



中华人民共和国国家计量技术规范

JJF 2140—2024

压力表校验器测试方法

Test Method of General Pressure Gauge Calibrators



2024-09-18 发布

2025-03-18 实施

国家市场监督管理总局 发布

压力表校验器测试方法

Test Method of General
Pressure Gauge Calibrators

JJF 2140—2024

归口单位：全国压力计量技术委员会

主要起草单位：福建省计量科学研究院

贵州省计量测试院

辽宁省计量科学研究院

参加起草单位：上海健洲机械设备有限公司

北京康斯特仪表科技股份有限公司

华信仪表（北京）有限公司

本规范主要起草人：

林景星（福建省计量科学研究院）

李 倩（贵州省计量测试院）

王孔祥（福建省计量科学研究院）

王同宾（辽宁省计量科学研究院）

参加起草人：

陆国清（上海健洲机械设备有限公司）

何 欣（北京康斯特仪表科技股份有限公司）

郑 伟 [华信仪表（北京）有限公司]



目 录

引言	(II)
1 范围	(1)
2 引用文件	(1)
3 术语和计量单位	(1)
3.1 术语	(1)
3.2 计量单位	(1)
4 概述	(1)
5 计量特性	(2)
5.1 耐压强度	(2)
5.2 密封性	(2)
6 测试条件	(2)
6.1 环境条件	(2)
6.2 测试用仪器设备	(2)
7 测试项目和测试方法	(3)
7.1 测试项目	(3)
7.2 测试方法	(3)
8 测试结果表达	(4)
8.1 测试数据记录	(4)
8.2 测试结果的测量不确定度评定	(4)
附录 A 压力表校验器测试记录 (式样)	(5)
附录 B 压力表校验器耐压强度测量不确定度评定示例	(6)
附录 C 压力表校验器密封性测量不确定度评定示例	(8)

引 言

本规范按照 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》、JJF 1071—2010《国家计量校准规范编写规则》和 JJF 1008—2008《压力计量名词术语及定义》等基础性系列规范进行制定。

本规范主要参考 JJG 59—2022《液体活塞式压力计检定规程》、JB/T 599—2005《压力表校验器》编制而成。

本规范为首次发布。



压力表校验器测试方法

1 范围

本规范适用于压力表校验器的测试。

2 引用文件

本规范引用了下列文件：

JJG 59 液体活塞式压力计检定规程

JJF 1008—2008 压力计量名词术语及定义

JB/T 599—2005 压力表校验器

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 术语和计量单位

3.1 术语

3.1.1 压力表校验器 general pressure gauge calibrator

用手动或电动压力源对压力表进行检定、测试的装置。

[来源：JJF 1008—2008，4.37]

3.1.2 真空表校验器 general pressure gauge vacuum gauge calibrator

用手动或电动压力源对真空表进行检定、测试的装置。

[来源：JJF 1008—2008，4.38]

3.2 计量单位

压力表校验器使用的法定计量单位为 Pa（帕斯卡），或它的十进倍数单位：kPa、MPa 等。

4 概述

压力表校验器（以下简称校验器）是经压力（或真空）调节控制装置从而得到稳定的目标压力值的装置。可用作连接标准压力设备和被测压力设备，是实现检定/校准或测试各类压力计量器具的供压、调压的主要配套设备。校验器工作原理如图 1 所示。

校验器按传压介质可分为气体校验器和液体校验器，液体校验器又可分为水介质校验器和油介质校验器；按使用方式可分为手动校验器和自动校验器；按移动形式可分为台式校验器和便携式校验器；按压力发生器安装形式可分为自带压力发生器的校验器和外带压力发生器的校验器。

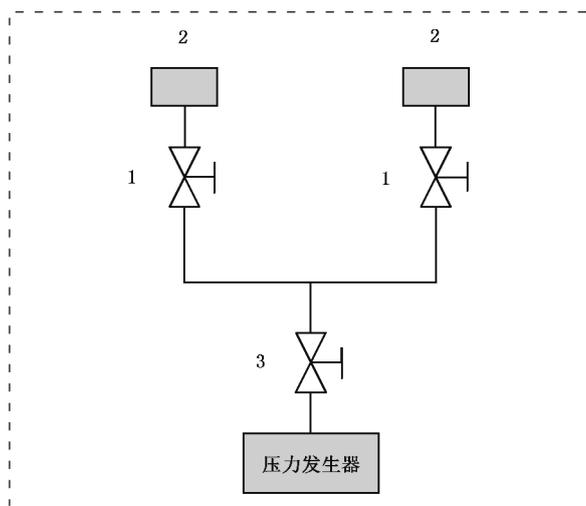


图1 校验器工作原理示意图

1—截止阀；2—压力输出接口；3—泄压阀

5 计量特性

5.1 耐压强度

校验器的耐压强度应满足表1规定。

表1 校验器的耐压强度

校验压力范围上限值 MPa	试验压力 MPa	耐压强度绝对值 MPa
<6	校验压力范围上限值的150%	不大于试验压力的5%
≥6~400	校验压力范围上限值的120%	
>400	校验压力范围上限值的110%	

