



中华人民共和国国家标准

GB/T 14901—2008
代替 GB/T 14901—1994

玻璃密度测定 沉浮比较法

Test method for density of glass—
Method of the sink-float comparison

2008-11-12 发布

2009-09-01 实施

中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局
中国国家标准化管理委员会

发布

前 言

本标准代替 GB/T 14901—1994《玻璃密度测定方法 沉浮比较法》。

本标准与 GB/T 14901—1994 相比主要变化如下：

- 试剂部分做了编辑性修改(1994 年版的第 5 章,本版的第 4 章),亚甲基碘化物改为二碘甲烷;
- 仪器部分做了编辑性修改(1994 年版的第 4 章,本版的第 5 章);
- 参照标样与试样位置做了改动(1994 版的第 6 章,本版的 4.4)。

本标准附录 A 为规范性附录。

本标准由中国建筑材料联合会提出。

本标准由全国建筑玻璃标准化技术委员会(SAT/TC 255)归口。

本标准负责起草单位:秦皇岛玻璃工业研究设计院。

本标准主要起草人:管世锋、刘志付、陆万顺、韩影、谭晓箭。

本标准所代替标准的历次版本发布情况为：

- GB/T 14901—1994。

玻璃密度测定 沉浮比较法

1 范围

本标准规定了用沉浮比较法测定玻璃密度的仪器、测定步骤和结果计算。

本标准适用于测定密度在 $1.1 \text{ g/cm}^3 \sim 3.3 \text{ g/cm}^3$ 的玻璃或其他无孔固体的密度,也可以用于测定陶瓷或已知气孔率的固体的表现密度。

2 规范性引用文件

下列文件中的条款通过本标准的引用而成为本标准的条款。凡是注日期的引用文件,其随后所有的修改单(不包括勘误的内容)或修订版均不适用于本标准,然而,鼓励根据本标准达成协议的各方研究是否可使用这些文件的最新版本。凡是不注日期的引用文件,其最新版本适用于本标准。

GB/T 2540 石油产品密度测定方法(比重瓶法)

3 原理

由于密度溶液的热膨胀系数比玻璃参照标样的热膨胀系数大得多,所以温度升高时密度溶液的密度值比玻璃参照标样和玻璃试样的密度值下降多得多。室温 $20 \text{ }^\circ\text{C} \pm 3 \text{ }^\circ\text{C}$ 时,密度溶液的密度大于玻璃参照标样和玻璃试样的密度,因此,玻璃参照标样和玻璃试样漂浮在密度溶液上。然后使三者同时升温,当密度溶液的密度下降到小于标样与试样的密度时,在不同温度下,标样和试样分别沉降,根据其沉降温度,计算玻璃试样的密度。玻璃参照标样于 $30 \text{ }^\circ\text{C}^{1)}$ 时在配制的密度溶液中沉降,玻璃试样在 $20 \text{ }^\circ\text{C} \sim 40 \text{ }^\circ\text{C}$ 范围内沉降,因此,可测定与标样密度值相差 $\pm 0.020 \text{ g/cm}^3$ 以内的试样。

4 试剂和材料

4.1 试剂

配制密度溶液的试剂应为分析纯或优级纯。所用试剂有以下几种:

- 水杨酸异丙酯, $30 \text{ }^\circ\text{C}$ 时密度 1.10 g/cm^3 ;
- α -溴代萘, $30 \text{ }^\circ\text{C}$ 时密度 1.48 g/cm^3 ;
- 对称-四溴乙烷, $30 \text{ }^\circ\text{C}$ 时密度 2.96 g/cm^3 ;
- 二碘甲烷, $30 \text{ }^\circ\text{C}$ 时密度 3.32 g/cm^3 。

