

中华人民共和国国家计量技术规范

JJF 2095—2024

压力数据采集仪校准规范

Calibration Specification for Pressure Acquisition Instruments



2024-02-07 发布

2024-08-07 实施

国家市场监督管理总局 发布

压力数据采集仪校准规范

Calibration Specification for
Pressure Acquisition Instruments

JJF 2095—2024

归口单位：全国压力计量技术委员会

主要起草单位：湖南省计量检测研究院

参加起草单位：福建省计量科学研究院

广东省计量科学研究院

北京康瑞德医疗器械有限公司

新疆维吾尔自治区计量测试研究院

本规范委托全国压力计量技术委员会负责解释

本规范主要起草人：

周四清（湖南省计量检测研究院）

曾 麟（湖南省计量检测研究院）

吴双双（湖南省计量检测研究院）

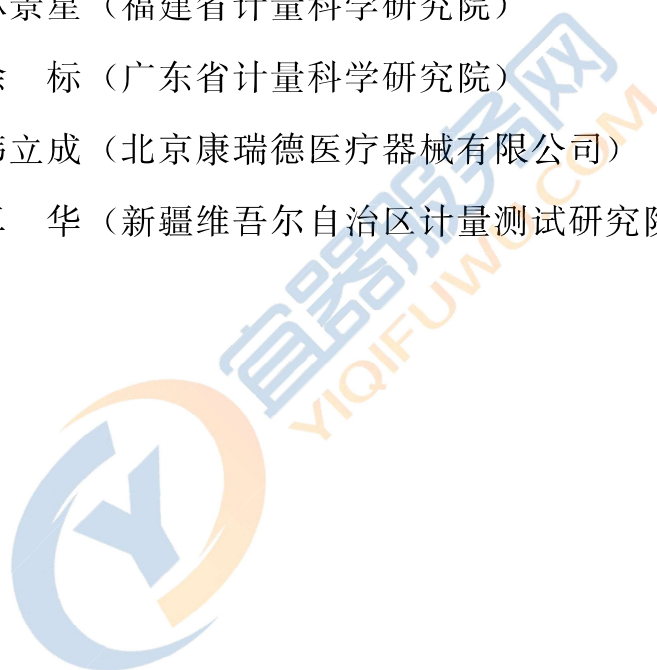
参加起草人：

林景星（福建省计量科学研究院）

徐 标（广东省计量科学研究院）

韩立成（北京康瑞德医疗器械有限公司）

卓 华（新疆维吾尔自治区计量测试研究院）



目 录

引言	(II)
1 范围	(1)
2 引用文件	(1)
3 术语	(1)
4 概述	(1)
5 计量特性	(1)
5.1 示值误差	(1)
5.2 回程误差	(1)
6 校准条件	(2)
6.1 环境条件	(2)
6.2 测量标准及其他设备	(2)
7 校准项目和校准方法	(2)
7.1 校准项目	(2)
7.2 校准方法	(2)
8 校准结果表达	(3)
8.1 校准证书	(3)
8.2 测量不确定度的评定与表示要求	(4)
9 复校时间间隔	(4)
附录 A 校准原始记录格式	(5)
附录 B 校准证书 (内页) 格式	(6)
附录 C 校准不确定度评定示例	(7)

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 1008—2008《压力计量术语及定义》、JJF 1059.1—2012《测量不确定度评定与表示》共同构成本规范制定的基础性系列规范。

本规范给出了压力数据采集仪计量特性的校准条件、校准项目和校准方法。

本规范对压力数据采集仪示值误差、回程误差的技术指标进行了规定，参考了JJG 875—2019《数字压力计》相关内容。

本规范为首次发布。



压力数据采集仪校准规范

1 范围

本规范适用于压力测量上限不超过绝压 1 MPa 的压力数据采集仪压力示值的校准。

2 引用文件

本规范引用了下列文件：

JJG 875—2019 数字压力计

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

3.1 压力数据采集仪 pressure acquisition instrument

直接置于被测环境中进行测量，具有自动采集被测压力信号、数据存储、记录、通信等功能的压力测量仪器。

4 概述

压力数据采集仪（以下简称采集仪）是一种可以直接置于被测环境中进行压力测量的仪器，具有（无线）传输、数据存储记录等功能，主要应用于医疗卫生、食品药品等领域密闭环境中气体压力的检测。

