



中华人民共和国国家计量检定规程

JJG 171—2004

液体相对密度天平

Relative Density Balance for Liquid

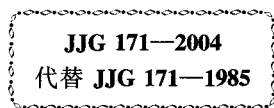
2004 - 06 - 04 发布

2004 - 12 - 01 实施

国家质量监督检验检疫总局 发布

液体相对密度天平检定规程

**Verification Regulation of
Relative Density Balance for Liquid**



本规程经国家质量监督检验检疫总局于 2004 年 06 月 04 日批准，并自 2004 年 12 月 01 日起施行。

归口单位： 全国质量密度计量技术委员会

主要起草单位： 上海市计量测试技术研究院
中国计量科学研究院

参加起草单位： 上海精密科学仪器有限公司（天平仪器厂）

本规程委托全国质量密度计量技术委员会负责解释

本规程主要起草人：

王 健 （上海市计量测试技术研究院）

丁京安 （中国计量科学研究院）

参加起草人：

张 翊 （上海市计量测试技术研究院）

董 莉 （上海精密科学仪器有限公司）（天平仪器厂）

目 录

1 范围	(1)
2 引用文献	(1)
3 术语和计量单位	(1)
4 概述	(1)
4.1 原理	(1)
4.2 用途	(2)
4.3 结构示意图	(2)
4.4 基本配置要求	(2)
5 计量性能要求	(2)
6 通用技术要求	(3)
7 计量器具控制	(4)
7.1 检定项目	(4)
7.2 检定条件	(4)
7.3 检定方法	(5)
7.4 检定结果的处理	(7)
7.5 检定周期	(7)
附录 A 各温度下蒸馏水相对密度对照表	(8)
附录 B 液体相对密度天平检定证书内页格式	(9)
附录 C 液体相对密度天平检定结果通知书内页格式	(10)
附录 D 液体相对密度天平检定记录表格	(11)

液体相对密度天平检定规程

1 范围

本规程适用于液体相对密度不超过 2.0000 的机械式液体相对密度天平的首次检定、后续检定和使用中的检验。

2 引用文献

本规程引用下列文献

JJG 98—1990《非自动天平》试行检定规程

JJG 99—1990《砝码》试行检定规程

JJF 1001—1998《通用计量术语及定义》

OIML R76 《非自动衡器》国际建议

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 术语和计量单位

3.1 专用砝码 (special purpose weight)

专门检定液体相对密度天平所配置的砝码。其中包括钩码、骑码，单位：g，mg。

1) 顶部带有钩型的砝码称为钩码，其质量值为 15g。

2) 能放置和移动于横梁槽口上的砝码称为骑码。

3.2 整套测锤 (weight system)

由相对固定体积和质量的测锤、双钩码及悬线金属丝所组成。单位：g。

测锤由相对固定体积和质量的玻璃棒构成。在 20℃ 时测锤体积为 5cm³。

3.3 横梁槽口 (channel beam)

天平横梁上均匀分布 10 个 V 形凹槽，专门放置各种定量骑码。

3.4 横梁分度的间距 (space of beam graduation)

横梁分度尺上两个相邻的槽口中心距。

3.5 相对密度 (relative density)

在给定条件下，液体密度 ρ 在温度 t 时与蒸馏水在温度 20℃ 下之比，称为“相对密度”。符号： d_{20}^t ，其表达式为 $d_{20}^t = \frac{\rho}{\rho_{20}}$ 。

