



中华人民共和国国家标准

GB/T 30968.4—2014

聚合物基复合材料层合板开孔/受载孔 性能试验方法 第4部分:开孔压缩强度 试验方法

Test method for open-hole/loaded-hole of polymer matrix composite
laminates—Part 4: Test method of open-hole compressive strength

2014-07-24 发布

2015-01-01 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

GB/T 30968《聚合物基复合材料层合板开孔/受载孔性能试验方法》分为四部分：

- 第1部分：挤压性能试验方法；
- 第2部分：充填孔拉伸和压缩试验方法；
- 第3部分：开孔拉伸强度试验方法；
- 第4部分：开孔压缩强度试验方法。

本部分为 GB/T 30968 的第4部分。

本部分按照 GB/T 1.1—2009 给出的规则起草。

本部分由中国建筑材料联合会、中国航空工业集团公司提出。

本部分由全国纤维增强塑料标准化技术委员会(SAC/TC 39)、全国航空器标准化技术委员会(SAC/TC 435)归口。

本部分起草单位：中国飞机强度研究所、中国航空工业集团公司北京航空材料研究院。

本部分主要起草人：魏宏艳、沈真、杨胜春、陈新文、沈薇、孙坚石、张立鹏、李磊。

聚合物基复合材料层合板开孔/受载孔 性能试验方法 第4部分:开孔压缩强度 试验方法

1 范围

GB/T 30968 的本部分规定了聚合物基复合材料层合板开孔压缩强度试验方法的试验设备、试样、试验条件、试验步骤、计算和试验报告。

本部分适用于连续纤维(纤维、织物或纤维与织物混杂)增强聚合物基复合材料层合板开孔压缩强度的测定。

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 界定的术语和定义适用于本文件。

4 方法原理

对含有一个中心孔的对称均衡层合板试样,通过夹持端夹持以摩擦力加载,或放置在试验机平台上直接在端头加载,进行单轴压缩试验,在试样工作段形成压力场,测试层合板开孔压缩强度。

5 试验设备

5.1 试验机与测试仪器

试验机和测试仪器应符合 GB/T 1446 的规定。

5.2 环境箱

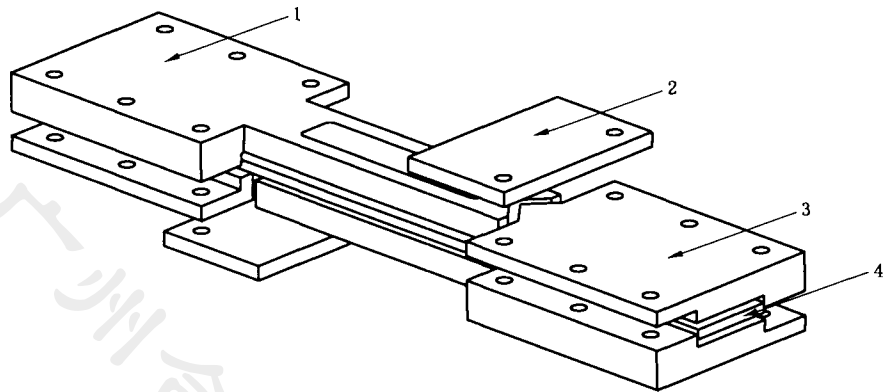
环境箱的控制精度应满足试验要求,经计量检定合格,并在有效期内使用。

5.3 扭矩扳手

扭矩扳手的精度应满足试验要求,经计量检定合格,并在有效期内使用。

5.4 试验夹具

开孔压缩试验夹具见图 1~图 4。



说明:

- 1——长夹板;
- 2——支持板;
- 3——短夹板;
- 4——试样。

图 1 开孔压缩试验夹具示意图

单位为毫米

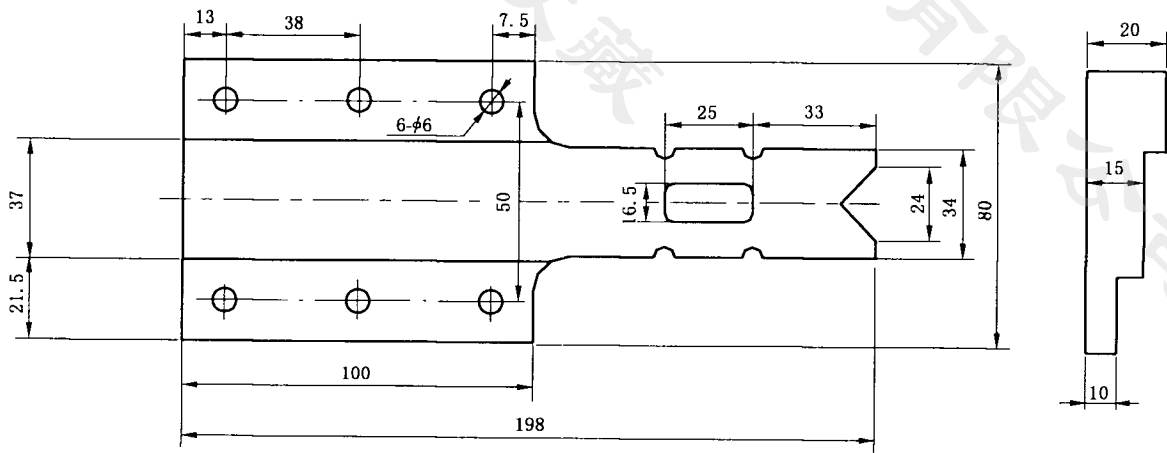


图 2 长夹板示意图

单位为毫米

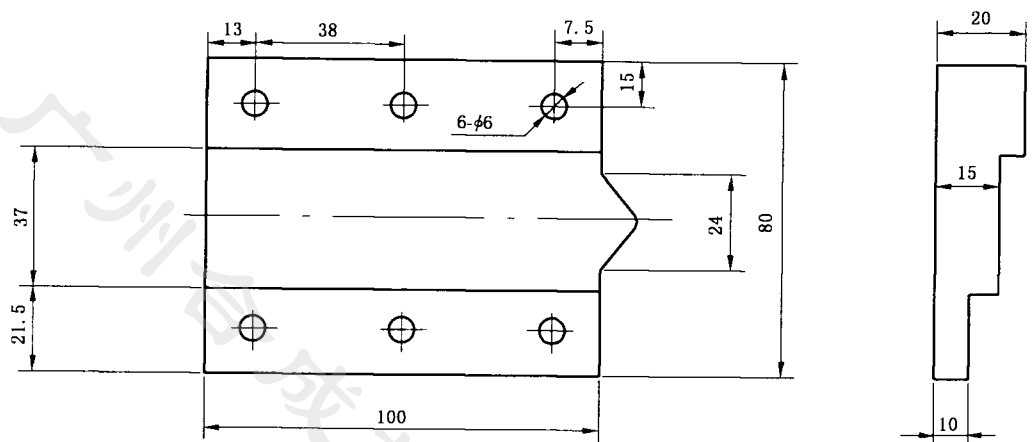


图 3 短夹板示意图

单位为毫米

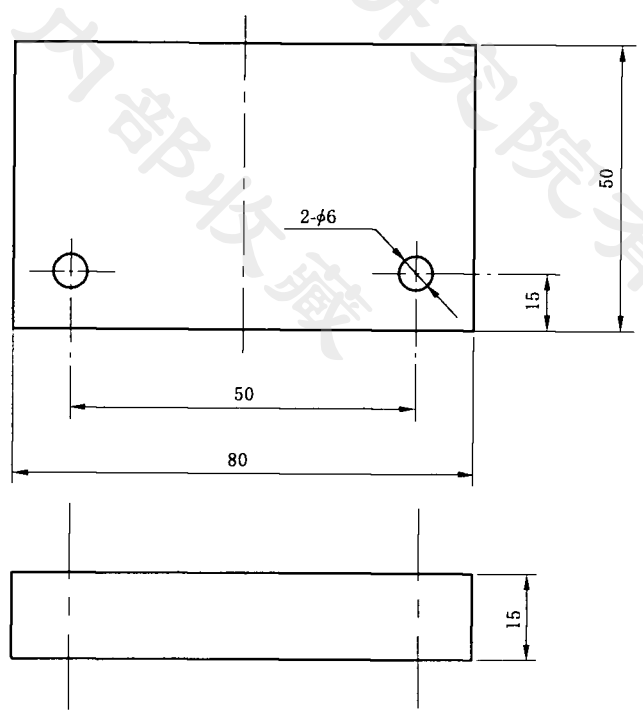


图 4 支持板示意图

6 试样

6.1 铺层形式

试样为对称均衡的多向层合板。试样厚度为 3 mm~5 mm,推荐的厚度为 4 mm。

6.2 试样形状与尺寸

试样的形状与尺寸见图 5 和表 1。机械加工边缘的粗糙度 Ra 值不超过 $3.2\ \mu\text{m}$ 。

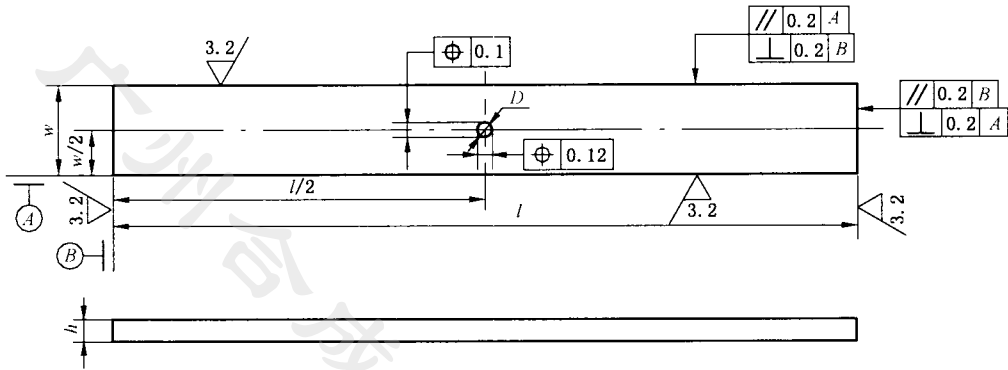


图 5 开孔压缩试样示意图

表 1 试样几何尺寸

单位为毫米

试样类型	厚度 h	宽度 w	长度 l	孔径 D
开孔压缩	3~5	36 ± 0.20	300	6 ± 0.06

6.3 试样制备

试样制备按 GB/T 1446 的规定。制孔时应避免孔周围的材料出现分层或其他损伤。

6.4 试样数量

每组有效试样应不少于 5 个。

7 试验条件

7.1 试验环境条件

7.1.1 实验室标准环境条件

实验室标准环境条件应满足 GB/T 1446 的规定。

7.1.2 非实验室标准环境条件

7.1.2.1 高温试验环境条件

首先将环境箱和试验夹具预热到规定的试验温度,然后将试样加热到规定的试验温度,并用与试样工作段直接接触的温度传感器加以校验。对于干态试样,在试样达到试验温度后,保温 5 min~10 min 开始试验;对湿态试样,在试样达到试验温度后,保温 2 min~3 min 开始试验。试验中试样温度保持在规定试验温度的 $\pm 3\ ^\circ\text{C}$ 范围内。

7.1.2.2 低温(低于零度)试验环境条件

首先将环境箱和试验夹具冷却到规定的试验温度,然后将试样冷却到规定的试验温度,并用与试样工作段直接接触的温度传感器加以校验。在试样到达试验温度后,保温 5 min~10 min 开始试验。试验中试样温度保持在规定的试验温度的 $\pm 3\text{ }^{\circ}\text{C}$ 范围内。

