

JJF (浙)

浙江省地方计量技术规范

JJF (浙) 1035—2009

温湿度变送器校准规范

Calibration Specification for
Temperature and humidity transmitter

2009-06-18 发布

2009-08-18 实施

浙江省质量技术监督局 发布

温湿度变送器 校准规范

JJF (浙) 1035—2009

Calibration Specification for
Temperature and humidity transmitter

本规范经浙江省质量技术监督局于 2009 年 06 月 18 日批准，并
自 2009 年 08 月 18 日起施行。

归 口 单 位：浙江省质量技术监督局

主要起草单位：浙江省计量科学研究院

参加起草单位：宁波市计量测试所

乐清市质量技术监督检测院

本规范委托浙江省计量科学研究院负责解释。

本规程主要起草人:

寿文杰 (浙江省计量科学研究院)

周连琴 (浙江省计量科学研究院)

蔡伟勇 (浙江省计量科学研究院)

王力敏 (宁波市计量测试所)

参加起草人:

黄建方 (乐清市质量技术监督检测院)

目 录

1 范围	(1)
2 引用文献	(1)
3 术语	(1)
3.1 温度误差	(1)
3.2 湿度误差	(1)
4 概述	(1)
5 计量特性	(2)
6 校准条件	(2)
6.1 校准用仪器设备	(2)
6.2 校准环境条件	(2)
6.3 供电电源	(3)
7 校准项目和校准方法	(3)
7.1 校准项目	(3)
7.2 校准方法	(3)
8 校准结果表达	(5)
9 复校时间间隔	(6)
附录 A 温湿度变送器校准原始记录	(7)
附录 B 校准证书内页格式	(9)
附录 C 测量不确定度评定实例	(10)

温湿度变送器校准规范

1 范围

本规范规定了温湿度变送器的产品概述、计量特性、校准条件、校准项目、校准方法、校准结果表达和复校时间间隔,适用于温度范围为(0~50)℃,湿度范围为(0~100)%RH的温湿度变送器的校准。

2 引用文献

本规范引用以下文献:

JJG 205-2005 机械式温湿度计

JJG (浙) 76-2004 数字温度计

JJG (浙) 77-2004 数字湿度计

JJF 1183-2007 温度变送器

使用本规范时,应注意使用上述引用文献的现行有效版本。

3 术语

3.1 温度误差

温湿度变送器与温湿度标准装置在稳定状态下,变送器温度显示值与标准装置温度显示值的差值。

3.2 湿度误差

温湿度变送器与温湿度标准装置在稳定状态下,变送器湿度显示值与标准装置湿度显示值的差值。

4 概述

温湿度变送器(以下简称变送器)主要由温度传感器、湿度传感器、测量电路、运算放大电路、信号转换电路等组成,温度传感器主要采用铂热电阻或半导体热敏电阻,湿度传感器主要采用电阻式湿敏元件或电容式湿敏元件,温度传感器和湿度传感器一般具有内置式和外置式二种安装方式。除具有测量信号转换功能外,部分变送器还具有测量值本地显示功能,它主要由A/D转换电路、显示电路及液晶数字显示器组成。

变送器的基本工作原理如下:温度传感器和湿度传感器分别感受到环境温

度和湿度的变化,各自输出相应的电信号,分别输入相应的测量电路转换成电压信号,经线性校正、放大后输入信号转换电路,分别转换成标准直流信号。

变送器输出的标准直流信号一般有(0~10)mADC、(4~20)mADC、(0~5)VDC和(1~5)VDC等。

5 计量特性

被校变送器和测量标准共置于高精度温湿度校验箱或者湿度发生器内,当三者达到稳定后,变送器输出信号与测量标准测得实际温湿度值对应电信号的差值(或变送器输出信号对应的温湿度值与测量标准测得实际温湿度值的差值)应不超过制造商的规定。

