

中华人民共和国国家标准

GB/T 5258—2008
代替 GB/T 5258—1995

纤维增强塑料面内压缩性能试验方法

Fibre-reinforced plastic composites—
Determination of compressive properties in the in-plane direction

(ISO 14126:1999, MOD)

2008-06-30 发布

2009-04-01 实施

中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局 发布
中国国家标准化管理委员会

前 言

本标准修改采用 ISO 14126:1999(E)《纤维增强塑料面内压缩性能试验方法》，与 ISO 14126:1999(E)相比主要差异如下：

- 将 ISO 14126 中所列的夹具分为 A、B、C 三种类型；
- ISO 14126 规定了两种试验方法，本标准对应于三种夹具及其适用材料将试验方法分为三种；
- 按照汉语习惯对一些编排格式进行了修改。

本标准与 ISO 14126:1999(E)的结构差异见附录 A。

本标准代替 GB/T 5258—1995《纤维增强塑料薄层板压缩性能试验方法》。

本标准与 GB/T 5258—1995 相比主要变化如下：

- 标准名称由《纤维增强塑料薄层板压缩性能试验方法》改为《纤维增强塑料面内压缩性能试验方法》；
- 修改加载夹具，按被测材料性能的高低分为 3 类(GB/T 5258—1995 中的 5.2,本标准的 5.4)；
- 修改试样尺寸和形状(GB/T 5258—1995 中的 6.1,本标准的 6.1)；
- 对试样两侧应变读数的一致性程度作出量化规定(见 8.4)；
- 增加与 ISO 14126 标准结构差异对照表(见附录 A)。

本标准的附录 A 为资料性附录。

本标准由中国建筑材料联合会提出。

本标准由全国纤维增强塑料标准化技术委员会归口。

本标准主要起草单位：上海玻璃钢研究院。

本标准参加起草单位：航天材料及工艺研究所。

本标准主要起草人：张汝光、姚辉、王立平、朱军辉、张旭、黄刘立。

本标准于 1985 年首次发布，1995 年第一次修订，本次为第二次修订。

纤维增强塑料面内压缩性能试验方法

1 范围

本标准规定了纤维增强塑料的面内压缩性能试验方法的原理、试验设备、试样、环境条件、试验步骤、结果计算及试验报告等。

本标准适用于测定纤维增强塑料的面内压缩强度、压缩弹性模量、压缩割线模量、最大压缩应变、压缩应力-应变曲线。

2 规范性引用文件

下列文件中的条款通过本标准的引用而成为本标准的条款。凡是注日期的引用文件,其随后所有的修改单(不包括勘误的内容)或修订版均不适用于本标准,然而,鼓励根据本标准达成协议的各方研究是否可使用这些文件的最新版本。凡是不注日期的引用文件,其最新版本适用于本标准。

GB/T 1446—2005 纤维增强塑料性能试验方法总则

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本标准。

3.1

压缩强度 compressive strength

试样可承受的最大压缩应力。

3.2

最大压缩应变 maximum compressive failure strain

压缩破坏时的应变,以百分率表示。

3.3

压缩弹性模量 modulus of elasticity in compression

压缩应力-应变曲线在比例极限内直线段的斜率。

3.4

压缩割线模量 modulus of secant in compression

压缩应力-应变曲线上原点与某特定的点之间连线的斜率,称为该点的压缩割线模量。

4 原理

通过能避免试样失稳、防止试样偏心和端部挤压破坏的压缩夹具对试样施加轴向载荷,使试样在工作段内压缩破坏,记录试验区的载荷和应变(或变形),即可求出需要的压缩性能。

5 试验设备

5.1 试验机

按 GB/T 1446—2005 第 5 章规定。

5.2 应变测量装置

通过应变片或引伸仪测量应变。应变片的丝栅长度不能超过 3 mm。应变显示相对误差不能超过 $\pm 1\%$,要配有应变记录装置。

5.3 量具

量具的精度至少要达到 0.01 mm。

5.4 加载夹具

5.4.1 总体要求

只要保证满足 8.4 和 8.8 的要求,任何形式的夹具均可使用。根据材料压缩性能的高低,规定了三种加载方式和三种试样形状,这些方法和试样的其他组合也可接受。不同夹具和试样得到的数据可能有所差别,报告中应注明所用夹具和试样类型。

5.4.2 剪切加载方式

载荷通过加强片的剪切应力传递到被测试样,试样尺寸采用表 1 中的试样 1。本法适用于高性能材料,如单向纤维增强塑料的纤维方向压缩,也可用于其他类型的纤维增强塑料。剪切加载的压缩试验 A 型夹具图见图 1、图 2。

