



# 中华人民共和国国家标准

GB/T 1454—2021

代替 GB/T 1454—2005

## 夹层结构侧压性能试验方法

Test method for edgewise compressive properties of sandwich constructions

2021-03-09 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

本标准按照 GB/T 1.1—2009 给出的规则起草。

本标准代替 GB/T 1454—2005《夹层结构侧压性能试验方法》，与 GB/T 1454—2005 相比，除编辑性修改外主要变化如下：

- 修改了范围，明确为“夹层结构的”和“夹层结构面板的”（见第 1 章，2005 年版的第 1 章）；
- 修改了“侧压”“侧压模量”“面板的侧压强度”和“面板的侧压模量”的定义，增加了“侧压强度”和“面板名义厚度”的定义（见第 3 章，2005 年版的第 3 章）；
- 修改了试验原理（见第 4 章，2005 年版的第 4 章）；
- 增加了“变形测量系统”要求（见 5.3）；
- 修改了试样形状尺寸，尺寸 60 mm 改为推荐宽度为 60 mm（见 6.2，2005 年版的 6.1.1 和 6.1.2）；
- 修改了外观检查和尺寸测量（见 8.1，2005 年版的 8.1 和 8.2）；
- 增加了失效模式代码和图示（见表 1 和图 4）；
- 修改了“试验机应带球形支座”的规定（见 8.3 和图 3，2005 年版的 5.3 和图 3）；
- 删除了分级加载规定（见 8.4，2005 年版的 8.5）；
- 增加了“侧压载荷-位移曲线或侧压载荷-变形曲线”的绘制规定（见 9.1）；
- 修改了面板侧压强度和侧压弹性模量计算的适用性条件（见 9.5，2005 年版的 9.4）；
- 修改了试验报告的内容（见第 10 章，2005 年版的第 11 章）。

