



中华人民共和国国家标准

GB/T 1455—2022

代替 GB/T 1455—2005

夹层结构或芯子剪切性能试验方法

Test method for shear properties of sandwich constructions or cores

2022-03-09 发布

2022-10-01 实施

国家市场监督管理总局
国家标准化管理委员会 发布

前 言

本文件按照 GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第 1 部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

本文件代替 GB/T 1455—2005《夹层结构或芯子剪切性能试验方法》，与 GB/T 1455—2005 相比，除结构调整和编辑性改动外，主要技术变化如下：

- a) 增加了对木材芯子试样的要求(见 6.5)；
- b) 删除了对分级加载的规定(见 2005 年版 9.7)；
- c) 增加了破坏形式的字母代码(见表 1)；
- d) 增加了 2%偏置应力作为结果输出，并增加相关计算(见 10.2 和图 4)。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由中国建筑材料联合会提出。

本文件由全国纤维增强塑料标准化技术委员会(SAC/TC 39)归口。

本文件起草单位：上海玻璃钢研究院有限公司、上海上玻检测有限公司、北京金风科创风电设备有限公司、惠柏新材料科技(上海)股份有限公司、明阳智慧能源集团股份公司、浙江联洋新材料股份有限公司、威海维赛新材料科技有限公司、江苏中科聚合新材料产业技术研究院有限公司、北京玻璃钢院检测中心有限公司。

本文件主要起草人：付祯、张小苹、刘宝锋、林燕建、王艳丽、雷伟锋、刘虎威、陈玉娇、彭兴财。

本文件及其所代替文件的历次版本发布情况为：

- 1978 年首次发布为 GB/T 1455—1978，1988 年第一次修订，2005 年第二次修订；
- 本次为第三次修订。

夹层结构或芯子剪切性能试验方法

1 范围

本文件规定了夹层结构或芯子剪切性能试验的试验原理、试验设备、试样、试样制备、状态调节、试验步骤、试验结果及处理和试验报告。

本文件适用于夹层结构或芯子试样测定芯子的平面剪切强度和平面剪切模量。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；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 1446 纤维增强塑料性能试验方法总则

GB/T 1464 夹层结构或芯子密度试验方法

GB/T 3961 纤维增强塑料术语

3 术语和定义

GB/T 3961 界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

平面剪切强度 **plane shear strength**

剪力沿着夹层结构面板作用下测得的剪切强度。

注：平面剪切强度主要由芯子承受，也称芯子剪切强度。

3.2

平面剪切模量 **plane shear modulus**

剪力沿着夹层结构面板作用下在弹性范围内测得的剪切应力与剪切应变之比。

注：平面剪切模量也称芯子剪切模量。

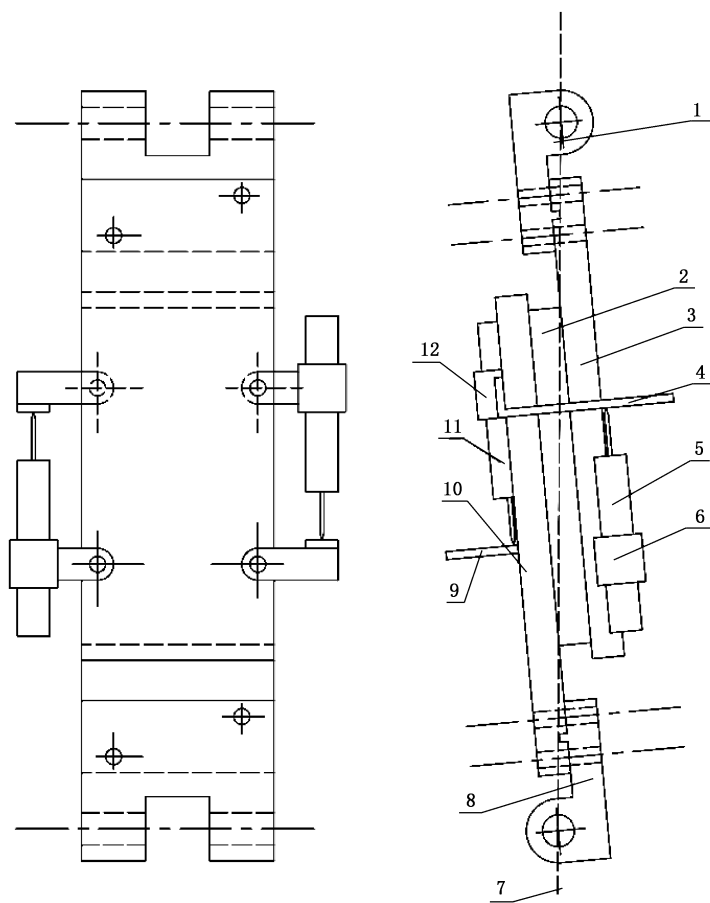
4 试验原理

通过对与试样胶接的金属加载块施加拉伸或压缩载荷，沿夹层结构面板方向对芯子产生平面剪切，从而测得芯子的平面剪切强度。当安装变形计，测出两面板或两加载钢板的相对位移后，则可测出芯子的平面剪切模量。