5.2 密封性

5.2.1 密封性应不大于相应试验压力的1%。

5.2.2 对具有真空校验功能的校验器真空部分的密封性测试，应在使用地点大气压的80%~90%的疏空度下进行。密封性应不大于相应疏空度的1%。

6 测试条件

6.1 环境条件

环境温度： $(20 \pm 5)^\circ\text{C}$ ；

相对湿度：不大于85%。

6.2 测试用仪器设备

6.2.1 压力测试仪器

压力测试仪器的测量范围应满足被测校验器最大试验压力要求，一般选用不低于下列准确度的压力测试仪器：

a) 准确度等级0.4级的弹性元件式精密压力表或精密真空表；

b) 准确度等级 0.1 级的数字压力计。

6.2.2 其他辅助设备

- a) 秒表或能满足测试要求的其他计时器；
- b) 密封堵头、防护罩等辅助设备。

7 测试项目和测试方法

7.1 测试项目

校验器测试项目有：耐压强度测试、密封性测试。

7.2 测试方法

7.2.1 测试前准备

对于液体介质的校验器，测试前应确认待检校验器所使用的介质。水介质的校验器应注意观察校验器内水质是否干净，切勿混入油杂质。

对于气体介质的校验器，应检查其管路内是否干净。

7.2.2 外观与功能检查

采用目测手感方式按下列条款进行外观与功能检查：

- a) 校验器的铭牌上应有名称、型号/规格、仪器编号、校验压力范围、制造商名称或商标等标记；
- b) 校验器的压力发生器在整个校验压力范围内，调压应均匀稳定，并可调到任意压力示值；
- c) 校验器应具有泄压阀；
- d) 台式电动校验器工作时产生的振动不能影响到弹性元件式精密压力表或一般压力表轻敲位移变动量的检定或校准；
- e) 校验器的截止阀在开、关时应平稳转动且无渗漏，不得有任何卡滞现象。

7.2.3 耐压强度测试

连接校验器与压力测试仪器，堵住关闭其余压力输出接口（不关闭截止阀），按表 1 选择试验压力作耐压强度试验，达到试验压力后关闭压力发生器及其补压功能，承受 10 min 的耐压强度试验，其中耐压 5 min 后，从第 6 min 开始观察并分别记录第 6 min 开始和第 10 min 结束时压力测试仪器的压力示值，两次压力变化量即为校验器的耐压强度。

7.2.4 密封性测试

7.2.4.1 连接校验器与压力测试仪器，用密封堵头封闭其余压力输出接口（不关闭截止阀），达到试验压力后关闭压力发生器及其补压功能（具有补压功能的）。

7.2.4.2 校验器压力部分的密封性测试：将试验压力加至校验压力范围上限值保持 2 min 后，从第 3 min 开始观察并分别记录第 3 min 开始和第 3 min 结束时压力测试仪器的压力示值，两次压力变化量即可测试校验器的密封性。

7.2.4.3 校验器真空部分的密封性测试：将校验器疏空至使用地点大气压的 80%~90% 保持 2 min 后，从第 3 min 开始观察并分别记录第 3 min 开始和第 3 min 结束时压力测试仪器的压力示值，两次压力变化量即可测试校验器的密封性。

8 测试结果表达

8.1 测试数据记录

校验器测试记录（式样）见附录 A。

8.2 测试结果的测量不确定度评定

根据客户的要求或据以作出满足某测试方法决定时，对测试结果出具测量不确定度。

测量不确定度评定按照 JJF 1059.1—2012 进行，不确定度评定示例见附录 B 和附录 C。



附录 A

压力表校验器测试记录(式样)

委托单位					记录编号	
送检样品	样品名称				型号规格	
	校验压力范围				出厂编号	
	制造厂					
测试用仪器设备	名称	型号规格	编号	准确度等级/ 最大允许误差/不确定度	证书号	
检测依据	JJF ××××—××××《压力表校验器测试方法》					
检测地点				环境温度： °C	相对湿度： %	
1. 耐压强度测试：						___ Pa
校验范围上限值	试验压力	第 6 min 开始 压力示值	第 10 min 结束 压力示值	耐压强度	允许值	
		x_1	x_2	$x_1 - x_2$		
2. 密封性测试：						___ Pa
正压/负压	试验压力	第 3 min 开始 压力示值	第 3 min 结束 压力示值	密封性	允许值	
		x_1	x_2	$x_1 - x_2$		
备注						
测试人员				核验人员		
检测日期	年 月 日			证书编号		

