



中华人民共和国国家计量检定规程

JJG 51—2003

带平衡液柱活塞式压力真空计

Piston Pressure-Vacuum Gauge with Equilibrium Liquid Column

2003-03-05 发布

2003-09-01 实施

国家质量监督检验检疫总局 发布

**带平衡液柱活塞式
压力真空计检定规程**

**Verification Regulation of Piston
Pressure-Vacuum Gauge with
Equilibrium Liquid Column**

JJG 51—2003
代替 JJG 51—1983

本规程经国家质量监督检验检疫总局于 2003 年 03 月 05 日批准，并自 2003 年 09 月 01 日起施行。

归口单位：全国压力计量技术委员会

主要起草单位：天津市计量技术研究所

中国计量科学研究院

本规程委托全国压力计量技术委员会负责解释

本规程主要起草人：

杨德雨 （天津市计量技术研究所）

张鹏程 （中国计量科学研究院）

参加起草人：

潘志刚 （天津市计量技术研究所）

程振来 （天津市计量技术研究所）

宫风顺 （天津市计量技术研究所）

目 录

1 范围	(1)
2 引用文献	(1)
3 概述	(1)
4 计量性能要求	(2)
4.1 压力计的准确度等级和最大允许误差	(2)
4.2 压力校验器密封性	(2)
4.3 活塞承重盘平面对活塞轴线垂直度	(2)
4.4 活塞空载鉴别力	(2)
4.5 活塞转动延续时间	(3)
4.6 活塞下降速度	(3)
4.7 活塞有效面积	(3)
4.8 活塞全负荷鉴别力	(4)
4.9 专用砝码质量的允许误差	(4)
5 通用技术要求	(4)
5.1 外观	(4)
5.2 活塞系统灵活性	(4)
5.3 专用砝码数量及其产生的压力量值	(5)
5.4 电机转速	(5)
6 计量器具控制	(5)
6.1 检定条件	(5)
6.2 检定项目和检定方法	(6)
6.3 检定结果的处理	(9)
6.4 检定周期	(9)
附录 A 温度修正	(10)
附录 B 带平衡液柱活塞式压力真空计检定记录格式	(11)
附录 C 检定证书内页格式	(13)
附录 D 中国各主要城市重力加速度 (g)	(14)

带平衡液柱活塞式压力真空计检定规程

1 范围

本规程适用于测量范围为（-0.1~0.4）MPa 以内的工作基准及一、二等标准带平衡液柱活塞式压力真空计（以下简称压力计）的首次检定和后续检定。

2 引用文献

JJG 727—1991 《工作基准活塞式压力计试行检定规程》

JJG 129—1990 《一等标准活塞式压力计检定规程》

使用本规程时，应注意使用上述引用文献的现行有效版本。

3 概述

压力计主要用于检测多种压力仪器、仪表，也可用于压力或疏空的高准确度测量。

压力计主要由活塞系统、液塔、专用砝码及压力校验器构成，活塞系统和液塔之间用连通管相连接。

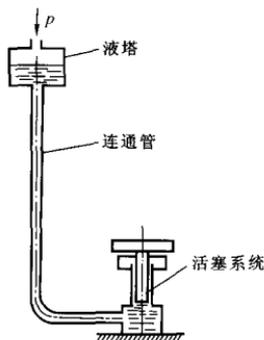


图1 压力计工作原理图

压力计的工作原理如图1所示，当液塔与大气相通，活塞承重盘上没有加放专用砝码时，活塞及其连接件所生产的压力与液塔及连通管内液柱所产生的压力相平衡，其平衡式为：

$$h(\rho_{液} - \rho_{空})g = \frac{W_0}{A_0} \quad (1)$$

式中： h ——活塞下端与液塔内液体自由表面之间的垂直距离，m；

$\rho_{液}$ ——平衡液柱的液体密度， kg/m^3 ；

$\rho_{空}$ ——空气密度， kg/m^3 ；

W_0 ——活塞及其连接零件的重力, N;