本标准由中国建筑材料联合会提出。

本标准由全国纤维增强塑料标准化技术委员会(SAC/TC 39)归口。

本标准起草单位：上海玻璃钢研究院有限公司、威海维赛新材料科技有限公司、上海电气风电集团股份有限公司、上海越科新材料股份有限公司。

本标准主要起草人：张旭、刘书媛、王冬生、刘虎威、白宏伟、黄华亮。

本标准所代替标准的历次版本发布情况为：

- GB/T 1454—1978、GB/T 1454—1988、GB/T 1454—2005。



# 夹层结构侧压性能试验方法

## 1 范围

本标准规定了夹层结构侧压试验方法的试验原理、试验设备、试样、试验状态调节和试验环境条件、试验步骤、试验结果及处理和试验报告。

本标准适用于测定夹层结构的侧压强度、模量、泊松比以及夹层结构面板的侧压强度、模量。

## 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 1446 纤维增强塑料性能试验方法总则

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

**侧压 edgewise compression**

受力方向平行于夹层结构面板的压缩状态。

注:各向异性材料含纵向和横向两个状态,见 6.6。

### 3.2

**侧压强度 edgewise compressive strength**

侧压破坏时,对应载荷除以夹层结构截面积所获得的压缩应力。

### 3.3

**侧压模量 edgewise compressive modulus**

侧压过程中,弹性范围内的对应载荷除以夹层结构截面积所获得的压缩应力和应变之比。

### 3.4

**面板的侧压强度 edgewise compression strength of facing**

侧压破坏时,对应载荷除以夹层结构面板截面积所获得的压缩应力。

### 3.5

**面板的侧压模量 edgewise compressive modulus of facing**

侧压过程中,弹性范围内的对应载荷除以夹层结构面板截面积所获得的压缩应力与应变之比。

### 3.6

**面板名义厚度 nominal thickness of facing**

根据理论计算或测量空白面板或生产方直接提供的面板厚度。

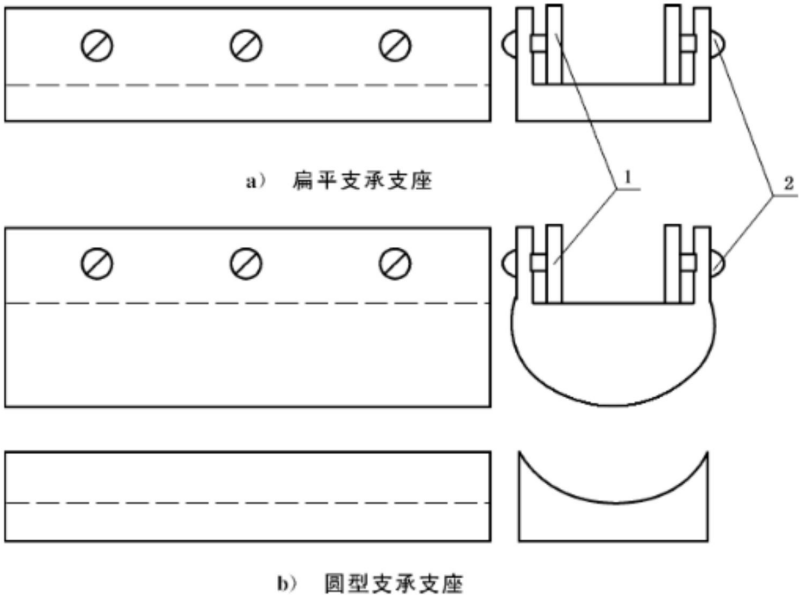
## 4 试验原理

通过试样两端的支承夹具沿面板方向对试样施加压缩载荷(通常一端为圆型支承,一端为扁平支

承),借助圆型支承使面板均匀受力,使夹层结构或夹层结构面板发生破坏。

5 试验设备

- 5.1 试验机应符合 GB/T 1446 对试验机的规定。
- 5.2 侧压夹具如图 1 所示,分为扁平支承支座[见图 1a)]和圆型支承支座[见图 1b)],可用螺丝调节试样安装厚度。
- 5.3 变形测量系统,能获取试样的变形量,应变仪精度  $0.5\ \mu$ ,引伸计精度 1%。
- 5.4 游标卡尺或其他长度测量仪器,精度 0.02 mm。



说明:  
1——支承垫片;  
2——螺丝。

图 1 支承夹具示意图

6 试样

- 6.1 试样形状尺寸见图 2,厚度可与夹层结构制品厚度相同,推荐芯子厚度 15 mm,面板厚度 0.5 mm~1.0 mm。
- 6.2 推荐试样宽度为 60 mm,对于蜂窝、波纹等格子型芯材宽度至少应包括 4 个完整格子。
- 6.3 试样无支承的高度应不大于厚度的 8 倍,一般采用式(1)的比例:

$$t : b : H = 1 : 4 : 6 \quad \dots\dots\dots (1)$$

式中:  
 $t$  ——试样厚度,单位为毫米(mm);  
 $b$  ——试样宽度,单位为毫米(mm);  
 $H$  ——试样无支承高度,单位为毫米(mm)。

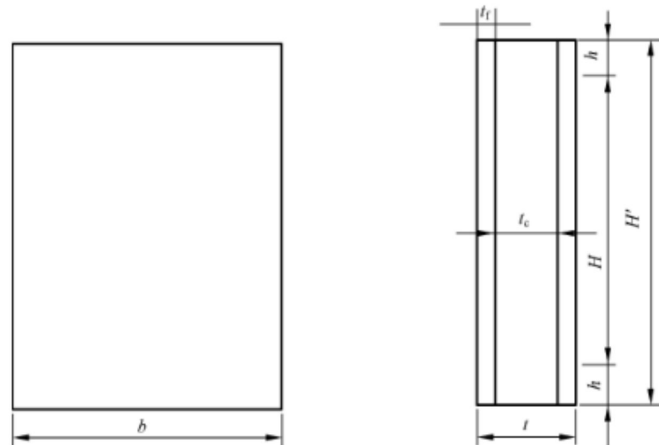
- 6.4 试样总高度  $H' = H + 2h$ ,支承高度  $h$  为 10 mm~20 mm。
- 6.5 试样的受载端面应光滑无毛刺,相互平行,其平行度公差为 0.10 mm,且应与面板垂直,垂直度公