附录 B

压力表校验器耐压强度测量不确定度评定示例

B.1 测量方法

选用测量范围为 (0~16) MPa、0.05 级的数字压力计, 校验压力范围上限压力为 6 MPa 的校验器。试验压力为 9 MPa, 承受 10 min 的耐压强度试验, 其中耐压 5 min 后, 从第 6 min 开始观察并分别记录第 6 min 开始时和第 10 min 结束时压力测试仪器的压力示值, 其压力变化量即为校验器耐压强度。

B.2 测量模型

$$p_1 = p_{01} - p_{02} \quad (\text{B.1})$$

式中:

p_1 ——压力表校验器耐压强度值, MPa;

p_{01} ——开始观察时数字压力计示值, MPa。

p_{02} ——结束观察时数字压力计示值, MPa。

B.3 测量不确定度分量来源

- a) 测量重复性引入的不确定度;
- b) 数字压力计分辨力引入的不确定度;
- c) 数字压力计短期稳定性引入的不确定度。

B.4 标准不确定度分量评定

B.4.1 测量结果重复性引入的标准不确定度分量 u_1

在试验压力为 9 MPa 时, 重复测量耐压强度 10 次, 得到的数据见表 B.1。

表 B.1 重复性测量记录

序号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	均值
耐压强度 MPa	0.004	0.005	0.006	0.005	0.006	0.004	0.004	0.006	0.007	0.008	0.006

$$s_p = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (p_i - \bar{p})^2}{n-1}} = 0.0014 \text{ MPa}$$

$$u_1 = s_p = 0.0014 \text{ MPa}$$

B.4.2 p_{01} 项引入的标准不确定度分量 u_2

主要包括数字压力计分辨力、数字压力计的短期稳定性等不确定度分量。

B.4.2.1 数字压力计分辨力引入的标准不确定度分量 u_{21}

0.05 级数字压力计分辨力为 0.001 MPa, 区间半宽度为分辨力一半, 即 $a = 0.001 \text{ MPa} / 2 = 0.0005 \text{ MPa}$, 按均匀分布处理, 则

$$u_{21} = \frac{0.0005 \text{ MPa}}{\sqrt{3}} \approx 0.00029 \text{ MPa}$$

B.4.2.2 数字压力计的短期稳定性引入的标准不确定度分量 u_{22}

0.05 级数字压力计示值误差为 ± 0.008 MPa，短期稳定性在 10 min 估计为最大允许误差绝对值的 1/2，按照均匀分布处理，则

$$u_{22} = \frac{0.008 \text{ MPa}}{2\sqrt{3}} \approx 0.0023 \text{ MPa}$$

B.4.3 p_{02} 项引入的标准不确定度分量 u_3

主要包括数字压力计分辨力、数字压力计的短期稳定性等不确定度分量， p_{02} 项引入的标准不确定度分量 u_3 同 p_{01} 项引入的标准不确定度分量 u_2 。

B.4.3.1 数字压力计分辨力引入的标准不确定度分量 u_{31}

0.05 级数字压力计分辨力为 0.001 MPa，区间半宽度为分辨力一半，即 $a = 0.001 \text{ MPa}/2 = 0.0005 \text{ MPa}$ ，按均匀分布处理，则

$$u_{31} = \frac{0.0005 \text{ MPa}}{\sqrt{3}} \approx 0.00029 \text{ MPa}$$

B.4.3.2 数字压力计的短期稳定性引入的标准不确定度分量 u_{32}

0.05 级数字压力计示值误差为 ± 0.008 MPa，短期稳定性在 10 min 估计为最大允许误差绝对值的 1/2，按均匀分布处理，则

$$u_{32} = \frac{0.008 \text{ MPa}}{2\sqrt{3}} \approx 0.0023 \text{ MPa}$$

B.5 合成标准不确定度 u_c

$$u_c = \sqrt{u_1^2 + u_{21}^2 + u_{22}^2 + u_{31}^2 + u_{32}^2} = 0.00356 \text{ MPa}$$

