

中华人民共和国国家标准

拉挤玻璃纤维增强塑料杆  
弯曲性能试验方法

GB/T 13096.2—91

Test method for flexural  
properties of pultruded glass  
fiber reinforced plastic rods

---

1 主题内容与适用范围

本标准规定了测定拉挤玻璃纤维增强塑料杆弯曲性能的试验方法。

本标准适用于测定直径大于13 mm拉挤玻璃纤维增强塑料杆的弯曲性能。

2 引用标准

GB 1446 纤维增强塑料性能试验方法总则

3 试验设备

3.1 力学性能用试验设备：按GB 1446中5.1条规定。

3.2 加载压头及支座：加载压头为圆柱形，压头直径应大于13 mm，若试验时试样出现明显压痕或产生挤压破坏，建议采用大直径压头。底部支座可以移动，以便改变跨高比。支座上配有支承头。支承头的形状及尺寸见图1。凹槽表面应无压痕和毛刺，同时消除锐角。

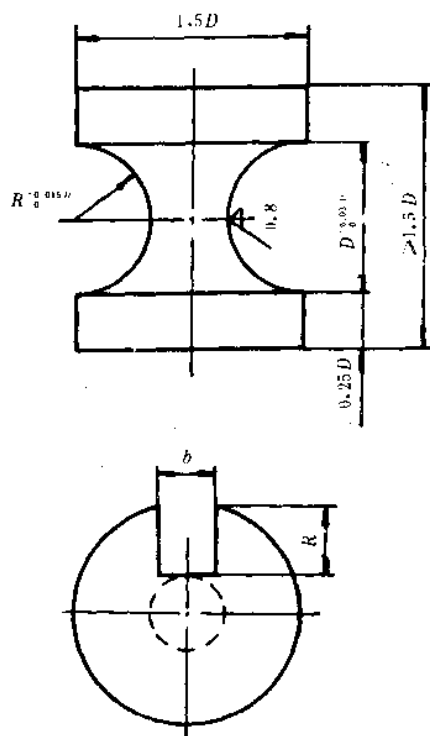


图 1 支承点尺寸

$D$ —试样直径； $R$ —试样半径； $b$ —由试验装置确定的键槽宽度

**3.3** 千分尺：精度为0.02 mm。

#### 4 试验环境

试验环境条件按GB 1446第3章规定。

#### 5 试样

##### 5.1 形状及尺寸

将拉挤杆加工成弓形截面试样，其几何形状见图2。试样长度为1.2倍跨距（跨高比为16~24）。

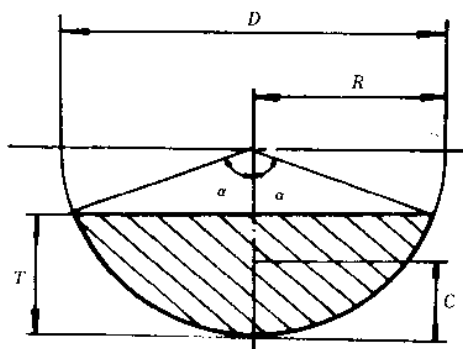


图 2 弯曲试样的横截面

$D$ —试样直径； $R$ —试样半径； $T$ —试样高度；  
 $C$ —试样形心到底端的距离； $\alpha$ —弓形截面的半  
 圆心角（ $15^\circ \leq \alpha \leq 90^\circ$ ）

## 5.2 数量

每组试样不应少于 5 个。

## 6 试验步骤

6.1 试样外观检查按 GB 1446 第 2 章规定。

6.2 试样状态调节按 GB 1446 第 3 章规定。

6.3 测量未加工拉挤杆的直径，然后加工成弓形截面试样，将合格的试样编号，测量每个试样中点处的高度，测量精度按 GB 1446 第 4 章规定。

6.4 调整试验跨距，精确到 0.5 mm。加载压头的轴线位于两支座中点处，且与支座平行。跨高比为 16~24。

6.5 采用三点弯曲法进行试验。将试样的平面向上，弧面向下，置于两支座上，试样的轴线垂直于支座和加载头。

6.6 将测量变形的仪表置于跨距中点处，与试样弧面接触，施加初载（约为破坏载荷的 5%），检查和调整仪表，使整个系统处于正常工作状态。试验机若配备挠度测量系统，则系统的总弹性变形应小于试样总变形的 1%。

