

聚合物基复合材料手册

陈祥宝摇主编



化学工业出版社
材料科学与工程出版中心

· 北 京 ·

(京)新登字 000000号

图书在版编目(CIP)数据

聚合物基复合材料手册 陈祥宝主编 一北京：化学工业出版社，2000
I.聚... II.陈... III.复合材料—手册 IV.667

I 援聚... II 援陈... III 援高聚物基质 (生物学) 复合材料手册 IV 援裁月裁图

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2000) 第 000000 号

聚合物基复合材料手册

陈祥宝主编

责任编辑：周伟斌 王苏平

文字编辑：谢蓉蓉

责任校对：蒋瑶宇

封面设计：潘瑶峰

*

化学工业出版社 出版发行
材料科学与工程出版中心

(北京市朝阳区惠新里 邮编 100029)

发行电话：(010) 59061600

网址：http://www.cip.com.cn

*

新华书店北京发行所经销

北京市彩桥印刷厂印刷

三河市东柳装订厂装订

开本 787mm×1092mm 1/32 印张 1.5 插页 1 字数 40千字

2000 年 10 月第 1 版 2000 年 10 月北京第 1 次印刷

陈祥宝 陈瑶瑶 陈瑶瑶 陈瑶瑶 陈瑶瑶

定价：10.00元

版权所有 侵权必究

该书如有缺页、倒页、脱页者，本社发行部负责退换

编审委员会

主摇任摇张摇耀

副主任摇才鸿年摇吴世平摇张聚恩摇吕摇杰摇陈祥宝

委摇员 （按汉语拼音排序）

包建文摇陈绍杰摇杜摇旻摇高树理摇韩克岑摇黎观生摇苗摇冰

宋国珍摇宋焕成摇孙侠生摇杨乃宾摇杨摇旭摇姚俊臣摇张凤翻

周利珊

主摇编摇陈祥宝

副主编摇陈绍杰摇杨乃宾摇张凤翻摇周利珊摇包建文

编摇撰摇人摇员

第 一 篇摇总摇论

主摇摇编摇陈祥宝

参编人员摇杨乃宾摇陈绍杰摇周利珊摇张凤翻摇包建文

第 二 篇摇复合材料性能表征与试验

主摇摇编摇杨乃宾

参编人员摇张凤翻摇包建文摇寇长河摇李摇晔

第 三 篇摇材料性能

主摇摇编摇张凤翻

参编人员摇包建文摇周利珊摇沈摇超摇张明习摇袁正华摇唐邦铭摇龙国荣

摇摇摇摇魏化震摇张摇炜摇张宝艳

第 四 篇摇材料使用、设计和分析

主摇摇编摇陈绍杰

参编人员摇包建文摇杨乃宾摇童贤鑫摇谢鸣九摇沈摇真

前摇摇摇言

先进材料技术对科学技术和国民经济的发展具有重要推动作用。在现代社会中，新材料已经成为各工程领域的共性关键技术之一，是高技术的重要组成部分，也是最重要和发展最快的学科之一。聚合物基复合材料在先进材料领域具有极其重要的地位，自 19 世纪 50 年代问世以来，始终作为世界各国重点研究开发的关键新材料之一，近年来更是备受青睐与重视。

树脂基复合材料具有优异的使用性能，其比强度高、比刚度高、耐腐蚀、抗疲劳性能好、可设计性强、便于大面积整体成型等独特优点使其应用日益广泛，在世界各国的军用、民用领域起到了至关重要的作用。近期欧洲空客集团在其超大型客机 A380 上、美国波音飞机公司在其超效率飞机 787 的主承力结构上均将大量采用复合材料的事实，更进一步向人们展示了其令人鼓舞的发展前景。此外先进复合材料在基础设施、沿海油气田、风力发电、汽车和体育用品等民用工业领域的广泛应用也向人们昭示了其蓬勃发展的未来。

先进复合材料发展应用已有三十多年的历史。三十多年来，积累了大量的设计使用经验和性能数据，逐渐向规范化、文件化、成熟化发展，要求形成设计和鉴定的统一指南，以改善最终产品的一致性、减小风险、降低成本。为了适应这一发展形势的需求，我们组织国内复合材料领域有实际经验的部分专家，历时三年编写了《聚合物基复合材料手册》。该手册吸取了国外的先进经验，汇总了国内最新的研发成果，旨在向国内提供一本较全面和系统以及具有工程应用价值的手册，为我国复合材料事业的研究发展竭尽绵帛。

