



中华人民共和国煤炭行业标准

MT/T 1109—2011

矿用位移传感器通用技术条件

General specifications of mine displacement sensor

本文件由矿山安全标准服务平台免费向社会提供，更多标准文件请关注矿山安全标准化技术委员会公众号，或通过国家矿山安全监察局-服务互动-矿山安全标准服务平台获取

根据国家矿山安全监察局公告（2026年 第2号），
自2026年4月21日起标准号变更为：KA/T 1109-2011

2011-04-12 发布

2011-09-01 实施

国家安全生产监督管理总局 发布

目 次

前 言 II

1 范围 1

2 规范性引用文件 1

3 术语和定义 1

4 型号命名和防爆类型 1

5 要求 2

6 试验方法 4

7 检验规则 7

8 标志、包装、运输和贮存 9

前 言

本标准的 5.7 为推荐性条款外,其余为强制性条款。

本标准是根据 GB/T 1.1—2009《标准化工作导则 第 1 部分:标准的结构和编写规则》的规定进行编写。

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。

本标准主要起草单位:煤炭科学研究总院重庆研究院、安标国家矿用产品安全标志中心、陕西安瑞特电子科技有限公司、山东省科达矿山监测装备有限公司。

本标准主要起草人:陈福民、石发强、杨大明、胡继红、何晶、邹德蕴、张安然、曹利波、付建涛等。

本标准为首次发布。

矿用位移传感器通用技术条件

1 范围

本标准规定了矿用位移传感器的术语和定义、型号命名和类型、技术要求、试验方法、检验规则、标志、包装、运输和贮存。

本标准适用于煤矿井下使用的位移传感器(以下简称传感器)。

2 规范性引用文件

下列文件中的条款通过本标准引用而成为本标准的条款。凡是注日期的引用文件,其附后所有的修改单(不包括勘误的内容)或修改版均不适用于标准,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 2423.10 电工电子产品环境试验 第2部分:试验方法 试验Fc:振动(正弦)

GB 3836.1—2000 爆炸性气体环境用电气设备 第1部分:通用要求(eqv IEC 60079-0:1998)

GB 3836.2—2000 爆炸性气体环境用电气设备 第2部分:隔爆型“d”(eqv IEC 60079-1:1990)

GB 3836.4—2000 爆炸性气体环境用电气设备 第4部分:本质安全型“i”(eqv IEC 60079-11:1999)

GB 4208—2008 外壳防护等级(IP 代码)

GB/T 9969 工业产品使用说明书 总则

GB/T 10111 随机数的产生及其在产品质量抽样检验中的应用程序

GB/T 15464 仪器仪表包装通用技术条件

AQ 1043 矿用产品安全标志标识

MT/T 154.10 煤矿用安全仪器仪表产品型号编制方法和管理办法

MT 210—1990 煤矿通信、检测、控制用电工电子产品基本试验方法

MT/T 772—1998 煤矿监控系统主要性能测试方法

MT/T 899 煤矿用信息传输装置

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本标准。

3.1

矿用位移传感器 mine displacement sensor

连续监测煤矿矿井中被测物相对位置位移量的装置。

4 型号命名和防爆类型

4.1 型号命名

按 MT/T 154.10 的规定进行命名。

4.2 防爆类型

应符合 GB 3836.1—2000 的规定。

5 要求

5.1 一般要求

5.1.1 传感器应符合本标准的要求,并按照规定程序和国家授权检验单位审批的图样和技术文件制造。

5.1.2 传感器采用的防爆结构,应符合 GB 3836.1—2000 的有关规定。

5.1.3 与传感器关联和配套的设备应满足 GB 3836.1—2000、GB 3836.2—2000 和 GB 3836.4—2000 规定的防爆产品,并经防爆检验机构联机检验合格后方可接入,同时还应具有有效期内的矿用产品安全标志证书。

5.1.4 不得随意改变与传感器的关联设备和配套设备。

5.2 环境条件

5.2.1 工作环境

工作环境应满足:

