



中华人民共和国国家标准

GB/T 36805.2—2020

塑料 高应变速率下的拉伸性能测定 第2部分：直接测试法

Plastics—Determination of tensile properties at high strain rates—
Part 2: Direct testing method

2020-11-19 发布

2021-10-01 实施

国家市场监督管理总局 发布
国家标准化管理委员会

前 言

GB/T 36805《塑料 高应变速率下的拉伸性能测定》分为 2 个部分：

——第 1 部分：方程拟合法；

——第 2 部分：直接测试法。

本部分为 GB/T 36805 的第 2 部分。

本部分按照 GB/T 1.1—2009 给出的规则起草。

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通用方法和产品分技术委员会(SAC/TC 15/SC 4)归口。

本部分起草单位：金发科技股份有限公司、中蓝晨光成都检测技术有限公司、中国石油化工股份有限公司北京化工研究院、泛亚汽车技术中心有限公司、上海延锋金桥汽车饰件系统有限公司、暨南大学力学与建筑工程学院、清华大学苏州汽车研究院(相城)、中汽研(天津)汽车工程研究院有限公司。

本部分主要起草人：黄险波、吴博、朱天戈、叶南飏、庞承焕、刘力荣、刘丹、周俊龙、李港、吴海龙、孟宪明、黄克凡、郑雯、张赛。



引 言

塑料材料在不同应变速率下的拉伸性能数据可用于塑料制品、塑料制件的变形和破坏行为的 CAE 模拟分析。而塑料材料对应变速率是敏感的,在高应变速率下的性能与低应变速率下的性能通常呈现不同的规律。

为了规范塑料材料高应变速率下的拉伸性能测定,特制定本标准。本标准对样品类型、测试设备和测试方法都提出了明确的要求。



塑料 高应变速率下的拉伸性能测定

第 2 部分:直接测试法

1 范围

GB/T 36805 的本部分规定了使用高速拉伸机测试塑料材料在宽应变速率范围内拉伸性能的方法。

本部分适用于拉伸速度在 10 mm/s 以上的拉伸试验。

注:宽应变速率范围包含速率近似于冲击加载情况下的高应变速率。

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 1040.1—2018 塑料 拉伸性能的测定 第 1 部分:总则

GB/T 1040.2—2006 塑料 拉伸性能的测定 第 2 部分:模塑和挤塑塑料的试验条件

3 术语和定义

GB/T 1040.1—2018 界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

应变速率 strain rate

$\dot{\epsilon}$

单位时间内的应变改变量。

注:单位为每秒(s^{-1})。

3.2

名义应变速率 nominal strain rate

$\dot{\epsilon}_{nom}$

试验速度除以测试样品窄平行部分的长度。

注:单位为每秒(s^{-1})。

4 原理

采用试验系统,在适宜的测试模式下,设置目标应变速率或测试速度、数据采集频率等参数,沿塑料材料试样纵向主轴恒速拉伸,直到断裂或应力(负荷)或应变(伸长)达到某一预定值,在这一过程中得到可靠的应力-应变曲线。

5 设备

5.1 测试装置

符合本部分要求的试验机应具备进行 10 mm/s 以上速度的拉伸测试的能力。随着测试速度的增

加,力值的测量误差会增大。这些测量误差与力传感器共振模式、测试样品以及测试装置中的部件有关。为达到满意的测试精度,同时拓宽测试速度范围,测试装置的设计非常重要,应使用高硬度的测力传感器(如压电式的)和轻质高刚度的部件。为实施此速度下的拉伸测试,设备通常选用液压伺服驱动并安装有缓冲器的高速拉伸试验机,其他的试验系统,只要在整个试验过程中能够提供符合要求的恒定应变速度的试验机均可使用。符合本部分要求的试验设备参见附录 A。

5.2 负荷指示装置

5.2.1 负荷指示装置应可测量试验过程中任何时刻负荷的变化。该装置在规定的试验速度下应无惯性滞后。

5.2.2 在高应变速率下,负荷向试样自发传递的过程会引起试样与试验机某些部位的振荡,这种振荡会和力值信号叠加并被记录于测试曲线中。随着试验速度的增加,振荡加剧。阻止或者减少力信号中的振荡是选择动态测力方式的关键,通常而言,测力位置距离标距长度越远,振荡现象越强烈。

5.2.3 采用应变片或使用局域动态测力计作为负荷指示装置的,应在试验报告中说明。

5.2.4 负荷指示装置的采集频率 f_s 应满足式(1)要求:

$$f_s \geq 1\,000 \times \dot{\epsilon}_{nom} \dots\dots\dots (1)$$

式中:

f_s ——负荷指示装置采样频率,单位为赫兹(Hz);

