ICS 83.120
Q 23

中华人民共和国国家标准

GB/T 1447—2005
代替 GB/T 1447—1983

纤维增强塑料拉伸性能试验方法

**Fiber-reinforced plastics composites—
Determination of tensile properties**

(ISO 527-4:1997, Test conditions for isotropic and orthotropic fiber-reinforced plastics composites, NEQ)

2005-05-18 发布　　2005-12-01 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

本标准对应于ISO 527-4:1997《各向同性和正交各向异性纤维增强塑料试验条件》(英文版),与ISO 527-4的一致性程度为非等效。

本标准代替GB/T 1447—1983《玻璃纤维增强塑料拉伸性能试验方法》。

本标准与GB/T 1447—1983相比主要变化如下:

——标题由《玻璃纤维增强塑料拉伸性能试验方法》改为《纤维增强塑料拉伸性能试验方法》;

——扩大了适用范围;

——增加了规范性引用文件一章(见第2章);

——增加了部分术语和定义(见第3章);

——增加了试验原理一章(见第4章);

——增加了拉伸弹性模量的计算方法(见第9章);

——采用国际单位制。

本标准附录A为资料性附录。

本标准由中国建筑材料工业协会提出。

本标准由全国纤维增强塑料标准化技术委员会归口。

本标准由北京玻璃钢研究设计院负责起草,渤海船舶重工责任有限公司、中国兵器工业集团第五三研究所参加起草。

本标准主要起草人:李艳华、邬友英、胡中永、张荣琪、郑会保。

本标准于1979年5月首次发布,1983年第一次修订,本次为第二次修订。

纤维增强塑料拉伸性能试验方法

1 范围

本标准规定了测定拉伸性能的试样、试验设备、试验条件、试验步骤及结果计算等。

本标准适用于测定纤维增强塑料的拉伸应力、拉伸弹性模量、泊松比、断裂伸长率和绘制应力-应变曲线等。

2 规范性引用文件

下列文件中的条款通过本标准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标准，然而，鼓励根据本标准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标准。

GB/T 1446—2005 纤维增强塑料性能试验方法总则

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本标准。

3.1

拉伸应力 tensile stress

在试样的标距范围内，拉伸载荷与初始横截面积之比。

3.1.1

拉伸屈服应力 tensile stress at yield

试样在拉伸试验过程中，出现应变增加而应力不增加的初始应力，该应力可能低于试样能达到的最大应力。

3.1.2

拉伸断裂应力 tensile stress at break

在拉伸试验中，试样断裂时的拉伸应力。

3.1.3

拉伸强度 tensile strength

材料拉伸断裂之前所承受的最大应力。

注：当最大应力发生在屈服点时称为屈服拉伸强度，当最大应力发生在断裂时称为断裂拉伸强度。

[GB/T 2035—1996，定义 2.0997]

3.2

拉伸应变 tensile strain

在拉伸载荷的作用下，试样标距范围内产生的长度变化率。

3.2.1

拉伸屈服应变 tensile strain at yield

拉伸试验中出现屈服现象的试样在屈服点处的拉伸应变。

3.2.2

拉伸断裂应变 tensile strain at break

试样在拉伸载荷作用下，出现断裂时的拉伸应变。

3.3

拉伸弹性模量　modulus of elasticity in tension

材料在弹性范围内拉伸应力与拉伸应变之比。

注：使用电脑控制的设备时，可以将线性回归方程应用于两个明显的应力/应变点间的曲线，来计算模量。

3.4

泊松比　Poisson's ratio

在材料的比例极限范围内，由均匀分布的轴向应力引起的横向应变与相应的轴向应变之比的绝对值。

注：对于各向异性材料，泊松比随应力的施加方向而改变。超过比例极限，该比值随应力变化且不应是泊松比。如果仍报告该比值，应说明测定的应力值。

[GB/T 2035—1996，定义 2.0676]

3.5

应力-应变曲线　stress-strain diagram

由应力与应变的对应值绘制的关系图。

注：通常，以应力值作纵坐标（垂直），应变值作横坐标（水平）。

[GB/T 2035—1996，定义 2.0954]

3.6

断裂伸长率　elongation rate at break

在拉力作用下，试样断裂时标距范围内所产生的相对伸长率。

4　试验原理

沿试样轴向匀速施加静态拉伸载荷，直到试样断裂或达到预定的伸长，在整个过程中，测量施加在试样上的载荷和试样的伸长，以测定拉伸应力（拉伸屈服应力、拉伸断裂应力或拉伸强度）、拉伸弹性模量、泊松比、断裂伸长率和绘制应力-应变曲线等。