A_0 ——活塞有效面积, m^2 ;

g ——测量地点的重力加速度, m/s^2 。

当被测压力 p 作用在液塔内时, 活塞就上升, 而在活塞承重盘上加放专用砝码后, 活塞又回到初始工作位置上, 于是产生新的平衡, 其平衡式为:

$$p + h (\rho_{液} - \rho_{空}) g = \frac{W_0 + W}{A_0} \quad (2)$$

式中: W ——专用砝码的重力, N。

将平衡式 (2) 与平衡式 (1) 相减可得:

$$p = \frac{W}{A_0} \quad (3)$$

由 (3) 式可以看出, 被测压力 p 只与加放的专用砝码的重力及活塞有效面积有关, 而与活塞及其连接件的重力及平衡液柱的液体密度无关, 因此表压力的测量可以从零开始, 这是该压力计的特点。

4 计量性能要求

4.1 压力计的准确度等级和最大允许误差

压力计的准确度等级和最大允许误差见表 1。

表 1

准确度等级	最大允许误差	压力值在测量上限 10% 以下时	压力值在测量上限 10% 以上时	疏空值在 (-0.1 ~ -0.01) MPa
工作基准	$\pm 0.005\%$	测量上限 10% 压力值的 $\pm 0.005\%$	实际测量压力值的 $\pm 0.005\%$	实际测量疏空值的 $\pm 0.005\%$
一等	$\pm 0.02\%$	测量上限 10% 压力值的 $\pm 0.02\%$	实际测量压力值的 $\pm 0.02\%$	实际测量疏空值的 $\pm 0.002\%$
二等	$\pm 0.05\%$	测量上限 10% 压力值的 $\pm 0.05\%$	实际测量压力值的 $\pm 0.05\%$	实际测量疏空值的 $\pm 0.05\%$

4.2 压力校验器密封性

压力校验器密封性试验结果应无可见压力降或疏空降。

4.3 活塞承重盘平面对活塞轴线垂直度

压力计活塞承重盘平面对活塞轴线垂直度: 工作基准、一等标准应不大于 $2'$; 二等标准应不大于 $5'$ 。

4.4 活塞空载鉴别力

压力计活塞空载鉴别力见表 2。

表 2

活塞有效面积标称值/cm ²	活塞空载鉴别力不大于/mg		
	工作基准	一等	二等
1	5	10	—
2.5	—	—	50

4.5 活塞转动延续时间

压力计活塞转动延续时间：工作基准不少于 4 min；一等标准不少于 3 min；二等标准不少于 10 s。

4.6 活塞下降速度

压力计活塞下降速度见表 3。

表 3

活塞有效面积 标称值/cm ²	专用砝码最大 外径/mm	活塞下降速度不大于/(mm/min)					
		首次检定			后续检定		
		工作基准	一等	二等	工作基准	一等	二等
1	140	0.15	0.2	—	0.3	0.5	—
2.5	150	—	—	0.5	—	—	1

4.7 活塞有效面积

4.7.1 起始平衡点复测之差值见表 4。

表 4

准确度等级	起始平衡点压力值/MPa	起始平衡点复测之差值不大于/mg	
		活塞标称面积 1 cm ²	活塞标称面积 2.5 cm ²
工作基准	0.3	15	—
一等	0.3	30	—
二等	0.1	—	125

4.7.2 活塞有效面积平均值的允许范围及数据修约见表 5。

表 5

活塞有效面积 标称值/cm ²	活塞有效面积平均值的允许范围/cm ²		活塞有效面积数据修约/cm ²	
	工作基准、一等	二等	工作基准、一等	二等
1	0.998 00 ~ 1.002 00	—	0.000 01	—
2.5	—	2.495 0 ~ 2.505 0	—	0.000 1

4.7.3 使用两组国家基准活塞系统检定的工作基准活塞有效面积平均值之差的绝对值应不大于 $0.000\ 01\ \text{cm}^2$ 。

4.7.4 活塞有效面积的标准不确定度见表 6。

表 6

活塞有效面积 标称值/ cm^2	活塞有效面积标准不确定度/ cm^2		
	工作基准	一等	二等
1	0.000 01	0.000 03	—
2.5	—	—	0.000 06

