数据格式

7.4.1 大气本底及二期中转站

小时文件命名格式:

Z_CAWN_I_XXXXX_YYYYMMDDHH0000_O_AER-FLD-VIS.TXT

二期中转站文件名:

Z_SAND_VIS_C5_XXXXX_YYYYMMDDHH0000.TXT

其中 XXXXX 为台站站号, YYYYYMMDDHH 表示年月日小时

数据格式参见表 7-5, 共 9 列参数。

表 7-5 能见度观测小时文件数据格式

列	字段说明	字段名称英文	数据类型	单位	备注
1	台站区站号		数字和字母组合		5 位
2	项目代码		I		4 位
3	年		I		4 位
4	年序日	julianday	I		3 位
5	时分		I	世界时	6 位
6	状态码	status code	I		
7	1min 平均	average_1min	I	M	
8	10min 平均	average_10min	I	M	
9	变化趋势	variation trend	I		

7.4.2 沙尘暴站观测

小时文件命名格式:Z_SAND_VIS_C5_XXXXX_yyyymmddhh0000.TXT

其中,XXXXX 为台站站号,yyymmddhh 表示年月日小时

文件头:

第一行为文件头,以空格分开,依次为区站号、经度、纬度、海拔高度、文件创建时间、仪器采样时间间隔(规定为 300s)。

其后为数据,数据格式参见表 7-6,共 4 列参数。

表 7-6 能见度观测小时文件数据格式

序号	参数名称	字段说明	单位
1	时间	年月日时分秒	14 位,世界时
2	1min 平均能见度	1 min 平均	m
3	10min 平均能见度	10 min 平均	m
4	能见度变化趋势	变化趋势	%

7.4.3 Message 格式

Message 0 格式详细说明

00	6800	110.96
↓ ↓ ↓ ↓		
↓ ↓ ↓	-----	→ 偏移频率
↓ ↓	-----	→ 1min 平均能见度(最大 19900m)
↓ -		→ 硬件状态: 0:正常;1:硬件错误; 2:硬件警告
-		→ 数据状态: 0:正常;1:能见度低于报警 1(较高);2:能见度报警 2(较低)

Message 1 格式详细说明

```

00 8639 // //
↓ ↓ ↓ ↓ ↓
↓ ↓ ↓ ↓ ↓ ----- →选项保留
↓ ↓ ↓ ----- →选项保留
↓ ↓ ----- →1min 平均能见度(最大 50000m)
↓ - →硬件状态: 0:正常;1:硬件错误;2:硬件警告
- →数据状态: 0:正常;1:能见度低于报警 1(较高);2:能见度报警 2(较低)

```

Message 2 格式详细说明

```

00 8639 7505-10 // //
↓ ↓ ↓ ↓ ↓ ↓ ↓
↓ ↓ ↓ ↓ ↓ ↓ ↓
↓ ↓ ↓ ↓ ↓ ↓ ↓
↓ ↓ ↓ ↓ ↓ ↓ ↓
↓ ↓ ↓ ↓ ↓ ↓ ↓
↓ ↓ ↓ ↓ ↓ ↓ ----- →选项保留
↓ ↓ ↓ ↓ ↓ ----- →选项保留
↓ ↓ ↓ ↓ ----- →能见度趋势
↓ ↓ ↓ ----- →10min 平均能见度(最大 50000m)
↓ ↓ ----- →1min 平均能见度(最大 50000m)
↓ - →硬件状态: 0:正常;1:硬件错误;2:硬件警告
- →数据状态: 0:正常;1:能见度低于报警 1(较高);2:能见度报警 2(较低)

```

Message 3 格式详细说明

参见 7.3.1 SAT 命令返回的状态参数信息格式

Message 4 格式详细说明

```

0.51    126.82    0.91    15    3    5    2.7    5.6    1280    19.5
1.8
-----
SIGNAL+  OFFSET 信号宽度噪声信息信号诊断偏离噪声  TE  LDI  BACKS
VB      TS

```

Message 5 格式详细说明

<STX>ID _ V _ 1050 _ B _ / / / / _ SO1O1

↓ ↓ ↓ ↓ ↓ ↓ ↓ ↓ ↓

↓ ↓ ↓ ↓ ↓ ↓ ↓ ↓ ↓

↓ ↓ ↓ ↓ ↓ ↓ ↓ ↓ — — — — — →接收器状态

↓ ↓ ↓ ↓ ↓ ↓ ↓ ↓ — — — — — →发送器状态

↓ ↓ ↓ ↓ ↓ ↓ — — — — — →S, 状态标识符

↓ ↓ ↓ ↓ ↓ ↓

↓ ↓ ↓ ↓ ↓ ↓

↓ ↓ ↓ ↓ ↓ ↓

↓ ↓ ↓ ↓ — — — — — →背景亮度值 cd/m^2 (保留)

↓ ↓ ↓ ↓ — — — — — →B, 背景亮度标识符

↓ ↓ — — — — — →无校准能见度(米)