采集仪主要由绝压传感器、A/D 转换、处理器、（无线）传输等模块组成，可以通过无线方式将测量数据传输至上位机，或在测量结束后从其存储器中读出传输到上位机，其工作原理如图 1 所示。

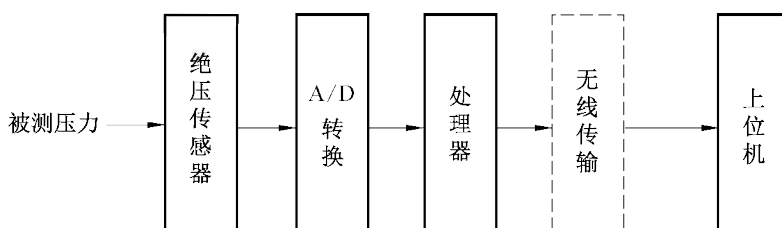


图 1 采集仪工作原理

5 计量特性

5.1 示值误差

采集仪在工作温度范围内的压力示值最大允许误差： $\pm(0.2\% \sim 1.0\%) \text{ FS}$ 。

5.2 回程误差

采集仪的回程误差一般不超过最大允许误差的绝对值。

6 校准条件

6.1 环境条件

(1) 环境温度为 $(20 \pm 5) ^\circ\text{C}$ 。

(2) 环境相对湿度不大于 85 %。

(3) 校准场所内应无强烈振动、外磁场（地磁场除外）及腐蚀性气体存在，应避免其他冷、热源影响。

6.2 测量标准及其他设备

校准所使用的测量标准可选用绝压型数字压力计以及其他符合要求的压力标准仪器，测量标准器及配套设备可参照表 1 选择。压力标准器的最大允许误差绝对值应不大于被校采集仪压力示值最大允许误差绝对值的 1/3。

表 1 测量标准器及配套设备

序号	设备名称	技术要求	用途
1	a) 数字压力计； b) 自动标准压力发生器； c) 气体活塞式压力计	测量范围能覆盖被校采集仪测量范围，准确度等级不低于 0.05 级（数字压力计或自动标准压力发生器必须是年稳定性合格的）	校准用压力标准器
2	压力源和真空源	能产生满足校准范围的压力	产生压力和真空
3	恒温装置	室温 $\sim 150 ^\circ\text{C}$ ，温场波动度应不大于 $\pm 1 ^\circ\text{C}/10 \text{ min}$	恒温
4	压力试验装置	压力密封性： $\leq 1 \%/ \text{min}$	示值校准
5	温度计	$(0 \sim 150) ^\circ\text{C}$ ；MPE： $\pm 0.5 ^\circ\text{C}$	读取试验温度

7 校准项目和校准方法

7.1 校准项目

采集仪的示值误差和回程误差。

7.2 校准方法

7.2.1 校准前准备

校准前按操作说明检查采集仪电池的电量，如低于正常工作电量应及时更换电池，并按照说明书设置采集仪的测量模式。

7.2.2 校准点的选择

校准示值误差时，在环境温度和一個特定温度点进行。特定温度点可选 $121 ^\circ\text{C}$ ，也可按照用户要求或者被校仪器情况选择。在上述温度点下选取压力校准点，在工作范围内均匀选择，一般不少于 5 个校准点。

7.2.3 示值误差

按照图 2 所示连接好测量仪器和装置，环境温度下校准可不加恒温装置。标准器与压力试验装置的连接方式应保证标准器始终在环境温度下进行测量。

a) 环境温度下的校准

将设置好的采集仪放置于压力试验装置内，向压力试验装置施加校准点对应的压力值，待压力平衡稳定后读取测量标准器的示值并记录对应的时刻，逐点进行正反行程的校准，校准完成后取出采集仪，读取相应时刻记录的压力测量值；具有实时传输功能的采集仪可同步读取标准器和被校准仪器的读数。

b) 特定温度下的校准

将设置好的采集仪放置于压力试验装置内，恒温装置使采集仪达到特定的校准温度点，将压力调整至校准点，使标准器和被测采集仪达到平衡状态。同环境温度下的校准步骤，读取标准器和被校采集仪的读数。