差为 0.2 mm。

6.6 对正交各向异性的夹层结构,试样分纵向和横向两种。

6.7 对蜂窝夹层结构,若无法获取有效破坏时,试样两端 20 mm 范围可用环氧胶黏剂加固或灌封。

6.8 试样数量按 GB/T 1446 规定,至少 5 个有效。



说明:

$H'$  —— 试样总高度;

$H$  —— 试样无支承高度;

$h$  —— 支承高度;

$b$  —— 试样宽度;

$t$  —— 试样总厚度;

$t_t$  —— 面板厚度;

$t_c$  —— 芯子厚度。

图2 试样形状及尺寸

## 7 试验状态调节和试验环境条件

按 GB/T 1446 的规定。

## 8 试验步骤

8.1 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,取算术平均值。面板厚度取名义厚度或同一批试样 10 个面板的平均厚度。测量精度按 GB/T 1446 规定。

注:每个面板 1 个数值即可。

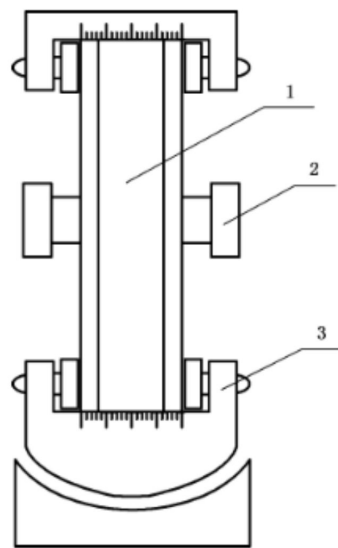
8.2 将试样按图 3 装在支承夹具中,轻旋螺丝至试样不致落下,注意对中,调整试验机零点。

8.3 测定侧压强度时,调整圆型支承支座,试样两面板均匀受压。然后以 0.5 mm/min~2 mm/min 的速度匀速加载至试样破坏,记录载荷-位移曲线,记录失效模式,见表 1 和图 4。

注:当试验机有球型支承结构时,可使用该结构代替一端圆型支承,而试样的两端使用扁平支承支座。

8.4 测定弹性模量和泊松比时,调整圆型支承支座,施加初载(约 5%最大载荷),安装并调整变形测量仪器,加载至约最大载荷的 15%,观测变形测量仪器读数,若两侧的读数差距超过均值的 10%,调整支座并重新加载,以 0.5 mm/min~2 mm/min 匀速加载至破坏载荷的 40%~50%,记录载荷-变形的数据。

8.5 有明显缺陷或端部挤坏的试样,应予以作废,同批有效试样不足 5 个时,应重做试验。



说明:  
1——试样;  
2——变形计,位于试样工作段,尽可能在中心位置;  
3——支承支座,有一面为圆型支承。

图 3 试样安装示意图

表 1 三位失效模式代码

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
面板压缩	F	端部	A	顶部	T
面板分层屈曲	B				
蜂窝面板凹痕	D	标距(距离端部> $t_0$ )	G	中间	M
芯子压缩	C				
芯子剪切	S	多处	V	底部	B
整体屈曲	P				
爆炸式	X	未知	U	多处	V
其他	O			未知	U

