

中华人民共和国国家标准

GB/T 1033.1—2008/ISO 1183-1:2004
代替 GB/T 1033—1986

塑料 非泡沫塑料密度的测定 第 1 部分：浸渍法、液体比重瓶法和滴定法

Plastics—Methods for determining the density of non-cellular plastics—
Part 1: Immersion method, liquid pyknometer method and titration method

(ISO 1183-1:2004, IDT)

2008-08-04 发布

2009-04-01 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

GB/T 1033《塑料 非泡沫塑料密度的测定》分为以下三个部分：

- 第 1 部分：浸渍法、液体比重瓶法和滴定法；
- 第 2 部分：密度梯度柱法；
- 第 3 部分：气体比重瓶法。

本部分为 GB/T 1033 的第 1 部分。

本部分等同采用 ISO 1183-1:2004《塑料——测定非泡沫塑料密度的方法——第 1 部分：浸渍法、液体比重瓶法和滴定法》(英文版)。

为了便于使用,对于 ISO 1183-1:2004,本部分还做了下列编辑性修改：

- a) 删除了 ISO 1183-1:2004 的前言；
- b) 把“规范性引用文件”一章所列的 2 个国际标准用采用该文件的我国国家标准代替。

本部分代替 GB/T 1033—1986《塑料密度和相对密度试验方法》。

本部分与 GB/T 1033—1986 相比主要变化如下：

- a) 浸渍法：浸渍液的恒温控制温度由 $23\text{ }^{\circ}\text{C}\pm 1\text{ }^{\circ}\text{C}$ 改为 $23\text{ }^{\circ}\text{C}\pm 0.5\text{ }^{\circ}\text{C}$ (或 $27\text{ }^{\circ}\text{C}\pm 0.5\text{ }^{\circ}\text{C}$)；试样质量由 $1\text{ g}\sim 5\text{ g}$ 改为大于 1 g ；悬挂金属丝直径由小于 0.13 mm 改为小于 0.5 mm ；称量中规定了称量精度的要求。
- b) 液体比重瓶法：规定了比重瓶抽真空的方式；规定了比重瓶在液浴恒温的温度；规定了每个试样密度的测定次数以及测定结果的表示方法。
- c) 增加了滴定法,删除了浮沉法、密度计法和标准密度梯度柱法。

本部分的附录 A 为资料性附录。

本部分由中国石油和化学工业协会提出。

本部分由全国塑料标准化技术委员会(SAC/TC 15)归口。

本部分负责起草单位：中石化北化院国家化学建筑材料测试中心(材料测试部)。

本部分参加起草单位：国家合成树脂质量监督检验中心、北京燕山石化树脂所、国家石化有机原料合成树脂质检中心、广州金发科技股份有限公司、国家塑料制品质检中心(北京)。

本部分主要起草人：桂华、胡孝义、游欢、陈宏愿、王超先、赵平、叶南飏、翁云宣。

本部分于 1986 年 12 月首次发布,本次为第一次修订。

塑料 非泡沫塑料密度的测定

第 1 部分:浸渍法、液体比重瓶法和滴定法

1 范围

GB/T 1033 本部分规定了非泡沫塑料密度的三种测定方法:

——方法 A:浸渍法,适用于除粉料外无气孔的固体塑料。

——方法 B:液体比重瓶法,适用于粉料,片料,粒料或制品部件的小切片。

——方法 C:滴定法,适用于无孔的塑料。

本部分适用于模塑的或挤出的无孔的非泡沫塑料,以及粉料、片料和颗粒状非泡沫塑料。

注:本部分适用于各种无气孔的粒料。密度通常用来考察塑料材料的物理结构或组成的变化,也用来评价样品或试样的均一性。塑料材料的密度取决于试样制备的方法,这种情况下,试样的制备方法应包含在材料相关标准中。本注释对本部分的三个方法都适用。

2 规范性引用文件

下列文件中的条款通过 GB/T 1033 的本部分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部分,然而,鼓励根据本部分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部分。

GB/T 2035—2008 塑料术语及其定义(ISO 472:1999, IDT)

GB/T 2918—1998 塑料试样状态调节和试验的标准环境(idt ISO 291:1997)