手册包括了聚合物基复合材料性能表征与试验技术、性能数据、材料使用与设计分析等几大部分，详尽地给出了纤维、树脂、预浸料和各种层压板的性能表征方法和相关的实验技术，收集汇总了国内外多种复合材料体系的性能数据，提供了设计分析的基本要点技术和积木验证方法，以及使用保障和环境管理等较新的知识，反映了国内外最新的研究成果、技术、观点和进展。手册内容系统全面，数据表达规范，结构编排合理，力求具有技术先进性和工程实用性，可供复合材料领域材料研究、工程制造、设计应用等军用、民用部门参考使用。

由于时间匆促，水平有限，错漏之处在所难免，敬请读者批评指出。

陈祥宝

2009 年 9 月

术语及符号

术摇摇语

为方便使用和查询,名词术语基本上按分类顺序给出,其分类大致为材料、工艺、性能、设计等。同时,在名词术语后的括号中给出了对应的英文名称。

复合材料(Composite)——具有两相或两相以上结构的材料,各相材料基本上保持其各自原有的物理和化学性质。

先进复合材料(纤维增强塑料、复合材料)——专指可用于主承力结构或次承力结构、刚度和强度性能相当于或超过铝合金的复合材料。目前主要指有较高强度和模量的碳纤维、碳纤维和芳纶等增强的复合材料。

碳纤维复合材料(悦研)——以碳或石墨纤维为增强材料的复合材料。

芳纶复合材料(碳纤维)——以芳纶为增强材料的复合材料。

玻璃纤维复合材料(玻璃钢)——以玻璃纤维为增强材料的复合材料。

硼纤维复合材料(硼纤维)——以硼纤维为增强材料的复合材料。

短切纤维复合材料(译名:短切纤维增强塑料)——以短切纤维作为增强材料的复合材料。

混杂复合材料(混杂增强复合材料)——由两种或两种以上的增强材料增强同一种基体的复合材料。

超混杂复合材料(译音:超混杂材料)——由纤维增强材料和金属薄板共同增强同一种树脂基体的复合材料。

芳纶增强铝合金层压板(粤:芳纶层板)(英:Kevlar Reinforced Aluminum Composite Plate)——由芳纶纤维环氧树脂预浸料和铝合金薄板交替铺层并经加热加压固化而成的层间超混杂复合材料。

玻璃纤维增强铝合金层压板(即玻璃钢层板)(英文名称:FRP板)——由玻璃纤维环氧树脂预浸料和铝合金薄板交替铺层并经加热加压固化而成的层间超混杂复合材料。

碳纤维增强钛合金层压板(简称层压板)——由碳纤维树脂预浸料和钛合金薄板交替铺层并经加热加压固化而成的层间超混杂复合材料。

纳米复合材料(纳米复合材料)——某一组分或某一组分的某一方向达到纳米尺度的复合材料。

智能复合材料(译自《精英》)——在复合材料内部植入传感、驱动、控制元件，能对外界环境变化作出适时、灵敏和准确响应的复合材料。

结构复合材料(译自《材料科学》)——以承受载荷为主要目的的复合材料。

功能复合材料摇(功能复合材料)——具有某种特殊功能的复合材料。

烧蚀耐热复合材料摇(烧蚀耐热复合材料)——利用材料在高温下产生裂解、汽化、熔融蒸发、升华、浸蚀、炭化等物理化学变化导致材料表面的质量迁移而带走大量的热量，从而达到保护内部结构的复合材料。

