

# 纤维增强塑料纵横剪切试验方法

## 1 范围

本标准规定了纤维增强塑料纵横剪切试验方法的试样、试验设备、试验步骤、试验结果计算方法和试验报告。

本标准适用于测定单向纤维或织物增强塑料平板的纵横剪切弹性模量、纵横剪切强度和纵横剪切应力-应变曲线。

## 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 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

**纵横剪切 longitudinal transverse shear**

对单向或正交纤维增强塑料平板(包括单层板)，剪应力方向与平板纵轴( $L$ 轴)和横轴( $T$ 轴)平行的剪切应力状态。单向纤维增强塑料平板纵横剪切和正交纤维增强塑料平板纵横剪切的示意图分别见图 1(a)和图 1(b)。

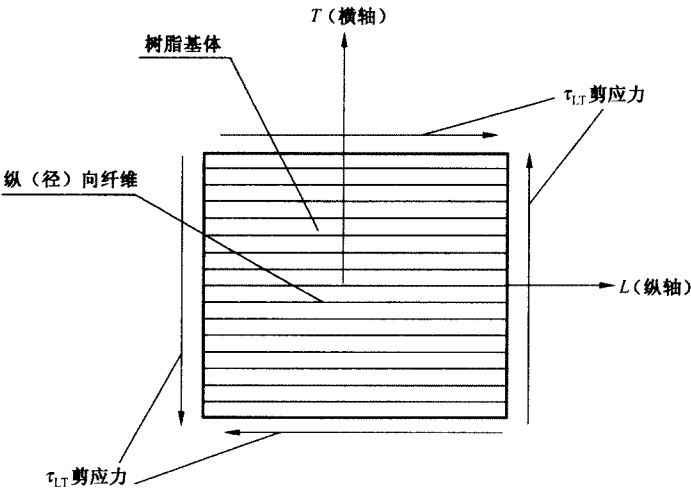


图 1(a) 单向纤维增强塑料平板纵横剪切示意图

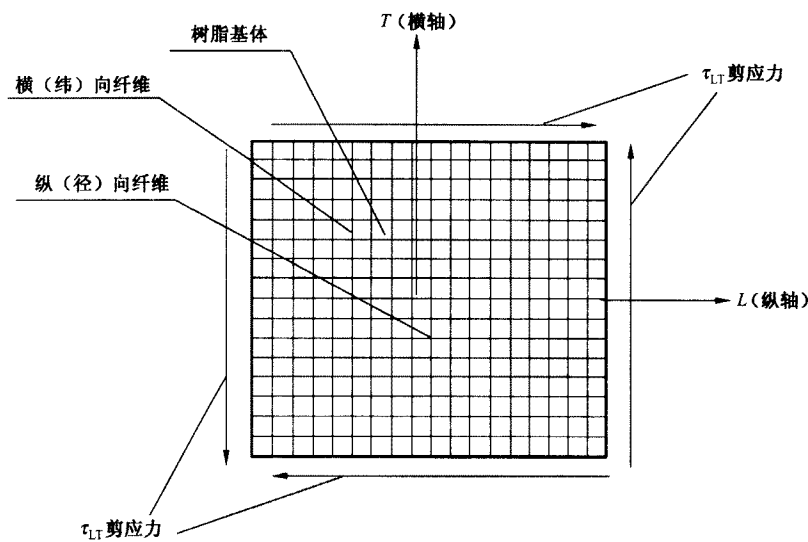
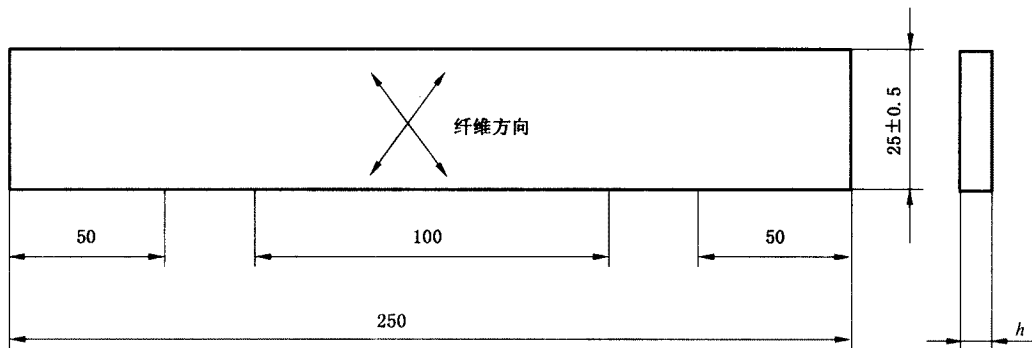


图 1(b) 正交纤维增强塑料平板纵横剪切示意图

4 试样

4.1 试样几何形状及尺寸见图 2。

单位为毫米



注 1：试样两端 50 mm 处为试样夹持部位，或为试样加强片粘贴位置。

注 2：加强片的使用视试样情况自定。

注 3：100 mm 区间为试样的工作段。

图 2 试样几何形状及尺寸

4.2 试样厚度为 $[45^{\circ}/-45^{\circ}]_n s$ ，其中对单向层合板(16、20 或 24 层)， $4 \leq n \leq 6$ ，仲裁试样厚度  $h$  为 3  $s$  层合板的厚度。对织物层合板(8、12 或 16 层)， $4 \leq n \leq 6$ 。

