



中华人民共和国国家标准

GB/T 7559—2005
代替 GB/T 7559—1987

纤维增强塑料层合板 螺栓连接挤压强度试验方法

Test method for bearing strength
by bolted joints of fiber reinforced plastics laminates

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

本标准代替 GB/T 7559—1987《纤维增强塑料层板螺栓连接挤压强度试验方法》。

本标准与 GB/T 7559—1987 相比主要变化如下：

- 将标准名称“纤维增强塑料层板螺栓连接挤压强度试验方法”改为“纤维增强塑料层合板螺栓连接挤压强度试验方法”；
- 增加范围一章，扩大适用范围(见第 1 章)；
- 增加规范性引用文件一章(见第 2 章)；
- 增加术语和定义对应的英文名称(1987 年版的第 1 章，本版的第 3 章)；
- 降低试样长度、宽度和厚度的加工精度要求，由 0.001 mm 降低到 0.01 mm(1987 年版的表 1、表 2，本版的表 1、表 2)。

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。

本标准主要起草单位：北京航空材料研究院。

本标准主要起草人：陈新文、裴高林、李晓骏、聂磊、沙金伟、陈际伟。

本标准于 1987 年 3 月首次发布，2005 年 5 月第一次修订。

纤维增强塑料层合板 螺栓连接挤压强度试验方法

1 范围

本标准规定了纤维增强塑料层合板螺栓连接挤压强度试验的试样、试验设备、试验条件、试验步骤、计算公式、试验结果和试验报告。

本标准适用于碳纤维、玻璃纤维、芳纶纤维等增强塑料层合板在常温静载下螺栓连接挤压强度的测试。

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

端距比 edge distance ratio

从挤压孔中心到试样端面的距离与孔径之比。

3.2

宽径比 width diameter ratio

试样宽度与孔径之比。

3.3

挤压面积 bearing area

挤压孔径和试样厚度的乘积。

3.4

挤压应力 bearing stress

试验过程中施加的载荷除以挤压面积。

3.5

最大挤压载荷 maximum bearing load

试验过程中试样挤压破坏时所能承受的最大载荷。

3.6

最大挤压应力 maximum bearing stress

最大挤压载荷除以挤压面积。

3.7

挤压损伤载荷 bearing damage load

试验过程中载荷-挤压孔变形($P-\delta$)曲线出现第一个平台,试样发生明显损伤时的载荷;若曲线无平台时,可按第一个斜率突变点来定挤压损伤载荷。

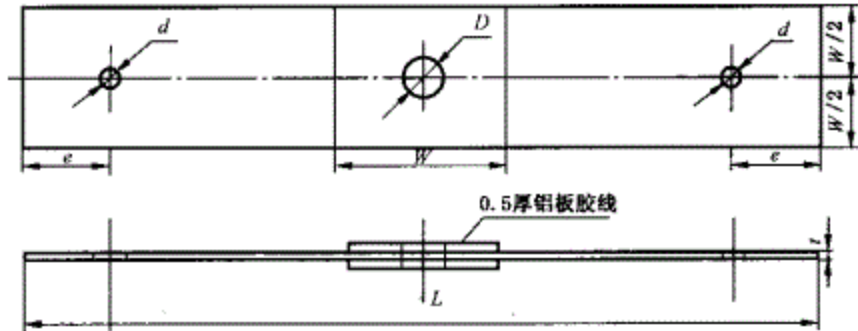
3.8

挤压强度(挤压损伤应力) bearing strength(bearing damage stress)
 挤压损伤载荷除以挤压面积。

4 试样

4.1 拉伸型试样为长条形,如图 1 所示。外形尺寸有 I、II 两种,如表 1 所示。

单位为毫米



- d ——挤压孔直径;
- D ——固定孔直径;
- W ——试样宽度;
- e ——挤压孔中心到试样端面的距离;
- L ——试样长度;
- t ——试样厚度。