↓ — — — — — →V, 能见度标识符

— — — — — →ID, 起始标识符

Message 6 格式详细说明

<STX>ID _ V _ 1050 _ CV _ / / / / / _ B _ / / / / / _ SO1O1

↓ ↓ ↓ ↓ ↓ ↓ ↓ ↓ ↓ ↓ ↓

↓ ↓ ↓ ↓ ↓ ↓ ↓ ↓ ↓ ↓ ↓

↓ ↓ ↓ ↓ ↓ ↓ ↓ ↓ ↓ ↓ — — — — — →接收器状态

↓ ↓ ↓ ↓ ↓ ↓ ↓ ↓ ↓ ↓ — — — — — →发送器状态

↓ ↓ ↓ ↓ ↓ ↓ ↓ ↓ — — — — — →S, 状态标识符

↓ ↓ ↓ ↓ ↓ ↓ ↓ ↓

↓ ↓ ↓ ↓ ↓ ↓ — — — — — →背景亮度值 cd/m^2 (保留)

↓ ↓ ↓ ↓ ↓ — — — — — →B, 背景亮度标识符

↓ ↓ ↓ ↓ — — — — — →校准能见度(保留)

↓ ↓ ↓ — — — — — →CV, 校准能见度标识符

↓ ↓ — — — — — →无校准能见度(米)

↓ — — — — — →V, 能见度标识符

— — — — — →ID, 起始标识符

Message 7 格式详细说明

(7)如果这种状态还继续,可能是程序存储器或 CPU 故障所致,应联系技术保障部门或厂家。

7.5.2 信息存在,但没有能见度值

处理方法如下:

(1)用 STA 命令检查 status information(状态信息),特别检查“P15,M15,BACKSCATTER and LEDI”。

(2)检查控制板上的电缆接头。

(3)打开横杆的端盖和接收机圆法兰,检查带状电缆接头是否正确连接。

(4)打开发射机圆法兰,检查带状电缆接头。

(5)拉出控制板组件,依次是接收机和发射机。目测电子元件状况。

(6)如果仍然无法解决,应联系技术保障部门或厂家。

7.5.3 能见度值总是太高

从发射机到接收机的光通路被干扰时可能出现能见度值总是很高的现象。处理方法如下:

(1)清洁透镜。如果发现透镜表面有凝水,说明加热器出现故障。

(2)检查遮光板是否被雪、树叶或其他物体遮挡。

(3)尝试为接收机和发射机光学元件找到合适的方向。

(4)检查是否是发射机或接收机的电力故障。

7.5.4 能见度值总是太低

原因和处理方法如下:

(1)可能是取样量受到干扰。检查在接收光通路附近是否有树枝、蜘蛛网或其他类似物体。

(2)可能是遮光板被轻微扭转。尝试尽量将其对直。

(3)检查是否是电力故障。

7.5.5 接收机和发射机的更换

7.5.5.1 旧设备的拆卸

(1)松开固定端盖的四个螺丝,移去横杆两端之一的端盖。使用六角扳手卸下螺丝。

(2)拉出法兰中间的螺丝,移去盖住光学器件的黑色圆法兰。

(3)用 5mm 的 T 形六角扳手拧松 3 个六角插头锁紧螺栓,直至光学单元松动。

(4)从光学单元上断开带状电缆接头,从透镜方向看,注意光学单元的位置。

(5)小心从端盖管件中拉出接收机/发射机单元。当移动 copy 单元时,需出一个薄金属片,将它放回管件端部。金属片的目的是将 copy 单元放置在正确的位置。

(6)目测光学设备 FDT12B 和 FDR12 的状况。

7.5.5.2 新设备的安装

(1)将 FDT12B 发射机/FDR12 接收机插入端盖中。注意设备位置是否正确。

(2)将带状电缆和光学设备连接。

(3)用 5mm 的 T 形六角扳手紧固 3 个六角插头固定螺栓。

(4)将圆法兰放回原位。注意带状电缆路径,确保电缆沿着路径走向安全。

(5)最后用 4 个螺丝紧固外盖。

7.5.6 错误信息说明

错误信息说明见表 7-7。

表 7-7 错误信息说明

错误信息	说明
BACKSCATTER HIGH	接收机或发射机污染信号改变的比配置中给出的 ALARM 限制大
TRANSMITTER ERROR	LEDI 信号大于 7V 或小于 -8V
±15 V POWER ERROR	接收机或发射机电源小于 14V 或大于 16V
OFFSET ERROR	偏移频率为零(断开电缆)
SIGNAL ERROR	信号频率超出范围
EEPROM ERROR	EEPROM 故障
BACKSCATTER INCREASED	接收机或发射机污染信号变化大于设置中的 WARNING 极限值
TRANSMITTER INTENSITY LOW	LEDI 信号小于 -3V
RECEIVER SATURATED	AMBL 信号小于 -9V
OFFSET DRIFTED	相对于所设置的参考值偏移漂流超过 ±2.5Hz

8.1.2 TEOM 气溶胶质量浓度检查表

台站名称	区站号	仪器序列号	年	月
------	-----	-------	---	---

[illegible]

台站名称_____ 区站号_____ 仪器序列号_____ 年 月

[illegible]

台站名称	区站号	仪器序列号	年	月
------	-----	-------	---	---

[illegible]