- a) 环境温度: $(0\sim 40)^{\circ}\text{C}$;
- b) 相对湿度:小于或等于 98%;
- c) 大气压力: $(80\sim 116)\text{kPa}$;
- d) 有瓦斯或煤尘爆炸危险,但无显著振动和冲击、无破坏绝缘的腐蚀性气体的场所。

5.2.2 运输和贮存环境

运输和贮存环境应满足下列要求:

- a) 温度: $(-40\sim +60)^{\circ}\text{C}$;
- b) 振动:小于或等于 50 m/s^2 ;
- c) 冲击:小于或等于 500 m/s^2 。

5.3 输出信号制

5.3.1 开关量

5.3.1.1 有源开关量输出信号,在高电平输出状态,拉出电流为 2 mA 时,输出电压应大于等于 3 V;在低电平输出状态,输出电压应小于等于 0.5 V。

5.3.1.2 无源开关量输出状态,在断开(截止)时,两输出端之间的漏电阻应大于等于 100 k Ω ;在闭合(导通)时,灌入电流为 2 mA 时,输出电压应小于等于 0.5 V。

5.3.2 模拟量

5.3.2.1 直流模拟量信号

- a) 1 mA~5 mA(负载电阻 0 Ω ~500 Ω 或大于 500 Ω);
- b) 4 mA~20 mA(负载电阻 0 Ω ~350 Ω 或大于 350 Ω)。

5.3.2.2 频率模拟量信号

- a) 信号频率应为:200 Hz~1 000 Hz 或 5 Hz~15 Hz;
- b) 高电平应大于等于 3 V,低电平应小于等于 0.5 V,在整个频率范围内,正、负脉冲宽度大于等于 0.3 ms。

5.3.3 数字量信号

应符合 MT/T 899 的要求。

5.4 外观质量与结构要求

5.4.1 传感器的显示窗应透光良好,数码、符号均应显示清晰,无缺陷。

5.4.2 传感器表面,镀层或涂层均匀、牢固、颜色一致,不应有气泡、裂痕、明显剥落和斑点。

- 5.4.3 传感器应结构合理,坚固耐用,并有适于井下安装的悬挂支撑结构,活动部件灵活可靠。
- 5.4.4 传感器接插零件应无松动,脱落现象;金属部件应采取防腐措施;标志标识与铭牌清晰、安装牢固。
- 5.4.5 传感器应采用数字显示,分辨率应不低于 1 mm。

5.5 主要技术指标

5.5.1 测量范围

应大于或等于 300 mm。

5.5.2 基本误差

应不超过±3 mm。

5.5.3 位移力

应在(4~10)N 范围之内。

5.5.4 重复性

应不大于 1 mm。

5.5.5 回程误差

应符合 5.5.2 的规定。

5.5.6 报警功能

5.5.6.1 报警误差

报警点在测量范围内可任意设置,报警显示值与设定值的差值应不超过±2 mm。

5.5.6.2 报警声级强度

在距其声响器正前方 1 m 远处的报警声级强度应大于或等于 80 dB(A)。

5.5.6.3 报警光信号

在黑暗环境中 20 m 远处应清晰可见。

5.5.7 功能

- a) 应具有数字调校或遥控调校功能;
- b) 能显示绝对位移值。

5.6 传输距离

使用电缆的单芯截面积为 1.5 mm² 时,传感器与关联设备或配接设备之间的传输距离应至少为 2 km,关联设备或配接设备的显示值或输出信号值(换算为位移值)应符合 5.5.2 的规定。

