

中华人民共和国国家标准

GB/T 27797.4—2013/ISO 1268-4:2005

纤维增强塑料 试验板制备方法 第4部分:预浸料模塑

Fibre-reinforced plastics—Methods of producing test plates—
Part 4: Moulding of prepregs

(ISO 1268-4:2005, IDT)

2013-11-27 发布

2014-08-01 实施

中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局
中国国家标准化管理委员会 发布

中 华 人 民 共 和 国
国 家 标 准
纤维增强塑料 试验板制备方法
第 4 部分:预浸料模塑

GB/T 27797.4—2013/ISO 1268-4:2005

*

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(100013)
北京市西城区三里河北街 16 号(100045)

网址:www.gb168.cn

服务热线:400-168-0010

010-68522006

2014 年 3 月第一版

*

书号:155066·1-48156

版权专有 侵权必究

前 言

GB/T 27797《纤维增强塑料 试验板制备方法》分为 11 个部分：

- 第 1 部分：通则；
- 第 2 部分：接触和喷射模塑；
- 第 3 部分：湿法模塑；
- 第 4 部分：预浸料模塑；
- 第 5 部分：缠绕成型；
- 第 6 部分：拉挤模塑；
- 第 7 部分：树脂传递模塑；
- 第 8 部分：SMC 及 BMC 模塑；
- 第 9 部分：GMT/STC 模塑；
- 第 10 部分：BMC 和其他长纤维模塑料注射模塑 一般原理和通用试样模塑；
- 第 11 部分：BMC 和其他长纤维模塑料注射模塑 小方片。

本部分为 GB/T 27797 的第 4 部分。

本部分按照 GB/T 1.1—2009 给出的规则起草。

本部分使用翻译法等同采用 ISO 1268-4:2005《纤维增强塑料 试验板制备方法 第 4 部分：预浸料模塑》。

与本部分中规范性引用的国际文件有一致性对应关系的我国文件如下：

- GB/T 1033(所有部分) 塑料 非泡沫塑料密度的测定[ISO 1183(所有部分)]；
- GB/T 2577—2005 玻璃纤维增强塑料树脂含量试验方法(ISO 1172:1996,MOD)；
- GB/T 2918—1998 塑料 试样状态调节和试验的标准环境(ISO 291:1997,IDT)；
- GB/T 27797.1 纤维增强塑料 试验板制备方法 第 1 部分：通则(ISO 1268-1:2001,IDT)。

本部分做了下列编辑性修改：

- 将一些适用于国际标准的表述改为适用于我国标准的表述。

本部分由中国建筑材料联合会提出。

本部分由全国纤维增强塑料标准化技术委员会(SAC/TC 39)归口。

本部分起草单位：北京玻璃钢院复合材料有限公司、中国兵器工业集团五三研究所、常州天马集团有限公司。

本部分主要起草人：宁珍连、李树虎、宣维栋、马玉敬、张力平。

纤维增强塑料 试验板制备方法

第4部分:预浸料模塑

1 范围

GB/T 27797 的本部分规定了使用加热加压及不同的设备(如热压机、气压机、液压机和真空袋压设备)成型多层单向纤维预浸料或织物(预浸)试验板的方法,适用于所有增强材料和树脂。

本方法适用于热固性树脂预浸料和热塑性树脂预浸料,制备试验板时将预浸料按照要求的顺序和方向铺放,压紧并在加热加压/真空状态下固化,制备的试验板宜用机械加工成试样。

用此方法制成的标准板可用于分析其组分,即增强材料、添加剂和树脂等,也可用于鉴定最终产品的综合质量。

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。

ISO 291 塑料 试样状态调节和试验的标准环境(Plastics—Standard atmospheres for conditioning and testing)

ISO 1172 纺织玻璃纤维增强塑料 预浸料、模塑料和层压板 玻璃纤维和无机填料含量的测定 灼烧法(Textile-glass-reinforced plastics—Prepregs, moulding compounds and laminates—Determination of the textile-glass and mineral filler content—Calcination methods)

ISO 1183(所有部分) 塑料 非泡沫塑料密度的测定(Plastics—Methods for determining the density of non-cellular plastics)