6 校准条件

6.1 校准用仪器设备

校准装置的不确定度应不超过被校变送器允差的1/3,校准时所需的标准仪器及设备见表1所示。

表1

序号	仪器设备名称	技术要求	用途
1	温湿度校验箱或发生器	温度范围:(5~50)℃,湿度范围:(10~90%)RH; 温度均匀性:0.3℃,温度波动度:±0.2℃; 湿度均匀性:1.0%RH,湿度波动度:±0.8%RH。	提供温度、湿度源
2	精密露点测量仪	露点温度测量范围:(0~40)℃DP,允许误差限为±0.2℃DP,具有相对湿度显示功能,显示分辨力0.1%RH以上; 温度测量范围(0~50)℃,允许误差限为±0.1℃,显示分辨力0.1℃以上。	测量标准
3	数字直流电流表	(0~100)mA,6位半显示以上, 测量误差限不超过±(0.05%rd+0.005%fs)。	测量标准
4	数字电压表	6位半显示以上,0.01级以上。	测量标准
5	负载电阻	250Ω,0.01级。	变送器输出负载
6	直流电源	双路(0~30)V可调,输出直流电压纹波<1%。	提供直流电源
7	交流稳压电源	输出220V,1kVA	提供交流电源

6.2 校准环境条件

环境温度:(23±5)℃;

相对湿度:不大于80%RH;

