

# 中华人民共和国国家标准

GB/T 1634.1—2019  
代替 GB/T 1634.1—2004

## 塑料 负荷变形温度的测定 第 1 部分：通用试验方法

Plastics—Determination of temperature of deflection under load—  
Part 1: General test method

(ISO 75-1:2013, MOD)

2019-05-10 发布

2020-04-01 实施

国家市场监督管理总局 发布  
中国国家标准化管理委员会

中 华 人 民 共 和 国  
国 家 标 准  
塑料 负荷变形温度的测定  
第 1 部分:通用试验方法  
GB/T 1634.1—2019

\*

中国标准出版社出版发行  
北京市朝阳区和平里西街甲 2 号(100029)  
北京市西城区三里河北街 16 号(100045)

网址:www.spc.org.cn

服务热线:400-168-0010

2019 年 4 月第一版

\*

书号:155066·1-61562

版权专有 侵权必究

## 前 言

GB/T 1634《塑料 负荷变形温度的测定》分为 3 个部分：

- 第 1 部分：通用试验方法；
- 第 2 部分：塑料和硬橡胶；
- 第 3 部分：高强度热固性层压材料。

本部分为 GB/T 1634 的第 1 部分。

本部分按照 GB/T 1.1—2009 给出的规则起草。

本部分代替 GB/T 1634.1—2004《塑料 负荷变形温度的测定 第 1 部分：通用试验方法》，与 GB/T 1634.1—2004 相比，除编辑性修改外主要技术变化如下：

- 删除了侧立放置方式；
- 加热装置新增了流化床和空气加热炉；
- 修改了砝码质量的计算公式。

本部分使用重新起草法修改采用 ISO 75-1:2013《塑料 负荷变形温度的测定 第 1 部分：通用试验方法》。

本部分与 ISO 75-1:2013 的技术性差异及其原因如下：

- 关于规范性引用文件，本部分做了具有技术性差异的调整，以适应我国的技术条件，调整的情况集中反映在第 2 章“规范性引用文件”中，具体调整如下：
  - 用修改采用国际标准的 GB/T 1634.2 代替 ISO 75-2；
  - 用等同采用国际标准的 GB/T 1634.3 代替 ISO 75-3；
  - 用修改采用国际标准的 GB/T 2918 代替 ISO 291；
  - 删除了 ISO 20753。
- 将 5.3 注的内容改为段。

本部分由中国石油和化学工业联合会提出。

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：中蓝晨光成都检测技术有限公司、中国石油天然气股份有限公司石油化工研究院、山东道恩高分子材料股份有限公司、承德市金建检测仪器有限公司、广东圆融新材料有限公司、深圳万测试验设备有限公司、中国石油化工股份有限公司北京燕山分公司树脂应用研究所、北京华塑晨光科技有限责任公司。

本部分主要起草人：谢鹏、陈敏剑、李艳芹、赵磊、任雨峰、陈欣、牟秀发、黄鹤柳、陈宏愿、郑宁。

本部分所代替标准的历次版本发布情况为：

- GB/T 1634.1—2004。

## 引 言

GB/T 1634.1 和 GB/T 1634.2—1979(第 1 版)规定了使用不同试验负荷的三种试验方法(即方法 A、方法 B 和方法 C),并规定了两种试样放置方式(平放式和侧立式)。对于平放试验,要求使用尺寸为  $80\text{ mm} \times 10\text{ mm} \times 4\text{ mm}$  的试样。这种试样既可以直接模塑方法制备,也可以用多用途试样(ISO 20753)的中间部分机加工制得。

GB/T 1634.1 和 GB/T 1634.2—2004(第 2 版)规定平放方式为优选的试样放置方式,同时允许使用侧立放置方式。因此在本次修订中,删除了试样侧立放置方式。

测试仪器技术的发展使得可以使用流化床和空气浴的仪器。这比使用传统的硅油作为传热介质更好,因为硅油的热稳定极限温度有限。本部分介绍了使用流化床和空气加热炉作为传热介质的方法。

# 塑料 负荷变形温度的测定

## 第 1 部分:通用试验方法

### 1 范围

GB/T 1634 的本部分规定了测定塑料负荷(三点加荷下的弯曲应力)变形温度的方法。为适应不同类型材料,规定了不同类型试样和不同的恒定试验负荷。

GB/T 1634.2 对塑料(包括填充塑料、纤维长度不大于 7.5 mm 的纤维增强塑料)和硬橡胶规定了具体要求,GB/T 1634.3 对高强度热固性层压材料规定了具体要求。

