



# 北京市地方计量技术规范

JJF (京) XXXX—XXXX

## 粉尘检测报警器校准规范

Calibration Specification for Dust Detection Alarms

(征求意见稿)

XXXX-XX-XX 发布

XXXX-XX-XX 实施

北京市市场监督管理局 发布

# 粉尘检测报警器校准规范

Calibration Specification for Dust Detection Alarms

---

JJF(京) xx—xxxx

归口单位：北京市市场监督管理局

主要起草单位：北京市计量检测科学研究院

钢研纳克检测技术股份有限公司

本规程委托 xxx 负责解释

# 目 录

引 言.....	(III)
1 范围.....	(1)
2 概述.....	(1)
3 计量性能.....	(1)
4 校准条件.....	(1)
4.1 环境条件.....	(1)
4.2 校准用设备和标准物质.....	(2)
5 校准项目和校准方法.....	(2)
5.1 浓度示值误差.....	(2)
5.2 浓度重复性.....	(3)
5.3 响应时间.....	(3)
6 校准结果表达.....	(4)
7 复校时间间隔.....	(4)
附录 A 粉尘检测报警器校准原始记录表格（推荐）.....	(5)
附录 B 粉尘检测报警器校准证书内页（推荐）.....	(7)
附录 C 粉尘检测报警器浓度示值误差的不确定度评定示例（参考）.....	(8)

## 引 言

本规范依据 JJF 1071-2010《国家计量校准规范编写规则》、JJF 1001-2011《通用计量术语及定义》和 JJF 1059.1-2012《测量不确定度评定与表示》的规定而制定，参考了 JJG 846-2015《粉尘浓度测量仪》的相关内容。

本规范为首次发布。

# 粉尘检测报警器校准规范

## 1 范围

本规范适用于采用红外线检测原理或激光检测原理的粉尘检测报警器的校准，粉尘浓度测量范围通常为(0~1000) mg/m<sup>3</sup>，其他粉尘浓度测量范围或其他类型的粉尘检测报警器的校准可参考本规范。

## 2 概述

粉尘检测报警器(以下简称报警器)主要用于检测环境中粉尘的浓度，通常由检测单元、信号处理单元、显示单元和报警单元等组成。通过红外线或激光原理的传感器检测环境中的粉尘浓度值，并在显示单元显示，当显示值大于报警设定值时，具有声、光报警功能。按采样方式可分为扩散式和吸入式。

## 3 计量性能

仪器各项计量性能指标见表1。

表1 粉尘检测报警器计量性能指标

计量性能要求	技术指标
浓度示值误差	±20%
浓度重复性	≤5%
响应时间	≤60 秒
零点漂移	±3%F.S.
报警声级及报警动作值	报警器的声光报警应正常，报警声级不小于 80 dB(A)，报警光信号应能在黑暗环境 20m 处清晰可见

注：以上计量特性要求仅供参考，不作为判定依据

## 4 校准条件

### 4.1 环境条件

4.1.1 环境温度：(15~35)℃。

4.1.2 相对湿度：≤85%。

4.1.3 其他：应无影响报警器工作的强磁场和电场干扰，并保持通风。

## 4.2 校准用设备和标准物质

### 4.2.1 粉尘发生装置

粉尘浓度测量范围（0.01~1000）mg/m<sup>3</sup>，使用的粉尘为粉煤灰；测试段中参考粉尘仪采样口和被检报警器采样口两个采样点三次相同测量平均值的相对偏差的绝对值≤5%；中心点稳定性（连续相同测量6次的实验标准偏差）≤5%。

### 4.2.2 参考粉尘仪

粉尘发生装置可配套使用光散射法粉尘监测仪或标准采样装置：

#### a) 光散射法粉尘仪

粉尘浓度测量范围（0.01~1000）mg/m<sup>3</sup>，最大允许误差±5%，重复性≤3%，线性系数≥0.96。

#### b) 标准采样装置

采样流量误差±3%；天平分度值≤0.01mg，①级。

### 4.2.3 声级计

测量范围为（30~130）dB（A），准确度级别不低于2级。

### 4.2.4 钢直尺

测量范围为（0~1000）mm，分辨力不低于1mm。

### 4.2.5 电子秒表

最大允许误差±0.10s，分度值不大于0.1s。

## 5 校准项目和校准方法

### 5.1 浓度示值误差

用粉尘发生装置，分别产生浓度为报警器量程20%、50%、80%左右的粉尘，待粉尘浓度稳定后，同时启动报警器与参比粉尘仪，记录报警器与参比粉尘仪在相同时间段的测量值，作为该次报警器的测量值 $\rho_1$ 、参比粉尘仪的测量值 $\rho_0$ ；每个浓度点重复以上操作3次，分别取3个 $\rho_1$ 和 $\rho_0$ 的算术平均值作为 $\bar{\rho}_1$ 和 $\bar{\rho}_0$ ，再按式（1）计算该点的浓度示值误差。

$$\delta = \frac{\bar{\rho}_1 - \bar{\rho}_0}{\bar{\rho}_0} \times 100\% \quad (1)$$