ISO 1268-1 纤维增强塑料 试验板制备方法 第1部分:通则(Fibre-reinforced plastics—Methods of producing test plates—Part 1:General conditions)

ISO 2818 塑料 机加工制备试样(Plastics—Preparation of test specimens by machining)

ISO 7822 纺织玻璃纤维增强塑料 孔隙含量的测定 灼烧损失、机械破碎和统计计算方法(Textile glass reinforced plastics—Determination of void content—Loss on ignition, mechanical disintegration and statistical counting methods)

3 健康和安全

见 ISO 1268-1。

4 原理

将纤维增强预浸料裁剪成要求的层数和尺寸,按照要求的顺序和方向铺放,制备用于加工试样的标准板。通过机械压缩或抽真空将预浸料初步压实并将空气排出,预浸料叠层通常密封在一个真空袋中,按照材料供应商的说明,借助机械设备在某种热压组合作用下最终固化。适当的工艺流程包括:使用热压釜、压力釜、真空发生器或者液压机。

除非专门研究试样的表面效应,否则试验板的表面应平整,并应满足切割最大试样所需的尺寸。

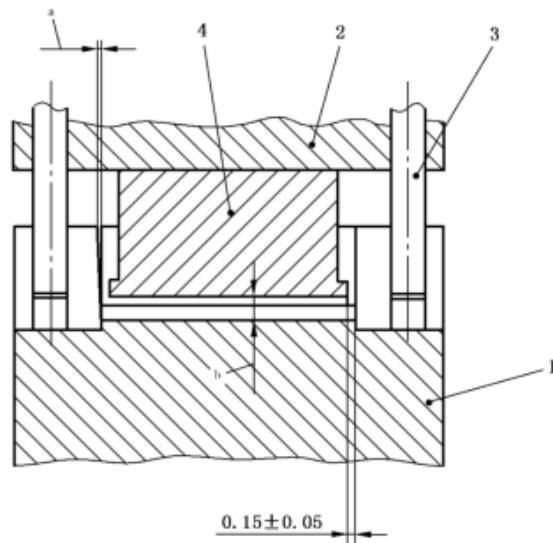
5 设备

5.1 工艺设备

5.1.1 压机:任意型号,具备 5.1.1.1~5.1.1.4 规定的组件。

5.1.1.1 机身(见图 1),由框架、压头和底座组成。框架应足够高以提供模塑空间,该空间能进行安放包含预浸料叠层的模具的操作。压头与框架之间的缝隙至少为 0.2 mm,以保证可以安装导杆。

单位为毫米



说明:

- 1——底座;
- 2——上端框;
- 3——立柱;
- 4——压头。

^a 斜度为 1°。

^b 四处压紧。

图 1 压机

5.1.1.2 侧开式模具(见图 2),由两块平整的金属板组成(一块底板和一块覆板),四个角安装调节垫块以控制试验板厚度,模具板尺寸应保证试验板能加工成所需的试样。与试验板接触的模板表面的平整度应在 ± 0.05 mm 之间,为此需进行抛光处理或采用硬铬板。钢质模具板的厚度为 5 mm,铝合金模具板的厚度为 6 mm。

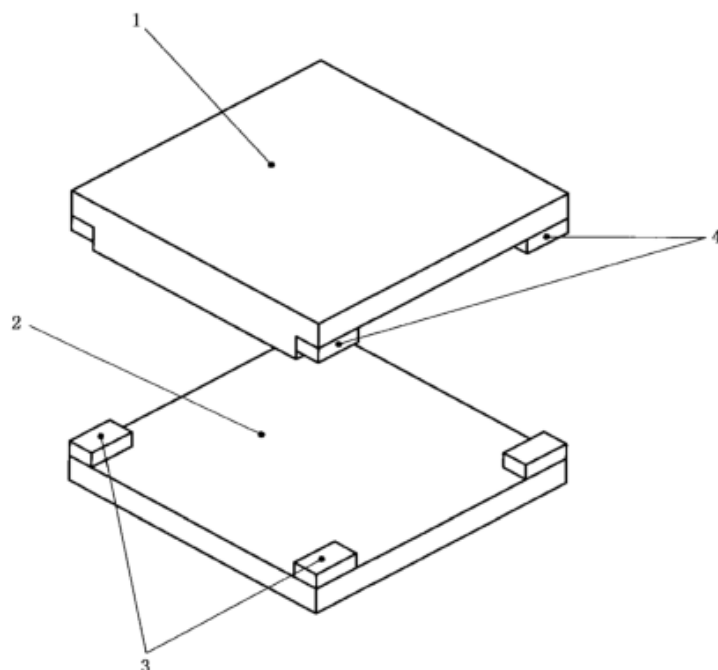
注 1: 制作特殊厚度的试验板时,可以通过在两模具板的(四个)角上安放合适尺寸的垫块获得。