5 试验设备

5.1 试验机应符合 GB/T 1446 的规定。

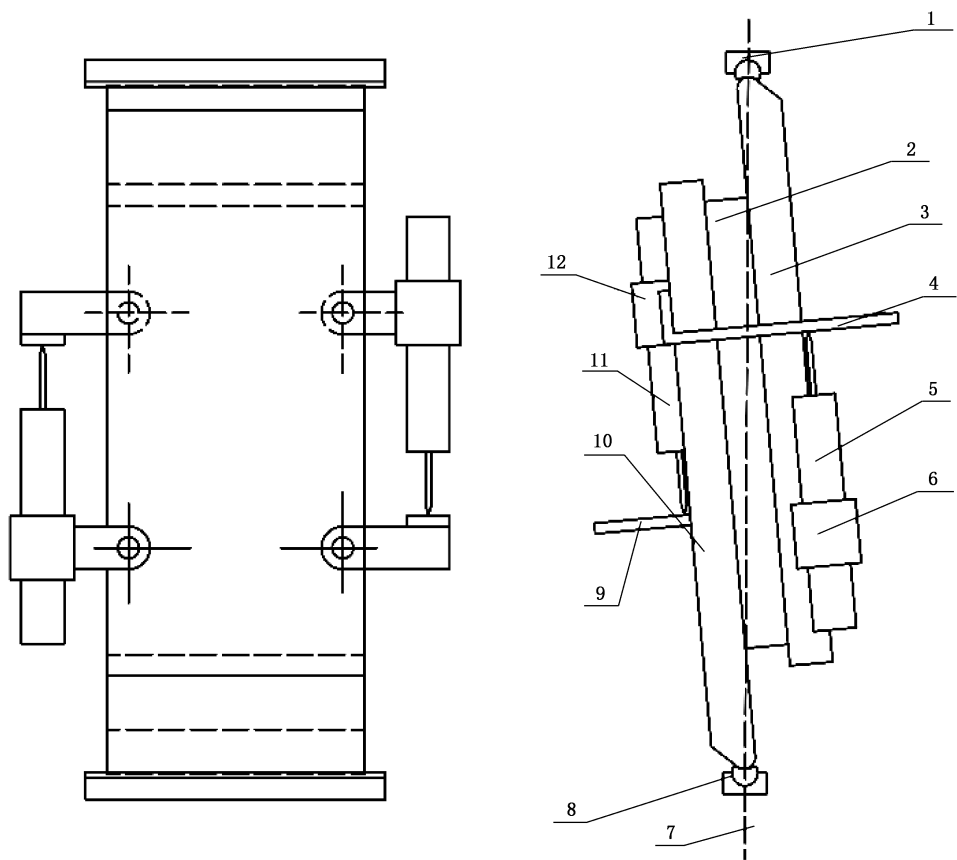
5.2 剪切试验分拉剪和压剪两种。拉剪试验装置示意图见图 1，压剪试验装置示意图见图 2。



标引序号说明：

- 1、8 —— 拉伸夹具；
- 2 —— 试样；
- 3、10 —— 加载金属板；
- 4、6、9、12 —— 测变形附件；
- 5、11 —— 变形计；
- 7 —— 载荷作用线及试样对角线。

图 1 拉剪试验装置示意图



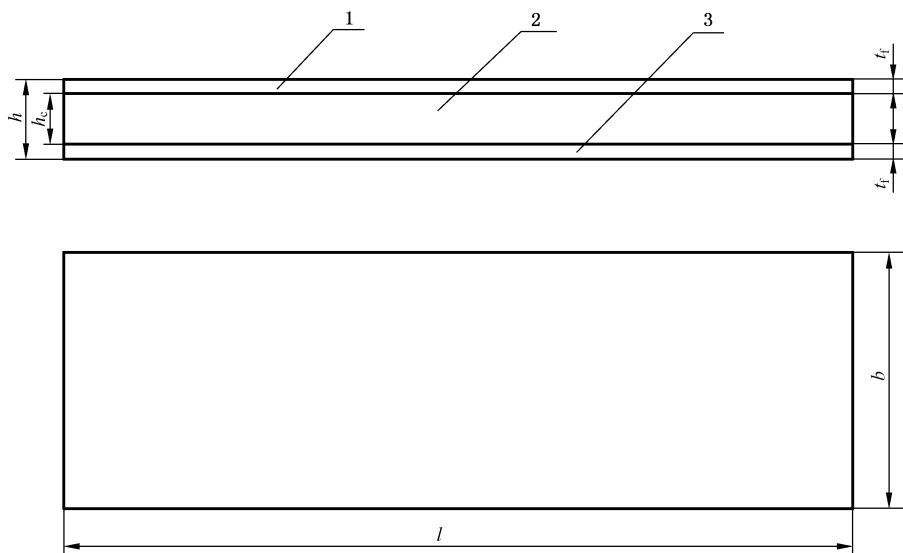
- 标引序号说明：
- 1、8 —— 压头垫块；
 - 2 —— 试样；
 - 3、10 —— 加载金属板；
 - 4、6、9、12 —— 测变形附件；
 - 5、11 —— 变形计；
 - 7 —— 载荷作用线及试样对角线。