4.8 活塞全负荷鉴别力

压力计活塞全负荷鉴别力见表 7。

表 7

活塞有效面积 标称值/ cm^2	活塞全负荷鉴别力不大于/ cm^2		
	工作基准	一等	二等
1	20	30	—
2.5	—	—	100

4.9 专用砝码质量的允许误差

压力计专用砝码、活塞及其连接件质量的最大允许误差：工作基准为 $\pm 0.001\%$ ；一等标准为 $\pm 0.01\%$ ；二等标准为 $\pm 0.02\%$ 。

5 通用技术要求

5.1 外观

5.1.1 压力计的铭牌上应标有仪器名称、型号、编号、准确度等级、测量范围、制造厂名称、制造年月及《制造计量器具许可证》标志。

5.1.2 压力计的活塞筒、活塞承重盘及专用砝码上应标有与铭牌相同的编号。专用砝码上还应标有其产生的压力量值或疏空量值，在疏空量值前应加“-”号。

5.1.3 压力计活塞筒、活塞承重盘及专用砝码表面应有较好的耐磨防锈层。活塞和活塞筒工作面上不应有影响计量性能的锈蚀。专用砝码表面应无砂眼、无锈蚀或其他损伤。

5.1.4 专用砝码凹凸面应正确配合，不得过松或过紧。产生相同压力量值的专用砝码应制成相同形状和尺寸。专用砝码应有质量调整腔，封闭调整腔的螺钉或金属塞不得高于砝码表面。

5.2 活塞系统灵活性

用手转动活塞承重盘时，活塞转动应灵活，并能上下自由地在活塞筒内移动，不得有卡住或卡紧现象。

5.3 专用砝码数量及其产生的压力量值

专用砝码产生的压力量值及数量应与压力计测量范围、压力测量点相适应。整套专用砝码产生的压力量值总和须与压力计测量上限相符。测量疏空的专用砝码连同活塞及其连接件产生的疏空值总和为 -0.1 MPa。

5.4 电机转速

装有驱动活塞转动的电机应按顺时针方向转动，转速范围应为： $(30 \sim 60)$ r/min。

6 计量器具控制

计量器具控制包括首次检定和后续检定。

6.1 检定条件

6.1.1 检定设备

6.1.1.1 基准（标准）器

选用与受检压力计测量范围相适应，比受检压力计高一准确度等级的计量基准（标准）器，作为检定用基准（标准）器。

选用相应准确度等级的天平，选用相应准确度等级的 kg 组、g 组、mg 组标准砝码各两套。

6.1.1.2 其他设备

- a) 专用水平仪：分度值为 $1'$ ；
- b) 百分表：量程为 5 mm 或 10 mm；
- c) 秒表：分度值为 $1/5$ s 或 $1/10$ s；
- d) 精密压力表：测量上限选为受检压力计测量上限的 $(1.5 \sim 1.6)$ 倍，准确度等级为 0.4 级以上；
- e) 精密真空表：准确度等级为 0.4 级以上；
- f) 空气压缩机；
- g) 机械真空泵。

6.1.2 环境条件

6.1.2.1 环境温度

检定工作基准压力计活塞有效面积时，环境温度为： (20 ± 0.5) °C，有条件时可以直接测量活塞系统本身的温度。测量其他项目时，环境温度为： (20 ± 1) °C，温度波动不大于 0.5 °C；

检定一等标准时，环境温度为： (20 ± 1) °C；

检定二等标准时，环境温度为： (20 ± 2) °C；

压力计须在检定室内放置不少于 4 h，并在检定环境温度下放置 2 h 以上，方可进行检定。

6.1.2.2 环境湿度

检定时，检定室内相对湿度应不大于 70% 。

6.1.3 工作介质和传压介质

压力计活塞系统工作介质应符合压力计制造厂指定的工作介质：航空煤油、变压器

油或变压器油与煤油的混合油。航空煤油在 20 ℃时的运动粘度为： $(1.4 \sim 1.8) \text{ mm}^2/\text{s}$ 。变压器油或变压器油与煤油的混合油在 20 ℃时运动粘度为 $(9 \sim 12) \text{ mm}^2/\text{s}$ 、酸值不大于 0.05 KOHmg/g 。检定压力计活塞有效面积时，须用变压器油与煤油的混合油。