本部分适用于评价不同类型材料在负荷下,以规定的升温速率升至高温时的相对性能。所得结果不一定代表其可适用的最高温度。因为实际使用时的主要因素如时间、负荷条件和标称表面应力等,可能与本试验条件不同。只有从室温弯曲模量相同的材料得到的数据,才有真正的可比性。

本部分规定了所用试样的优选尺寸。本部分通常称作 HDT(热变形试验),虽然没有任何正式文件使用该标识符号。

### 2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件,仅注日期的版本适用于本文件。凡是不注日期的引用文件,其最新版本(包括所有的修改单)适用于本文件。

GB/T 1634.2 塑料 负荷变形温度的测定 第 2 部分:塑料和硬橡胶(GB/T 1634.2—2019, ISO 75-2:2013, MOD)

GB/T 1634.3 塑料 负荷变形温度的测定 第 3 部分:高强度热固性层压材料(GB/T 1634.3—2004, ISO 75-3:2003, IDT)

GB/T 2918 塑料 试样状态调节和试验的标准环境(GB/T 2918—2018, ISO 291:2008, MOD)

### 3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

#### 3.1

**弯曲应变 flexural strain**

$\epsilon_f$

试样跨度中点外表面单位长度的微小的用分数表示的变化量。

注:以无量纲比值或百分数(%)表示。

#### 3.2

**弯曲应变增量 flexural strain increase**

$\Delta\epsilon_f$

在加热过程中产生的所规定的弯曲应变增加量。

注 1:以百分数(%)表示。

注 2:引入该量的目的是为了强调这个事实,即施加的试验负荷所引起的初始挠度是不测量的。因此,试验的最终判断不是绝对应变值,只有挠度的增加被监测(见 3.4)。

### 3.3

#### 挠度 deflection

$s$

在弯曲过程中,试样跨度中心的顶面或底面偏离其原始位置的距离。

注:以毫米(mm)为单位。

### 3.4

#### 标准挠度 standard deflection

$\Delta s$

由 GB/T 1634.2 或 GB/T 1634.3 有关部分规定的,与试样表面弯曲应变增量  $\Delta\epsilon_f$  对应的挠度增量。

注:以毫米(mm)为单位[见 8.3 中式(4)]。

### 3.5

#### 弯曲应力 flexural stress

$\sigma_f$

试样跨度中心外表面上的标称应力。

注:以兆帕斯卡(MPa)为单位。

### 3.6

#### 负荷 load

$F$

施加到试样跨度中点上,使之产生规定的弯曲应力的力。

注:以牛顿(N)为单位[见 8.1 中的式(1)~式(3)]。

### 3.7

#### 负荷变形温度 temperature of deflection under load

$T_f$

随着试验温度的增加,试样挠度达到标准挠度值时的温度。

注:以摄氏度(°C)为单位。

## 4 原理

标准试样以平放方式承受三点弯曲恒定负荷,使其产生 GB/T 1634 相关部分规定的其中一种弯曲应力。在匀速升温条件下,测量达到与规定的弯曲应变增量相对应的标准挠度时的温度。

## 5 设备

### 5.1 产生弯曲应力的装置

该装置由一个刚性金属框架构成,基本结构如图 1 所示。框架内有一可在竖直方向自由移动的加荷杆,杆上装有砝码承载盘和加荷压头,框架底板同试样支座相连,这些部件及框架垂直部分都由线膨胀系数与加荷杆相同的合金制成。

试样支座由两个金属条构成,其与试样的接触面为圆柱面,与试样的两条接触线位于同一水平面上。跨度尺寸,即两条接触线之间距离由 GB/T 1634.2 或 GB/T 1634.3 规定。将支座安装在框架底板上,使加荷压头施加到试样上的垂直力位于两支座的中点( $\pm 1$  mm)。支座接触头缘线与加荷压头缘线平行,并与对称放置在支座上的试样长轴方向成直角。支座接触头和加荷压头圆角半径为  $(3.0 \pm 0.2)$  mm,并应使其边缘线长度大于试样宽度。