注:由于二碘甲烷、 α -溴代萘和对称-四溴乙烷具有光敏性,应保存在遮光容器中。配制的密度溶液应放在遮光容器中保存。二碘甲烷中放入一段铜丝能减缓二碘甲烷的分解。

4.2 密度溶液的配制

选用 4.1 中两种试剂配制密度溶液,两种试剂的体积随需配制的密度溶液的密度值不同而不同。每种试剂所需体积,可由下列公式得到:

$$\rho_s V_s = \rho_1 V_1 + \rho_2 V_2 \quad \dots\dots\dots (1)$$

$$V_s = V_1 + V_2 \quad \dots\dots\dots (2)$$

$$\rho_s = \frac{\rho_1 V_1 + \rho_2 V_2}{V_1 + V_2} \quad \dots\dots\dots (3)$$

1) 为便于玻璃厂快速测定玻璃试样密度,玻璃参照标样沉降温度可定在 $25 \text{ }^\circ\text{C} \sim 35 \text{ }^\circ\text{C}$ 范围内。

式中：

ρ_s ——配制的密度溶液的密度，单位为克每立方厘米(g/cm³)；

V_s ——配制的密度溶液的体积，单位为毫升(mL)；

ρ_1 ——30℃时试剂 1 的密度，单位为克每立方厘米(g/cm³)；

ρ_2 ——30℃时试剂 2 的密度，单位为克每立方厘米(g/cm³)；

V_1 ——30℃时试剂 1 的体积，单位为毫升(mL)；

V_2 ——30℃时试剂 2 的体积，单位为毫升(mL)。

量取试剂 1 V_1 (mL)，试剂 2 V_2 (mL)，置于烧杯中混合。在电炉上加热至 30℃，将玻璃参照标样放入密度溶液中，加入 1 滴或数滴试剂 1 或试剂 2 充分搅拌，直至标样于 30℃开始沉降为止。

4.3 密度溶液温度系数的测定

用 GB/T 2540 规定方法测定温度为 20℃和 40℃时密度溶液的密度。密度溶液的温度系数 C_p 用式(4)计算：

$$C_p = \frac{\rho_{T_1} - \rho_{T_2}}{T_1 - T_2} \dots\dots\dots(4)$$

式中：

C_p ——密度溶液温度系数，单位为克每立方厘米摄氏度[g/(cm³·℃)]；

ρ_{T_1} ——20℃时密度溶液的密度，单位为克每立方厘米(g/cm³)；

ρ_{T_2} ——40℃时密度溶液的密度，单位为克每立方厘米(g/cm³)；

T_1 ——20℃；

T_2 ——40℃。

4.4 参照标样与试样

玻璃参照标样与玻璃试样，表面应光滑、无裂纹和飞边，质量在 0.25 g~0.38 g 之间，长与宽之比不大于 2。

玻璃参照标样的密度值用附录 A 准确测定。每块标样可从一块重 20 g 的玻璃片上裁取，并弃除大于标样密度值±0.000 1 g/cm³ 的任一标样。

测定其他物质密度时，参照标样和试样的质量应按照体积 0.10 mL~0.15 mL 换算。用户可以根据需要，选择二次退火的玻璃来制备样品。

5 仪器

沉浮比较密度仪，如图 1 所示，由下述部件构成：

- a) 容量为 4 000 mL~5 000 mL 的玻璃水浴缸(杯)一个。
- b) 转速 0 r/min~6 000 r/min，无级调速，功率为 25 W 的搅拌器一台。
- c) 装有变阻器的浸没式加热器一台，或装有变阻器的电炉一个，功率均为 1 000 W。
- d) 100 mL 的玻璃试管二支，一支试管里盛有密度溶液，玻璃参照标样和玻璃试样，另一支试管里盛有同种密度溶液和一支温度计。试管里最多可以同时放入三个试样进行测定。必要时，也可以采用多支试管，盛有不同密度的密度溶液，对不同密度的样品进行测定。
- e) 20℃~40℃水银温度计二支，精度 0.1℃。
- f) 支撑试管、温度计等的耐热、耐湿盖板如图 2 所示，厚度为 6 mm 左右。
- g) 用紫铜制作的直径为 6 mm 的冷却水管一副。