隐身复合材料摇(隐身复合材料)——能够减少目标的雷达特征、红外特征、光电特征或目视特征等，达到隐身目的的复合材料。

透波复合材料摇(透波复合材料)——具有透过电磁波功能的复合材料。

阻尼复合材料摇(阻尼复合材料)——能够吸收机械能并转化成其他能量形式，从而达到减小机械冲击和降低噪声等作用的复合材料。

梯度复合材料摇(梯度复合材料)——构成材料的要素(组成和结构)沿厚度方向呈梯度变化的复合材料。

纺织复合材料摇(纺织复合材料)——由编织、机织、针织、缝纫等纺织技术制造增强材料预成型体，再经 砸运等成型工艺制造的一类复合材料。

夹层结构摇(夹层结构)——在两层较薄的面板中夹有厚的轻质芯材层的一种结构。

芯材摇(芯材)——夹层结构中夹在两层面板之间的轻质材料，它可以是金属蜂窝、非金属蜂窝或泡沫材料等。

面板摇(面板)——在夹层结构中附于芯材之上，主要承受面内载荷、强度较高的薄板。

热固性树脂摇(热固性树脂)——具有网状交联分子结构，受热不熔融、不流动的有机高分子材料。

热固性复合材料摇(热固性复合材料)——以热固性树脂为基体的复合材料。

热塑性树脂摇(热塑性树脂)——具有线性或支链结构分子结构，受热熔融流动或软化、冷却后成为固体的有机高分子材料。

热塑性复合材料摇(热塑性复合材料)——以热塑性树脂为基体的复合材料。

增强材料摇(增强材料)——置于基体中能使所形成的复合材料力学性能显著提高的增强相组分材料，如各种高强度、高模量纤维等。

基体摇(基体)——复合材料中在增强材料之间起传递载荷作用的粘接材料。

树脂体系摇(树脂体系)——以树脂、固化剂为基本组成，同时添加增韧剂、促进剂、阻燃剂、稀释剂等其他必要成分所组成的复合材料基体。

环氧树脂摇(环氧树脂)——由环氧化合物聚合而成的含有两个或多个环氧基团的一类树脂。

酚醛树脂摇(酚醛树脂)——由酚、酚的同系物和衍生物与醛类或酮类缩聚而成的一类树脂。

双马来酰亚胺树脂摇(双马来酰亚胺树脂)——由马来酸酐与二元胺合成的、以马来酰亚胺为活性端基的双官能团树脂。

氰酸酯树脂摇(氰酸酯树脂)——含有两个或两个以上氰酸酯官能团的酚衍生物树脂。

聚酰亚胺树脂摇(聚酰亚胺树脂)——分子链的重复结构单元中含有酰亚胺结构的聚合物。它包括热固性和热塑性聚酰亚胺树脂。

固化剂摇(固化剂)——使树脂起交联反应的化合物。

促进剂摇(~~非晶态硼~~)——在树脂固化过程中,能加快树脂固化反应速率、降低固化反应温度的物质。

稀释剂摇(~~非晶态硼~~)——在树脂体系中能降低树脂黏度,改善树脂工艺性能的化合物。稀释剂包括活性稀释剂和非活性稀释剂。

胶黏剂摇(~~非晶态硼~~)——通过黏结作用使材料或结构结合成整体的材料。

胶膜摇(~~非晶态硼~~)——制成薄膜状的胶黏剂。

碳纤维摇(~~非晶态硼~~)——含碳量不低于 90% 的纤维状材料。

石墨纤维摇(~~非晶态硼~~)——分子结构已经石墨化,含碳量大于 90% 的碳纤维。

芳纶摇(~~非晶态硼~~)——由芳香族聚酰胺制成的纤维或丝状物。

玻璃纤维摇(~~非晶态硼~~)——由硅酸盐熔体制成的纤维或丝状物。

石英纤维摇(~~非晶态硼~~)——以高纯度天然石英(二氧化硅)为原料制备的一种玻璃纤维。

硼纤维摇(~~非晶态硼~~)——由非晶态或微晶态硼沉积在载体(如钨丝或碳丝)上制得的丝状物。

超高分子量聚乙烯纤维(~~非晶态硼~~)——相对分子质量在 10⁶~10⁷ 之间的聚乙烯纤维。

聚对苯基苯并双唑纤维(~~非晶态硼~~)——由聚对苯基苯并双唑纺制而成的具有高强度、高模量特征的一种有机纤维。俗称 芳纶 纤维。

单向织物摇(~~非晶态硼~~)——在一个方向(通常是经向)有大量的纤维束,而另一个方向只有少量细纱的织物,其性能呈现明显的单向性特征。

预浸料摇(~~非晶态硼~~)——将树脂基体浸涂到纤维或织物上,通过一定的处理后贮存备用的中间材料。

热熔法预浸料摇(~~非晶态硼~~)——通过树脂基体加热熔融浸渍纤维束或织物制备的预浸料。

溶液法预浸料摇(~~非晶态硼~~)——通过树脂溶液浸渍纤维束或织物制备的预浸料。

粉末法预浸料摇(~~非晶态硼~~)——通过使树脂粉末吸附到加热的纤维束或织物上制备的预浸料。