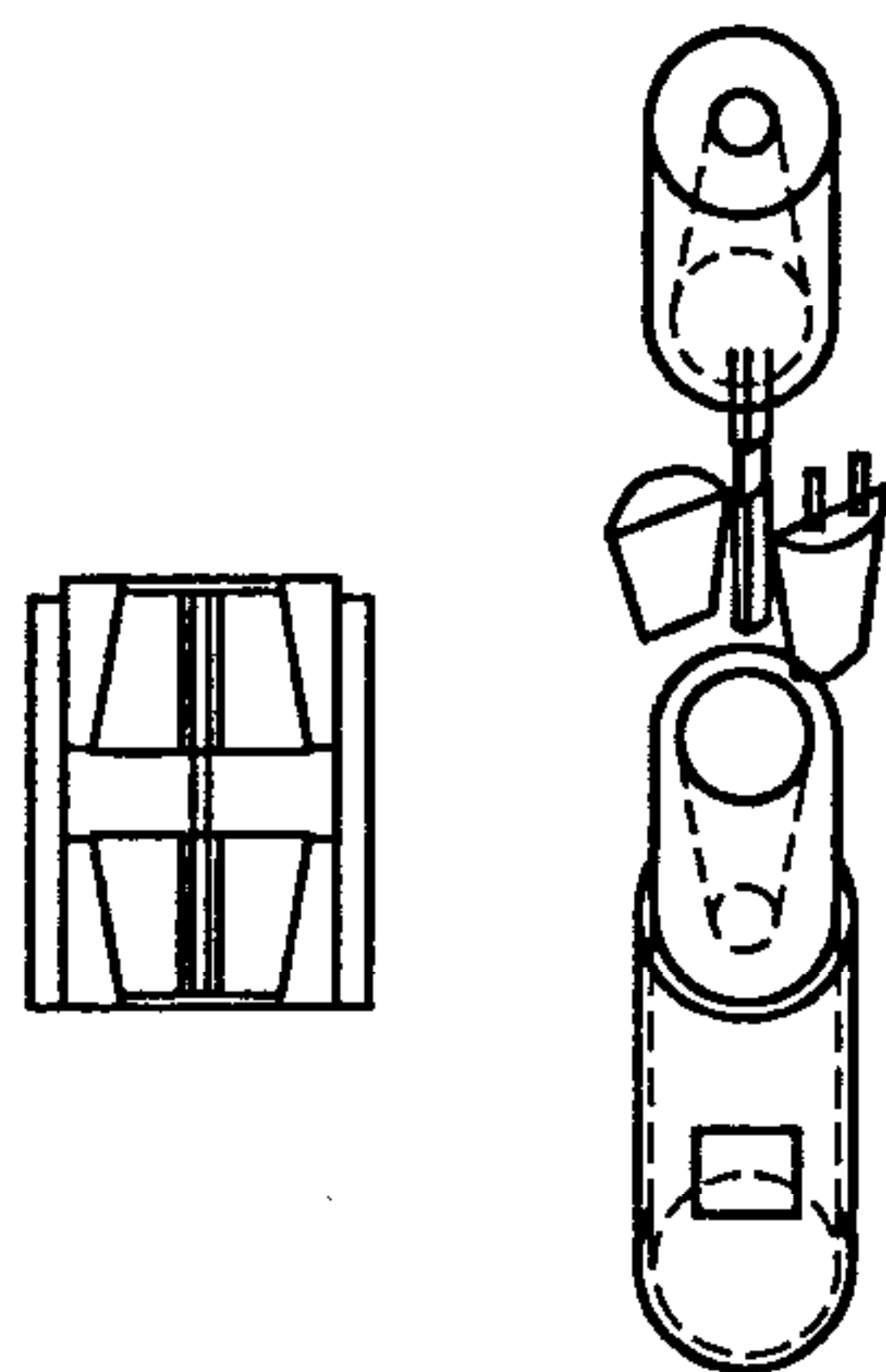


图 1 A1 型夹具(剪切加载方式)