5　试样

5.1　试样型式和尺寸

5.1.1　测定拉伸应力、拉伸弹性模量、断裂伸长率和应力-应变曲线试样型式和尺寸见图 1、图 2、表 1 和图 3。

单位为毫米

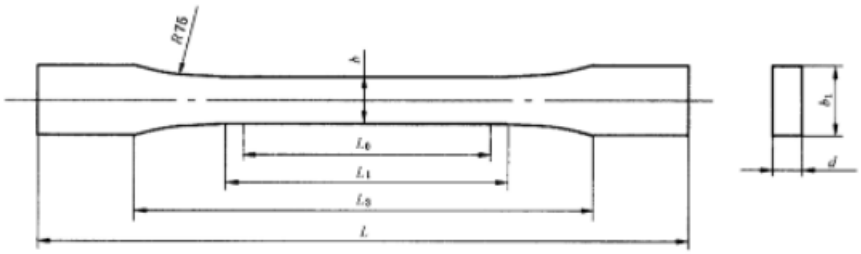


图 1　Ⅰ型试样型式

单位为毫米

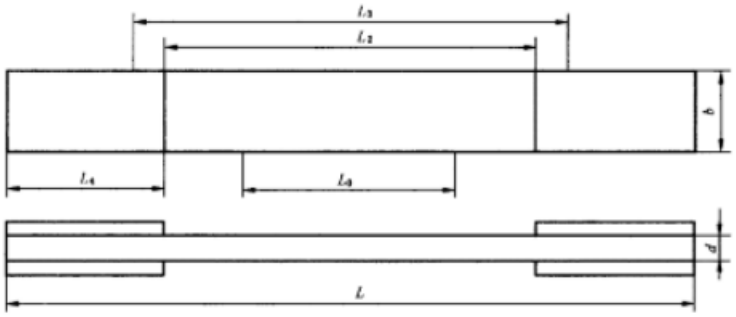


图 2 Ⅱ型试样型式

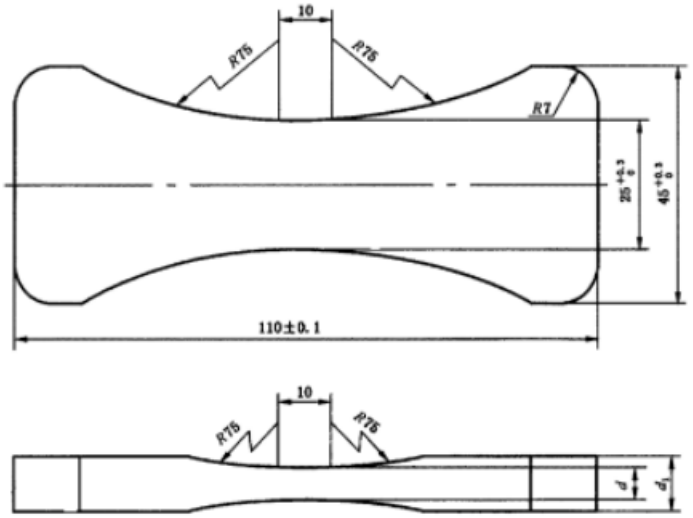
表 1 Ⅰ型、Ⅱ型试样尺寸 单位为毫米

符号	名称	Ⅰ型	Ⅱ型
L	总长(最小)	180	250
L_0	标距	50±0.5	100±0.5
L_1	中间平行段长度	55±0.5	—
L_2	端部加强片间距离	—	150±5
L_3	夹具间距离	115±5	170±5
L_4	端部加强片长度(最小)	—	50
b	中间平行段宽度	10±0.2	25±0.5
b_2	端头宽度	20±0.5	—
d^a	厚度	2～10	2～10
[a] 厚度小于 2 mm 的试样可参照本标准执行。			

5.1.2 Ⅰ型试样适用于纤维增强热塑性和热固性塑料板材；Ⅱ型试样适用于纤维增强热固性塑料板材。Ⅰ、Ⅱ型仲裁试样的厚度为 4 mm。

5.1.3 Ⅲ型试样只适用于测定模压短切纤维增强塑料的拉伸强度。其厚度为 3 mm 和 6 mm 两种。仲裁试样的厚度为 3 mm。测定短切纤维增强塑料的其他拉伸性能可以采用Ⅰ型或Ⅱ型试样。

单位为毫米



注：试样厚度为 6 mm 时，厚度 d 为(6±0.5)mm，d_1 为(10±0.5)mm；试样厚度为 3 mm 时，厚度 d 为(3±0.2)mm，d_1 为(6±0.2)mm。