本规程中液体相对密度的表示形式为 d_{20}^{20} 。

4 概述

4.1 原理

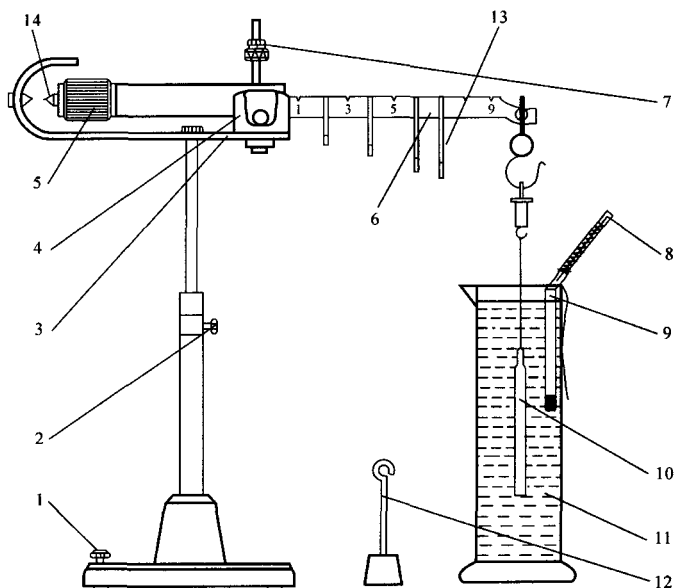
液体相对密度天平利用了阿基米德定律和杠杆原理，是用一标准测锤浸没于液体中获得浮力而使横梁失去平衡，然后在横梁的 V 形槽里放置各种定量骑码，使横梁恢复

平衡，即能正确测出该液体的相对密度值。

4.2 用途

液体相对密度天平是用于医疗、化工、科学研究等部门的实验室测定液体相对密度的计量仪器。

4.3 结构示意图



1—水平调整脚；2—支柱紧固螺丝；3—托架；4—玛瑙刀座；5—平衡调节器；6—横梁；7—重心砣；
8—弯头温度计；9—温度表夹；10—测锤；11—玻璃量筒；12—15g 钩码；13—骑码；14—指针

图1 液体相对密度天平结构

4.4 基本配置要求

整套液体相对密度天平由天平横梁、立柱支架、整套的测锤、温度计、量筒等组成。天平上应配置专用砝码一套。

5 计量性能要求

天平计量性能应能达到表1所规定的要求。

表1 天平计量性能

天平计量性能	最大允许误差
整套测锤与15g 钩码的质量差值	$\pm 1\text{mg}$

表 1 (续)

天平计量性能	最大允许误差		
天平灵敏度	测锤在蒸馏水中平衡时, 将 5mg 骑码挂到天平挂钩后, 指针静止点偏离不小于 1mm		
测锤的体积所引起的相对密度误差	± 0.0004		
横梁分度的间距差所引起相对密度误差	± 0.0004		
天平重复性所引起的相对密度误差	± 0.0003		
天平总的相对密度误差	首次检定	后续检定	使用中检验
	± 0.0008	± 0.001	± 0.001

