

团 体 标 准

T/QGCML XXXX—2022

矿用瓦斯抽采管道温度传感器校准规程

Specification for calibration of temperature sensors in mining gas extraction pipelines

(征求意见稿)

2022 - XX - XX 发布

2022 - XX - XX 实施

全国城市工业品贸易中心联合会 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 构成及原理	1
5 计量特性	1
6 校准环境	2
7 校准项目	2
8 校准方法	2
9 校准注意事项	3
10 校准结果记录	3
11 复校时间间隔	3
附录 A (资料性) 记录 (式样) 表	4
附录 B (资料性) 校准证书	6
附录 C (资料性) 不确定度评定	9

前 言

本文件按照GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由全国城市工业品贸易中心联合会提出并归口。

本文件主要起草单位：

本文件参与起草单位：

本文件主要起草人：

矿用瓦斯抽采管道温度传感器校准规程

1 范围

本文件规定了矿用瓦斯抽采管道温度传感器校准规程的术语和定义、构成及原理、计量特性、校准环境、校准项目、校准方法、校准注意事项、校准结果记录、复校时间间隔。

本文件适用于矿用瓦斯抽采管道温度传感器的校准。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；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。

JJG（晋）15-2014 矿用温度传感器检定规程

JJF 1007-2007 温度计量名词术语及定义

3 术语和定义

JJF 1007-2007 界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

矿用瓦斯抽采管道温度传感器 mine gas extraction pipe temperature sensor

是由温度检测元件为主要部件构成的工业用温度测量仪器。

4 构成及原理

矿用温度传感器主要是由温度检测元件、电子部件、显示部件、信号输出部分组成。主要用于煤矿井下作业环境中温度的连续检测、显示、信号输出和数据传输，当温度测量值大于或等于报警设定值时能自动发出报警信号。

5 计量特性

5.1 示值误差

不超过 $\pm 2.5\%$ 量程。

5.2 重复性

不大于基本误差绝对值的 $1/2$ 。

5.3 响应时间

不大于 10s （水中）。

5.4 负载特性

输出频率、电流信号的传感器，外接负载电阻在 $(0\sim 500)\ \Omega$ 范围内变化时，其对应示值的变化应不超过基本误差。

5.5 报警误差和声级强度

报警显示值与设定值的差值应不超过基本误差的 $1/2$ ；报警声级强度在距其正前方 1m 远处的声响信号的声压级应不小于 80dB(A) 。

6 校准环境

6.1 环境条件

- 温度：(15~25)℃；
- 相对湿度：≤75%；
- 大气压力：(86~106)kPa；
- 周围无影响正常校准电磁干扰；
- 无露水、霜冻、雨水、阳光直射、无显著震动和冲击的场合等情况；
- 校准设备及被校准传感器所处的附近应无明显的机械振动和外磁场（地磁场除外）；
- 接通电源，仪器预热时间不少于20min，校准之前调整好零点，校准期间环境温度波动不大于±1℃。

6.2 设备

- 恒温槽或准确度等级不低于恒温槽的其它恒温设备：温度范围(-10~100)℃，温场均匀性≤0.05℃，波动性≤0.05℃/10min；
- 标准水银温度计或准确度等级不低于标准水银温度计的其它标准器测量范围(-10~100)℃；
- 频率计：频率范围：DC~10kHz，准确度： 1×10^{-4} ，分辨力：1Hz；
- 数字多用表：测量范围：DCA：(0~30)mA，DCV：(0~30)V，准确度等级：0.5级；
- 直流稳压电源：输出范围：电压(0~30)V，电流(0~3)A；
- 电阻箱：测量范围：(0~1000)Ω，准确度等级：0.5级；
- 秒表：分辨力优于0.1s；
- 声级计：A计权：(30~130)dB，分辨力：0.1dB，准确度等级：2级；
- 绝缘电阻表：测量范围：100kΩ~500MΩ，500DCV，准确度等级：10级；
- 耐压测试仪：
 - 输出交流电压：(0~5)kV，误差：±3%测量值；
 - 漏电流测试范围：(0.5~20)mA；切断误差：±3%测量值；
 - 定时范围：(1~99)s，连续可调，定时误差±5%。

7 校准项目

- 示值误差；
- 输出信号误差；
- 回程误差。

8 校准方法

8.1 校准前准备

- 传感器应在校准环境条件下放置2h后方可进行校准；
- 按照传感器要求进行预热一般不少于20min；

8.2 示值误差

- 将传感器的温度敏感元件插入恒温槽（或放入恒温设备）内进行测量。在测量过程中，温度敏感元件切勿与金属物件，容器壁及容器地面接触；
- 传感器的校准点不少于5点（含零点），所选取的校准点应较均匀地分布在全量程范围内；
- 对输入频率、电流信号的传感器信号输出端外接0Ω负载电阻，将传感器在测量范围的低温点稳定后，依次将试验温场由低温到高温稳定在各测量点，测量点在规定的测量范围内均匀