8.2 仪器巡检表

8.2.1 Grimm180—巡检报告表

编号:CAWN—XXXXX—XXXX

台站名称		区站号	仪器类型	仪器序列号	检查日期及时间
台站联系人		固定电话(区号—电话)	手 机	邮政编码	通信地址
检查员姓名		固定电话(区号—电话)	手 机	NOTES 邮箱	
序号	部件	检查内容	检查方法	检查结果	正常范围
1	防雨帽、防虫罩	清洁程度	查看		干净、无阻塞、无虫
2		是否损坏	查看		表面无明显损坏
3	温湿度传感器	传感器位置	目测		距采样头 30~40cm
4		清洁程度	目测		无灰尘覆盖
5		安装是否稳固	感知		稍用力不会被转动
6	防漏杯	检查密封情况	感知		不至于雨水滑落到仪器
7		检查排水管	感知		连接正常,不可以漏水
8	采样管	垂直程度	目测		竖直,不能有很大的偏离
9		稳固程度	感知		红点大概与支架持平,采样管保持垂直
10		与延长管是否连接到位	感知		螺丝要与采样管上的小洞连接上
11		室内连接软管状况	目测		要很好地连接,且没有弯折
12		型号	查看		新/旧(与软管连接处固定为新型)
13		内部清洁状况	气体清洁		用气体吹,直至没有大量灰尘飞出
14	采样管连接件	型号	查看		新/旧(与采样管连接处固定为新型)
15		稳固程度	感知		螺丝要旋紧,以固定采样管
16	仪器情况	电源线连接情况	查看		交流 220V,接牢电源
17		数据线连接情况	查看		插到根部,确保数据传输正常
18		数据卡安装情况及存储状况	查看		推至卡槽最深处
19		表面清洁程度	查看		不能有灰尘
20		仪器状态灯	红色为错误,绿色为运行正常		dryer 暗,Status 绿灯
21		显示数据	按常识判断		每天如果没有特殊现象,差别应该不大
22		玻璃瓶	看是否有水或杂质进入		偶尔有些杂质,定期清洁
23		升降杆	感知		抬起直至触到尾部微开关,且没有“Lift not OK”显示
24		管路清洁程度	气体清洁		用气体吹,直至没有大量灰尘飞出
25		采样泵状况	测量流量		在仪器采样时,采样口处流量应当是 1.2L/min * 由中国气象局相关人员进行检测
26		除湿泵状况	负压法及感知		在小瓶处的压力表要升至 60Pa 左右;听泵工作的声音是否与平时不同
27		管路连接状况	检查		不要漏接、错接,确保全部正常连接
28	滤芯清洁程度	常识判断		干净,无发黄、发黑情况,按照地区环境定期更换	

续表

序号	部件	检查内容	检查方法	检查结果	正常范围
29	仪器参数设置	时间设置	在超级终端或仪器上设置		与标准时间相差不到 15s 为宜
30		传感器参数设置	在超级终端下设置		单位准确,所测参数不应有明显偏差
31		传输时间间隔设置	在超级终端下设置		I=0,1 分钟;I=1,5 分钟(选择)
32		超级终端参数设置	在超级终端下设置		每秒位数:9600;数据位:8;奇偶校验:无;停止位:1;数据流控制:无
33	数据采集及传输	计算机时间检查及调整	查看		与世界时统一
34		显示一致性检查	查看		与仪器显示统一
35		数据采集情况	查看		正常、准时采集(每整五分一组数据)
36		数据传输情况	查看		正常、准时传输
37	相关记录及报告	值班记录或日志	检查		记录完整、全面、清晰、有效
38		故障及检修报告	检查		记录完整、全面、清晰、有效
39		校准记录及报告	检查		记录完整、全面、清晰、有效
40	业务规范及规章	仪器操作技术手册	检查		有台站业务规范规章,仪器操作技术手册存在
41	校准	校准周期	/	1 年	/
42		上次校准时间	/		/
43		标校表	/		/
44		与母机比对表	/		/
45		其他	/	备注:	/
46	耗材使用情况	时间	名称或种类	数量	备注
47					
48					
49	配件使用情况	时间	名称或种类	数量	备注
50					
51	系统异常或故障情况	发生时间	现象或种类	次数	解决情况
52					
53					
54					
55					
56	结论、备注及说明				
57					
58					
59					
60	* 注	* 为大气成分中心检查项目,其余由台站人员操作			

审核人员:

审核日期:

8.2.2 TEOM—巡检报告表

编号:CAWN—XXXXX—XXXX

台站名称		区站号	仪器类型	仪器序列号	检查日期及时间
台站联系人		固定电话(区号—电话)	手 机	邮政编码	通信地址
检查员姓名		固定电话(区号—电话)	手 机	NOTES 邮箱	
序号		部件	检查内容	检查方法	检查结果
1		切割头	清洁程度	查看	无尘、无虫
2		接水瓶	瓶内是否有积水	查看	视实际情况而定
3		三脚架	稳固程度	查看	稳固、无晃动
4		空气温度	传感器位置	查看	切割头与三脚架之间
5		传感器	清洁程度	查看	干净无尘
6		采样管	垂直程度	查看	保持竖直
7			稳固程度	查看	稳固、无晃动
8			室内连接软管状况	查看	垂直、没有扭曲
9			内部清洁状况	查看	干净无尘
10			保温层包裹程度	查看	包裹严密、无破裂处
11		分流头	清洁程度	拧开接口检查	干净无尘
12			安装距离	查看	距管口 15.67cm
13		检漏情况	主路流量	检漏	$F_m < 0.15 \text{ L/min}$
14			辅路流量	检漏	$F_m < 0.61 \text{ L/min}$
15		样品采集单元	电源线连接情况	查看	连接紧密
16			表面清洁程度	查看	干净无尘
17			质量传感器锁扣状况	查看	开合正常
18			空气热敏电阻	查看	30kΩ
19			温度传感器清洁情况	查看	干净无尘
20		气路情况	主路管路气密性	检漏	无漏气
21			主路过滤器使用程度	查看	不应有明显发黄
22			辅路管路气密性	检漏	无漏气
23			辅路过滤器使用程度	查看	不应有明显发黄
24			水汽过滤芯使用程度	查看	不应有明显发黄
25		控制单元	电源线连接情况	查看	连接紧密
26			表面清洁程度	查看	干净无尘
27			仪器状态码	查看仪器显示面板	OK
28			仪器状态	查看仪器显示面板	4
29			仪器时间检查及调整	查看是否标准时间同步	世界时间
30			负载率	查看仪器显示面板	<30%
31			主路流量	标准流量计测量	1.0 L/min
32			辅路流量	标准流量计测量	15.67 L/min
33			AIR TEMP	查看仪器显示面板	50℃
34			CELL TEMP	查看仪器显示面板	50℃