注: 天平总的相对密度误差系指测锤体积、横梁分度的间距差、天平的重复性所引起的相对密度误差三项代数之和。

6 通用技术要求

6.1 外观及标志

6.1.1 外观

液体相对密度天平外观不应有影响性能的机械损伤, 其结构与控制件应完整, 操作灵活, 所有配件应齐全。

6.1.1.1 5g, 500mg 骑码的刃部应光滑成弧形, 其夹角不得大于横梁分度槽夹角的 2/3, 且不应有不规则的弯曲。

6.1.1.2 天平横梁的表面应光洁, 不得有裂痕、缩孔、砂眼。分度槽必须平滑, 不应有毛刺、锯齿状的缺陷。

6.1.1.3 横梁上的平衡指针尖与立柱架上的固定的指针尖应在同一轴线上, 间距不应超过 1mm。

6.1.1.4 刀子的刃口和刀承工作面不应有裂痕、残缺等缺陷。

6.1.1.5 测锤的表面应光滑不应有疤痕、气泡、残缺等现象。

6.1.1.6 如测锤内附有温度计, 其分度牌应紧密附着于测锤内壁, 不得滑动。

6.1.1.7 测锤的悬丝应以直径 (0.15 ~ 0.20) mm 的白金丝或是耐腐蚀和不易折断的材料制成。

6.1.1.8 双钩码的盖旋紧后不得留有显见缝隙。

6.1.2 应具备以下清晰耐久的标志

- 1) 制造厂的名称;
- 2) 型号;
- 3) 出厂编号;
- 4) 制造计量器具许可证标志和编号。

6.2 整套测锤的总质量应与 15g 钩码相等。

6.3 单只测锤的质量值应大于 10g。

6.4 温度计的最小分度值为 0.5°C 。

6.5 配置专用砝码其质量允差应符合表 2 要求。其它性能应符合现行砝码规程的要求。

表 2 专用砝码的要求

名称	标称质量值	质量允差/mg	数量
钩码	15g	± 0.7	1
骑码	5g	± 0.5	2
骑码	500mg	± 0.25	2
骑码	50mg	± 0.12	2
骑码	5mg	± 0.06	2

7 计量器具控制

计量器具控制包括：首次检定、后续检定和使用中的检验。

7.1 检定项目

见表 3。

表 3 检定项目一览表

检定项目	首次检定	后续检定	使用中的检验
外观及标志	+	+	+
整套测锤与 15g 钩码间的质量差值	+	+	+
单只测锤质量	+	-	-
天平灵敏度	+	+	+
测锤的体积所引起的相对密度误差	+	+	+
横梁分度的间距差所引起的相对密度误差	+	+	+
天平重复性所引起的相对密度误差	+	+	+
天平总的相对密度误差	+	+	+
配置专用砝码	+	+	-
注：“+”为必检项目；“-”为不检项目。			

7.2 检定条件

7.2.1 检定环境条件

温度: $(20 \pm 5)^\circ\text{C}$ 相对湿度: $\leq 80\%$ 周围环境无影响计量性能的振动和气流存在。

7.2.2 首次检定、后续检定时须在 $(20 \pm 5)^\circ\text{C}$ 的蒸馏水中进行。

7.2.3 使用中的检验须在 $(20 \pm 10)^\circ\text{C}$ 的蒸馏水中进行。

7.2.4 计量标准器和主要配套设备

1) 温度计

测量范围 $(0 \sim 50)^\circ\text{C}$, 最小分度值为 0.2°C 。

2) 检定用的专用标准砝码一套

表 4 检定用的专用标准砝码

名称	标称质量值	质量允差/mg	数量
钩码	15g	± 0.25	1
骑码	5g	± 0.15	1
骑码	4.5g	± 0.15	1
骑码	500mg	± 0.08	10
骑码	495mg	± 0.08	1
骑码	490mg	± 0.08	1
骑码	485mg	± 0.08	1
骑码	480mg	± 0.08	1
骑码	475mg	± 0.08	1
骑码	50mg	± 0.04	2
骑码	5mg	± 0.02	2

注: 天平挂钩上分别挂上 495mg, 490mg, 485mg, 480mg, 475mg 的钩码, 在横梁平衡时, 相当于相对密度的读数为 0.099, 0.098, 0.097, 0.096, 0.095。

7.3 检定方法

7.3.1 外观及标志检查应符合第 6.1 条规定的要求。

7.3.2 温度计主要计量性能应符合现行温度计检定规程的要求。

7.3.3 整套测锤与 15g 钩码之间的质量差值的检定

7.3.3.1 天平的底座应放在坚固、稳定的工作台上。将 15g 钩码挂在天平挂钩上, 把 5mg 骑码骑在横梁上的第 5 号槽口上, 调整天平底座的水平螺钉, 使横梁处于平衡位置。

7.3.3.2 将 15g 钩码卸下、挂上整套测锤, 观察天平的平衡位置。若天平不平衡, 移动 5mg 骑码, 使天平达到平衡, 其差值应符合表 1 规定的要求。