大气压力：86kPa~106kPa；

机械振动：无明显振动；

外界磁场：除地磁场外，应使其他外界磁场小到可以忽略不计。

6.3 供电电源

按照变送器和电测量仪器电源要求进行配置。交流电源电压允许误差为±1%，频率允许误差为±1%；直流电源纹波不超过1%。

7 校准项目和校准方法

7.1 校准项目

变送器的校准项目为：温、湿度误差。

7.2 校准方法

7.2.1 校准线路

变送器的校准线路图见图1、图2所示，（其中T代表温度输出端，RH代表湿度输出端，V₊代表变送器电源正极端，GND代表变送器接地端）。

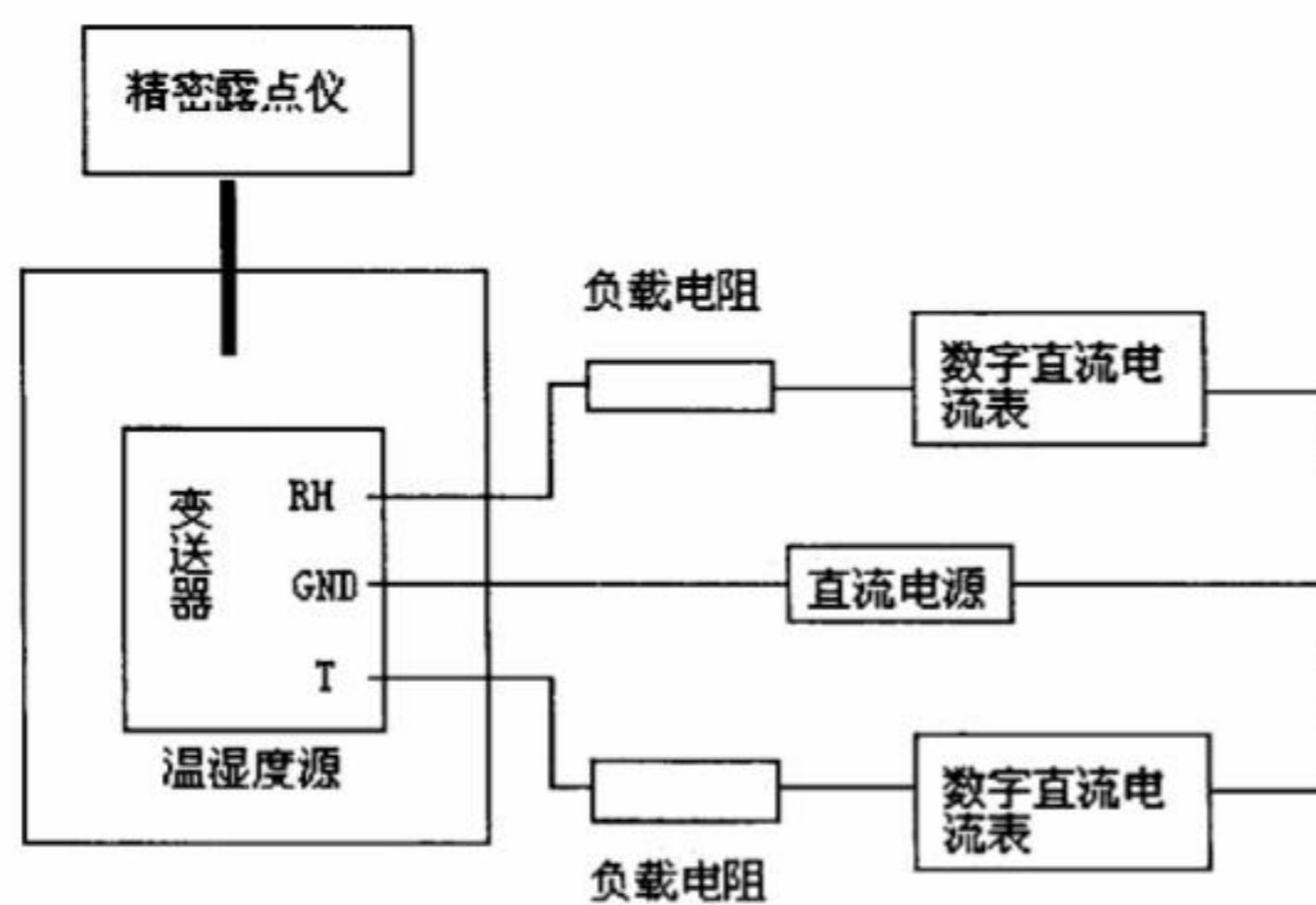


图1 输出标准直流电流信号的变送器的校准线路图

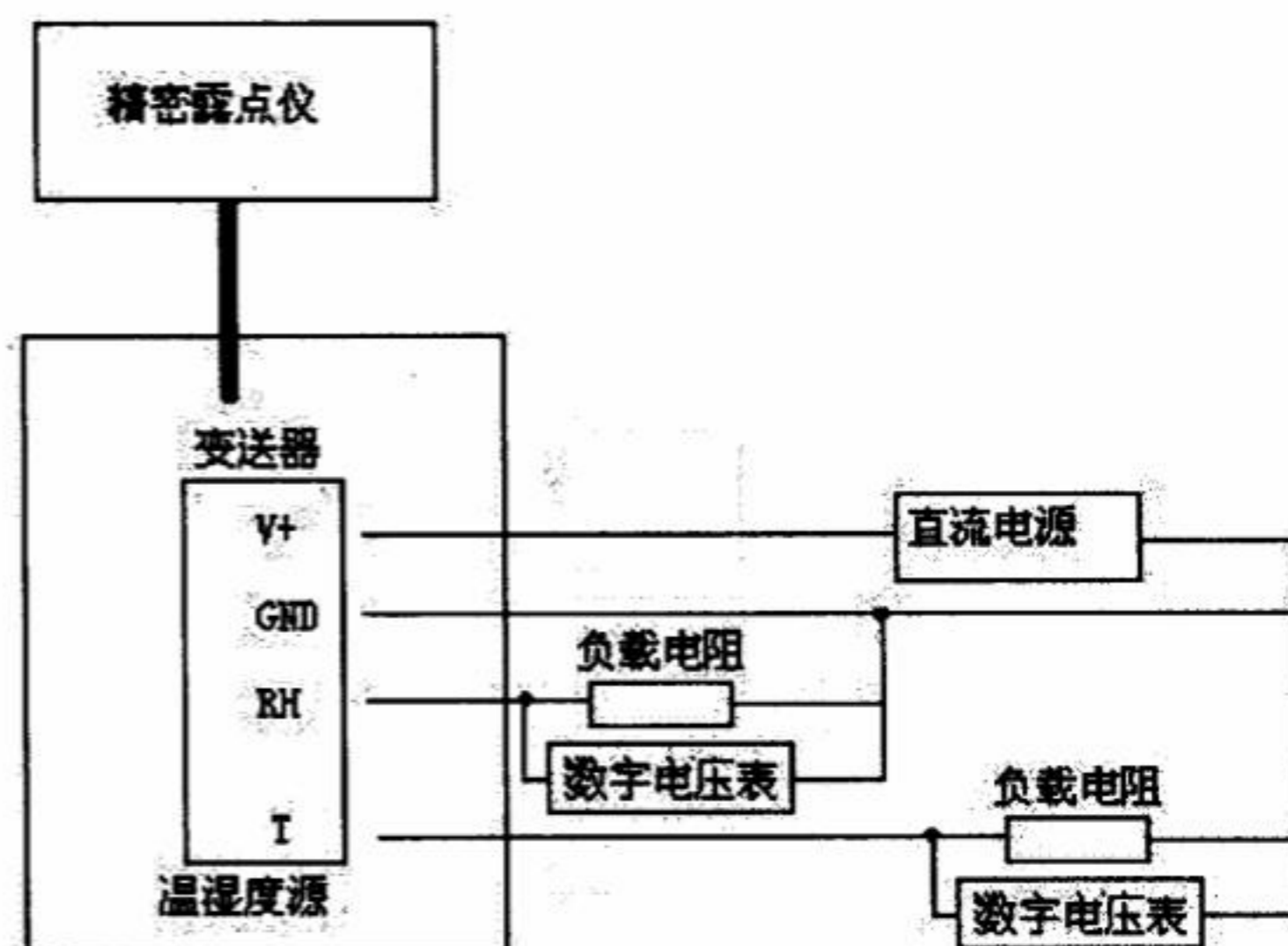


图2 输出标准电压信号的变送器的校准线路图

7.2.2 湿度误差的校准

7.2.2.1 在温度为 20℃ 下，进行湿度测量部分的校准。

7.2.2.2 把变送器湿度传感器与精密露点仪传感器共置于高精度温湿度校验箱或湿度发生器内，并确保两者尽可能靠近。

7.2.2.3 湿度校准点可以选择为 20%RH、40%RH、60%RH、80%RH 或 30%RH、50%RH、70%RH、90%RH 或者按照客户要求。按“升湿”或者“降湿”的顺序控制温湿度校验箱或发生器的湿度值，当校验箱或发生器的湿度达到校准湿度点并稳定后，分别读取精密露点仪的湿度测量值和数字直流电流表(或电压表)的测量值。

7.2.3 温度误差的校准

7.2.3.1 在温湿度校验箱或发生器的湿度值为 40%RH 下，进行变送器温度测量部分的校准。

7.2.3.2 把变送器温度传感器与精密露点仪温度传感器共置于高精度温湿度校验箱内，并确保两者尽可能靠近。