图 1 拉伸型挤压试样
 表 1 拉伸型挤压试样外形尺寸

单位为毫米

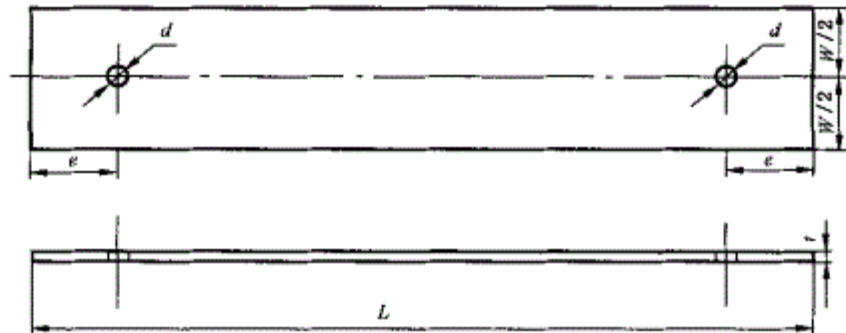
名称和符号	I 型	II 型
试样长度, L	160 ± 0.50	180 ± 0.50
试样宽度, W	30 ± 0.30	36 ± 0.30
试样厚度, t	2 ± 0.10	3 ± 0.10
端距, e	20 ± 0.20	24 ± 0.20
固定孔直径, D	$\phi 8^{+0.026}_{-0.030}$	$\phi 10^{+0.026}_{-0.030}$
挤压孔直径, d	$\phi 5^{+0.020}_{-0.020}$	$\phi 6^{+0.020}_{-0.020}$
固定孔螺栓直径, D'	$\phi 5^{-0.013}_{-0.013}$	$\phi 10^{-0.013}_{-0.013}$
挤压孔螺栓直径, d'	$\phi 5^{-0.010}_{-0.010}$	$\phi 6^{-0.010}_{-0.010}$

注:碳纤维层板螺栓孔的精度为 H9,螺栓的精度为 f9;玻璃纤维层板可适当放宽精度。试样孔中心轴线与试样表面要求垂直。

4.2 压缩型试样亦为长条形,如图 2 所示。外形尺寸有 I、II 两种,如表 2 所示。

4.3 其他孔径尺寸的试样,可参照图 1 或图 2 自行设计,但宽径比不得小于 5,端距比不得小于 3,试样厚度为 2 mm~5 mm。

单位为毫米



- d ——挤压孔直径；
 W ——试样宽度；
 e ——挤压孔中心到试样端面的距离；
 L ——试样长度；
 t ——试样厚度。

图2 压缩型挤压试样

表2 压缩型挤压试样外形尺寸

单位为毫米

名称和符号	I 型	II 型
试样长度, L	100 ± 0.40	120 ± 0.40
试样宽度, W	30 ± 0.30	36 ± 0.30
试样厚度, t	3 ± 0.10	4 ± 0.10
端距, e	15 ± 0.20	18 ± 0.30
挤压孔直径, d	$\phi 5^{+0.030}$	$\phi 6^{+0.030}$
挤压孔螺栓直径, d'	$\phi 5^{-0.040}$	$\phi 6^{-0.040}$

