



中华人民共和国国家标准

GB/T 1040.5—2008/ISO 527-5:1997

塑料 拉伸性能的测定 第5部分:单向 纤维增强复合材料的试验条件

Plastics—Determination of tensile properties—Part 5: Test conditions for
unidirectional fibre-reinforced plastic composites

(ISO 527-5:1997, 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 1040《塑料 拉伸性能的测定》分为五个部分：

- 第1部分：总则；
- 第2部分：模塑和挤塑塑料的试验条件；
- 第3部分：薄膜和薄片的试验条件；
- 第4部分：各向同性和正交各向异性纤维增强复合材料的试验条件；
- 第5部分：单向纤维增强复合材料的试验条件。

本部分为 GB/T 1040 的第 5 部分，等同采用 ISO 527-5:1997《塑料——拉伸性能的测定——第 5 部分：单向纤维增强复合材料的试验条件》。

为了便于使用，本部分做了下列编辑性修改：

- 把“本国际标准”一词改为“本标准”或“GB/T 1040”，把“ISO 527 的本部分”改成“GB/T 1040 的本部分”或“本部分”；
- 增加了国家标准本部分的前言；
- 把“规范性引用文件”一章所列的其中两个国际标准用对应的等同采用该文件的我国国家标准代替；
- 用我国的小数点“.”代替国际标准中的小数点“,”。

本部分的附录 A 为规范性附录，附录 B 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塑料树脂通用方法和产品分会(SAC/TC 15/SC 4)归口。

本部分负责起草单位：国家合成树脂质量监督检验中心。

本部分参加起草单位：北京燕化石油化工股份有限公司树脂应用研究所、国家石化有机原料合成树脂质量监督检验中心、国家化学建筑材料测试中心、中昊晨光化工研究院、国家塑料制品质量监督检验中心(福州)、国家塑料制品质量监督检验中心(北京)、中国兵器工业集团第五三研究所、广州金发科技股份有限公司和深圳新三思材料检测有限公司。

本部分主要起草人：周为民、王永明。

本部分为首次发布。

塑料 拉伸性能的测定 第5部分:单向 纤维增强复合材料的试验条件

1 范围

1.1 GB/T 1040 的本部分在第1部分基础上规定了单向纤维增强复合材料拉伸性能的试验条件。

1.2 见 GB/T 1040.1—2006 中的 1.2。

1.3 本部分适用于用单向纤维增强的,并满足 GB/T 1040 本部分测试要求(包括破坏模式)的纤维增强复合材料。

本部分适用于用热塑性材料或热固性材料制成的复合材料,包括预浸渍材料(预浸料)。涉及到的增强材料包括碳纤维、玻璃纤维、聚芳酰胺纤维或其他类似纤维。涉及到的增强材料几何形状,包括单向(即完全成一条直线的)纤维、无捻粗纱以及单向织物和窄带织物等。

本部分不适用于由几种单向层压板在不同角度下复合成的多向复合材料(见 GB/T 1040.4—2006)。

1.4 本部分应使用两种不同类型试样中的一种,试样类型取决于与纤维方向有关的施加应力的方向(见第6章)。

1.5 见 GB/T 1040.1—2006 中的 1.5。

2 规范性引用文件

下列文件中的条款通过 GB/T 1040 的本部分的引用而成为本部分的条款。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 1040.1—2006 塑料 拉伸性能的测定 第1部分:总则(ISO 527-1:1993, IDT)

GB/T 1040.4—2006 塑料 拉伸性能的测定 第4部分:各向同性和正交各向异性纤维增强复合材料的试验条件(ISO 527-4:1997, IDT)