图 2 压剪试验装置示意图

- 5.3 加载金属板的厚度可根据夹层结构的强度而改变，一般宜为 15 mm。
- 5.4 拉剪时，加载金属板长度比试样长 50 mm，通过带万向节的拉伸夹具对加载金属板施加拉伸载荷，使载荷作用线不超过并尽量接近试样的对角线。
- 5.5 压剪时，加载金属板比试样长 25 mm，加载的一端加工成 45° 的角，并与有槽的垫块接触，如图 2 所示，使载荷作用线不超过并尽量接近试样的对角线。
- 5.6 在加载金属板上预先钻好螺钉孔，以便装置变形计和附件，尽量使变形计的固定位置与附件的固定位置在同一水平面上。
- 5.7 加载速度为 0.5 mm/min~1 mm/min。
- 5.8 天平，精度 0.01 g。
- 5.9 应变测量系统，能获取试样的变形量，应变精度 0.05 %。
- 5.10 游标卡尺，精度 0.01 mm。

6 试样

6.1 试样形状及尺寸见图 3, 厚度 h 与夹层结构制品的厚度相同, 长度 l 大于或等于芯子厚度 h_c 的 12 倍。去掉图 3 中的面板即为芯子试样。



标引序号说明:

- 1、3——面板;
- 2 ——芯子;
- l ——试样长度;
- b ——试样宽度;
- h ——试样厚度;
- h_c ——芯子厚度;
- t_f ——面板厚度。

图 3 试样形状示意图

- 6.2 对于硬质泡沫塑料、轻木等连续芯子, 试样宽度 b 为 60 mm。
- 6.3 对于蜂窝、波纹等格子型芯子, 试样宽度为 60 mm, 或至少应包括 4 个完整格子。
- 6.4 当夹层结构制品厚度未定时, 芯子厚度取 12 mm, 面板厚度 t_f 取 1 mm, 长度取 150 mm。
- 6.5 对于各向异性的芯子, 试样分纵向和横向两种。对木芯结构, 若有拼接, 避免拼接线靠近边缘。
- 6.6 每组有效试样不少于 5 个。

7 试样制备

- 7.1 试样加工按 GB/T 1446 的规定。
- 7.2 试样两表面及加载块金属板的胶粘面, 用砂布打毛, 溶剂擦干净后, 用胶粘剂把试样粘接在两加载金属板之间, 注意试样与加载金属板的位置, 使金属板的不加载端比试样长出约 5 mm。胶接固化温度应为室温或比夹层结构胶接固化温度至少低 30℃。施加的压力不应影响面板与芯子间已存在的胶接。
- 7.3 胶接的剪切试样组合件如图 1、图 2 所示。

8 状态调节

试样状态调节按 GB/T 1446 的规定。

9 试验步骤

- 9.1 试验标准环境条件按 GB/T 1446 的规定。
- 9.2 按 GB/T 1446 筛选试样,将合格试样编号,测量试样任意三处的宽度、厚度、长度,取算术平均值。面板厚度取名义厚度或同一批试样的平均厚度。
- 9.3 按 GB/T 1464 计算试样密度。
- 9.4 试样组合件的制备见 7.2。
- 9.5 将试样组合件安装在拉剪夹具上,或装在压剪垫块上。然后将夹具和试样组合件装在试验机上,调整试验机载荷零点,再夹紧下夹具。或对压剪施加初载,使载荷作用线尽量接近试样的对角线。
- 9.6 测定平面剪切强度时,均匀连续加载直到破坏或载荷出现显著下降或停滞,读取最大载荷,记录破坏形式。
- 9.7 测定平面剪切模量时,将变形计及附件装在加载金属板上,如图 1 或图 2 所示。施加初载(破坏载荷的 5%),调整仪表,再加一定载荷(破坏载荷的 15%~20%),检查仪表读数,若不对称,调整夹具或球形支座,待试样两侧仪表读数基本一致后,卸至初载。按规定的加载速度,加载至破坏载荷的 40%~50%,记录各级载荷和相应的变形值。若需要整个载荷-变形资料,则测到破坏为止。
- 9.8 记录破坏模式,按表 1 中的描述记录试样破坏模式对应的代码。