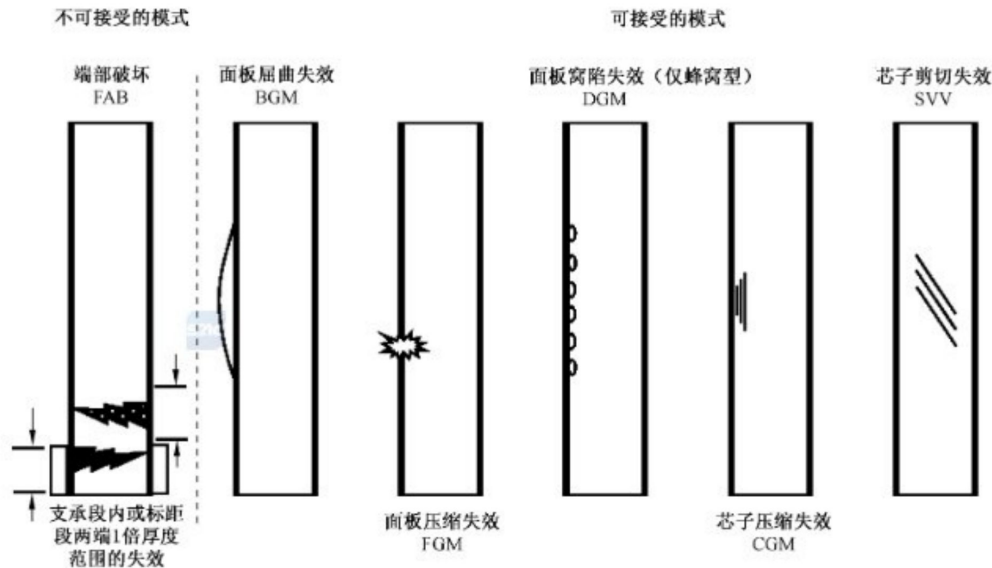


图4 侧压强度的失效模式

## 9 试验结果及处理

9.1 对有效数据绘制侧压载荷-位移曲线或侧压载荷-变形曲线。

9.2 夹层结构侧压强度按式(2)计算:

$$\sigma_b = \frac{P_b}{b \cdot t} \quad \dots\dots\dots (2)$$

式中:

$\sigma_b$  —— 夹层结构侧压强度,单位为兆帕(MPa);

$P_b$  —— 破坏载荷,单位为牛顿(N)。

注:当两侧面板不同(包括厚度、材质、结构等),面板侧压性能计算参见附录A。

9.3 夹层结构侧压弹性模量,按式(3)计算:

$$E = \frac{l \cdot \Delta P}{b \cdot t \cdot \Delta l} \quad \dots\dots\dots (3)$$

式中:

$E$  —— 夹层结构侧压模量,单位为兆帕(MPa);

$l$  —— 变形计标距,单位为毫米(mm);

$\Delta P$  —— 载荷-变形曲线上直线段的载荷增量值,单位为牛顿(N);

$\Delta l$  —— 对应  $\Delta P$  的压缩标距的变形增量,单位为毫米(mm)。

9.4 两侧面板相同时,面板侧压强度按式(4)计算:

$$\sigma_f = \frac{P_b}{2b \cdot t_f} \quad \dots\dots\dots (4)$$

式中:

$\sigma_f$  —— 面板的侧压强度,单位为兆帕(MPa);

$t_f$  —— 面板厚度,单位为毫米(mm)。

9.5 面板的侧压弹性模量,按式(5)计算:



$$E_t = \frac{l \cdot \Delta P}{2b \cdot t_f \cdot \Delta l} \dots\dots\dots (5)$$

式中：  
 $E_t$ ——面板的侧压弹性模量，单位为兆帕(MPa)。  
注：式(4)和式(5)不适用于高模量芯材，公式中，已忽略芯子本身的强度和弹性模量。

9.6 夹层结构的泊松比，按式(6)计算：

$$\mu = \frac{l_1 \cdot \Delta l_2}{l_2 \cdot \Delta l_1} \dots\dots\dots (6)$$

式中：  
 $\mu$  ——夹层结构的泊松比，无量纲；  
 $l_1$  ——纵向变形计的标距，单位为毫米(mm)；  
 $l_2$  ——横向变形计的标距，单位为毫米(mm)；  
 $\Delta l_1$  ——对应于标距  $l_1$  内的变形增量值，单位为毫米(mm)；  
 $\Delta l_2$  ——对应于标距  $l_2$  内的变形增量值，单位为毫米(mm)。