ISO 1268:1974 塑料 试验用的玻纤增强树脂胶粘低压层压板的制备

ISO 2818:1 塑料 用机械加工方法制备试样

ISO 3534-1:1993 统计学 词汇和符号 第1部分:概率和一般统计学术语

ISO 9291:1996 纺织玻纤增强塑料 无捻粗纱 缠绕法制备单向板材

3 原理

见 GB/T 1040.1—2006 中第3章。

4 术语和定义

下列术语和定义适用于 GB/T 1040 的本部分。

4.1

标距 gauge length

见 GB/T 1040.1—2006 中的 4.1。

4.2

试验速度 speed of testing

见 GB/T 1040.1—2006 中的 4.2。

4.3

拉伸应力 tensile stress

σ

除了把相对于 A 型试样的 σ 定义为 σ_1 ；把相对于 B 型试样的 σ 定义为 σ_2 ；
GB/T 1040.1—2006 中的 4.3(A 型和 B 型试样的详述见第 6 章)

4.3.1

拉伸强度 tensile strength

σ_M

除了把相对于 A 型试样的 σ_M 定义为 σ_{M1} ；
GB/T 1040.1—2006 中的 4.3.3。

4.4

拉伸应变 tensile strain

ϵ

原始标距单位长度在长度方向上的增加量。

对于 A 型试样， ϵ 被定义为 ϵ_1 ；B

4.5

拉伸强度拉伸应变、断裂拉伸应变 tensile strain at tensile strength; tensile failure strain

ϵ_M

对应于试样拉伸强度点处的拉伸应变。

对于 A 型试样， ϵ_M 被定义为 ϵ_{M1} ；

4.6

拉伸弹性模量 modulus of elasticity in tension

E

除了把相对于 A 型试样的 E 定义为 E_1 ；把相对于 B 型试样的 E 定义为 E_2 ；
GB/T 1040.1—2006 中的 4.6。

所用的应变值如 GB/T 1040.1—2006 中的 4.6 所给出的，即 $\epsilon' = 0.000\ 5$ ， $\epsilon'' = 0.002\ 5$ (见图 1)，除非在材料或技术规范中已经给出了可选择的值。

4.7

泊松比 Poisson's ratio

μ

除按照图 2 所给出的坐标，把相对于 A 型试样的 μ_{11} 定义为 μ_{12} ， μ_{11} 定义为 μ_{13} ；把相对于 B 型试样的 μ_{11} 定义为 μ_{21} ， μ_{11} 定义为 μ_{23} 以外，其余见 GB/T 1040.1—2006 中的 4.7。