式中：

$\delta$ ——浓度示值误差，%；

$\bar{\rho}_1$ ——报警器在每个浓度点3次示值 $\rho_1$ 的算术平均值，mg/m<sup>3</sup>；

$\bar{\rho}_0$ ——参比粉尘仪在每个浓度点 3 次示值  $\rho_0$  的算术平均值,  $\text{mg}/\text{m}^3$ 。

## 5.2 浓度重复性

用粉尘发生装置, 产生浓度为报警器量程 50%左右的粉尘, 待粉尘浓度稳定后, 连续检测并记录 6 次被检仪器的测量值, 用公式 (2) 计算其示值重复性。

$$S_r = \frac{1}{C} \times \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (C_i - \bar{C})^2}{n-1}} \times 100\% \quad (2)$$

式中:

$C_i$ ——第  $i$  次测量值,  $\text{mg}/\text{m}^3$ ;

$\bar{C}$ ——测量平均值,  $\text{mg}/\text{m}^3$ ;

$n$ ——测量次数 ( $n=6$ )。

## 5.3 响应时间

对于泵吸式报警器, 在报警器进气口连接高效过滤器, 待粉尘浓度示值回零后, 再通入浓度稳定的粉尘, 同时启动秒表, 待报警器显示值达到稳定示值的 90%时停止计时, 记录秒表读数, 重复测量 3 次, 取 3 次测得值的算术平均值作为报警器的响应时间。扩散式报警器应使用合适接口连接高效过滤器。

## 5.4 零点漂移

在选定的量程下, 将报警器的采样口与高效过滤器连接, 扩散式报警器应使用合适接口连接高效过滤器。将报警器校零后, 记录零点读数  $Z_0$ , 每隔 1 小时记录一次零点值  $Z_i$ , 连续测试 24 小时, 用公式 (3) 计算零点漂移  $Z_d$ :

$$Z_d = \max (Z_i - Z_0) / R \times 100\% \quad (3)$$

式中:

$Z_0$ ——被检仪器校零后的零点读数;

$Z_i$ ——被检仪器每隔一小时的读数;

$R$ ——仪器满量程值。

## 5.5 报警声级及报警动作值

5.5.1 通入浓度稳定约为报警设定值 1.5 倍的粉尘, 当示值超过报警设定值时, 观察报警器

声、光报警是否正常，并记录报警器报警时的示值。重复测量 3 次，3 次示值的算术平均值为报警器的报警动作值。

5.5.2 报警声级用声级计测量，环境噪声应不大于 50 dB(A)。将声级计置于报警器的报警声响器轴心正前方 1m 处，重复测量 3 次，取其算术平均值为其报警声级强度。

5.5.3 在黑暗环境中距报警器 20 m 处观察报警器的报警光信号。

## 6 校准结果表达

校准结果应在校准证书上反映。校准证书应至少包括以下信息：

- a) 标题：“校准证书”；
- b) 实验室名称和地址；
- c) 进行校准的地点（如果与实验室的地址不同）；
- d) 证书或报告的唯一性标识（如编号），每页及总页数的标识；
- e) 客户的名称和地址；
- f) 被校对象的描述和明确标识；
- g) 进行校准的日期，如果与校准结果的有效性和应用有关时，应说明被校对象的接收日期；
- h) 如果与校准结果的有效性和应用有关时，应对被校样品的抽样程序进行说明；
- i) 校准所依据的技术规范的标识，包括名称及代号；
- j) 本次校准所用测量标准的溯源性及有效性说明；
- k) 校准环境的描述；
- l) 校准结果及其测量不确定度的说明；
- m) 对校准规范偏离的说明；
- n) 校准证书签发人的签名、职务或等效标识以及签发日期；
- o) 校准结果仅对被校对象有效的声明；
- p) 未经实验室书面批准，不得部分复制证书或报告的声明。

