黑龙江省地方计量技术规范

JJF（黑）XX—2024

矿用温度传感器校准规范

Calibration Specification for Temperature Sensors for Mining

（审定稿）

2024-XX-XX发布 2024-XX-XX实施

黑龙江省市场监督管理局发 布

矿用温度传感器

校准规范

JJF（黑）XX—2024

Calibration Specification for

Temperature Sensors for Mining

归 口 单 位 ：黑龙江省市场监督管理局

主要起草单位：黑龙江泰久技术检测有限公司

七台河市检验检测中心

本规范委托黑龙江泰久技术检测有限公司负责解释

本规范主要起草人：

岳洪强（黑龙江泰久技术检测有限公司）

宋明谦（齐齐哈尔市检验检测中心）

张志春（黑龙江泰久技术检测有限公司）

井卫军（黑龙江泰久技术检测有限公司）

王 燕（七台河市检验检测中心）

张骞举（七台河市检验检测中心）

参加起草人：

孙连智（七台河市检验检测中心）

目 录

[引言 （](#_Toc11422)Ⅱ）

[1 范围 （1](#_Toc4281)）

[2 引用文件 （1](#_Toc2106)）

[3 术语 （1](#_Toc25645)）

[4 概述 （1](#_Toc19815)）

[5 计量特性 （2](#_Toc4604)）

[5.1 示值误差 （2](#_Toc21214)）

[5.2 重复性 （2](#_Toc19199)）

[5.3 响应时间 （2](#_Toc31251)）

[5.4 信号传输误差 （2](#_Toc13667)）

[5.5 报警点偏差 （2](#_Toc15617)）

[5.6 报警声级强度 （2](#_Toc32744)）

[6 校准条件 （2](#_Toc22170)）

[6.1 环境条件 （2](#_Toc11844)）

[6.2 测量标准及其他设备 （2](#_Toc9784)）

[7 校准项目和校准方法 （3](#_Toc23222)）

[7.1 校准项目 （3](#_Toc1672)）

[7.2 校准方法 （4](#_Toc13030)）

[8 校准结果表达 （6](#_Toc6845)）

[9 复校时间间隔 （6](#_Toc26385)）

[附录A 矿用温度传感器校准记录格式（推荐性） （8](#_Toc4281)）

[附录B 矿用温度传感器校准证书内页格式（推荐性） （1](#_Toc4281)0）

[附录C 矿用温度传感器示值误差校准结果的不确定度评定示例 （1](#_Toc4281)1）

引 言

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》、JJF 1059.1—2012《测量不确定度评定与表示》共同构成支撑本规范制定工作的基础性系列规范。

本规范为首次发布。

矿用温度传感器校准规范

# 1 范围

本规范适用于测量范围为（-20～200）℃的矿用温度传感器的校准。

# 2 引用文件

本规范引用下列文件：

GB 43067—2023 煤矿用仪器仪表安全技术要求

MT/T 381—2007 煤矿用温度传感器通用技术条件

凡是注日期的引用文件，仅注日期的版本适用于本规范；凡是不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本规范。

# 3 术语

 煤矿安全监控系统 coal mine safety monitoring system

 指由主机、传输接口、监测分站及各类型模拟量、开关量等传感器、断电控制器、声光报警器、电源箱、避雷器等设备组成，具有采集、传输、存储、处理、显示、打印、声光报警、控制等功能的监控系统。

4 概述

矿用温度传感器(以下简称传感器)是煤矿安全监控系统的组成部分之一，由数据处理单元、显示单元、信号输出单元和声光报警装置等组成，一般采用半导体元件、热敏电阻或铂电阻等作为敏感元件，用于实时监测矿井井下作业环境、瓦斯抽放管路、机电设备硐室等地点的温度变化。当温度超过设定报警点传感器能自动发出声光报警，监控

