

ICS 77.040.30  
D 09  
备案号:26918—2010



# 中华人民共和国煤炭行业标准

MT/T 1102—2009

---

## 煤矿用粉尘浓度传感器

Coal mine dust concentration transducer

2009-12-11 发布

2010-07-01 实施

---

国家安全生产监督管理总局 发布

## 前 言

本标准由中国煤炭工业协会科技发展部提出。  
本标准由煤炭行业煤矿安全标准化技术委员会归口。  
本标准起草单位：煤炭科学研究总院重庆研究院。  
本标准主要起草人：王自亮、隋金君、王杰、李智、赵恩彪。

## 煤矿用粉尘浓度传感器

### 1 范围

本标准规定了煤矿用粉尘浓度传感器(以下简称传感器)的技术要求、试验方法、检验规则、标志、包装、运输和贮存。

本标准适用于煤矿使用的粉尘浓度传感器。

### 2 规范性引用文件

下列文件中的条款通过本标准的引用而成为本标准的条款。凡是注日期的引用文件,其随后所有的修改单(不包括勘误的内容)或修订版均不适用于本标准,然而,鼓励根据本标准达成协议的各方研究是否可使用这些文件的最新版本。凡是不注日期的引用文件,其最新版本适用于本标准。

GB/T 191 包装储运图示标志

GB/T 2423.1 电工电子产品环境试验 第2部分:试验方法 试验 A:低温

GB/T 2423.2 电工电子产品环境试验 第2部分:试验方法 试验 B:高温

GB/T 2423.4 电工电子产品环境试验 第2部分:试验方法 试验 Db:交变湿热(12 h+12 h 循环)

GB/T 2423.5 电工电子产品环境试验 第2部分:试验方法 试验 Ea 和导则:冲击

GB/T 2423.8 电工电子产品环境试验 第2部分:试验方法 试验 Ed:自由跌落

GB/T 2423.10 电工电子产品环境试验 第2部分:试验方法 试验 Fc 和导则:振动(正弦)

GB 2829 周期检验计数抽样程序及表

GB 3836.1 爆炸性气体环境用电气设备 第1部分:通用要求

GB 3836.1 爆炸性气体环境用电气设备 第2部分:隔爆型“d”

GB 3836.4 爆炸性气体环境用电气设备 第4部分:本质安全型“i”

GB 4208 外壳防护等级(IP 代码)

GB 9969.1 工业产品使用说明书 总则

GB/T 20964 粉尘采样器

MT/T 154.10 煤矿用安全仪器仪表产品型号编制方法和管理方法

MT 210 煤矿通信、检测、控制用电工电子产品 基本试验方法

MT/T 408 煤矿用直流稳压电源

MT/T 772 煤矿监控系统主要性能测试方法

### 3 术语和定义

#### 3.1

**零点 zero point**

传感器在清洁空气环境中正常工作时的显示值。

#### 3.2

**基本误差 basic error**

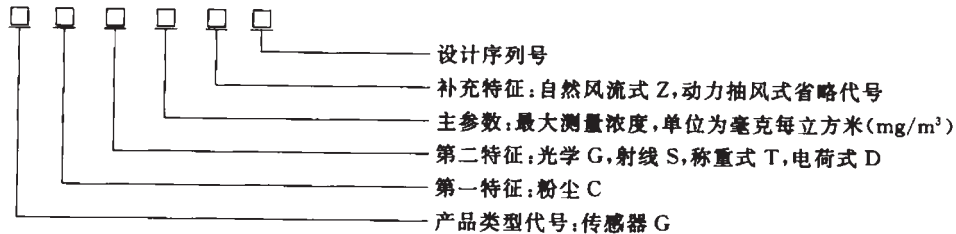
在本标准规定试验条件下确定的传感器测量误差值。

### 4 技术要求

#### 4.1 一般要求

4.1.1 传感器应符合本标准的规定,并按照经规定程序和国家授权的检验部门审批的图样和技术文件制造。

4.1.2 传感器的型号按照 MT/T 154.10 的要求进行命名。命名如下:



示例:测量范围为  $0 \text{ mg/m}^3 \sim 500 \text{ mg/m}^3$  的光学式粉尘浓度传感器,可命名为 GCG500 型。

4.1.3 与传感器配套的遥控器应具有有效期内的矿用产品安全标志证书和防爆合格证证书。

4.2 正常工作环境条件

- a) 大气压力:  $80 \text{ kPa} \sim 110 \text{ kPa}$ ;
- b) 环境温度:  $0^\circ\text{C} \sim 40^\circ\text{C}$ ;
- c) 相对湿度:  $\leq 95\%$  ( $25^\circ\text{C}$ )。

4.3 贮存温度:  $-40^\circ\text{C} \sim 50^\circ\text{C}$ 。

4.4 外观与结构

4.4.1 传感器表面不应有明显的凹痕、划伤、裂隙、变形等缺陷,涂、镀层不应起泡、龟裂和脱落,金属零件不应有锈蚀和机械损伤。

4.4.2 应在传感器表面醒目位置标明制造厂名、规格、型号、测量范围、煤矿安全标志和防爆标志。

4.4.3 传感器的显示窗应透光良好,数码、符号均应清晰完好。印制电路板应涂覆两遍三防(防腐、防潮、防霉)绝缘漆。

4.5 传感器采用数字显示,其单位为  $\text{mg/m}^3$ 。

4.6 零位稳定性和基本误差

4.6.1 零位稳定性

在清洁空气环境中,传感器的显示值或输出信号值(换算成粉尘浓度值)应不超过 5.0。

4.6.2 基本误差

$\pm 15.0\%$ ,要求零位稳定性和基本误差两个试验连续作,且中间不应调整传感器。

4.7 采样流量稳定性

8 h 内采样流量稳定性:标称值的  $\pm 3.0\%$ 。

4.8 工作稳定性

传感器连续工作 15 d 的基本误差应符合 4.6.2 的规定。

4.9 输出信号制式

应选用如下信号制式:

- a) 频率:  $200 \text{ Hz} \sim 1\,000 \text{ Hz}$ ,脉冲宽度大于  $0.3 \text{ ms}$ ;
- b) 电流:  $1 \text{ mA} \sim 5 \text{ mA}$ 。

4.10 传感器的工作电压:  $12 \text{ V} \sim 24 \text{ V}$ 。

4.11 传感器最大启动电流和最大工作电流应小于  $170 \text{ mA}$ 。

4.12 当关联设备输入电压小于等于  $18 \text{ V}$  时,传感器与关联设备的传输距离应不小于  $1.5 \text{ km}$ ;当关联设备输入电压大于  $18 \text{ V}$  时,传感器与关联设备的传输距离应不小于  $2 \text{ km}$ 。关联设备的显示值或输出信号值(换算为粉尘浓度值)应符合 4.6.2 的规定。

4.13 工作噪声:小于等于  $60 \text{ dB(A)}$ 。

- 4.14 传感器本安端与外壳之间,在常态时的绝缘电阻应大于等于 50 MΩ;交变湿热试验后,绝缘电阻应大于等于 1.5 MΩ。
- 4.15 传感器本安端与外壳之间应能承受电压为 500 V/50 Hz、持续时间为 1 min 的绝缘介电强度试验,应无击穿、闪烁现象,且漏电流小于等于 5 mA。
- 4.16 传感器经工作温度、贮存温度、交变湿热试验后,零位稳定性应符合 4.6.1 的规定。
- 4.17 传感器经振动试验后,接插件和零部件应无松动和脱落,零位稳定性应符合 4.6.1 的规定。
- 4.18 传感器经冲击试验后,应无损坏痕迹,接插件和零部件应无松动和脱落,零位稳定性应符合 4.6.1 的规定。
- 4.19 传感器经跌落试验后,接插件和零部件应无松动和脱落,零位稳定性应符合 4.6.1 的规定。
- 4.20 防爆要求
- 4.20.1 传感器中任何与本质安全性能有关的元件,应符合 GB 3836.4 中的有关规定,在正常工作和故障状态下,不得在超过元件安装条件和温度范围规定的最大电流、电压和功率额定值的 2/3 的情况下工作。
- 4.20.2 传感器外壳防护性能应符合 GB 4208 中 IP54 的规定。
- 4.20.3 传感器采用塑料外壳时,外壳表面绝缘电阻应不超过 1 GΩ,且外壳阻燃性能应符合 GB 3836.1 中的有关规定。
- 4.20.4 传感器应能通过 GB 3836.4 规定的火花点燃试验。传感器与关联设备通过 4.12 规定的传输距离所需长度的电缆连接后,应能通过 GB 3836.4 规定的火花点燃试验。
- 4.20.5 传感器在正常和故障状态下其最高表面温度应小于等于 150 ℃。
- 4.20.6 传感器外壳结构、电气间隙和爬电距离应符合 GB 3836.4 的有关规定。

