

HB

中华人民共和国航空工业标准

HB 7617—1998

纤维增强金属基复合材料层板 弯曲性能试验方法

1998—06—26 发布

1998—07—01 实施

中国航空工业总公司 批准

前 言

本标准是参照日本标准 JIS H7406 - 1993《纤维增强金属弯曲性能试验方法》，并结合我国航空工业具体情况制定的。本标准与 JIS H7406 在技术内容上基本等效。

本标准在结构形式、试验程序、试样尺寸和试样挠度的测定等方面与 JIS H7406 - 1993 有所不同。

本标准由中国航空工业总公司航空材料热工艺标准化技术归口单位提出并归口。

本标准由中国航空工业总公司航空材料研究院起草。

本标准主要起草人：刘绍伦、潘振吕、纪艳玲、李骋。

纤维增强金属基复合材料
层板弯曲性能试验方法

HB 7617-1998

1 范围

本标准规定了单向(0°)长纤维增强金属基复合材料层板室温弯曲强度试验的试样、试验条件、试验设备、试验步骤和试验结果处理。

本标准适用于室温下长纤维增强金属基复合材料层板三点和四点弯曲强度及弯曲弹性模量的测定。

2 引用标准

下列标准所包含的条文,通过在本标准中引用而构成为本标准的条文。本标准出版时,所示版本均为有效。所有标准都会被修订,使用本标准的各方应探讨使用下列标准最新版本的可能性。

GB 8170-87	数值修约规则
GB 10623-89	金属力学性能试验术语
GB/T 14452-93	金属弯曲力学性能试验方法
JJG 139-91	拉力、压力和万能试验机检定规程
JJG 157-83	小负荷材料试验机检定规程
JJG 457-86	电子式万能试验机检定规程