预浸纱摇(~~非晶态硼~~)——将树脂基体浸涂到纤维上,通过一定的处理后贮存备用的中间材料。

织物预浸料摇(~~非晶态硼~~)——由织物浸渍树脂制备的预浸料。

单向预浸料摇(~~非晶态硼~~)——由并排纤维束浸渍树脂制备的预浸料。

单向带摇(~~非晶态硼~~)——由相互平行的连续纤维或单向织物经浸渍树脂后形成的预浸料。

纤维束摇(~~非晶态硼~~)——由多根单丝汇集成的一束纤维,单丝数从数十到数百万根不等。

示踪纱摇(~~非晶态硼~~)——为识别织物的经纬向或纤维的方向,在预浸料或织物中植入的不同品种或颜色的纤维束。

织物摇(~~非晶态硼~~)——以纱线、长丝等为原材料,应用各种织造方法制造的片状物,它包括机织物、针织物、编织物及非织造布等。

三维多向编织物摇(~~非晶态硼~~)——在三维空间由多向纤维构成的织物。

纤维预制体摇(纖維預製體)——利用纺织技术制造的具有所需形状的纺织复合材料增强体。

纤维体积含量摇(纖維體積含量)——复合材料中纤维体积所占的百分数。

纤维质量含量摇(纖維質量含量)——复合材料中纤维质量所占的百分数。

树脂体积含量摇(樹脂體積含量)——复合材料中树脂体积所占的百分数。

树脂质量含量摇(樹脂質量含量)——复合材料中树脂质量所占的百分数。

空隙摇(空隙)——制造过程中留在复合材料制件中的气体所占的空间。

空隙率摇(空隙率)——复合材料制件中空隙体积所占制件体积的百分数。

夹杂物摇(夹杂物)——制造过程中无意间带进制件中的杂质，如颗粒、芯片、薄膜等。

富树脂区摇(富樹脂區)——复合材料制件中局部树脂含量较制件平均树脂含量高出的区域。它是复合材料的一种缺陷。

贫树脂区摇(贫樹脂區)——复合材料制件中局部树脂含量较制件平均树脂含量低出较多的区域。它是复合材料的一种缺陷。

老化摇(老化)——材料在环境条件下随时间推移而产生的各种不可逆的化学变化，而引起材料性能下降现象。

退化摇(退化)——由老化、腐蚀、疲劳或应力等引起的材料性能下降。

龟裂摇(龜裂)——在复合材料的基体内或组分材料的界面处出现的细微裂纹。

横向裂纹摇(橫向裂紋)——层压板中横向(沿)铺层内出现的基体或界面的开裂，该裂纹通常是最先一层破坏源。

吸湿摇(吸濕)——材料在环境条件下吸进水分的一种行为。

吸湿率摇(吸濕率)——材料吸收的水分占其质量的百分数。

玻璃化转变温度摇(玻璃化轉變溫度)——聚合物从玻璃态向高弹态转变(或聚合物从高弹态向玻璃态转变)的温度。在此温度下，复合材料的刚度和强度开始急剧变化。

界面摇(界面)——复合材料中各独立的物理相之间的分界面。

脱胶摇(脫膠)——由各种因素引起的铺层内、层间或胶接头间产生分离的现象。

分层摇(分层)——由层间应力或制造缺陷等引起的复合材料铺层之间的脱胶破坏。

贮存期摇(貯存期)——在规定的环境条件下，材料仍能满足规范要求而不失效的最长存放时间。

纤维束强度摇(纖維束強度)——一束平行纤维的强度，通常用纤维束强度试验代替繁杂的单丝试验。

尺寸稳定性摇(尺寸穩定性)——复合材料制件在温度和湿度等环境条件变化的情况下，仍能保持原有形状和尺寸的特性。

固化摇(固化)——通过热、光、辐射或化学添加剂等的作用，使热固性树脂经不可逆的化学反应完成交联的过程。

固化度摇(固化度)——表征树脂固化反应的程度，常用树脂中已经参与固化反应的官能团的摩尔数与树脂中应该反应的该官能团的总摩尔数之百分数表示。

固化时间摇(固化時間)——在固化成型过程中，使树脂在规定温度下完成固化所需的

时间。

固化温度摇(精製早成製機)——在固化成型过程中，使树脂完成固化所需的温度。摇摇

成型温度摇(早成製早成製機)——固化成型复合材料制件所需的温度。

成型压力摇(早成製早成製機)——将复合材料坯件按照要求制成复合材料制件所必需的压力。

固化压力摇(精製早成製機)——在固化成型过程中，保证复合材料达到规定的技术要求所需的压力。

后固化摇(精製機)——经固化基本定型的复合材料及其制件，为使其性能得到进一步提高而进行的的热处理。

共固化摇(精製機)——复合材料不同制件在一次固化中同时完成固化和胶接过程的工艺方法。

二次胶接摇(淨製機)——已固化的复合材料不同制件通过胶黏剂再次进行胶接固化使它们连接成一个制件的工艺过程。