5.7 电源适应性

传感器的直流工作电压宜为(12~24)V,在其电压范围内应正常工作,工作电流满足设计要求,并应符合 5.5.2~5.5.7 的规定。

5.8 电气安全

5.8.1 绝缘电阻

传感器的绝缘电阻应符合表 1 的要求。

表 1 绝缘电阻参数

测试部位	绝缘电阻	
	MΩ	
	常 态	交变湿热试验后
本安端与外壳	≥10	≥1.5

5.8.2 工频耐压

传感器在常态和交变湿热试验后应通过 500 V、50 Hz,历时 1 min 的工频耐压试验,试验中应无火花、飞弧和击穿现象,且漏电流应小于 5 mA。

5.9 工作稳定性

传感器经工作稳定性试验后,基本误差应符合 5.5.2 的规定。

5.10 环境适应性

- 5.10.1 传感器在工作温度试验时,其基本误差和功能应符合 5.5.2、5.5.7 的规定。
- 5.10.2 传感器经贮存温度试验后,其外观、基本误差和功能应符合 5.4、5.5.2、5.5.7 的规定。
- 5.10.3 传感器经交变湿热试验后,其外观、基本误差、功能和电气安全应符合 5.4、5.5.2、5.5.7 和 5.8 的规定。
- 5.10.4 传感器经冲击试验后,其外观、基本误差和功能应符合 5.4、5.5.2、5.5.7 的规定。
- 5.10.5 传感器经振动试验后,其外观、基本误差和功能应符合 5.4、5.5.2、5.5.7 的规定。
- 5.10.6 传感器经运输试验后,其外观、基本误差和功能应符合 5.4、5.5.2、5.5.7 的规定。

5.11 防爆要求

- 5.11.1 传感器采用的防爆结构,应符合 GB 3836.1—2000 的规定。
- 5.11.2 传感器中任何与本质安全性能有关的元件,应符合 GB 3836.4—2000 中第 7 章的规定,在正常工作和故障状态下,不得超过元件在设计中规定最大电流、电压和功率额定值的 2/3 的情况下工作。
- 5.11.3 传感器外壳防护性能应符合 GB 4208—2008 中防护等级 IP54 的规定。
- 5.11.4 传感器外壳材质采用轻合金时,应符合 GB 3836.1—2000 第 8 章的要求。
- 5.11.5 传感器外壳材质采用塑料时,外壳表面绝缘电阻应不超过 $1\text{ G}\Omega$;外壳阻燃性能应符合 GB 3836.1—2000 中 7.4 的规定。
- 5.11.6 传感器与关联设备通过不低于 2 km 电缆(单芯截面积为 1.5 mm^2)连接后,应能通过 GB 3836.4—2000 中 10.1~10.4 规定的火花点燃试验。
- 5.11.7 传感器在正常和故障状态下其最高表面温度应小于等于 $150\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。
- 5.11.8 传感器外壳结构、电气间隙爬电距离应符合 GB 3836.4—2000 中第 6 章的规定。
- 5.11.9 传感器的本安参数为:
 - a) 最高输入电压 U_1 ;
 - b) 最大输入电流 I_1 ;
 - c) 最大内部电感 L_1 ;
 - d) 最大内部电容 C_1 。

6 试验方法

6.1 试验条件

6.1.1 环境条件

除有特殊规定外,一般试验应在下列条件下进行:

- a) 环境温度: $(15\sim 35)^{\circ}\text{C}$;
- b) 相对湿度: $(45\sim 75)\%$;
- c) 大气压力: $(80\sim 116)\text{ kPa}$;
- d) 无显著振动和冲击的场所。

6.1.2 试验用主要仪器设备

试验用主要仪器设备及要求如下:

- a) 游标卡尺:分辨率不低于 0.02 mm ;
- b) 钢直尺:分辨率不低于 1 mm ;
- c) 声级计:分辨率不低于 0.1 dB(A) ;
- d) 牛顿拉力计:分辨率不低于 0.1 N ;
- e) 标准电流表:量程为 $(0\sim 30)\text{ mA}$,准确度等级不低于 0.5 级;
- f) 标准电压表:量程为 $(0\sim 30)\text{ V}$. DC,准确度等级不低于 0.5 级;
- g) 数字存储示波器:带宽 100 MHz 、取样率为 1.0 GS/s ;

h) 数字万用表:四位半,准确度等级小于等于1%。

6.2 试验前的准备和注意事项

6.2.1 输出负载电阻为350 Ω或500 Ω。

6.2.2 接通电源,稳定15 min后,方能试验。

6.2.3 试验前调整好传感器的基准点,作为传感器的位移零点。

6.2.4 5.10.2~5.10.6 每项试验后,检测性能前,允许对传感器再进行调整。

6.3 外观及结构检查

用目测和手感的方法进行检查。

6.4 主要技术指标检测

6.4.1 位移力

利用牛顿拉力计进行检测。

6.4.2 基本误差

在传感器测量范围的0%、25%、50%、75%和100%五个点进行检测,由低到高读取正行程各检测点的值和输出信号值,当达到最大值时,保持1 min,然后逐步减至最小值,并读取反行程各检测点的值和输出信号值。