分布。在各测量点稳定 30min, 记录标准示值、传感器的显示值和输出信号值(换算为温度值), 重复测量 3 次。取其算术平均值(或同等级温度标准器)示值的差值, 即为基本误差, 应符合本表 1 的规定, 按式(1)计算:

$$\Delta t = t_p - t_B \dots\dots\dots (1)$$

式中: Δt —传感器的基本误差, °C;

t_p —传感器示值(或输出值)的平均值, °C;

t_B —标准水银温度计(或同等级温度标准器)的示值, °C。

8.3 输出信号误差

传感器的输出信号试验可与示值误差校准同时进行。

8.4 回程误差

回程误差可利用示值误差校准的数据进行计算。取同一校准点正、反行程示值之差的绝对值的最大值作为传感器的回程误差。

9 校准注意事项

- a) 校准前需用专用清洁剂对被校准传感器进行清洁擦拭;
- b) 对被校准传感器进行外观检查, 检查传感器外观有无破损, 传感器名称、型号、制造厂商、出厂编号、防爆标志等标识是否齐全;
- c) 校准需符合 JJG(晋)15-2014 要求, 根据测试数据, 计算出不确定度后, 出具证书及原始记录, 然后黏贴标签。

10 校准结果记录

10.1 校准数据处理

小数点后保留的位数应以舍入误差小于传感器最大允许误差的1/10倍为限, 校准结果 为舍入后的数据。传感器校准结果记录于传感器校准记录, 记录(式样)见附录A。

10.2 校准证书

传感器校准后出具校准证书, 校准证书应包括的信息及推荐的校准证书内页格式见附录B, 经校准的传感器发给校准证书, 出具校准证书时应同时给出校准结果和测量结果的不确定度。

10.3 测量结果测量不确定度评定

传感器示值误差测量结果的不确定度评定示例见附录C。当用户有要求时, 可以对示值误差等计量特性进行符合性判定, 并将判定结论列于校准证书上。进行符合性判定时, 应考虑测量结果的扩展不确定度。

11 复校时间间隔

传感器的校准状态与使用环境条件、使用者、本身质量等诸多因素有关, 可根据实际情况自主决定复校时间间隔。

附录 A
(资料性)
记录(式样)表

矿用温度传感器校准原始记录

证书编号:

客 户				型号规格	
器具名称		出厂编号		唯一性编号	
制造单位		测量范围		不确定度/最大允许误差/准确度等级	
校准依据			环境条件	温度: °C 湿度: %RH	
校准用计量标准					
名称	计量标准考核证书号	测量范围	不确定度/准确度等级/最大允许误差	标考证书编号	有效期至
校准用计量标准器及配套设备					
名称	编号	测量范围	不确定度/准确度等级/最大允许误差	溯源机构名称	溯源证书编号/有效期
接收日期	年	月	日	校准日期	年
					月
					日
校准地点					

校准结果							
外观与结构	<input checked="" type="checkbox"/> 符合			<input checked="" type="checkbox"/> 不符合			
标志与标识	<input checked="" type="checkbox"/> 符合			<input checked="" type="checkbox"/> 不符合			
通电检查	<input checked="" type="checkbox"/> 正常			<input checked="" type="checkbox"/> 不正常			
示值 误差	标准值 (°C)	测量次数			平均值 (°C)	示值误差 (°C)	扩展不确定度 (k=2)
		1	2	3			
绝缘电阻	<input type="checkbox"/> 符合 ($\geq 50M\Omega$)			<input type="checkbox"/> 不符合 ($< 50M\Omega$)			

校准员:

审核员:

附录 B
(资料性)
校准证书

校准证书

证书编号:

客 户 _____
地 址 _____
器 具 名 称 _____
型 号 规 格 _____
出 厂 编 号 _____
制 造 单 位 _____

批准人 _____

审核员 _____

校准员 _____

(校准专用章)

接 收 日 期 XXXX 年 XX 月 XX 日

校 准 日 期 XXXX 年 XX 月 XX 日

发 布 日 期 XXXX 年 XX 月 XX 日

校 准 说 明

1.使用的计量标准：					
计量标准名称	计量标准 考核证书号	测量范围	不确定度/准确度等级 /最大允许误差	有效期	
2.依据/参照的技术文件（代号、名称）：					
3.使用的计量标准器具及主要配套设备：					
名称	编号	测量范围	不确定度/准确度等级 /最大允许误差	溯源机构 名称	溯源证书 编号/有效期
4.校准地点、环境条件：					
地点：					
温度： °C 湿度： %RH					