液塔的液柱为汞的压力计应使用纯净的汞。

压力计的传压介质为过滤后的压缩空气或纯净氮气。

6.2 检定项目和检定方法

压力计首次检定和后续检定的检定项目和检定方法均相同。

6.2.1 外观检查

用手感和目测的方法进行检查，应符合 5.1 的规定。

6.2.2 压力校验器密封性试验

压力校验器密封性试验应分别进行压力和疏空两状态下的密封性试验。

测量压力状态下的密封性试验：在压力校验器上安装附合 6.1.1.2 要求的精密压力表，关闭通向活塞系统的阀门及通大气的阀门。对首次检定加压至压力计测量上限 1.5 倍，对后续检定加压至压力计测量上限 1.2 倍，然后关闭气源的阀门。保持 5 min 后重新将压力调至试验初始压力，再关闭气源并观察 5 min，从精密压力表上读取的压力量值应符合 4.2 的规定。

测量疏空状态下的密封性试验：在压力校验器上安装精密真空表。然后用机械真空泵进行疏空，使其疏空值达到当地当时大气压力值的 98% 以上，并保持 10 min，观察后 5 min 内精密真空表上疏空量值，此值应符合 4.2 的规定。

6.2.3 活塞承重盘平面对活塞轴线垂直度的测量

将水平仪置于活塞承重盘上，加压使活塞升至工作位置，调整校验器底脚螺钉，使水平仪的气泡处于中间位置。再将水平仪转动 90° （承重盘不动），用同样的方法调整校验器底脚螺钉，使水平仪气泡仍处于中间位置。这样反复进行调整，直至水平仪放在这两个位置上时，气泡均应处于中间位置。

再将水平仪分别放在 0° 和 90° 位置上（ 0° 为第一次放置的任意位置），在每一个位置均将承重盘转动 90° 和 180° ，此时气泡对中间位置的偏离均应符合 4.3 的规定。

6.2.4 活塞空载鉴别力的测量

开启活塞系统通向液塔的阀门及液塔通向大气的阀门。使活塞按顺时针方向转动，并保持 $(30 \sim 60) \text{ r/min}$ 的转速，将活塞在工作位置线上与液塔的液柱达到零点平衡后，在活塞承重盘上加放能破坏平衡的最少砝码，该质量值即为活塞空载鉴别力。活塞空载鉴别力应符合表 2 的规定。

6.2.5 活塞转动延续时间的测量

工作基准、一等标准压力计活塞转动延续时间的测量是在活塞承重盘上加放专用砝码后产生 0.3 MPa 的压力下，加压使活塞升到工作位置上，并使活塞按顺时针方向转动，在 10 s 内达到 $(20 \pm 1) \text{ r/min}$ 的转速时开始计时，直到完全停止的时间间隔为工作基准、一等标准活塞转动延续时间。

二等标准压力计活塞转动延续时间的测量是在活塞承重盘上不加放专用砝码时，将活塞升到工作位置上，并使活塞以最大转速按顺时针方向转动，直到完全停止的时间间

隔为二等标准活塞转动延续时间。

活塞转动延续时间须测量(2~3)次,取其平均值且至少有两次测量结果符合4.5的规定。

6.2.6 活塞下降速度的测量

在测量活塞下降速度之前,须排除压力计内腔空气,并应分别测量压力和疏空两状态下的下降速度。测量压力状态的下降速度时,活塞筒侧孔要封闭住;测量疏空状态的下降速度时,活塞筒侧孔通大气。两状态下降速度的测量均应在活塞承重盘上加放能产生压力计测量上限压力的专用砝码,加压使活塞升至工作位置后,随即关闭通向液塔的阀门。在专用砝码平面中心上方放置百分表,将百分表测头垂直并高于专用砝码平面中心(3~5)mm,使活塞按顺时针方向转动,并保持(30~60)r/min的转速(备有电机的,可开启电机)。测量时,从百分表上观察活塞下降距离,同时用秒表计时,共测量三次,每次测量的时间不少于30s。并分别计算出活塞下降速度,其最大值应符合表3的规定。