## 7 复校时间间隔

建议复校时间间隔一般不超过一年。复校时间间隔的长短是由仪器的使用情况、使用者、仪器本身质量等因素决定，送校单位也可根据实际使用情况自主决定复校时间间隔。如果仪器经维修、更换重要部件或对仪器性能有怀疑时，应重新校准。

## 附录 A

## 粉尘检测报警器校准原始记录表格（推荐）

委托单号\_\_\_\_\_证书编号\_\_\_\_\_

送检单位\_\_\_\_\_校准地点\_\_\_\_\_

仪器名称\_\_\_\_\_仪器型号\_\_\_\_\_

仪器编号\_\_\_\_\_制造厂商\_\_\_\_\_

环境条件：温度\_\_\_\_\_℃ 湿度\_\_\_\_\_%RH

本次测量所使用的主要计量器具

标准器名称	编号	测量范围	不确定度/准确度等级/最大允许误差	证书编号/溯源单位	有效期至

## 1 浓度示值误差

测量点序号	测量次数	报警器测量值 (mg/m <sup>3</sup> )								参比粉尘仪测量值 (mg/m <sup>3</sup> )								误差 %		
		1	2	3	4	5	6	每组平均值	每点平均值	1	2	3	4	5	6	每组平均值	每点平均值			
1	1																			
	2																			
	3																			
2	1																			
	2																			
	3																			
3	1																			
	2																			
	3																			

## 2 浓度示值重复性

报警器测量值 (mg/m <sup>3</sup> )						重复性 %
1	2	3	4	5	6	

## 3 响应时间

粉尘浓度	响应时间/s			
	1	2	3	平均值

## 4 零点漂移

时间	0h	1h	2h	3h	4h	5h	6h	7h	8h	9h	10h	11h
测量值 (mg/m <sup>3</sup> )												
时间	12h	13h	14h	15h	16h	17h	18h	19h	20h	21h	22h	23h
测量值 (mg/m <sup>3</sup> )												
时间	24h	零点漂移										
测量值 (mg/m <sup>3</sup> )												

## 5 报警声级及报警动作值

报警声级 dB(A)	1	2	3	平均值
报警动作值 mg/m <sup>3</sup>	1	2	3	平均值
报警光信号				

校准员\_\_\_\_\_ 核验员\_\_\_\_\_ 校准日期：\_\_\_\_\_年\_\_月\_\_日

## 附录 B

## 粉尘检测报警器校准证书内页（推荐）

证书编号：×××××-×××××			
<b>校准结果</b>			
序号	校准项目	技术要求	校准结果
1	浓度示值误差	$\pm 20\%$	
2	浓度示值重复性	$\leq 5\%$	
3	响应时间	$\leq 60$ 秒	
4	零点漂移	$\pm 3\%F.S.$	
5	报警声级及报警动作值	报警器的声光报警应正常，报警声级不小于 80 dB (A)，报警光信号应在黑暗环境 20m 处清晰可见	

第×页 共×页

## 附录 C

### 粉尘检测报警器浓度示值误差的不确定度评定示例（参考）

#### C.1 测量模型

粉尘检测报警器（以下简称报警器）的浓度示值误差可表示为：

$$\delta = \frac{\rho_1 - \rho_0}{\rho_0} \times 100\%$$

其中： $\rho_0$ -参比粉尘仪测量值， $\text{mg}/\text{m}^3$ ； $\rho_1$ -被检报警器测量值， $\text{mg}/\text{m}^3$ 。

#### C.2 不确定度来源分析

- 被检报警器测量重复性引入的不确定度  $u_1$ 。
- 粉尘发生装置发尘不稳定性引入的不确定度  $u_2$ 。
- 参考仪器引入的不确定度  $u_3$ 。
- 两台设备（参比和被检）测量位置的不一致性引入的不确定度  $u_4$ 。

#### C.3 标准不确定度评定

##### C.3.1 标准不确定度 $u_1$

依次发生被检报警器满量程 50%左右的粉尘浓度，稳定后，读取被检报警器浓度显示值，应重复上述操作 3 次，计算示值重复性。由测量结果的重复性引入的不确定度，属于不确定度 A 类评定，计算如下：

$$s_p(x_i) = \sqrt{\frac{1}{m(n-1)} \sum_{j=1}^m \sum_{i=1}^n (x_{ij} - \bar{x}_j)^2}$$
$$u_A = \frac{s_p(x_i)}{\sqrt{n}}$$
$$u_{Arel} = \frac{u_A}{\bar{x}_i} \times 100\%$$