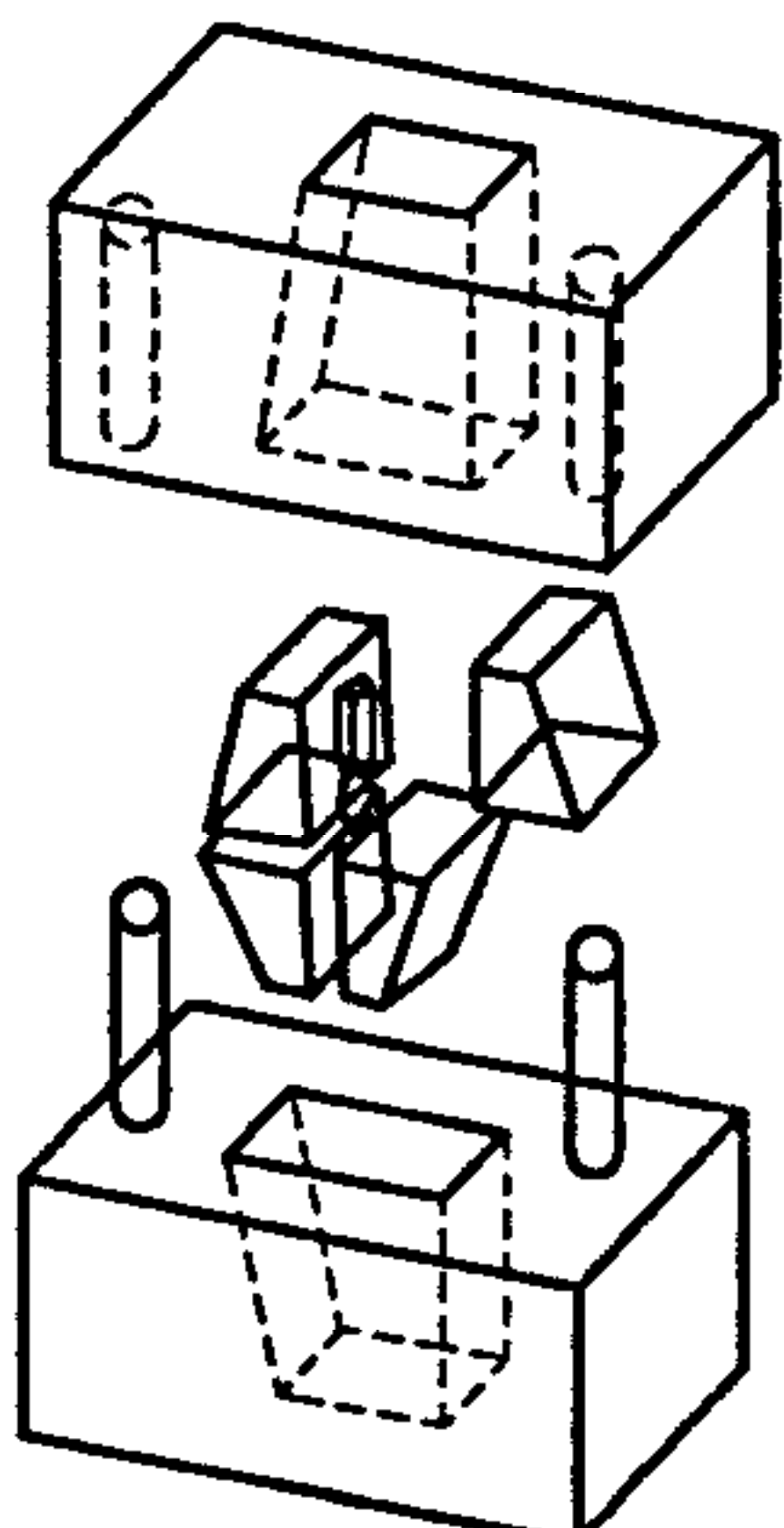


图 2 A2 型夹具(剪切加载方式)

5.4.3 联合加载方式

载荷由端部和剪切共同施加于被测试样,试样尺寸采用表 1 中的试样 2。本法适用于性能较高的材料,如连续纤维织物增强塑料的较强方向。联合加载的压缩试验 B 型夹具图见图 3。