ISO 31-3:1992 力学的量和单位

3 术语和定义

GB/T 2035—2008 确立的以及下列术语和定义适用于 GB/T 1033 的本部分。

3.1

质量 mass

物体所含物质的量,以千克(kg)或克(g)为单位。

3.2

表观质量 apparent mass

用天平测量所得到的物体的质量,以千克(kg)或克(g)为单位。

3.3

密度 density

ρ

试样的质量 m 与其在温度 t 时的体积之比,以 kg/m^3 、 kg/dm^3 (g/cm^3) 或 kg/L 为单位。

注:根据 ISO 31-3:1992 对以下术语进行明确说明。

密度术语

术语	符号	公式	单位
密度	ρ	m/V	kg/m ³ kg/dm ³ (g/cm ³) kg/L(g/mL)
比容	ν	$V/m (=1/\rho)$	m ³ /kg dm ³ /kg (cm ³ /g) L/kg (mL/g)

4 状态调节

测试环境应符合 GB/T 2918—1998 的规定。通常,不需要将样品调节到恒定的温度,因为测试本身是在恒定的温度下进行的。

如果测试过程中试样的密度发生变化,且变化范围超过了密度测量所要求的精密度,则在测试之前试样应按材料相关标准规定进行状态调节。如果测试的主要目的是密度随时间或大气环境条件的变化,试样应按材料相关标准规定进行状态调节。如果没有相关标准,则应按供需双方商定的方法对试样进行状态调节。

5 方法

5.1 A 法:浸渍法

5.1.1 仪器

5.1.1.1 分析天平,或为测密度而专门设计的仪器,精确到 0.1 mg。

注:可以用自动化仪器,密度可以用电脑计算得出。

5.1.1.2 浸渍容器,烧杯或其他适于盛放浸渍液的大口径容器。

5.1.1.3 固定支架,如容器支架,可将浸渍容器支放在水平面板上。

5.1.1.4 温度计,最小分度值为 0.1 °C,范围为 0 °C~30 °C。

5.1.1.5 金属丝,具有耐腐蚀性,直径不大于 0.5 mm,用于浸渍液中悬挂试样。

5.1.1.6 重锤,具有适当的质量。当试样的密度小于浸渍液的密度时,可将重锤悬挂在试样托盘下端,使试样完全浸在浸渍液中。

5.1.1.7 比重瓶,带侧臂式溢流毛细管,当浸渍液不是水时,用来测定浸渍液的密度。比重瓶应配备分度值为 0.1 °C,范围为 0 °C~30 °C 的温度计。

5.1.1.8 液浴,在测定浸渍液的密度时,可以恒温在 ±0.5 °C 范围内。

5.1.2 浸渍液

用新鲜的蒸馏水或去离子水,或其他适宜的液体(含有不大于 0.1% 的润湿剂以除去浸渍液中的气泡)。在测试过程中,试样与该液体或溶液接触时,对试样应无影响。

如果除蒸馏水以外的其他浸渍液来源可靠且附有检验证书,则不必再进行密度测试。

5.1.3 试样

试样为除粉料以外的任何无气孔材料,试样尺寸应适宜,从而在样品和浸渍液容器之间产生足够的间隙,质量应至少为 1 g。

当从较大的样品中切取试样时,应使用合适的设备以确保材料性能不发生变化。试样表面应光滑,无凹陷,以减少浸渍液中试样表面凹陷处可能存留的气泡,否则就会引入误差。

5.1.4 操作步骤

5.1.4.1 在空气中称量由一直径不大于 0.5 mm 的金属丝悬挂的试样的质量。试样质量不大于 10 g,

精确到 0.1 mg; 试样质量大于 10 g, 精确到 1 mg, 并记录试样的质量。

5.1.4.2 将用细金属丝(5.1.1.5)悬挂的试样浸入放在固定支架(5.1.1.3)上装满浸渍液(5.1.2)的烧杯(5.1.1.2)里, 浸渍液的温度应为 $23\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ (或 $27\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$)。用细金属丝除去粘附在试样上的气泡。称量试样在浸渍液中的质量, 精确到 0.1 mg。

如果在温度控制的环境中测试, 整个仪器的温度, 包括浸渍液的温度都应控制在 $23\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ (或 $27\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$) 范围内。

5.1.4.3 如果浸渍液不是水, 浸渍液的密度需要用下列方法进行测定: 称量空比重瓶(5.1.1.7)质量, 然后, 在温度 $23\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 0.5\text{ }^{\circ}\text{C}$ (或 $27\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 0.5\text{ }^{\circ}\text{C}$) 下, 充满新鲜蒸馏水或去离子水后再称量。将比重瓶倒空并清洗干燥后, 同样在 $23\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 0.5\text{ }^{\circ}\text{C}$ (或 $27\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 0.5\text{ }^{\circ}\text{C}$) 温度下充满浸渍液并称量。用液浴(5.1.1.8)来调节水或浸渍液以达到合适的温度。