系统地面中心站主机实时接收报警的超限电信号。传感器组成如图1所示：



图1 矿用温度传感器组成示意图

# 5 计量特性

5.1 示值误差

示值最大允许误差为±2.5％FS。

5.2 重复性

重复性不大于示值最大允许误差的1/3。

5.3 响应时间

响应时间不大于10 s。

5.4 信号传输误差

 信号传输误差不大于1.0%。仅适用于具有模拟信号传输功能的传感器。

5.5 报警点偏差

 报警显示值与报警点设定值的差值不超过最大允许误差的1/2。

5.6 报警声级强度

 报警声级强度应不小于80 dB（A）。

注：以上所有计量特性技术指标仅提供参考，不适用于合格性判定。

# 6 校准条件

## 6.1 环境条件

6.1.1 环境温度：（15～35）℃。

6.1.2 相对湿度：≤80％。

6.1.3 周围无明显影响正常工作的机械振动和电磁干扰。

## 6.2 测量标准及其他设备

6.2.1 校准用测量标准及其他设备应符合表1要求。

表1 测量标准及其他设备

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 序号 | 仪器设备名称 | 技术要求 |
| 1 | 标准水银温度计 | 测量范围：（-30～200）℃，准确度等级：二等。 |
| 2 | 恒温槽 | 温度范围℃ | 温度均匀性℃ | 温度波动性℃/10min |
| -20～0 | 0.02～0.3 | 0.01～0.2 |
| 0～95 | 0.01～0.1 |
| 95～200 | 0.02～0.2 |
| 3 | 冰点槽 | 不确定度满足：*U≤*0.04℃，*k*=2。 |
| 4 | 电子秒表 | MPE：±0.5 s/d。 |
| 5 | 声级计 | A计权：（30～130）dB，分辨力0.1 dB，准确度：二级。 |
| 6 | 频率计 | 测量范围：（0～2000）Hz,分辨力：1 Hz，稳定度≤1×10-6。 |
| 7 | 数字多用表 | 直流电流：（0～30）mA，直流电压：（0～30）V，准确度等级不低于0.5级。 |
| 8 | 直流稳压电源 | 输出电压：（0～30）V，分辨力0.1 V，输出电流：（0～3）A，分辨力0.01 A，稳定度≤1%。 |
| 9 | 2 km模拟电缆或仿真电路 | 直流电阻≤12.8 Ω/km，分布电容≤0.06 *μ*F/km，分布电感≤0.8 mH/km。 |

注: 也可以采用其他满足技术指标的设备。

6.2.2 校准介质

校准时恒温槽内使用介质按照设备使用说明书添加。

# 7 校准项目和校准方法

## 7.1 校准项目

## 校准项目详见下表2。

表2 校准项目及对应条款

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 序号 | 校准项目名称 | 项目对应条款 |
| 1 | 外观及通电检查 | 7.2.1 |
| 2 | 示值误差 | 7.2.3 |
| 3 | 重复性 | 7.2.4 |
| 4 | 响应时间 | 7.2.5 |
| 5 | 信号传输误差 | 7.2.6 |
| 6 | 报警点偏差 | 7.2.7 |
| 7 | 报警声级强度 | 7.2.8 |

7.2 校准方法

7.2.1 外观及通电检查

目测检查，传感器的安全防爆标志、标识齐全，机壳无损伤或开裂缝隙，各部件及敏感元件装配可靠牢固，通电后数字显示示值完整清晰，不影响正常使用。

7.2.2 校准前传感器的安装和调整

按图2连接示意安装传感器线路。按传感器说明书要求对其进行充分预热，调整零点和示值；若说明书未明确要求，则传感器充分预热后用冰点槽调整零点和传感器满量程一半的示值，此后不得再次调整。



图2 校准连接示意图

7.2.3 示值误差

在校准点的选择上，应在整个测量范围内选取5个以上校准点，其中含零点和测量范围上、下限，也可根据客户需求选定校准点。

将传感器敏感元件和标准水银温度计置于恒温槽温场同一水平面，以恒温槽中心温场为宜。由低温到高温依次升温至各校准点，每点待温场和传感器稳定后，记录标准水银温度计示值和传感器示值，并读取相应电信号值，每点共测量3次，取3次测量的算术平均值作为传感器各校准点测量结果，按式（1）、（2）计算传感器的示值误差。

 （1）

式中：

 —— 传感器的示值误差，℃；

 —— 传感器3次测量的算术平均值，℃；

 —— 标准水银温度计的示值，℃；

 —— 标准水银温度计的修正值，℃。

式中：

 —— 传感器的示值引用误差，％；

 —— 传感器的满量程值，℃；

7.2.4 重复性

设定恒温槽温场温度为传感器满量程一半温度值。将传感器敏感元件置于冰点槽内，示值稳定后，放入恒温槽温场内，稳定后记录示值，重复上述测量6次。

按式（1）、（2）分别计算出示值的引用误差，再按式（3）计算重复性*s*：

  （3）

式中：

*s*—— 示值的测量重复性，%；

 —— 6次示值引用误差的算术平均值，%；

 —— 传感器第i次的示值引用误差，%。

7.2.5 响应时间

将传感器敏感元件置于25℃恒温槽温场内，待示值稳定后，记录传感器显示值，然后将敏感元件放入冰点槽中，待示值稳定后，迅速将敏感元件放入25℃温场内，同时启动秒表，记录传感器的示值达到原示值90%所需要的时间，重复测量3次，取其算术平均值为传感器的响应时间。