除非仪器垂直部件都具有相同的线膨胀系数,否则这些部件在长度方向的不同变化,将导致试样表

观挠度读数出现误差。应使用由低线膨胀系数刚性材料制成的且厚度与被试验试样可比的标准试样对每台仪器进行空白试验,空白试验应包含实际测定中所用的各温度范围,并对每个温度确定校正值。如果校正值为 0.01 mm 或更大,则应记录其值和代数符号。每次试验时都应使用代数方法,将其加到每个试样表观挠度读数上。

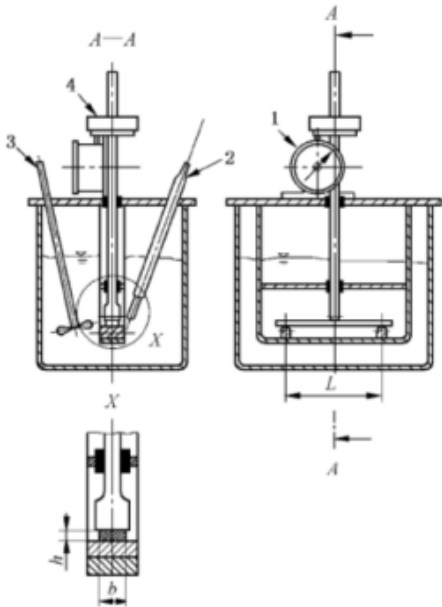
注:已发现殷钢和硼硅玻璃适宜用作空白试验材料。

5.2 加热装置

加热装置应为热浴,热浴内装有适宜的液体传热介质、流化床或空气加热炉。试样在介质中应至少浸没 50 mm 深,并应装有高效搅拌器。应确定所选用的液体传热介质在整个温度范围内是稳定的并应对受试材料没有影响,例如不引起溶胀或开裂。

当有争议或矛盾时,如在温度可行范围内,应以使用液体传热介质的方法作为参考方法。

加热装置应装有控制元件,以使温度能以  $(120 \pm 10)^\circ\text{C}/\text{h}$  的均匀速率上升。



说明:

- 1 —— 千分表;
- 2 —— 热电偶;
- 3 —— 搅拌桨;
- 4 —— 载荷;
- $b$  —— 试样宽度;
- $h$  —— 试样厚度;
- $L$  —— 支点间的跨距。

图 1 负荷变形温度测定的典型装置

应定期通过检查自动温度读数或至少每 6 min 手动核对温度的方式校核加热速度。

如果在试验中要求每 6 min 温度变化为  $(12 \pm 1)^\circ\text{C}$ ,则也应考虑满足此要求。热浴中试样两端部和中心之间的液体温度差应不超过  $\pm 1^\circ\text{C}$ 。

注 1: 可将仪器设计成当到达标准挠度时能自动停止加热。

注 2: 液体石蜡、变压器油、甘油和硅油都是合适的液体传热介质,也可以使用其他液体。对于流化床,可以选用氧化铝粉末。

### 5.3 砝码

应备有一组砝码,以使试样加荷达到按 8.1 计算所需的弯曲应力。应能以 1 g 的增量调节这些砝码。

### 5.4 温度测量仪器

可以使用任何适宜的,经过校准的温度测量仪器,应具有合适的测量范围,并能读到 0.5 °C 或更精确。

应在所使用仪器特有的浸没深度对测温仪器进行校准。测温仪器的温度敏感元件,距试样中心距离应在 $(2\pm 0.5)$  mm 以内,但不能接触试样。

按照制造厂的说明书,对测温仪器进行校准。

注 1: 如同时试验几个试样,那么在热浴的每个试样位置上都配备独立的测温仪器可能是有用的。

注 2: 在本部分内容发布时,还没有关于校正温度测量仪器的标准存在。

### 5.5 挠度测量仪器

可以是已校正过的直读式测微计或其他合适的仪器,在试样支座跨度中点测得的挠度应精确到 0.01 mm 以内。

有些类型仪器,测微计弹簧产生的力  $F_s$  向上作用,因此,由加荷杆施加的向下载荷被减小。而另一种情况,  $F_s$  向下作用,此时加荷杆施加的载荷增大。对这类仪器,应该确定力  $F_s$  的大小和方向,以便能对其进行补偿(见 8.1)。由于某些测微计的  $F_s$  在整个测量范围内变化相当大,故应在仪器所要使用的部分范围内进行测量。