续表

序号	部件	检查内容	检查方法	检查结果	正常范围
35	控制单元	CAP TEMP	查看仪器显示面板		50℃
36		频率	查看仪器显示面板		最后一位变化带动倒数第二位变化
37		噪声	查看仪器显示面板		该值在系统进入 OperatingMode 4 后的半个小时内应该小于 0.10
38	仪器参数设置	时间设置	检查菜单设置		北京时间
39		通信传输协议设置	检查菜单设置		AK Prot℃ol
40		传输时间间隔设置	检查菜单设置		300
41		测量参数存储设置	检查菜单设置		代码正确
42	采样泵	电源线连接情况	查看		连接紧密
43		表面清洁程度	查看		干净无尘
44		泵脚齐全程度	查看		齐全
45		出气口消声装置情况	查看		安装正确
46		运行时间	检查记录		
47		工作时振动及声响情况	听声音		无不正常噪声或声响
48		上次维护时间	检查记录		每年一次
49		内部活塞套清洁	打开检查		无大量锈灰
50	校准	校准周期	检查记录		6 个月
51		上次校准时间	检查记录		6 个月前
52		K0 值检查	菜单设置		%Diff 数值不超过 2.5%
53		主流量校准	使用标准流量计		1.0 L/min
54		辅流量校准	使用标准流量计		15.67 L/min
55	数据采集及传输	计算机时间检查及调整	同步网络时间		世界时
56		显示一致性检查	查看		与仪器显示统一
57		数据采集情况	查看采集数据		正常采集
58		数据传输情况	查看		采集软件能够正常采集
59	相关记录及报告	值班记录或日志	检查		记录完整、全面、清晰、有效
60		故障及检修报告	检查		记录完整、全面、清晰、有效
61		校准记录及报告	检查		记录完整、全面、清晰、有效
62	业务规范及规章	仪器操作技术手册	查看		有台站业务规范规章,仪器操作技术手册存在
63	耗材使用情况	时间	名称或种类	数量	备注
64					
65					
66					
67	配件使用情况	时间	名称或种类	数量	备注
68					
69					
70					
71	系统异常或故障情况	发生时间	现象或种类	次数	解决情况
72					
73					
74					

续表

序号	部件	检查内容	检查方法	检查结果	正常范围
75	结论、备注 及说明				
76					
77					
78					
79					
80					

审核人员：

审核日期：

8.2.3 黑碳仪一巡检记录表

编号:CAWN—XXXXX—XXXX

台站名称		区站号	仪器类型	仪器序列号	检查日期及时间
台站联系人		固定电话(区号—电话)	手 机	邮政编码	通信地址
检查员姓名		固定电话(区号—电话)	手 机	NOTES 邮箱	
序号	部件	检查内容	检查方法	检查结果	正常范围
1	防雨帽、防虫罩	清洁程度	查看		干净、无阻塞、无虫,每半年至少清洁一次
2		是否损坏	查看		表面无明显损坏
3	采样管	稳固程度	试着晃动		稳定,晃动微弱
4		内部清洁状况	拆下检查		干净,无堵塞、无虫,每年至少清洁一次
5		是否破损	查看		不漏气
6	仪器情况	电源线连接情况	观察		交流 220V,接牢电源
7		数据线连接情况	观察		仪器电脑两头分别插好并锁紧
8		仪器内过滤芯连接情况	观察,用手拧、拔		插入密实,方向正确,拔不下来
9		仪器内过滤芯清洁情况	观察		干净,无发黄、发黑情况,至少每 2 个月检查一次,或于重大天气过程之后进行一次检查
10		仪器表面清洁程度	观察		洁净
11		仪器内部清洁程度	查看		清洁,每年至少清洁一次
12		滤带剩余量	观察		剩余量不足时应及时更换
13		滤带走膜情况	观察		采样点间隔平均、位置居中、无挤压和重叠情况,采样斑点周边清晰
14		步进电机	观察、拨动控制按钮		能匀速正常走膜,无异常声响
15		光筒安装情况	观察、手动抬起		能正常抬起和落下,无漏气
16		光筒清洁情况	取下查看		清洁,内部无异物,更换内部过滤芯时清洁
17		仪器风扇	观察、听声音		无异常声响
18		滤带挡板情况	用手拧		左侧挡板应松,右侧为紧
19	仪器面板	仪器状态	查看		无警告
20		仪器指示灯	查看		绿灯常亮或闪动
21		仪器时间检查及调整	查看		与世界时(为北京时—8h)偏差超过 1 min 时应及时进行调整