7.3.4 将单个测锤卸下, 用砝码代替测定测锤的质量。横梁平衡时砝码的质量必须超过 10g。

7.3.5 天平灵敏度的检定

当天平处于平衡状态下, 轻轻地 将 5mg 骑码挂到天平挂钩上, 指针平衡位置静止点的偏离量应符合表 1 规定的要求

7.3.6 测锤体积差所引起的相对密度误差的检定

7.3.6.1 将蒸馏水充入玻璃量筒至适当高度, 并在筒内插入一支温度计, 待 5 min 后读取蒸馏水的温度值。

7.3.6.2 清洗测锤和悬丝, 将整套测锤挂到挂钩上, 调整天平使其平衡。再将测锤放入蒸馏水中, 并检查测锤和金属丝, 测锤周围和金属悬丝上不得附有气泡。

7.3.6.3 检定前后蒸馏水的温度差不应超过 0.5℃。

7.3.6.4 当检定时蒸馏水的温度偏离 20℃ 时, 其相对密度值按下式计算进行修正

$$d_{20}^{20} = d_{20}^t + \Delta d_{20}^{20} = d_{20}^t [1 + \alpha (20 - t)] \quad (1)$$

式中: d_{20}^t ——蒸馏水在温度为 t 时的相对密度值;

α ——玻璃测锤材料的体积膨胀系数, 取 $0.000025, ^\circ\text{C}^{-1}$;

t ——检定时蒸馏水的温度, $^\circ\text{C}$ 。

7.3.6.5 将 5g 骑码或者 4.5g 钩码和 475mg ~ 495mg 任意一只钩码 (当相对密度小于 1 时) 挂在挂钩上, 并在横梁的凹槽上放置适量的骑码, 使其平衡。根据所挂砝码算出的相对密度值和测得的水温, 按公式 (1) 进行修正, 其结果与附录 A 表所列的相对密度值作比较, 两者差值应符合表 1 规定的要求。

7.3.7 横梁分度的间距差所引起的相对密度误差的检定

7.3.7.1 按 7.3.6.5 条, 当天平横梁处于平衡时, 观察 5mg 骑码放置在横梁槽口的位置并以此作为零位。

7.3.7.2 在相对密度大于 1 情况下

1) 将挂钩上 5g 骑码取下, 放在第 9 号凹槽上, 同时将 500mg 骑码放在挂钩上, 观察是否平衡, 若不平衡, 移动 5mg 骑码, 使其平衡。

2) 后将 5g 骑码移至第 8 号凹槽上, 挂钩上再加放 500mg 骑码, 观察平衡。按照上述方法依次检定第 7, 6, ..., 2, 1 分度槽口, 将每一槽口平衡位置与零位作比较, 其偏离零位的量即为每个槽口的相对密度误差。应符合表 1 规定的要求。

7.3.7.3 在相对密度小于 1 情况下

1) 将挂钩上 5g 骑码取下, 放在第 9 号凹槽上, 同时将 500mg, 50mg 骑码放在第 9 号凹槽上, 观察是否平衡, 若不平衡, 移动 5mg 骑码使其平衡。

2) 将 5g 骑码移至第 8 号凹槽上, 同时将 500mg 骑码挂到挂钩上, 500mg, 50mg 骑码仍放在第 9 号凹槽上, 观察平衡。按照上述方法依次检定第 7, 6, ..., 2, 1 分度槽口, 将每一槽口平衡位置与零位作比较, 其偏离零位的量即为每个槽口的相对密度误差。应符合表 1 规定的要求。

7.3.7.4 首次检定时应逐个槽口检定。

7.3.7.5 后续检定和使用中的检验可以只检 1, 3, 5, 7, 9 槽口。

7.3.8 天平重复性的检定

取下挂钩上所加的 5mg 骑码, 将横梁及挂钩吊环分别前后推动一次, 再将横梁轻轻地掀下或抬上各一次, 各次平衡位置的变化应符合表 1 规定的要求。

7.3.9 天平总的相对密度误差

天平总的相对密度误差应符合表 1 规定的要求。

7.4 检定结果的处理

按本规程规定和要求，检定合格的天平发给检定证书，检定不合格的天平发给检定结果通知书，并注明不合格项目。

7.5 检定周期

液体相对密度天平的检定周期一般不超过 1 年。

附录 A

各温度下蒸馏水相对密度对照表
(相对于 20℃ 时)