5 试验方法

5.1 试验环境条件

- a) 温度:15 ℃~35 ℃;
- b) 相对湿度:≤95%;
- c) 大气压力:86 kPa~106 kPa。

5.2 试验用粉尘

试验粉尘采用煤粉。其空气动力学粒径应小于 74 μm,其中小于 10 μm 的占 12%~15%,小于 30 μm 的占 47%~50%(采用沉降法粒度分布测定仪测定)。

5.3 试验用仪器设备

试验用仪器设备见表 1。

表 1 试验用仪器设备

| 序号 | 仪器名称                                           | 测量范围                                                                | 准确度     |
|----|------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------|---------|
| 1  | 流量标准装置(粉尘采样器检定装置、皂膜流量机组、钟罩式气体流量标准装置或其他标准气体流量表) | 流量范围:大于被检传感器流量的 30%                                                 | 1%      |
| 2  | 四位半的数字万用表                                      |                                                                     | 0.5 级   |
| 3  | 粒度分析仪                                          | 1 μm~150 μm                                                         | 10%     |
| 4  | 分析天平                                           | 最大称量:20 g                                                           | 0.01 mg |
| 5  | 兆欧表                                            | 0 V~500 V                                                           | 10 级    |
| 6  | 粉尘试验风洞(包括粉尘采样装置或采样器)                           | 粉尘浓度:1 mg/m <sup>3</sup> ~1 000 mg/m <sup>3</sup> ;风速:0.5 m/s~4 m/s | 5%      |

表 1 (续)

| 序号 | 仪器名称   | 测量范围                                         | 准确度          |
|----|--------|----------------------------------------------|--------------|
| 7  | 直流稳压电源 | 0 V~30 V 可调,输出电流:2 A                         | 符合 MT/T 408  |
| 8  | 频率计    | 0 kHz~1 000 kHz;稳定度: $\leq 1 \times 10^{-6}$ |              |
| 9  | 秒表     |                                              | 0.01 s       |
| 10 | 耐压测试仪  | 0 V~2 000 V                                  | 1.5%         |
| 11 | 游标卡尺   | 0 mm~100 mm                                  | 分度值:0.02     |
| 12 | 声级计    | 25 dB~140 dB                                 | $\pm 0.5$ dB |
| 13 | 密闭箱    | 长 1.0 m、宽 0.5 m、高 0.4 m                      |              |

5.4 外观与结构检查

用目测和手感的方法检查传感器外观及结构。

5.5 零位稳定性和基本误差

5.5.1 传感器接上稳压电源,将稳压电源的输出分别调至 12 V 和 24 V,进行零位稳定性和基本误差测定。

5.5.2 零位稳定性

将传感器放置在干净的密闭箱内,接上电源,运行 30 min 后(如果显示值不为零,可以用遥控器进行调整,调整后再运行 30 min。只能调整一次),连续记录 15 min 内传感器显示值,取最大值。

5.5.3 基本误差

在粉尘试验风洞内进行试验,如图 1 所示。

在产品企业标准规定的粉尘浓度测量范围内,均匀分成五个测试段,以段中点至终点之间粉尘浓度范围为测试点,每点测量三次,记录传感器的显示值和输出信号值(换算为粉尘浓度值),取三次测量值的算术平均值,作为该点粉尘浓度值。采用滤膜采样方法测量粉尘浓度,传感器数据记录与滤膜采样须同步进行。用式(1)计算每点的基本误差,取五点中最大者作为其基本误差。

$$\delta_c = \frac{C_2 - C_1}{C_1} \times 100\% \quad \dots\dots\dots (1)$$

式中:

$\delta_c$ ——传感器测量基本误差;

$C_1$ ——滤膜采样天平称重法测得的粉尘浓度值,单位为毫克每立方米( $\text{mg}/\text{m}^3$ );