3 定义及符号

3.1 定义

本标准采用下列定义。

3.1.1 抗弯强度:试样在弯曲断裂前承受的最大正应力[GB 10623-89 中 4.17]。

3.1.2 跨距:弯曲试验装置上试样两支承点间的距离[GB/T 14452-93 中 4.1]。

3.1.3 弯曲弹性模量:在弯曲应力-应变曲线或弯曲载荷-挠度曲线图上,从初始斜率部分求出的值,见图 1。

3.1.4 挠度:受载试样支点间的中间位置在试验中离开初始位置的距离。

3.2 符号

本标准采用的符号、名称和单位见表 1。

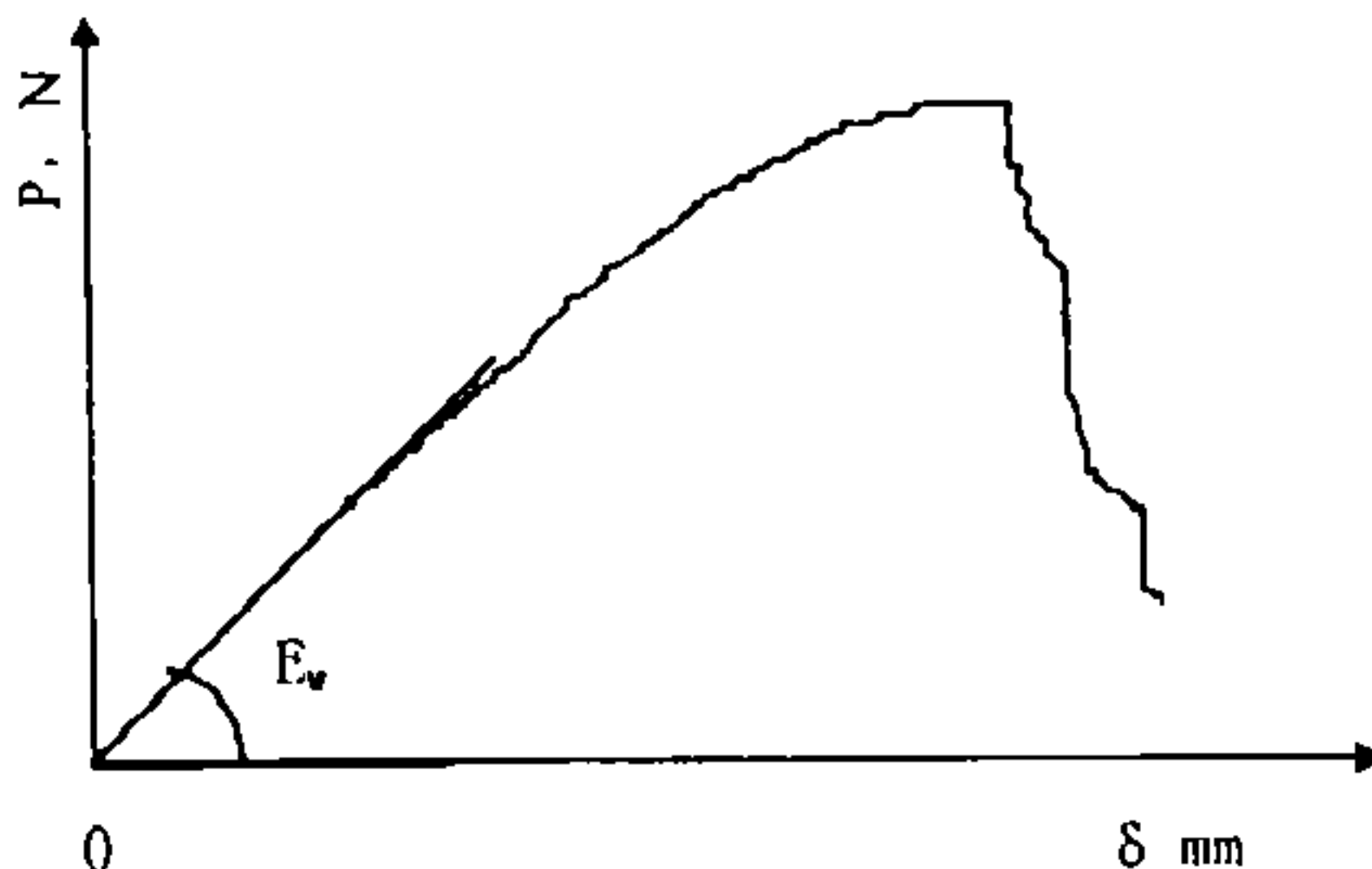


图 1 载荷-挠度曲线

表 1

符 号	名 称	单 位
P	载荷	N
δ	挠度	mm
ϵ	应变	—
σ_b	抗弯强度	MPa
E_b	弯曲弹性模量	GPa
P_M	最大载荷	N
δ_M	最大挠度	mm
L	试样长度	mm
L_s	跨距	mm
b	试样宽度	mm
h	试样厚度	mm
V	加载速度	mm/min

4 试样

4.1 试样形状和尺寸

4.1.1 标准试样尺寸见图 2。

4.1.2 使用非标准试样时,试样的厚度与图 2 值有差异时,试样的长度由式(1)计算。

$$L = 32h + 4 \dots \dots \dots (1)$$

式中: L ——试样长度, mm;

h ——试样厚度, mm。

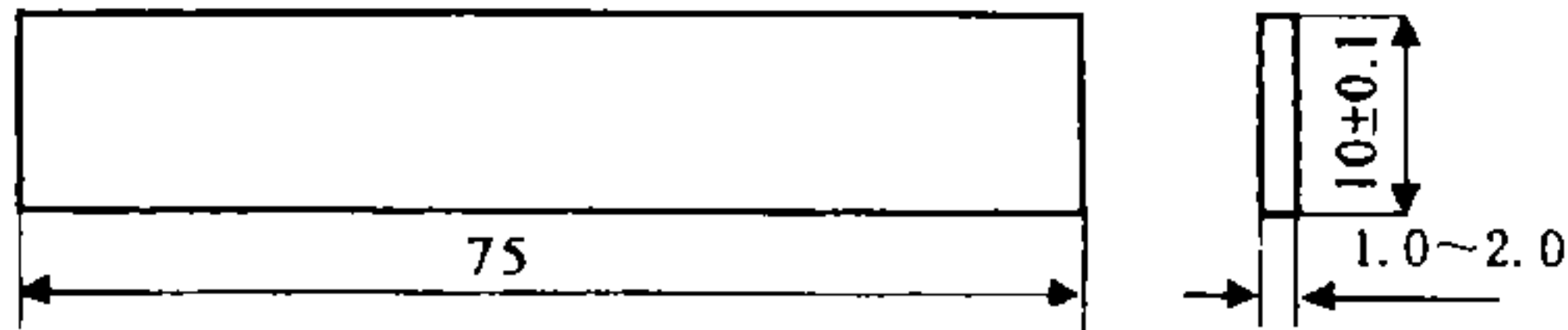


图2 标准试样几何尺寸

4.2 试样制备

4.2.1 试样在加工过程中,不应产生过热。

4.2.2 纤维 0° 方向与试样长边尽量保持平行。

4.3 试样数量

试样数量应取5片。

5 试验装置

5.1 试验机

5.1.1 试验机必须满足下列精度要求:

- a) 试验机应能满足本标准规定的加载速率要求;
- b) 有良好的读数稳定性,力的示值应能保持在30s以上不变;

