



中华人民共和国航空航天工业部 航空工业标准

HB 5440—89

碳纤维树脂基复合材料 拉—拉疲劳试验方法

1990—04—11 发布

1990—06—01 实施

中华人民共和国航空航天工业部 批准

碳纤维树脂基复合材料 拉-拉疲劳试验方法

HB 5440—89

1 适用范围

本标准适用于测定单向(0°)和多向对称铺层的碳纤维树脂基复合材料正交各向异性平板拉-拉疲劳性能。

本标准主要用于测定中值应力-寿命曲线(S-N 曲线)、条件疲劳极限。

2 引用标准

GB 1446 纤维增强塑料性能试验方法总则

GB3354 定向纤维增强塑料拉伸性能试验方法

3 术语

3.1 疲劳试验参数

3.1.1 疲劳试验参数见图 1。

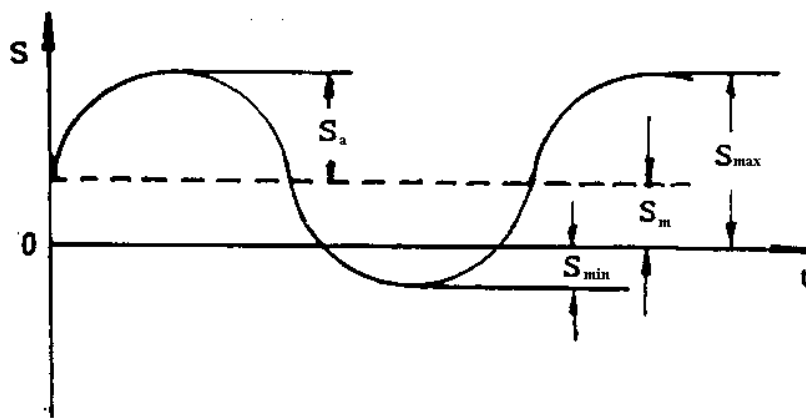


图 1 疲劳试验参数

3.1.2 最大应力 $S_{\max}$

3.1.3 最小应力 $S_{\min}$

3.1.4 平均应力 S_m

$$S_m = (S_{\max} + S_{\min})/2$$

3.1.5 应力振幅 S_a

$$S_a = (S_{\max} - S_{\min})/2$$

3.1.6 应力比 R

$$R = S_{\min}/S_{\max}$$

3.2 拉-拉疲劳

最大应力和最小应力均为拉伸应力时的疲劳称拉-拉疲劳,其应力比 R 大于零。

3.3 应力-寿命曲线(S-N 曲线)

以应力 S 为纵坐标,以疲劳寿命 N (常取疲劳寿命 N 的对数)为横坐标绘制的曲线称为 $S-N$ 曲线。以中值疲劳寿命 N_0 (或疲劳寿命 N_0 的对数)为横坐标绘制的曲线称为中值应力-寿命曲线。