6 测定步骤

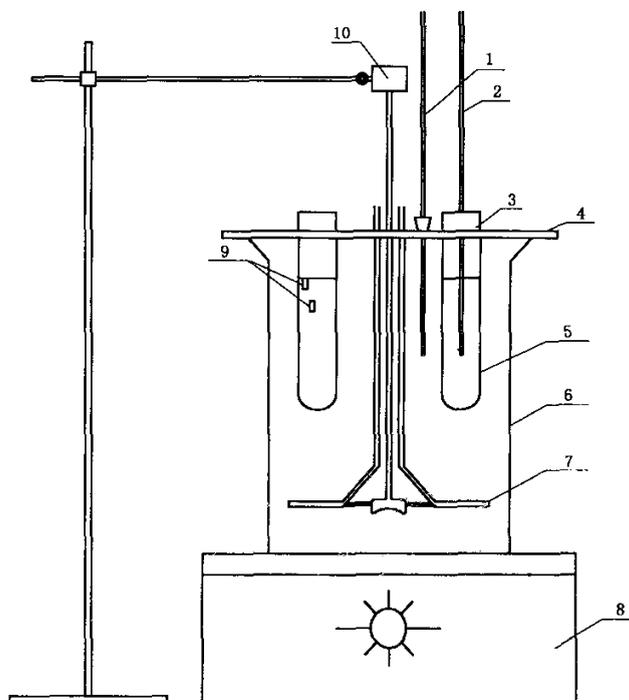
6.1 玻璃参照标样与试样的处理

将玻璃参照标样和已切割好的玻璃试样，用无水乙醇清洗干净，室温晾干，小心放入盛有密度溶液

的试管中,标样和试样均呈悬浮状态。

6.2 启动沉浮比较密度仪

6.2.1 将所有试管以及温度计都置于水浴适当位置。



- 1、2——温度计；
- 3——橡皮塞；
- 4——盖板；
- 5——玻璃试管；
- 6——玻璃水浴缸(杯)；
- 7——冷却水管；
- 8——电加热器；
- 9——标样、试样；
- 10——搅拌器。

图 1 浮沉比较密度仪

6.2.2 启动搅拌器和加热器。

6.2.3 调节水浴和密度溶液的升温速率。

实验开始时,水浴升温速率为 $1\text{ }^{\circ}\text{C}/\text{min}\sim 2\text{ }^{\circ}\text{C}/\text{min}$,当水浴温度接近试样、标样的沉降温度时,停止加热,接通冷却水,调整冷却水流量。水浴的温度迅速下降,当水浴温度和密度溶液的温度接近时,关闭冷却水,十几分钟以后,水浴温度和密度溶液的温度逐步得到平衡,在密度溶液温度低于试样或标样预定沉降温度 $2\text{ }^{\circ}\text{C}\sim 4\text{ }^{\circ}\text{C}$ 时,接通加热器电源,调节加热器功率,使水浴和密度溶液以 $0.10\text{ }^{\circ}\text{C}/\text{min}\pm 0.02\text{ }^{\circ}\text{C}/\text{min}$ 的升温速率进行加热。