注 2: 可在底板上雕刻箭头以识别试验板的零度方向。操作时应注意,每块试验板上雕刻的箭头不能影响试验板的性能。也可制作非正方形的试验板(如 350 mm×300 mm),使其长边平行于 0°方向。

5.1.1.3 加压方式,按照规定的力-时间曲线进行加压,整个加压过程的压力控制精度为 5%。

5.1.1.4 温度测量和控制设备,能获得至少 3 °C/min 的升温速率,并在特定的范围内能获得所需的固化温度,或者能满足温度-时间曲线的要求。

- 5.1.2 热压釜:任意干热型,符合 5.1.1.3 和 5.1.1.4 的要求。
- 5.1.3 鼓风烘箱:符合 5.1.1.4 的要求。
- 5.1.4 尺子:测量试验板的长度和宽度,精度为 0.5 mm。
- 5.1.5 螺旋测微计:测量试验板的厚度,精度为 0.01 mm。
- 5.1.6 天平:称重,感量为 0.01 g。
- 5.1.7 切割设备:如有利刃的刀具。
- 5.1.8 真空泵:能产生 0.08 MPa 或更低的真空度。
- 5.1.9 压缩空气装置:能获得 $0.7 \text{ MPa} \pm 0.014 \text{ MPa}$ 的压力。



说明:

- 1——覆板;
2——底板;
3——导板;
4——合适厚度的垫块。

图 2 侧开式模具

5.2 辅助设备和材料

- 5.2.1 橡胶密封垫:具备适宜的形状和尺寸,在试验板的周边放置,并能耐高于固化温度 $20\text{ }^{\circ}\text{C}$ 的温度。
- 5.2.2 脱模薄膜:能耐高于固化温度 $20\text{ }^{\circ}\text{C}$ 的温度,由聚氟乙烯(PVF)、聚四氟乙烯(PTFE)或有聚四氟乙烯涂层的织物材料制成。
- 5.2.3 多孔脱模薄膜:能耐高于固化温度 $20\text{ }^{\circ}\text{C}$ 的温度,由聚氟乙烯(PVF)、聚四氟乙烯(PTFE)或有聚四氟乙烯涂层的织物材料制成。
- 5.2.4 密封薄膜:能耐高于固化温度 $20\text{ }^{\circ}\text{C}$ 的温度,由聚氟乙烯(PVF)、聚四氟乙烯(PTFE)或有聚四氟乙烯涂层的织物材料制成。
- 5.2.5 透气材料:如铝丝网或玻璃纤维织物。
- 5.2.6 吸胶材料:吸收盈余的树脂,如机织的玻璃纤维织物。

注:单位面积质量为 $100 \text{ g/m}^2 \sim 300 \text{ g/m}^2$ 的机织玻璃纤维织物,每平方米能吸收大约 $60 \text{ g} \sim 115 \text{ g}$ 树脂,单位面积

质量为 60 g/m² 的聚酰胺纤维织物,每平方米能吸收大约 40 g 树脂。

5.2.7 金属压边条:宽度 15 mm,长度适当,在模具中围绕试验板铺放,其厚度取决于所制备的试验板厚度。

5.2.8 密封带:能耐高于固化温度 20 ℃ 的温度。

6 步骤

6.1 将包括足够的预浸料在内的用于制备试验板的材料,在 ISO 291 规定的某一标准环境中状态调节至少 2 h,并在相同的环境中进行后续的铺层(见 6.4)。

