

中华人民共和国国家标准

原油和液体石油产品密度实验室
测定法(密度计法)

GB/T 1884—2000
eqv ISO 3675:1998

Crude petroleum and liquid petroleum products—
Laboratory determination of density—
Hydrometer method

代替 GB/T 1884—1992

1 范围

本标准规定了使用玻璃石油密度计(以下简称密度计)在实验室测定通常为液体的原油、石油产品以及石油产品和非石油产品混合物的 20℃ 密度的方法。这些液体的雷德蒸气压(RVP)小于 100 kPa。

本标准适用于测定易流动透明液体的密度,也可使用合适的恒温浴,在高于室温的情况下测定粘稠液体;还能用于不透明液体,读取液体弯月面上缘与密度计干管相切处读数,并用表 1 加以修正。

由于密度计的准确读数是在规定的温度下标定的,在其他温度下的刻度读数仅是密度计的读数(称视密度),而不是在该温度下的密度。

注

- 1 用本标准测定含游离水或悬浮水和沉淀物的挥发性或含蜡原油的密度的准确性可能低于在第 13 章中给出的精密度。这是因为在混合试样时可能会造成轻组分的损失。但是,混合试样是保证转移到密度计量筒的试样能代表整个样品所必须的。在第 7 章给出的混合样品技术可使轻组分损失最少。
- 2 20℃ 密度值可以使用 GB/T 1885《石油计量表》换算到相应的 15℃ 密度。

2 引用标准

下列标准包括的条文,通过引用而构成本标准的一部分。除非在标准中另有明确规定,下述引用标准都应是现行有效标准。

- GB/T 1885 石油计量表
- GB/T 4756 石油液体手工取样法
- SH/T 0316 石油密度计技术条件

3 术语¹⁾

本标准采用以下术语。

3.1 标准密度 standard density

在 20℃ 和 101.325 kPa 下,单位体积液体的质量,以 kg/m³ 或 g/cm³ 表示。

3.2 浊点 cloud point

在规定的条件下,被冷却液体开始出现蜡晶体而使液体混浊时的温度。

3.3 倾点 pour point

1) 采用说明:本标准未采用术语“蜡出现温度”及相关内容。

在规定的条件下,被冷却的石油或石油产品尚能流动的最低温度。

4 原理

使试样处于规定温度,将其倒入温度大致相同的密度计量筒中,将合适的密度计放入已调好温度的试样中,让它静止。当温度达到平衡后,读取密度计刻度读数和试样温度。用石油计量表把观察到的密度计读数换算成标准密度。如果需要,将密度计量筒及内装的试样一起放在恒温浴中,以避免在测定期间温度变动太大。

5 仪器

5.1 密度计量筒:由透明玻璃、塑料或金属制成,其内径至少比密度计(5.2)外径大 25 mm,其高度应使密度计在试样中漂浮时,密度计底部与量筒底部的间距至少有 25 mm。

塑料密度计量筒应不变色并抗侵蚀,不影响被测物质的特性。此外,长期暴露在日光下,不应变得不透明。

注:为了倾倒方便,密度计量筒边缘应有斜嘴。

5.2 密度计:玻璃制,应符合 SH/T 0316 和表 1 中给出的技术要求。

5.3 恒温浴:其尺寸大小应能容纳密度计量筒,使试样完全浸没在恒温浴液体表面以下,在试验期间,能保持试验温度在 $\pm 0.25^{\circ}\text{C}$ 以内。

5.4 温度计:范围、刻度间隔和最大刻度误差见表 2。

5.5 玻璃或塑料搅拌棒:长约 450 mm。

表 1 密度计技术要求

型 号	单 位	密度范围	每支单位	刻度间隔	最大刻度误差	弯月面修正值
SY-02	kg/m^3	600~1 100	20	0.2	± 0.2	+0.3
SY~05	(20°C)	600~1 100	50	0.5	± 0.3	+0.7
SY-10		600~1 100	50	1.0	± 0.6	+1.4
SY-02	g/cm^3	0.600~1.100	0.02	0.000 2	$\pm 0.000 2$	+0.000 3
SY-05	(20°C)	0.600~1.100	0.05	0.000 5	$\pm 0.000 3$	+0.000 7
SY-10		0.600~1.100	0.05	0.001 0	$\pm 0.000 6$	+0.001 4