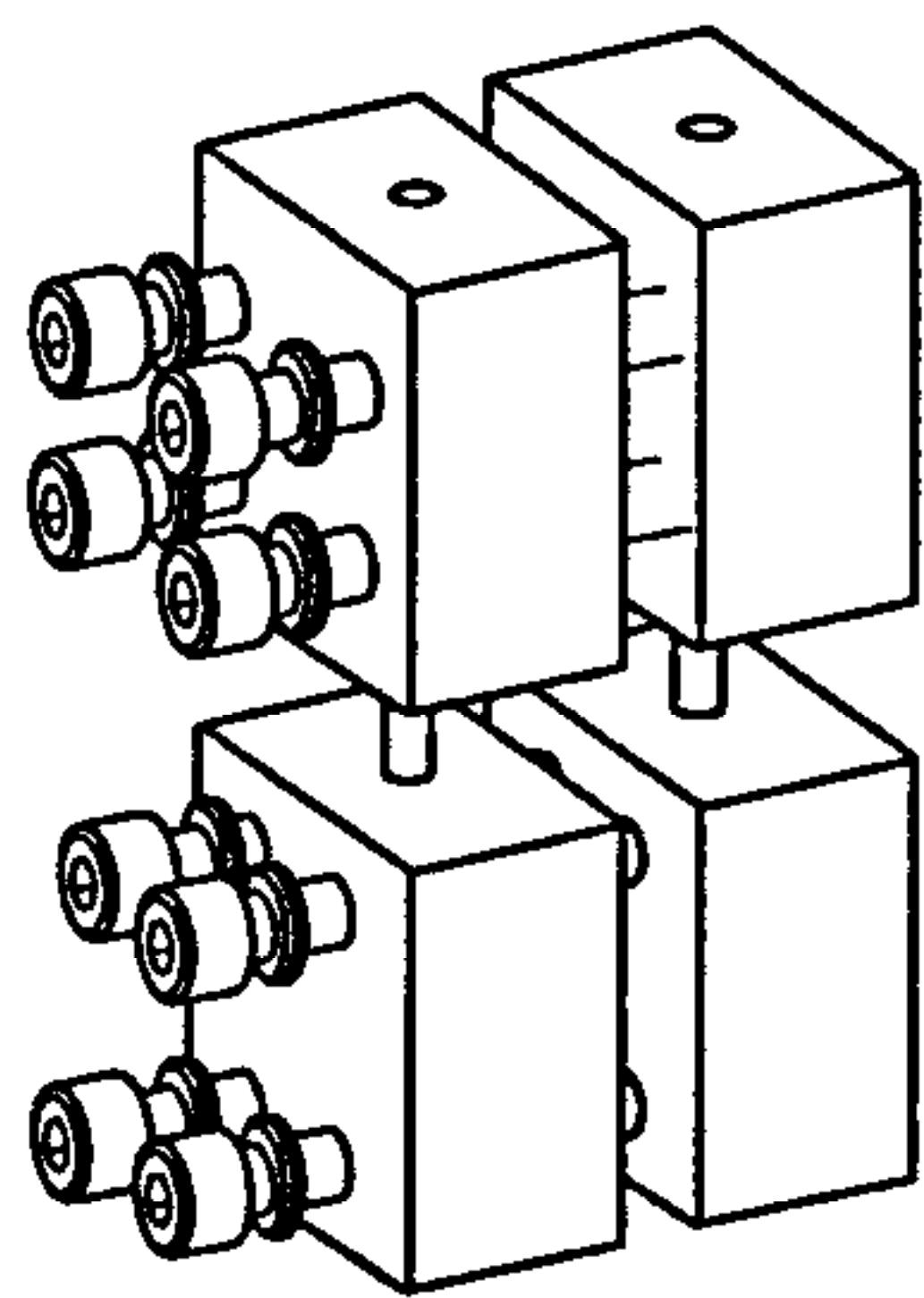


图 3 B 型夹具

5.4.4 端部加载方式

载荷直接施加在试样端部,试样尺寸采用表 1 中的试样 3。本法适用于低性能的材料,如毡增强塑料,或连续纤维织物增强塑料的较弱方向。端部加载的压缩试验 C 型夹具图见图 4。