5.1.2 试验机应按JJG 139、JJG 157或JJG 475定期检定合格。

5.1.3 试验机应有三点弯曲和四点弯曲试验装置。

5.1.4 试验机应配备自动记录弯曲载荷—挠度变化的X—Y记录仪和应变规。

5.2 弯曲试验装置

试样支座和压头的半径见表2,跨距应能调节。试验跨距如图3(a)、(b)所示,与试样接触部分的表面粗糙度 R_a 应不大于 $1.6\mu\text{m}$ 。

表2 压头与支座半径

mm

夹具种类	压头半径 r_1	支座半径 r_2
三点弯曲	5.0 ± 0.1	2.0 ± 0.2
四点弯曲	3.0 ± 0.2	3.0 ± 0.2

5.3 挠度计

挠度计能够连续记录试验中试样挠度的变化,在设定的试验加载速度下,挠度值指示精度为1%。

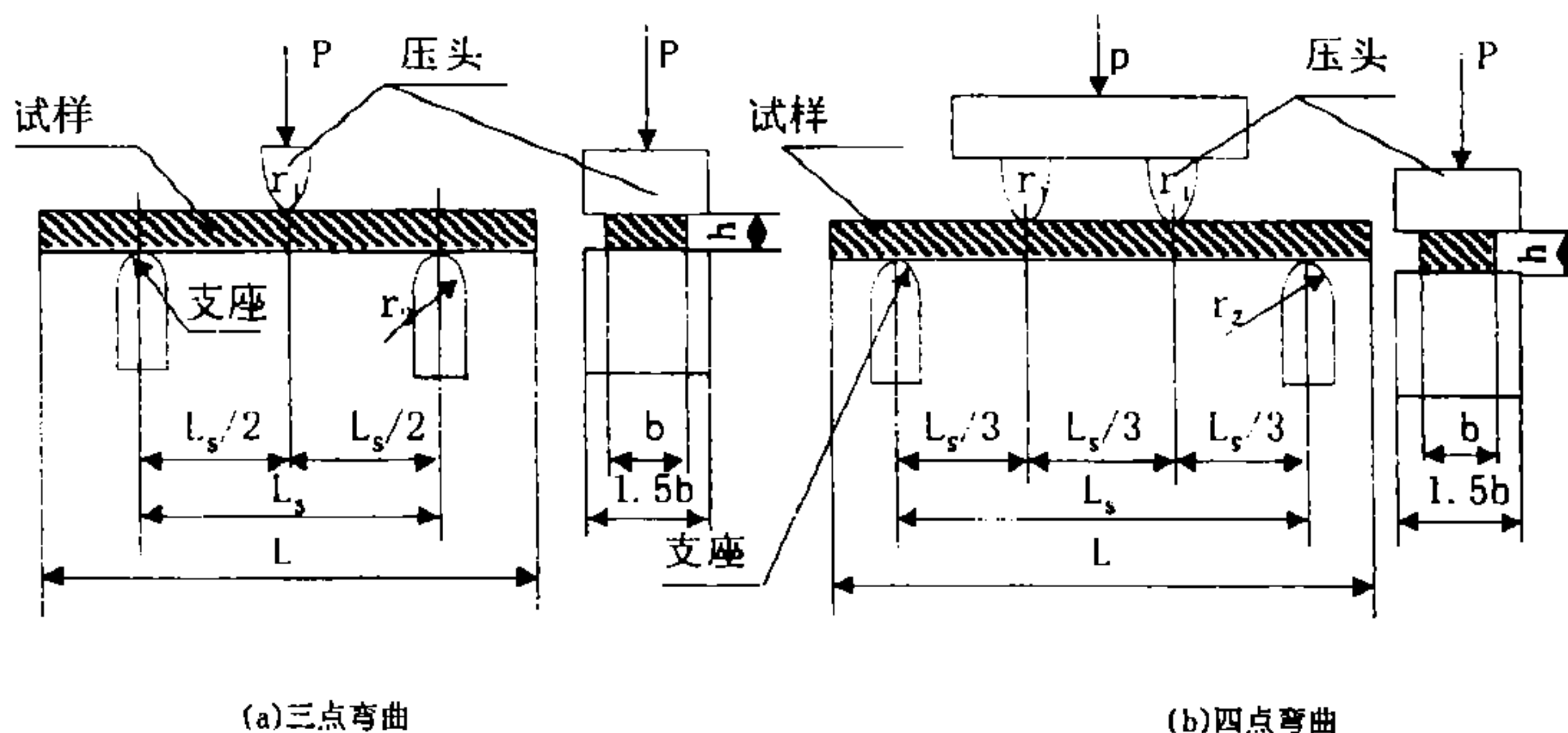


图3 弯曲试验装置示意图

5.4 应变片

应使用 2mm^2 以下的应变片。

6 试验程序

6.1 试样尺寸测量

测量试样中部及两支点的厚度和宽度,精确至 0.01mm ,取其各自的平均值。

6.2 跨距调整

6.2.1 对标准试样跨距调整如下:

三点弯曲试验 $L_s = 60\text{mm} \pm 0.2\text{mm}$

四点弯曲试验 $L_s = 63\text{mm} \pm 0.2\text{mm}$

$L_s/3 = 21\text{mm} \pm 0.2\text{mm}$

6.2.2 对非标准试样,跨距在跨厚比 $16 \sim 32$ 之间选取。

6.3 试样安装

6.3.1 将试样放在两支座中心位置上,使两端剩余部分的长度相等。

6.3.2 按图3所示,测量支点与载荷点之间的尺寸,精确至 0.1mm 。

6.4 应变、挠度测量

6.4.1 使用应变片时,在试样下方跨距中央位置沿平行长度方向贴应变片。

6.4.2 使用挠度计时,挠度计安置在跨距的中央位置并与试样平面垂直。

6.4.3 加载速度:跨厚比为 $16 \sim 32$ 时,试样加载速度为 $1 \sim 2\text{mm}/\text{min}$ 。

6.4.4 施加载荷,并记录载荷-挠度曲线或载荷-应变曲线。

7 性能测定

7.1 抗弯强度的计算

当 $\frac{\delta_M}{L_s} \leq 0.1$ 时弯曲强度用式(2)或式(3)计算:

三点弯曲
$$\sigma_b = \frac{3P_M L_s}{2bh^2} \dots\dots\dots (2)$$

四点弯曲
$$\sigma_b = \frac{P_M L_s}{bh^2} \dots\dots\dots (3)$$

当 $\frac{\delta_M}{L_s} > 0.1$ (大挠度)时弯曲强度按式(4)或式(5)计算:

三点弯曲
$$\sigma_b = \frac{3P_M L_s}{2bh^2} \left[1 + 4 \left(\frac{\delta_M}{L_s} \right)^2 \right] \dots\dots\dots (4)$$

四点弯曲
$$\sigma_b = \frac{P_M L_s}{bh^2} \left[1 + \frac{4644}{529} \left(\frac{\delta_M}{L_s} \right)^2 - \frac{162}{23} \left(\frac{h}{L_s} \right) \left(\frac{\delta_M}{L_s} \right) \right] \dots\dots\dots (5)$$

式中: δ_M ——最大挠度。

7.2 弯曲弹性模量的计算

按载荷-应变曲线计算时,弯曲弹性模量用式(6)或式(7)计算:

三点弯曲
$$E_b = \frac{3}{2} \cdot \frac{L_s}{bh^2} \cdot \frac{P}{\epsilon} \times 10^{-3} \dots\dots\dots (6)$$

四点弯曲
$$E_b = \frac{L_s}{bh^2} \cdot \frac{P}{\epsilon} \times 10^{-3} \dots\dots\dots (7)$$

按载荷-挠度曲线计算时,弯曲弹性模量用式(8)或式(9)计算:

三点弯曲
$$E_b = \frac{1}{4} \cdot \frac{L_s^3}{bh^3} \cdot \frac{P}{\delta} \times 10^{-3} \dots\dots\dots (8)$$

四点弯曲
$$E_b = \frac{23}{108} \cdot \frac{L_s^3}{bh^3} \cdot \frac{P}{\delta} \times 10^{-3} \dots\dots\dots (9)$$

注:用试验机横梁间的位移代替挠度时,式(9)的系数 23/108 改为 5/27 进行计算。

8 试验结果处理

8.1 算术平均值、标准差及变异系数的计算

试验结果的算术平均值、标准差及变异系数分别按公式(10)、(11)、(12)计算。

$$\bar{X} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n X_i \dots\dots\dots (10)$$

$$S = \sqrt{\frac{\sum (X_i - \bar{X})^2}{n-1}} \dots\dots\dots (11)$$

$$C_v = \frac{S}{\bar{X}} \times 100\% \dots\dots\dots (12)$$

式中: \bar{X} ——测量值的算术平均值;

X_i ——各个测量值;

n ——测量值的个数;

S ——标准差；

C_v ——变异系数。

8.2 数值的修约

数值修约的方法按 GB 8170 进行, 抗弯强度修约到四位有效数字, 标准差修约到三位有效数字; 弯曲模量修约到三位有效数字; 标准差修约到两位有效数字。

9 试验记录及试验报告

试验记录和试验报告应包括下列各项:

- a) 试样及材料: 试验材料种类、制造方法及制造工艺条件、制造厂及制造批号、积层构成、增强纤维的体积含量、热处理条件;
 - b) 试验方法;
 - c) 试验环境;
 - d) 试验设备;
 - e) 试样;
 - f) 加载速度;
 - g) 三点弯曲或四点弯曲的跨距;
 - h) 试验结果: 给出算术平均值、标准差及变异系数;
 - i) 试验人员及试验日期。
-