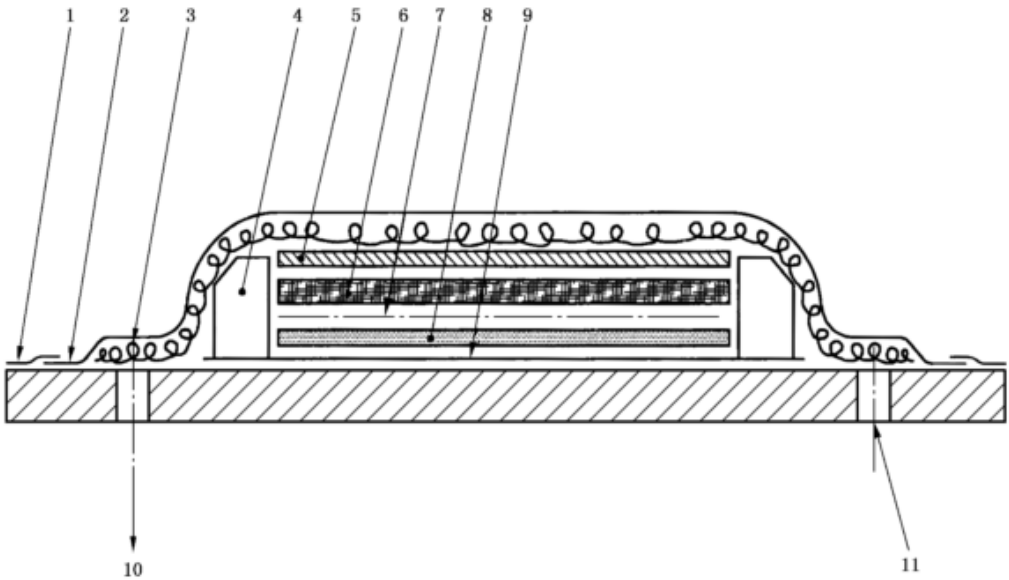
6.2 若原材料在低于状态调节的温度下储存,应将其放入密封袋中防止吸湿直到达到状态调节的温度。

6.3 除非另有规定,热固性材料应在状态调节后 6 h 内固化。

6.4 从经状态调节的预浸料中,裁剪所要求的层数,以满足制备规定长度、宽度和厚度的试验板,铺层中每层的方向在规范或试验方法中给出,见附录 A。将裁剪好的预浸料按规定顺序铺放在下模具板上。在预浸料铺叠物边缘插入热电偶,控制模压过程中的温度。热压釜中预浸料铺叠物和辅助材料的分布如图 3 所示,以制备具有平整表面的试验板。若需要研究产品的外观,在最上层再放一层适合于外观研究的多孔脱模薄膜。图 4 给出了适合气压的叠层和辅助材料的排列方式。

注 1: 用于吸收多余树脂的吸胶材料的数量由试验板的树脂含量决定,试验板的厚度和树脂含量也随压力、温度及其他因素[所用纤维/树脂体系性能(见注 2)]而变。

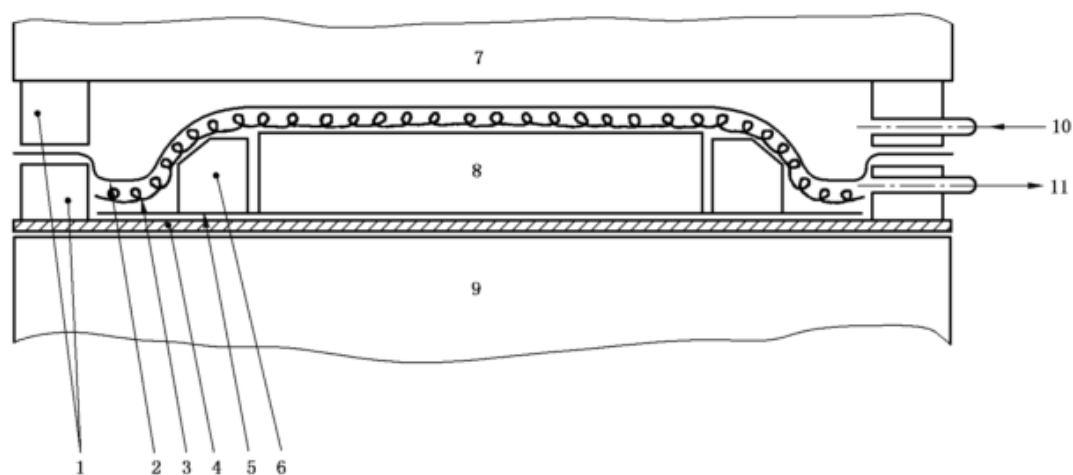
注 2: 在一定压力下,为获得规定厚度及纤维含量的试验板,可能有必要预先进行试验,以确定所需预浸料层数及吸胶材料数量。对于低渗出体系,可以根据每一层的厚度计算出所需预浸料的层数。