4.8

试样坐标轴 specimen coordinate axes

在试验条件下的材料坐标轴规定如图 2 所示，把平行于纤维的方向规定为方向“1”，把垂直于纤维的方向 (在纤维所在的平面内) 规定为方向“2”。

注：方向“1”也称作 0° 方向或纵方向；方向“2”也称作 90° 方向或横方向。

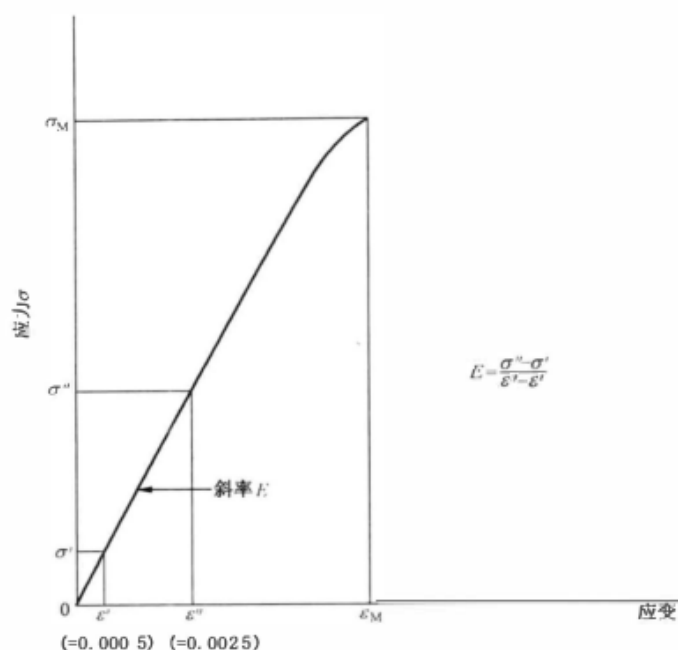


图1 应力-应变曲线

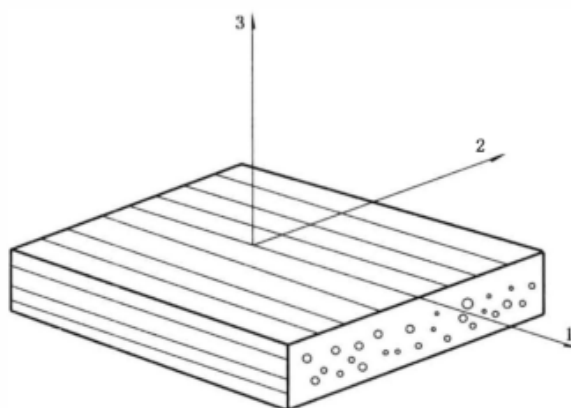


图2 单向增强复合材料的对称轴

5 设备

除以下规定外,其余见 GB/T 1040.1—2006 中的第 5 章。

测微计或等效的仪器(见 GB/T 1040.1—2006 中 5.2.1),其读数精度应为 0.001 mm。在凹凸不平的表面上使用时,应带有一个尺寸适宜、端部为球形的测量头;如果是在平整光滑的表面(比如是经过机械加工过的)上使用,则应带有一个平面测量头。

GB/T 1040.1—2006 中的 5.2

应注意确保由夹具(见 GB/T 1040.1—2006 中 5.1.3)施加的压力能刚好保证试样从加荷至破坏时在夹具中不打滑。夹具压力过大可引起试样破裂,这是由于材料的横向强度较低缘故。建议使用能保证夹具压力恒定的液压夹具。

如果把应变规粘结到试样上,这种横向应变规的横向效应对各向异性复合材料所引起的误差通常

比各向同性的金属材料大得多。应对这种效应进行校正,才能保证泊松比测量的准确性。

注:推荐按照附录 B 所述对试样和载荷系统的对中进行校准。

6 试样

6.1 形状和尺寸

本部分规定了两种试样类型,取决于与纤维方向相关的试验取向,如图 3 中的图示和说明。

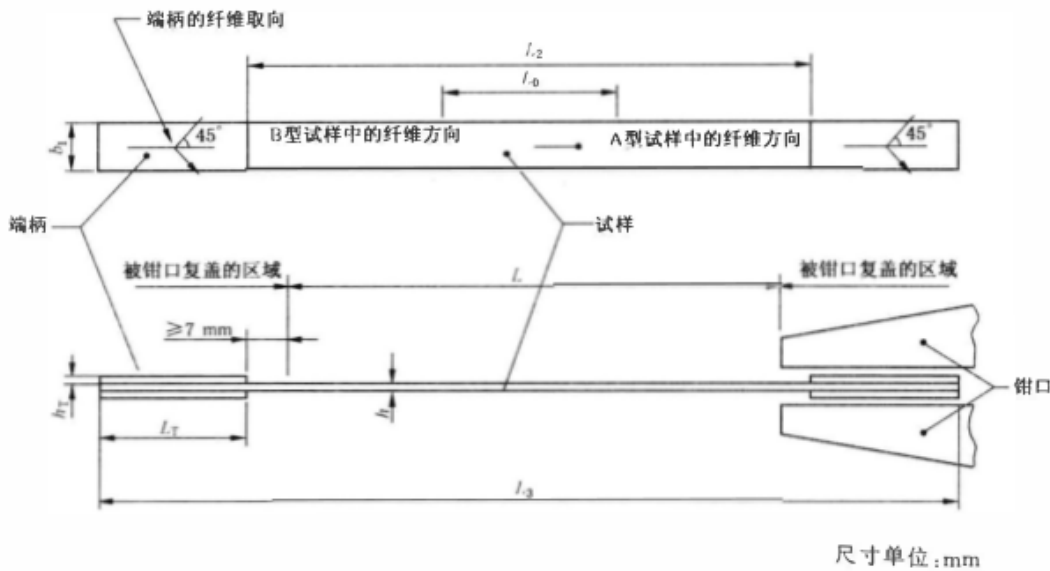
6.1.1 A 型试样(纵向)