7.2.3.3 温度校准点可以选择为 10℃、20℃、30℃ 或者按照客户要求。按“升温”或“降温”的顺序控制温湿度校验箱的温度值，当校验箱的温度达到温度校准点并稳定后，分别读取精密露点仪的温度测量值和数字直流电流表(或电压表)的测量值。

7.2.4 温湿度误差的计算

7.2.4.1 以电量值表示的误差按公式(1)计算:

$$\Delta_1 = O_x - \left(\frac{O_{\max} - O_{\min}}{A_{\max} - A_{\min}} \times (X + X_d - A_{\min}) + O_{\min} \right) \quad (1)$$

式中: Δ_1 ——升温(湿)、降温(湿)行程中,以电量值表示的变送器输出值的误差, mA、V;

O_x ——升温(湿)、降温(湿)行程中,在各温湿度校准点上数字电压表或电流表测得的变送器输出值, mA、V;

X ——升温(湿)、降温(湿)行程中,精密露点仪测得的实际温湿度值, °C、%RH;

X_d ——升温(湿)、降温(湿)行程中,精密露点仪在各温湿度校准点上的修正值, °C、%RH;

O_{\max} 、 O_{\min} ——变送器输出信号的上限值和下限值, mA、V;

A_{\max} 、 A_{\min} ——变送器温湿度测量范围的上限值和下限值, °C、%RH。

7.2.4.2 以温湿度值表示的误差按公式(2)计算:

$$\Delta_2 = \left(\frac{O_x - O_{\min}}{O_{\max} - O_{\min}} \times (A_{\max} - A_{\min}) \right) - (X + X_d - A_{\min}) \quad (2)$$

