

**甘肃省地方计量技术规范**

JJF(甘) XXXX-2024

流量二次仪表在线校准规范

#### Online Calibration Specification for Flowmeters Secondary Instruments

（报批稿）

2024-XX-XX发布 2024-XX-XX实施

**甘肃省市场监督管理局** 发 布

|  |
| --- |
| JJF（甘）XXXX-2024 |

流量二次仪表在线校准规范

Online Calibration Specification for

Flowmeters Secondary Instruments

归 口 单 位：甘肃省市场监督管理局

##### 主要起草单位：甘肃省计量研究院

白银矿冶职业技术学院

参加起草单位：国网兰州供电公司

合作市质量计量检验检测研究所

本规范委托起草单位负责解释

本规范主要起草人：

杨灵珊 （甘肃省计量研究院）

张 晶 （甘肃省计量研究院）

仇 月 （白银矿冶职业技术学院）

参加起草人：

王新儒 （国网兰州供电公司）

董云青 （合作市质量计量检验检测研究所）

王若丁 （甘肃省计量研究院）

目 录

[引言 （Ⅱ）](#_bookmark0)

[1 范围 （1）](#_bookmark1)

[2 引用文件 （1）](#_bookmark1)

[3 术语和定义 （1）](#_bookmark2)

[4 概述](#_bookmark3) （1）

[5 计量特性 （2）](#_bookmark4)

5.1压力变送器最大允许误差 （2）

5.2流量积算仪最大允许误差 （2）

[6 校准条件](#_bookmark8) （3）

6.1 [环境条件](#_bookmark6) （3）

[6.2 测量标准及其他设备](#_bookmark6) （3）

[7 校准项目和校准方法](#_bookmark8) （3）

[7.1压力（差压）变送器检测](#_bookmark8) （3）

[7.2流量积算仪检测](#_bookmark9) （4）

8 校准结果表达 （4）

8.1 校准结果处理 （4）

8.2 校准结果的不确定度 （5）

[9 复校时间间隔](#_bookmark12) （5）

[附录 A](#_bookmark15) [流量二次仪表在线校准原始记录（推荐）格式](#_bookmark15) （6）

[附录 B](#_bookmark16) [校准证书内容及内页（参考）格式](#_bookmark16) （8）

[附录](#_bookmark16) C [流量二次仪表在线校准测量不确定度评定](#_bookmark16) （10）

引 言

本规范依据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》等基础性系列规范文件进行制定。

本规范为首次制定。

流量二次仪表在线校准规范

1. 范围

本规范适用于流量二次仪表的在线校准。

1. 引用文件

本规范引用了下列文件：

JJG 640 差压式流量计

JJG 875 数字压力计

JJG 882 压力变送器

JJG 1003 流量积算仪

JJF 1008 压力计量名词术语及定义

JB/T 2274 流量显示仪表

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，

其最新版本适用于本规范。

1. 术语和计量单位

3.1 术语

3.1.1 压力变送器 pressure transmitter

能将压力变量转换为可传输的标准信号的仪表，其输出信号与压力变量之间有一给定的连续函数（通常为线性函数）。

3.1.2 流量积算仪 flow integration meters

通过采集与流量相关的传感器信号，用相关的数学模型计算出流量（能量）的装置，通常又称为流量显示仪，流量计算机等。与其配套的传感器通常有标准节流装置、涡轮、涡街、电磁、超声流量传感器或变送器等及补偿用的压力变送器、差压变送器、温度变送器、组分分析仪等。

