



# 中华人民共和国国家标准

GB/T 35100—2018

## 纤维金属层板 短梁法测定层间剪切强度

Fiber metal laminates—Determination of interlaminar shear strength  
by short-beam method

2018-05-14 发布

2019-04-01 实施

国家市场监督管理总局 发布  
中国国家标准化管理委员会

## 前 言

本标准按照 GB/T 1.1—2009 给出的规则起草。

本标准由全国工程材料标准化工作组(SAC/SWG 3)提出并归口。

本标准起草单位：南京航空航天大学、江苏省产品质量监督检验研究院、南京工程学院、南京玻璃纤维研究设计院有限公司。

本标准主要起草人：陶杰、李华冠、朱宇宏、王燕、刘成、路通、靳凯、王琼、郭训忠、徐翌伟、潘蕾、王章忠、赵谦、匡宁。



# 纤维金属层板 短梁法测定层间剪切强度

## 1 范围

本标准规定了采用短梁法测定纤维金属层板层间剪切强度的术语和定义、试验原理、试验设备、试样、状态调节、试验过程、计算及结果表示、试验报告。附录 A 给出了双梁法以供参考。

本标准适用于能发生层间剪切失效的热固性或热塑性连续纤维增强金属层板。

本标准不适用于确定设计参数,但可用于筛选材料或作为质量控制的试验。

## 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 2918 塑料试样状态调节和试验的标准环境

GB/T 17200 橡胶塑料拉力、压力和弯曲试验机(恒速驱动) 技术规范

ISO 2602 数据的统计处理和解释 均值的估计和置信区间(Statistical interpretation of test results—Estimation of the mean—Confidence interval)