注：螺栓及螺帽精度同前。试样两端面互相平行，并要求端面与试样轴线垂直。

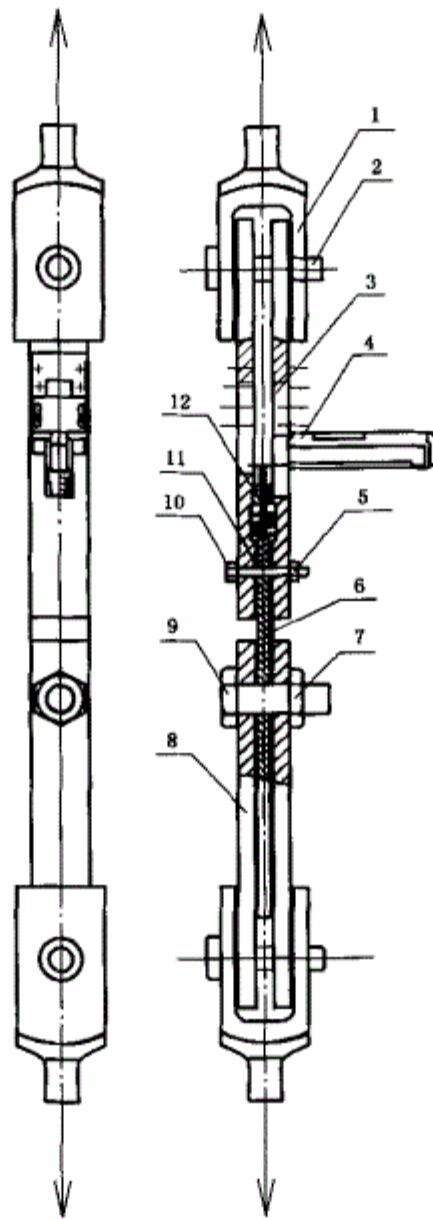
4.4 试样制备按 GB/T 1446 的要求。

4.5 试样数量应符合 GB/T 1446 的规定。

5 试验设备

5.1 试验机和测试仪表应符合 GB/T 1446 的规定。

5.2 拉伸型挤压加载装置如图 3，双搭接装置如图 3(a)，如实际需要可采用图 3(b)的单搭接装置。夹头和夹板均用合金钢制成，经热处理硬度不得小于 HRC45。试样厚度不同时，可调换垫圈使轴线对中。挤压孔螺栓用高强度合金钢制成，经热处理硬度不得小于 HRC50。单搭接装置在固定端采用锥形栓，见图 3(b)，试样厚度不得大于 3 mm。



- 1——上夹头；
- 2——销钉；
- 3——上夹板；
- 4——位移传感器；
- 5——拧紧螺母；
- 6——试样；
- 7——固定螺母；
- 8——下夹板；
- 9——固定螺栓；
- 10——拧紧螺栓；
- 11——垫圈；
- 12——弹簧变形杆。

图 3(a) 双搭接拉伸型加载装置

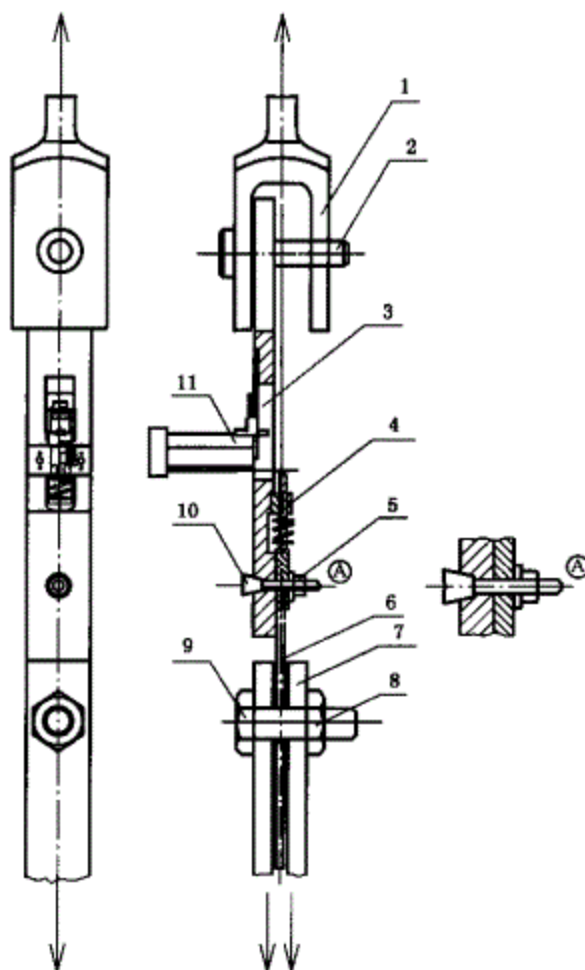
5.3 压缩型挤压加载装置如图 4, 双搭接装置如图 4(a), 如特殊需要可采用单搭接装置如图 4(b)。夹头、平台、支脚可用合金钢或 45 号钢制成, 经热处理硬度不得小于 HRC45, 挤压孔螺栓采用高强度合金钢, 硬度不小于 HRC50。