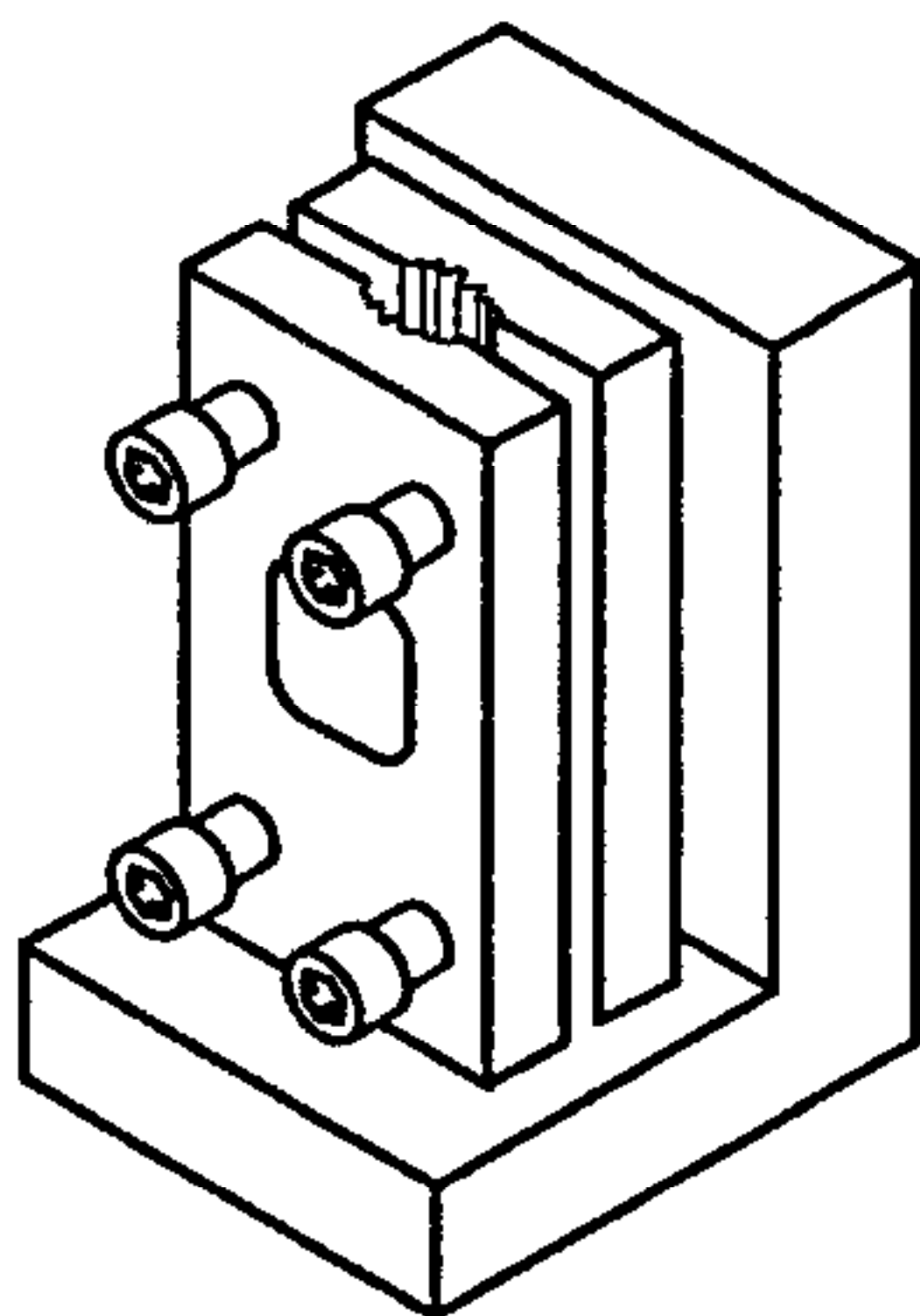


图 4 C 型夹具

6 试样

6.1 试样尺寸和形状

试样形状如图 5 所示,尺寸如表 1 所示。

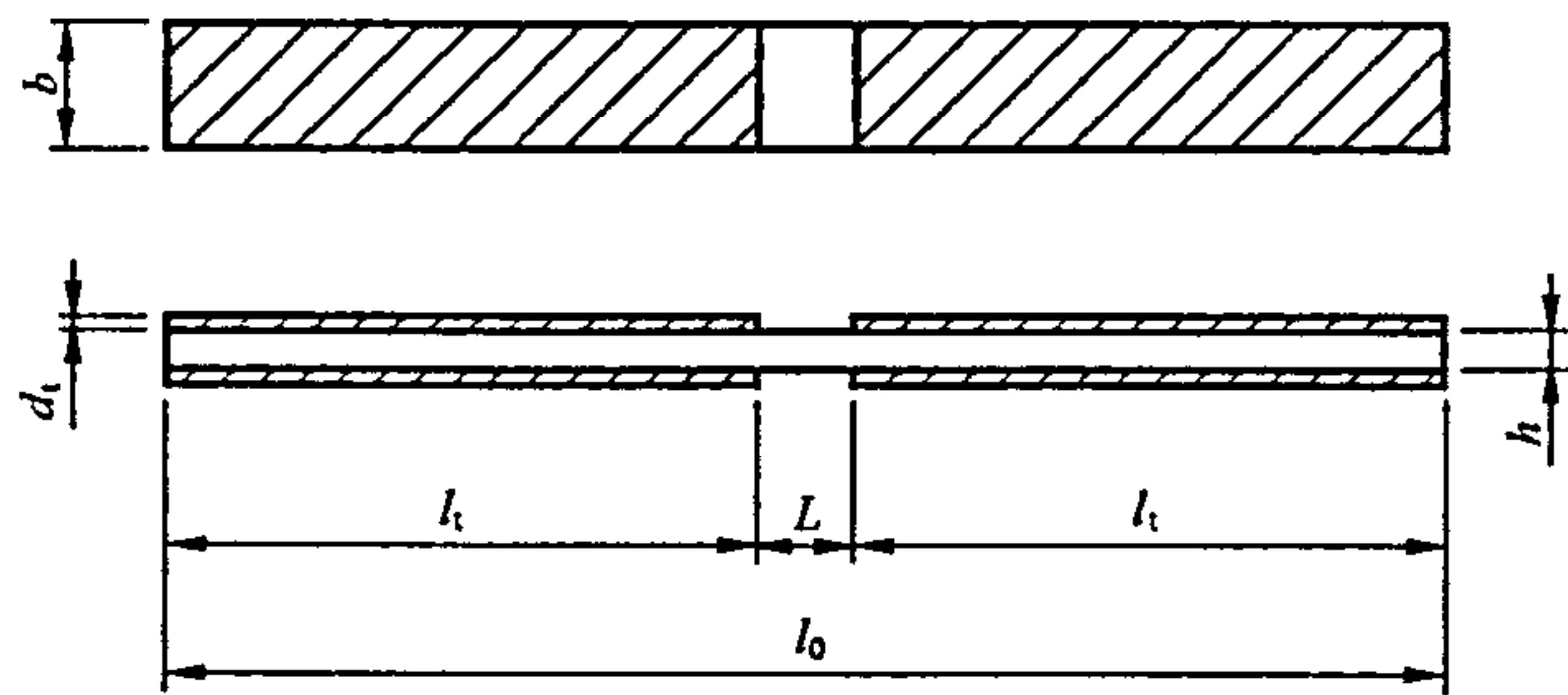


图 5 试样形状和尺寸示意图

6.1.1 试样 1

试样 1 为矩形截面的直条试样,必须贴加强片。

6.1.2 试样 2

试样 2 为矩形截面的直条试样,必要时可以贴加强片以防止端部压坏。

6.1.3 试样 3

试样 3 为矩形截面的直条试样,不贴加强片。

表 1 试样尺寸 单位为毫米

尺 寸	符号	试样 1	试样 2	试样 3
总长	l_0	110 ± 1	110 ± 1	125 ± 1
厚度	h	2 ± 0.2	$(2 \sim 10) \pm 0.2$	≥ 4
宽度	b	10 ± 0.5	10 ± 0.5	25 ± 0.5
加强片/夹头间距离	L	10	10	25
加强片长度	l_t	50	50(若用)	—
加强片厚度	d_t	1	0.5~2(若用)	—
注: 使用 C 型夹具和试样 3 进行试验时,应保证试样上端伸出夹具的长度不小于材料的最大压缩变形。				

6.2 试样制备

6.2.1 总则

试样制备按 GB/T 1446—2005 第 4 章规定。若从已成型的产品上取样(例如生产中或发货前的质量检验),必须取自厚度均匀的平板处。

6.2.2 试样加工

试样两个端面应相互平行,平行度应不大于 0.1% 的初始试样高度,并与试样轴线垂直,垂直度不大于 0.1% 的初始试样高度。对单向纤维增强塑料,试样轴线与纤维方向偏差不能超过 0.5°。

6.2.3 试样检查

试样应无扭曲,各相对平面应平行且对称。试样表面和侧面应无刮痕、无凹坑、毛刺。试样应通过目测来检查直边、平板的质量,通过测微尺来检查尺寸误差。检查有任何一项不满足要求的试样即作废,或通过加工使其满足要求。

6.2.4 加强片材料

