

Metec

复合材料力学性能测试技术

(六)

复合材料试验方法总结



杨胜春

2015-06-25

(一) 拉伸试验

(二) 压缩试验

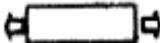
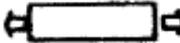
(三) 弯曲/短梁剪切试验

(四) 疲劳试验

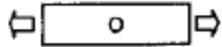
(五) 环境试验

- 单向板 (0° 、 90°) 拉伸
- 多向层压板拉伸
- $\pm 45^\circ$ 拉伸 (面内剪切)
- 螺栓 (拉伸) 挤压
- 开孔拉伸
- 充填孔拉伸

(一) 拉伸试验

试验方法	试件	测量的性能	优点	缺点	备注
面内拉伸试验方法					
D 3039/ D 3039M		拉伸强度	直边试样： 适合于随机非连续或连续纤维复合材料； 带或不带加强片试样均可用。	带加强片的构型要求谨慎地选择胶黏剂，并对试样制备有特殊要求； 某些铺层形式会导致边缘分层，从而影响拉伸强度	对大多数情况为首选方法； 与D 5083相比，提供了更多的结构构型、要求和指导； 相对于试验方向，层压板必须是对称均衡的。
		拉伸模量 泊松比 应力-应变响应	要求使用应变片或位移传感器； 模量测量不要求使用加强片。		模量测量通常很可靠。
D 638		拉伸强度 拉伸模量	哑铃形试样： 试样容易制备	在倒角（半径）处存在应力集中； 不适合于方向性强的纤维复合材料	不推荐用于高模量复合材料； 技术上与ISO 527-1等效
D 5083		拉伸强度 拉伸模量	只能用于直边、无加强片试样。	适用于塑料和低模量复合材料	用直边试样替代D 638； 除了下列情况外，技术上与ISO 527-4等效： a) 该试验方法不包括ISO 527-4中的I型狗骨形试样，主要用于增强和非增强热塑性材料的这类试样的试验方法参见D 638； b) ISO 527-4方法中试样的厚度为2-10 mm，而该标准允许的厚度可达14 mm。
D 5450/ D 5450M		横向(90°)拉伸强度	全部由90°（环向）层的缠绕圆筒承受轴向拉伸载荷； 为特定工艺/形式建立数据。	仅限于环向缠绕圆筒； 仅限于横向拉伸性能； 必须将试样粘贴到夹具上。	必须确保与夹具充分粘接。

(一) 拉伸试验

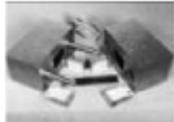
试验方法	试件	测量的性能	优点	缺点	备注
含缺口层压板拉伸试验方法					
D 5766/ D 5766M		开孔拉伸强度	直边、无加强片、开孔构型； 试验方法基本等同于D 3039/D 3039M。	仅限于对称均衡铺层的多向层压板。	对试样构型和破坏模式给出了要求和指导。
D 6742/ D 6742M		充填孔拉伸强度	直边、无加强片、充填孔构型； 试验方法和试样基本等同于D 3039/D 3039M， D 5766/D 5766M。	与D 5766/D 5766M相同。	与D 5766/D 5766M相同； 对孔的公差、紧固件扭矩/预紧力也给出了指导。
D 3518/ D 3518M		剪切强度 剪切模量 应力-应变响应	[±45] _m 铺层拉伸试验： 试样和试验方法简单。	由于出现大的非线性响应，试样用于测量极限剪切强度的效果不理想； 仅限于能制成±45°平板的材料形式/工艺； 要求使用双轴传感器，以得到模量和破坏应变数据。	由于其低成本以及实际结构层压板的关系，已被广泛采用。

拉伸试验注意事项：

- 必须保证试件的中心线与试验机的加载中心线保持一致（定位条）。
- 试件的夹持力必须合适。尤其是对于90° 拉伸试件，夹持时要特别小心，以保证试件不折断，另外，夹持力也较小。

- 单向板 (0° 、 90°) 压缩
- 多向层压板压缩
- 冲击后压缩
- 开孔压缩
- 充填孔压缩

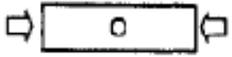
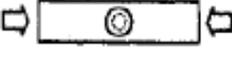
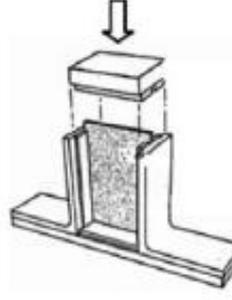
(二) 压缩试验

