



中华人民共和国国家标准

GB/T 30968.2—2014

聚合物基复合材料层合板开孔/受载孔 性能试验方法 第2部分:充填孔拉伸和 压缩试验方法

Test method for open-hole/loaded-hole of polymer matrix composite laminates—
Part 2: Test method of filled-hole tension and compression

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2部分。

本标准按照 GB/T 1.1—2009 给出的规则起草。

本标准由中国建筑材料联合会、中国航空工业集团公司提出。

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

本标准起草单位：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。

本标准主要起草人：魏宏艳、杨胜春、沈真、张子龙、李磊、谢佳卉、肖娟、王俭。

聚合物基复合材料层合板开孔/受载孔 性能试验方法 第2部分:充填孔拉伸和 压缩试验方法

1 范围

GB/T 30968 的本部分规定了聚合物基复合材料层合板充填孔拉伸和压缩试验方法的试验设备、试样、试验步骤、数据处理和试验报告。

本部分适用于连续纤维增强的聚合物基复合材料,且层合板相对于试验方向是对称和均衡的。

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

GB/T 30968.3 聚合物基复合材料层合板开孔/受载孔性能试验方法 第3部分:开孔拉伸强度试验方法

GB/T 30968.4 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

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

4.1 充填孔拉伸强度

采用 GB/T 30968.3,对中心孔带有紧配合紧固件或销钉的对称均衡层合板试样进行单轴拉伸试验,以获得充填孔拉伸强度数据,该数据可用于材料的研制、材料规范的制定和结构设计许用值的确定。

4.2 充填孔压缩强度

采用 GB/T 30968.4,对中心孔带有紧配合紧固件或销钉的对称均衡层合板进行单轴压缩试验,以获得充填孔压缩强度数据,该数据可用于材料的研制、材料规范的制定和结构设计许用值的确定。

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。

6 试样

6.1 铺层形式

试样应具有至少 2 个方向的纤维且对称均衡的铺层形式。层合板厚度要求如下：

- a) 充填孔拉伸试样厚度为 2 mm~4 mm,推荐厚度 2.5 mm；
- b) 充填孔压缩试样厚度为 3 mm~5 mm,推荐厚度 4 mm。

6.2 试样形状与尺寸

6.2.1 充填孔拉伸试样

充填孔拉伸试样形状与尺寸见图 1 和表 1。机械加工边缘的粗糙度 Ra 值不超过 $3.2\ \mu\text{m}$ 。

6.2.2 充填孔压缩试样

充填孔压缩试样形状与尺寸见图 2 和表 1。机械加工边缘的粗糙度 Ra 值不超过 $3.2\ \mu\text{m}$ 。

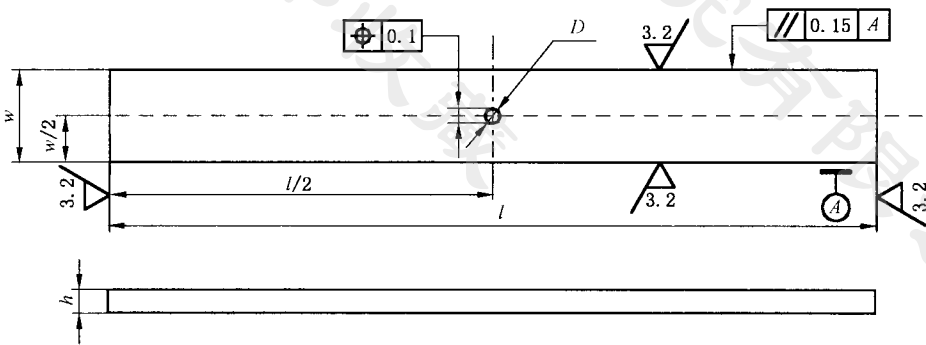


图 1 充填孔拉伸试样示意图

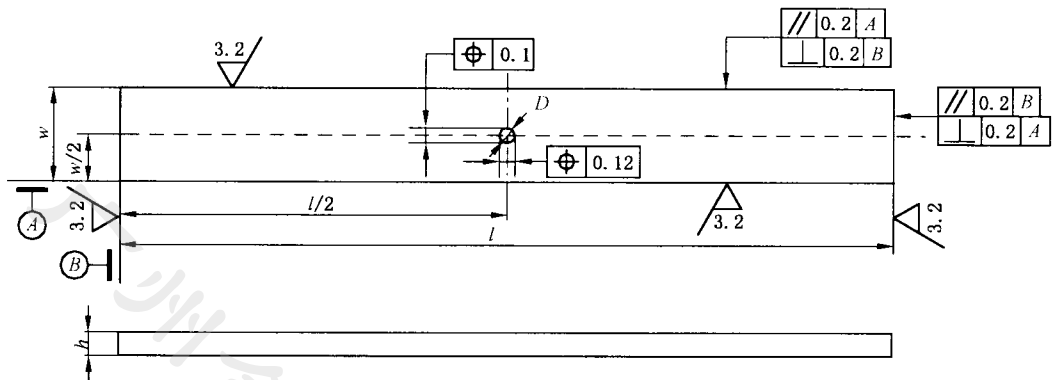


图 2 充填孔压缩试样示意图

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
充填孔拉伸	2~4	36 ± 1	200~300	6 ± 0.06
充填孔压缩	3~5	36 ± 0.20	300	6 ± 0.06

6.3 紧固件-孔间隙

紧固件公称直径为 6 mm。宽度孔径比一般为 6,紧固件的材料及配合方式由试验委托方提供。

6.4 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。

6.5 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

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 $\pm 3\text{ }^{\circ}\text{C}$ 范围内。