## 3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

### 3.1

**短梁法** short-beam shear test method; SBS

以矩形截面的杆作为简支梁,将杆放置在两个支座上,在试样中心施加弯曲载荷,使其发生层间剪切破坏。

### 3.2

**双梁法** double short-beam shear test method; DBS

以矩形截面的杆作为简支梁,将杆放置在三个支座上,分别在两组支座中心施加载荷,使其发生层间剪切破坏。

### 3.3

**纤维金属层板** fiber metal laminates; FMLs

由金属薄板(铝合金、钛合金等)和纤维(玻璃纤维、碳纤维、芳纶纤维等连续纤维)复合材料交替铺设后,在一定温度和压力下固化而成的一种层间混杂复合材料。

### 3.4

**层间剪切应力** interlaminar shear stress

$\tau$

作用于试样层间的剪切应力。



3.5

层间剪切强度 interlaminar shear strength

$\tau_M$

当试样失效或载荷达到最大数值时的层间剪切应力。

3.6

试样坐标轴 specimen coordinate axes

与金属薄板轧制方向平行的方向定义为  $0^\circ$  方向, 与其垂直的方向定义为  $90^\circ$  方向。

4 试验原理

以矩形截面的杆作为简支梁, 将杆放置在两个支座上, 试样中心至两支座的距离相等, 在试样中心施加弯曲载荷, 选择合适的跨厚比, 使其发生层间剪切破坏。

5 试验设备

5.1 试验机

试验机应满足 GB/T 17200 的要求, 其测力系统准确度应为 1 级或优于 1 级。

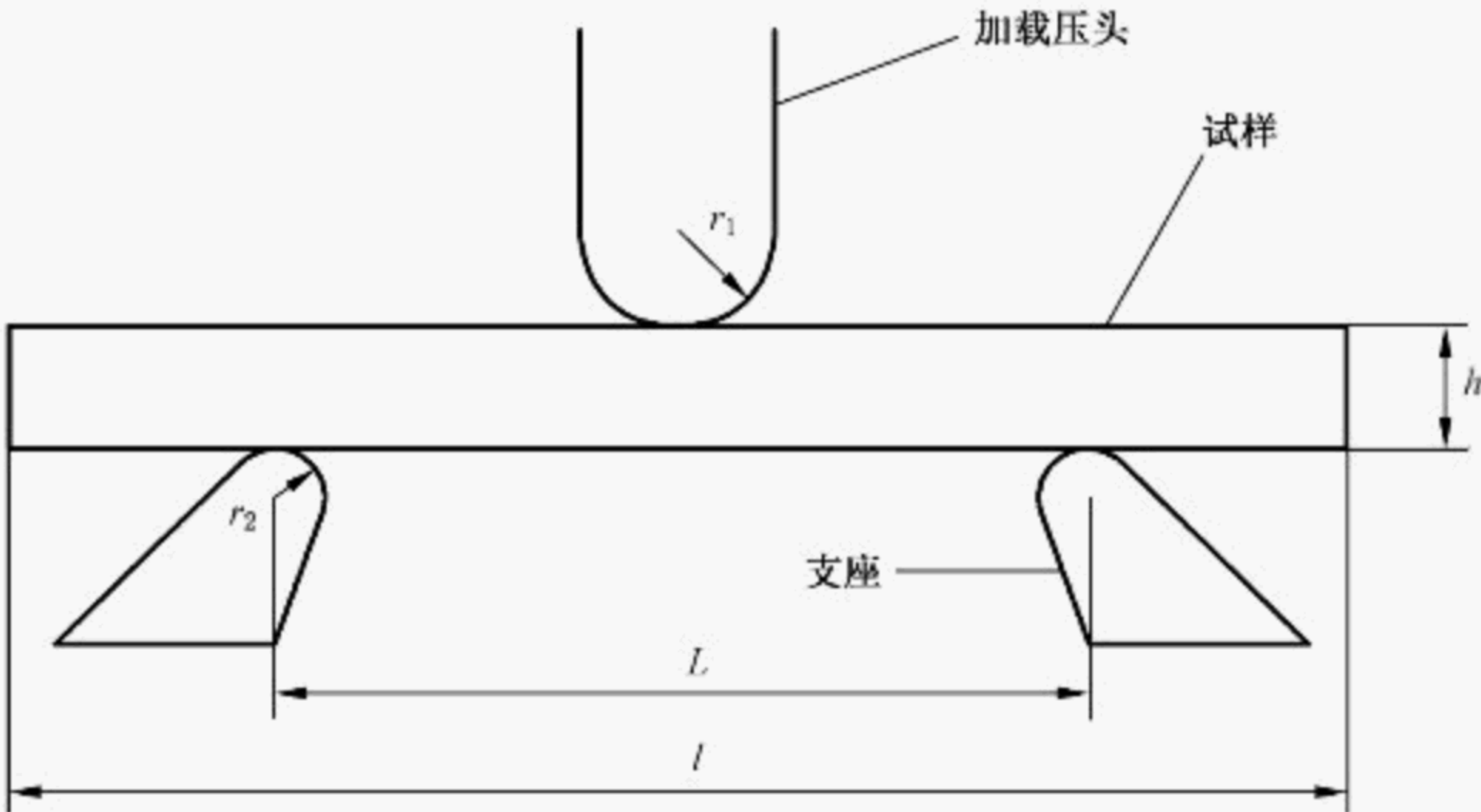
5.2 测量仪器

采用精度为 0.01 mm 或更优的测量仪器, 用于测量试样的宽度  $b$  及厚度  $h$ 。

5.3 加载压头及支座

加载压头的圆角半径  $r_1$  为 3 mm, 支座的圆角半径  $r_2$  为 2 mm (见图 1), 表面硬度均不低于 65 HRC, 表面粗糙度均不超过  $75 \mu\text{m}$ , 其他要求应符合 GB/T 1446 的规定。

加载压头和支座的宽度应大于试样的宽度, 加载压头应将压力作用于两支座中心, 跨距应可调, 以适应不同结构的纤维金属层板。



说明:

$L$  —— 跨距;

$l$  —— 试样长度;

$h$  —— 试样厚度;

$r_1$  —— 加载压头的圆角半径;