6.2.7 活塞有效面积的测量

6.2.7.1 将受检活塞系统安装在高一准确度等级的活塞压力计上,排除两活塞系统内空气,并调好两活塞系统垂直度。用液压静力平衡法进行比较测量。

6.2.7.2 为消除两活塞下端不在同一水平面而产生的误差,采用起始平衡法分别测量受检压力计压力和疏空两状态下的活塞有效面积。先将活塞筒侧孔封闭住,测量压力状态下的活塞有效面积,再将活塞筒侧孔通大气,测量疏空状态下的活塞有效面积。起始平衡后,应均匀地进行升压、降压测量。每一升压、降压为一次循环。起始平衡点压力值、测量点压力值及循环次数应符合表8的规定。

表 8

准确度等级	起始平衡点压力值/MPa	测量点压力值/MPa	循环次数
工作基准	0.3	0.4, 0.5, 0.6	2
一等标准	0.3	0.4, 0.5, 0.6	1
二等标准	0.1	0.15, 0.2, 0.25	1

6.2.7.3 在测量过程中,两活塞均应保持在起始平衡点的工作位置上,且均以(30~60)r/min转速按顺时针方向转动。若不平衡,则在上升活塞上加放小砝码,直到平衡为止。确定两活塞是否平衡,应观察其在工作位置上是否保持不变或两个活塞以同样不显著的速度下降。测量结束后,须对起始平衡点进行复测,测量前后所加小砝码质量之差值应符合表4的规定,否则要重新进行测量。

6.2.7.4 活塞有效面积计算与相关要求

a) 活塞有效面积单独值按下式计算:

$$A_i' = A \frac{m_i' + \Delta m_i'}{m_i + \Delta m_i} \quad (4)$$

式中: A_i' ——受检压力计在第*i*个压力(或疏空)测量点上活塞有效面积单独值,

cm²;

A——比受检压力计高一准确度等级压力计活塞有效面积, cm²;

$m_i' + \Delta m_i'$ ——起始平衡后, 分别加放在受检活塞第 i 个测量点上的专用砝码和小砝码的质量, kg;

$m_i + \Delta m_i$ ——起始平衡后, 分别加放在比受检压力计高一准确度等级活塞第 i 个测量点上的专用砝码和小砝码的质量, kg。

b) 将工作基准压力计活塞有效面积, 按下式换算到温度为 20 °C 的活塞有效面积:

$$A'_{(20)i} = A' (1 + \phi_i) \quad (5)$$

$$\phi_i = (\alpha_{01} + \alpha_{02}) (t_0 - 20) - (\alpha_1 + \alpha_2) (t - 20) \quad (6)$$

式中: $A'_{(20)i}$ ——压力计在 20 °C 的活塞有效面积, cm²;

α_{01} , α_{02} , α_1 , α_2 ——分别为国家基准活塞式压力计与工作基准压力计的活塞、活塞筒材料线膨胀系数, °C⁻¹;

t_0 , t ——分别为国家基准活塞式压力计与工作基准压力计活塞系统的实测温度, °C。

c) 活塞有效面积平均值按下式计算:

$$A' = \frac{\sum A'_{(20)i}}{n} \quad (7)$$

式中: A' ——活塞有效面积平均值, cm²;

n ——测量次数。

d) 工作基准压力计活塞有效面积应取用两套国家基准活塞系统分别检定的结果之平均值。两个活塞有效面积平均值之差的绝对值应符合 4.7.3 的规定。

e) 压力计活塞有效面积平均值的允许范围及数据修约应符合表 5 的规定。

6.2.7.5 活塞有效面积的标准不确定度按下列公式计算:

a) 受检压力计活塞有效面积与比受检压力计高一准确度等级压力计活塞有效面积之比值为 l_i 为

$$l_i = \frac{A'_i}{A} \quad (8)$$

b) l_i 的最佳估计值 L 为

$$L = \frac{\sum l_i}{n} \quad (9)$$

c) 用贝塞尔公式求得单次测量的标准差 $s(l_i)$ 为

$$s(l_i) = \sqrt{\frac{\sum (l_i - L)^2}{n - 1}} \quad (10)$$

d) L 由测量重复性导致的标准不确定度 $u(L)$ 为

$$u(L) = s(L) = \frac{s(l_i)}{\sqrt{n}} \quad (11)$$

e) 由测量重复性引起 A' 的标准不确定度 $u(A')$ 为

$$u(A') = A \times u(L) \quad (12)$$

6.2.7.6 压力计活塞有效面积的标准不确定度应符合表 6 的规定。

6.2.8 活塞全负荷鉴别力的测量

活塞全负荷鉴别力的测量是在测量活塞有效面积时，在受检压力计测量上限压力下，当两活塞达到平衡后，在受检活塞上加放能破坏两活塞平衡的最少砝码，其质量值即为受检压力计活塞全负荷鉴别力。活塞全负荷鉴别力应符合表 7 的规定。

6.2.9 专用砝码、活塞及其连接件质量的检定和计算

6.2.9.1 测量压力时的专用砝码质量应按产生的压力、活塞有效面积、使用地点的重力加速度及空气浮力进行计算。其质量值按下式计算：

$$m = pA' \frac{1}{g} \left(1 + \frac{\rho_a}{\rho_m} - k \right) \quad (13)$$

式中： m ——专用砝码质量，kg；

p ——产生的压力值，Pa；

A' ——测量压力时活塞有效面积， m^2 ；

g ——使用地点的重力加速度， m/s^2 ；

ρ_a ——空气密度， kg/m^3 ；

ρ_m ——专用砝码材料密度， kg/m^3 ；

k ——系数。在活塞空载平衡零点后，由于压力的增加，使导管中空气密度值增大而造成的差压与所加压力之比。

当液塔高度为（1 250 ~ 1 300）mm 时， $k \approx 0.000 15$

当液塔高度为（950 ~ 1 000）mm 时， $k \approx 0.000 11$

当液塔高度为（650 ~ 700）mm 时， $k \approx 0.000 08$

6.2.9.2 测量疏空时的专用砝码、活塞及其连接件质量按下式计算：

$$m = pA' \frac{1}{g} \left(1 + \frac{\rho_a}{\rho_m} \right) \quad (14)$$

式中： m ——专用砝码、活塞及其连接件质量，kg；

p ——产生的疏空值，Pa；

A' ——测量疏空时活塞有效面积， m^2 ；

ρ_m ——专用砝码、活塞及其连接件材料密度， kg/m^3 。

6.2.9.3 专用砝码、活塞及其连接件质量应按照有关的国家计量检定规程进行检定。其质量的称量值与计算值之差应符合 4.9 的规定。

6.3 检定结果的处理

经检定符合本规程规定和要求的压力计发给检定证书，检定证书的内页格式见附录 C。

经检定不符合本规程规定和要求的压力计发给检定结果通知书，并注明不合格项目及内容。

6.4 检定周期

首次检定后的第一个检定周期一般不超过 1 年，其后的后续检定周期一般不超过 2 年。

附录 A

温度修正

检定测试时，如不是规定要求的温度 20 ℃，则应对仪器进行温度测量，并进行活塞有效面积修正。

- (1) 当基准器与受检压力计同一温度时，则

$$\Delta A = A' [(\alpha_{01} + \alpha_{02}) - (\alpha_1 + \alpha_2)](t - 20)$$

- (2) 当基准器与受检压力计两者的活塞、活塞筒使用相同材料，但各自温度不同时，则

$$\Delta A = A' [(\alpha_1 + \alpha_2)(t_1 - t_2)]$$

- (3) 当基准器与受检压力计两者材料不同，温度也不相同时，则

$$\Delta A = A' [(\alpha_{01} + \alpha_{02})(t_0 - 20) - (\alpha_1 + \alpha_2)(t - 20)]$$