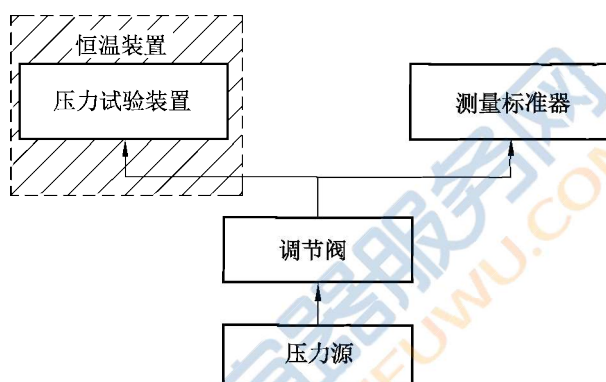


图 2 采集仪校准示意图

采集仪正行程、反行程的示值误差按式 (1) 计算。

$$\Delta p = p_R - p_S \quad (1)$$

式中：

Δp ——采集仪各校准点示值误差，kPa 或 MPa；

p_R ——采集仪正行程或反行程的示值，kPa 或 MPa；

p_S ——标准器各校准点的标准示值，kPa 或 MPa。

7.2.4 回程误差

采集仪的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作为采集仪的回程误差。

8 校准结果表达

8.1 校准证书

校准结果应在校准证书上反映，校准证书应至少包括以下信息：

- a) 标题，如“校准证书”；
- b) 实验室名称和地址；
- 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) 客户的名称和地址；
- 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收日期；
- h) 对校准所依据的技术规范的标识，包括名称及代号；
- i) 本次校准所用测量标准的溯源性及有效性说明；
- j) 校准环境的描述；
- k) 校准结果及其测量不确定度的说明；
- l) 对校准规范的偏离的说明；
- m) 校准证书签发人的签名、职务或等效标识；
- 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，不得部分复制证书的声明。

校准原始记录格式见附录 A，校准证书内页格式见附录 B。

8.2 测量不确定度的评定与表示要求

校准不确定度的评定与表示参见附录 C。

9 复校时间间隔

采集仪的复校时间间隔可根据使用环境、工作要求确定，一般不超过 1 年。

附录 A

校准原始记录格式

委托单位：

器具名称：

型号规格：

出厂编号：

生产厂家：

环境温度：

环境湿度：

标准器具：

校准地点：

1. 示值误差、回程误差

a) 环境温度下的校准

校准温度_____℃

序号	标准器示值 ()	采集仪示值 ()		示值误差 ()		回程误差 ()	扩展不确定度 ($k=2$)
		正行程	反行程	正行程	反行程		

b) 特定温度下的校准

校准温度_____℃

序号	标准器示值 ()	采集仪示值 ()		示值误差 ()		回程误差 ()	扩展不确定度 ($k=2$)
		正行程	反行程	正行程	反行程		

附录 B

校准证书（内页）格式

1. 示值误差、回程误差

a) 环境温度下的校准

校准温度_____℃

序号	标准器示值 ()	采集仪示值 ()		示值误差 ()		回程误差 ()	扩展不确定度 ($k=2$)
		正行程	反行程	正行程	反行程		

b) 特定温度下的校准

校准温度_____℃

序号	标准器示值 ()	采集仪示值 ()		示值误差 ()		回程误差 ()	扩展不确定度 ($k=2$)
		正行程	反行程	正行程	反行程		

附录 C

校准不确定度评定示例

本示例采用比较法对压力数据采集仪（以下简称采集仪）进行校准，并对压力校准结果的不确定度进行评定。以一台标称最大允许误差 $\pm 0.4\%$ ，测量上限为 0.5 MPa 的采集仪为例评定校准不确定度。环境温度为 20.5℃，相对湿度 56%，因标准器一直处于环境温度下，特定温度下的不确定度影响因素以及重复性计算结果和环境温度下十分接近，因此不予以分开评定。