A 型试样的宽度应为 $15\text{ mm}\pm0.5\text{ mm}$,总长度为 250 mm ,厚度为 $1\text{ mm}\pm0.2\text{ mm}$,单个试样的相对边应互相平行至 0.2 mm 以内。

6.1.2 B 型试样(横向)

B 型试样的宽度应为 $25\text{ mm}\pm0.5\text{ mm}$,总长度为 250 mm ,厚度为 $2\text{ mm}\pm0.2\text{ mm}$,单个试样的相对边应互相平行至 0.2 mm 以内。

对于按照 ISO 9291 纤维缠绕法板材制备的 B 型试样,可允许其长度缩短至 200 mm 。



		A 型	B 型
L_3	总长度	250	250 ^a
L_2	两端柄间的距离	150 ± 1	150 ± 1
b_1	宽度	15 ± 0.5	25 ± 0.5
h	厚度	1 ± 0.2	2 ± 0.2
L_0	标距(为使用引伸计所推荐的)	50 ± 1	50 ± 1
L	夹具间的初始距离(标称)	136	136
L_T	端柄长度	≥ 50	$\geq 50^a$
h_T	端柄厚度	$0.5\sim2$	$0.5\sim2$

注:第 6 章中已给出关于试样的质量和平行度的要求。

^a 对于按 ISO 9291 纤维缠绕板所制得的试样,容许试样总长度为 200 mm ,端柄长度为 25 mm 。

图 3 A 型和 B 型试样

6.2 试样的制备

6.2.1 概述

对于模塑和层压材料,应按照 ISO 1268 或其他规定/商定的方法制备一块试板,从该试板上切取单个或成组试样(见附录 A)

当需要从成品取样测试时(例如,为了在生产过程中或销售时进行质量控制)取试样。

对于所制取的每个试样,其轴线偏离平均纤维轴线的误差应在 0.5° 以内。

在 ISO 2818 中规定了机械加工制备试样的各种参数,附录 A 中给出了关于切削试样的其他要求。

6.2.2 端柄

试样的两端应当用端柄增强,最好用交叉层压或纤维取向与试样轴线方向成 45° 的玻璃纤维/树脂层压板制成端柄。端柄的厚度应为 $0.5\text{ mm}\sim 2\text{ mm}$,端柄角应为 90° (即不是渐缩的)。

允许使用其他端柄结构,但在使用前必须验证其强度至少能与推荐的端柄相等,而其变异系数(见 GB/T 1040.1—2006 的 10.5 及 ISO 3534-1)则不大于所推荐的端柄。可供选择的端柄包括,由受试材料制成的端柄、机械紧固端柄、由粗糙材料制造的非粘结端柄(例如金刚砂纸、普通砂纸以及使用变粗糙的夹具表面等)。

如果在未使用端柄的试样上进行测试,夹具之间的距离应当与使用粗糙端柄试样端柄之间的距离相同。

6.2.3 端柄的粘合

用高韧性的粘结剂把端柄和试样粘结起来,方法如附录 A 所述。

注:对于单个试样或成组试样都可以使用这种方法。

6.3 标线

见 GB/T 1040.1—2006 中的 6.3。

6.4 试样的检查

见 GB/T 1040.1—2006 中的 6.4。

7 试样的数量

见 GB/T 1040.1—2006 中的 7.1 和 7.3(7.2 不适用)。

8 状态调节

见 GB/T 1040.1—2006 中的第 8 章。

9 试验步骤

9.1 试验环境

见 GB/T 1040.1—2006 中的 9.1。

9.2 试样尺寸的测量

除了厚度测量应精确至 0.01 mm 及注 3、注 4 不适用以外,其余见 GB/T 1040.1—2006 中的 9.2。

9.3 夹持

见 GB/T 1040.1—2006 中的 9.3,插入端柄时至少要使钳口覆盖余量大于或等于 7 mm ,如图 3 所示。

9.4 预应力

见 GB/T 1040.1—2006 中的 9.4。

9.5 引伸计和应变仪的安装及标线的定位

见 GB/T 1040.1—2006 中的 9.5,测量标距应精确至 1% 或更优。

9.6 试验速度

对于 A 型试样,试验速度应为 2 mm/min ;