B.6 扩展不确定度

取 $k=2$ ，则

$$U = k \times u_c = 2 \times 0.00356 \text{ MPa} \approx 0.008 \text{ MPa}$$

B.7 结论

在试验压力为 9 MPa 时，压力表校验器耐压强度为 0.006 MPa，其测量结果测量不确定度 $U=0.008$ MPa， $k=2$ 。

附录 C

压力表校验器密封性测量不确定度评定示例

C.1 测量方法

选用测量范围为 (0~10) MPa、0.05 级的数字压力计, 校验压力范围上限压力为 6 MPa 的压力表校验器。试验压力为 6 MPa, 承受 2 min 的密封性试验后, 从第 3 min 开始观察并分别记录第 3 min 开始时和第 3 min 结束时压力测试仪器的压力示值, 其压力变化量即为校验器密封性。

C.2 测量模型

$$p_2 = p_{01} - p_{02} \quad (\text{C.1})$$

式中:

p_2 ——压力表校验器密封性, MPa;

p_{01} ——开始观察时数字压力计示值, MPa;

p_{02} ——结束观察时数字压力计示值, MPa。

C.3 测量不确定度分量来源

- a) 测量重复性引入的不确定度;
- b) 数字压力计分辨力引入的不确定度;
- c) 数字压力计短期稳定性引入的不确定度。

C.4 标准不确定度的评定

C.4.1 测试重复性引入的标准不确定度分量 u_1

在试验压力为 6 MPa 时, 重复测量压力表校验器密封性 10 次, 得到的数据见表 C.1。

表 C.1 重复性测量记录

序号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	均值
密封性 MPa	0.003	0.003	0.002	0.004	0.004	0.004	0.004	0.003	0.003	0.003	0.003

$$s_p = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (p_i - \bar{p})^2}{n-1}} = 0.0007 \text{ MPa}$$

$$u_1 = s_p = 0.0007 \text{ MPa}$$

C.4.2 p_{01} 项引入的标准不确定度分量 u_2

主要包括数字压力计分辨力、数字压力计的短期稳定性等不确定度分量。

C.4.2.1 数字压力计分辨力引入的标准不确定度分量 u_{21}

0.05 级数字压力计分辨力为 0.001 MPa, 区间半宽度为分辨力一半, 即 $a = 0.001 \text{ MPa} / 2 = 0.0005 \text{ MPa}$, 按均匀分布处理, 则

$$u_{21} = \frac{0.0005 \text{ MPa}}{\sqrt{3}} \approx 0.00029 \text{ MPa}$$

C.4.2.2 数字压力计的短期稳定性引入的标准不确定度分量 u_{22}

0.05 级数字压力计示值误差为 $\pm 0.005 \text{ MPa}$ ，短期稳定性在 10 min 估计为最大允许误差绝对值的 1/2，按照均匀分布处理，则

$$u_{22} = \frac{0.005 \text{ MPa}}{2\sqrt{3}} \approx 0.0014 \text{ MPa}$$

C.4.3 p_{02} 项引入的标准不确定度分量 u_3

主要包括数字压力计分辨力、数字压力计的短期稳定性等不确定度分量， p_{02} 项引入的标准不确定度分量 u_3 同 p_{01} 项引入的标准不确定度分量 u_2 。

C.4.3.1 数字压力计分辨力引入的标准不确定度分量 u_{31}

0.05 级数字压力计分辨力为 0.001 MPa，区间半宽度为分辨力一半，即 $a=0.001 \text{ MPa}/2=0.0005 \text{ MPa}$ ，按均匀分布处理，则

$$u_{31} = \frac{0.0005 \text{ MPa}}{\sqrt{3}} \approx 0.00029 \text{ MPa}$$

C.4.3.2 数字压力计的短期稳定性引入的标准不确定度分量 u_{32}

0.05 级数字压力计示值误差为 $\pm 0.005 \text{ MPa}$ ，短期稳定性在 10 min 估计为最大允许误差绝对值的 1/2，按照均匀分布处理，则

$$u_{32} = \frac{0.005 \text{ MPa}}{2\sqrt{3}} \approx 0.0014 \text{ MPa}$$

C.5 合成标准不确定度 u_c

$$u_c = \sqrt{u_1^2 + u_{21}^2 + u_{22}^2 + u_{31}^2 + u_{32}^2} = 0.00214 \text{ MPa}$$

C.6 扩展不确定度

取 $k=2$ ，则

$$U = k \times u_c = 2 \times 0.00214 \text{ MPa} \approx 0.005 \text{ MPa}$$

C.7 结论

在试验压力为 6 MPa，压力表校验器密封性为 0.003 MPa，其测试结果测量不确定度 $U=0.005 \text{ MPa}$ ， $k=2$ 。