$r_2$  —— 支座的圆角半径。

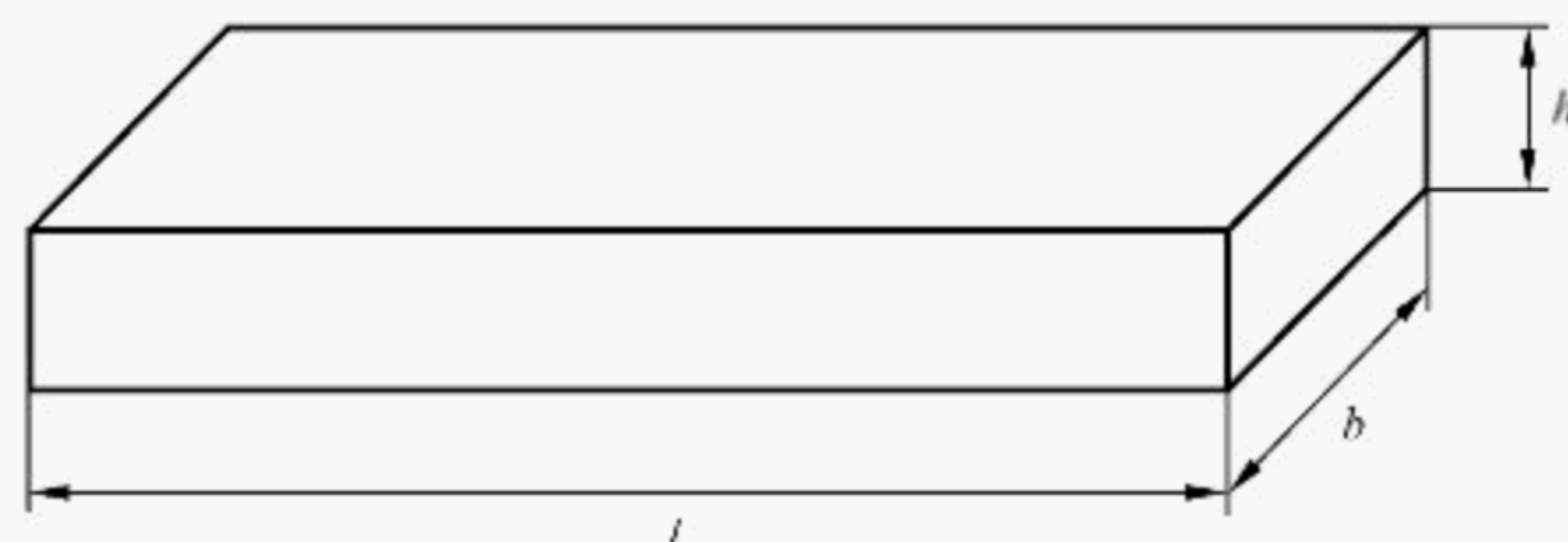
图 1 短梁法加载装置

## 6 试样

### 6.1 形状与尺寸

标准 3/2 结构纤维金属层板试样见图 2, 长度  $l=20\text{ mm}$ , 宽度  $b=10\text{ mm}$ 。

注: 标准 3/2 结构纤维金属层板即 3 层金属层, 2 层纤维复合材料层, 金属层与纤维复合材料层交替排列。



说明:

试样的形状与尺寸取决于要被试验的纤维金属层板的厚度。其他结构纤维金属层板试样尺寸建议满足如下关系:

- a) 试样的长度与厚度之比取 10 : 1;
- b) 试样的宽度与厚度之比取 4 : 1。

图 2 试样

### 6.2 试样的制备及检查

试样由制备好的纤维金属层板经机械加工制得, 试样应平整无扭曲, 无分层, 表面清洁, 边缘光滑。在每个试样的中心及两边, 取 3 个点测量试样的宽度, 精确至 0.02 mm; 按照同样的方法测量试样的厚度, 精确至 0.02 mm。长度方向厚度均匀, 厚度偏差为平均厚度的  $\pm 5\%$ 。每个试样的宽度偏差应在  $\pm 0.2\text{ mm}$  之内。