对于B型试样,试验速度应为1 mm/min。

9.7 数据的记录

见 GB/T 1040.1—2006 中的 9.7。

10 结果计算和表示

除了采用本部分第4章中所给出的定义并对应变值报告到三位有效数字以外,其余见GB/T 1040.1—2006中的第10章。

11 精密度

由于尚未得到实验室间试验数据,所以还不知道本试验方法的精密度,在获得实验室间试验数据后,下次修订时,将补充关于精密度的规定。

12 试验报告

试验报告应包括以下内容:

- a) 注明引用 GB/T 1040 的本部分,包括试样的类型和试验速度,并按以下格式记录:

拉伸试验 GB/T 1040.5/A/2
试样类型
试验速度 (mm/min)

- b) 量和纤维的几何形状(例如单向的窄带织物)。

附录 A (规范性附录) 试样的制备

A.1 机械加工制备试样

在任何情况下都要采取以下预防措施:

- 避免造成试样中热量大量累积(推荐使用冷却剂)。如
即擦干试样;
- 检查试样所有的切削表面,应无机械加工造成的缺陷。

A.2 带有粘结端柄试样的制备

推荐使用下述方法:

从受试材料上切取一片材,该片材具有指定试样的长度,而其宽度应与切取所需的试样数目相适应。

采用劈开试板边缘检查纤维的方法测定纤维的平均轴线取向,抽取几个试样进行以上操作以确保所测定的纤维取向的准确性。如果由于片与片或层与层之间未对准,劈开后不能找到一个清晰的边缘,则不应使用该试板,除非上述情况代表了某种特殊产品,或是代表某种特殊加工的结果。

切取具有制作端柄用的所需长度和宽度的矩形条,并按照下述步骤把该矩形条粘贴到上述片材上:

- a) 如果需要,对即将进行粘贴的所有表面都用细砂纸打磨处理,或用合适的砂子喷砂处理;
- b) 除去上述表面灰尘,并用合适溶剂清洁表面;
- c) 严格按照所用粘结剂的产品说明进行操作,用一种高韧性的粘结剂把矩形条沿着片材的两端粘贴到片材上,矩形条间应相互平行,并垂直于试样的长度方向,如图 A.1 所示;

注:推荐使用带有薄型载体的薄膜粘结剂,该粘结剂的剪切强度最好应大于 30 MPa,并希望所用的粘结剂应柔韧,其断裂应变应大于受试材料。

- d) 按照粘结剂产品使用说明推荐的温度、压力和保持时间进行粘结;
- e) 把上述片材切割成试样,切割时应把构成端柄的矩形条与片材结合在一起,作为一个整体切割(见图 A.1)。