校准结果

一、外观：

二、标识和附件：

三、通电检查：

四、示值：

标准值 (°C)	示值平均 (°C)	扩展不确定度 ($k=2$)
		%
		%
		%
		%
		%

五、绝缘电阻： $\quad\quad\quad M\Omega$

注：

1. 本证书的校准结果仅对被校准器具有效。
2. 未经本公司批准不得部分复制证书。

附录 C (资料性) 不确定度评定

C.1 概述

C.1.1 测量依据：依据 JJG（晋）15-2014 《矿用温度传感器》校准矿用温度传感器。

C.1.2 环境条件：温度22.0℃；相对湿度 35%。

C.1.3 被测对象：矿用温度传感器。

C.1.4 测量方法及标准物质：将被校仪器放入恒温槽中，等待示值稳定与二等标准水银温度计比较计算示值误差。标准器：二等标准水银温度计。

C.2 测量模型及不确定度来源分析

C.2.1 测量模型

测量模型以示值误差的形式给出，如下式：

$$\Delta t = t_p - t_B \quad (1)$$

式中：

Δt —— 温度传感器的基本误差，℃；

t_p —— 传感器示值（或输出值）的平均值；

t_B —— 标准水银温度计（或同等级温度标准器）的示值，℃。

由于各标准不确定度分量彼此独立，各不相关，根据不确定度传播定律，仪器示值误差合成标准不确定度由下式计算：

$$u_c^2(y) = \left(\frac{\partial y}{\partial x_m}\right)^2 \bullet u^2(x_m) + \left(\frac{\partial y}{\partial x_s}\right)^2 \bullet u^2(x_s) \quad (2)$$

由测量模型可得，灵敏系数：

$$c(x_m) = \frac{\partial y}{\partial x_m} = 1, \quad c(x_s) = \frac{\partial y}{\partial x_s} = -1$$

代入（2）式可得

$$u_c^2(y) = u^2(x_m) + u^2(x_s)$$

C.2.2 不确定度来源：

仪器校准结果的不确定度来源主要包括：

- 1) 测量重复性的影响 u_1 ；
- 2) 标准器的影响 u_2 ；
- 3) 恒温槽温场不均匀性的影响 u_3 ；
- 4) 读数的影响 u_4 。

C.3 标准不确定度评定

C.3.1 测量重复性引入的相对标准不确定度 u_1

选择矿用温度传感器进行测量；取 25℃ 点进行计算。

单位：℃

次数	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
测得值	25.0	25.1	25.2	25.0	25.1	25.1	25.1	25.1	25.1	25.1
平均值	25.09									

$$u_1 = s(y_i) = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2}{n-1}} = 0.057^\circ\text{C}$$

C.3.2 标准器引入的不确定度 u_2

由标准水银温度计检定结果的修正值引入的标准不确定度 u_2 ，用 B 类标准不确定度评定，由标准水银温度计检定规程可知，标准水银温度计检定结果的扩展不确定度 $U=0.02^\circ\text{C}$ ，包含因子 $k=2$ ，所以 $u_2 = 0.02/2=0.01^\circ\text{C}$ 。

C.3.3 恒温槽温场不均匀性的影响 u_3

由恒温槽温场引入的标准不确定度 u_3 ，用 B 类标准不确定度评定。
恒温槽温场不均匀由上级传递 $U=0.1^\circ\text{C}$ ， $k=2$ ，则：

$$u_3 = \frac{0.1}{2} = 0.05^\circ\text{C}$$

C.3.4 读数的影响 u_4

标准水银温度计读数时视线不垂直引入的不确定度 u_4 ，用 B 类不确定度评定。
标准水银温度计读数误差范围为 $\pm 0.01^\circ\text{C}$ ，不确定度半宽 $a=0.01^\circ\text{C}$ ，按反正弦分布处理：

$$u_4 = 0.01/\sqrt{2} = 0.007^\circ\text{C}$$

C.4 合成标准不确定度及扩展不确定度

C.4.1 合成标准不确定度

根据不确定度传播定律，合成标准不确定度计算公式为：

$$u_c = \sqrt{u_1^2 + u_2^2 + u_3^2}$$

C.4.2 灵敏系数

各输入量相互独立；均不相关， c_i 为 +1 或 -1。

C.4.3 标准不确定度汇总表

符号	来源	类别	分量不确定度(℃)	分布
u_1	重复性	A	0.057	t
u_2	标准器	B	0.01	正态
u_3	温场不均匀性	B	0.05	均匀
u_4	读数	B	0.007	均匀

C.4.4 扩展不确定度

取包含因子 $k=2$ ，相对扩展不确定度 $U=2u_c$ ，各校准点的扩展不确定度如下表所示：

$$u_c = \sqrt{u_1^2 + u_2^2 + u_3^2 + u_4^2} = 0.08^\circ\text{C}$$

取包含因子 $k = 2$ ，则 $U = 2 \times u_c = 2 \times 0.08 = 0.16^\circ\text{C}$