活塞、活塞筒材料的线膨胀系数：

合金钢： $1.2 \times 10^{-5} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$

铜合金： $1.9 \times 10^{-5} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$

碳化钨： $4.5 \times 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$

- (4) 使用工作基准活塞式压力计检定一等标准活塞式压力计的活塞有效面积，两者活塞及活塞筒的材料基本相同，则检定时的环境温度为 $(20 \pm 1) \text{ } ^\circ\text{C}$ ，测试压力时温度为 $(20 \pm 0.5) \text{ } ^\circ\text{C}$ 。

附录 B

带平衡液柱活塞式压力真空计检定记录格式

受检单位：_____ 测量范围：_____ MPa

制造厂：_____ 证书编号：_____

检定日期：_____ 检定时室温：_____ °C

工作介质：_____ 受检器号：_____

一、外观检查：_____

二、校验器密封性：_____

三、活塞承重盘平面对活塞轴线垂直度：_____

四、活塞转动延续时间：① _____ min _____ s ② _____ min _____ s ③ _____ min _____ s

平均值：_____ min _____ s

五、活塞下降速度：① _____ mm/min ② _____ mm/min ③ _____ mm/min

最大值：_____ mm/min

$$L = \frac{\sum l_i}{n} =$$

$$\sum (l_i - L)^2 =$$

$$s(l_i) = \sqrt{\frac{\sum (l_i - L)^2}{n - 1}} =$$

$$u(l) = s(L) = \frac{s(l_i)}{\sqrt{n}} =$$

$$u(A') = Au(l) =$$

受检活塞有效面积：

$$A' = A \frac{\sum l_i}{n} =$$

活塞及其连接零件质量：m =

专用砝码质量：

$$g = \quad \text{m/s}^2 \quad (\quad)$$

产生的压力/MPa	砝码质量及允许误差 /kg	数量/个

基准器号：_____ 基准器活塞有效面积： $A =$ _____ cm^2

活塞空载鉴别力：_____ mg 活塞全负荷鉴别力：_____ mg

	产生的压力 /MPa	受 检 器			基 准 器			$\frac{\Delta m'_i + m'_i}{\Delta m_i + m_i} = l_i$	$l_i - L$	$(l_i - L)^2$
		$\Delta m'_i$	m'_i	$(\Delta m'_i + m'_i)$ /kg	Δm_i	m_i	$(\Delta m_i + m_i)$ /kg			
平衡										
1										
2										
3										
4										
5										
6										
7										
8										
9										
10										

检定：_____ 计算：_____

核验：_____ 检定结果：_____

附录 C

检定证书内页格式

允许误差： ± _____

活塞有效面积： _____ cm^2

活塞及其连接件的质量： _____ kg

活塞下降速度： _____ mm/min

活塞转动延续时间： _____ min _____ s

活塞空载鉴别力： _____ mg

检定时室内温度： _____ $^{\circ}\text{C}$

工作介质： _____ 油

仪器使用地点重力加速度： $g =$ _____ m/s^2 (_____)

专 用 砝 码

序号	专用砝码产生的压力/MPa	砝码质量及允许误差/kg	数量/个
1			
2			
3			
4			
5			

备注：

附录 D

中国各主要城市重力加速度 (g)