试样的端部必须加强时,加强片推荐采用 0/90° 正交铺设的或玻璃纤维织物/树脂形成的材料,且加强片纤维方向与试样的轴向成 ±45°。加强片厚度应在 0.5 mm~2 mm。如果在较大端部载荷下加强片发生破坏,则可把加强片角度调整为 0/90°。

加强片可用铝板,或强度和刚度均不小于推荐的加强片材料的其他适当材料。

6.2.5 加强片的粘贴

加强片可以对单根试样单独粘贴,也可先将整块试样板材粘贴好,再切割成试样。

加强片、试样粘接面应经打磨、清洗处理,不允许损伤纤维,用室温固化或低于材料固化温度的胶粘剂粘接。加强片的端头、宽度应与试样一致,确保在试验过程中加强片不脱落。加强片与试样间应胶结密实,并保证加强片相互平行且与试样中心线对称。

6.3 试样数量

按 GB/T 1446—2005 中 4.3 规定。

7 环境条件

按 GB/T 1446—2005 第 3 章规定,仲裁试验应满足 GB/T 1446—2005 中 3.1 的规定。

8 试验步骤

8.1 按第 7 章规定对试样进行环境调节。

8.2 将合格的试样编号,并测量试验工作段任意 3 处的宽度和厚度,取算术平均值。结果精确至 0.01 mm。

8.3 贴好应变片或安装引伸仪,为保证弯曲不超过规定,需要在试样两面对称点上测量应变。

8.4 把试样装载到压缩夹具上。调整夹具和试样进行试加载,直至满足初始弹性段两面应变读数基本一致。对于仲裁试验,应满足式(1)的要求:

$$\left| \frac{\epsilon_b - \epsilon_a}{\epsilon_b + \epsilon_a} \right| \leq 0.1 \quad \dots\dots\dots (1)$$

其中, ϵ_a 和 ϵ_b 分别为同一时刻试样两面对称点测得的应变。

8.5 以 (1±0.5) mm/min 速度进行加载,直至破坏。

8.6 连续记录载荷和应变(或变形)。若无自动记录,以预估破坏载荷的 5% 为级差进行分级加载。

8.7 记录试验过程中出现的最大载荷。

8.8 检查试验的有效性。以下两种情况的试验数据应作废:

- a) 试样在夹持区内破坏,且数据低于正常破坏数据的平均值;
- b) 采用方法 3 时,试样端部出现破坏。

8.9 记录破坏模式。试样的破坏模式分为 A 型~F 型六种,见图 6。

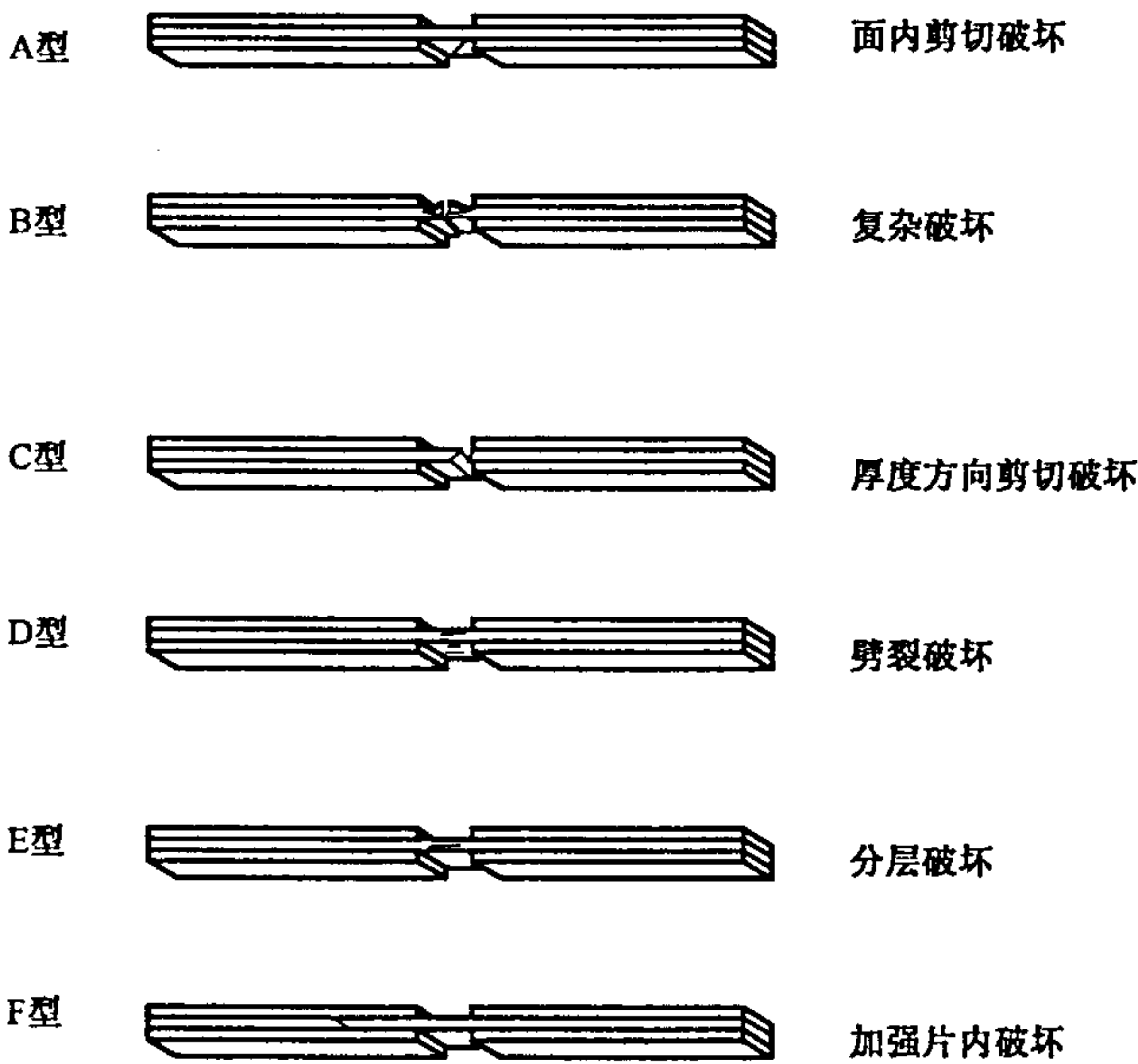


图 6 典型破坏模式

9 结果计算

9.1 压缩应力

压缩应力按式(2)计算:

$$\sigma_c = \frac{P}{bh} \dots\dots\dots(2)$$

式中:
 P ——特定时刻的压缩载荷,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);
 σ_c ——压缩载荷为 P 时的压缩应力,单位为兆帕(MPa)。

9.2 压缩应变

压缩应变按式(3)计算:

$$\epsilon_c = \frac{\Delta L}{L} \dots\dots\dots(3)$$

式中:
 ΔL ——标距段的变形量,单位为毫米(mm);
 L ——标距,单位为毫米(mm);
 ϵ_c ——对应于 ΔL 的应变值。

当用应变片直接测量应变时,则可直接读取。所有变形量或应变值,都取试样两面测得的平均值,下同。

9.3 绘制应力-应变或载荷-变形曲线。若有自动记录装置,则可直接读取。

9.4 压缩强度

用最大载荷(P_{max})代替式(2)中的 P ,得到的应力即为压缩强度 σ_{cM} 。

9.5 最大压缩应变

用标距段的最大变形量(ΔL_{max})代替式(3)中的 ΔL ,得到的应变即为最大压缩应变 ϵ_{cM} 。

9.6 压缩弹性模量

9.6.1 当直接测量应变时,压缩弹性模量按式(4)计算:

$$E_c = \frac{\sigma_c'' - \sigma_c'}{\epsilon_c'' - \epsilon_c'} \times 10^{-3} \quad \dots\dots\dots(4)$$