续表

序号	部件	检查内容	检查方法	检查结果	正常范围
22	仪器面板	BC 浓度	查看		视环境情况而定
23		磁盘剩余量	查看		不少于 1d
24		气路流量	查看		5L/min
25		滤带剩余量	查看		不少于 1 天采集量
26		滤带节约模式	查看		无节省或 X3
27	性能测试	系统流量检测	使用标准流量计		5L/min, 使用流量计进行检测 * 有条件的台站可自行进行检测, 否则由中国气象局相关人员进行检测
28		零点检查	使用高效过滤器		将高效过滤器接在仪器进气管, 仪器示值应接近 0, 一般需进行至少 1—2 小时测试, 要求每两个月进行一次
29	仪器参数设置	Time & date	仪器菜单里检查		世界时间
30		Set Flowrate	仪器菜单里检查		5 L/min
31		Time base	仪器菜单里检查		5min
32		Tape saver	仪器菜单里检查		NO/X3
33		Analog output port	仪器菜单里检查		Signal Output
34		Warm up wait	仪器菜单里检查		NO
35		Communication mode	仪器菜单里检查		Data line
36		Overwrite Old Date	仪器菜单里检查		NO
37		Filter change at	仪器菜单里检查		0
38		Security code	仪器菜单里检查		111
39		Date Format	仪器菜单里检查		US/EURO MMDYY
40		BC display unit	仪器菜单里检查		nano gram BC/m ³
41		Date format	仪器菜单里检查		Expanded
42		UV channel On/Off	仪器菜单里检查		ON
43		Gesytec ID	仪器菜单里检查		333
44		Spot per Advance	仪器菜单里检查		1 或 2
45		Maxim. Attenuation	仪器菜单里检查		75
46		Baud rate	仪器菜单里检查		9600
47		Data bits	仪器菜单里检查		8
48		Stop bits	仪器菜单里检查		1
49		Parity	仪器菜单里检查		None
50	数据采集及传输	计算机时间检查及调整	查看		与世界时统一
51		显示一致性检查	查看		与仪器显示统一
52		数据采集情况	查看		正常、准时采集
53		数据传输情况	查看		正常、准时传输
54	相关记录及报告	值班记录或日志	检查		记录完整、全面、清晰、有效
55		故障及检修报告	检查		记录完整、全面、清晰、有效
56		校准记录及报告	检查		记录完整、全面、清晰、有效
57	业务规范及规章	仪器操作技术手册	检查		有台站业务规范规章, 仪器操作技术手册存在

续表

序号	部件	检查内容	检查方法	检查结果	正常范围
58	耗材使用情况	时间	名称或种类	数量	备注
59	配件使用情况	时间	名称或种类	数量	备注
60	系统异常 或故障情况	发生时间	现象或种类	次数	解决情况
61	环境、结论、 备注及说明				

审核人员：

审核日期：

8.2.4 太阳光度计—巡检报告表

编号:CAWN—XXXXX—XXXX

台站名称		台站编号	仪器类型	仪器序列号	检查日期及时间
台站联系人		联系方式		通信地址	
序号	部件	检查内容	检查方法	检查结果	正常范围
1	进光筒	紧固程度	感知		安装紧固,没有松动
2		清洁程度	用压缩气体清洁		直至没有灰尘飞出
3		安装状态	注意方向,不可以挡住四象限		圆弧与四象限在一个方向
4	光学头	镜头	用压缩气体清洁		不应有灰尘
5		四象限	用布清洁		干净,不能完全被灰尘覆盖
6		紧固程度	感知		安装紧固,没有松动
7	固定线圈	线圈结实程度	查看		紧紧固定在机器人臂上
8		固定弹簧	查看		紧紧夹住数据线
9	机器人臂	水平状态	通过旋转底部螺母调节		水平泡应位于正中心
10		V形爪是否水平	当 Park 之后,用水平测量		不要求绝对水平,但不能有明显偏差 * 台站人员自行检查,如调整需由中国气象局相关人员进行
11		水平、竖直两个方向状态	用手转动两个方向		应该有一定阻力,反之可能是皮带断了
12		水晶头状态	查看		与控制箱连接正常,没有脱落现象发生
13		Park、GoSun 状态	主页面下 SCN,然后执行 Park、GoSun 命令		Park 时进光筒垂直向下,GoSun 时指向太阳,光点落在小孔里

续表

序号	部件	检查内容	检查方法	检查结果	正常范围
14		微开关状态	Password=3→Word→Mon →Ram→Mod,00 变成 02, 执行 Park 命令查看微开关 状态		两个方向的电压都应该在 120、80 左 右,差距大的话需要调节 * 台站人员 自行检查,如调整需由中国气象局相 关人员进行
15	25 针数据线	外观	查看		如有断裂处,需要测试
16		连通状态	用万用表测量		25 针数据线有 22 针(1—22) 应该全部连通
17	控制箱	按键状态	感知		按键后,应该都有相应的反应
18		内部电池电量	View→Bat 查看		5V 以上
19		屏幕显示	查看		屏幕正常显示
20		连接板紧固程度	查看		螺丝紧固,没有松动;内部没有晃动
21		连接板插槽	查看		与控制箱紧固连接
22	外部电池	电池电量	万用表测量或在控制箱中查看		12V 以上
23		正负极接口处	查看		没有腐蚀现象,连接正常
24	野外保护箱	太阳能板电量	万用表测量		19V 左右
25		保护箱外形	查看		不应有破裂处,否则会漏水对仪器 造成损害
26		湿度传感器	View→Bat 查看。连接后, 如果遇水 HH 变为 1,当水 蒸发后,变回 0		反应灵敏
27		箱门状态	查看		开合正常
28	其他	外部充电器	万用表正负连接 水晶头 1、3 针,查看电压		大于 12V
29		钥匙	查看		开启正常
30	仪器参数设置	日期及时间	Password=1,调节日期及 时间		误差小于 5s,世界时
31		国家号、站号设置	Password=1,调节 Country 为 86, District 对应相应 台站		设置正确
32		光学头号	Password=1,Number 对应 仪器光学头号		设置正确
33		经纬度	用 GPS 测得台站经纬度,用 软件换算后输入。Lat mn (纬度为分钟), Lon. HH, Lon. MM, Lon. SS(经度为 时,分,秒)		设置一定要正确,这是确保仪器 正常观测最重要指标
34	数据采集 及传输	数据线	SCN→PC,Go		有数据下载到软件
35		软件设置	Parameters 中 Com 口设置, 秒位数为 1200,正确设置文 件存放位置及文件基础名		设置一定要正确,这是确保数据正常 下载最重要指标