测量序列	测量值						平均值
	$\text{mg}/\text{m}^3$						
1	498.26	513.21	503.31	524.79	503.39	513.35	509.39
2	504.92	504.33	523.97	516.22	498.26	511.26	509.83
3	502.97	503.82	500.31	491.45	503.39	512.33	502.38
合并样本标准偏差 ( $\text{mg}/\text{m}^3$ )			8.647	合并样本相对标准偏差			1.7%

颗粒物浓度为  $500 \text{ mg}/\text{m}^3$  时，由测量结果的重复性引入的标准不确定度为

$u_1=0.033\text{mg}/\text{m}^3$ ，相对标准不确定度为  $u_{1\text{rel}}=0.7\%$ 。

### C.3.2 标准不确定度 $u_2$

粉尘发生装置测试段中心点稳定性(连续相同测量 6 次的实验标准偏差)应不大于 5%。假设该结果服从均匀分布，可以得到相对标准不确定度  $u_{2\text{rel}}=5\%/\sqrt{3}=2.9\%$ 。

### C.3.3 标准不确定度 $u_3$

颗粒物浓度为  $500\text{mg}/\text{m}^3$  时，参考粉尘仪引入的不确定度，属于不确定度 B 类评定，依据规程要求，参考粉尘仪的最大允许误差为  $\pm 4\%$ ，则  $u_{3\text{rel}}=4\%/\sqrt{3}=2.3\%$ 。

### C.3.4 标准不确定度 $u_4$

因为粉尘浓度的波动性和不均匀性，需要对两个测量位置的粉尘浓度不一致引入的不确定度进行评定。在满量程 50%粉尘浓度情况下，将参考设备和被检报警器在原来的位置进行测量(均匀分布 A、B 两点)，待系统稳定后，记录 10 组数据；然后将这两个设备位置对调，待系统稳定后，再记录 10 组数据。然后计算同一设备对调前后算术平均值的差值(可以抵消同一设备自身的影响)，再对两个设备对调前后的差值求差，取绝对值，假设该结果服从均匀分布，则可得该标准不确定度  $u_4$ 。

表 C.2 两个测量位置不一致性引入的不确定度

		测量值 ( $\text{mg}/\text{m}^3$ )										平均值 ( $\text{mg}/\text{m}^3$ )	平均值 差值 ( $\text{mg}/\text{m}^3$ )
		A 点	500.2 34	500.4 74	500.4 62	500.4 82	500.3 64	500.4 02	500.4 03	500.3 93	500.1 94	500.379	0.153
测 量 仪 器	参 比 设 备	B 点	500.3 35	500.1 93	500.1 25	500.1 65	500.1 63	500.2 31	500.2 51	500.2 92	500.2 73	500.225	
	被 检 报 警 器	A 点	500.3 81	500.2 42	500.2 65	500.3 23	500.3 59	500.2 96	500.1 59	500.2 55	500.2 90	500.286	0.093
		B 点	500.1 61	500.2 54	500.1 51	500.1 73	500.1 45	500.2 08	500.1 26	500.2 57	500.2 59	500.193	

对两个设备对调前后的差值求差，取绝对值为  $0.06\text{mg}/\text{m}^3$ ，得到  $u_4=0.035\text{mg}/\text{m}^3$ ，相对标准不确定度为  $u_{4\text{rel}}=0.7\%$ 。

### C.3.5 标准不确定度汇总

表 C.3 标准不确定度汇总表

不确定度来源	标准不确定度	相对标准不确定度值
被校系统测量重复性引入的不确定度	$u_1$	0.7%
模拟工况粉尘发生装置发尘不稳定性引入的不确定度	$u_2$	2.9%
参考仪器引入的不确定度	$u_3$	2.3%
两台设备（参考和被校）测量位置的不一致性引入的不确定度	$u_4$	0.7%

### C.4 合成相对标准不确定度

由于各个不确定度分量是相互独立的，由公式  $u_{rel} = \sqrt{u_1^2 + u_2^2 + u_3^2 + u_4^2}$  计算不同浓度点的合成相对标准不确定度，测量结果的合成相对标准不确定度为  $u_{rel}=3.8\%$ ；

### C.5 相对扩展不确定度

相对扩展不确定度取三种情况的最大值， $k=2$ ， $U_1=7.6\%$ 。