注:可以使用 SY-I 型或 SY-II 型石油密度计。

表 2 温度计技术要求

范围, $^{\circ}\text{C}$	刻度间隔	最大误差范围
-1~38	0.1	± 0.1
-20~102	0.2	± 0.15

注:可以使用电阻温度计,只要它的准确度不低于上述温度计的不确定度。

6 取样

取样应按 GB/T 4756 采取。

注:当使用自动取样方法采取挥发性液体时,除非使用体积可变的取样器采取样品并移至实验室,否则会造成轻组分的损失,而影响到密度测定的准确度。

7 样品制备

7.1 样品混合

混合试样是用于试验的试样尽可能地代表整个样品所必须的步骤,但在混合操作中,应始终注意

保持样品的完整性。

注：对含水或沉淀物的挥发性原油和石油产品或含蜡挥发性原油和石油产品应该承认在对样品均化或加热时，可能会发生轻组分损失。

采用 7.1.1~7.1.4 中给出的方法，处理不同性质的样品，可以使轻组分的损失减少。

7.1.1 RVP 大于 50 kPa 的挥发性原油和石油产品

为减少轻组分损失，样品应在原来的容器和密闭系统中混合。

注：在开口容器中混合挥发性样品将导致轻组分损失，并将影响测得的密度值。

7.1.2 含蜡原油

如果原油的倾点高于 10℃ 或浊点高于 15℃，在混合样品前，要加热到高于倾点 9℃ 以上，或高于浊点 3℃ 以上。为减少轻组分损失，样品应在原来容器和密闭系统里混合。

7.1.3 含蜡馏份油

样品在混合前，应加热到浊点 3℃ 以上。

7.1.4 残渣燃料油

在混合样品前，把它加热到试验温度（见 7.2.1 及其注 2）。

7.2 试验温度

7.2.1 把样品加热到使它能充分地流动，但温度不能高到引起轻组分损失，或低到样品中的蜡析出。

注

1 用密度计法测定密度在标准温度 20℃ 或接近 20℃ 时最准确。

2 要在被测样品物化特性合适的温度下取得密度计读数。这个温度最好接近标准温度 20℃。当密度值是用于散装石油计量时，在散装石油温度或接近散装石油 $\pm 3^\circ\text{C}$ 下测定密度。可以减少石油体积修正的误差。

7.2.2 对原油样品，要加热到 20℃，或高于倾点 9℃ 以上，或高于浊点 3℃ 以上中较高的一个温度。

8 仪器检定

8.1 密度计要用可溯源于国家标准的标准密度计或可溯源的标准物质的密度作定期检定，至少每五年复检一次。

8.2 温度计要用可溯源于国家标准的标准温度计定期检定。

9 仪器准备

9.1 检查密度计的基准点确定密度计刻度是否处于干管内的正确位置，如果刻度已移动，应废弃这支密度计。

9.2 使密度计量筒和密度计的温度接近试样的温度（见 7.2.1 及其注 2）。

10 测定方法

10.1 在试验温度下（见 7.2.1）把试样转移到温度稳定、清洁的密度计量筒（5.1）中，避免试样飞溅和生成空气泡，并要减少轻组分的挥发。

10.2 用一片清洁的滤纸除去试样表面上形成的所有气泡。

10.3 把装有试样的量筒垂直地放在没有空气流动的地方。在整个试验期间，环境温度变化应不大于 2℃。当环境温度变化大于 $\pm 2^\circ\text{C}$ 时，应使用恒温浴（5.3），以免温度变化太大（见 10.13）。

10.4 用合适的温度计（见表 2）或搅拌棒（5.5）作垂直旋转运动搅拌试样，如果使用电阻温度计，要用搅拌棒，使整个量筒中试样的密度和温度达到均匀。记录温度接近到 0.1℃。从密度计量筒中取出温度计或搅拌棒。

10.5 把合适的密度计（5.2）放入液体中，达到平衡位置时放开，让密度计自由地漂浮，要注意避免弄湿液面以上的干管。把密度计按到平衡点以下 1 mm 或 2 mm，并让它回到平衡位置，观察弯月面形状，如