式中: Δ_2 ——升温(湿)、降温(湿)行程中,以温湿度值表示的变送器输出值的误差, °C、%RH;

其它符号的意义同上。

8 校准结果表达

校准结果应在校准证书或校准报告上反映。校准证书或报告应至少包括以下信息:

- 标题,如“校准证书”或“校准报告”;
- 实验室名称和地址;
- 进行校准的地点(如果不在实验室内进行校准);
- 证书或报告的唯一性标识(如编号),每页及总页数的标识;
- 送校单位的名称和地址;

- 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受日期;
 - h) 如果与校准结果的有效性和应用有关时, 应对抽样程序进行说明;
 - i) 对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) 温度、湿度误差的校准结果, 及其扩展不确定度和包含因子的说明;
 - m) 校准证书或校准报告签发人的签名、职务或等效标识, 以及签发日期;
 - n) 校准结果仅对被校对象有效的声明;
 - o) 未经实验室书面批准, 不得部分复制证书或报告的声明;
 - p) 必要时, 对校准结果的意见或解释, 或者是有关被校对象的使用指南等。

9 复校时间间隔

根据变送器的使用重要程度、使用要求、环境条件等因素决定其复校时间间隔, 但为了确保变送器在其规定的技术性能下使用, 一般应在校准后的一年内进行复校。

附录 A:

温湿度变送器校准原始记录 (一)

型号: _____ 温度范围: _____ 湿度范围: _____ 准确度等级: _____

委托单位: _____ 委托单位地点: _____ 制造单位: _____

仪器编号: _____ 样品校准前状态: _____ 校准后状态: _____ 校准地点: _____

校准环境: 温度 _____ °C, 相对湿度 _____ %RH 校准依据: _____ 证书编号: _____

温湿度误差:

校准湿度点 (%RH)	标准器读数 (%RH)	标准器修正值 (%RH)	实际湿度 (%RH)	实际湿度下对应 输出值 ()	实测输出值 ()	湿度部分输出 误差 ()
校准温度点 (°C)	标准器读数 (°C)	标准器修正值 (°C)	实际温度 (°C)	实际温度下对应 输出值 ()	实测输出值 ()	温度部分输出 误差 ()

◎校准所用仪器设备

序号	名称	设备编号	型号	准确度等级	证书号	有效期限	使用前状态	使用后状态

◎测量不确定度的分析与计算:

◎校准过程中的异常现象及偏离情况记录:

校准 _____ 核验 _____ 日期 _____ 共 页第 页

附录 A

温湿度变送器校准原始记录 (二)

型号: _____ 温度范围: _____ 湿度范围: _____ 准确度等级: _____

委托单位: _____ 委托单位地点: _____ 制造单位: _____

仪器编号: _____ 样品校准前状态: _____ 校准后状态: _____ 校准地点: _____

校准环境: 温度 _____ °C, 相对湿度 _____ %RH 校准依据: _____ 证书编号: _____

温湿度误差:

校准湿度点 (%RH)	标准器读数 (%RH)	标准器修正值 (%RH)	实际湿度 (%RH)	实测输出 值()	实际输出电值下 对应湿度值 (%RH)	湿度部分输出 误差 (%RH)
校准温度点 (°C)	标准器读数 (°C)	标准器修正值 (°C)	实际温度 (°C)	实测输出 值()	实际输出电值下 对应温度值(°C)	温度部分输出 误差 (°C)

●校准所用仪器设备

序号	名称	设备编号	型号	准确度等级	证书号	有效期限	使用前状态	使用后状态

●测量不确定度的分析与计算:

●校准过程中的异常现象及偏离情况记录:

校准 _____ 核验 _____ 日期 _____ 共 页第 页

附录 B:

校准证书内页格式

校准结果如下:

B.1 湿度误差

校准湿度点 (%RH)	实际湿度 (%RH)	实测输出值 ()	对应值 ()	湿度误差 ()	测量不确定度 U ($k=2$)