月阶段摇(月製機)——热固性树脂处于未固化与完全固化状态之间的一个中间阶段，或称预固化阶段。

固化收缩摇(淨製機)——固化成型期间或固化成型后制件的尺寸收缩。

残余应力摇(淨製機)——一般指复合材料制件内部由于固化后的降温或吸湿等引起的应力。

热压罐摇(精製機)——可按树脂基复合材料成型工艺规范要求进行加热、加压固化的设备。

真空袋摇(增製袋)——一种为复合材料制件固化提供真空环境的外罩。通常由柔韧的聚酰胺、聚酯等薄膜或其他柔性材料制成。

透气材料摇(淨製機)——一种纤维织物或纤维毡状辅助材料，用于复合材料固化成型时排出气体、保持真空袋内通路畅通。

吸胶布摇(淨製機)——固化过程中为吸出多余的树脂而放在制件表面上的特制玻璃布。

脱模剂摇(早成製早成製機)——为使复合材料制件易与模具分离而涂于模具表面或加入树脂基体中的物质。

可剥保护层摇(精製機)——为保持制件表面清洁完整而置于待胶接表面的织物层，固化前将其剥掉。

均压板摇(精製機)——表面平滑的金属板，固化前置于层压板上，以便在固化过程中使温度、压力传递均匀，并使固化后的层压板表面光滑。

铺贴摇(淨製機)——制造复合材料制件过程中，用手工或机械按一定方向和顺序逐层铺放预浸料的过程。

模具摇(淨製機)——一种保证制件成型的工具。

架桥摇(淨製機)——一个或多个铺层在跨越圆角或台阶等处时与其他铺层之间未完全接触的情况。

随炉件摇(精製早成製機)——与制件的材料工艺过程相同，并在同炉固化成型的一种层压板或试样件，用于对工艺过程进行监控以鉴定制件质量。

热压罐成型摇(熱壓罐成型法)——用真空袋封装复合材料坯件组合件放入热压罐中,在加热加压条件下固化成型复合材料制件的一种工艺方法。

袋压成型法摇(袋壓成型法)——利用柔性袋传递流体压力,将铺放在刚性单面模具上的复合材料坯件固化成型的工艺方法。

真空袋成型摇(真空袋成型法)——利用塑料薄膜或橡胶片等柔性材料将铺放在模具上的复合材料坯件密封,通过抽真空使坯件各处均匀受压,并在一定温度下固化成型复合材料制件的工艺方法。

树脂传递模塑成型摇(樹脂傳遞模塑成型法)——将纤维或其预成型体预先装入模具中,再注入液态的基体树脂,经固化成型复合材料制件的复合材料制造方法。

树脂膜渗透成型摇(樹脂膜滲透成型法)——将基体树脂膜和增强材料预成型体装入模具中,通过加热加压、抽真空使树脂膜熔融浸渗增强材料并固化成型的复合材料制造方法。

模压成型摇(模壓成型法)——将一定量的预混料或预浸料坯件装入闭合模具中,在一定温度、压力下预混料或预浸料充满模腔固化成型的方法。

缠绕成型摇(纏繞成型法)——在控制张力和预订线型的条件下,将连续的、浸有树脂的纤维束(或单向带)或织物以一定的形式缠绕到芯模或模具上用以成型复合材料制件的一种方法。

拉挤成型摇(拉擠成型法)——在牵引设备的牵引下,将浸渍树脂的连续增强材料通过成型模加热使树脂固化,连续生产复合材料的成型工艺。

搓卷成型摇(搓卷成型法)——利用上台面的移动将放在下台面上的预浸料缠绕在芯轴上,然后经加热并借助于热收缩膜施加压力而制造管状制件的成型方法。

铺层搭接摇(鋪層搭接法)——在进行铺层拼接时,相邻铺层件之间有一部分成重叠状态的拼接形式。

自动铺带技术摇(自動鋪帶技術)——利用自动铺带机将一定宽度的单向预浸料按照设计要求逐次铺放到模具上形成复合材料坯件的制造技术。

自动纤维铺放技术摇(自動纖維鋪放技術)——利用自动纤维铺放机将纤维束按照设计要求逐次铺放到模具上形成复合材料坯件或预成型体的制造技术。

预吸胶摇(預吸膠法)——在固化成型之前,在一定温度下,利用真空压力使复合材料坯件中多余的树脂排出的一种工艺过程。

预固化摇(預固化法)——在共固化或二次胶接的工艺过程中,将其中一个或多个零件预先进行完全或部分固化的工艺过程。

辐射固化摇(輻射固化法)——利用电磁波辐射使树脂进行固化反应的固化方式。最常用的辐射固化包括:电子束固化、紫外光固化、微波固化等。

纤度摇(纖度)——衡量纤维或纤维束粗细的程度,用一定长度纤维的质量来表示,纤维愈细,纤度愈小。通常采用 1000m 长的纤维的质量来表示纤度,即特(特)。特(特)。