9.7 结果处理和统计按 GB/T 1446 的规定。

10 试验报告

- 试验报告一般包括下列内容：
- a) 试验项目名称及本标准编号；
  - b) 试样来源及制备情况，材料品种及规格；
  - c) 试样编号、形状、尺寸、外观质量及数量(若为各向异性材料，应注明纵向或横向)；
  - d) 试验温度、相对湿度及试样状态调节；
  - e) 试验设备的名称及型号等；
  - f) 试验速度；
  - g) 试验结果：给出每个试样的性能值、算术平均值、标准差、离散系数及每个试样的失效模式；
  - h) 试验人员、试验日期及其他。



## 附录 A

## (资料性附录)

## 面板不同时的侧压性能计算

## A.1 夹层结构的侧压性能

## A.1.1 夹层结构的侧压强度按式(A.1)计算:

$$\sigma_b = \frac{P_b}{b \cdot t} \quad \dots\dots\dots (A.1)$$

式中:

$\sigma_b$  ——夹层结构侧压强度,单位为兆帕(MPa);

$P_b$  ——破坏载荷,单位为牛顿(N);

$b$  ——试样宽度,单位为毫米(mm);

$t$  ——试样厚度,单位为毫米(mm)。

## A.1.2 夹层结构的侧压模量按式(A.2)计算:

$$E = \frac{l \cdot \Delta P}{b \cdot t \cdot \Delta l} \quad \dots\dots\dots (A.2)$$

式中:

$E$  ——夹层结构的侧压模量,单位为兆帕(MPa);

$l$  ——变形计标距,单位为毫米(mm);

$\Delta P$  ——载荷-变形曲线上初始直线段的载荷增量值,单位为牛顿(N);

$\Delta l$  ——对应于  $\Delta P$  标距内的变形增量值,用两个变形计读数的平均值,单位为毫米(mm)。

## A.2 面板的侧压性能

## A.2.1 面板的侧压应力或强度按式(A.3)、式(A.4)计算:

$$\sigma_{f1} = \frac{P_b \cdot E_{f1}}{E_{f1} \cdot t_{f1} \cdot b + E_{f2} \cdot t_{f2} \cdot b} \quad \dots\dots\dots (A.3)$$

$$\sigma_{f2} = \frac{P_b \cdot E_{f2}}{E_{f1} \cdot t_{f1} \cdot b + E_{f2} \cdot t_{f2} \cdot b} \quad \dots\dots\dots (A.4)$$

式中:

$\sigma_{f1}$  ——面板 1(其中一侧面板)的侧压强度或侧压应力,单位为兆帕(MPa);

$\sigma_{f2}$  ——面板 2(对应于面板 1 的另一侧面板)的侧压强度或侧压应力,单位为兆帕(MPa);

$E_{f1}$ 、 $E_{f2}$  ——面板 1、面板 2 的弹性模量,单位为兆帕(MPa);

$t_{f1}$ 、 $t_{f2}$  ——面板 1、面板 2 的厚度,单位为毫米(mm)。

注 1: 当已知两个面板的弹性模量之比,或已知一块面板的弹性模量时,才可测定两个不同面板夹层结构的面板侧压强度。

注 2: 被压失效一侧的面板的侧压应力即为面板侧压强度,另一侧面板称为面板侧压应力。如面板 2 破坏,则  $\sigma_{f2}$  为面板侧压强度,  $\sigma_{f1}$  为面板侧压应力。

## A.2.2 面板的侧压模量按式(A.5)、式(A.6)计算。

当  $E_{f1}$  为已知时,  $E_{f2}$  按式(A.5)计算:

$$E_{t_2} = \frac{(\Delta P \cdot l / \Delta l - E_{t_1} \cdot t_{t_1} \cdot b)}{t_{t_2} \cdot b} \dots\dots\dots (A.5)$$

当  $E_{t_1} = kE_{t_2}$  已知时,  $E_{t_2}$  按式(A.6)计算:

$$E_{t_2} = \frac{\Delta P \cdot l}{b \cdot (t_{t_1} + k t_{t_2}) \cdot \Delta l} \dots\dots\dots (A.6)$$

\_\_\_\_\_