5.4 夹具中垫圈均采用标准垫圈。

6 试验条件

6.1 试验标准环境条件和试验状态调节按 GB/T 1446 的规定。

6.2 加载速度为 1 mm/min。

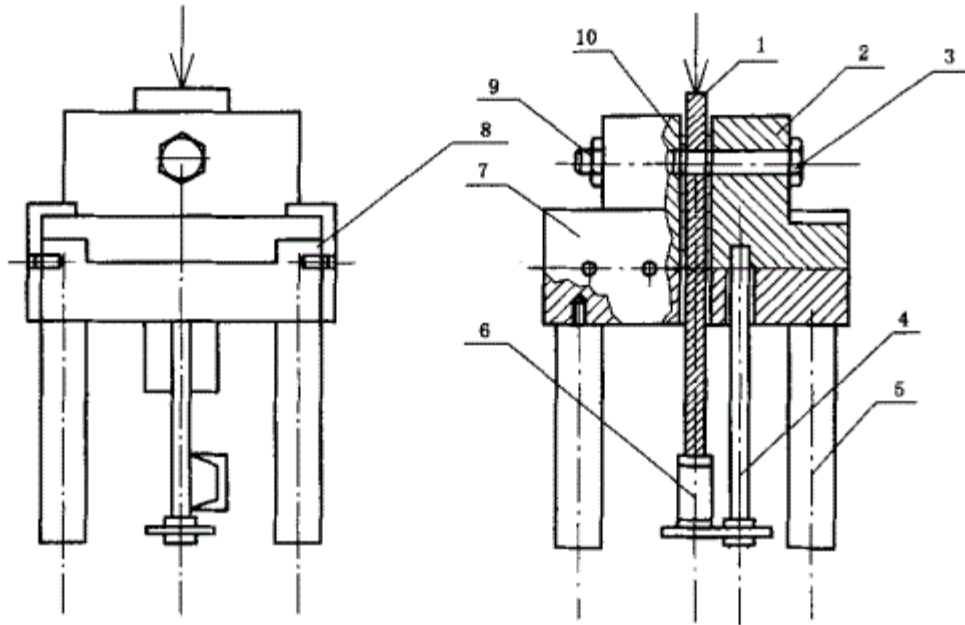


- 1——上夹头;
- 2——销钉;
- 3——单夹板;
- 4——弹簧变形杆;
- 5——拧紧螺母;
- 6——试样;
- 7——下夹板;
- 8——固定螺母;
- 9——固定螺栓;
- 10——锥形栓;
- 11——位移传器。