C.1 测量模型

$$\Delta p = p_R - p_s \quad (\text{C.1})$$

式中：

Δp ——采集仪各校准点示值误差，kPa 或 MPa；

p_R ——采集仪正行程或反行程示值，kPa 或 MPa；

p_s ——标准器各校准点的标准示值，kPa 或 MPa。

C.2 灵敏系数

对式（C.1）各误差来源求偏导得出各项的灵敏系数：

$$c_1 = \partial \Delta p / \partial p_R = 1, c_2 = \partial \Delta p / \partial p_s = -1$$

C.3 标准不确定度的评定

C.3.1 标准器引入的标准不确定度评定

已知标准器准确度等级为 0.05 级，服从均匀分布，因此：

$$u_1 = \frac{500 \text{ kPa} \times 0.05\%}{\sqrt{3}} \approx 0.144 \text{ kPa}$$

C.3.2 被校采集仪引入的标准不确定度评定

该项不确定度来源于重复性以及分辨力。

C.3.2.1 重复性引入的不确定度分量 u_2

对被校表在 5 kPa、125 kPa、250 kPa、375 kPa、500 kPa 5 个点上进行 10 次测

量，测量数据以及由公式 $s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (p_i - \bar{p})^2}{n-1}}$ 计算单次试验标准偏差，由于采用算术平均值作为测量结果，于是可得： $u_2 = \frac{s}{\sqrt{n}}$ ，结果见表 C.1。

表 C.1 各校准点示值重复性引入的标准偏差和不确定度分量

校准点 kPa	被校表示值误差/kPa										s kPa	u_2 kPa
5	0.16	0.13	0.14	0.14	0.16	0.17	0.15	0.15	0.14	0.16	0.012	0.004
125	0.43	0.42	0.43	0.39	0.40	0.43	0.40	0.43	0.41	0.44	0.017	0.005

表 C.1 各校准点示值重复性引入的标准偏差和不确定度分量（续）

校准点 kPa	被校表示值误差/kPa										s kPa	u_2 kPa
250	0.07	0.08	0.07	0.06	0.09	0.07	0.08	0.07	0.09	0.07	0.010	0.003
375	-0.05	-0.05	-0.06	-0.04	-0.05	-0.05	-0.06	-0.05	-0.04	-0.05	0.007	0.002
500	-0.25	-0.28	-0.27	-0.26	-0.25	-0.27	-0.27	-0.25	-0.28	-0.26	0.012	0.004

C.3.2.2 分辨力引入的不确定度分量 u_3

被校准的压力采集仪分辨力为 0.01 kPa，因此分辨力引入的不确定度分量为：

$$u_3 = 0.29 \times 0.01 \text{ kPa} \approx 0.003 \text{ kPa}$$

C.3.3 温度波动以及校准系统稳定性引入的标准不确定度评定

校准用的时间比较短，温度波动带来的不确定度可以忽略，而在充分平衡的情况下才读数，示值在相当长的时间内没有变化，可以认为校准系统本身对读数的准确性没有影响，因此其引入的不确定度可以忽略。

C.4 标准不确定度分量汇总。

压力采集仪标准不确定度分量汇总见表 C.2。

表 C.2 标准不确定度分量汇总

标准不确定度分量	标准不确定度来源	灵敏系数	输出量的标准不确定度分量
u_1	标准器误差	-1	0.144 kPa
u_2	重复性	1	见表 C.1
u_3	分辨力	1	0.003 kPa

C.5 合成标准不确定度

以上分量不相关，由公式 $u_c = \sqrt{c_1^2 u_1^2 + c_2^2 u_2^2 + c_3^2 u_3^2}$ 计算得合成标准不确定度，见表 C.3。

表 C.3 各校准点合成标准不确定度

校准点/kPa	u_1 /kPa	u_2 /kPa	u_3 /kPa	u_c /kPa
5	0.144	0.004	0.003	0.144
125	0.144	0.005	0.003	0.144
250	0.144	0.003	0.003	0.144
375	0.144	0.002	0.003	0.144
500	0.144	0.004	0.003	0.144

C.6 扩展不确定度

取包含因子 $k=2$ ，则压力采集仪各校准点的扩展不确定度见表 C.4。

表 C.4 各校准点扩展不确定度

校准点/kPa	u_c /kPa	U /kPa
5	0.144	0.29
125	0.144	0.29
250	0.144	0.29
375	0.144	0.29
500	0.144	0.29