注： $s$  代表镜面对称铺层，如 1  $s$  为 $[\pm 45^{\circ}]_1$ ，即 $[45^{\circ}/-45^{\circ}/-45^{\circ}/+45^{\circ}]_T$ 。

$n$  表示层数。

$h$  表示试样厚度。

4.3 每组试样数量应不少于 5 个。

5 试验条件

5.1 试验状态调节和试验的标准环境，按 GB/T 1446 的规定。

5.2 试验设备应符合 GB/T 1446 规定。

5.3 测量纵横剪切强度时，加载速度为 1 mm/min~6 mm/min，碳纤维增强塑料，宜采用下限速度。

5.4 测量纵横剪切弹性模量或绘制纵横剪切应力-应变曲线时，加载速度为 1 mm/min~2 mm/min。

6 试验步骤

- 6.1 按 GB/T 1446 规定制备试样。取样时应使试样轴线与纤维方向成 45°角。
- 6.2 按 GB/T 1446 规定检查试样外观。
- 6.3 按 GB/T 1446 规定进行试样状态调节。
- 6.4 将试样编号,并测量工作段内任意三点的厚度和宽度,取算术平均值。按 GB/T 1446 规定保证其测量精度。
- 6.5 装卡试样,使试样的轴线与上下夹头中心线一致。
- 6.6 在试样工作段安装测量试样轴向及其垂直方向变形(或应变)的仪器。施加初载(大约为破坏载荷的 5%),检查并调整测量系统,使其处于正常的工作状态。
- 6.7 按 5.4 中规定的加载速度对试样进行连续加载,加载的同时测定纵横剪切弹性模量和绘制剪切应力-应变曲线,同时绘制载荷-变形或载荷-应变曲线。
- 6.8 若试验设备或测量设备不能进行连续加载时,可采用分级加载,级差为破坏载荷的 3%~6%,至少五级,记录各级载荷值与相应的变形值或应变值。
- 6.9 测定纵横剪切强度时,按 5.3 中规定的加载速度对试样进行连续加载,直至试样破坏,记录最大载荷值。
- 6.10 破坏发生在试样夹持段内,应予作废。同批有效试样不足 5 个时,应重作试验。

7 试验结果

7.1 绘制应力-应变曲线

各级载荷下的剪应力和相应的剪应变分别按式(1)和式(2)计算:

$$\tau_{LT}^n = \frac{p^n}{2bh} \dots\dots\dots(1)$$

式中:

- $\tau_{LT}^n$ ——加到第  $n$  级载荷时的剪应力的数值,单位为兆帕(MPa);
- $p^n$ ——第  $n$  级载荷,单位为牛顿(N);
- $b$ ——试样宽度,单位为毫米(mm);
- $h$ ——试样厚度,单位为毫米(mm);

$$\gamma_{LT}^n = \epsilon_x^n - \epsilon_y^n \dots\dots\dots(2)$$

式中:

- $\gamma_{LT}^n$ ——加到第  $n$  级载荷时的剪应变;
- $\epsilon_x^n$ ——加到第  $n$  级载荷时试样的轴向应变;
- $\epsilon_y^n$ ——加到第  $n$  级载荷时试样轴线垂直方向的应变。

7.2 纵横剪切强度按式(3)计算:

$$\tau_{LT}^b = \frac{p_b}{2bh} \dots\dots\dots(3)$$

式中:

- $\tau_{LT}^b$ ——纵横剪切强度,单位为兆帕(MPa);
- $p_b$ ——试样破坏时的最大载荷,单位为牛顿(N)。

7.3 纵横剪切弹性模量按式(4)或式(5)计算:

采用分级加载时:

$$G_{LT} = \frac{\Delta\tau_{LT}}{\Delta\gamma_{LT}} \dots\dots\dots(4)$$

式中：

$G_{LT}$ ——纵横剪切弹性模量，单位为兆帕(MPa)；

$\Delta\tau_{LT}$ ——纵横剪切应力-应变曲线的直线段上选取的剪应力增量，单位为兆帕(MPa)；

$\Delta\gamma_{LT}$ ——与  $\Delta\tau_{LT}$  相对应的剪应变增量。

采用自动记录装置时：

$$G_{LT} = \frac{\Delta p}{2bh(\Delta\epsilon_x - \Delta\epsilon_y)} \dots\dots\dots (5)$$

式中：

$\Delta p$ ——载荷应变曲线直线段上选取的载荷增量，单位为牛顿(N)；

$\Delta\epsilon_x$ ——与  $\Delta p$  相对应的试样轴向应变增量；

$\Delta\epsilon_y$ ——与  $\Delta p$  相对应的试样轴线垂直方向应变增量(或称横向应变增量)。

7.4 试验数据取三位有效数字。

7.5 对每个系列的测试，均计算平均值、标准偏差和离散系数。

8 试验报告

试验报告包括下列内容：

- a) 按本标准进行试验；
- b) 试验项目名称；
- c) 使用的试验方法标准号；
- d) 材料规格和牌号；
- e) 试样来源及试样制备情况；
- f) 试样及其处理状态；
- g) 试验环境；
- h) 试验设备；
- i) 试验结果；
- j) 试样破坏形式及其异常；
- k) 试验日期；
- l) 试验人员和复核人及其他。