7.1.2.2 低温(低于零度)试验

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 ,并测量、记录紧固件的几何尺寸。厚度测量精度为 $\pm 0.01\text{ mm}$,其余均为 $\pm 0.02\text{ mm}$ 。
- 8.1.4 通过紧固件或销钉对试样进行装配。若紧固件要求拧紧力矩,则采用扭矩扳手将紧固件拧紧到所需的值。

8.2 试验

- 8.2.1 充填孔拉伸试验按 GB/T 30968.3 进行。
- 8.2.2 充填孔压缩试验按 GB/T 30968.4 进行。
- 8.2.3 采用表 2 中的三字符失效模式代码来描述这些失效模式,其中图 3 给出了充填孔拉伸试验的有效失效模式,图 4 和图 5 给出了充填孔压缩试验的有效失效模式。若失效位置不发生在紧固件孔处或不靠近紧固件孔处,则试样的试验数据是无效的。

表 2 失效模式代码

第一个字符		第二个字符		第三个字符	
破坏形状	代码	破坏区域	代码	破坏位置	代码
角形	A	工作段	G	中间,孔中心	M
横向	L	—	—	偏离孔中心	O
多模式	M(xyz)	—	—	偏离紧固件边缘	F

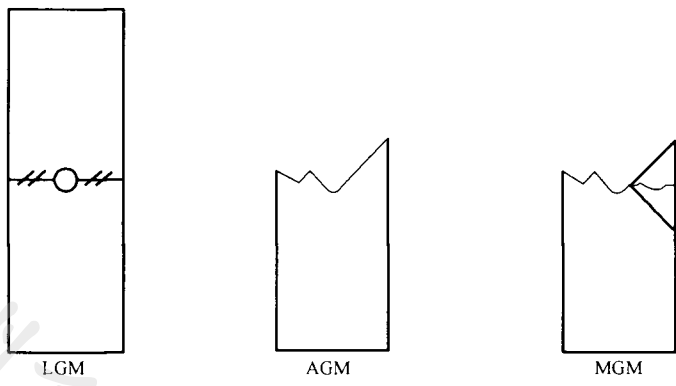


图 3 有效的充填孔拉伸失效模式示意图

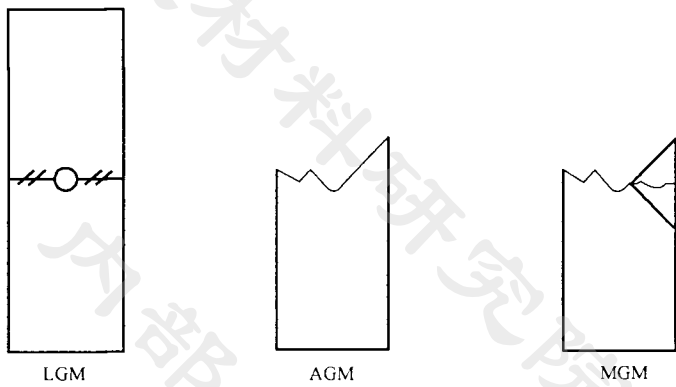


图 4 靠近中心孔处有效的充填孔压缩失效模式示意图

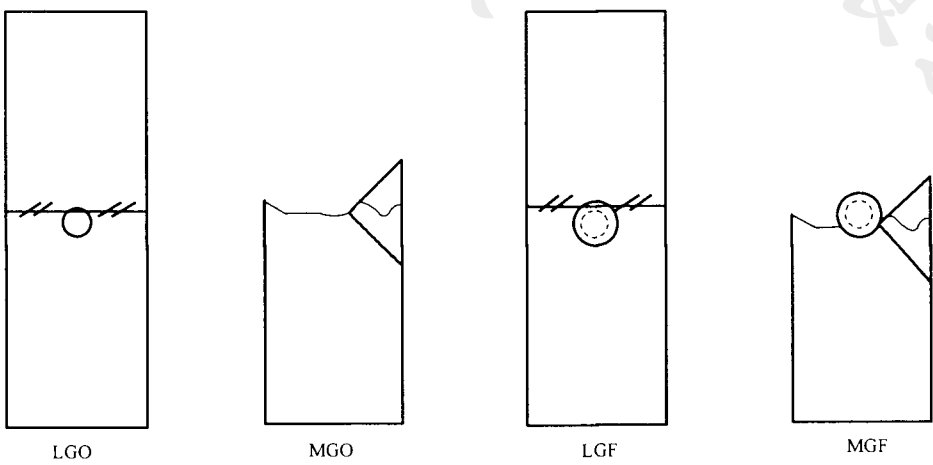


图 5 偏离孔中心处有效的充填孔压缩失效模式示意图

9 计算

9.1 充填孔拉伸强度

充填孔拉伸强度按式(1)计算,结果保留 3 位有效数字:

$$\sigma_{\text{ht}} = \frac{P_{\text{max}}}{wh} \dots\dots\dots (1)$$

式中:

- σ_{ht} —— 充填孔拉伸强度,单位为兆帕(MPa);
- P_{max} —— 破坏前试样承受的最大拉伸载荷,单位为牛顿(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 充填孔压缩强度

充填孔压缩强度按式(2)计算,结果保留 3 位有效数字:

$$\sigma_{\text{hc}} = \frac{P_{\text{max}}}{wh} \dots\dots\dots (2)$$

式中:

- σ_{hc} —— 充填孔压缩强度,单位为兆帕(MPa);
- P_{max} —— 破坏前试样承受的最大压缩载荷,单位为牛顿(N)。

9.3 统计

对于每一组试验,按 GB/T 1446 的规定计算每一种测量性能的算术平均值、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(包括复合材料、紧固件和垫片)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) 紧固件的拧紧力矩;
- 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) 每个试样的充填孔拉伸或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。