按式(1)计算 $23\text{ }^{\circ}\text{C}$ 或 $27\text{ }^{\circ}\text{C}$ 时浸渍液的密度:

$$\rho_{\text{IL}} = \frac{m_{\text{IL}}}{m_{\text{W}}} \times \rho_{\text{W}} \quad \dots\dots\dots (1)$$

式中:

ρ_{IL} —— $23\text{ }^{\circ}\text{C}$ 或 $27\text{ }^{\circ}\text{C}$ 时浸渍液的密度, 单位为克每立方厘米(g/cm^3);

m_{IL} ——浸渍液的质量, 单位为克(g);

m_{W} ——水的质量, 单位为克(g);

ρ_{W} —— $23\text{ }^{\circ}\text{C}$ 或 $27\text{ }^{\circ}\text{C}$ 时水的密度, 单位为克每立方厘米(g/cm^3)。

5.1.4.4 按式(2)计算 $23\text{ }^{\circ}\text{C}$ 或 $27\text{ }^{\circ}\text{C}$ 时试样的密度:

$$\rho_{\text{S}} = \frac{m_{\text{S,A}} \times \rho_{\text{IL}}}{m_{\text{S,A}} - m_{\text{S,IL}}} \quad \dots\dots\dots (2)$$

式中:

ρ_{S} —— $23\text{ }^{\circ}\text{C}$ 或 $27\text{ }^{\circ}\text{C}$ 时试样的密度, 单位为克每立方厘米(g/cm^3);

$m_{\text{S,A}}$ ——试样在空气中的质量, 单位为克(g);

$m_{\text{S,IL}}$ ——试样在浸渍液中的表观质量, 单位为克(g);

ρ_{IL} —— $23\text{ }^{\circ}\text{C}$ 或 $27\text{ }^{\circ}\text{C}$ 时浸渍液的密度, 单位为克每立方厘米(g/cm^3), 可由供货商提供或由 5.1.4.3 计算得出。

对于密度小于浸渍液密度的试样, 除下述操作外, 其他步骤与上述方法完全相同。

在浸渍期间, 用重锤挂在细金属丝上, 随试样一起沉在液面下。在浸渍时, 重锤可以看作是悬挂金属丝的一部分。在这种情况下, 浸渍液对重锤产生的向上的浮力是可以允许的。试样的密度用式(3)来计算:

$$\rho_{\text{S}} = \frac{m_{\text{S,A}} \times \rho_{\text{IL}}}{m_{\text{S,A}} + m_{\text{K,IL}} - m_{\text{S+K,IL}}} \quad \dots\dots\dots (3)$$

式中:

ρ_{S} —— $23\text{ }^{\circ}\text{C}$ 或 $27\text{ }^{\circ}\text{C}$ 时试样的密度, 单位为克每立方厘米(g/cm^3);

$m_{\text{K,IL}}$ ——重锤在浸渍液中的表观质量, 单位为克(g);

$m_{\text{S+K,IL}}$ ——试样加重锤在浸渍液中的表观质量, 单位为克(g)。

5.1.4.5 对于每个试样的密度, 至少进行三次测定, 取平均值作为试验结果, 结果保留到小数点后第三位。

5.2 B 法: 液体比重瓶法

5.2.1 仪器

5.2.1.1 天平, 精确到 0.1 mg。

5.2.1.2 固定支架(5.1.1.3)。

5.2.1.3 比重瓶(5.1.1.7)。

5.2.1.4 液浴(5.1.1.8)。

5.2.1.5 干燥器,与真空体系相连。

5.2.2 浸渍液(5.1.2)

5.2.3 试样

试样应为接收状态的粉料、颗粒或片状材料,试样的质量应在 1 g~5 g 的范围内。

5.2.4 测试步骤

5.2.4.1 称量干燥过的空比重瓶(5.2.1.3),在比重瓶中装上适量的试样,并称重。用浸渍液(5.2.2)浸过试样并将比重瓶放在干燥器(5.2.1.5)中,抽真空将其中的空气赶出。中止抽真空,然后将比重瓶装满浸渍液,将其放入 23 °C±0.5 °C(或 27 °C±0.5 °C)恒温液浴(5.2.1.4)中恒温,然后将浸渍液准确充满至比重瓶容量所能容纳的极限处。