图 3　Ⅲ型试样型式

5.1.4　测定泊松比试样型式和尺寸见图 4。

单位为毫米

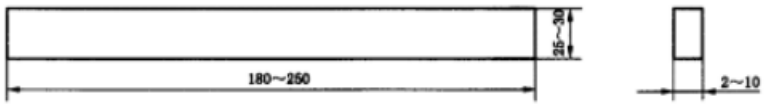


图 4　泊松比试样

5.2　试样制备

5.2.1　Ⅰ、Ⅱ型及泊松比试样采用机械加工法制备。Ⅲ型试样采用模塑法制备。

5.2.2　Ⅱ型试样加强片材料、尺寸及粘结工艺参见附录 A。

5.3　试样数量

试样数量应符合 GB/T 1446—2005 中 4.3 的规定。

6　试验设备

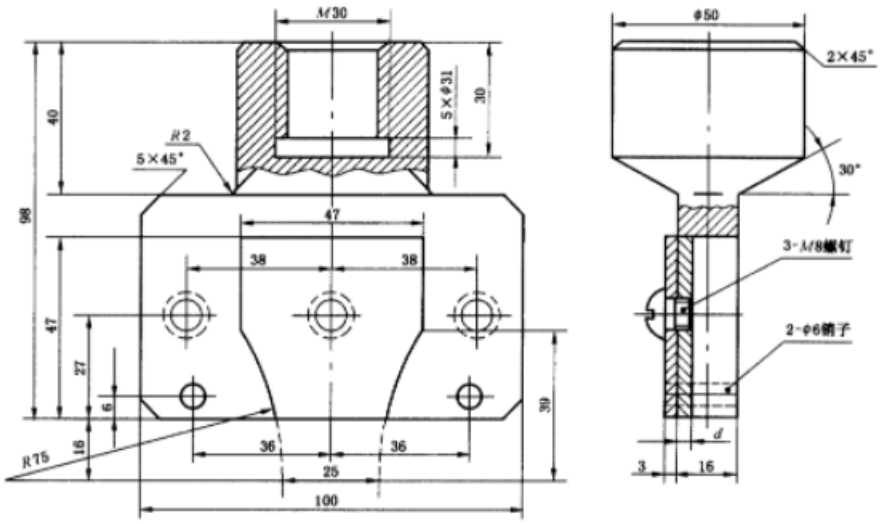
6.1　试验机

试验机应符合 GB/T 1446—2005 中第 5 章的规定。

6.2　夹具

Ⅲ型试样使用的夹具见图 5。夹具与试验机相连时，要确保试样受拉时对中。

单位为毫米



注：试样厚度为 6 mm 时，间隙板厚度 d_2 为 3 mm；试样厚度为 3 mm 时，间隙板厚度 d_3 为 5 mm。

图 5　Ⅲ型试样使用的夹具

7　试验条件

7.1　试验环境条件

按 GB/T 1446—2005 第 3 章的规定。

7.2　加载速度

7.2.1　测定拉伸弹性模量、泊松比、断裂伸长率和绘制应力-应变曲线时，加载速度一般为 2 mm/min。

7.2.2　测定拉伸应力(拉伸屈服应力、拉伸断裂应力或拉伸强度)时：

a)　常规试验中，Ⅰ型试样的加载速度为 10 mm/min；Ⅱ、Ⅲ型试样的加载速度为 5 mm/min；

b)　仲裁试验中，Ⅰ、Ⅱ和Ⅲ型试样的加载速度均为 2 mm/min。

8　试验步骤

8.1　试样外观检查按 GB/T 1446—2005 中 4.2 的规定。

8.2　试样状态调节按 GB/T 1446—2005 中 4.4 的规定。

8.3　将合格试样进行编号、划线和测量试样工作段任意三处的宽度和厚度，取算术平均值。测量精度按 GB/T 1446—2005 中 4.5.1 的规定。

8.4　夹持试样，使试样的中心线与上、下夹具的对准中心线一致。

8.5　加载速度按 7.2 的规定。

8.6　在试样工作段安装测量变形的仪表。施加初载(约为破坏载荷的 5%)，检查并调整试样及变形测量仪表，使整个系统处于正常工作状态。

8.7　测定拉伸应力时连续加载直至试样破坏，记录试样的屈服载荷、破坏载荷或最大载荷及试样破坏形式。

8.8　测定拉伸弹性模量、泊松比时，无自动记录装置可采用分级加载，级差为破坏载荷的 5%～10%，

至少分五级加载，施加载荷不宜超过破坏载荷的50%。一般至少重复测定三次，取其两次稳定的变形增量，记录各级载荷和相应的变形值。

8.9 测定拉伸弹性模量、泊松比、断裂伸长率和绘制应力-应变曲线时，有自动记录装置，可连续加载。

8.10 若试样出现以下情况应予作废：

a) 试样破坏在明显内部缺陷处；

b) Ⅰ型试样破坏在夹具内或圆弧处；

c) Ⅱ型试样破坏在夹具内或试样断裂处离夹紧处的距离小于10 mm。

8.11 同批有效试样不足五个时，应重作试验。

8.12 Ⅲ型试样破坏在非工作段时，仍用工作段横截面积来计算拉伸强度。且应记录试样断裂位置。

9 计算

9.1 拉伸应力(拉伸屈服应力、拉伸断裂应力或拉伸强度)按式(1)计算：

$$\sigma_t = \frac{F}{b \cdot d} \qquad \cdots\cdots(1)$$

式中：

σ_t——拉伸应力(拉伸屈服应力、拉伸断裂应力或拉伸强度)，单位为兆帕(MPa)；

F——屈服载荷、破坏载荷或最大载荷，单位为牛顿(N)；

b——试样宽度，单位为毫米(mm)；

d——试样厚度，单位为毫米(mm)。

9.2 试样断裂伸长率按式(2)计算：

$$\varepsilon_t = \frac{\Delta L_b}{L_0} \times 100 \qquad \cdots\cdots(2)$$

式中：

