



中华人民共和国国家计量检定规程

JJG 241—2002

精密杯形和 U 形液体压力计

Precision Liquid Manometer for Cistern and U-tube

2002 - 09 - 13 发布

2003 - 03 - 13 实施

国家质量监督检验检疫总局 发布

精密杯形和 U 形 液体压力计检定规程

Verification Regulation of Precision
Liquid Manometer for Cistern and U - tube

JJG 241—2002
代替 JJG241—1981

本规程经国家质量监督检验检疫总局于 2002 年 09 月 13 日批准，并自 2003 年 03 月 13 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
河南省计量测试研究所

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：

刘景利 （天津市计量技术研究所）

杜书利 （河南省计量测试研究所）

参加起草人：

孙晓全 （河南省计量测试研究所）

目 录

1 范围	(1)
2 概述	(1)
3 计量性能要求	(1)
3.1 测量范围、分度值与准确度等级	(1)
3.2 零位误差	(2)
3.3 准确度等级及示值最大允许误差	(2)
3.4 密封性	(2)
3.5 耐压强度	(2)
4 通用技术要求	(2)
4.1 标识	(2)
4.2 外观要求	(2)
5 计量器具控制	(3)
5.1 检定条件	(3)
5.2 检定项目	(3)
5.3 检定方法	(3)
5.4 检定结果处理	(5)
5.5 检定周期	(5)
附录 A 精密杯形和 U 形杯液体压力计记录	(6)
附录 B 中国各主要城市重力加速度数值表	(7)
附录 C 空气密度与大气压力和环境温度换算系数表	(8)
附录 D 1990 年国际温标纯水密度表	(9)

精密杯形和 U 形液体压力计检定规程

1 范围

本规程适用于以蒸馏水为工作介质的精密杯形和 U 形液体压力计（简称压力计）首次检定、后续检定和使用中检验。

2 概述

压力计是利用流体静力学原理制造。其结构形式为连通器（见图 1、图 2）。

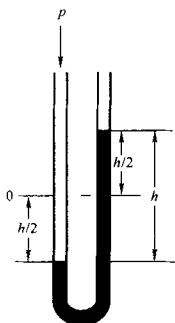


图 1 U 形仪器

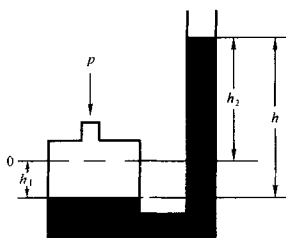


图 2 杯形仪器

由于液体在常压下可流动而不可压缩的特性，当被测压力作用于压力计某一端液面时，使液体产生流动，造成连通器内两端液面的位置发生改变。当两液面间的液柱差产生的压力与被测压力相等时液体停止流动。利用下式可计算出被测压力：

$$p = \rho gh \quad (1)$$

式中： p ——被测压力值，Pa；
 ρ ——工作介质密度， kg/m^3 ；
 g ——测试地点重力加速度， m/s^2 ；
 h ——液面高度差，m。

压力计主要用途：作为计量标准进行量值传递；也可对正压、负压、差压进行精密测量。

3 计量性能要求

3.1 测量范围、分度值与准确度等级

测量范围、分度值与准确度等级应符合表 1 的规定。

表 1

准确度等级	分度值/mm	测量范围/kPa
0.05, 0.2, 0.4	0.2, 0.5, 1	(0~4) ~ (0~6) (-2~2) ~ (-8~8)

3.2 零位误差

零位对准误差和回复误差应符合表 2 的规定。

表 2

准确度等级	零位误差允许值/mm	
	量程: $\leq 8\text{kPa}$	量程: $> 8\text{kPa}$
0.05	± 0.1	± 0.2
0.2	± 0.2	± 0.4
0.4	± 0.3	± 0.6