试验方法	试件	测量的性能	优点	缺点	备注
面内压缩试验方法					
D 6641/ D 6641M		压缩强度	剪切与端部联合加载的无加强片直边试样； 与D 3410/D 3410M相比，夹具较轻，也较便宜； 在非室温环境下使用较好； 适用于连续纤维复合材料。	对于方向性很强的纤维复合材料或0°层位于表面的试样，需要采用加强片； 不推荐用于单向(0°层)带或丝束层压板压缩强度的测量。	首选方法； 厚度必须足够以防止发生柱屈曲； 仅限于对称均衡且包含至少一层0°层的层压板； 仅限于测量0°层不超过50%或与其等效的层压板的强度。
		压缩强度 泊松比 应力-应变响应	要求使用应变或位移传感器。		可以测量单向带或单向丝束复合材料的单向模量和泊松比。
D 695		压缩强度 压缩模量	端部通过平台加载的狗骨形试样； 可以使用加强片。	经常出现端部压碎破坏模式； 在试样倒角（半径）处有应力集中，试样必须为狗骨形，且试样端部必须精确加工； 不评定对中度。	不推荐用于方向性很强或连续纤维增强的复合材料； 作为替代试验方法SACMA SRM 1的D 695的改进版已广泛用于航空工业，但ASTM D30和MIL-HDBK-17的首选方法是D 6641/D 6641M。
D 3410/ D 3410M		压缩强度	通过夹具夹头施加剪切载荷的直边试样； 适用于随机、非连续和连续纤维增强的复合材料； 采用或不采用加强片均可。	要求使用应变片来验证对中度； 由于夹具较重，非室温环境试验效果不好。	昂贵且笨重的夹具； 厚度必须足以防止发生柱屈曲。
		压缩模量 泊松比 应力-应变响应	要求使用应变或位移传感器。		

(二) 压缩试验

试验方法	试件	测量的性能	优点	缺点	备注
D 5467/ D 5467M		压缩强度 压缩模量 应力-应变响应	四点弯曲加载的夹层梁试样； 想要的结果是表面层的压缩破坏模式； 适用于夹层结构； 与其他压缩试验相比，夹具简单。	试样昂贵，除非结构保证其使用，一般不推荐； 要求应变片能得到模量和破坏应变数据； 窄（1 in.宽）试样可能不适合粗纤维材料，如大丝束（12K或更大）长丝织物或特定的编织材料。	必须很小心，以避免出现芯材破坏模式； 仅限于高模量复合材料； 由于试样结构特征和施加的弯曲载荷，其结果可能与采用其他压缩方法，如D 3410/D 3410M或D 6641/D 6641M得到的类似层压板的试验结果有所不同。
D 5449/ D 5449M		横向(90°)压缩强度	全部由90°（环向）层的缠绕圆筒承受轴向压缩载荷； 为特定的工艺/形式建立数据。	仅限于环向缠绕圆筒； 仅限于横向压缩性能； 必须将试样粘贴到夹具上。	必须确保与夹具充分粘接。

(二) 压缩试验

试验方法	试件	测量的性能	优点	缺点	备注
含缺口层压板压缩试验方法					
D 6484/ D 6484M		开孔压缩强度	直边、无加强片、开孔构型； 夹具通过液压夹头或端部平台受载。	仅限于对称均衡铺层的多向层压板。	对试样构型和破坏模式给出了要求和指导。
D 6742/ D 6742M		充填孔压缩强度	直边、无加强片、充填孔构型； 试验方法、试样和夹具基本等同于 D 6484/D 6484M。	与D 6484/D 6484M相同。	与D 6484/D 6484M相同； 对孔的公差、紧固件扭矩/预紧力也给出了指导。
D 7137/ D 7137M		压缩剩余强度和变形	矩形平层压板，先前由静压痕或落锤冲击引入损伤，用框架夹具施加静压缩载荷。	限于没有厚度方向增强的连续纤维增强复合材料； 结果对预先存在的损伤状态、边界约束条件和其他参数很敏感； 允许的试样厚度变化范围很小。	通常采用对称均衡铺层的多向纤维层压板； 初始损伤直径小于试样跨度的一半； 结果只适用于被评定的试验构型和损伤状态。

压缩试验注意事项

- 压缩试验与拉伸不同，都需要压缩夹具，因此，试件安装时必须小心，以保证试件与夹具的良好配合（包括夹具**螺栓拧紧力矩**的要求）。
- 通过压缩试验夹具保证试件的中心线与试验机的加载中心线保持一致。
- 压缩试验应尽量选择带有万向球绞压缩平台的试验机。

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：<https://d.book118.com/318000143004006073>