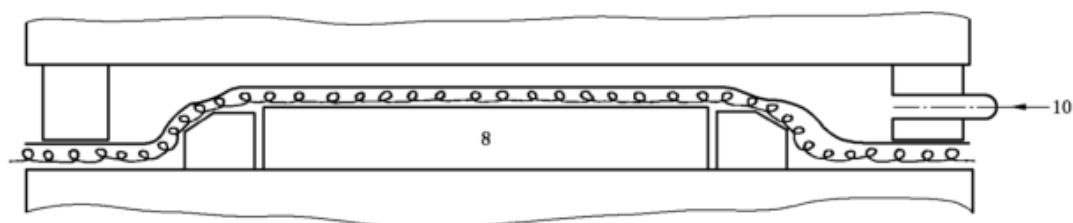
说明:

- | | | |
|-----------|------------|-------------------|
| 1——密封带; | 5——模具覆板; | 9——脱模薄膜; |
| 2——密封层; | 6——吸胶材料; | 10——热压釜通气孔; |
| 3——透气材料; | 7——多孔脱模薄膜; | 11——温度及/或压力传感器插孔。 |
| 4——金属压边条; | 8——层合板; | |

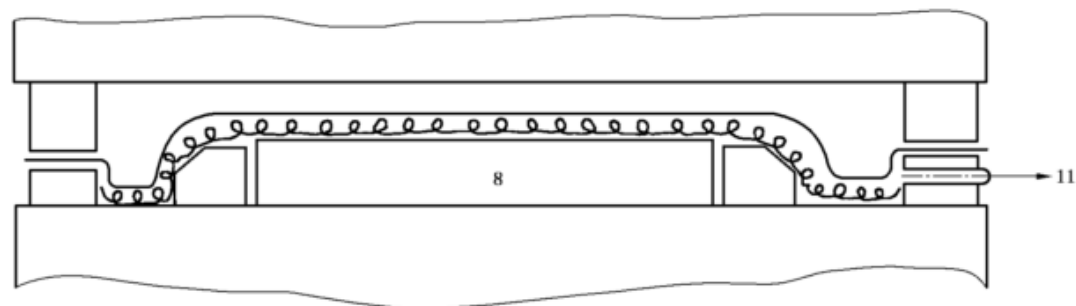
图 3 典型的热压釜模压组合



a) 过压/真空试验法



b) 过压试验法



c) 真空试验法

说明:

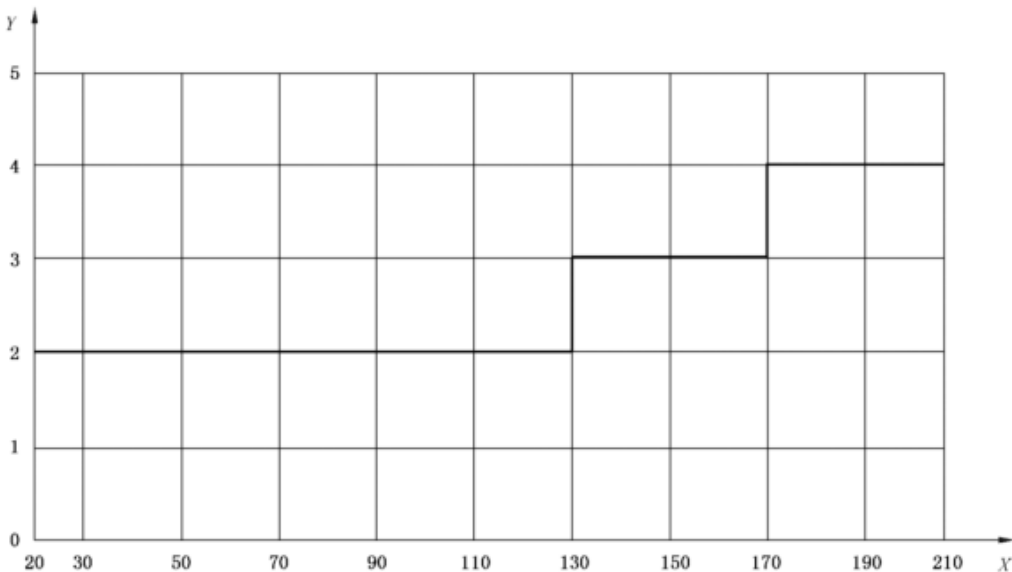
- 1——金属压边条;
- 2——密封层;
- 3——透气材料;
- 4——下模板;
- 5——脱模薄膜;
- 6——橡胶密封垫;

- 7——模具覆板;
- 8——层合物;
- 9——压机下台板;
- 10——压缩空气进口;
- 11——抽真空孔。

图 4 气压机模压示意图

6.5 固化温度、压力及时间应根据树脂牌号及固化剂种类而定,也可依据原材料说明书或由供需双方

约定。在固化周期内,温度应保持稳定,温度测量设备显示的温度必须在树脂体系所要求的范围内(见图 5)。在模塑过程中,试验板表面任意两点的温差不应超过 2℃。



说明:
X——固化温度,单位为摄氏度(℃);
Y——允许的温度差,单位为摄氏度(℃)。

图 5 允许的固化温度差示意图

- 6.6 固化后,将试验板从压机或热压釜中取出,自然冷却至室温,避免变形和损伤。
- 6.7 用压敏纸标记与试验板长度方向相关的纤维方向,或者按照相关各方达成的其他合适方法标识(见 5.1.1.2 注 2)。
- 6.8 切除至少 10 mm 的毛边。
- 6.9 若无需其他处理,这种状态的试验板可用于取样。机械加工按 ISO 2818 规定。若相关的试验标准中无规定,从试验板中加工的试样,其尺寸和增强材料的方向应单独规定。

7 试验板的性能检验

- 7.1 称重已切除毛边的试验板,准确至 0.1 g。
- 7.2 沿试验板的四边,通过端部,用尺子测量已切除毛边的试验板的长度和宽度,准确至 0.5 mm。计算一对测量结果的算术平均值,修约到毫米。
- 7.3 用螺旋测微计测量四个角(离边缘至少 25 mm)及中心的厚度,准确至 0.05 mm。计算五次测量结果的算术平均值,修约到 0.1 mm。
- 7.4 按相关各方达成的方法(如要求),用无损探伤(如 C 扫描超声波探伤)测定试验板的孔隙均匀性和其他缺陷。
- 7.5 仅从均质和其他可接受的区域切取试验试样。
- 7.6 若要测量试验板的纤维含量、孔隙含量及密度,从对角处各取一块 20 mm×10 mm×原厚的试样。
- a) 按照 ISO 1183 各部分中规定的某一方法测定密度。
 - b) 按照 ISO 1172 中玻璃纤维或其他惰性纤维增强塑料中规定的方法,测定试样的纤维体积含量

和质量含量。对碳纤维增强塑料,按双方达成的协议测定。

- c) 按照 ISO 7822 的规定测定试验板的孔隙含量。

8 精确度

参见附录 B。

9 试验板制备报告

试验板的制备报告应包含如下内容:

- a) 依据本部分;
- b) 制备地点和时间;
- c) 层数、铺放顺序和铺层方向;
- d) 原材料清单(包括投料量及增强材料总量、树脂型号、纤维类别及涂料类别等);
- e) 设备清单(压机型号、热压釜型号、模具型号、温度及压力检验方法等);
- f) 详细的制备步骤(压力或力-时间曲线、温度-时间曲线、后固化时间及温度等);
- g) 试验板的质量;
- h) 试验板尺寸;
- i) 纤维含量;
- j) 孔隙含量;
- k) 均匀度,用无损方法检验,记录其检验方法;
- l) 任何与本部分的差异。

