

ICS 07. 060  
A 47  
备案号: 39817—2013



# 中华人民共和国气象行业标准

QX/T 173—2012

## GRIMM 180 测量 $PM_{10}$ 、 $PM_{2.5}$ 和 $PM_1$ 的方法

Monitoring method of  $PM_{10}$  /  $PM_{2.5}$  /  $PM_1$  with GRIMM 180

2012-11-29 发布

2013-03-01 实施

中国气象局 发布

中华人民共和国  
气象行业标准  
**GRIMM 180 测量  $PM_{10}$ 、 $PM_{2.5}$  和  $PM_1$  的方法**  
QX/T 173—2012

\*

气象出版社出版发行  
北京市海淀区中关村南大街 46 号  
邮政编码:100081  
网址:<http://www.cmp.cma.gov.cn>  
发行部:010-68409198  
北京中新伟业印刷有限公司印刷  
各地新华书店经销

\*

开本:880×1230 1/16 印张:1 字数:30 千字  
2013 年 5 月第一版 2013 年 5 月第一次印刷

\*

书号:135029-5589 定价:8.00 元

如有印装差错 由本社发行部调换  
版权专有 侵权必究  
举报电话:(010)68406301

## 目 次

前言 .....	III
引言 .....	IV
1 范围 .....	1
2 规范性引用文件 .....	1
3 术语和定义 .....	1
4 工作原理、系统构成及技术指标 .....	2
4.1 工作原理 .....	2
4.2 系统构成 .....	2
4.3 技术指标 .....	2
5 安装要求 .....	3
5.1 室内环境 .....	3
5.2 室外环境 .....	3
5.3 主机 .....	3
5.4 采样管 .....	3
6 维护与检测 .....	3
6.1 日常检查 .....	3
6.2 定期维护 .....	3
6.3 性能检测 .....	4
7 校准方法 .....	4
7.1 一般原则 .....	4
7.2 方法 .....	4
7.2.1 校准前准备 .....	4
7.2.2 预校准 .....	4
7.2.3 校准 .....	5
8 数据记录和处理 .....	5
8.1 数据记录 .....	5
8.1.1 基本原则 .....	5
8.1.2 颗粒物质量浓度 .....	5
8.1.3 颗粒物数浓度 .....	5
8.1.4 仪器信息 .....	5
8.2 数据处理 .....	5
8.2.1 数据异常值处理 .....	5
8.2.2 均值与有效性 .....	5
附录 A(资料性附录) 颗粒物质量浓度的计算方法 .....	6
附录 B(规范性附录) $PM_{10}$ 、 $PM_{2.5}$ 和 $PM_1$ 质量浓度观测日常检查记录表 .....	7
参考文献 .....	8

## 前 言

本标准按照 GB/T 1.1—2009 给出的规则起草。

本标准由全国气象防灾减灾标准化技术委员会(SAC/TC 345)提出并归口。

本标准起草单位:中国气象局气象探测中心、中国气象科学研究院。

本标准主要起草人:张晓春、赵鹏、靳军莉、孙俊英、张小曳。

## 引 言

颗粒物是大气中的主要污染物之一,也是引起环境、气候变化的重要因素。当前,大气颗粒物的观测已成为环境、气候和健康等领域的重要内容。大气中颗粒物粒径的变化范围较大,不同粒径的颗粒物对环境、气候和健康所产生的影响也各不相同。

为规范 GRIMM 180 测量  $PM_{10}$ 、 $PM_{2.5}$  和  $PM_1$  质量浓度的在线观测,特制定本标准。

# GRIMM 180 测量 PM<sub>10</sub>、PM<sub>2.5</sub> 和 PM<sub>1</sub> 的方法

## 1 范围

本标准规定了 GRIMM 180 测量 PM<sub>10</sub>、PM<sub>2.5</sub> 和 PM<sub>1</sub> 质量浓度的技术指标、安装要求、维护与检测、校准以及数据记录和处理等。

本标准适用于 GRIMM 180 对 PM<sub>10</sub>、PM<sub>2.5</sub> 和 PM<sub>1</sub> 质量浓度的观测、资料分析和应用。