每点重复试验4次,取算术平均值,各测点的基本误差,按式(1)计算

$$\delta = \bar{x} - x \quad \dots\dots\dots (1)$$

式中:

δ ——基本误差,mm;

$\bar{x}$ ——输出信号实测值或显示值的平均值,mm;

x ——输出信号或显示的标准值,mm。

取各测点基本误差最大值,作为该传感器的基本误差。

6.4.3 重复性

对传感器量程的50%这一点重复检测6次,记录每次测量的位移值,按式(2)计算实验标准偏差 S ,作为仪器的重复性指标。

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1}} \quad \dots\dots\dots (2)$$

式中:

x_i ——第 i 次检测值,mm;

$\bar{x}$ —— n 次检测值的算术平均值,mm;

n ——测量次数, $n=6$ 。

6.4.4 回程误差测试

用6.4.2实测的数据,取同一位移测量信号所得到的正、反行程测定值之差的绝对值的最大值,作为传感器的回程误差。

6.4.5 报警功能测试

6.4.5.1 报警值与设定值差值

将传感器的报警点设置在20 mm,从基准点缓慢增加传感器的位移量,记录出现声、光报警瞬间传感器的显示值和输出信号值,重复试验4次,取算术平均值,按式(1)计算测量值与设定值的误差值。

6.4.5.2 报警声级强度

在背景噪声小于50 dB(A)的环境中,将声级计置于传感器的报警声响器轴心正前方1 m处,测量4次,取算术平均值作为传感器的报警声级强度。

6.4.5.3 报警光信号

在黑暗环境中20 m远处观察。

6.4.5.4 功能检测

在 6.4.1~6.4.5 试验过程中同步检查。

6.5 传输距离

将符合 MT/T 772—1998 中 A4 规定的 2 km 仿真电路串接在传感器的输出信号线上,如图 1 所示。
按 6.4.2 的方法测试传感器的基本误差。

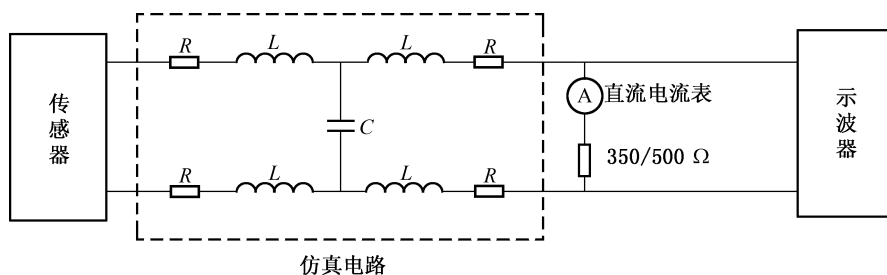


图 1

6.6 电源波动性测试

将直流稳压电源分别调至工作电压下限和上限,直接给传感器供电,利用电流表测试工作电流,并按 6.4 的方法测试传感器的基本误差,并检查功能。

6.7 电气安全

6.7.1 绝缘电阻检测

按 MT 210—1990 中第 7 章的要求进行。

6.7.2 工频耐压试验

按 GB 3836.4—2000 中 10.6 的要求进行。

6.8 工作稳定性试验

将调整好的传感器连续通电 2 d,每 24 h 按 6.4.2 的方法测试传感器的基本误差。

6.9 工作温度试验

6.9.1 工作低温

- a) 按 GB/T 2423.1—2008 中试验 Ab 规定的方法进行;
- b) 严酷等级: $(0 \pm 3)^\circ\text{C}$;
- c) 试验中传感器通电工作,稳定 2 h 后,在温场中测试基本误差,并检查功能。