树脂流动度摇(樹脂流動度)——在规定温度、时间和压力条件下,预浸料中树脂的流出量,以预浸料质量的百分数表示。

凝胶时间摇(凝膠時間)——树脂在一定反应温度下达到凝胶状态所需的时间。

适用期摇(適用期)——已经制备的树脂体系或预浸料保持其适用性的时间。

铺覆性摇(鋪覆性)——增强织物和预浸料对不规则形状模具的适应能力。

纤维面密度摇(纤维面密度摇)——单位面积预浸料的纤维质量。

浇铸体摇(浇铸体摇)——将树脂体系胶液倒入模腔中,按一定固化条件制得的树脂固化物。

加速老化试验摇(加速老化试验摇)——将试样置于比自然条件更加恶劣的人工环境中,快速测试其老化性能的试验。

黏性摇(黏性摇)——预浸料自身或与模具可粘贴的能力。

挥发分含量摇(挥发分含量摇)——预浸料或预混料中可挥发物的质量百分数。

比模量摇(比模量摇)——材料弹性模量(通常为拉伸弹性模量)与其密度之比。

黏温曲线摇(黏温曲线摇)——描述树脂体系的黏度与温度关系的曲线。

热变形温度摇(热变形温度摇)——聚合物在一定升温速率和规定载荷下,试样形变速率发生突变时的温度。

湿膨胀系数摇(湿膨胀系数摇)——材料因吸收水分而产生的长度或体积膨胀量与原长度或体积的比值。

无损检测摇(无损检测摇)——在不损伤复合材料及其制件的情况下,为检测其内部缺陷所进行的试验。

剥离强度摇(剥离强度摇)——在剥离试验中,试样单位宽度上所承受的剥离力。

耐环境性摇(耐环境性摇)——复合材料抵抗其使用环境对其性能影响的能力。

耐化学药品性摇(耐化学药品性摇)——复合材料抵抗化学药品对其质量、尺寸和其他性能改变的能力。

工程常数摇(工程常数摇)——对单向及织物双向层压板进行单轴拉伸、压缩及纵横剪切试验直接测得的常数,包括拉伸、压缩、剪切强度和弹性模量,以及主泊松比。

不变量摇(不变量摇)——坐标变换中保持不变的量。

各向同性摇(各向同性摇)——材料性能与方向无关的一种特性。

各向异性摇(各向异性摇)——材料性能因方向不同而改变的一种特性。

正交各向异性摇(正交各向异性摇)——材料具有三个互相垂直的弹性对称平面的特性。这些平面的垂直方向称为材料的主方向。

横向各向同性摇(横向各向同性摇)——具有正交各向异性特性的材料,若有一个各向同性的平面时,称其具有横向各向同性。例如单向复合材料即具有此种特性。

正方对称摇(正方对称摇)——指铺层面内相对于两个互相垂直的主方向具有相等的刚度和强度的对称形式。

正轴摇(正轴摇)——与材料主方向重合的参考坐标轴。

偏轴摇(偏轴摇)——与材料主方向不重合,有一个偏转角 θ 的参考坐标轴。

耦合摇(耦合摇)——一种外力引起与其不对应的基本变形的效应称为耦合。

拉剪耦合摇(拉剪耦合摇)——由正应力引起剪应变的一种耦合,是各向异性材料特有的。

拉弯耦合摇(拉弯耦合摇)——由轴向力引起弯曲变形的耦合,也为各向异性材料所特有。

弯扭耦合摇(弯扭耦合摇)——由弯矩引起扭转变形的耦合,也为各向异性

材料所特有。

宏观力学摇(皂葬葬葬葬葬葬葬葬)——在复合材料力学中采用层压板理论进行分析的力学。此时在每一铺层内纤维和基体作为一个整体而不再加以区分。

细观力学摇(皂葬葬葬葬葬葬葬葬)——在复合材料力学中要分别考虑到纤维和基体的性能以及界面的情况,研究它们相互关系并进行分析的力学。

混合定律摇(皂葬葬葬葬葬葬葬葬)——表达复合材料性能与对应的组分材料性能之间同体积含量有线性关系的法则。

失效准则摇(皂葬葬葬葬葬葬葬葬)——复杂应力应变状态下,材料失效的判据。

失效包线摇(皂葬葬葬葬葬葬葬葬)——复杂应力应变状态下,由失效准则确定的各极限值形成的包络线。