## 2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件,仅注日期的版本适用于本文件。凡是不注日期的引用文件,其最新版本(包括所有的修改单)适用于本文件。

GB 2887—1989 计算站场地技术条件

## 3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

### 3.1

**大气气溶胶粒子** atmospheric aerosol particle

大气颗粒物 atmospheric particle

悬浮在大气中的固体和液体颗粒。

### 3.2

**空气动力学等效直径** aerodynamic equivalent diameter

与所表征的粒子具有相同的运动速度,单位密度(1 g/cm<sup>3</sup>)球形粒子的直径。

### 3.3

**PM<sub>10</sub>** particulate matter less than 10 microns

空气动力学等效直径小于或等于 10 μm 的粒子。

### 3.4

**PM<sub>2.5</sub>** particulate matter less than 2.5 microns

空气动力学等效直径小于或等于 2.5 μm 的粒子。

### 3.5

**PM<sub>1</sub>** particulate matter less than 1 microns

空气动力学等效直径小于或等于 1 μm 的粒子。

### 3.6

**光散射** light scattering

光束通过不均匀媒质时,部分光束将偏离原来方向而分散传播,从侧向也可以看到光的现象。

### 3.7

**颗粒物质量浓度** particle mass concentration

单位体积空气中颗粒物的质量。

注:常用单位为克每立方米(g·m<sup>-3</sup>)、毫克每立方米(mg·m<sup>-3</sup>)、微克每立方米(μg·m<sup>-3</sup>)。

## 3.8

**颗粒物数浓度 particle number concentration**

单位体积空气中颗粒物的个数。

注：常用单位为个每立方米( $\text{m}^{-3}$ )、个每立方厘米( $\text{cm}^{-3}$ )。

## 4 工作原理、系统构成及技术指标

## 4.1 工作原理

激光照射在颗粒物上发生散射,经反射镜聚焦后,由在同一水平面上与激光照射方向成一定角度的检测器接收散射光脉冲信号。根据脉冲信号的数量和强弱,测量颗粒物数浓度和粒径大小,再通过计算得到  $\text{PM}_{10}$ 、 $\text{PM}_{2.5}$  和  $\text{PM}_1$  的质量浓度。颗粒物质量浓度的计算方法参见附录 A。

## 4.2 系统构成

GRIMM 180 测量系统主要由采样管和仪器主机构成。其中,采样管由切割头、温度/湿度传感器、延长管和除湿管等构成;主机由光源及控制电路模块、测量腔室模块、光电信号检测及转换电路模块、中央处理及控制电路模块、数模转换模块、输入输出和存储模块、气路系统等构成。

## 4.3 技术指标

测量系统技术指标见表 1。

表 1 测量系统技术指标

名称	指标
测量浓度范围	$0 \mu\text{g}/\text{m}^3 \sim 1500 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ( $\text{PM}_{10}$ 测量时)
质量浓度精度	$\pm 5\%$
最小检测粒径	$\leq 0.25 \mu\text{m}$
粒径分级	$> 30$ 级
输出要素	$\text{PM}_{10}$ 、 $\text{PM}_{2.5}$ 和 $\text{PM}_1$ 质量浓度以及数浓度
线性误差	$\leq 3\%$
流量稳定性	$\leq 5\%$
最小时间分辨率	10 s
除湿技术	除湿渗透膜
温度测量精度	$0.5 \text{ }^\circ\text{C}$
相对湿度测量精度	$5\%$
采样管材质	不锈钢
报警能力	流量、浓度等超出设定范围时发出报警

## 5 安装要求

### 5.1 室内环境

要求如下：

- 应干燥、清洁、整齐，避免震动、强电磁环境、阳光直射和较大的气流波动；
- 具有防雷设施，接地电阻应小于  $4\ \Omega$ ；
- 温度应保持相对稳定，符合 GB 2887—1989 中 4.4、4.5、4.6 的相关要求；
- 供电电源的电压波动小于 2%，超过时应配备稳压电源和不间断电源。

### 5.2 室外环境

要求如下：

- 采样口天顶方向净空角应大于  $120^\circ$ ；
- 采样口周围水平面应保证  $270^\circ$  以上的自由气流空间。

### 5.3 主机

要求如下：

- 水平置于工作台或仪器机架上，工作台面或仪器机架的面积至少应为  $483\ \text{mm} \times 400\ \text{mm}$ ；
- 为主机配备的升降平台面积应大于  $140\ \text{mm} \times 220\ \text{mm}$ ，承载重量应大于  $25\ \text{kg}$ ，升降平台行程应大于采样管插入主机部分的长度。