6.7 加载速度为 2~5 mm/min，试验时间应控制在 20~200 s 范围内。

6.8 由加载压头在跨距中点给试样加载，使试样弯曲，如图 3。

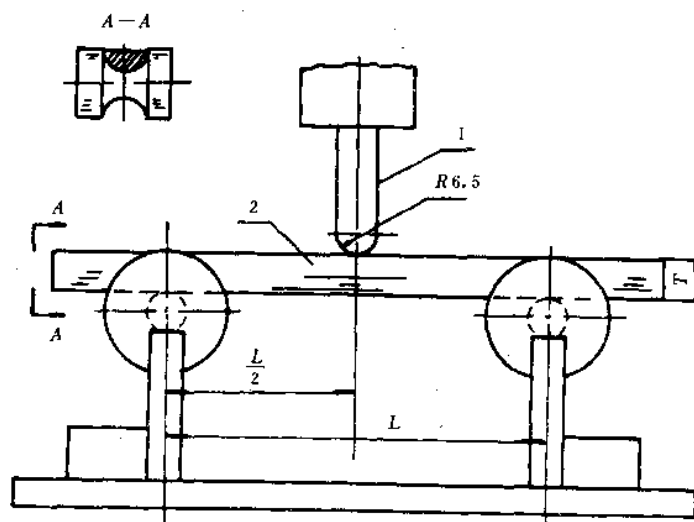


图3 弯曲性能试验示意图

1—加载压头；2—试样；L—试验

跨距；T—试样高度

6.9 测定弯曲弹性模量和弯曲载荷—挠度曲线时，使用自动记录装置可连续加载；否则，采用分级加载，级差为破坏载荷的5%~10%（测定弯曲弹性模量时，至少分五级加载，施加的载荷不宜超过破坏载荷的50%）。记录各级加载量与相应的挠度值。

6.10 测定弯曲强度时，连续加载，直至试样下表面的纤维发生破坏。记录破坏载荷或最大载荷。

6.11 绘制弯曲载荷—挠度曲线。

6.12 呈水平剪切破坏或有明显内部缺陷的试样应予作废。同批有效试样不足5个时，应重作试验。

## 7 计算

7.1 最大应力发生在试样跨距中点底部。弯曲载荷—挠度曲线上任意一点的最大纤维应力可按式(1)计算：

$$\sigma_f = \frac{PLC}{4I} \quad \dots\dots\dots (1)$$

式中： $\sigma_f$ ——试样跨距中点底部的最大应力，MPa；

P——载荷—挠度曲线上任意点处的载荷，N；

L——跨距，mm；

C——试样形心到底端的距离 [ $C = 0.3R\alpha^2(1 - 0.0976\alpha^2 + 0.0028\alpha^4)$ ]，mm；

I——惯性矩 [ $I = 0.1143R^4\alpha^7(1 - 0.3491\alpha^2 + 0.0450\alpha^4)$ ]，mm<sup>4</sup>；

R——试样的初始半径，mm；

$\alpha$ ——弓形截面半圆心角的弧度（见图2）， $\alpha = 2 \arcsin \sqrt{T/D}$ ；

T——试样高度，mm；

D——试样直径，mm。

注：式(1)仅适用于小挠度变形试样，对于变形较大的试样，其应变达到5%最大应变时的载荷可作为最大载荷。

7.2 弯曲弹性模量按式(2)计算:

$$E_f = \frac{\Delta P L^3}{48 I \Delta f} \quad \dots\dots\dots (2)$$

式中:  $E_f$ ——弯曲弹性模量, MPa;

$\Delta P$ ——载荷-挠度曲线上初始直线段的载荷增量, N;

$L$ ——同式(1);

$I$ ——同式(1);

$\Delta f$ ——与载荷增量对应的跨距中点处挠度增量, mm。

7.3 试样最大应变发生在跨距中点底部, 按式(3)计算:

$$\varepsilon_f = \frac{12 C f}{L^2} \quad \dots\dots\dots (3)$$

式中:  $\varepsilon_f$ ——试样最外侧纤维的最大应变;

$C$ ——同式(1);

$f$ ——选定载荷的最大挠度, mm;

$L$ ——同式(1)。

## 8 试验结果

试验结果按GB 1446第6章规定。

## 9 试验报告

试验报告按GB 1446第7章规定。

## 附加说明:

本标准由国家建筑材料工业局提出。

本标准由全国纤维增强塑料标准化技术委员会归口。

本标准由国家建筑材料工业局哈尔滨玻璃钢研究所负责起草。

本标准主要起草人张晓明。

本标准等效采用美国试验与材料协会标准ASTM D 4476—85《拉挤纤维增强塑料杆弯曲性能试验方法》。