### 6.3 试样数量

每组有效试样数量不小于 5 个, 有效试样的判断原则为发生有效剪切失效。

## 7 状态调节

如被测材料的状态调节在材料规范中有规定, 则按规定对试样进行状态调节。如没有规定, 应按照 GB/T 2918 对试样进行状态调节。

## 8 试验过程

### 8.1 试验环境

除测试的特殊需要(在环境控制箱中一定的环境条件下进行试验), 试验应在与状态调节相同的环境中进行。

### 8.2 跨距

标准 3/2 结构纤维金属层板, 跨距取  $8h$ , 其中  $h$  是试样的厚度。

其他结构纤维金属层板, 跨距可取为  $6h \sim 8h$  (mm), 以试样发生有效层间剪切失效为选取跨距原则。



注：根据材料的不同(包括结构、铺层和基体材料的不同)，或在建议的跨距条件下不能发生有效层间剪切失效时，可调整跨距以获得有效层间剪切失效，但跨距不宜大于  $10h$ 。

8.3 压头位移速度

移动压头的位移速度为  $1\text{ mm/min}$ ，试验过程中应保持恒定。

8.4 试验

将试样对称地放置在相互平行的支座上。通过位于跨距中点处的加载压头在试样宽度上均匀地施加载荷。

8.5 数据采集

记录整个试验过程的载荷值，以发生有效层间剪切破坏为数据采集原则，或根据双方协议决定数据采集停止点。

8.6 失效模式

纤维金属层板在短梁法测试下，将会发生如下一种或多种失效模式，如图 3 所示。其中，仅当失效模式为图 3a) 中的剪切失效时，试验结果方可作为有效结果。

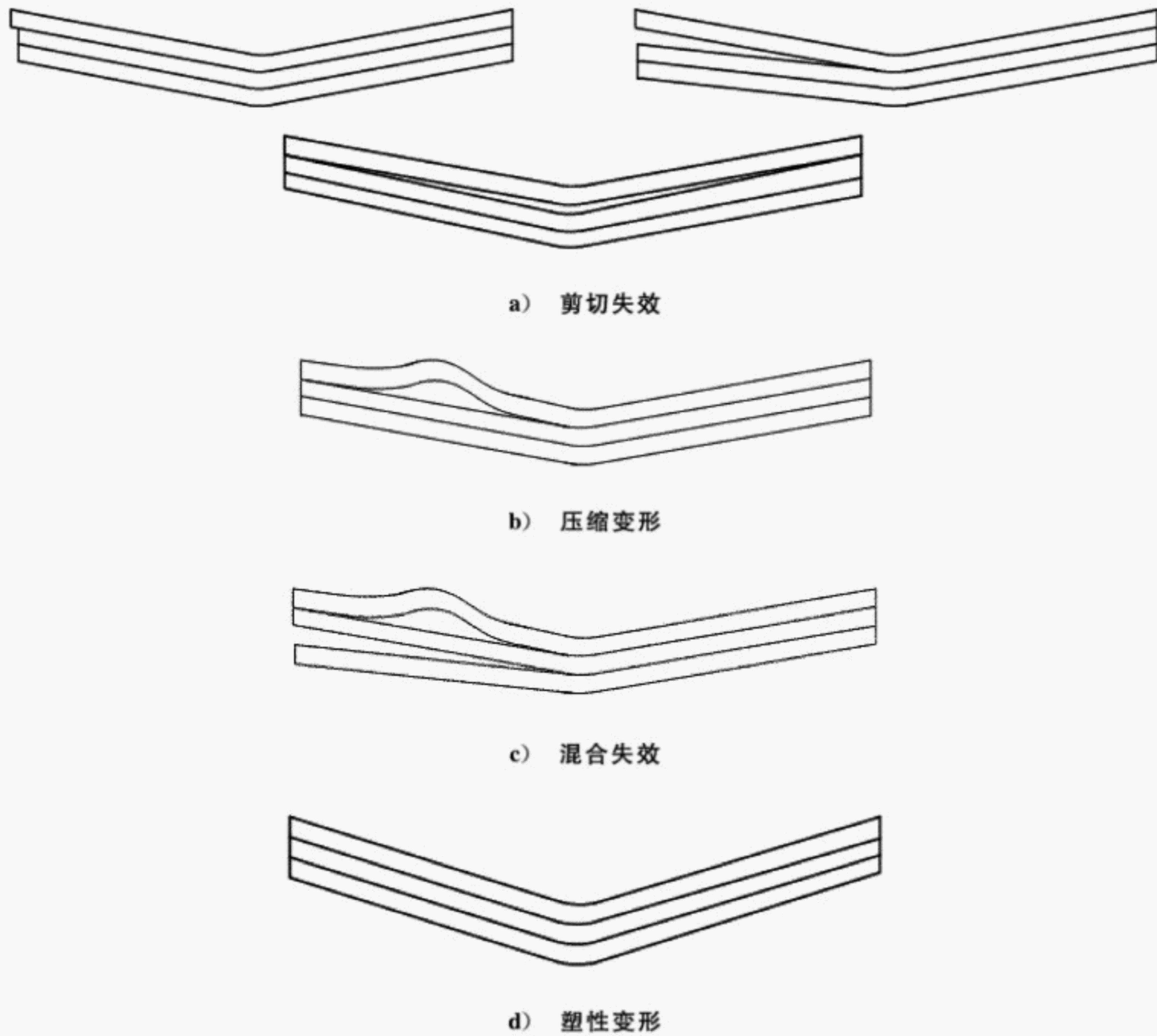


图 3 纤维金属层板的失效模式



e) 弯曲破坏

图 3 (续)