### 5.4 采样管

要求如下：

- 与主机进气口垂直相连，进气口处至少高出采样平台  $1.5\ \text{m}$ ，与主机进气口的最长管路不应大于  $4\ \text{m}$ ；
- 进气口处应安装防雨帽和防虫网；
- 在采样管室内部分应安装防漏水装置；
- 用于安装温湿传感器的防辐射罩顶部距采样管进气口处的垂直距离为  $40\ \text{cm} \sim 60\ \text{cm}$ ；
- 海拔高度大于  $3200\ \text{m}$  时，根据需要加装限流装置。

## 6 维护与检测

### 6.1 日常检查

要求如下：

- 每日至少查看一次观测系统的软、硬件运行状况，发现异常时应及时采取有效措施并记录（日常检查记录的式样见附录 B）；
- 当仪器显示时间与世界标准时间相差超过  $1\ \text{min}$  时，应及时调整为世界标准时间；
- 当  $\text{PM}_{10}$  质量浓度显示数据出现异常时，应及时查找原因并记录。

### 6.2 定期维护

#### 6.2.1 常规定期维护要求如下：

- 至少每三个月应对采样管、进气口防雨罩、过滤网等进行一次清洁；



- 至少每六个月应对系统的气路、测量腔室、采样泵等进行一次专项检查和清洁维护；
- 至少每六个月应对内部过滤器进行一次检查和更换；
- 至少每十二个月应对除湿管路进行一次检查和维护。

6.2.2 定期维护的周期依据当地大气污染水平确定。

6.2.3 在沙尘暴、烟幕、扬沙、浮尘、霾等重大天气过程结束后应及时对仪器进行一次维护。

### 6.3 性能检测

6.3.1 常规性能检测要求如下：

- 每三个月应在采样管的进气口处使用粒子过滤膜(孔径小于  $0.5 \mu\text{m}$ )对仪器进行一次颗粒物数浓度检测,一般情况下,每立方厘米粒子个数应小于 10；
- 每三个月应使用流量计或标准流量计(准确度为  $\pm 1\%$ )对系统的流量进行一次检测或校准；
- 每三个月应使用压力测试设备(误差为  $\pm 50 \text{ hPa}$ )对系统气路进行漏气检测；
- 每十二个月应使用温度计(准确度为  $\pm 0.3 \text{ }^\circ\text{C}$ )和相对湿度计(准确度小于  $5\%$ )对仪器的温度、湿度传感器进行校准；
- 每十二个月应与传递标准仪器进行校准。

6.3.2 在对仪器采样泵、采样管等机械部件进行清洁或更换后,应对系统进行性能检测并记录结果。

## 7 校准方法

### 7.1 一般原则

要求如下：

- 仪器连续运行十二个月时,应与传递标准仪器(国家级)进行校准；
- 传递校准仪器每两年至三年应与高一级的标准仪器进行校准；
- 在每校准十台被标仪器后,应对传递标准仪器的内部气路、测量腔室等部件进行清洁；
- 仪器内部光源及控制电路模块、测量腔室模块、光电信号检测及转换电路模块、中央处理及控制电路模块、数模转换模块等更换或调整后,应与传递标准仪器进行校准。

### 7.2 方法

#### 7.2.1 校准前准备

要求如下：

- 进行系统清洁和维护,确保仪器管路、测量腔室等部件清洁；
- 进行流量检测,检测结果达不到规定要求时应进行调节和校准；
- 进行粒子过滤膜检测,检测结果达不到规定要求时应进行检查和调整；
- 进行漏气检测,检测结果达不到规定要求时应进行检查和调整；
- 按仪器校准技术规程连接好待标仪器、传递标准仪器以及计算机控制系统,并统一调至世界标准时间。

#### 7.2.2 预校准

要求如下：

- 启动预校准程度,运行被标仪器、传递标准仪器以及控制系统,检查和记录各仪器的工作状态；
- 检查和统计传递标准仪器与被标仪器间测量结果,当二者测量结果偏差大于  $10\%$ 时,应进行校准。

### 7.2.3 校准

7.2.3.1 与传递标准仪器进行比对测量,根据测量结果,调整被标仪器的相关参数使其与传递标准仪器测量结果的偏差小于10%;当测量结果间的偏差大于10%时,应检查系统的光学、气路等部件,并再次进行校准。