3.3 准确度等级及示值最大允许误差

准确度等级及示值最大允许误差应符合表 3 的规定。

表 3

准确度等级	最大允许误差 (量程的百分数)
0.05	± 0.05
0.2	± 0.2
0.4	± 0.4

3.4 密封性

在测量上限压力或疏空值条件下, 压力计示值无变化。

3.5 耐压强度

在 1.5 倍测量上限压力下, 压力计无泄漏和损坏。

4 通用技术要求

4.1 标识

压力计标识应齐全, 包括: 名称、型号、器号、准确度等级、测量范围、出厂日期、制造厂名和《制造计量器具许可证》标志。

4.2 外观要求

4.2.1 压力计可见部分应无明显的瑕疵、划痕及影响计量性能的缺陷。

4.2.2 压力计标尺标度单位为“mm”, 压力计的标尺镀层应牢固, 板面要平直, 分度均匀, 刻线、数字、标度单位“mm”应清晰。

4.2.3 压力计应有水平指示装置和水平调节装置。

4.2.4 零位调节机构应灵活可靠。

5 计量器具控制

5.1 检定条件

5.1.1 检定用标准器选用原则：

标准器与压力计最大允许误差的绝对值的比值：0.05 级不大于 1/2；0.2 级、0.4 级不大于 1/3。根据压力计测量范围不同，可选用工作基准或标准气体活塞式压力计、浮球压力计和液体压力计等。

5.1.2 其他设备：

气源：（-40~40）kPa，连续可调；

温度计：（0~50）℃，分度值为 0.1℃；

精密压力表：（0~40）kPa，0.4 级；

气压表或气压计。

5.1.3 环境条件：

检定温度：0.05 级为（20±2）℃，温度波动不大于 0.5℃；

0.2 级、0.4 级为（20±5）℃，温度波动不大于 1℃；

环境湿度：不大于 80% RH；

大气压力范围：（86~106）kPa；

周围不能有影响读数的振动。

5.2 检定项目

检定项目见表 4。

表 4

项 目 类 别	1	2	3	4	5
	外观	密封性	零位误差	示值误差	耐压强度
首次检定	+	+	+	+	+
后续检定	+	+	+	+	-
使用中检验	+	+	+	-	-
注：表中“+”表示应检定；“-”表示可不检定。					

5.3 检定方法

5.3.1 外观检查：

目测进行，应符合 4 的规定。

5.3.2 密封性检查：

对压力计施加测量上限压力值或疏空值，关闭加压（疏空）管道阀门。保持 10min，观察后 5min 的示值变化情况。其结果应符合 3.4 的规定。

5.3.3 耐压强度试验：

在未灌注工作介质的条件下,用四通接管将压力计两端、精密压力表和气源连在一起,对压力计进行均匀缓慢加压,当压力达 1.5 倍上限压力时,观察 5min,精密压力表的示值应无变化,符合 3.5 的规定。

5.3.4 示值检定:

5.3.4.1 检定前的准备:

- 压力计检定前必须在检定环境条件下放置 2h;
- 对压力计水平装置进行调整,使圆形水准仪气泡处于中心位置;
- 压力计灌注工作介质后,进行反复加压、降压操作,浸润测量管,排除介质内的空气;
- 调节零位后稳定 60s,零位对准误差应符合表 2 的要求;
- 在测压范围内标准器测压点与压力计测压面高度差不大于 500mm,减少传压气柱对检定结果的影响。
- 检定装置与压力计连接示意图见图 3。

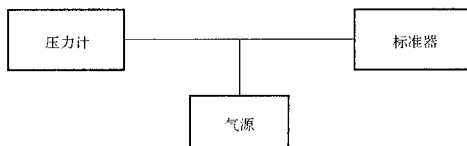


图 3 检定装置与压力计连接示意图

5.3.4.2 示值检定及结果计算:

检定点的选择:以标有数字的刻线附近为检定点,检定点的数量不少于 5 点且均匀分布在全量程范围。

检定时,由零点逐渐加压到各检定点,直至测量上限。在每个检定点稳压 20s 后,分别读取和记录标准器和压力计的示值;然后用同样的方法进行降压检定至零位。稳定 60s 后记录零位恢复误差值,应符合表 2 的要求。