6.3 记录沉降温度

当玻璃参照标样或玻璃试样在密度溶液中沉降至试管中点刻线时,准确记录此时各自沉降温度和水浴温度。水浴和密度溶液的温差不应超过±0.4℃。

单位为毫米

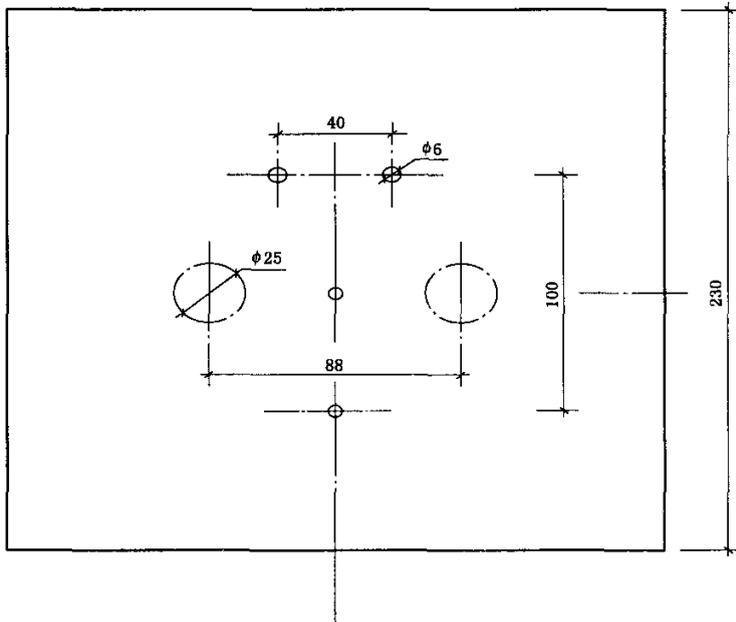


图 2 盖板

7 结果计算

7.1 玻璃试样沉降温度的校正

玻璃参照标样的沉降温度规定为 30℃时,玻璃试样的沉降温度必须按照式(5)校正:

$$T_c = T + (30 - T_s) \dots\dots\dots(5)$$

式中:

T_c ——校正后玻璃试样的沉降温度,单位为摄氏度(℃);

T ——玻璃试样沉降温度,单位为摄氏度(℃);

T_s ——玻璃参照标样沉降温度,单位为摄氏度(℃)。

7.2 密度计算

7.2.1 玻璃试样在沉降温度 T 时的密度按式(6)计算:

$$\rho_T = \rho_s + C_p(T - T_s) \dots\dots\dots(6)$$

式中:

ρ_T ——沉降温度 T 时玻璃试样的密度,单位为克每立方厘米(g/cm^3);

ρ_s ——沉降温度为 30℃时玻璃参照标样的密度,单位为克每立方厘米(g/cm^3);

C_p ——同式(4);

T, T_s ——同式(5)。

7.2.2 试样与玻璃参照标样线膨胀系数相同时,20℃玻璃试样密度按式(7)、式(8)计算:

$$\rho_{20} = \rho_{s20} + (C_p + 3\alpha_s \rho_s)(T - T_s) \dots\dots\dots(7)$$

式(5)代入式(7)得到:

$$\rho_{20} = \rho_{s20} + (C_p + 3\alpha_s \rho_s)(T_c - 30) \quad \dots\dots\dots(8)$$

式中:

ρ_{20} ——玻璃试样在 20 °C 时的密度,单位为克每立方厘米(g/cm³);

ρ_{s20} ——玻璃参照标样在 20 °C 时的密度,单位为克每立方厘米(g/cm³);

α_s ——玻璃试样和玻璃参照标样的线膨胀系数,单位为每摄氏度(°C⁻¹);

C_p 、 ρ_s 、 T_s 、 T ——同式(6)。

7.2.3 玻璃试样和玻璃参照标样的线膨胀系数不同时,20 °C 玻璃试样密度按式(9)计算:

$$\rho_{20} = \rho_{s20} [(1.000\ 0 - 30\alpha_a) + 3\alpha_b(T_c - 20)] + C_p(T_c - 30) \quad \dots\dots\dots(9)$$

式中:

α_a ——玻璃参照标样的线膨胀系数,单位为每摄氏度(°C⁻¹);

α_b ——玻璃试样的线膨胀系数,单位为每摄氏度(°C⁻¹);

C_p 、 ρ_{s20} 、 ρ_{20} 、 T_c ——同式(7)。

8 密度-温度表的编制

每一块玻璃参照标样和玻璃密度溶液系统,都可编制一组 20 °C 的玻璃试样与其沉降温度对应关系的数据表。

需要做大量常规密度测定时,可编制和使用密度-温度表。由式(8)计算出 T_c 在 20 °C ~ 40 °C 之间每增加 0.1 °C 时的 20 °C 玻璃试样的密度值,编制成密度-温度表。