果弯月面形状改变,应清洗密度计干管,重复此项操作直到弯月面形状保持不变。

10.6 对于不透明粘稠液体,要等待密度计慢慢地沉入液体中。

10.7 对透明低粘度液体,将密度计压入液体中约两个刻度,再放开。由于干管上多余的液体会影响读数,在密度计干管液面以上部分应尽量减少残留液。

10.8 在放开时,要轻轻地转动一下密度计,使它能在离开量筒壁的地方静止下来自由漂浮。要有充分的时间让密度计静止,并让所有气泡升到表面(见 10.2),读数前要除去所有气泡。

10.9 当使用塑料量筒时,要用湿布擦拭量筒外壁,以除去所有静电。

注:使用塑料量筒常形成静电荷,并可能妨碍密度计自由漂浮。

10.10 当密度计离开量筒壁自由漂浮并静止时,按 10.11 或 10.12 读取密度计刻度值,读到最接近刻度间隔的 1/5。

10.11 测定透明液体,先使眼睛稍低于液面的位置,慢慢地升到表面,先看到一个不正的椭圆,然后变成一条与密度计刻度相切的直线(见图 1)。密度计读数为液体主液面与密度计刻度相切的那一点。

10.12 测定不透明液体,使眼睛稍高于液面的位置观察(见图 2)。密度计读数为液体弯月面上缘与密度计刻度相切的那一点。

注

1 如使用 SY-I 型或 SY-II 型石油密度计,仍读取液体弯月面上缘与密度计干管相切处的刻度。

2 使用金属密度计量筒测定完全不透明试样时,要确保试样液面装满到距离量筒顶端 5 mm 以内,这样才能准确读取密度计读数。

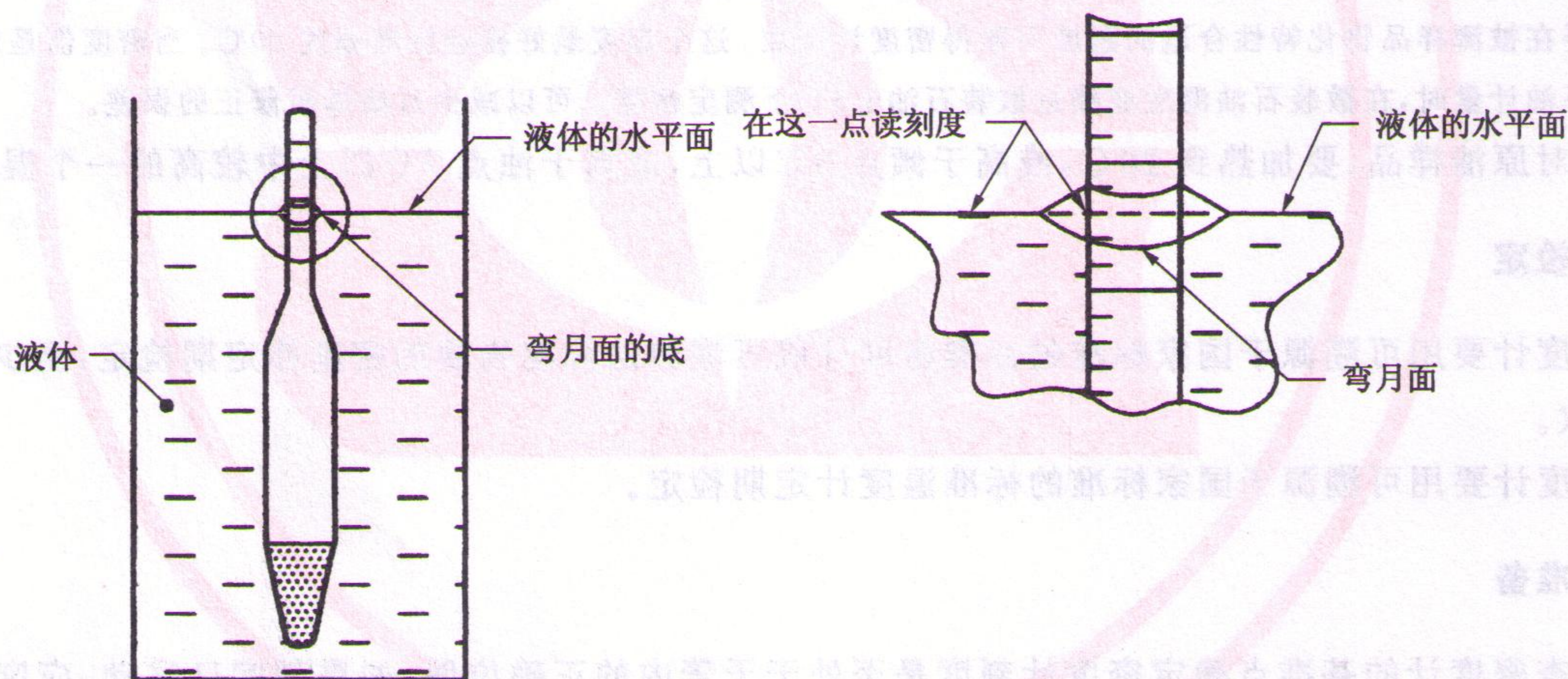


图 1 透明液体的密度计刻度读数

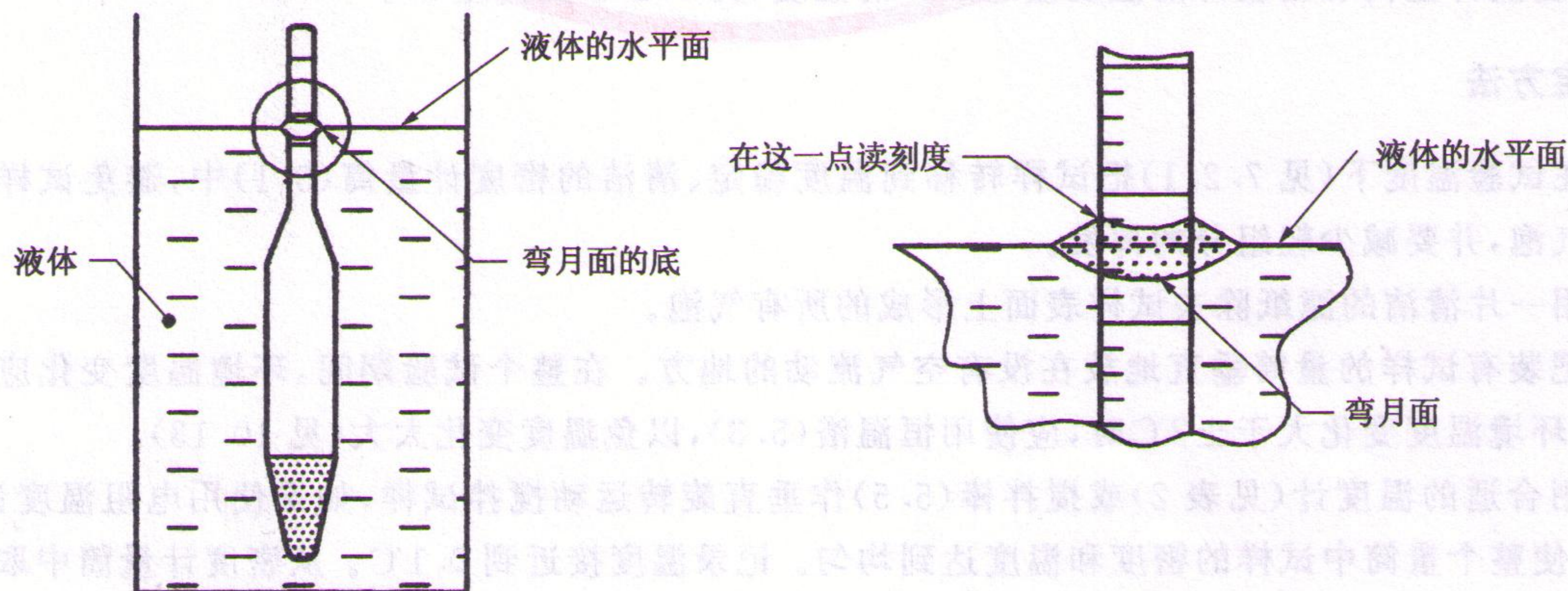


图 2 不透明液体的密度计刻度读数

10.13 记录密度计读数后,立即小心地取出密度计,并用温度计垂直地搅拌试样。记录温度接近到

0.1℃,如这个温度与开始试验温度相差大于0.5℃,应重新读取密度计和温度计读数,直到温度变化稳定在±0.5℃以内。如果不能得到稳定的温度,把密度计量筒及其内容物放在恒温浴内,再从10.3重新操作。