续表

序号	部件	检查内容	检查方法	检查结果	正常范围
36		采集状态	软件中是否有数据下载,文件夹是否有数据文件生成		正常采集
37	相关记录及报告	值班记录或日志	检查		记录完整、全面、清晰、有效
38		故障及检修报告	检查		记录完整、全面、清晰、有效
39		校准记录及报告	检查		记录完整、全面、清晰、有效
40	业务规范及规章	仪器操作技术手册	检查		有台站业务规范规章,仪器操作技术手册存在
41	校准	标校周期	/	1 年	/
42		上次标校时间	/		/
43		标校数据存档	/		/
44		其他	/		/
45	耗材使用情况	时间	名称或种类	数量	备注
46					
47					
48					
49	配件使用情况	时间	名称或种类	数量	备注
50					
51					
52					
53	系统异常或故障情况	发生时间	现象或种类	次数	解决情况
54					
55					
56					
58	结论、备注及说明				
59					
60					
61					

审核人员:

审核日期:

8.2.5 积分浊度仪一巡检报告表

编号:CAWN-XXXXX-XXXX

台站名称		台站编号	仪器类型	仪器序列号	检查日期及时间
台站联系人		联系方式		通信地址	
序号	部件	检查内容	检查方法	检查结果	正常范围
1	防雨帽、防虫罩	清洁程度	拆下查看		干净,无阻塞、无虫,每半年至少清洁一次
2		是否损坏	查看		表面无明显损坏

续表

序号	部件	检查内容	检查方法	检查结果	正常范围
3	采样管	垂直程度	多角度观察		垂直于仪器平面
4		稳固程度	试着晃动		稳定,晃动微弱
5		软管连接状况	观察		连接垂直,无弯折,无断裂
6		内部清洁状况	拆下检查		干净,无堵塞、无虫,每年至少清洁一次
7	加热管	垂直程度	多角度观察		垂直于仪器平面
8		稳固程度	试着晃动		稳定,晃动微弱
9		软管连接状况	观察		连接垂直,无弯折,无断裂
10		内部清洁状况	拆下检查		干净,无堵塞、无虫,每年至少清洁一次
11		保温层包裹程度	观察		包裹严密、无破裂处
12		加热管电源连接情况	观察		插头插在仪器上面板的插口中
13	仪器外部情况	电源线连接情况	观察		交流 220V,接牢电源
14		数据线连接情况	观察		仪器与电脑两头分别插好并锁紧, 仪器端插口正确
15		零气过滤芯连接情况	观察,用手拧、拔		插入密实,方向正确(大头在下), 拔不下来
16		零气过滤芯清洁情况	观察		干净,无发黄、发黑情况
17		样气接口情况	观察,用手拧、拔		拧不动,拔不下来,连接紧密
18		跨气接口情况	观察,用手拧、拔		拧不动,拔不下来,连接紧密
19		仪器表面清洁程度	观察		洁净
20	仪器内部情况	仪器内部过滤芯连接情况	打开仪器前面板观察, 用手拧、拔		插入密实,方向正确(大头在上), 拔不下来
21		仪器内部过滤芯清洁情况	打开仪器前面板观察		干净,无发黄、发黑情况
22		气泵清洁情况	拆下查看		无尘,或少量灰尘
23		气路清洁情况	查看		无尘,或少量灰尘
24		测量腔室清洁程度	打开腔室查看		无尘,或少量灰尘
25		光源清洁程度	拿下光源查看		无尘,光源上无遮挡物
26	环境传感器	传感器位置	打开仪器前面板观察		完全插入样气管路内
27		清洁情况	查看		无尘,或少量灰尘
28		安装情况	检查		线路通畅、连接正常
29	腔室传感器	传感器位置	打开仪器前面板观察		位于腔体内,在清洁腔体时检查
30		清洁情况	查看		无尘,或少量灰尘
31		安装情况	检查		线路通畅、连接正常
32	仪器面板	仪器状态	查看		无警告
33		仪器时间检查及调整	查看、调整		与世界时(为北京时-8h)偏差超过 1 min 时应及时进行调整
34		散射系数	查看		视环境情况而定
35		空气湿度	查看		视环境情况而定,与当地人工或自动 气象观测结果间偏差小于 5%
36		大气压强	查看		视环境情况而定,与当地人工或自动 气象观测结果间偏差小于 5%
37		空气温度	查看		视环境情况而定,与当地人工或自动 气象观测结果间偏差小于 5%
38		腔体温度	查看		视环境情况而定,应较为恒定