温度/℃	相对密度	温度/℃	相对密度	温度/℃	相对密度
0.0	1.0016	14.0	1.0010	28.0	0.9980
0.5	1.0017	14.5	1.0010	28.5	0.9979
1.0	1.0017	15.0	1.0009	29.0	0.9977
1.5	1.0017	15.5	1.0008	29.5	0.9976
2.0	1.0017	16.0	1.0007	30.0	0.9974
2.5	1.0018	16.5	1.0007	30.5	0.9973
3.0	1.0018	17.0	1.0006	31.0	0.9971
3.5	1.0018	17.5	1.0005	31.5	0.9970
4.0	1.0018	18.0	1.0004	32.0	0.9968
4.5	1.0018	18.5	1.0003	32.5	0.9967
5.0	1.0018	19.0	1.0002	33.0	0.9965
5.5	1.0018	19.5	1.0001	33.5	0.9963
6.0	1.0017	20.0	1.0000	34.0	0.9962
6.5	1.0017	20.5	0.9999	34.5	0.9960
7.0	1.0017	21.0	0.9998	35.0	0.9958
7.5	1.0017	21.5	0.9997	35.5	0.9956
8.0	1.0016	22.0	0.9996	36.0	0.9955
8.5	1.0016	22.5	0.9995	36.5	0.9953
9.0	1.0016	23.0	0.9993	37.0	0.9951
9.5	1.0015	23.5	0.9992	37.5	0.9949
10.0	1.0015	24.0	0.9991	38.0	0.9948
10.5	1.0015	24.5	0.9990	38.5	0.9946
11.0	1.0014	25.0	0.9988	39.0	0.9944
11.5	1.0013	25.5	0.9987	39.5	0.9942
12.0	1.0013	26.0	0.9986	40.0	0.9940
12.5	1.0012	26.5	0.9984	40.5	0.9938
13.0	1.0012	27.0	0.9983	/	/
13.5	1.0011	27.5	0.9982	/	/

附录 B

液体相对密度天平检定证书内页格式

检定项目	最大允许误差	检定结果
整套测锤与 15g 钩码间的质量差值	$\pm 1\text{mg}$	
天平灵敏度	加 5mg 骑码指针静止点偏离不小于 1mm	
测锤的体积所引起的相对密度误差	± 0.0004	
横梁分度的间距差所引起相对密度误差	± 0.0004	
天平重复性所引起相对密度误差	± 0.0003	
天平总的相对密度误差	± 0.001	
配置专用砝码		
结论：		合格

附录 C

液体相对密度天平检定结果通知书内页格式

检定项目	最大允许误差	检定结果
整套测锤与 15g 钩码间的质量差值	$\pm 1\text{mg}$	
天平灵敏度	加 5mg 骑码指针静止点偏离不小于 1mm	
测锤的体积所引起的相对密度误差	± 0.0004	
横梁分度的间距差所引起相对密度误差	± 0.0004	
天平重复性所引起相对密度误差	± 0.0003	
天平总的相对密度误差	± 0.001	
配置专用砝码		
结论： 不合格（指出不合格项目）		

附录 D

液体相对密度天平检定记录表格

型号规格		送检单位		
出厂编号		制造厂		
温度		水温	检定前	
相对湿度			检定后	
状态	检定项目	内容	平衡时, 5mg 在 横梁位置	相对密度 误差
空气中	整套测锤与 15g 钩码质量差值	15g		
		整套测锤		
	单只测锤的质量	10g		
蒸馏水中	天平灵敏度	挂上 5mg 骑码, 指针静止点偏离		
	测锤的体积所引起 的相对密度误差	整套测锤		
	横梁分度的间距差所 引起相对密度误差	9 槽		
		8 槽		
		7 槽		
		6 槽		
		5 槽		
		4 槽		
		3 槽		
		2 槽		
		1 槽		
	天平重复性所引起 相对密度误差	取下 5mg 骑码, 前后左右各推动一次平衡位置变化		
	天平总相对 密度误差			
	外观			
配置专用砝码				
检定结论				
检定员:		核验员:	检定日期:	