7.2.6 信号传输误差

 用直流稳压电源按传感器说明书为其供电，在传感器信号输出端接入2 km模拟电缆或仿真电路，其末端接上对应的信号测试设备。在7.2.3示值误差各校准点的测量过程中，同时读取对应温度输出的电信号值，每点测量记录3次，计算出各点的示值算术平均值和输出信号的算术平均值，按式（4）将输出信号的算术平均值换算为传感器温度值。

式中：

 —— 输出信号的算术平均值换算的传感器温度值，℃。

 —— 输出电信号上限对应的传感器温度值，℃；

 —— 输出电信号下限对应的传感器温度值，℃；

 —— 输出电信号上限标称值，mA或Hz；

 —— 输出电信号下限标称值，mA或Hz；

 —— 输出信号的算术平均值，mA或Hz；

再按下式（5）计算传感器各点的信号传输误差，取其中最大值为信号传输误差。

式中：

 —— 信号传输误差，；

 —— 输出信号的算术平均值换算的传感器温度值，℃；

 —— 示值的算术平均值，℃。

## 7.2.7 报警点偏差

将恒温槽温场温度设定为传感器报警点以下，把传感器敏感元件放入恒温槽温场内，缓慢升温过报警点，当传感器发出报警信号时读取示值，重复测量3次，取其算术平均值为传感器报警值，按公式（6）计算报警点偏差。

式中：

 —— 报警点偏差，℃；

 —— 报警平均值，℃；

 —— 报警点设定值，℃。

## 7.2.8 报警声级强度

周围环境噪声应小于50 dB（A），将声级计置于传感器报警蜂鸣器轴心正前方1 m处，测量3次，取其每次测量峰值的算术平均值作为声级强度值。

# 8 校准结果表达

经校准的传感器应出具校准证书，给出校准结果以及校准结果测量不确定度。校准原始记录格式见附录A（推荐），校准证书内页格式见附录B（推荐）。

# 9 复校时间间隔

传感器的复校时间间隔是由仪器使用情况、使用者、仪器本身质量等诸因素所决定的，因此，送校单位可根据实际使用情况自主决定复校时间间隔。建议复校时间间隔不超过12个月。

附录A

矿用温度传感器校准记录格式（推荐）

记录编号： 温度： ℃ 相对湿度： %

委托单位： 校准地点： 出厂编号：

制造单位： 型号： 量程： ℃

校准依据：

计量标准： 测量范围：

不确定度/准确度等级/最大允许误差： 证书编号及有效期：

校准地点： □ 现场 □ 实验室

一、外观及功能检查： □ 符合 □ 不符合

二、示值误差：

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 标准值℃ | 仪器示值/℃ | 示值误差% |
| 1 | 2 | 3 | 平均值 |
|  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
| 示值误差测量结果的扩展不确定度 | *U*= ℃（*k*=2） |

三、重复性： %

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 序 号 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 重复性 |
| 测量值 |  |  |  |  |  |  |  |

四、响应时间： s

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 序 号 | 1 | 2 | 3 | 平均值 |
| 测量值 |  |  |  |  |

五、报警点偏差：（设定点： ℃） ℃

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 序 号 | 1  | 2 | 3 | 平均值 |
| 测量值 |  |  |  |  |

六、报警声级强度（比A声级）： dB

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 序 号 | 1  | 2 | 3 | 平均值 |
| 测量值 |  |  |  |  |

七、信号传输误差：

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 标准值℃ | 测量次数 | 1 | 2 | 3 | 平均值 | 输出信号值转换成温度值℃ | 信号传输误差％ |
|  | 传感器示值℃ |  |  |  |  |  |  |
| 输出信号值mA或Hz |  |  |  |  |  |
|  | 传感器示值℃ |  |  |  |  |  |  |
| 输出信号值mA或Hz |  |  |  |  |  |
|  | 传感器示值℃ |  |  |  |  |  |  |
| 输出信号值mA或Hz |  |  |  |  |  |
|  | 传感器示值℃ |  |  |  |  |  |  |
| 输出信号值mA或Hz |  |  |  |  |  |
|  | 传感器示值℃ |  |  |  |  |  |  |
| 输出信号值mA或Hz |  |  |  |  |  |