最上一层失效摇(皂葬葬葬葬葬葬葬葬)——多向层压板中有一个铺层最早开始出现破坏时的失效。此时对应的载荷可作为设计中的使用载荷。

层间应力摇(皂葬葬葬葬葬葬葬葬)——层压板中与厚度方向相关的三个应力分量,即 σ_z

τ_{yz} 、 τ_{zx}

复合应力摇(皂葬葬葬葬葬葬葬葬)——由两种或两种以上的基本应力组合成的复杂应力状态。

铺层摇(皂葬葬葬葬葬葬葬)——复合材料制件中一层单向带或织物,是层压复合材料制件中一个最基本的单元。

铺层组摇(皂葬葬葬葬葬)——一组具有相同铺层角的连续铺层。

铺层角摇(皂葬葬葬葬葬葬葬葬)——每一铺层的纤维方向与制件的参考坐标 载轴之间的夹角,由 载轴到纤维方向逆时针旋转为正。

铺层顺序摇(皂葬葬葬葬葬葬葬葬)——铺贴中具有各种不同铺层角的铺层的排列次序。

铺层递减摇(皂葬葬葬葬)——随载荷的变化在一段距离上相应地逐步减少某些铺层的情况。

层压板摇(层合板)(皂葬葬葬葬)——由单向或多向铺层压制而成的复合材料板。

对称层压板摇(对称层合板)(皂葬葬葬葬葬葬葬葬)——全部铺层及其各种特性和参数相对于板的几何中面对称的层压板。

均衡层压板摇(皂葬葬葬葬葬葬葬葬)——铺层的各种特性和参数相同,铺层角为 θ_0 与 θ_0 的铺层数相等的层压板。

均衡对称层压板摇(皂葬葬葬葬葬葬葬葬)——既均衡又对称的层压板。

正交层压板摇(皂葬葬葬葬葬葬葬葬)——只含有 0° 和 90° 铺层的双向层压板。

斜交层压板摇(皂葬葬葬葬葬葬葬葬)——只含有 θ_0 和 θ_0 角铺层的双向层压板。

准各向同性板摇(皂葬葬葬葬葬葬葬葬)——面内各个方向的弹性常数相同的对称层压板。

层压板族摇(皂葬葬葬葬葬葬葬)——一些具有相同铺层数和铺层角数,但各种角度铺层的铺层比不同的层压板。

子层压板摇(皂葬葬葬葬葬葬葬)——在层压板内一个可多次重复的多向铺层组合。

加筋板摇(皂葬葬葬葬葬葬葬)——用各种形式的筋条(型材)增强的平板或曲板。筋条有纵横之分。

使用载荷摇(皂葬葬葬葬)——正常使用中可能出现的最大载荷,在该载荷下结构不应产生残余变形。

设计载荷摇(设计载荷)——设计中用来进行强度计算的载荷,通常由使用载荷乘以一个适当的系数(一般取1.5~2.0)得到。在该载荷下结构刚开始或接近破坏。

使用温度摇(使用温度范围)——复合材料结构在使用条件下,能保持其结构功能和使用功能的温度或温度范围。

安全系数摇(安全系数)——设计载荷与使用载荷的比值。

许用值摇(许用值)——一个由试验数据经统计得出的允许使用的材料性能最大值。

粤基准值摇(粤基准值)——是一个力学性能的限定值,在95%的置信度下,95%的性能数值群的值高于此值。

月基准值摇(月基准值)——是一个力学性能的限定值,在95%的置信度下,95%的性能数值群的值高于此值。

典型值摇(典型值)——从大于n个或大于标准规定个数的试样做出的有效试验结果中得出的算术平均值。

平均值摇(平均值)——一组试样试验结果的算术平均值。

等代设计摇(等代设计)——仅按强度、刚度要求等量代换原金属结构的一种设计方法,此法不能充分发挥复合材料的性能特点。

铺层设计摇(铺层设计)——确定铺层数、铺层角、铺层顺序、各铺层角的铺层百分比以及铺层增减变化等的设计。

强度比摇(强度比)——材料的强度极限与结构所受对应应力之比,有时也称为强度应力比。

排序法摇(排序法)——层压板按强度、刚度或其他特性分类排列的一种优化设计方法。

毯式曲线摇(毯式曲线)——层压板的单轴或纵横剪切刚度和强度为 σ 、 ϵ 和 ϵ 铺层比函数的一种变化曲线,又称卡比特曲线。

湿热效应摇(湿热效应)——由吸湿和温度变化引起制件尺寸和材料性能改变的现象。