表 1 失效模式代码

第一个字母		第二个字母		第三个字母	
失效形式	代码	失效区域	代码	失效部位	代码
芯子剪切	S	端部	A	顶部	T
		标距(芯子内)	G	中间	M
界面失效	I	一个角	C	底部	B
			V	整个长度	E
爆炸式	X	多处		多处	V
其他	O	未知	U	未知	U

10 试验结果及处理

- 10.1 绘制剪应力-剪应变曲线或载荷-变形曲线。
- 10.2 平面剪切应力按式(1)计算:

$$\tau_c = \frac{P}{l \times b}$$

.....(1)

式中:

τ_c —— 芯子平面剪切应力,单位为兆帕(MPa);

P —— 试样上的载荷,单位为牛顿(N);

l ——试样长度,单位为毫米(mm);

b ——试样宽度,单位为毫米(mm)。

当 P 为最大载荷 P_m 时,按式(1)计算的结果为平面剪切强度 τ_m 。

当 P 为比例极限载荷 P_p 时,按式(1)计算的结果为平面剪切比例极限强度 τ_p 。

当 P 为 2% 偏置载荷 $P_{2\%}$ 时,按式(1)计算的结果为平面偏置剪切强度 $\tau_{2\%}$ 。取值方法见图 4。

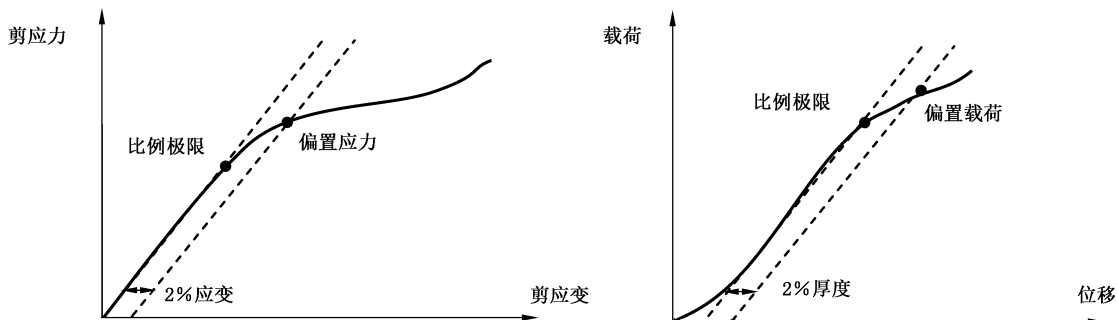


图 4 比例极限与偏置剪切强度

10.3 芯子平面剪切模量计算如下:

夹层结构试样,当两侧面板厚度相同时,按式(2)计算:

$$G_c = \frac{(h - 2t_f) \times \Delta P}{l \times b \times \Delta h} \dots\dots\dots (2)$$

或当两侧面板厚度不同时,按式(3)计算:

$$G_c = \frac{(h - t_{f1} - t_{f2}) \times \Delta P}{l \times b \times \Delta h} \dots\dots\dots (3)$$

式中:

G_c ——芯子平面剪切模量,单位为兆帕(MPa);

h ——试样厚度,单位为毫米(mm);

t_f ——面板厚度,单位为毫米(mm);

t_{f1} ——上面板厚度,单位为毫米(mm);

t_{f2} ——下面板厚度,单位为毫米(mm);

ΔP ——载荷-变形曲线上直线段的载荷增量值,单位为牛顿(N);

Δh ——对应 ΔP 的剪切变形增量值,单位为毫米(mm)。

芯子试样按式(4)计算:

$$G_c = \frac{h_c \times \Delta P}{l \times b \times \Delta h_c} \dots\dots\dots (4)$$

式中:

h_c ——试样厚度,单位为毫米(mm);

Δh_c ——对应 ΔP 的剪切变形增量值,单位为毫米(mm)。

10.4 试验计算结果按 GB/T 1446 的规定。

11 试验报告

试验报告内容除应符合 GB/T 1446 的规定外,还应包括以下部分:

- a) 试验的类型:拉剪或压剪;
- b) 试样的描述:芯子材料,如果有面板,描述面板材料;

- c) 试样的尺寸、芯子方向；
 - d) 试样密度；
 - e) 试样胶接在加载钢板上的方法：胶黏剂、固化周期和压力；
 - f) 试样状态条件；
 - g) 试验温度和试样在该温度下的时间；
 - h) 试验机加载速度；
 - i) 平面剪切强度：单个值和平均值；
 - j) 平面剪切模量：单个值和平均值；
 - k) 如果需要，加载荷-变形曲线；
 - l) 破坏类型描述：芯子、胶接剂或胶接界面破坏。
-