校 准 员 核 验 员

校准日期 年 月 日

附录B

 矿用温度传感器校准证书内页格式（推荐）

校准结果

|  |
| --- |
| 一、外观及功能检查：二、示值误差： |
| 测量范围℃ |  |
| 标准温度值℃ |  |  |  |  |  |
| 校准误差% |  |  |  |  |  |
| 示值误差测量结果的扩展不确定度为：*U*= ℃，*k*=2 |
| 三、重复性：四、响应时间：五、报警点偏差：六、报警声级强度：七、信号传输误差：----------- 以下空白（End） ------------ |

附录C

矿用温度传感器示值误差校准结果的不确定度评定示例

C.1 概述

C.1.1 被校仪器：矿用温度传感器，测量范围为（0～100）℃。

C.1.2 测量标准：标准水银温度计，温度范围（50～100）℃。

C.1.3 环境条件：环境温度（22±2）℃；相对湿度≤（37±3）％。

C.1.4 测量方法：依据本规范中示值误差的校准方法，将标准水银温度计和被校传感器同时置于恒温槽中，采用比较法进行校准。以90℃温度点为例进行不确定度分析。

C.2 测量模型



式中：

 ——传感器在90℃的示值误差，℃；

 ——传感器的示值，℃；

 ——标准水银温度计的示值，℃；

*A* ——标准水银温度计在90℃的修正值，℃。

C.3 灵敏系数

各影响量的灵敏系数计算：

  

C.4 标准不确定度分量评定

C.4.1 输入量引入的标准不确定度

C.4.1.1 被校传感器的示值分辨力引入的标准不确定度

传感器分辨力为0.1℃，区间半宽度为0.05℃，按均匀分布处理，包含因子，则



C.4.1.2 被校传感器测量重复性引入的标准不确定度

选定一台测量范围为（0～100）℃、分度值为0.1℃的传感器在90℃温度点进行10次重复性测量，得到一组示值数据如下（℃）：

88.9 , 89.0 , 89.1 , 89.2 , 89.1 , 89.2 , 89.2 , 89.1 , 89.2 ， 89.3

然后对其计算实验标准偏差为：

由重复性引入的标准不确定度分量为：

由于重复性引入的标准不确定度分量大于传感器分辨力引入的标准不确定度分量，故在计算合成标准不确定度时不需考虑分辨力引入的标准不确定度。

C.4.2 输入量引入的标准不确定度

C.4.2.1 恒温槽温度波动性引入的标准不确定度

90℃时恒温槽的温度波动性不超过0.10℃/10min，区间半宽度为0.05℃，按均匀分布处理，包含因子，则

C.4.2.2 恒温槽温度均匀性引入的标准不确定度

90℃时恒温槽的温度均匀性不超过0.10℃，区间半宽度为0.05℃，按均匀分布处理，包含因子，则

C.4.2.3 标准水银温度计示值估读引入的标准不确定度

 标准水银温度计示值应估读到分度值的1/10，即0.01℃，区间半宽为0.005℃，按均匀分布处理，包含因子，则

因为数值很小，可以忽略不计。

C.4.3 输入量引入的标准不确定度

C.4.3.1 标准水银温度计修正值引入的标准不确定度

由标准水银温度计的修正值允许范围可知，当90℃时修正值允许范围±0.15℃，*a*=0.15℃，按均匀分布处理，*k*=，则

C.4.3.2 标准水银温度计在周期内不作零位修正引入的标准不确定度

标准水银温度计在周期内不作零位修正所引入的误差不超过0.06℃，按均匀分布处理，包含因子，则

C.5 合成标准不确定度

 标准不确定度汇总见表C.1。

表C.1 标准不确定度分量汇总表

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 输入量 | 不确定度来源 | 标准不确定度符号 | 标准不确定度/℃ | 灵敏系数 |
|  | 被校传感器测量重复性 |  | 0.07 | 1 |
|  | 恒温槽温度波动性 |  | 0.03 | -1 |
| 恒温槽温度均匀性 |  | 0.03 |
|  | 标准水银温度计修正值 |  | 0.09 | -1 |
| 标准水银温度计在周期内不作零位修正 |  | 0.04 |

以上各项标准不确定度互不相关，则合成标准不确定度为：



C.6 扩展不确定度

取包含因子*k*=2，则示值误差校准结果的扩展不确定度为：

*U*=*k*×*u*c=0.13×2=0.3℃

JJF（黑）xx—2024