损伤容限摇(损伤容限)——结构在规定的未修使用周期内,抵抗由缺陷、裂纹或其他损伤而导致破坏的能力。

损伤阻抗摇(损伤阻抗)——材料和结构抵抗损伤的能力。

耐久性摇(耐久性)——结构在规定时间期限内,抵抗开裂、应力、腐蚀、热退化、脱层、磨损和外来物损伤的能力。

偏差摇(偏差)——一个允许的制造上的异常,可由计划的检测方法检出。偏差可能产生于加工、制造或装配的过程中。

缺陷摇(缺陷)——加工、制造或装配过程中产生的制造上的异常。在规定的标准内是允许的,在规定的标准外属超差,是不允许的。

损伤摇(损伤)——制造或使用中引起的结构上的异常。通常由机械加工、紧固件安装和外来物撞击等引起。

冲击损伤摇(冲击损伤)——专指由外来物撞击引起的结构上的异常。

冲击后压缩强度摇(冲击后压缩强度)——复合材料标准试验板经规定能量冲击后进行压缩试验所测得的破坏强度值。

修理容限摇(修理容限)——制件的缺陷或损伤需要与不需要修理,能与不能修理的两个定量的界限。

端距、湿热膨胀应变
外力、应力空间中的强度参数，第一类椭圆积分
挠度、频率
剪切弹性模量、应变空间中的强度参数
匀距离、厚度
厚度、距离
惯性矩、一阶不变量
[允]坐标转换矩阵
应力集中系数、屈曲载荷系数
曲率、扭率
长度、半波长
质量、力矩
质量、铺层组数、铺层角的余弦函数、纵向半波数
内力、疲劳破坏时的循环数
铺层数、节点数、铺层角的正弦函数，横向半波数
外力
压力
剪力
[匝]单向层压板主平面应力状态下的模量矩阵
剪流
半径、强度比
半径、子层压板的重复数
剪切强度、静矩
[杂]单向层压板主平面应力状态下的柔量矩阵
温度
玻璃化转变温度
厚度、时间
线性组合、应变能
怎, 增 憎, 赠, 扎方向的位移
体积
窄宽度、间距、质量
纵向强度
再横向强度
 α 角度、坐标转换角、热膨胀系数
[α]层压板的面内柔度矩阵
 β 角度、湿膨胀系数
[β]层压板的耦合柔度矩阵
 γ 角度、剪应变
 Δ 位移
 δ 位移、挠度

[δ] 摇层压板的弯曲柔度矩阵
 ε 摇正应变、线应变
 η 摇应力分配参数、有效宽度修正系数
 θ 摇铺层角
 λ 摇波长、椭圆形状比、热导率
 ν 摇泊松比
 ρ 摇密度、曲率半径、电阻率
 σ 摇正应力
 $\sigma_{\text{遭}}$ 摇拉伸强度
[σ] 摇许用正应力
 τ 摇剪应力
 $\tau_{\text{遭}}$ 摇剪切强度
[τ] 摇许用剪应力
 ϕ 摇角度
 ψ 摇角度
 Ω 摇面积

上角标符号
* 摇正则化
, 摇新轴、导数
。摇子层压板、面内、基本状态
垣摇顶面、正转换
原摇底面、负转换
栽摇矩阵转置
皂摇机械
炆摇非机械
则摇残余
𠂔摇弯曲
𠂔摇层间

下角标符号
曾, 赠 摇分别为 曾, 赠 扎方向
员, 圆, ... , 蚤 摇分别为 员, 圆, ... , 蚤 方向或个数
蕴摇纵向
栽摇横向
糟𠂔摇临界值
皂𠂔摇最大
皂𠂔摇最小
则摇拉伸
糟摇压缩

- 摇对称、面内剪切
 - 摇基体
 - 摇纤维、面板
 - 摇单层
- 顶标符号
- 原摇偏轴、矢量、等效

层压板的表示法

设计、研究和制造中常要用到层压板表示法，其规定应准确和简明，易于表达和理解，且方便图纸标注和生产制造。各种层压板的表示法详见下表。

层压板表示法			
分摇摇类		表 示 法	图摇摇示
摇一般层压板		[园源缘园源缘园源缘园]	怨园 原园 缘园 源缘 园
摇对称层压板	偶数层	[园缘园] _泽	园 怨园 怨园 园
	奇数层	[园源缘园] _泽	园 源缘 怨园 源缘 园
摇具有连续重复铺层的层压板		[园源缘园] _泽	怨园 源缘 源缘 园
摇具有连续正负铺层的层压板		[园源缘园]	怨园 原园 源缘 园