图 3(b) 单搭接拉伸型加载装置

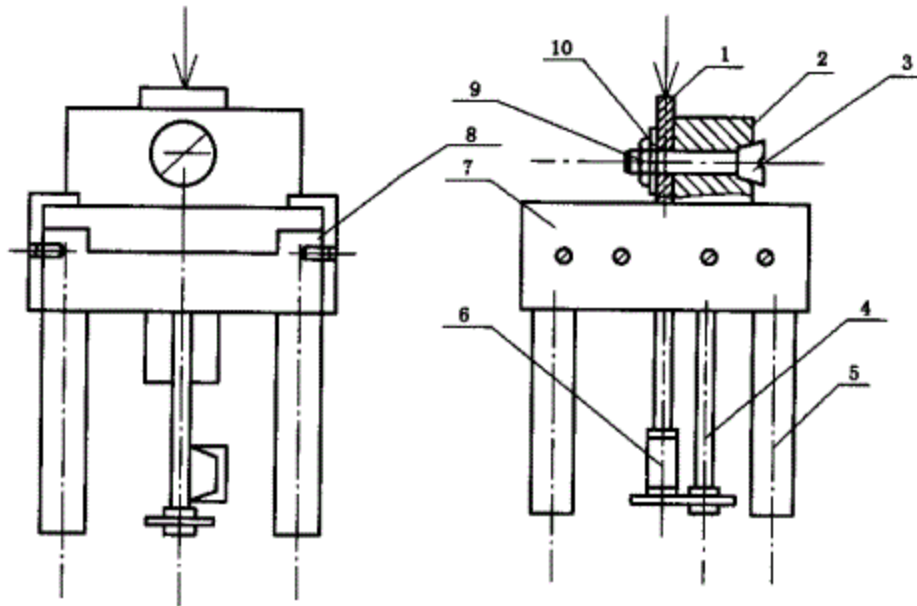
7 试验步骤

- 7.1 试验外观检查及试样测量精度按 GB/T 1446 的规定。
- 7.2 按构件实际受力情况选用拉伸型或压缩型加载装置,但压缩型挤压强度偏高,如果需要全面了解挤压性能时,则进行两种加载装置的挤压试验。
- 7.3 拉伸型试样夹持时,应使试样的纵向中心轴与夹头的夹持中心线重合。压缩型加载装置要求试样对中,使试样的中心轴与上、下压板中心对准。用扭力扳手施加拧紧力矩 $1.96 \text{ N} \cdot \text{m}$,或根据设计部门的要求自行确定拧紧力矩的量值。
- 7.4 位移传感器测试点应对准试样端面中心。
- 7.5 预加初载(约为破坏载荷的 5%)。检查并调整试样及位移测量系统,使整个系统处于正常工作状态。
- 7.6 按规定速度加载,绘出载荷-孔变形($P-\delta$)曲线,并注明试样破坏形式。
- 7.7 试验中若发现试样有明显的内部缺陷,应予作废,同批有效试样不足五件时重作试验。



- 1——试件;
- 2——夹头;
- 3——拧紧螺栓;
- 4——位移传感器支架;
- 5——支脚;
- 6——位移传感器;
- 7——角钢;
- 8——平台;
- 9——拧紧螺母;
- 10——垫圈。

图 4(a) 双搭接压缩型加载装置



- 1—试件；
 2—夹头；
 3—拧紧螺栓(锥形)；
 4—位移传感器支架；
 5—支脚；
 6—位移传感器；
 7—角钢；
 8—平台；
 9—拧紧螺母；
 10—垫圈。

图 4(b) 单搭接压缩型加载装置

8 计算

8.1 由试样的载荷-孔变形($P-\delta$)曲线,定出最大挤压载荷及挤压损伤载荷。

8.2 挤压强度按式(1)计算:

$$\sigma_d = \frac{P_d}{d \cdot t} \quad \dots\dots\dots(1)$$

式中:

- σ_d ——挤压强度,单位为兆帕(MPa);
 P_d ——挤压损伤载荷,单位为牛顿(N);
 d ——挤压孔直径,单位为毫米(mm);
 t ——试样厚度,单位为毫米(mm)。

8.3 最大挤压应力按式(2)计算:

$$\sigma_{\max} = \frac{P_{\max}}{d \cdot t} \quad \dots\dots\dots(2)$$

式中:

- σ_{\max} ——最大挤压应力,单位为兆帕(MPa);
 P_{\max} ——最大挤压载荷,单位为牛顿(N);
 d ——挤压孔直径,单位为毫米(mm);
 t ——试样厚度,单位为毫米(mm)。

9 试验结果

按 GB/T 1446 的规定。

10 试验报告

试验报告应包括以下内容：

- a) 按照本标准进行试验；
 - b) 试验项目名称；
 - c) 试样名称、批号及来源；
 - d) 试验方法；
 - e) 试验设备；
 - f) 试验结果，包括试样测量值的算术平均值及其标准差和离散系数；
 - g) 试验人员、日期及其他。
-