将比重瓶擦干,称量盛有试样和浸渍液的比重瓶。

5.2.4.2 将比重瓶倒空清洁后烘干,装入煮沸过的蒸馏水或去离子水,再用上述方法排除空气,在测试温度下称量比重瓶和内容物的质量。

5.2.4.3 如果浸渍液不是水,还应按 5.1.4.3 计算浸渍液的密度。

5.2.4.4 试样在 23 °C 或 27 °C 时的密度按式(4)计算:

$$\rho_s = \frac{m_s \times \rho_{II}}{m_1 - m_2} \dots\dots\dots(4)$$

式中:

ρ_s ——23 °C 或 27 °C 时试样的密度,单位为克每立方厘米(g/cm³);

m_s ——试样的表观质量,单位为克(g);

m_1 ——充满空比重瓶所需液体的表观质量,单位为克(g);

m_2 ——充满容有试样的比重瓶所需液体的表观质量,单位为克(g);

ρ_{II} ——由供货商提供的或按 5.1.4.3 计算得到的在 23 °C 或 27 °C 时的浸渍液密度,单位为克每立方厘米(g/cm³)。

5.2.4.5 每个样品至少应测三个试样,计算三次测试的平均值,结果保留到小数点后第三位。

5.3 C 法:滴定法

5.3.1 仪器

5.3.1.1 液浴(5.1.1.8)。

5.3.1.2 玻璃量筒,容量为 250 mL。

5.3.1.3 温度计,分度值为 0.1 °C,温度范围适合于测试所需温度。

5.3.1.4 容量瓶,容积为 100 mL。

5.3.1.5 平头玻璃搅拌棒。

5.3.1.6 滴定管,容量为 25 mL,分度值 0.1 mL,可以放置在液浴(5.3.1.1)中。

5.3.2 浸渍液

需要两种可互溶的不同密度的液体,其中一种液体的密度低于被测样品的密度,而另一种液体的密度高于被测样品的密度,附录 A 中给出了几种液体的密度作为参考。必要时,可用几毫升液体进行快速初预测。

在测试过程中,要求液体与试样接触对试样不产生影响。

5.3.3 试样

试样应是无气孔的具有合适形状的固体。

5.3.4 测试步骤

5.3.4.1 用容量瓶(5.3.1.4)准确称量 100 mL 较低密度的浸渍液(5.3.2),倒入干燥的 250 mL 的玻璃量

筒(5.3.1.2)中,并将装浸渍液的量筒放入到液浴(5.3.1.1)中,恒温到 $23\text{ }^{\circ}\text{C}\pm 0.5\text{ }^{\circ}\text{C}$ (或 $27\text{ }^{\circ}\text{C}\pm 0.5\text{ }^{\circ}\text{C}$)。

5.3.4.2 将试样放入到量筒中,试样应沉入底部,并不应有气泡。搅拌几次,量筒及量筒内的试样在恒温液浴中稳定。

注:建议保持温度计(5.3.1.3)始终在浸渍液中,测量期间检查达到热平衡的情况,特别是稀释热的散失情况。

5.3.4.3 当液体的温度达到 $23\text{ }^{\circ}\text{C}\pm 0.5\text{ }^{\circ}\text{C}$ (或 $27\text{ }^{\circ}\text{C}\pm 0.5\text{ }^{\circ}\text{C}$)时,用滴定管(5.3.1.6)每次取一毫升重浸渍液加入到量筒中,每次加入后,用玻璃棒(5.3.1.5)竖直搅拌浸渍液,防止产生气泡。

每次加入重浸渍液并搅拌后,观察试样的现象,起初试样迅速沉底,当加入较多的重浸渍液后,样片下沉的速率逐渐减慢。这时,每次加入 0.1 mL 重浸渍液。同样每次加入后用玻璃棒竖直搅拌浸渍液,当最轻的试样在液体里悬浮,且能保持至少 1 min 不做上下运动时。记录加入的重浸渍液的总量,这时混合液的密度相当于被测试样密度的最低限。

继续滴加重浸渍液,每次加入后用玻璃棒竖直搅拌浸渍液,当最重的试样在混合液中某一水平也能稳定至少 1 min 时,记录所添加重浸渍液的总量,这时混合液的密度相当于被测试样密度的最高限。

对于每对液体(轻浸渍液和重浸渍液),建立加入重浸渍液的量与混合液体密度两者之间的函数关系曲线,曲线上每点所对应混合液体的密度可用比重瓶法来测定。

6 空气中浮力的校正

由于称量是在空气中进行,当测试结果的准确度在 $0.2\%\sim 0.05\%$ 范围之间时,应校正所得到的“表观密度”值,以抵消空气浮力对试样和所用砝码产生的影响。