式中:

 E_c ——压缩弹性模量,单位为吉帕(GPa); $\epsilon_c'', \epsilon_c'$ ——压缩应力-应变曲线初始直线段上任意两点的应变; σ_c'', σ_c' ——对应于 ϵ_c'' 和 ϵ_c' 的应力,单位为兆帕(MPa)。

9.6.2 当直接测量的是标距段变形时,压缩弹性模量按式(5)计算:

$$E_c = \frac{\Delta P \cdot L}{b \cdot h \cdot \Delta L} \times 10^{-3} \quad \dots\dots\dots(5)$$

式中:

 E_c ——压缩弹性模量,单位为吉帕(GPa); ΔP ——压缩载荷-位移曲线初始直线段上任意两点的载荷改变量,单位为牛顿(N); L ——同式(3); b, h ——同式(2); ΔL ——与 ΔP 相对应的标距段变形量。

9.7 压缩割线模量

9.7.1 当直接测量应变时,压缩割线模量按式(6)计算:

$$E_{cx} = \frac{P_x}{bh\epsilon_{cx}} \times 10^{-3} \quad \dots\dots\dots(6)$$

式中:

 E_{cx} ——对应点的压缩割线模量,单位为吉帕(GPa); P_x ——对应于 ϵ_{cx} 的压缩载荷,单位为牛顿(N); b, h ——同式(2); ϵ_{cx} ——压缩应力-应变曲线上某一点对应的应变。

9.7.2 当直接测量的是标距段变形时,压缩割线模量按式(7)计算:

$$E_{cx} = \frac{P_x L}{bh \Delta L_x} \times 10^{-3} \quad \dots\dots\dots(7)$$

式中:

 E_{cx} ——对应点的压缩割线模量,单位为吉帕(GPa); ΔL_x ——与 P_x 相对应的标距段变形量; L ——同式(3); b, h, P_x, E_{cx} ——同式(6)。

9.8 结果的计算与处理按 GB/T 1446—2005 第 6 章规定。

10 试验报告

10.1 总则

按 GB/T 1446—2005 第 7 章的规定。

10.2 除 10.1 要求外,还应包括以下内容:

- a) 所用加载方法和试验夹具的描述;
- b) 试样类型和尺寸;
- c) 破坏模式。

附 录 A
(资料性附录)

本标准与 ISO 14126:1999(E)结构、内容对照

表 A.1 给出了本标准章条编号与 ISO 14126:1999(E)章条编号、内容对照一览表。

表 A.1 本标准与与 ISO 14126:1999(E)结构、内容对照表

本标准章条编号		ISO 14126:1999(E)章条编号	
章 节	内 容	章 节	内 容
1 范围	规定了标准的使用范围	1 范围	规定了标准的使用范围
	—		说明了所包含的 2 种试验方法和 2 种试样类型
2 规范性引用文件	引用 GB GB/T 1446—2005	2 规范性引用文件	引用 ISO 291 等标准
3 术语和定义	增加了压缩割线模量的定义;取消压缩应力、压缩应变的定义;取消关于坐标轴的介绍	3 术语和定义	定义了压缩应力、压缩应变、压缩强度、压缩破坏应变,压缩弹性模量
	模量单位为[MPa]		模量单位为[GPa]
4 原理	介绍了原理	4 原理	介绍了原理和两种试验方法
5 试验设备	给出了 A1、A2、B、C 三个夹具示意图	5 试验设备	给出了图 2、图 3、附录 B 和附录 C 等夹具示意图
	细分为 5.4.2,5.4.3,5.4.4 三种方法		规定了 5.4.2、5.4.3 两种试验方法
6 试样	6.2.2 试样加工	6 试样	6.2.2 加强片材料
	6.2.3 试样检查		6.2.3 加强片粘贴
	6.2.4 加强片材料		6.2.4 试样加工
	6.2.5 加强片粘贴		6.3 试样检查
	6.3 试样数量	7 试样数量	试样数量
7 试验环境	试验环境	8 试验环境	试验环境
8 试验步骤	试验步骤	9 试验步骤	试验步骤
9 结果计算	增加了压缩应力、压缩应变、压缩割线模量等计算公式	10 结果计算	结果计算
	针对试验中直接测量变形的情况,增加相应了计算公式		
—	—	11 精确度	说明没有合适的精确度数据
10 试验报告	试验报告	12 试验报告	试验报告
放入正文 5.4		附录 A	样品制备和加工
		附录 B	剪切加载压缩夹具
		附录 C	端部加载压缩夹具