0.05 级压力计进行正反行程两次检定;0.2 级、0.4 级压力计进行正反行程一次检定。

同时用作疏空的压力计,要进行疏空检定。

压力值的计算与修正按下式进行:

$$p = \rho g h (1 - \rho_a / \rho) \times 10^{-3} \quad (2)$$

式中: p ——压力示值, Pa;

h ——液面高度差, mm;

g ——检定地点重力加速度, m/s^2 ; (见附录 B)

ρ ——检定条件下工作介质的密度, kg/m^3 ; (见附录 D)

ρ_a ——检定条件下空气的密度, kg/m^3 。

$$\rho_a = C_0 H_0 \times 10^{-2}$$

式中： C_0 ——空气密度与大气压力环境温度换算系数；（见附录 C）

H_0 ——检定条件下大气压力值，kPa。

示值误差的计算：

按公式（3）计算各检定点的基本误差，且计算结果均应符合 3.3 的规定。

$$\delta = (p_i - p_{i0}) / p \times 100\% \quad (3)$$

式中： p_i ——第 i 个检定点的压力值，Pa；

p_{i0} ——第 i 个检定点的标准压力值，Pa；

p ——压力计量程，Pa。

5.3.5 精密杯形压力计标尺刻度未作容器截面比值修正的，还须对各检定点的示值读数进行修正，修正公式如下：

$$h = h_2 (1 + k) \quad (4)$$

式中： h ——修正后的液面高度差，mm；

h_2 ——示值管读数，mm；（见图 2）

k ——示值管与杯形容器截面积的比值。

5.4 检定结果处理

经检定合格的压力计发给检定证书；经检定不合格的压力计，出具检定结果通知书，并注明不合格原因。

5.5 检定周期

压力计检定周期应根据具体使用情况确定，最长不超过 2 年。

附录 A

精密杯形和 U 形杯液体压力计记录

归档顺序号

送检仪器名称:						型号:		器号:		
测量范围:						Pa		准确度等级:		
生产单位:						出厂日期:				
送检单位:						联系人:		联系电话:		
送检单位地址:										
标准器名称:						测量范围: kPa				
准确度等级:						检定证书编号:				
环境温度: °C		温度波动: °C		环境湿度: % RH		大气压力: kPa				
检定结果 (* 项使用 5.3.5 条检定时填写)										
外观检查:		密封性:		零位对准误差: mm		零位恢复误差: mm				
耐压强度:						* 标尺证书编号:				
* 杯型压力计容器截面面积比值:										
示值最大允许误差: Pa										
标准值		压力计示值								最大示值误差 /Pa
		升压		降压		升压		降压		
示值 /mm	压力 /Pa	示值 /mm	压力 /Pa	示值 /mm	压力 /Pa	示值 /mm	压力 /Pa	示值 /mm	压力 /Pa	
检定结论:						证书编号:				

检定员:

日期:

核验员:

日期:

附录 B

中国各主要城市重力加速度数值表

 m/s^2

序号	城市	重力加速度	序号	城市	重力加速度
1	北京	9.8015	35	拉萨	9.7799
2	上海	9.7946	36	包头	9.7986
3	天津	9.8011	37	乌兰里哈	9.7994
4	广州	9.7883	38	浦口	9.7951
5	南京	9.7949	39	蚌埠	9.7954
6	西安	9.7944	40	海拉尔	9.8081
7	太原	9.7970	41	南昌	9.7920
8	青岛	9.7985	42	长沙	9.7915
9	沈阳	9.8035	43	柳州	9.7885
10	重庆	9.7914	44	惠阳	9.7882
11	济南	9.7988	45	海口	9.7863
12	郑州	9.7966	46	衡阳	9.7907
13	成都	9.7913	47	西宁	9.7911
14	大连	9.8011	48	哈密	9.8006
15	长春	9.8048	49	乌鲁木齐	9.8015
16	昆明	9.7836	50	乌兰浩特	9.8066
17	吉林	9.8048	51	佳木斯	9.8079
18	南宁	9.7877	52	宝鸡	9.7933
19	武汉	9.7936	53	牡丹江	9.8051
20	杭州	9.7936	54	吐鲁番	9.8024
21	哈尔滨	9.8066	55	安庆	9.7936
22	开封	9.7966	56	九江	9.7928
23	兰州	9.7926	57	宜昌	9.7933
24	延安	9.7955	58	芜湖	9.7944
25	洛阳	9.7961	59	潼关	9.7951
26	合肥	9.7947	60	汉口	9.7936
27	张家口	9.8000	61	贵阳	9.7868
28	大同	9.7984	62	齐齐哈尔	9.8018
29	锦州	9.8027	63	山海关	9.8018
30	承德	9.8017	64	德州	9.7995
31	石家庄	9.7997	65	丹东	9.8019
32	保定	9.8003	66	阜新	9.8032
33	徐州	9.7967	67	福州	9.7891
34	唐山	9.8016			