7.2.3.2 对校准数据进行存储、核查和处理,如实记录校准过程中的相关信息。

7.2.3.3 编写校准报告。

## 8 数据记录和处理

### 8.1 数据记录

#### 8.1.1 基本原则

8.1.1.1 应至少每5分钟形成一条颗粒物质量浓度和颗粒物数浓度数据记录。

8.1.1.2 记录缺测时应记为“-999.9”。

#### 8.1.2 颗粒物质量浓度

每条原始观测数据记录应至少包含时间、仪器状态代码、环境温度、环境湿度、PM<sub>10</sub>质量浓度、PM<sub>2.5</sub>质量浓度、PM<sub>1</sub>质量浓度等要素。

#### 8.1.3 颗粒物数浓度

每条原始观测数据记录应至少包含时间、仪器状态代码、环境温度、环境湿度、各通道颗粒物数浓度等要素。

#### 8.1.4 仪器信息

每日应至少获取一条能够反映仪器状况和性能的相关信息记录,包括流量、采样泵负荷率、光源特性参数等。

### 8.2 数据处理

#### 8.2.1 数据异常值处理

8.2.1.1 对所获取到的各类数据进行甄别,对明显异常或超出允许变化范围的数值进行标记。

8.2.1.2 颗粒物质量浓度、颗粒物数浓度数据变化应在当地正常变化范围内。

8.2.1.3 仪器信息数据应在仪器技术手册规定的正常变化范围内。

#### 8.2.2 均值与有效性

8.2.2.1 标记和剔除异常值后,可进行均值统计。

8.2.2.2 均值采用算术平均值方法进行统计。均值数据中应至少包含时间、均值、数据个数、标准偏差、最大值和最小值等数据。

8.2.2.3 每小时至少有45分钟的观测数据时,则该小时平均值有效。

8.2.2.4 每日至少有18个有效小时平均值时,则该日平均值有效。

8.2.2.5 每月至少有23个有效日平均值时,则该月平均值有效。

8.2.2.6 每年有12个有效月平均值时,则该年平均值有效。

附录 A

(资料性附录)

颗粒物质量浓度的计算方法

A.1 设粒子为球形,则其质量浓度的一般计算方法为:

$$M_n = \sum_{i=1}^n \frac{4}{3} \times \pi \times \bar{R}_i^3 \times \bar{\rho}_i \times N_i \quad \dots\dots\dots (A.1)$$

式中:

- $M_n$  ——  $n$  级粒子的质量浓度;
- $n$  —— 颗粒物粒径的总级数;
- $i$  —— 颗粒物的粒径级数;
- $\bar{R}_i$  —— 第  $i$  级粒径范围内球形粒子的平均半径;
- $\bar{\rho}_i$  —— 第  $i$  级粒径范围内粒子的平均密度;
- $N_i$  —— 第  $i$  级粒径范围内粒子的个数。

A.2 球形粒子的直径与空气动力学等效直径之间的关系为:

$$d_a = d_p \left( \frac{\rho_p}{\rho_0} \right)^{\frac{1}{2}} \quad \dots\dots\dots (A.2)$$

式中:

- $d_a$  —— 粒子的空气动力学直径;
- $d_p$  —— 粒子的直径;
- $\rho_p$  —— 粒子的密度;
- $\rho_0$  —— 标准密度,  $\rho_0 = 1000 \text{ kg/m}^3$ 。



参 考 文 献

- [1] GB 50174—2008 电子信息系统机房设计规范
  - [2] HJ/T 193—2005 环境空气质量自动监测技术规范
  - [3] 《大气科学辞典》编委会. 大气科学辞典. 北京:气象出版社,1994
  - [4] 全国科学技术名词审定委员会. 大气科学名词(第三版). 北京:科学出版社,2009
  - [5] 朱炳海,王鹏飞,束家鑫. 气象学词典. 上海:上海辞书出版社,1985
  - [6] World Meteorological Organization. Global Atmosphere Watch(GAW) Strategic Plan: 2008—2015. 2008
  - [7] World Meteorological Organization. Guide to Meteorological Instrument and Methods of Observation. 2008
  - [8] Paul A Baron, Klaus Willeke. *Aerosol Measurement Principles, Techniques, and Application*. 2nd ed. ISBN 0-471-78492-3, Copyright@2001, 2005 by John Wiley & Sons, Inc
-