10.14 铅弹蜡封型密度计在高于38℃下使用后,要垂直地晾干和冷却。

11 计算

11.1 对10.13中观察到的温度计读数作有关修正后,记录接近到0.1℃。

11.2 由于密度计读数是按液体主液面检定的,对不透明液体,应按表1中给出的弯月面修正值对观察到的密度计读数作弯月面修正。

注

1 对特殊用途的密度计修正值可由试验来确定,将这支密度计浸入与被测试样表面张力相似的透明液体中试验,观察液体在密度计干管上爬升的最大高度。本方法规定的密度计弯月面修正值见表1。

2 由于原SY-I型和SY-II型石油密度计是按弯月面上缘检定的,因此不用对观察到的密度计读数作弯月面修正。

11.3 对观察到的密度计读数作有关修正后,记录到0.1 kg/m³ (0.000 1 g/cm³)。

11.4 按不同的试验油品,用GB/T 1885中的表59A、表59B或表59D把修正后的密度计读数换算到20℃下标准密度。

a) 原油:表59A;

b) 石油产品:表59B;

c) 润滑油:表59D。

注

1 密度由kg/m³换算到g/cm³或g/mL应除以10³。

2 20℃密度与15℃密度之间相互换算,可使用GB/T 1885中的表E1和表E2。

12 报告结果

密度最终结果报告到0.1 kg/m³ (0.000 1 g/cm³), 20℃。

13 精密度

13.1 重复性

同一操作者用同一仪器在恒定的操作条件下对同一种测定试样,按试验方法正确地操作所得连续测定结果之间的差,在长期操作实践中,超过表3所示数值的可能性只有二十分之一。

表3 重复性

石油产品	温度范围,℃	单 位	重复性
透明	-2~24.5	kg/m ³	0.5
低粘度		g/cm ³	0.000 5
不透明	-2~24.5	kg/m ³	0.6
		g/cm ³	0.000 6

13.2 再现性

不同操作者,在不同实验室对同一测定试样,按试验方法正确地操作得到的两个独立的结果之间的差,在长期操作实践中,超过表4所示数值的可能性只有二十分之一。

表4 再现性

石油产品	温度范围,℃	单 位	再现性
透明	-2~24.5	kg/m ³	1.2
低粘度		g/cm ³	0.001 2
不透明	-2~24.5	kg/m ³	1.5
		g/cm ³	0.001 5

注

- 1 对粘性原油和产品,当试验温度超过 13.1 和 13.2 中规定的范围时,没有得到精密度的数据,可参照此精密度数据执行。
- 2 在 13.1 和 13.2 给出的精密度数据是用最大允许刻度误差为 0.6 kg/m^3 (0.0006 g/cm^3) 的密度计得到的,没有得到使用最大允许刻度误差为 0.2 kg/m^3 (0.0002 g/cm^3) 和 0.3 kg/m^3 (0.0003 g/cm^3) 的密度计的精密度的数据,但预计会得到等于或更高的精密度。

14 试验报告

试验报告至少应包括以下内容:

- a) 试验物质的类型和标志;
- b) 国家标准号;
- c) 试验结果(见 12 章);
- d) 密度计读数及相应的试验温度;
- e) 与本方法规定不同的任何情况;
- f) 试验日期。

编者注:本标准按国家标准 GB/T 1884—2000 第 1 号修改单进行了修改。

密度计	量 程	分 度 值	示 值 误 差
0.1	0~100	0.1	±0.1
0.2	0~100	0.2	±0.2
0.3	0~100	0.3	±0.3

密度计	量 程	分 度 值	示 值 误 差
0.1	0~100	0.1	±0.1
0.2	0~100	0.2	±0.2
0.3	0~100	0.3	±0.3