查密度-温度表前,用式(5)把玻璃试样沉降温度 T 换算成 T_c 。然后在密度-温度表上查出 T_c 对应的 20 °C 玻璃试样密度。

9 记录与报告

9.1 报告应填写:产品名称、生产厂家、试样编号以及玻璃试样在 20 °C 的密度。

9.2 记录应包括:测定日期、密度-温度表、标样及试样的编号、标样及试样的沉降温度和相应的水浴温度。

10 精密度和准确度

本方法的标准误差为 $\pm 0.000\ 1\ \text{g/cm}^3$ 。玻璃参照标样的密度值准确到 $\pm 0.000\ 1\ \text{g/cm}^3$ 时本方法的准确度为 $\pm 0.000\ 2\ \text{g/cm}^3$ 。

附录 A
(规范性附录)

玻璃标样密度测定 悬浮法

A.1 范围

本方法适用于测定 20 ℃~25 ℃时的玻璃参照标样密度。

A.2 仪器与材料

- a) 天平:精确度为 0.000 1 g。
- b) 温度计:测温范围 15 ℃~30 ℃,最小分度值 0.1 ℃。
- c) 镍-铬-铁或铂合金丝:直径为 0.1 mm~0.2 mm,用于制作悬丝和吊篮,金属丝应除去表面油脂或在真空中加热净化。
- d) 烧杯:容量为 500 mL。
- e) 蒸馏水:新制备,使用前再次煮沸,静置冷却至室温后使用。

A.3 样品

A.3.1 切取玻璃试样 20 g,玻璃表面应光滑,无裂纹或飞边。

A.3.2 玻璃试样先在热硝酸中浸洗,再用蒸馏水和乙醇清洗净化,放入干燥器内待测。

A.4 测定步骤

A.4.1 测量室温 T_1 和大气压,从表 A.1 中查出干空气密度。

A.4.2 称出玻璃试样在空气中的重量。

A.4.3 把吊篮用悬丝挂到天平钩上,试样放入吊篮里。使盛有蒸馏水的烧杯固定在称量室合适位置,试样浸在蒸馏水中。滴加蒸馏水,让水面达到悬丝基准位置为止。

A.4.4 称出玻璃试样及悬丝吊篮在蒸馏水中的重量。

A.4.5 取出试样,称量悬丝吊篮在蒸馏水中的重量。

A.4.6 测量蒸馏水温度 T_2 ,从表 A.2 中查出无空气水的密度。

表 A.1 干空气密度

单位为克每立方厘米

温度/℃	压力/Pa					
	100 792	100 925	101 059	101 192	101 325	101 458
20	0.001 141	0.001 157	0.001 173	0.001 189	0.001 205	0.001 221
21	0.001 137	0.001 153	0.001 169	0.001 185	0.001 201	0.001 216
22	0.001 134	0.001 149	0.001 165	0.001 181	0.001 197	0.001 212
23	0.001 130	0.001 145	0.001 161	0.001 177	0.001 193	0.001 208
24	0.001 126	0.001 142	0.001 157	0.001 173	0.001 189	0.001 204
25	0.001 122	0.001 138	0.001 153	0.001 169	0.001 185	0.001 200
26	0.001 118	0.001 134	0.001 149	0.001 165	0.001 181	0.001 196
27	0.001 115	0.001 130	0.001 146	0.001 161	0.001 177	0.001 192
28	0.001 111	0.001 126	0.001 142	0.001 157	0.001 173	0.001 188
29	0.001 107	0.001 123	0.001 138	0.001 153	0.001 169	0.001 184
30	0.001 104	0.001 119	0.001 134	0.001 150	0.001 165	0.001 180