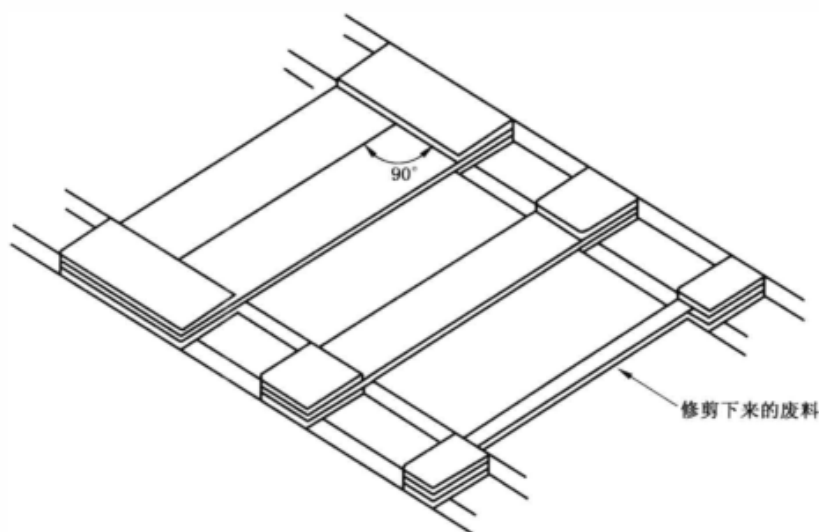


图 A.1 制备试样用的带柄板

附录 B
(资料性附录)
试样的对中

推荐使用带有应变片的试样在标距中心位置校核拉力试验机和试样的对中状况,制作该试样的材料与被测试材料相同。使用某种装置或方法以保证该试样用可重复的方式定位在夹具中。带有应变片的试样如图 B.1 所示。把两个应变片(SG1、SG2)粘贴到试样的同一个面上,距试样边缘距离大约为试样宽度的八分之一。把第三个应变片(SG3)

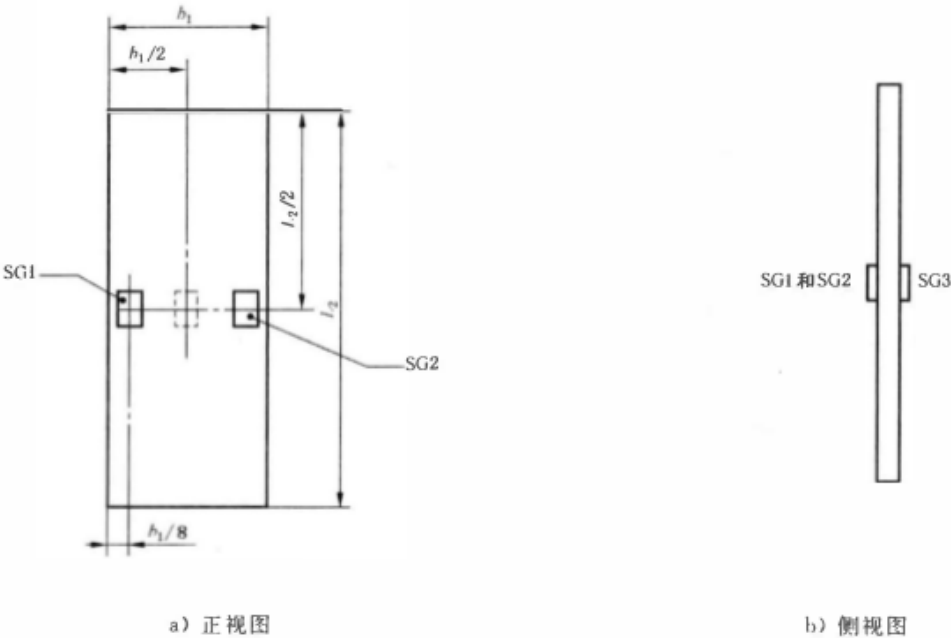


图 B.1 用于对中校核系统应变片(SG1、SG2 和 SG3)的位置

把各应变片的输出值与在 4.6 中给出的测量拉伸模量应变范围中点值,即 0.001 式(B.1)表示。

$$B_b = \frac{4 |e_2 - e_1|}{3e_{av}} \times 100 \dots\dots\dots (B.1)$$

$$B_{li} = \frac{|e_{av}|}{e_s} \times 100 \dots\dots\dots (B.2)$$

式中:

e_1 , e_2 = 应变片 SG1 和 SG2 的输出值

e_{av} 按右式计算:
$$e_{av} = \left(\frac{e_1}{4} + \frac{e_2}{4} + \frac{e_3}{2} \right)$$

最后,确保弯曲应变满足不等式(B.3)

$$B_0 + B_h \leq 3.0\% \quad \dots\dots\dots (B.3)$$

注 1: 为全面检查出不对中的所有可能来源, 必须在靠近夹具处使用更多的应变片。

注 2: 在试样的每个侧面夹上一个带有纵向应变输出的引伸计, 能检查单独试样在宽度方向上的对中情况。