附 录 A
(规范性附录)
铺层命名系统

A.1 概述

铺层命名系统的目的在于为单向纤维或织物增强材料的铺层提供一种描述方法。应用这种规定既可以避免混淆又可以避免加工和试验时出错。

A.2 参照面和方向

命名前应先确定参照面和方向,如下(见图 A.1):

- a) 一般情况下将铺层的下底面作为参照面。也可用上底面,此时需在命名中注明。
- b) 有时以零度方向作为参照方向,一般情况下参照面中平行纤维的方向或者整块板中平行纤维方向为参照方向。这个方向定义为 0° 。正的角度即逆时针方向测量视线同参照面的夹角(从上面到底层参照面)。

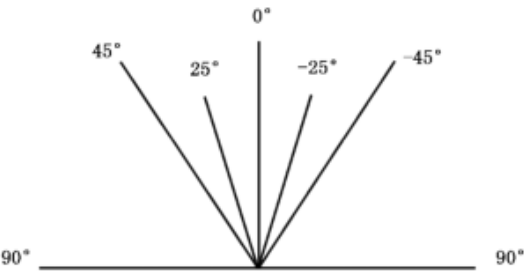


图 A.1 叠层中描述铺层方向所用的角度

A.3 命名特性

一般命名形式如式(A.1):

$$X : [(\theta_1 m_1 b_1 / \theta_2 m_2 b_2)_n]_{sl} \dots\dots\dots (A.1)$$

式中:

- X(可选)——铺层总层数;
- 1,2 ——层编号;
- θ ——铺层方向,用度表示,与参照方向有关,可以表示为 $\pm 0^\circ \sim \pm 90^\circ$ (见图 A.1) 对于单向带,铺层方向即纤维方向;对于织物,铺层方向即织物的经线方向;对于特殊织物(如多轴向织物),铺层方向应在备注中详细说明。对于织物,当现有的标记可能导致错误的判断时,可以用负号标记;
- m ——某一特定方向铺层总数;
- b ——当使用多种不同的材料(不同的纤维型号及/或不同的纤维规格)时对材料型号的命

名(如 b_x/b_{x+1})等;

- n ——铺层的层数(或组数),相同铺层顺序的重复次数。一组铺层用括弧括起来;
- s ——用于下标,表示相对于中间层几何对称(当在一边铺层时,在另一边镜面对称重复该铺层);
- f ——用于下标,表示织物,也可在备注中描述(见 b)。单向纤维铺层无此下标;
- L ——表示与铺层方向无关但与铺层布局有关,如“正-反”、“交错排列”、“打包”、“套装”等,应全部在附加的注中说明。

注:如该层材料为织物时,用 f 作下标。

A.4 命名汇编

A.4.1 叠层命名体系汇编如下:

- 铺层方向按照从左到右的方式,从参照面开始,到另一面最外层为止;
- 每层之间插入斜杠(如 $0/90/0$);
- 括弧用于将同一型号的层合物组合在一起,其后是该型号材料的铺层数(m),如果重复某一铺层顺序,其后是该顺序的重复次数(n);
- 中括号用于包围整个命名;
- 如果在中间层之后,往相反方向重复铺层(也就是说,如果叠层相对于中间层镜面对称)在第二个中括号之后加下标“ s ”;
- 对于没有重复的单中心镜向铺层,在象征该层的符号上加上划线或加后斜杠($\backslash$)。

A.4.2 铺层总数(X)也可在名字之前给出(单向铺层和织物铺层各自计数),后面加一冒号。

A.5 电脑识别码

A.5.1 在电脑识别码中不能使用下标,下标可以用冒号表示。

A.5.2 特殊的电脑码命名如下所示。

标准	参照层	铺层总数	铺层顺序	备注
ISO 1268-4	底层	7:	$[45:2b1/(90/0\backslash):b2]:s$	$b1$ =玻璃纤维织物 $b2$ =单向玻璃布带