6.9.2 工作高温

- a) 按 GB/T 2423.2—2008 中试验 Bb 规定的方法进行;
- b) 严酷等级: $(40 \pm 2)^\circ\text{C}$;
- c) 试验中传感器通电工作,稳定 2 h 后,在温场中测试基本误差,并检查功能。

6.10 温度贮存试验

6.10.1 低温贮存

- a) 按 GB/T 2423.1—2008 中试验 Ab 规定的方法进行;
- b) 严酷等级: $(-40 \pm 3)^\circ\text{C}$;
- c) 持续时间: 16 h;
- d) 试验中传感器不通电,不包装,不进行中间测试。试验后在 6.1.1 规定的条件下恢复 2 h,再检查外观和功能,并测试基本误差。

6.10.2 高温贮存

- a) 按 GB/T 2423.2—2008 中试验 Bb 规定的方法进行;
- b) 严酷等级: $(60 \pm 2)^\circ\text{C}$;
- c) 持续时间: 16 h;

- d) 试验中传感器不通电,不包装,不进行中间测试。试验后在 6.1.1 规定的条件下恢复 2 h,再检查其外观和功能,并测试基本误差。

6.11 交变湿热试验

- a) 按 GB/T 2423.4—2008 中试验 Db 规定的方法进行;
- b) 严酷等级:温度为 $(40\pm 2)^{\circ}\text{C}$,湿度为 $(93\pm 3)\%\text{RH}$,周期为 12 d;
- c) 试验中传感器不通电,不包装,不进行中间测试。试验后在 6.1.1 规定的条件下恢复 2 h,检查外观和功能,并测试基本误差和进行电气安全试验。

6.12 冲击试验

- a) 按 GB/T 2423.5—1995 中试验 Ea 规定的方法进行;
- b) 严酷程度:峰值加速度为 500 m/s^2 ,脉冲持续时间为 11 ms,每个方向 3 次(共 18 次);
- c) 试验中传感器不通电,不包装,不进行中间测试。试验后检查外观和功能,并测试基本误差。

6.13 振动试验

- a) 按 GB/T 2423.10—2008 中试验 Fc 规定的方法进行;
- b) 严酷等级:扫频范围为 10 Hz~150 Hz,加速度幅值为 50 m/s^2 ,每轴线上的扫描循环 5 次;
- c) 试验中传感器不通电,不包装,不进行中间测试。试验后检查外观和功能,并测试基本误差。

6.14 运输试验

运输试验按照以下方法试验:

- a) 按 MT 210—1990 中第 27 章规定的方法进行;
- b) 严酷等级:4 Hz,加速度幅值为 30 m/s^2 ,持续时间为 2 h;
- c) 试验中传感器不通电,不包装,不进行中间测试。试验后检查外观和功能,并测试基本误差。

6.15 防爆试验

6.15.1 传感器的防爆性能试验方法按 GB 3836.1—2000、GB 3836.2—2000 和 GB 3836.4—2000 规定的方法,由国家授权防爆检验机构进行。

6.15.2 与本质安全性能有关的元件按 GB 3836.4—2000 中第 7 章规定的方法进行。

6.15.3 外壳防护性能试验按 GB 4208—2008 中 IP54 的规定方法进行。

6.15.4 轻合金材料的摩擦火花试验按 GB 3836.1—2000 规定进行,为自由落体冲击方法。

6.15.5 塑料外壳表面绝缘电阻试验按 GB 3836.1—2000 中 23.4.7.8 规定的方法进行。

6.15.6 塑料外壳的阻燃试验按 GB 3836.1—2000 中附录 E 规定的方法进行。

6.15.7 传感器火花点燃试验按 GB 3836.4—2000 中 10.1~10.4 规定的方法进行,传感器与关联设备通过 2 km 的模拟电缆参数连接(或单芯截面积为 1.5 mm^2 的电缆;但应在该传感器关联设备明细中,注明该种电缆的生产厂家及型号)。模拟电缆符合 MT/T 772—1998 附录 A4 仿真。