$C_2$ ——传感器指示值(或信号输出值转换值),单位为毫克每立方米( $\text{mg}/\text{m}^3$ );

输出信号为电流信号时用数字万用表电流档测量,输出信号为频率信号时用频率计测量。

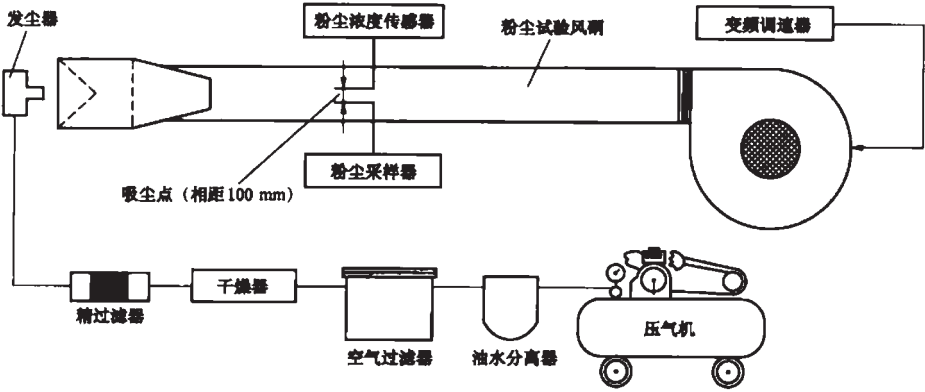


图 1 粉尘试验风洞试验系统

## 5.6 采样流量稳定性

按标准 GB/T 20964 中规定的方法进行。

## 5.7 工作稳定性

将调校好的传感器放入粉尘试验风洞中,再向该风洞发尘并使其粉尘浓度稳定在  $50 \text{ mg/m}^3 \sim 100 \text{ mg/m}^3$ ,连续运行 1 h,记录显示值和输出信号值,计算基本误差;将传感器取出,在空气中连续运行 15 天,再放入该风洞中,重复粉尘试验风洞试验,计算基本误差,取最大值。试验期间不得调整传感器。

## 5.8 传输距离

将传感器与关联设备通过 4.12 规定的传输距离所需长度的模拟电缆连接,由关联设备提供传感器所需电源。测试方法按 5.5.3 的要求进行,记录关联设备的显示值和输出信号值(换算为粉尘浓度值)。模拟电缆按 MT/T 772 附录 A 仿真,电缆模拟参数按  $R = 12.8 \Omega/\text{km}$  单芯、 $L = 0.8 \text{ mH}/\text{km}$  单芯、 $C = 0.06 \mu\text{F}/\text{km}$  计算。

## 5.9 最大启动电流

传感器接上稳压电源,将稳压电源的输出分别调至 12 V 和 24 V,用数字万用表电流挡测量传感器电动机启动瞬间的电流,记录最大值,测量三次,取三次中的最大值。

## 5.10 最大工作电流

传感器接上稳压电源,将稳压电源的输出分别调至 12 V 和 24 V,用数字万用表电流挡测量传感器工作电流,记录正常工作 5 min 内的电流显示值,记录最大值,测量三次,取三次中的最大值。

## 5.11 工作噪声

传感器在正常工作状态下,与声级计放置于离地面 800 mm 高的同一水平面上,两者相距 1 000 mm,背景噪声小于 50 dB(A),每台测量两次,取其最大者。

## 5.12 绝缘电阻

按 MT 210 规定的方法进行。

## 5.13 介电强度

按 GB 3836.4 规定的方法进行。

## 5.14 工作温度试验

### 5.14.1 低温工作温度

按 GB/T 2423.1 中试验 Ab 规定的方法进行,在温度为  $(0 \pm 3)^\circ\text{C}$  条件下,将传感器通电,稳定 2 h 后,取出传感器,按照 5.5.2 测定零位稳定性,以后每小时测定一次,重复测量三次,取其算术平均值作为测定值,并检查其外观。

### 5.14.2 高温工作温度

按 GB/T 2423.2 中试验 Bb 规定的方法进行,在温度为  $(40 \pm 2)^\circ\text{C}$  条件下,将传感器通电,稳定 2 h 后,取出传感器,按照 5.5.2 测定零位稳定性,以后每小时测定一次,重复测量三次,取其算术平均值作为测定值,并检查其外观。