相当于总体描述 $[45_i/45_i/90/0/90/45_i/45_i/]$ 。

A.6 示例

Top	0	参照面-底层
	90	命名= $[0/90]$ 。
	90	总体描述= $[0/90/90/0]$
Bottom	0	电脑识别码= $[0/90]:s$
Top	0	参照面-底层
	90	命名= $[0/\overline{90}]$ 。
	0	总体描述= $[0/90/0]$
Bottom	0	电脑识别码= $[0/90\backslash]:s$

Top	0	参照面-底层
	90	命名= $[-45_i/0/90/0]$
	0	总体描述= $[-45_i/0/90/0]$
	Bottom	电脑识别码= $[-45;f/0/90/0]$
Top	+45	参照面-底层
	-45	命名= $9: [(\pm 45)_2/\bar{0}]_s$
	+45	总体描述= $[45/-45/45/-45/0/-45/45/-45/45]$
	-45	电脑识别码= $9: [(45/-45);2/0\backslash];s$
	S-	0
		-45
		+45
		-45
	Bottom	+45
Top	45 织物	参照面-底层
	45 织物	命名= $[45_m]_L$ (L=Flip-flop 布局)
	45 织物	总体描述= $[45_i/45_i/45_i/45_i/45_i/45_i/45_i/45_i]_L$ (L=Flip-flop 布局)
	45 织物	电脑识别码= $[45;f6];L$
	45 织物	
	Bottom	45 织物
Top	45	参照面-底层
	0	命名= $[(45/0/-45/90)_2]_s$ 或 $[45/0/-45/90]_{2s}$
	-45	总体描述= $[45/0/-45/90/45/0/-45/90/90/-45/0/45/90/-45/0/45]$
	90	电脑识别码= $[45/0/-45/90;2];s$ 或 $[45/0/-45/90];2s$
	45	
	0	
	-45	
	S-	90
		90
		-45
		0
	45	
	-45	
	90	
	0	
	Bottom	45

附 录 B
(资料性附录)
精 确 度

表 B.1 中给出的是单批低渗出碳纤维/环氧预浸料板的精确度,从八个不同部位取样,每个部位根据 prEN 2565 制备试验板,板厚 3 mm,用热压釜压制,时间/压力条件依据材料手册中的规定。试样加工及测试使用 QA 试验方法。^[4]

表 B.1 从热压釜压制的试验板的八个不同部位取样的精确度

性能	试验板厚度	平均值	再现性 r	标准差 r /平均值 %	还原性 R	标准差 R /平均值 %
纤维质量含量	1 mm	69.3%	2.44%	1.4	8.44%	4.4
	2 mm	67.1%	5.43%	2.5	6.54%	3.5
	5 mm	69.2%	3.41%	1.5	4.35%	2.2
层间剪切强度 (ISO 14130)	2 mm	104 MPa	10.0 MPa	3.4	22.4 MPa	7.6
弯曲强度 (ISO 14125)	2 mm	—	—	—	—	—
E_{11}		122 GPa	6.81 GPa	2.0	31.3 GPa	9.1
E_{22}		7.96 GPa	0.58 GPa	2.6	1.89 GPa	8.5
s_{11}		1 780 MPa	246 MPa	4.9	321 MPa	6.4
s_{22}		151 MPa	39.9 MPa	9.4	56.0 MPa	13.2

参 考 文 献

- [1] EN 2374 Aerospace series—Glass fibre reinforced mouldings and sandwich composites—Production of test panels
- [2] EN 2565 Preparation of carbon fibre reinforced resin panels for test purposes
- [3] ASTM D 5687 Standard Guide for Preparation Flat Composite Panels with processing guidelines for Specimen Preparation
- [4] ISO 14125 Fiber-reinforced plastics composites—Determination of flexural properties
- [5] ISO 14130 Fiber-reinforced plastics composites—Determination of apparent interlaminar shear strength by short-beam method
- [6] SIMS, G. D Validation results from VAMAS and ISO round—robin exercises, 10th International Conference on ComMaterials, Canada, 1995
-