3.1.3 二次仪表 secondary instruments

能量转化两次的仪表。

3.2 计量单位

流量单位：立方米每小时，吨每小时，符号 m3/h，t/h；

压力单位：帕，千帕，兆帕，符号 Pa，kPa，MPa。

1. 概述

流量二次仪表在线校准主要针对气体流量计二次仪表的压力模块以及积算仪模块进行校准。其工作原理为通过对与之配套的流量变送器、流量传感器、压力变送器以及温度变送器输出的模拟信号、脉冲信号或者数字信号进行采集，并通过相关的数学模型计算出瞬时流量与累计流量等。现场校准时，比较压力检验仪/精密数字压力表的示值与变送器的示值(或输出的电流电压值)，从而得出变送器的示值误差，回程误差等检测结果等；比较信号发生器给定值(频率计或数字万用表的测量值)和被检表的示值或输出值(频率计或数字万用表的测量值)，从而得出积算仪或显示仪的示值误差等结果。通过采集流量相关传感器信号，用数学模型计算出流量的装置。

其通常包括压力变送器，差压变送器，温度变送器以及流量积算仪、流量计算器、流量显示仪等设备。

1. 计量特性

5.1 压力变送器最大允许误差

其示值误差按准确度等级划分，应符合表1规定的最大允许误差与回差。

表1准确度等级及最大允许误差、回差

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 准确度等级 | 最大允许误差 | 回差 |
| 0.2级 | ±0.2% | ≤0.2% |
| 0.25级 | ±0.25% | ≤0.25% |
| 0.5级 | ±0.5% | ≤0.5% |
| 1.0级 | ±1.0% | ≤1.0% |
| 1.5级 | ±1.5% | ≤1.5% |
| 注：压力变送器最大允许误差和回差是以其输出量程百分比表示。 | | |

5.2 流量积算仪最大允许误差

积算仪根据主示值的最大允许误差划分准确度等级，如表2所示。主示值为瞬时流量、累计流量中的一个或几个示值。

表2 准确度等级与最大允许误差

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 准确度等级 | 0.05级 | 0.1级 | 0.2级 | 0.5级 | 1.0级 |
| 主示值最大允许误差 | ±0.05% | ±0.0% | ±0.2% | ±0.5% | ±1.0% |

注：以上指标不做合格判定依据，仅供校准及测量不确定度评定时参考。

1. 校准条件

6.1 环境条件

6.1.1环境温度：5℃～40℃；

6.1.2湿度：≤90%RH；

6.2 测量标准及其他设备

6.2.1 数字压力计/数字压力模块

准确度等级：0.05级, 用于校准压力变送器。

6.2.2 标准电流表

最大允许误差不超过被校准积算仪最大允许误差的1/5，用于模拟流量积算仪电流输入。

6.2.3标准电压表

最大允许误差不超过被校准积算仪最大允许误差的1/5，用于模拟流量积算仪电压输入。

6.2.4 频率信号发生仪

频率范围（1~10）kHz，最大允许误差：±1×10-5，用于模拟流量积算仪的频率输入。

6.2.5 电阻箱

电阻范围（0~400）Ω，最大允许误差不超过被校准积算仪最大允许误差的1/5，用于模拟流量积算仪的热电偶输入。

6.2.6 直流信号源

可输出DC（0~20）mA/（0~5）V连续可调信号，稳定度0.05%/2h，用于流量积算仪电源提供。

1. 校准项目和校准方法

7.1 压力（差压）变送器检测

将标准器正确安装在被检压力变送器上，通过改变压力输入值，记录其输出上限值和下限值，及其“零点”与“满量程”的值。

从下线开始平稳的输入压力信号至各检测点，读取并记录其输出值至测量上限，然后反方向平稳改变压力信号至各检测点，读取并记录其输出值至测量下限，此为一个循环，现场检测的压力变送器至少进行上述3个检测循环，检测压力点可选择输入压力的0%，25%，50%，75%，100%五个检测点。