7.2 试样状态调节

7.2.1 干态试样状态调节

试验前,试样在实验室标准环境条件下至少放置 24 h。

7.2.2 湿态试样状态调节

试验前,应在规定的温度和湿度条件下使试样达到所要求的吸湿状态。推荐的温度和湿度条件如下:

- a) 温度: $70\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 3\text{ }^{\circ}\text{C}$;
- b) 相对湿度: $85\% \pm 5\%$ 。

湿态试样状态调节结束后,应将试样用湿布包裹放入密封袋内,直到进行力学试验,试样在密封袋内的储存时间应不超过 14 d。

8 试验步骤

8.1 试验前准备

8.1.1 按 GB/T 1446 的规定检查试样外观,对每个试样编号。

8.1.2 按 7.2 的规定对试样进行状态调节。

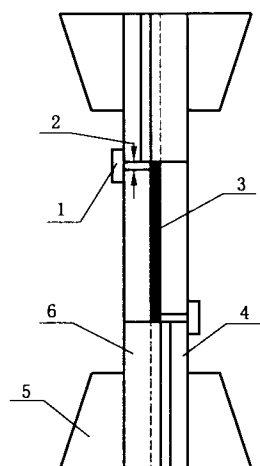
8.1.3 在最终的试样机械加工和状态调节后,测量开孔处的试样宽度 w 、试样厚度 h 、孔径 D 和从孔边缘到试样最近一侧的距离 f ,厚度测量精度为 $\pm 0.01\text{ mm}$,其余均为 $\pm 0.02\text{ mm}$ 。

8.2 试样安装

8.2.1 方法 A

8.2.1.1 将试样安装于试验夹具中,使试样两端与夹具两端平齐,试样的孔位于夹具缺口的中心。拧紧与支持板连接的 4 个螺栓(其余 8 对孔中不带螺栓),使试样的位置保持不动,保证夹具的支持板和长夹板之间以及试样工作段和夹具的长夹板之间的间隙均不大于 0.1 mm,然后用扭矩扳手拧紧 4 个螺栓到 $7\text{ N}\cdot\text{m} \pm 0.5\text{ N}\cdot\text{m}$ 。

8.2.1.2 将试样-夹具组合件夹持于试验机夹头中(见图 6),使其中心线与试验机夹头中心线保持一致,夹持长度为 50 mm~80 mm,推荐夹持长度为 80 mm。



说明:

1——支持板;

2——长夹板与短夹板之间的间隙;

3——试样;

4——短夹板;

5——楔形夹块;

6——长夹板。

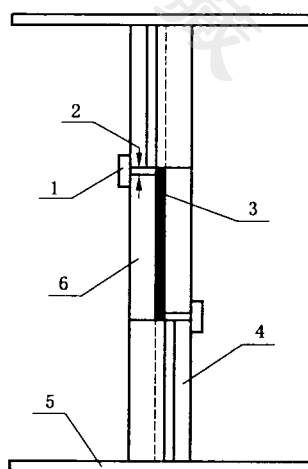
图 6 试验方法 A 夹具示意图(液压夹持加载)

8.2.2 方法 B

8.2.2.1 将试样安装于试验夹具中,使试样机械加工的两端与夹具两端平齐,这可使试样的孔位于夹具缺口的中心。拧紧全部 12 个螺栓,刚好使试样的位置保持不动,同时应保证夹具的支持板和长夹板之间以及试样工作段和夹具的长夹板之间的间隙均不大于 0.1 mm。

8.2.2.2 用扭矩扳手拧紧 12 个螺栓到 $7 \text{ N} \cdot \text{m} \pm 0.5 \text{ N} \cdot \text{m}$ 。

8.2.2.3 将夹具放置于试验机的两个平台之间(见图 7),使试验夹具的中心线与试验机夹头的中心线保持一致。



说明:

1——支持板;

2——长夹板与短夹板之间的间隙;

3——试样;

4——短夹板;

5——加载平台;

6——长夹板。

图 7 试验方法 B 夹具示意图(端部加载)

8.3 试验

8.3.1 对于在实验室标准环境条件下进行的试验,按 7.1.1 的规定进行;而对于在非实验室标准环境条件下进行的试验,则按 7.1.2 的规定进行。

8.3.2 以 1 mm/min~2 mm/min 的加载速度对试样连续加载,直到达到最大载荷,并且载荷从最大载荷回落至最大载荷的 70% 为止。加载时,若夹头位移达到 4.5 mm,则应停止试验。记录试样最大载荷和失效模式。

8.3.3 不发生在孔边的失效模式是无效的破坏。应用表 2 中的三字符式的失效模式描述方法。代码的第一个字符描述破坏类型,第二个字符描述破坏区域,最后一个字符描述破坏位置。本标准规定有效的失效模式代码仅限于 * GM,见图 8,即第二个和第三个字符限于“工作段中间”。图 8 中给出了三种可接受的失效模式。

表 2 失效模式代码

第一个字符		第二个字符		第三个字符	
失效形式	代码	失效区域	代码	失效位置	代码
角铺层破坏	A	工作段	G	中间	M
横向	L	—	—	—	—
多模式	M	—	—	—	—

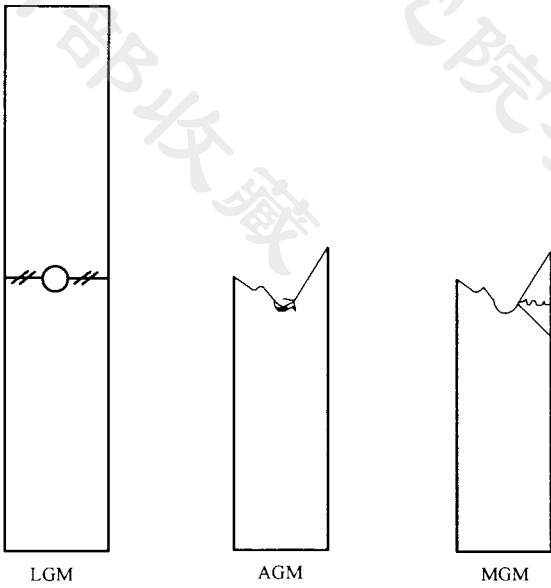


图 8 开孔压缩有效失效模式示意图

9 计算

9.1 开孔压缩强度

压缩强度按公式(1)计算,结果保留 3 位有效数字:

$$\sigma_{\text{ohc}} = \frac{P_{\text{max}}}{w \times h} \dots\dots\dots (1)$$

式中：

σ_{ohc} ——开孔压缩强度，单位为兆帕(MPa)；

P_{max} ——试样承受的最大载荷，单位为牛(N)；

w ——开孔处的试样宽度，单位为毫米(mm)；

h ——开孔处的试样厚度平均值，单位为毫米(mm)。

9.2 统计

对于每一组试验，按照 GB/T 1446 的规定计算开孔压缩强度的算术平均值、标准差和离散系数。

10 试验报告

试验报告一般包括下列内容：

- a) 试验项目名称、执行标准和方法；
- b) 试验人员、试验时间和地点；
- c) 试样来源及制备情况，材料品种及规格；
- d) 试样编号、形状和尺寸、外观质量及数量；
- e) 试验温度、相对湿度、试样状态调节参数和结果；
- f) 试验设备及仪器的型号、规格及计量情况；
- g) 螺栓的拧紧力矩；
- h) 与本标准的不同之处，试验时出现的异常情况；
- i) 试验结果，包括：
 - 1) 每个试样的最大载荷值；
 - 2) 每个试样的开孔压缩强度及样本的算术平均值、标准差和离散系数；
 - 3) 每个试样的失效模式。