### 5.6 测微计和量规

用于测量试样的宽度和厚度,应精确到 0.01 mm。

## 6 试样

### 6.1 概述

所有试样都不应有因厚度不对称所造成的翘曲现象。由于诸如模塑试样时冷却条件不同或结构不对称,使试样在加热过程中可能变翘曲,即无负荷时已弯曲现象。应使用在试样两个相对表面施加负荷的方法进行校正。

### 6.2 形状和尺寸

试样应是横截面为矩形的样条(长度  $l$  > 宽度  $b$  > 厚度  $h$ )。试样的尺寸应符合 GB/T 1634.2 或 GB/T 1634.3 的规定。

每个试样中间 1/3 长度部分任何地方的厚度和宽度都不能偏离平均值的 2% 以上。

应按照 GB/T 1634.2 或 GB/T 1634.3 的相关规定制备试样。

### 6.3 试样的检查

试样应无扭曲,其相邻表面应互相垂直。所有表面和棱边均应无划痕、麻点、凹痕和飞边等。

应确保试样所有切削面都尽可能平滑,并确保任何不可避免的机加工痕迹都顺着长轴方向。

为使试样符合这些要求,应将其紧贴在直尺、三角尺或平板上,用目视观测或用测微卡尺对试样进行测量检查。

如果测量或观察到试样存在不符合上述要求的缺陷,则应弃之不用或在试验前将其机加工到适宜的尺寸和形状。

#### 6.4 试样数

至少试验两个试样,为降低翘曲变形的影响,应使试样不同面朝着加荷压头进行试验。如需进行重复试验(见 GB/T 1634.2 和 GB/T 1634.3),则对每个重复试验都要求增加两个试样。出于质量控制的目的或由相关方同意,可以在试样一面进行测试。这种情况下,在测试报告中说明施加载荷的面。

### 7 状态调节

除非受试材料规范另有要求,状态调节和试验环境应符合 GB/T 2918 的规定。

## 8 操作步骤

### 8.1 施加力的计算

在 GB/T 1634 所采用的三点加荷法中,施加到试样上的力  $F$ ,以牛顿(N)为单位,是弯曲应力的函数,由式(1)计算:

$$F = \frac{2\sigma_t \cdot b \cdot h^2}{3L} \dots\dots\dots (1)$$

式中:

$F$  —— 负荷,单位为牛顿(N);

$\sigma_t$  —— 试样表面承受的弯曲应力,单位为兆帕斯卡(MPa);

$b$  —— 试样宽度,单位为毫米(mm);

$h$  —— 试样厚度,单位为毫米(mm);

$L$  —— 试样与支座接触线间距离(跨度),单位为毫米(mm)。

测量  $b$  和  $h$  时,应精确到 0.1 mm,测量  $L$  时,应精确到 0.5 mm。

跨度和弯曲应力,应符合 GB/T 1634.2 或 GB/T 1634.3 的规定。

施加试验力  $F$  时,应考虑加荷杆质量  $m_r$  的影响,需把它作为试验力的一部分。如果使用弹簧施荷仪器,如表盘式测微计,还应考虑弹簧施加力  $F_s$  的大小和对总力  $F$  的方向,即是正还是负(见 5.5),要将质量为  $m_w$  的附加砝码放在加荷杆上,以产生式(2)规定的所需总力  $F$ :

$$F = 9.81(m_w + m_r) + F_s \dots\dots\dots (2)$$

因此

$$m_w = \frac{F - F_s}{9.81} - m_r \dots\dots\dots (3)$$

式中:

$m_r$  —— 施加试验力的加荷杆质量,单位为千克(kg);

$m_w$  —— 附加砝码的质量,单位为千克(kg);

$F$  —— 施加到试样上的总力,单位为牛顿(N);