B.2 温度误差

校准温度点 ($^{\circ}\text{C}$)	实际温度 ($^{\circ}\text{C}$)	实测输出值 ()	对应值 ()	温度误差 ()	测量不确定度 U ($k=2$)

(以下空白)

附录 C:

测量不确定度评定实例

以温度范围为 (0~50) °C、湿度范围为 (0~100) %RH、输出电流范围为 (4~20) mA 的变送器在湿度校准点为 60%RH 时为例进行分析。

C.1 数学模型

$$\Delta_1 = O_x - \left(\frac{O_{\max} - O_{\min}}{A_{\max} - A_{\min}} \times (X + X_d - A_{\min}) + O_{\min} \right)$$

C.2 标准不确定分析

C.2.1 由输出电流值的测量重复性导致的标准不确定度 u_{H1}

在重复性条件下, 重复 10 次测量温湿度校验箱湿度控制值为 60%RH 时变送器的输出值, 经计算得到标准差为 0.2 μ A, 则 $u_{H1} = 0.2 \mu$ A。

C.2.2 由数字直流电流表的允许误差限导致的标准不确定度 u_{H2}

数字直流电流表的测量范围为 (0~100) mA, 允许误差限为 $\pm(0.05\%rd+0.005\%fs)$, 湿度校准点为 60%RH 时实测变送器电流输出值为 13.6050mA, 则数字直流电流表的允许误差限为 $\pm 11.8 \mu$ A, 按均匀分布处理, 则 $u_{H2} = 6.8 \mu$ A。

C.2.3 数字直流电流表的显示值分辨力导致的标准不确定度 u_{H3}

数字直流电流表的显示值分辨力为 0.1 μ A, 按均匀分布处理, 则 $u_{H3} = 0.03 \mu$ A。

C.2.4 精密露点仪湿度测量重复性导致的标准不确定度 u_{H4}

在重复性条件下, 重复 10 次读取温湿度校验箱湿度控制值为 60%RH 时精密露点仪的显示值, 经计算得到标准差为 0.11%RH, 按 0.16mA/%RH 的灵敏系数换算成电流值, 则 $u_{H4} = 17.6 \mu$ A。

C.2.5 精密露点仪修正值传递不确定度导致的标准不确定度 u_{H5}

精密露点仪湿度修正值的传递不确定度为 $U=1\%RH(k=2)$, 按 0.16mA/%RH

的灵敏系数换算成电流值, 则 $u_{H5} = 80 \mu A$ 。

C.2.6 精密露点仪湿度显示分辨力导致的标准不确定度 u_{H6}

精密露点仪湿度显示分辨力为 0.1%RH, 按均匀分布处理和 0.16mA/%RH 的灵敏系数换算成电流值, 则 $u_{H6} = 4.6 \mu A$ 。

C.2.7 温湿度校验箱湿度均匀性导致的标准不确定度 u_{H7}

温湿度校验箱湿度均匀性为 $\pm 0.5\%RH$, 按均匀分布处理, 并按 0.16mA/%RH 的灵敏系数换算成电流值, 则 $u_{H7} = 46.2 \mu A$ 。

C.2.8 负载电阻的误差和直流稳压电源供电电压误差导致的标准不确定度

由于变送器具有较宽负载范围, 并能适应较大范围的直流电压, 而且校准时负载电阻的误差极小, 直流电压通过相应仪器监测, 因此负载电阻和直流电压的变化对校准结果的影响极小, 可忽略不计。

C.3 合成标准不确定度

上述各标准不确定度彼此互相独立, 因此合成不确定度为

$$u_c = \sqrt{\sum_{i=1}^7 u_{Hi}^2} = 94 \mu A$$

C.4 扩展不确定度

取 $k=2$ 计算扩展不确定度, 则 $U = 0.19mA$ 。

所以湿度校准点为 60%RH 时变送器湿度测量部分输出误差的扩展不确定度为: $U = 0.19mA(k=2)$, 转换成湿度值表示时为 $U = 1.2\%RH(k=2)$ 。

JJF (浙) 1035—2009