其示值误差按公式（1）计算。

△*I*=*I*-*I*L （1）

式中：

△*I*—压力变送器各检测点示值误差，mA；

*I*—压力变送器正行程或反行程各检测点的实际输出值，mA；

*I*L—压力变送器正行程或反行程各检测点的理论际输出值，mA；

取所有点中最大值为该变送器的最大误差。

其回差按公式（2）计算。

△*I*d=|*I*Z-*I*F| （2）

式中：

△*I*d—压力变送器各检测点回差，mA；

*I*Z—压力变送器正行程各检测点的实际输出值，mA；

*I*F—压力变送器反行程各检测点的实际输出值，mA；

取所有点中最大值为该变送器的最大回差。

7.2 流量积算仪检测

检测前将频率信号发生器，通用计数器，标准电流源，标准电压源，标准电阻箱按照流量积算仪的接线要求将线连接好。

先对其补偿参量显示值进行测量，测量点选择传感器测量范围对应信号的量程下线、0.25倍、0.5倍、0.75倍、1倍量，校准顺序可由小到大或由大到小逐点进行，读取并记录输入信号值与输出显示值。

选取积算仪常用压力值以及温度值，输入该模拟量，检测点选取流量传感器流量范围对应信号的量程下线、0.25倍、0.5倍、0.75倍、1倍量，校准顺序可由小到大或由大到小逐点进行，读取并记录输入信号值与输出显示值，按照公式（3）计算每个流量点的误差。

（3）

式中：

—流量检测点流量示值误差，；

—流量检测点的瞬时流量示值，m3/h或t/h；



—流量检测点的瞬时流量理论计算值，m3/h或t/h。



取5个流量点中最大的示值误差作为该积算仪的流量示值误差。

1. 校准结果表达
   1. 校准结果处理

经校准的仪器出具校准证书，校准证书应符合JJF 1071—2010中5.12的要求，并给出各校准项目名称和测量结果以及测量不确定度。校准原始记录（参考）格式见附录A，校准证书内容及内页（参考）格式见附录B。

* 1. 校准结果的不确定度

仪表校准结果的不确定度按JJF 1059.1的要求评定，校准结果不确定度评定示例见附录C。

1. 复校时间间隔

建议复校时间间隔不超过12个月。

由于复校时间间隔的长短是由流量二次仪表的安装环境、使用情况、仪器本身质量等因素诸因素所决定，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。

附录 A

流量二次仪表在线校准原始记录（推荐）格式

客户名称 任务单号

客户地址

型号规格

生产厂商 出厂编号

主要标准器名称 测量范围 准确度等级 证书编号 有效日期至

校准所依据/参照的技术文件（代号、名称）：JJF(甘)xxxx-2024《流量二次仪表在线校准规范》

校准的环境条件 温度 ℃ 湿度 %RH

主要标准器使用后工作状况 □正常□不正常

主要标准器使用前工作状况□正常□不正常

校准地点

校准项目

1、压力（差压）变送器示值误差与回差：

输出范围:（ ～ ）mA。 测量范围：（ ～ ） Pa

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 输入压力  （%） | 实际输出值（mA） | | 输入压力  （%） | 实际输出值（mA） | |
| 上行程 | 下行程 | 上行程 | 下行程 |
| 0 | —— |  | 75 |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
| 25 |  |  | 100 |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  | —— |
| 50 |  |  | —— | —— | —— |
|  |  | —— | —— |
|  |  | —— | —— |

调整前变送器输出：零点： mA，满量程： mA。

示值的最大允许误差： mA；回差的最大允许误差： mA。

最大误差： mA。 最大回差： mA。

2、积算仪补偿参量显示值

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 差压输入信号  （ mA） | 差压显示值  （kPa） | 温度输入信号  （ Ω） | 温度显示值  （℃） |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |

3、积算仪流量转换显示值

输入信号 mA，压力（表压）为 MPa；温度输入 Ω，温度为 ℃ 。

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 输入差压信号（mA） | 瞬时流量显示值  （t/h） | 示值误差  （%） |
|  |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |

4、校准结果的不确定度：

校准员： 核验员： 校准日期： 年 月 日

附录B

校准证书内容及内页（参考）格式

B.1 校准证书应至少包括以下信息：

a）标题：“校准证书”；

b）实验室的名称和地址；

c）进行校准的地点（如果与实验室的地址不同）；

d）证书的唯一性标识（如编号），每页及总页数的标识；

e）送校单位的名称；

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收日期；

h) 如果与校准结果的有效性和应用有关时，应对被校样品的抽样程序进行说明；

i) 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) 校准结果及测量不确定度的说明；

m）对校准规范的偏离的说明；

n）校准证书或校准报告签发人的签名、职务或等效标识；

o）校准结果仅对校准对象有效的声明；

p）未经校准实验室书面批准，不得部分复制校准证书的声明。

B.2 校准证书内页（参考）格式

校准数据和结果

1. 压力（差压）变送器

最大误差： mA ；最大回差： mA 。

2、积算仪补偿参量显示值

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 差压输入信号  （ mA） | 差压显示值  （kPa） | 温度输入信号  （ Ω） | 温度显示值  （℃） |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |

3、积算仪流量转换显示值

输入信号 mA，压力（表压）为 MPa；温度输入 Ω，温度为 ℃ 。

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 输入差压信号（mA） | 瞬时流量显示值  （t/h） | 示值误差  （%） |
|  |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |

4、校准结果的不确定度：

以下空白

附录 C

流量二次仪表在线校准测量不确定度评定

1概述

1.1评定依据：JJF1059.1《测量不确定度评定与表示》

1.2环境条件：温度25.2℃，湿度40%RH

1.3测量标准：便携式多通道校准器，流量信号：(0～30) mA；差压信号：(0～30) mA；

热电偶：（0～100）mV ；热电阻：(0～4000.00) Ω；频率信号：(10～10000) Hz，不确定度：0.02级。

2 二次仪表测量不确定度评定

2.1计量标准装置的不确定度

输入的电流信号引起的不确定度*u*(*I*in)：便携式多通道校准仪测量（0~30）mA电流，其最大测量误差值为0.0012mA，取均匀分布，即*u*1=0.0012/30/√3=0.002%；因信号发生器的模拟信号存在纹波电压对其输出电流造成不稳定，其最大值为0.005mA，取均匀分布，则*u*2=0.005/30/√3=0.010%；则*u*(*I*in)= (*u*12+ *u*22)0.5=0.010%。取*k*=2，则*U*rel=0.019%。即输入电流信号值的准确度等级为0.02级。

输入的电压信号引起的不确定度*u*(*V*in)：便携式多通道校准仪测量（0~10）V电压，其最大测量误差值为0.0002V，取均匀分布，即*u*1=0.0002/10/√3=0.001%；因信号发生器的在纹波电压对电压输出造成不稳定，其最大值为1.5mV，取均匀分布，则*u*2=1.5/10000/√3=0.009%；则*u*(*V*in)= (*u*12+ *u*22)0.5=0.009%。取*k*=2，则*U*rel=0.017%.即输入电压信号值的准确度等级为0.02级。

输入的频率信号引起的不确定度*u*(*F*in)：频率信号仅存在量化误差±1Hz，取常用测量范围5kHz，则*u*(*F*in)=0.29\*1/5000=0.006%。取*k*=2，则*U*rel=0.012%。即输入频率信号值的准确度等级为0.02级。

2.2测量二次仪表的不确定度

测量二次仪表，大多数输入标准信号(如人工实际输入差压、压力信号，输入电流电压模拟信号，输入频率信号等)并测量二次仪表输出值(间接测量值或显示值)，直接(输入标准信号与仪表输出值性质相同)或间接(输入信号与仪表输出值通过换算才能进行示值比较)测量出二次仪表的实际值*Y*s，进而计算处理出示值误差，一般函数关系如表C.1所示：

表C.1 测量对象所对应函数关系

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 测量对象 | 差压变送器 | 压力变送器 | 流量积算仪或显示仪 |
| 函数关系 | *Y*Δps=*C*\*Δ*P*in\**I*out | *Y*ps=*C*\**P*in\**I*out | *Y*s=*C*\**I*in\**V*in\**F*in |

式中：C换算关系，对某一实际对象而言是常数；*I*out为二次仪表输出值(一般为4 mA ~20mA)