表 A.2 无空气水的密度

单位为克每立方厘米

温度/℃	0.0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9
20	0.998 20	0.998 18	0.998 16	0.998 14	0.998 12	0.998 10	0.998 08	0.998 06	0.998 04	0.998 01
21	0.997 99	0.997 77	0.997 95	0.997 95	0.997 91	0.997 88	0.997 86	0.997 84	0.997 82	0.997 79
22	0.997 77	0.997 75	0.997 73	0.997 70	0.997 68	0.997 66	0.997 63	0.997 61	0.997 59	0.997 56
23	0.997 54	0.997 52	0.997 49	0.997 47	0.997 44	0.997 42	0.997 40	0.997 37	0.997 35	0.997 32
24	0.997 30	0.997 27	0.997 25	0.997 22	0.997 20	0.997 17	0.997 15	0.997 12	0.997 10	0.997 07
25	0.997 05	0.997 02	0.997 09	0.996 97	0.996 94	0.996 92	0.996 89	0.996 87	0.996 84	0.996 81
26	0.996 79	0.996 76	0.996 73	0.996 71	0.996 68	0.996 65	0.996 62	0.996 60	0.996 57	0.996 54
27	0.996 52	0.996 49	0.996 46	0.996 43	0.996 40	0.996 38	0.996 35	0.996 32	0.996 29	0.996 26
28	0.996 24	0.996 21	0.996 18	0.996 15	0.996 12	0.996 09	0.996 06	0.996 03	0.996 00	0.995 98
29	0.995 95	0.995 92	0.995 89	0.995 86	0.995 83	0.995 80	0.995 77	0.995 74	0.995 71	0.995 68
30	0.995 65	0.995 62	0.995 59	0.995 56	0.995 53	0.995 50	0.995 47	0.995 43	0.995 40	0.995 37

A.5 结果计算

A.5.1 试样在蒸馏水中的重量按式(A.1)计算:

$$W_w = W_T - W_0 \quad \dots\dots\dots (A.1)$$

式中:

 W_w ——玻璃试样在蒸馏水中的重量,单位为克(g); W_T ——玻璃试样和悬丝吊篮在蒸馏水中的重量,单位为克(g); W_0 ——悬丝吊篮在蒸馏水中的重量,单位为克(g)。A.5.2 实验室空气-水的温度到达平衡温度 T_L 时的玻璃密度按式(A.2)计算:

$$\rho_{T_L} = \frac{W_A \rho_w - W_w \rho_A}{W_A - W_w} \quad \dots\dots\dots (A.2)$$

式中:

 ρ_{T_L} ——实验室空气-水平衡温度 T_L 时的玻璃密度,单位为克每立方厘米(g/cm^3); W_A ——玻璃试样在空气中重量,单位为克(g); ρ_A ——室温 T_1 时干空气的密度,单位为克每立方厘米(g/cm^3); ρ_w ——蒸馏水温度 T_2 时无空气水的密度,单位为克每立方厘米(g/cm^3)。

注:平衡温度即实验室内的空气温度和水的温度一样。

A.5.3 标准参照温度 T_s 时的玻璃密度按式(A.3)计算:

$$\rho_s = \frac{\rho_{T_L}}{1 + 3\alpha(T_s - T_L)} \quad \dots\dots\dots (A.3)$$

式中:

 ρ_s ——标准参照温度 T_s 时的玻璃密度,单位为克每立方厘米(g/cm^3); T_s ——标准参照温度,单位为摄氏度($^{\circ}C$); α ——标准参照温度 T_s 时的玻璃线膨胀系数,单位为每摄氏度($^{\circ}C^{-1}$); T_L ——实验室空气-水的平衡温度,单位为摄氏度($^{\circ}C$); ρ_{T_L} ——同式(A.2)。

A.6 记录与报告

A.6.1 报告应包括:试样种类、生产厂家、试样编号和 T_s 时试样的密度值。A.6.2 记录应包括: T_1 、 T_2 、 ρ_A 、 ρ_w 、 W_T 、 W_0 和 W_A 值。

A.7 精度值

实验室温度变化在 $\pm 0.5^{\circ}C$ 时,本方法相对标准偏差为 $\pm 0.01\%$ 。