续表

序号	部件	检查内容	检查方法	检查结果	正常范围
39	气路情况	样气管路气密性	检查,观察值		管拔不出,散射系数值在比较正常范围内
40		零气管路气密性	检查,用手摸		管拔不出,零检时数值应达到0左右,吸力较大
41		跨气管路气密性	检查,听声音		管拔不出,开气但未跨检时无吡吡声,散射系数在标准范围内
42	校准系统	标准气类型	仪器参数查询		一般为R134a,也可使用操作技术手册中规定种类的标准气
43		标准气散射系数设定值	仪器参数查询		
44		标准气生产日期	查看钢瓶标签		
45		标准气使用时间	当前日期与出厂日期差		一般同一瓶标准气有效使用年限约为出厂后2年。
46		标准气表头	检查,扭动流量阀		阀门控制正常、灵敏,无漏气情况,表头指针正常
47		剩余标准气压力	打开标气手轮,从压力表上读取		在效使用期内,一般应高于1.5atm,低于此值时应及时更换
48		连接头处是否稳固、不漏气	检查,听声音		管路拔不下来,当仪器未开跨检时听不到吡吡声
49	检漏情况	样气流量	用标准流量计测量		4~6L/min * 台站如有条件,由台站人员自行测量
50		标准气流量	用标准流量计测量		4~6L/min * 台站如有条件,由台站人员自行测量
51		零气流量	用标准流量计测量		2~4L/min * 台站如有条件,由台站人员自行测量
52	仪器参数设置	Filtering	Report Prefs 里检查		Kalman
53		Date Format	Report Prefs 里检查		Y-M-D
54		Temp. Unit	Report Prefs 里检查		℃
55		Press. Unit	Report Prefs 里检查		mb(hPa)
56		Normalise to	Report Prefs 里检查		0℃
57		Zero Chk Intv	Calibration 里检查		24h
58		Adj with Chk	Calibration 里检查		No
59		Wavelength	Calibration 里检查		525nm/520nm
60		Span gas	Calibration 里检查		通常为R-134a,需要根据实际使用的标准气种类进行设定
61		Cal min time	Calibration 里检查		10min
62		Cal max time	Calibration 里检查		20min
63		% Stability	Calibration 里检查		95
64		Cell Heater	Control 里检查		Yes
65		Inlet Heater	Control 里检查		Yes
66		Desired RH.	Control 里检查		<60%
67		Module Addr	Serial IO 里检查		0 或 1

续表

序号	部件	检查内容	检查方法	检查结果	正常范围
68	仪器参数设置	SvcPt BaudRt	Serial IO 里检查		9600
69		SvcPt Parity	Serial IO 里检查		None
70		MltDr BaudRt	Serial IO 里检查		9600
71		MltDr arity	Serial IO 里检查		None
72		Out to SvcPt	Serial IO 里检查		None
73		Date	Adjust Clock 里检查		正确日期(世界时)
74		Time	Adjust Clock 里检查		正确时间(世界时)
75		Log period	Data Logging 里检查		1min 或 5min
76		Currently	Remote Menu 里检查		No
77	校准	全校准周期	检查标校记录		每月一次
78		上次校准时间	检查标校记录		一般为一个月前
79		零点检查	检查标校记录		人工操作,每日仪器自动做,数值接近 0
80		跨点检查	检查标校记录		人工操作,数值接近跨气的标准值
81	数据采集及传输	计算机时间检查及调整	查看		与世界时统一
82		显示一致性检查	查看		与仪器显示统一
83		数据采集情况	查看		正常、准时采集
84		数据传输情况	查看		正常、准时传输
85	相关记录及报告	值班记录或日志	检查		记录完整、全面、清晰、有效
86		故障及检修报告	检查		记录完整、全面、清晰、有效
87		校准记录及报告	检查		记录完整、全面、清晰、有效
88	业务规范及规章	仪器操作技术手册	检查		有台站业务规范规章,仪器操作技术手册存在
89	耗材使用情况	时间	名称或种类	数量	备注
90	配件使用情况	时间	名称或种类	数量	备注
91	系统异常或故障情况	发生时间	现象或种类	次数	解决情况
92	环境、结论、备注及说明				

审核员:

审核日期:

8.2.6 MiniVol 便携式气溶胶采样器—巡检报告表

编号:CAWN-XXXXX-XXXX

台站名称		台站编号	仪器类型	仪器序列号	检查日期及时间
台站联系人		联系方式		通信地址	
序号	部件	检查内容	检查方法	检查结果	正常范围
1	防雨帽、防虫罩	清洁程度	查看		干净、无阻塞、无虫
2		是否损坏	查看		表面无明显损坏
3	连接组件	稳固程度	试着晃动		稳定,晃动微弱
4		内部清洁状况	拆下检查		干净,无堵塞、无虫
5		是否破损	查看		完好无缺
6	模托	清洁程度	查看		干净、无阻塞、无虫
7		是否破损	查看		完好无缺
8		过滤网	查看		完好无缺、干净、无阻塞、无虫
9		防变形圈	查看		完好无缺、干净
10	PM ₁₀ 撞击器	清洁程度	查看		干净、无阻塞、无虫
11		O 形圈完好度	查看		完好无缺,未变形
12	PM _{2.5} 撞击器	清洁程度	查看		干净、无阻塞、无虫
13		O 形圈完好度	查看		完好无缺,未变形
14	仪器情况	采样头连接情况	观察,用手拧、拔		连接紧密,拔不下来
15		充电器情况	观察,用万用表测量		正常为 12V 左右,无损坏
16		电池连接情况	观察		连接紧密、正确,锁扣锁上
17		电源连接情况	观察		连接电源,电源防潮注意
18		电池电压	用万用表测量		正常为 12V 左右,当衰减到 10~11V 以下需要更换电池
19		固定情况	观察,试着晃动		固定稳固,不能轻易晃动
20		仪器过滤器清洁程度	观察		干净,无发黄、发黑情况
21		仪器表面清洁程度	观察		洁净
22		仪器指示灯	查看		无报警,无红灯亮起
23	仪器面板	仪器流量	查看		5L/min
24		仪器时间检查及调整	查看		与世界时间(为北京时间-8h)偏差超过 1 min 时应及时进行调整
25		累积时间	查看		视实际情况而定
26	气路情况	样气管路气密性	检查		无漏气,流量为 5L/min
27		泵的情况	检查		泵膜完好,泵声音正常 * 更换操作由台站人员完成
28	检漏情况	样气流量	堵住进气口,检查,观察值		流量计值瞬间降为 0
29	性能测试	系统流量检测	使用专用设备检测		5L/min * 由中国气象局相关人员进行检测
30		系统流量校准	使用专用设备校准		5L/min * 由中国气象局相关人员进行检测

续表

序号	部件	检查内容	检查方法	检查结果	正常范围
31	滤膜情况	记录	检查		采样时间、时长等记录完整、全面、清晰、有效
32		保存	检查		膜盒保存,由锡纸包好,于冰箱中贮存
33		发送	检查		定期发送至中心检测
34	仪器参数设置	运行方式	仪器菜单中查看		手动运行/自动运行
35		自动启动时间	仪器菜单中查看		自动运行时,每周某日某时启动
36		自动停止时间	仪器菜单中查看		自动运行时,每周某日某时停止
37	采集及发送	采集情况	检查		每周定时定量采集
38		采集记录表	检查		清晰、完整、准时记录并填写
39		发送情况	检查		准时、及时发送
40	相关记录及报告	值班记录或日志	检查		记录完整、全面、清晰、有效
41		故障及检修报告	检查		记录完整、全面、清晰、有效
42	业务规范及规章	仪器操作技术手册	检查		有台站业务规范规章,仪器操作技术手册存在
43	耗材使用情况	时间	名称或种类	数量	备注
44	配件使用情况	时间	名称或种类	数量	备注
45	系统异常或故障情况	发生时间	现象或种类	次数	解决情况
45	环境、结论、备注及说明				

审核人员:

审核日期:

8.2.7 能见度仪一巡检记录表

编号:CAWN-XXXXXX-XXXX

台站名称	区站号	仪器类型	仪器序列号	检查日期及时间	
台站联系人	固定电话(区号—电话)	手 机	邮政编码	通信地址	
检查员姓名	固定电话(区号—电话)	手 机	NOTES 邮箱		
序号	部件	检查内容	检查方法	检查结果	正常范围
1	接收机和发射机	清洁镜头	查看		无尘、无虫网等遮挡
2		连接线	查看		无松动,连接紧密

续表

序号	部件	检查内容	检查方法	检查结果	正常范围
3	控制箱电路板	电路板状态指示灯是否 正常	查看		正常为开机红灯亮一次后熄灭， 绿灯常亮，黄灯闪烁
4		插槽是否正确插入	查看		无松动，连接紧密
5		检查供电是否正常	万用表测量		220V
6	控制箱电源板	电源板状态指示灯是否 正常	查看		灯亮
7		检查供电是否正常	万用表测量		220V
8	整流板	主电路板状态指示灯是否 正常	查看		灯亮
9		检查外部供电是否正常	万用表测量		220V
10		检查电源板输出是否 正常	万用表测量		220V
11		检查整流板上的保险	查看		连接正常
12	防雷盒	检查外部供电是否正常	万用表测量		220V
13		检查防雷盒中保险	查看		连接正常，无损坏
14		检查防雷盒中电路板是否 有发黑痕迹	查看		无发黑现象
15	地线	地线是否连接正常	查看		连接正常
16	校准	校准周期	查记录		3个月
17		上次校准时间	查记录		3个月前
18		标校板套件	检查		检查套件是否齐全，标校板是否干净
19	数据采集及传输	计算机时间检查及调整	同步网络时间		世界时间
20		数据采集情况	查看采集数据		每15s一组数据
21		检查“仪器—防雷盒—电脑” 间的信号线连接	查看		连接正常
22		检查485—232转换器	查看		正常传输
24	相关记录及报告	值班记录或日志	检查		记录完整、全面、清晰、有效
25		故障及检修报告	检查		记录完整、全面、清晰、有效
26		校准记录及报告	检查		记录完整、全面、清晰、有效
27	业务规范及规章	仪器操作技术手册	查看		有台站业务规范规章，仪器操作 技术手册存在
28	耗材使用情况	时间	名称或种类	数量	备注
29					
30					
31					
32	配件使用情况	时间	名称或种类	数量	备注
33					
34					
35					
36	系统异常或故障情况	发生时间	现象或种类	次数	解决情况
37					
38					
39					
40					

续表

序号	部件	检查内容	检查方法	检查结果	正常范围
41	结论、备注 及说明				
42					
43					
44					
45					
46					

审核人员：

审核日期：

责任编辑：林雨晨



定价：150.00 元(全套)