Δ*P*in、*P*in、*I*in、*V*in、*F*in分别为输入差压、压力、电流、电压、频率信号值。

* + 1. A类标准不确定度

本套装置的检测对象(差压变送器，压力变送器，流量积算仪)之间存在着本质性的差别，因此根据检测对象分别进行重复性测量。

2.2.1.1检测差压变送器的重复性测量

型号为DBCL-5500，编号为574电容式压力变送器(满量程为60kPa)，检测点分别30kPa、60kPa，每点检测6次，压力变送器的实际输出值(mA)分别为11.987、11.988、11.990、11.989、11.989、11.987，19.994、19.992、19.996、19.991、19.995、19.993，两点测量的重复性分别为*S*1=0.0058%，*S*2=0.0054%。

取其最大值为检测压力变送器的重复性*S*=0.0058%。

2.2.1.2检测压力变送器的重复性测量

型号为DBYL-5500，编号为921电容式差压变送器(满量程为0.6MPa)，检测点分别为0.45 MPa、0.6 MPa，每点检测6次，差压变送器的实际输出值(mA)分别为15.993、15.995、15.992、15.994、15.992、15.990，19.991、19.992、19.993、19.991、19.994、19.993，两点测量的重复性分别为*S*1=0.0063%，*S*2=0.0035%。

取其最大值为检测差压变送器的重复性*S*=0.0063%。

2.2.1.3检测流量积算仪的重复性测量

型号为LJY-1140，编号为9705112流量显示仪(流量范围0~6000.0m3/h)，输入模拟信号，检测点分别为5000 m3/h、6000 m3/h，每点检测6次，显示仪的显示值(m3/h)分别为4994.6、4994.9、4993.3、4994.1、4994.8、4993.9，5999.2、5998.6、6000.0、5997.8、5999.2、5998.3，两点测量的重复性分别为S1=0.0071%，S2=0.0075%。

取其最大值为检测压力变送器的重复性S=0.0075%。

2.2.1.4测量对象重复性如表C.2所示

表C.2 测量对象重复性

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 测量对象 | 压力变送器 | 差压变送器 | 流量积算仪或显示仪 |
| 重复性(%) | 0.0058 | 0.0063 | 0.0075 |

* + 1. B类标准不确定度

由上分析，输入差压信号引起的不确定度*u*(Δ*P*in) =0.02%/2=0.01%。

由上分析，输入压力信号引起的不确定度*u*(*P*in)=0.02%/2=0.01%。

由上分析，输入的电流信号引起的不确定度*u*(*I*in)=0.010%。

由上分析，输入的电压信号引起的不确定度*u*(*V*in) =0.009%。

由上分析，输入的频率信号引起的不确定度*u*(*F*in)=0.006%。

测量仪表电流输出所引起的不确定度*u*(*I*out)：便携式多通道校准仪测量（4~20）mA电流，仪器本身其测量引起的*u*(*I*out)=0.0003%。根据函数关系，合成所得标准不确定度与扩展不确定度如表C.3所示：

表C.3测量对象标准不确定度与扩展不确定度

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 测量对象 | 压力变送器 | 差压变送器 | 流量积算仪或显示仪 |
| 合成标准不确定度*u*c | 0.010% | 0.010% | 0.015% |
| 扩展因子*k*及  扩展不确定度*U*rel | *U*rel=0.020%， *k*=2 | *U*rel=0.020%， *k*=2 | *U*rel=0.030%，  *k*=2 |

* 1. 合成不确定度

最终合成测量对象的标准不确定度与扩展不确定度如表C.4所示：

表C.4最终合成测量对象标准不确定度与扩展不确定度

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 测量对象 | 压力变送器 | 差压变送器 | 流量积算仪或显示仪 |
| 合成标准不确定度*u*c | 0.012% | 0.012% | 0.017% |
| 扩展因子*k*及  扩展不确定度*U*rel | *U*rel*=*0.024%， *k=*2 | *U*rel*=*0.024%， *k=*2 | *U*rel*=*0.034%， *k=*2 |