ε_t——试样断裂伸长率，%；

ΔL_b——试样拉伸断裂时标距 L_0 内的伸长量，单位为毫米(mm)；

L_0——测量的标距，单位为毫米(mm)。

9.3 拉伸弹性模量采用分级加载时按式(3)计算：

$$E_t = \frac{L_0 \cdot \Delta F}{b \cdot d \cdot \Delta L} \qquad \cdots\cdots(3)$$

式中：

E_t——拉伸弹性模量，单位为兆帕(MPa)；

ΔF——载荷-变形曲线上初始直线段的载荷增量，单位为牛顿(N)；

ΔL——与载荷增量 ΔF 对应的标距 L_0 内的变形增量，单位为毫米(mm)。

其余同式(1)、(2)。

9.4 采用自动记录装置测定时，对于给定的应变 $\varepsilon'' = 0.002\,5$ 和 $\varepsilon' = 0.000\,5$，拉伸弹性模量按式(4)计算：

$$E_t = \frac{\sigma'' - \sigma'}{\varepsilon'' - \varepsilon'} \qquad \cdots\cdots(4)$$

式中：

E_t——拉伸弹性模量，单位为兆帕(MPa)；

σ''——应变 $\varepsilon'' = 0.002\,5$ 时测得的拉伸应力值，单位为兆帕(MPa)；

σ'——应变 $\varepsilon' = 0.000\,5$ 时测得的拉伸应力值，单位为兆帕(MPa)。

注：如材料说明或技术说明中另有规定，ε''和ε'可取其他值。

9.5 泊松比按式(5)计算：

$$\mu = -\frac{\varepsilon_2}{\varepsilon_1} \qquad \cdots\cdots(5)$$

式中：

μ——泊松比；

ε_1、ε_2——分别为与载荷增量 ΔP 对应的轴向应变和横向应变。

$$\varepsilon_1 = \frac{\Delta L_1}{L_1}$$

$$\varepsilon_2 = \frac{\Delta L_2}{L_2}$$

式中：

L_1、L_2——分别为轴向和横向的测量标距，单位为毫米(mm)；

ΔL_1、ΔL_2——分别为与载荷增量 ΔF 对应的标距 L_1 和 L_2 的变形增量，单位为毫米(mm)。

9.6 绘制应力-应变曲线。

10 试验结果

拉伸应力和拉伸弹性模量按 GB/T 1446—2005 第 6 章的规定，断裂伸长率和泊松比取两位有效数字。

11 试验报告

按 GB/T 1446—2005 第 7 章的规定。

附 录 A
（资料性附录）
Ⅱ型试样加强片材料、尺寸及粘结工艺

A.1 加强片材料

采用与试样相同的材料或比试样弹性模量低的材料。

A.2 加强片尺寸

a) 厚度：1 mm～3 mm；
b) 宽度：采用单根试样粘结时为试样的宽度；若采用整体粘结后再加工成单根试样时，则宽度要满足所要加工试样数量的要求。

A.3 加强片的粘结

a) 用系砂纸打磨（或喷砂）粘结表面。注意不要损伤材料强度；
b) 用溶剂（如丙酮）清晰粘结表面；
c) 用韧性较好的室温固化粘结剂（如环氧胶粘剂）粘结；
d) 对试样粘结部位加压一定时间直至完成固化。

参 考 文 献

[1] GB/T 2035—1996 塑料术语及其定义
[2] GB/T 1040—1992 塑料拉伸性能试验方法
[3] GB 3100—1993 国际单位值及其应用(eqv ISO 1000:1992)
[4] GB 3101—1993 有关量、单位和符号的一般原则(eqv ISO 31-0:1992)
[5] GB 3102.3—1993 力学的量和单位(eqv ISO 31-3:1992)
[6] ISO 527-1:1993 Plastics—Determination of tensile properties—Part 1:General principles