3.4 条件疲劳极限

条件疲劳极限是在某一应力水平下达到指定的循环次数时,材料不发生疲劳破坏的最大应力值。

4 试验设备

凡满足静态载荷精度 $\pm 1\%$ 、动态载荷精度 $\pm 3\%$ 的疲劳试验机均可进行本试验,其同轴度误差应不大于 0.15。

5 试验及其制备

5.1 试样

试样几何尺寸见表 1 及图 2。

表 1 试样尺寸

mm

试样铺层	L	B	h	D
0°铺层	230	12.5 ± 0.5	1~2	50
多向铺层	230	25 ± 0.5	2~4	50

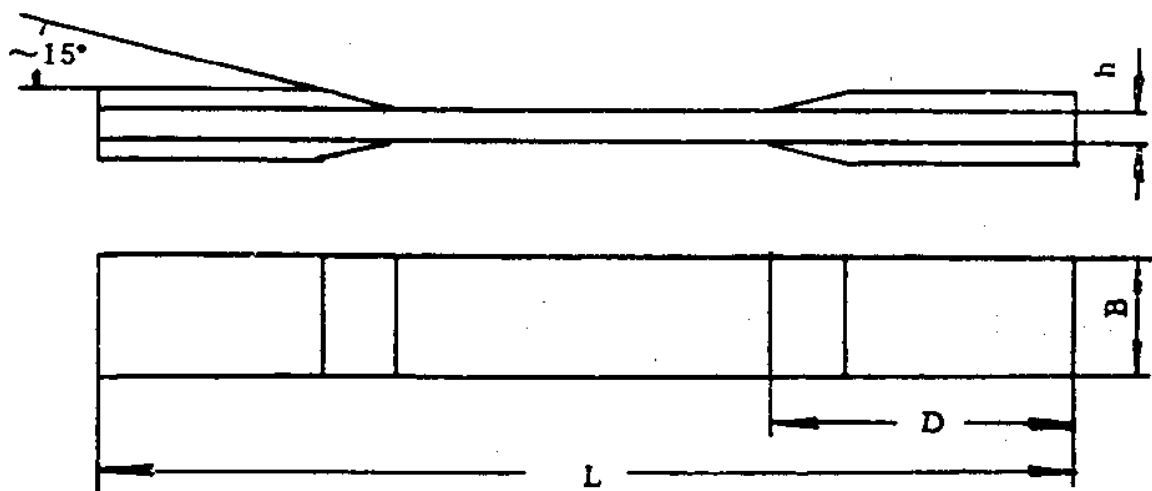


图 2 试样

5.2 试样制备

试样制备按 GB3354 第 1 章 1.2 条规定进行。

6 试验条件

6.1 试验标准环境条件应按 GB1446 第 3 章规定。

6.2 试验采用应力控制,即试验过程中最大应力与最小应力保持定值。

6.3 试验波形为正弦波,工作频率应在 30Hz 以下,使用高频疲劳试验机时,工作频率应不大于 60Hz。

7 试验步骤

7.1 按 GB1446 第 2 章规定检查试样外观。

7.2 按 GB1446 第 3 章规定进行试样状态调节。

7.3 对试样编号,并测量试样工作段内任三点的宽度和厚度,取其算术平均值,测量精度按 GB1446 规定。

7.4 按 GB3354 规定测定试样静拉伸强度或应力-应变曲线。

7.5 按 3.1 条确定平均应力和应力振幅。第一次试验时,所取最大应力值应为静拉伸强度的 50%左右。

7.6 将试样夹持在疲劳试验机上,应使试样中心线与上下夹头中心线一致。

7.7 按试验参数和要求调整试验机的载荷级、试验频率、波形。

7.8 测定 S-N 曲线时,至少应选四个应力水平,每个应力水平的试样应不少于 5 根。

7.9 条件疲劳极限可由 S-N 曲线获得,也可采用升降法确定。

7.10 试样表面温度按具体试验要求测量。

7.11 记录试验室的温度和相对湿度,每天记录三次以上。

7.12 试验过程中应随时检查设备状态,观察试样的变化,记录发生的现象。

7.13 试验完成后,仔细地卸下试样,保存好试样断口。

8 试验结果

8.1 给出每一应力水平下的中值寿命,通常取对数寿命。

8.2 绘制 S-N 曲线。

8.3 给出条件疲劳极限。

9 试验报告

试验报告应符合 GB1446 规定,还应包括:

- a. 试样的静拉伸强度;
- b. 每个应力水平的最大应力、最小应力和试样根数;
- c. 疲劳失效判据;

- d. 最终循环次数；
 - e. S—N 曲线和条件疲劳极限；
 - f. 实际试验频率及其变化；
 - g. 试样表面温度变化；
 - h. 试验过程中试样发生的变化和破坏特征。
-

附加说明：

本标准由航空航天工业部航空材料热工艺标准化技术归口单位提出并归口。

本标准由 621 所和北京航空航天大学负责起草。

本标准主要起草人：王连玉、秦志敬、杨及宾。

本标准首次发布于 1989 年 月 日。

本标准等同采用美国试验和材料协会 ASTM D3479 相应部分。