真实质量用式(5)计算:

$$m_T = m_{APP} \times \left(1 + \frac{\rho_{Air}}{\rho_S} - \frac{\rho_{Air}}{\rho_L} \right) \quad \dots\dots\dots (5)$$

式中:

m_T ——真实质量,单位为克(g);

m_{APP} ——表观质量,单位为克(g);

ρ_{Air} ——空气的密度,单位为克每立方厘米(g/cm^3), $23\text{ }^{\circ}\text{C}$ 或 $27\text{ }^{\circ}\text{C}$ 时空气的密度是 $0.0012\text{ g}/\text{cm}^3$;

ρ_S ——试样在 $23\text{ }^{\circ}\text{C}$ 或 $27\text{ }^{\circ}\text{C}$ 时的密度,单位为克每立方厘米(g/cm^3);

ρ_L ——所用重物的密度,单位为克每立方厘米(g/cm^3)。

为了提高准确性,可以考虑空气的压力和温度对其密度的影响,如式(6):

$$\rho_{Air} = \frac{131}{(1 + 0.00367 \times t)} \times \frac{1}{P} \quad \dots\dots\dots (6)$$

式中:

t ——测试温度,单位为摄氏度($^{\circ}\text{C}$);

P ——大气压,单位为帕(Pa)。

7 试验报告

试验报告应该包含以下信息和内容:

- a) 注明引用 GB/T 1033 的本部分;
- b) 试验样品的完整标识,包括试样的制备方法以及可能进行的预处理;
- c) 所使用的测试方法(A、B或C);
- d) 所使用的浸渍液;
- e) 测试温度;
- f) 试验结果,单次密度测试值以及密度算术平均值;
- g) 关于是否进行浮力校正以及进行何种校正的陈述。

附 录 A
(资料性附录)
适用于方法 C 的液体体系

表 A.1 中给出了适用于本部分方法 C 的液体体系。

警告——以下某些化学品可能是有毒的。

表 A.1 方法 C 的液体体系

体 系	密度范围/(g/cm ³)
甲醇/苯甲醇	0.79~1.05
异丙醇/水	0.79~1.00
异丙醇/二甘醇	0.79~1.11
乙醇/水	0.79~1.00
甲苯/四氯化碳	0.87~1.60
水/溴化钠水溶液 ^a	1.00~1.41
水/硝酸钙水溶液	1.00~1.60
乙醇/氯化锌水溶液 ^b	0.79~1.70
四氯化碳/1,3-二溴丙烷	1.60~1.99
1,3-二溴丙烷/溴化乙烯	1.99~2.18
溴化乙烯/溴仿	2.18~2.89
四氯化碳/溴仿	1.60~2.89
异丙醇/甲基乙二醇乙酸酯	0.79~1.00
^a 质量分数为 40% 的溴化钠溶液的密度为 1.41 g/cm ³ 。 ^b 质量分数为 67% 的氯化锌溶液的密度为 1.70 g/cm ³ 。	

以下试剂也可用于制备不同的混合液体系：

	密度/(g/cm ³)
正辛烷	0.70
二甲基甲酰胺	0.94
四氯乙烷	1.60
乙基碘	1.93
亚甲基碘	3.33

中 华 人 民 共 和 国
国 家 标 准
塑 料 非 泡 沫 塑 料 密 度 的 测 定
第 1 部 分：浸 渍 法、液 体 比 重 瓶 法 和 滴 定 法
GB/T 1033.1—2008/ISO 1183-1:2004

*

中 国 标 准 出 版 社 出 版 发 行
北 京 复 兴 门 外 三 里 河 北 街 16 号
邮 政 编 码：100045

网 址 www.spc.net.cn

电 话：68523946 68517548

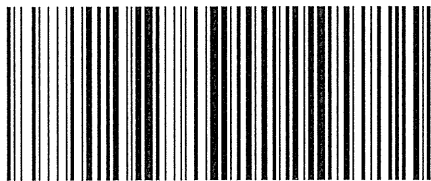
中 国 标 准 出 版 社 秦 皇 岛 印 刷 厂 印 刷
各 地 新 华 书 店 经 销

*

开 本 880×1230 1/16 印 张 0.75 字 数 14 千 字
2008 年 11 月 第 一 版 2008 年 11 月 第 一 次 印 刷

*

书 号：155066·1-34785



GB/T 1033.1-2008

如 有 印 装 差 错 由 本 社 发 行 中 心 调 换
版 权 专 有 侵 权 必 究
举 报 电 话：(010)68533533