## 9 计算及结果表示

### 9.1 层间剪切强度按式(1)计算:

$$\tau_M = \frac{3}{4} \times \frac{F}{b \times h} \quad \dots\dots\dots (1)$$

式中:

- $\tau_M$  ——层间剪切强度,单位为兆帕(MPa);
- $F$  ——最大载荷或破坏载荷,单位为牛顿(N);
- $b$  ——试样宽度,单位为毫米(mm);
- $h$  ——试样厚度,单位为毫米(mm)。

### 9.2 标准差按式(2)计算,保留两位有效数字:

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2}{n - 1}} \quad \dots\dots\dots (2)$$

式中:

- $S$  ——标准差;
- $\bar{X}$  ——试样层间剪切强度的算术平均值;
- $X_i$  ——试样的层间剪切强度;
- $n$  ——试样数。

### 9.3 层间剪切强度的计算应符合下列规定:

- a) 每组试件的层间剪切强度算术平均值作为试件的层间剪切强度。所有测值均不超差时,可按 ISO 2602 计算标准差。
- b) 层间剪切强度的测试结果保留三位有效数字。

## 10 试验报告

试验报告应至少包括以下信息,除非双方另有协议:

- a) 试样的材料类别信息,包括试样铺层和具体结构;
- b) 试验条件信息;
- c) 所采用的标准号;
- d) 使用仪器的型号及编号;
- e) 加载压头及支座的圆角半径;
- f) 试样制备的所有信息;
- g) 跨距;



- h) 对于发生层间剪切失效的试样,给出具体失效模式,每个试样的层间剪切强度值及算术平均值,也可给出标准差;对于未发生层间剪切失效的试样,给出失效模式,每个试样的计算值及算术平均值,也可给出标准差;
- i) 报告日期及报告编号;
- j) 检测人员与审核人员签字。