$\dot{\epsilon}_{nom}$ ——名义应变速率,单位为每秒(s^{-1})。

注:相关方可共同商定具体的采集频率。

5.3 应变指示装置

5.3.1 应变指示装置应可测量试验过程中任何时刻试样标距的变化,测量系统应无惯性滞后。可采用不同的测量系统测定应变,如光电引伸计、激光测量系统、应变片或高速相机等。

5.3.2 建议试验全程采用一种应变指示装置,若无法实现或需要更高的测量精度时,可组合采用多种应变指示装置,但应在试验报告中说明。

5.3.3 应变指示装置的采集频率 f_d 应满足式(2)要求:

$$f_d \geq 100 \times \dot{\epsilon}_{nom} \dots\dots\dots (2)$$

式中:

f_d ——应变指示装置采样频率,单位为赫兹(Hz);

$\dot{\epsilon}_{nom}$ ——名义应变速率,单位为每秒(s^{-1})。

注:相关方可共同商定具体的采集频率。

5.4 数据记录装置

为准确记录所有试验速度下的力-位移曲线,用于记录负荷和应变信号装置的数据采集频率应足够高,至少不低于负荷指示装置或应变指示装置的采样频率。

5.5 夹具

用于夹持试样与试验机相连,使试样的主轴方向与通过夹具中心线的拉力方向重合。试样应以这种方式夹持以防止被夹试样相对夹具口滑动。夹具不会引起夹具口处试样过早破坏或挤压夹具中的试样。

6 试样

6.1 试样形状

对于高应变速率下的拉伸测试,测试试样的选择与规定应变速率、材料刚度、材料密度、屈服应变、活塞或横梁加速情况、系统频率等因素有关。为保证数据的可比性,在一组样品的测试中宜使用同一种试样。用于测试的有效区域是样品的窄平行段部分,试样的圆弧区域与夹持部分不作为测试的有效区域。一般情况下,宜选择哑铃型试样,见 GB/T 1040.2—2006 中 6.1。

6.2 试样制备

按 GB/T 1040.2—2006 中 6.2 执行。

7 状态调节

按 GB/T 1040.1—2018 中第 8 章执行。

8 试验步骤

8.1 试验环境

按 GB/T 1040.1—2018 中 9.1 执行。

8.2 试样数量

按 GB/T 1040.1—2018 中 7.1 执行。

8.3 试样尺寸

按 GB/T 1040.1—2018 中 9.2 执行。

8.4 夹持

按 GB/T 1040.1—2018 中 9.3 执行。

8.5 试验速度

根据材料应用端的需求确定应变速率。确定应变速率后,根据式(3)计算试验速度:

$$v = \dot{\epsilon}_{\text{nom}} \times L_1 \dots\dots\dots (3)$$

式中:

v ——试验速度,单位为毫米每秒(mm/s);

$\dot{\epsilon}_{\text{nom}}$ ——名义应变速率,单位为每秒(s^{-1});

L_1 ——试样窄平行段长度,单位为毫米(mm)。

注:宜使用 100 s^{-1} 、 10 s^{-1} 、 1 s^{-1} 的应变速率进行测试,如需使用其他应变速率进行测试,可由相关方共同商定。

8.6 数据的记录

记录试验过程中试样承受的负荷及与之对应的标线间或夹具间距离的增量,宜采用自动记录系统。

9 结果计算和表示

9.1 总则

采用与 GB/T 1040.1—2018 中类似的方法测算应力、应变、应力-应变曲线等,但与准静态拉伸相比,试样尺寸、测试系统固有频率、材料本身的相关组合因素,会对测试结果产生显著影响。

9.2 应力-应变曲线

9.2.1 应力-应变曲线由原始信号计算得到,在试验过程中获得单调递增的信号将有利于后续分析。若由于测量技术原因无法获得(如信号干扰),需要通过相应算法获得单调信号。例如滤波处理、多项式拟合、多项式样条函数逼近等,并应在试验报告中明确说明。通常,试验结果使用方负责解释应力-应变曲线上力值振荡现象的数据处理依据。在进行高应变速率下的拉伸性能测定时,宜先不进行算法处理,待测试结束后再根据需要决定是否进行,否则有引起测试数据失真的风险。

9.2.2 为进一步分析试验结果,例如给予应力-应变曲线获取一些关键指标或提供有限元计算的输入参数,需预先对曲线进行光滑处理,在试验报告中应注明是否采用以及采用何种曲线预处理方法。需指出的是,采用数据预处理通常会丢失原始数据的部分信息并引入数据处理者的主观影响。