## 5.15 贮存温度试验

### 5.15.1 低温贮存试验

按 GB/T 2423.1 中试验 Ab 规定的方法进行,在温度为  $(-40 \pm 2)^\circ\text{C}$  条件下,持续时间 16 h。传感器不包装、不通电,不进行中间检测。试验后,在试验箱中恢复到 4.2 规定的条件下,稳定 2 h 后,取出传感器,按照 5.5.2 测定零位稳定性,并检查其外观。

### 5.15.2 高温贮存温度

按 GB/T 2423.2 中试验 Bb 规定的方法进行,在温度为  $(50 \pm 2)^\circ\text{C}$  条件下,持续时间 16 h。传感器不包装、不通电,不进行中间检测。试验后,在试验箱中恢复到 4.2 规定的条件下,稳定 2 h 后,取出传感器,按照 5.5.2 测定零位稳定性,并检查其外观。

## 5.16 交变湿热试验

按 GB/T 2423.4 中试验 Db 规定的方法进行,在温度为 $(40\pm 2)^{\circ}\text{C}$ ,相对湿度为 $(93\pm 3)\%$ 条件下,持续时间 12 h。传感器不包装、不通电,不进行中间检测。试验后,在 4.2 规定的条件下,保持 2 h 后,取出传感器,进行绝缘电阻与介电强度试验,再按照 5.5.2 测定零位稳定性,并检查其外观。

#### 5.17 振动试验

按 GB/T 2423.10 中试验 Fc 规定的方法进行,严酷等级:扫频频率范围 10 Hz~150 Hz,加速度幅值为  $50\text{ m/s}^2$ ,扫频循环次数五次,传感器不包装、不通电,不进行中间检测。试验后,进行外观检查和测定零位稳定性。

#### 5.18 冲击试验

按 GB/T 2423.5 中试验 Ea 规定的方法进行,严酷等级:峰值加速度为  $500\text{ m/s}^2$ ,脉冲持续时间为 $(11\pm 1)\text{ms}$ ,三个轴线方向连续冲击三次(共 18 次),传感器不包装、不通电,不进行中间检测。试验后,进行外观检查和测定零位稳定性。

#### 5.19 跌落试验

按 GB/T 2423.8 中试验 Ed 规定的方法进行,严酷等级:跌落高度为 0.5 m,以正常使用方向自由落向平滑、坚硬的混凝土面上共两次,传感器不包装、不通电,不进行中间检测。试验后,进行外观检查和测定零位稳定性。

5.20 5.12~5.16 每项试验后,检测性能前,允许重新校准传感器。

#### 5.21 防爆试验

5.21.1 传感器的防爆性能按 GB 3836.1、GB 3836.2 和 GB 3836.4 规定的试验方法进行,由国家授权的防爆检验机构进行。

5.21.2 与本质安全性能有关的元件检查按 GB 3836.4 规定的方法进行。

5.21.3 外壳防护性能试验按 GB 4208 规定的方法进行。

5.21.4 塑料外壳表面绝缘电阻试验按 GB 3836.1 规定的方法进行。

5.21.5 塑料外壳的阻燃性能试验按 GB 3836.1 附录 E 规定的方法进行。

5.21.6 传感器火花点燃试验按 GB 3836.4 规定的方法进行;传感器与关联设备通过 4.12 规定的传输距离所需长度的模拟电缆连接,联机火花试验按 GB 3836.4 中规定的方法进行。

5.21.7 最高表面温度按 GB 3836.4 规定的方法进行。

5.21.8 电气间隙和爬电距离的测量用游标卡尺进行测量。

### 6 检验规则

6.1 检验分为出厂检验和型式检验,其检验项目见表 2。

表 2 检验项目

| 序号 | 检验项目    | 技术要求  | 试验方法  | 出厂检验 | 型式检验 |
|----|---------|-------|-------|------|------|
| 1  | 外观与结构   | 4.4   | 5.4   | ○    | ○    |
| 2  | 零位稳定性   | 4.6.1 | 5.5.2 | ○    | ○    |
| 3  | 基本误差    | 4.6.2 | 5.5.3 | *    | ○    |
| 4  | 采样流量稳定性 | 4.7   | 5.6   | *    | ○    |
| 5  | 工作稳定性   | 4.8   | 5.7   | —    | ○    |
| 6  | 传输距离    | 4.12  | 5.8   | *    | ○    |
| 7  | 最大启动电流  | 4.11  | 5.9   | ○    | ○    |
| 8  | 最大工作电流  | 4.11  | 5.10  | ○    |      |
| 9  | 工作噪声    | 4.13  | 5.11  | ○    | ○    |