附 录 A  
(资料性附录)  
双 梁 法

## A.1 试验设备

### A.1.1 试验机

试验机应满足 GB/T 17200 的要求,其测力系统准确度应不低于 1 级。

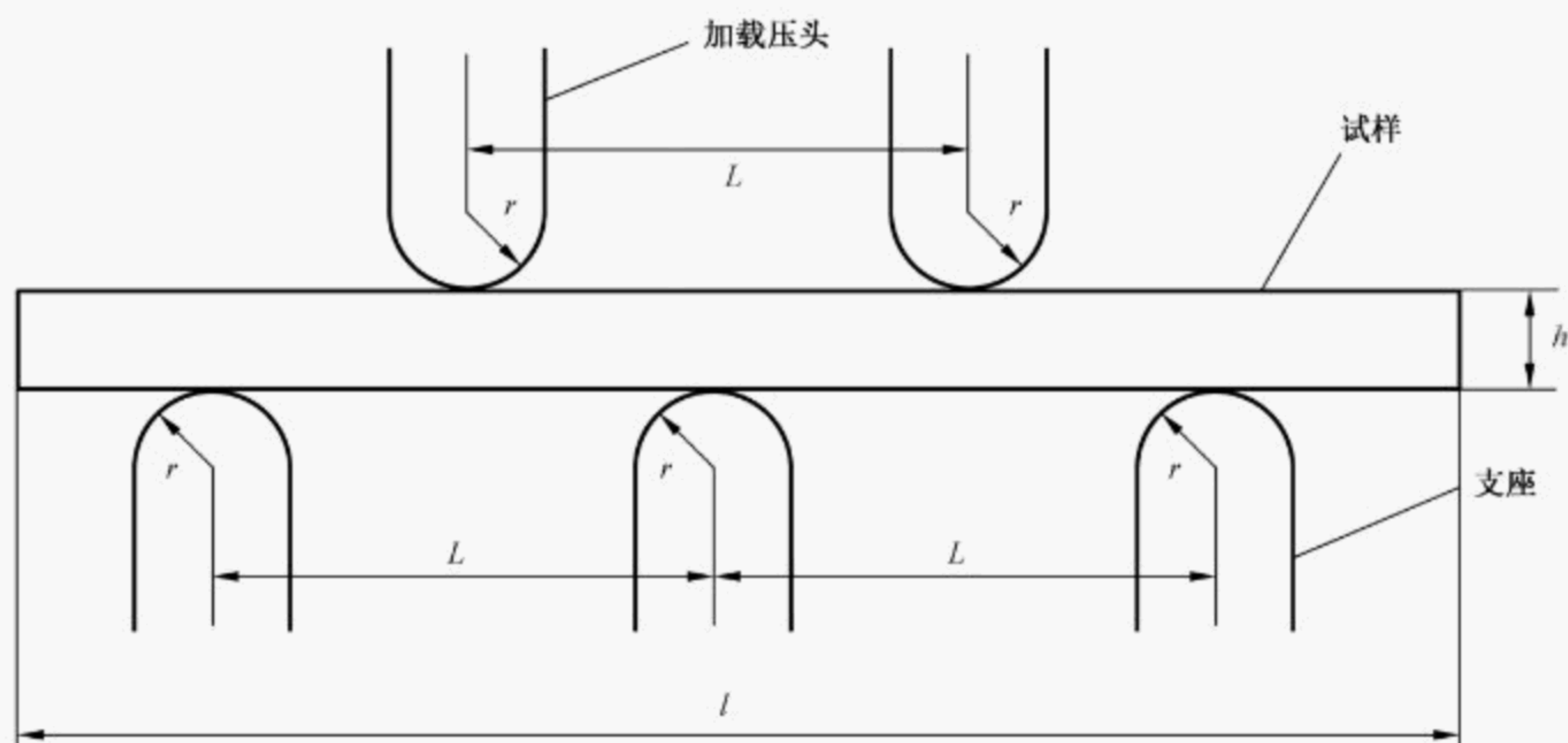
### A.1.2 测量仪器

采用精度为 0.01 mm 或更优的测量仪器,用于测量试样的宽度  $b$  及厚度  $h$ 。

### A.1.3 加载压头及支座

加载压头及支座的圆角半径  $r$  为 3 mm(见图 A.1)。

加载压头和支座的宽度应大于试样的宽度,两个加载压头应分别将压力作用于两组两支座中心,跨距应可调,以适应不同结构的纤维金属层板。



说明:

$L$  —— 跨距;

$l$  —— 试样长度;

$h$  —— 试样厚度;

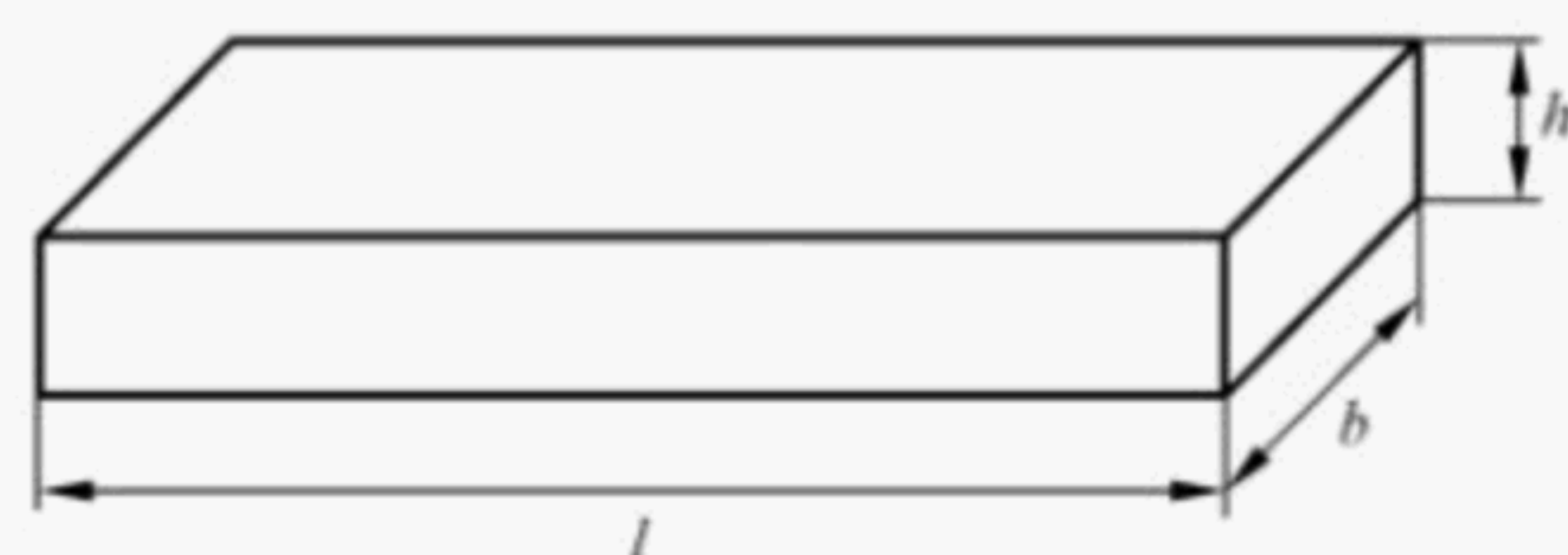
$r$  —— 加载压头的圆角半径,支座圆角半径。

图 A.1 双梁法加载装置

## A.2 试样

### A.2.1 形状与尺寸

标准 3/2 结构纤维金属层板,长度  $l=40$  mm,宽度  $b=10$  mm(见图 A.2)。



说明:

试样的形状与尺寸取决于要被试验的纤维金属层板的厚度。其他结构纤维金属层板试样尺寸建议满足如下关系:

- a) 试样的长度与厚度之比取 20 : 1;
- b) 试样的宽度与厚度之比取 4 : 1。

图 A.2 试样

### A.2.2 试样的制备

试样由制备好的纤维金属层板经机械加工制得,机械加工应符合 ISO 2818:1994 的规定。

### A.2.3 试样检查

试样应平整无扭曲,无分层,表面清洁,边缘光滑。在每个试样的中心及两边,取 3 个点测量试样的宽度,精确至 0.02 mm;按照同样的方法测量试样的厚度,精确至 0.02 mm。长度方向厚度均匀,厚度偏差为平均厚度的  $\pm 5\%$ 。每个试样的宽度偏差应在  $\pm 0.2$  mm 之内。

### A.2.4 试样数量

每组有效试样数量不小于 5 个,有效试样的判断原则为发生有效剪切失效。

### A.2.5 试样保存

试样保存时应相互隔离,避免碰撞。取放试样时应轻拿轻放,避免损伤试样。

## A.3 状态调节

如被测材料的状态调节在材料规范中有明确规定,则按规定对试样进行状态调节。如没有规定,应按照 GB/T 2918 对试样进行状态调节。

## A.4 试验过程

### A.4.1 试验环境

除测试的特殊需要(在环境控制箱中一定的环境条件下进行试验),试验应在与状态调节相同的环境中进行。

### A.4.2 跨距

标准 3/2 结构纤维金属层板,跨距取  $8h$ ,其中  $h$  是试样的厚度。

其他结构纤维金属层板,跨距可取为  $6h \sim 8h$  (mm),以试样发生有效层间剪切失效为选取跨距原则。

注:根据材料的不同(包括结构、铺层和基体材料的不同),或在建议的跨距条件下不能发生有效层间剪切失效时,可调整跨距以获得有效层间剪切失效,但跨距不宜大于  $10h$ 。



#### A.4.3 压头位移速度

移动压头的位移速度为 1 mm/min, 试验过程中应保持恒定。

#### A.4.4 试验

将试样对称地放置在相互平行的支座上。通过位于跨距中点处的加载压头在试样宽度上均匀地施加载荷。

#### A.4.5 数据采集

记录整个试验过程的载荷值, 以发生有效层间剪切破坏为数据采集原则, 或根据双方协议决定数据采集停止点。

#### A.4.6 失效模式

纤维金属层板在双梁法测试下, 将会发生如下失效模式, 如图 A.3 所示。



图 A.3 失效模式

### A.5 计算及结果表示

#### A.5.1 按式(A.1)计算双梁法层间剪切强度:

$$\tau_M = \frac{33}{64} \times \frac{F}{b \times h} \quad \dots\dots\dots (A.1)$$

式中:

$\tau_M$  ——层间剪切强度, 单位为兆帕(MPa);

$F$  ——最大载荷或破坏载荷, 单位为牛顿(N);

$b$  ——试样宽度, 单位为毫米(mm);

$h$  ——试样厚度, 单位为毫米(mm)。

#### A.5.2 层间剪切强度的计算应符合下列规定:

- a) 每组试件的层间剪切强度算术平均值作为试件的层间剪切强度。所有测值均不超差时, 可按 ISO 2602 计算标准差。
- b) 层间剪切强度的测试结果保留三位有效数字。

中 华 人 民 共 和 国  
国 家 标 准  
纤维金属层板 短梁法测定层间剪切强度  
GB/T 35100—2018

\*

中国标准出版社出版发行  
北京市朝阳区和平里西街甲2号(100029)  
北京市西城区三里河北街16号(100045)  
网址 [www.spc.net.cn](http://www.spc.net.cn)  
总编室:(010)68533533 发行中心:(010)51780238  
读者服务部:(010)68523946  
中国标准出版社秦皇岛印刷厂印刷  
各地新华书店经销

\*

开本 880×1230 1/16 印张 1 字数 20 千字  
2018年5月第一版 2018年5月第一次印刷

\*

书号: 155066·1-60235 定价 18.00 元

如有印装差错 由本社发行中心调换  
版权专有 侵权必究  
举报电话:(010)68510107



GB/T 35100—2018