$F_s$  —— 所用仪器施荷弹簧产生的力,单位为牛顿(N)。

如果弹簧对着试样向下压,则该力值为正;如果弹簧推力与加荷杆下降方向相反,则该力值为负;如果没有使用这种仪器,则该力为零。

实际施加力应为计算力  $F(1 \pm 2.5)\%$ 。

注:所有涉及弯曲性能的公式,仅在应用到应力/应变关系为线性的情况下才是正确的。因此,对大多数塑料来说,

这些公式仅在小挠度情况下才是比较准确的。但可以用给出的这些公式对材料进行比较。

8.2 加热装置的起始温度

每次试验开始时,加热装置(5.2)的温度应低于 27 °C,除非以前的试验已经表明,对受试的具体材料,在较高温度下开始试验不会引起误差。

8.3 测量

对试样支座间的跨度(见 5.1)进行检查,如果需要,则调节到适当的值。测量并记录该值,精确至 0.5 mm,以便用于 8.1 中的计算。

将试样放在支座上,使试样长轴垂直于支座。将加荷装置(5.1)放入热浴中,对试样施加按 8.1 计算的负荷,以使试样表面产生符合 GB/T 1634.2 或 GB/T 1634.3 规定的弯曲应力。让力作用 5 min 后,记录挠度测量装置(5.5)的读数,或将读数调整为零(见注 1)。

以(120±10)°C/h 的均匀速率升高热浴的温度,记下样条初始挠度净增加量达到标准挠度时的温度,即为在 GB/T 1634.2 或 GB/T 1634.3 规定的弯曲应力下的负荷变形温度。标准挠度是厚度  $h$ 、所用跨度和 GB/T 1634.2 或 GB/T 1634.3 规定的弯曲应变增量的函数。按式(4)计算:

$$\Delta s = \frac{L^2 \Delta \epsilon_f}{600h} \dots\dots\dots (4)$$

式中:

- $\Delta s$  ——标准挠度,单位为毫米(mm);
- $L$  ——跨度,即试样支座与试样的接触线之间距离,单位为毫米(mm);
- $\Delta \epsilon_f$  ——弯曲应变增量,%;
- $h$  ——试样厚度,单位为毫米(mm)。

注 1: 保持 5 min 的等候时间,是用于部分补偿某些材料在室温下受到规定弯曲应力时所显示的蠕变。在开始 5 min 内发生的蠕变,通常占最初 30 min 内发生蠕变的绝大部分。如果受试材料在起始温度前 5 min 内没有明显的蠕变,则可以省去 5 min 的等候时间。

注 2: 如果已知试样挠度为试样温度的函数,那么这一点在试验结果的解释中常常是有用的。可能的话,建议在等候和加热期间连续监控试样挠度。

至少应进行两次试验,每个试样只应使用一次。除非相关方同意仅在试样单面测试,否则为降低试样不对称性(如翘曲)对试验结果的影响,应使试样相对的面分别朝向加荷压头成对地进行试验,见 6.4。

9 结果表示

除非 GB/T 1634.2 或 GB/T 1634.3 另有规定,以受试试样负荷变形温度的算术平均值表示受试材料的负荷变形温度。把试验结果表示为一个最靠近的摄氏温度整数值。

10 精密度

对于塑料和硬橡胶,已有精密度数据(见 GB/T 1634.2),对于高强度热固性层压材料和长纤维增强塑料(见 GB/T 1634.3),本部分发布时尚未有精密度说明。

11 试验报告

试验报告应包括下列信息:

- a) 注明采用 GB/T 1634 有关部分,即 GB/T 1634.2 或 GB/T 1634.3;

- b) 标识受试材料的详细信息；
- c) 试样制备方法；
- d) 热浴中所用的液体传热介质；
- e) 所用的状态调节和退火程序(如果有的话)；
- f) 以摄氏度为单位的负荷变形温度(如果在不同加荷方向上进行的两次测量单个结果之差超过 GB/T 1634.2 或 GB/T 1634.3 规定的界限,则应分别报告两个方向的全部试验结果)；
- g) 所用试样尺寸；
- h) 所用的弯曲应力；
- i) 所用的跨度；
- j) 如果仅在试样单面上加载负荷,记录该面；
- k) 在试验过程中或从仪器中卸下后注意到的试样任何异常情况。

### 参 考 文 献

- [1] ISO 3167:2014 塑料 多用途试样(Plastics—Multipurpose test specimens)
  - [2] ISO 10350-1:2007 塑料 可比较单点数据的获得和表示 第1部分:模塑材料(Plastics—Acquisition and presentation of comparable single-point data—Part 1:Moulding materials)
- 



GB/T 1634.1—2019

版权专有 侵权必究

\*

书号:155066·1-61562