表 2 (续)

| 序号 | 检验项目       | 技术要求   | 试验方法   | 出厂检验 | 型式检验 |
|----|------------|--------|--------|------|------|
| 10 | 绝缘电阻       | 4.14   | 5.12   | *    | ○    |
| 11 | 介电强度       | 4.15   | 5.13   | *    | ○    |
| 12 | 工作温度       | 4.16   | 5.14   | —    | ○    |
| 13 | 贮存温度       | 4.16   | 5.15   | —    | ○    |
| 14 | 交变湿热       | 4.16   | 5.16   | —    | ○    |
| 15 | 振动         | 4.17   | 5.17   | —    | ○    |
| 16 | 冲击试验       | 4.18   | 5.18   | —    | ○    |
| 17 | 跌落试验       | 4.19   | 5.19   | —    | ○    |
| 18 | 元件本质安全性能检查 | 4.20.1 | 5.21.2 | —    | ○    |
| 19 | 外壳防护       | 4.20.2 | 5.21.3 | —    | ○    |
| 20 | 表面绝缘电阻     | 4.20.3 | 5.21.4 | —    | ○    |
| 21 | 阻燃性能       | 4.20.3 | 5.21.5 | —    | ○    |
| 22 | 火花点燃       | 4.20.4 | 5.21.6 | —    | ○    |
| 23 | 最高表面温度     | 4.20.5 | 5.21.7 | —    | ○    |
| 24 | 电气间隙和爬电距离  | 4.20.6 | 5.21.8 | —    | ○    |

注：“○”表示应进行的检验项目，“—”表示不进行的检验项目，“\*”为只作常态，“\*”为抽检项目。

## 6.2 出厂检验

每台传感器须经厂质检机构进行出厂检验，检验合格并附有产品合格证后方可出厂。

## 6.3 型式检验

### 6.3.1 传感器有下列情况之一时，必须进行型式检验：

- 新产品试制定型鉴定或老产品转厂生产时；
- 正式生产后如结构、材料、工艺有较大改变，可能影响产品性能时；
- 传感器停止生产一年后，恢复生产时；
- 传感器连续生产时，每三年一次；
- 出厂检验结果与上次型式检验有较大差异时；
- 国家有关机构提出要求时。

### 6.3.2 型式检验应由国家授权的检验机构负责进行。

## 6.4 抽样及判定规则

按 GB 2829 的规定执行，采用判别水平 I 的一次抽样方案，RQL 为 30。

## 7 标志、包装、运输、贮存和使用说明书

### 7.1 标志

#### 7.1.1 传感器的外壳明显处应有“Ex”防爆标志、“MA”安全标志。

#### 7.1.2 传感器铭牌应包括下列内容：

- 产品名称及型号；
- 右上角设“Ex”标志；
- 防爆标志；
- 防爆合格证号；

- e) 安全标志编号;
- f) 主要技术参数,应包括测量范围和基本误差;
- g) 关联设备型号;
- h) 制造日期;
- i) 出厂编号;
- j) 生产单位名称。

7.1.3 包装标志:

- a) 包装储运标志应符合 GB/T 191 的规定;
- b) 发货标志应符合有关运输规定。

7.2 包装

7.2.1 包装箱内应有防潮防振措施,包装箱外应有防散落的加固措施。

7.2.2 包装箱内应有下列文件:

- a) 装箱单(含随机附件);
- b) 产品合格证;
- c) 产品使用说明书。

7.3 运输

包装好的传感器应适合公路、铁路、水路、航空运输。

7.4 贮存

传感器应存放在无腐蚀性气体及通风良好、干燥的仓库内。

7.5 使用说明书

使用说明书按 GB 9969.1 的要求编写。

---