序 号	地 点	g l (m/s^2)	$\frac{1}{g} \left(1 + \frac{\rho_s}{\rho_{水}} \right)$	$\frac{1}{g} \left(1 + \frac{\rho_s}{\rho_{水}} \right)$
1	北 京	9.801 5	0.102 041	0.102 070
2	上 海	9.794 6	0.102 113	0.102 142
3	天 津	9.801 1	0.102 045	0.102 075
4	广 州	9.788 3	0.102 179	0.102 208
5	南 京	9.794 9	0.102 110	0.102 139
6	西 安	9.794 4	0.102 115	0.102 144
7	太 原	9.797 0	0.102 088	0.102 117
8	青 岛	9.798 5	0.102 072	0.102 102
9	沈 阳	9.803 5	0.102 020	0.102 050
10	重 庆	9.791 4	0.102 146	0.102 176
11	济 南	9.798 8	0.102 069	0.102 099
12	郑 州	9.796 6	0.102 092	0.102 122
13	成 都	9.791 3	0.102 147	0.102 177
14	大 连	9.801 1	0.102 045	0.102 075
15	长 春	9.804 8	0.102 007	0.102 036
16	昆 明	9.783 6	0.102 228	0.102 257
17	吉 林	9.804 8	0.102 007	0.102 036
18	南 宁	9.787 7	0.102 185	0.102 214
19	武 汉	9.793 6	0.102 123	0.102 153
20	杭 州	9.793 6	0.102 123	0.102 153
21	哈 尔 滨	9.806 6	0.102 988	0.102 017
22	开 封	9.796 6	0.102 092	0.102 122
23	兰 州	9.792 6	0.102 134	0.102 163
24	延 安	9.795 5	0.102 103	0.102 133
25	洛 阳	9.796 1	0.102 097	0.102 127
26	合 肥	9.794 7	0.102 112	0.102 141
27	张 家 口	9.800 0	0.102 057	0.102 086
28	大 同	9.798 4	0.102 073	0.102 103
29	锦 州	9.802 7	0.102 028	0.102 058
30	承 德	9.801 7	0.102 039	0.102 068
31	石 家 庄	9.799 7	0.102 060	0.102 089
32	保 定	9.800 3	0.102 053	0.102 083
33	徐 州	9.796 7	0.102 091	0.102 121
34	唐 山	9.801 6	0.102 040	0.102 069
35	拉 萨	9.779 9	0.102 266	0.102 296
36	包 头	9.798 6	0.102 071	0.102 101

续表

序号	地点	g / (m/s ²)	$\frac{1}{g} \left(1 + \frac{\rho_a}{\rho_m} \right)$	$\frac{1}{g} \left(1 + \frac{\rho_a}{\rho_m} \right)$
37	乌兰里哈	9.799 4	0.102 063	0.102 092
38	浦 口	9.795 1	0.102 108	0.102 137
39	蚌 埠	9.795 4	0.102 104	0.102 134
40	海 拉 尔	9.808 1	0.101 972	0.102 002
41	南 昌	9.792 0	0.102 140	0.102 170
42	长 沙	9.791 5	0.102 145	0.102 175
43	柳 州	9.788 5	0.102 176	0.102 206
44	惠 阳	9.788 2	0.102 180	0.102 209
45	海 口	9.786 3	0.102 199	0.102 229
46	衡 阳	9.790 7	0.102 153	0.102 183
47	西 宁	9.791 1	0.102 149	0.102 179
48	哈 密	9.800 6	0.102 050	0.102 080
49	乌鲁木齐	9.801 5	0.102 041	0.102 070
50	乌兰浩特	9.806 6	0.101 988	0.102 017
51	佳 木 斯	9.807 9	0.101 974	0.102 004
52	宝 鸡	9.793 3	0.102 126	0.102 156
53	牡 丹 江	9.805 1	0.102 003	0.102 033
54	吐 鲁 番	9.802 4	0.102 032	0.102 061
55	安 庆	9.793 6	0.102 123	0.102 153
56	九 江	9.792 8	0.102 132	0.102 161
57	宜 昌	9.793 3	0.102 126	0.102 156
58	芜 湖	9.794 4	0.102 115	0.102 144
59	潼 关	9.795 1	0.102 108	0.102 137
60	汉 口	9.793 6	0.102 123	0.102 153
61	贵 阳	9.786 8	0.102 194	0.102 224
62	齐齐哈尔	9.808 0	0.101 973	0.102 003
63	山 海 关	9.801 8	0.102 038	0.102 067
64	德 州	9.799 5	0.102 062	0.102 091
65	丹 东	9.801 9	0.102 037	0.102 066
66	阜 新	9.803 2	0.102 023	0.102 053
67	福 州	9.789 1	0.102 170	0.102 200
68	银 川	9.796 1	0.102 097	0.102 127

注：本表未列地区的重力加速度值，可用下面公式算出：

$$g_{sp} = \frac{9.806\ 65 \times (1 - 0.002\ 65 \times \cos^2 \phi)}{1 + \frac{2h}{R}}$$

式中： R ——地球半径，约为 $6\ 371 \times 10^3$ m； h ——测量地点的海拔高度； ϕ ——测量地点的纬度。