附录 C

空气密度与大气压力和环境温度换算系数表

 $\text{m}^{-2} \cdot \text{s}^2$

温度/℃	C_0		温度/℃	C_0	
	0	0.5		0	0.5
10	1.2303	1.2282	21	1.1843	1.1823
11	1.2260	1.2238	22	1.1803	1.1783
12	1.2217	1.2196	23	1.1763	1.1743
13	1.2174	1.2153	24	1.1724	1.1704
14	1.2132	1.2111	25	1.1684	1.1665
15	1.2090	1.2069	26	1.1645	1.1626
16	1.2048	1.2027	27	1.1606	1.1587
17	1.2006	1.1986	28	1.1568	1.1549
18	1.1965	1.1945	29	1.1530	1.1511
19	1.1924	1.1904	30	1.1492	
20	1.1884	1.1863			

附录 D

1990 年国际温标纯水密度表

kg/m³

$t_{90}/^{\circ}\text{C}$	0.0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9
10	999.699	999.691	999.682	999.672	999.663	999.654	999.644	999.634	999.625	999.615
11	999.605	999.595	999.584	999.574	999.563	999.553	999.542	999.531	999.520	999.508
12	999.497	999.486	999.474	999.462	999.450	999.439	999.426	999.414	999.402	999.389
13	999.377	999.384	999.351	999.338	999.325	999.312	999.299	999.285	999.271	999.258
14	999.244	999.230	999.216	999.202	999.187	999.173	999.158	999.144	999.129	999.114
15	999.099	999.084	999.069	999.053	999.038	999.022	999.006	998.991	998.975	998.959
16	998.943	998.926	998.910	998.893	998.876	998.860	998.843	998.826	998.809	998.792
17	998.774	998.757	998.739	998.722	998.704	998.686	998.668	998.650	998.632	998.613
18	998.595	998.576	998.557	998.539	998.520	998.501	998.482	998.463	998.443	998.424
19	998.404	998.385	998.365	998.345	998.325	998.305	998.285	998.265	998.244	998.224
20	998.203	998.182	998.162	998.141	998.120	998.099	998.077	998.056	998.035	998.013
21	997.991	997.970	997.948	997.926	997.904	997.882	997.859	997.837	997.815	997.792
22	997.769	997.747	997.724	997.701	997.678	997.655	997.631	997.608	997.584	997.561
23	997.537	997.513	997.490	997.466	997.442	997.417	997.393	997.396	997.344	997.320
24	997.295	997.270	997.246	997.221	997.195	997.170	997.145	997.120	997.094	997.069
25	997.043	997.018	996.992	996.966	996.940	996.914	996.888	996.861	996.835	996.809
26	996.782	996.755	996.729	996.702	996.675	996.648	996.621	996.594	996.566	996.539
27	996.511	996.484	996.456	996.428	996.401	996.373	996.344	996.316	996.288	996.260
28	996.231	996.203	996.174	996.146	996.117	996.088	996.059	996.030	996.001	995.972
29	995.943	995.913	995.884	995.854	995.825	995.795	995.765	995.753	995.705	995.675
30	995.645	995.615	995.584	995.554	995.523	995.493	995.462	995.431	995.401	995.370