9.2.3 力值振荡的接受准则可以参考图 1 给出的示例^[1]。

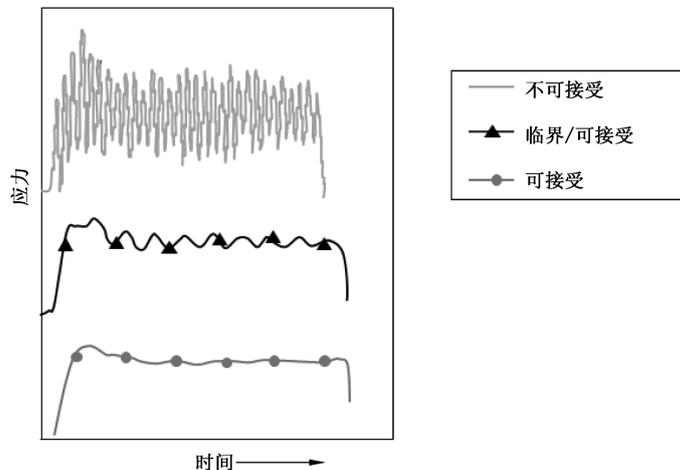


图 1 力值震荡情况可接受准则的示例

注:相关方可共同商定可接受的力值振荡定量准则。

9.3 测定关键结果

针对高应变速率下的拉伸试验,可根据 GB/T 1040.1—2018 从应力-应变曲线上确定关键性能结果,具体项目由委托方指定或相关方商定。

9.4 有效数字

应力和拉伸模量保留三位有效数字,应变保留两位有效数字。

10 试验报告

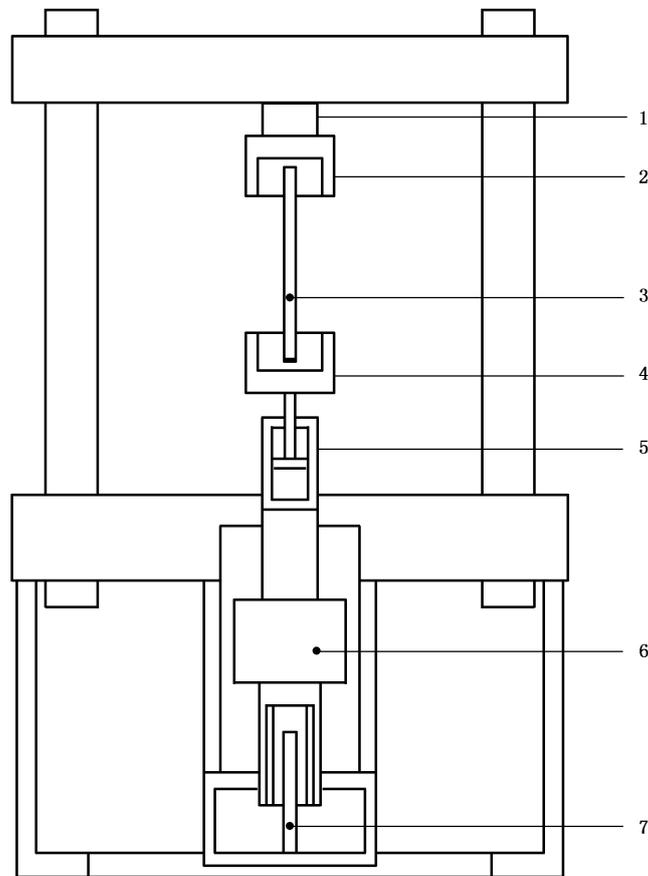
试验报告应包括以下内容：

- a) 注明应用 GB/T 36805 的相关部分(本部分编号)；
- b) 受试材料的完整标识,包括类型、来源、制造厂代号和所知的历史；
- c) 材料(不管其为成品、半成品、试板还是试样)的性能和形态,包括主要尺寸、形状、加工方法、层合程序和预处理情况；试样制备及加工方法的详细情况；如果试样是切割制得,则包括试验切割的方向；
- d) 试样类型及平行部分的宽度和厚度,包括平均值、最小值和最大值；
- e) 试样数量；
- f) 状态调节和试验的标准环境,如果需要,根据有关材料或产品相关的标准所增加的特殊状态调节；
- g) 应变指示装置的类型；
- h) 试验速度(应变速率)、夹具间距离、样条类型；
- i) 是否采用以及采用何种曲线预处理方法；
- j) 单个试验结果；
- k) 试验结果的平均值,引用的受试材料指标值；
- l) 有无废弃和更换试样的说明及其原因；
- m) 测试及审核人员；
- n) 试验日期。



附录 A
(资料性附录)
试验设备

高应变速率拉伸试验机结构示意图 A.1。



说明：

- 1——力传感器；
- 2——固定端夹具；
- 3——试样；
- 4——活动端夹具；
- 5——缓冲器；
- 6——作动器；
- 7——位移传感器。

注：本示意图仅用于举例说明，并非约束设备结构。只要在整个试验过程中能够提供恒定应变速度的试验机均可使用。

图 A.1 高应变速率拉伸试验机结构示意图

参 考 文 献

- [1] SAE J2749—2008 High Strain Rate Tensile Testing of Polymers
-