6.15.8 最高表面温度按 GB 3836.4—2000 中 10.5 规定方法进行。

6.15.9 电气间隙和爬电距离的测量用游标卡尺进行测量。

6.15.10 本安参数按 GB 3836.4—2000 规定的方法进行。

7 检验规则

7.1 检验分类

检验分为出厂检验和型式检验,检验项目见表 2。

7.2 出厂检验

应由制造厂质量检验部门逐台进行,检验合格并发给合格证后方可出厂。

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	外观质量及结构要求	5.4	6.3	○ ^a	○
2	主要技术指标	5.5	6.4	○	○
3	传输距离	5.6	6.5	○	○
4	电源适应性	5.7	6.6	○	○
5	绝缘电阻	5.8.1	6.7.1	※ ^b	○
6	工频耐压	5.8.2	6.7.2	△ ^c	○
7	工作稳定性	5.9	6.8	○	○
8	工作温度	5.10.1	6.9	— ^d	○
9	贮存温度	5.10.2	6.10	—	○
10	交变湿热	5.10.3	6.11	—	○
11	冲击	5.10.4	6.12	—	○
12	振动	5.10.5	6.13	—	○
13	运输	5.10.6	6.14	—	○
14	元件本安性能	5.11.2	6.15.2	—	○
15	外壳防护性能	5.11.3	6.15.3	—	○
16	轻合金材料的摩擦火花	5.11.4	6.15.4	—	○
17	表面绝缘电阻	5.11.5	6.15.5	—	○
18	外壳阻燃性能	5.11.5	6.15.6	—	○
19	火花点燃试验	5.11.6	6.15.7	—	○
20	最高表面温度	5.11.7	6.18.8	—	○
21	电气间隙与爬电距离测试	5.11.8	6.15.9	—	○
22	本安参数	5.11.9	6.15.10	—	○
注:a:检验项目; b:常态检验项目; c:常态抽检项目; d:不检验项目。					

7.3 型式检验

7.3.1 有下列情况之一时,应进行型式检验:

- a) 新产品或老产品转厂生产试制定型鉴定时;
- b) 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;
- c) 正常生产传感器 3 年 1 次;
- d) 停产 2 年以上再次恢复生产时;
- e) 出厂检验结果与上次型式检验有较大差异时;
- f) 国家有关机构提出要求时。

7.3.2 检验机构

型式检验应由国家授权的检验机构负责进行。

7.3.3 抽样

从出厂检验合格的传感器中按 GB/T 10111 规定的方法进行。抽样基数不少于 10 台,抽样数量不少于 3 台。

7.3.4 判定规则

在检验中,若有一台不满足 5.5、5.6、5.7、5.8.1、5.8.2、5.11.3、5.11.4、5.11.5、5.11.6、5.11.7 中的任一项,或有 2 台其他项目不合格,则判该批产品不合格;若不包括 5.5、5.6、5.7、5.8.1、5.8.2、5.11.3、5.11.4、5.11.5、5.11.6、5.11.7 的项目,其他项目中有一台不合格,则对全项目加倍复检,如仍有不合格,则判该传感器为不合格。

8 标志、包装、运输和贮存

8.1 标志

8.1.1 安全标志标识的使用应符合 AQ 1043 的规定。

8.1.2 产品外壳明显处应有永久性“Ex”和“MA”标志。

8.1.3 产品外壳明显处应设置铭牌,铭牌内容应包括如下信息:

- a) 产品型号名称;
- b) 防爆标志;
- c) 防爆合格证编号;
- d) 矿用产品安全标志证书编号;
- e) 主要技术参数;
- f) 外壳防护等级;
- g) 出厂编号;
- h) 出厂日期;
- i) 质量;
- j) 制造厂名。

8.2 包装

8.2.1 包装应符合 GB/T 15464 的规定,具有防雨、防潮、防尘、防振能力。

8.2.2 包装标志应符合 GB/T 191 的规定。

8.2.3 包装箱内应有下列附件:

- a) 装箱单;
- b) 产品合格证;
- c) 产品使用说明书(按 GB/T 9969 的规定编写);
- d) 配件(含专用工具)。

8.3 运输

包装好的产品应能适应各种运输方式。

8.4 贮存

产品应贮存在通风良好,无腐蚀性气体的库房中。

